

PRIMJENA METODE OBUHVATA PODRUČJA ZA ODREĐIVANJE DOSTUPNOSTI POŠTANSKIH UREDA: PRIMJER BJELOVARSKO-BILOGORSKE ŽUPANIJE

APPLICATION OF CATCHMENT AREA METHOD FOR DETERMINING POST OFFICE ACCESSIBILITY: CASE STUDY BJELOVAR-BILOGORA COUNTY

KATARINA MOSTARAC, ZVONKO KAVRAN, PETAR FELETAR

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Vukelićeva 4, 10000 Zagreb, Hrvatska / *University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences, Zagreb, Croatia*, e-mail: kmostarac@fpz.hr, zkavran@fpz.hr, pfeletar@fpz.hr

DOI: 10.15291/geoadria.2858

UDK: 656.8:528.8(497.5-35 Bjelovar)=111=163.42

Prethodno priopćenje / *Preliminary communication*

Primljeno / *Received*: 25-3-2019



Dostupnost pristupnih točaka u poštanskom sustavu važan je aspekt koji davateljima usluga, kao i regulatorna tijela trebaju uzeti u obzir pri planiranju kapaciteta poštanskih mreža. To je važno za pružanje univerzalne poštanske usluge. U ovom radu dostupnost poštanskih ureda određena je primjenom metode plutajućeg područja obuhvata u dva koraka (2SFCA). Geografski informacijski sustav (GIS) korišten je za prostornu analizu poštanske mreže, lokacija, izračun udaljenosti, primjenu metode i prikaz rezultata. Kriterijima iz postojećega regulatornog okvira definira se područje obuhvata.

KLJUČNE RIJEČI: dostupnost usluga, GIS, metoda plutajućeg područja obuhvata u dva koraka, poštanski ured

Accessibility of postal access points is an important part that service providers, as well as regulatory bodies should consider when planning postal network capacities. This is important for the provision of the universal postal service. In this paper, accessibility of post offices is determined by the application of the Two Step Floating Catchment Area method (2SFCA). Geographic Information System (GIS) was used for spatial analysis of postal network, locations, calculation of distances, application of the method and presentation of the results. The current regulatory framework is validated by using catchment area derived from the regulatory criterion.

KEY WORDS: service accessibility, GIS, two step floating catchment area method, post office

UVOD

Univerzalna poštanska usluga (engl. *Universal Service Provider* – USP) obveza je svake zemlje da svakom građaninu osigura određeni skup poštanskih usluga, vodeći računa o jednakim cijenama i transparentnim uvjetima uz koje se usluga obavlja. Poštanska mreža je glavni element kojim se ostvaruje USP. Obveze poštanske mreže iznesene se u *European Commission Postal Directive* (URL 1). U Direktivi je istaknuta važnost ponude dovoljnog broja pristupnih točaka. Pristupne točke su elementi poštanske mreže gdje se pružaju poštanske usluge, a mogu biti: poštanski uredi, poštanski centri, samouslužni odjeli, poštanski sandučići itd. Direktiva donosi i obvezu održavanja odgovarajuće gustoće pristupnih točaka u ruralnim i udaljenim područjima. Svrha univerzalne usluge je osigurati korisnicima dostupnost određenog broja poštanskih usluga.

U Tablici 1. prikazane su europske zemlje u kojima su na snazi određene obveze (kriteriji) kojima se regulira gustoća pristupnih točaka poštanske mreže davatelja univerzalne usluge. Vidljivo je da 84 % zemalja ima određenu vrstu regulatornog okvira kojom se uređuje gustoća poštanske mreže, među njima i Republika Hrvatska. Ovime se nastoji osigurati dovoljno pristupnih točaka kako bi poštanska mreža bila dostupna stanovnicima zemlje.

Kriteriji za određivanje gustoće poštanske mreže različiti su u europskim zemljama. Primjerice, u Austriji Zakon o poštanskom tržištu (*Federal Act on the Regulation of the Postal Market (Postal Market Act)*, 2009.) regulira postojanje fiksnog broja pristupnih točaka (1650), kao i postotak stanovništva smještenog na maksimalnim udaljenostima u naseljima različite veličine. U Italiji (*Postal Regulatory Database, Country Directory*, 2014.) je postotak stanovništva koji se nalaze na maksimalnoj udaljenosti do poštanskog ureda utvrđen na tri razine. Prema istom izvješću (*Postal Regulatory Database*), u Njemačkoj je na snazi niz kri-

INTRODUCTION

Universal postal service (UPS) is the provision of basic postal services to each citizen in a country, bearing in mind fair prices and transparent conditions. The postal network is the main element for the delivery of the UPS. The importance of the postal network is outlined in the European Commission Postal Directive (URL 1), where provision of sufficient access points is highlighted. Access points represent elements of the postal network where postal services are provided, and they include post offices, post centres, self-service departments, mailboxes, etc. The obligation to maintain adequate density of access points in rural and remote areas is also outlined by the Directive. The main goal of the universal service is to ensure accessibility of postal services to users.

Table 1 shows European countries where certain obligations (criteria) are in force in order to regulate postal network of the universal service provider (USP). It is evident that 84% of the countries have some type of regulation of the postal network density. The reason for this is to ensure enough postal network access points to make it accessible to all inhabitants of a country.

The criteria in different European countries vary. For instance, in Austria the Postal Market Act (*Federal Act on the Regulation of the Postal Market (Postal Market Act)*, 2009) determines the existence of a fixed number of access points (1650), as well as the percentage of population located at maximum distances in settlements different in size. In Italy (*Postal Regulatory Database, Country Directory*, 2014), the percentage of inhabitants located at the maximum distance at three levels is determined. According to the same report (*Postal Regulatory Database*), in Germany a variety of criteria is in power. Except for the fixed number of access points (12000), one permanent post office in settlements with more than 2000 inhabitants is defined. Maximum distance of 2 km

TABLICA 1. Postojanje kriterija za određivanje gustoće poštanske mreže u određenim europskim zemljama
TABLE 1 Existence of criteria for determining postal network density in certain European countries

Kriterij / Existence of criteria	Zemlja / Country
Da (84 %) / Yes (84%)	AT, BE, BG, HR, CZ, DK, EE, FI, DE, EL, HU, IT, LV, LT, LU, MT, NL, NO, PL, RS, RO, SK, SI, SE, CH, UK, FR
Ne (16 %) / No (16%)	CY, IE, LU, ES, PT

Izvor / Source: ERGP Report on the Outcome of the ERGP Public Consultation on the Evolution of the Universal Service Obligation, 2016

terija. Osim fiksnog broja pristupnih točaka (12 000) definiran je kriterij po kojem se jedan stalni poštanski ured nalazi u naseljima s više od 2000 stanovnika. Određena je i maksimalna udaljenost od 2 km za naselja s više od 4000 stanovnika, kao i površina koju jedan ured pokriva. Sva ostala područja trebaju biti poslužena mobilnim poštanskim uredom.

Svaka zemlja gustoću poštanskih mreža regulira prema vlastitim kriterijima, što je dovelo do potrebe za pronalaženjem održivog modela organizacije poštanske mreže u uvjetima liberaliziranog tržišta. Očito je da se organizacija mreže poštanskih ureda razlikuje od države do države te da ne postoji općeprihvaćeni model ustroja poštanske mreže. Općenito, važnost poštanske mreže očituje se kroz tri ključna aspekta (URL 3.):

1. Fizička poštanska mreža prisutna je u svim zemljama svijeta.
2. Financijska mreža je važna jer davatelji poštanskih usluga obavljaju različite vrste financijskih usluga.
3. Elektronička mreža – davatelji usluga u manjoj ili većoj mjeri koriste se elektroničkom razmjenom podataka vezanom uz carinske usluge i usluge zračnog prometa.

Poštanska mreža važan je dio današnjega gospodarstva, osobito ako se promatra kroz njezinu globalnu mrežu. Organizacija poštanske mreže tema je mnogih znanstvenih istraživanja, npr.: N., Trubint, (2012.), M. Blagojević i dr. (2013.) i D. Šarac i dr. (2016.). Osim fizičke, poštanska mreža pruža i digitalnu povezanost s cijelim svijetom, omogućujući komunikaciju među stanovnicima većine zemalja svijeta. To je posebno važno ako se promatra stanovništvo koje živi u ruralnim područjima. Analizu u razlici u pružanju poštanskih usluga u ruralnim i urbanim područjima proveli su M. Langford i G. Higgs (2010.). Isti autori (HIGGS, LANGFORD, 2013.) analizirali su i promjene u dostupnosti poštanskih usluga nakon smanjenja broja pristupnih točaka.

Dostupnost usluga u poštanskom području istražuju K. Mostarac i dr. (2018.) te je prvi put analizirana mogućnost korištenja gravitacijske metode (HANSEN, 1959.) za izračun dostupnosti poštanske usluge. K. Mostarac i dr. (2019.) analiziraju i različite koeficijente propadanja s udaljenosti gravitacijske metode koji najbolje opisuju dostupnost poštanske usluge.

for settlements with more than 4000 inhabitants is also defined, as well as the area covered by each post office. All other areas should be served by a mobile post office.

These examples show that the criteria for determining the post network density vary. Each country regulates this issue according to its own set of rules. This results in the need to find a sustainable model of postal network organization, under the conditions of a liberalized market. It is evident that the organization of the network of postal offices differs from one country to another, and that there is no generally accepted postal network model. In general, the importance of the postal network is manifested through three key aspects, as recognized by (URL 3):

- 1 A physical postal network that is present in all countries of the world;
- 2 A financial network, which is important because postal service providers perform different types of financial services, and
- 3 An electronic network because service providers use, to a lesser or greater extent, electronic data exchange related to customs and air traffic services.

It is evident that postal network plays an important role in today's economy, especially if it is observed through its global network. Organization of the postal network is the focus of much scientific research, as evident in N. Trubint, (2012), M. Blagojević et al. (2013) and D. Šarac et al. (2016). It provides both physical and digital connections to the entire globe, enabling communication between populations of most world countries. This is especially important from the perspective of populations living in rural areas. Analysis of distinctions in postal service provision in rural and urban areas was carried out by M. Langford and G. Higgs (2010). The same authors (HIGGS, LANGFORD, 2013) also analyzed changes in service accessibility after the reduction of access point number.

The accessibility of services in the postal sector was in the focus of research in K. Mostarac, et al. (2018), where gravity method (HANSEN, 1959) was used for calculating the accessibility of postal services. In another research (MOSTARAC ET AL., 2019), different

Upravo se koeficijenti propadanja s udaljenosti kod gravitacijske metode smatraju i njezinim najvećim nedostatkom s obzirom na to da ih je teško odrediti.

Dostupnost usluga važan je aspekt znanstvenih istraživanja u području medicine, posebice kada je riječ o primarnoj zdravstvenoj zaštiti (GUAGLIARDO, 2004.; LUO I DR., 2004.; WANG, 2011.). Kasnije je razvijena i metoda 2SFCA (engl. *Two-Step Floating Catchment Area*) – posebna vrsta gravitacijske metode (LUO, WANG, 2003.). Metoda je u daljnjim istraživanjima unaprijeđena (LUO, QI, 2009.) dodavanjem težinskih vrijednosti, s ciljem distinkcije vremena putovanja, odnosno udaljenosti između točaka ponude i potražnje za uslugom unutar područja obuhvata.

U području transporta primijenjena je u svrhu određivanja dostupnosti javnog prijevoza (Langford i dr., 2012.), dok se autori L. Mao i D. Nekorchuk (2013.) koriste i različitim modovima transporta u svrhu određivanja medicinske skrbi.

U području planiranja javnih zelenih površina i parkova mogu se izdvojiti i znanstvena istraživanja koja primjenjuju metodu (E)2SFCA. Dostupnost zelenih površina u urbanim uvjetima fokus je istraživanja u D. Dai (2011.). C. C. Dony i dr. (2015.) predstavili su i pojam varijabilnog područja obuhvata za planiranje dostupnosti javnim parkovima u gradskim sredinama.

U području planiranja dostupnosti poštanskim uslugama, odnosno elementima poštanske mreže, prema saznanjima autora teksta, do sada se nije primjenjivala metoda (E)2SFCA. Primjena metode 2SFCA u ovom istraživanju ima dva glavna cilja: analizirati trenutno postavljene kriterije za određivanje gustoće pristupnih točaka poštanske mreže u Republici Hrvatskoj i odrediti varijacije u dostupnosti usluge za područja koja pokriva određeni poštanski ured.

ANALIZA TRENUTAČNOG STANJA POŠTANSKE MREŽE U REPUBLICI HRVATSKOJ PREMA REGULATORNIM KRITERIJIMA

U Republici Hrvatskoj Pravilnik o pružanju univerzalnih usluga (*Ordinance on the Universal service provision, 2013.*) određuje kriterije po kojima davatelj univerzalne usluge mora organizirati poštansku

distance decay parameters were analyzed, that best describe the accessibility of postal services. The distance decay parameters are considered to be main disadvantage of gravity method, since they are hard to determine.

The accessibility of services is an important aspect of scientific research in the field of medicine, especially in the areas of primary health care (GUAGLIARDO, 2004; LUO ET AL., 2004; WANG, 2011). The 2SFCA (Two-Step Floating Catchment Area) method was developed later, a special case of the gravity method (LUO, WANG, 2003). The method was later upgraded (LUO, QI, 2009) by adding weight values, to account for travel times, or distances between the points of supply and demand for the service in the catchment area.

In the field of transport, the method was used to determine the accessibility of public transport (LANGFORD ET AL., 2012), while L. Mao and D. Nekorchuk (2013) use different transport modes to determine accessibility of medical care.

In the field of planning public green areas and parks, (E)2SFCA method has also been used in the scientific research. The Accessibility of green surfaces in urban areas was in the focus for D. Dai (2011). The authors C. C. Dony et al., (2015) introduced variable catchment area for planning accessibility of public parks in cities.

In the field of postal service or postal network elements accessibility, to our knowledge, (E)2SFCA method has not been used. The application of the method in this case has two main goals – to analyze current regulatory criteria for determining postal network access points in Republic of Croatia; and to determine variations of service accessibility for areas that each postal office covers.

ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF THE POSTAL NETWORK IN THE REPUBLIC OF CROATIA ACCORDING TO THE REGULATORY CRITERIA

In the Republic of Croatia, the Ordinance on the provision of universal service (*Ordinance on the Universal service provision, 2013*) determines the criteria by which UPS must organize the postal network.

TABLICA 2. *Prosječan broj stanovnika i prosječna površina koji poslužuje/pokriva jedan poštanski ured*
TABLE 2 *Average number of inhabitants and average area served /covered by a post office*

Godina / Year	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.
Prosječni broj stanovnika koje poslužuje jedan poštanski ured Average number of inhabitants served by one PO	3832	3855	3835	4131	4144	4206	4173	4142
Prosječna površina pokrivena poštanskim uredom (km ²) Average area covered by PO (km ²)	49,12	49,51	49,34	53,24	54,63	55,70	55,64	55,59

Izvor / Source: URL 2

mrežu. Potrebno je uzeti u obzir gustoću naseljenosti, pokrivenost područja i stvarne potrebe korisnika usluga, specifične geografske uvjete i druge okolnosti. Za određivanje gustoće mrežnih pristupnih točaka postavljani su sljedeći kriteriji:

1. Jedan poštanski ured radi na prosječnoj površini do 80 km².
2. Jedan poštanski ured u prosjeku poslužuje maksimalno 6000 stanovnika.
3. Davatelj univerzalne usluge uspostaviti će mrežu pristupnih točaka u naseljenim područjima tako da udaljenost između pristupnih točaka ne prelazi 5000 m.

Prosječan broj stanovnika i površina odnosi se na cjelokupno područje Republike Hrvatske, a mrežu poštanskih ureda mora činiti najmanje 700 stalnih poštanskih ureda. Tablica 2. prikazuje prosječan broj stanovnika koje poslužuje jedan poštanski ured, kao i prosječnu površinu koju pokriva.

Prema dostupnim podacima, u 2016. godini jedan poštanski ured je u prosjeku pokrivaio 55,59 km², što je manje od 80 km² kako je definirano Pravilnikom. Prema drugom kriteriju, po kojem jedan poštanski ured poslužuje stanovništvo, u istoj godini jedan je poštanski ured radio u prosjeku za 4142,84 stanovnika, što je također manje od 6000 stanovnika kako je definirano Pravilnikom. Može se zaključiti da prema tim kriterijima postoji mogućnost za daljnju optimizaciju mreže poštanskih ureda po sadašnjim kriterijima za gustoću mreže poštanskih ureda.

Važnost poštanske mreže posebno je vidljiva kroz obvezu obavljanja univerzalne usluge. S jedne strane davatelj univerzalne usluge mora svakom građaninu omogućiti pristup osnovnom skupu poštanskih usluga, dok u isto vrijeme djeluje u konkurentnom

Population density, coverage of the area and actual needs of service users, specific geographic conditions and other circumstances all have to be considered. The following criteria for determining the density of network access points are set:

- 1 One postal office operates on an average area of up to 80 km².
- 2 One post office operates on average for a maximum of 6000 inhabitants.
- 3 The universal service provider shall establish a network of access points in the populated areas in such a way that the distance between the access points is not more than 5000 m.

The average number of inhabitants and the area refers to the entire territory of the Republic of Croatia, and the network of postal offices must consist of at least 700 permanent post offices. Table 2 shows the average number of inhabitants served by one post office as well as the average area covered.

According to the available data, in 2016 a post office covered an average of 55.59 km², which is less than the maximum of 80 km² as defined by the Ordinance. According to the criterion where inhabitants are served by one office, for the same year, one post office served on average 4142.84 inhabitants, which is also less than a maximum of 6000 inhabitants as defined by the Ordinance. It can be concluded that according to these criteria, there is a possibility for further optimization of the network of postal offices at current criteria for the density of the network of postal offices.

The importance of the postal network is particularly evident through the obligation to perform a universal service. On one hand, a universal service provider must provide every citizen access to a basic

okruženju liberaliziranog tržišta. Alternativni davatelji usluga nemaju tu obvezu, njihov tržišni učinak uvjetovan je profitom i poslovnim mogućnostima.

Prema ERGP-u (*Report on the Outcome of the ERGP Public Consultation on the Evolution of the Universal Service Obligation 2016.*), moderno tržište poštanskih usluga suočeno je s nizom izazova, od kojih se posebna pozornost može posvetiti smanjenom opsegu tradicionalnih usluga (pisama). Inovativne tehnologije, razvoj logističkih usluga, promjena percepcije korisnika, povećanje broja korisnika interneta i internetskih usluga te veća dostupnost interneta samo su neki od razloga koji su doveli do smanjenja ukupnog broja tradicionalnih poštanskih usluga te posljedično do poslovnih gubitaka davatelja poštanskih usluga.

Od velike je važnosti za regulatore poštanskog tržišta, kao i za davatelje univerzalne usluge da imaju iscrpan uvid u dostupnost poštanskih usluga, posebno u ruralnim područjima. To će utjecati na bolju organizaciju pristupnih točaka, osiguravajući veću dostupnost usluga stanovništvu, te omogućiti bolje procese planiranja u tehnološkim fazama poštanskog prometa.

ODREĐIVANJE DOSTUPNOSTI USLUGE PRIMJENOM METODE 2SFCA

Područje istraživanja i metodologija

Za istraživanje su odabrane četiri općine u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji u središnjem dijelu Republike Hrvatske. Bjelovarsko-bilogorska županija sastoji se uglavnom od ruralnog područja, pogodnog za analizu dostupnosti univerzalne poštanske usluge i za određivanje jesu li trenutačno postavljeni regulatorni kriteriji doista osigurali pristup poštanskoj usluzi, posebno u ruralnim područjima. Za istraživanje je odabrana manja površina od četiriju naselja, što će omogućiti kvalitetniju analizu rezultata istraživanja. Na Slici 1. prikazane su lokacije četiriju općina s pripadajućim poštanskim uredima u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji.

Slika 1. prikazuje nekoliko slojeva podataka prikladnih za korištenje u GIS alatu. Jedan sloj podataka odnosi se na geografske granice administrativnih

set of postal services while at the same time operating in a competitive environment of a liberalized market. Alternative service providers do not have this obligation; their market performance is driven by the profit and business opportunities.

According to *ERGP Report on the Outcome of the ERGP Public Consultation on the Evolution of the Universal Service Obligation (2016)* the modern postal service market is faced with a number of challenges, of which the reduced volume of traditional services i.e. letters stands out. Innovative technologies, development of logistics services, change of user perception, an increase in the number of people using the Internet and the Internet services, and the greater accessibility of the Internet are just some of the reasons that have led to a reduced volume of mail and business losses of the (universal) postal service provider.

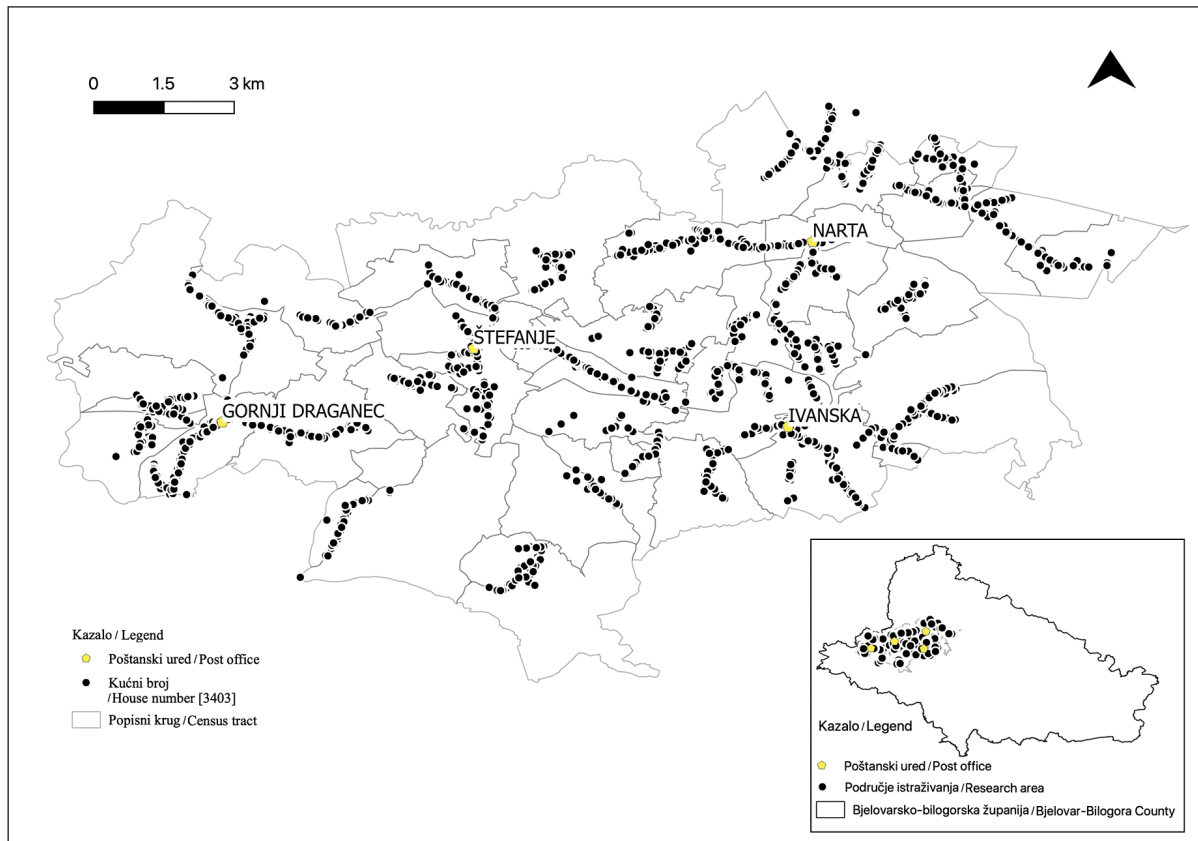
It is of utmost importance for postal market regulators, as well as USP to have a detailed insight in the accessibility of the post service, especially in rural areas. This will lead to a better organization of the access points, and provide a better accessibility of the service to population. It would enable better planning processes in the technological phases of postal traffic.

DETERMINING SERVICE ACCESSIBILITY BY APPLYING 2SFCA METHOD

Research area and methodology

The four municipalities of Bjelovar – Bilogora County is the chosen research area. It is a county located in the central part of the country. It consists of mostly rural areas, suitable for the analysis of UPS accessibility, and for determining if the currently set regulatory criteria indeed provide access to post service, especially in vulnerable (rural) areas. A smaller area consisting of 4 settlements is chosen for the application of the method. This will enable a better analysis of the research results. Figure 1 shows the locations of the 4 municipalities (with locations of post offices) in Bjelovar – Bilogora County.

Figure 1 shows several layers of data suitable for use in a GIS tool. One layer is related to the geo-



SLIKA 1. Odabrano područje istraživanja za primjenu metode (GIS)
 FIGURE 1 Selected research area for the application of the method (GIS)

područja u kojima će se izračunavati dostupnost poštanske usluga. U ovome slučaju to su popisni krugovi četiriju općina Bjelovarsko-bilogorske županije. Drugi sloj podataka odnosi se na GPS koordinate svakoga poštanskog ureda, potrebne za dobivanje točnih lokacija poštanskih ureda. Ovaj podatkovni sloj služi za modeliranje točaka ponude – lokacija na kojima se stanovništvu pruža poštanska usluga. Podatkovni sloj kućnih brojeva koristi se za modeliranje točaka potražnje – lokacije stanovništva koje su potencijalni korisnici poštanskih usluga. Ovi su skupovi podataka nužni za određivanje dostupnosti poštanskih usluga stanovništvu. Za prostornu analizu u ovome radu korišten je programski alat QGIS. QGIS je korišten za analizu lokacija poštanske mreže i kućnih brojeva, izračun udaljenosti između njih, primjenu metode i prikaz rezultata.

Metoda primijenjena za određivanje pristupačnosti poštanskih ureda u ovome istraživanju spada u skupinu metoda plutajućeg područja obuhvata – 2SFCA. Temelji se na određenom području obuhvata (unutar kojeg se pretpostavlja da su ljudi voljni pristupiti usluzi), koje se zatim premješta (može se reći da pluta) kroz svaku točku, odnosno lokaciju us-

graphical boundaries of administrative areas where post service accessibility will be calculated (in this case administrative areas are census tracts of 4 municipalities of Bjelovar-Bilogora County). Another layer of data is related to GPS coordinates of each post office, required to obtain the exact locations of the post offices. This data layer serves to model supply points – points where post service is provided to the population. A data layer of house numbers is used to model demand points – the location of population which are potential users of postal services. All these datasets are necessary to determine the accessibility of the postal service. For spatial analysis in this research QGIS was used. QGIS was used for the analysis of postal network and house number locations, the calculation of distances between them, and the application of the method and presentation of the results.

As already mentioned, the method used in this research to determine the accessibility of post offices belongs to the group of so-called floating catchment methods – Two Step Floating Catchment Area (2SFCA) method. It is based on a catchment area (where it is assumed that people are willing to ac-

luge u tom području. Dostupnost usluge izračunava se unutar definiranog područja obuhvata.

Metoda 2SFCA u ovome slučaju koristi se područjem obuhvata od 5 km za dobivanje pokazatelja dostupnosti usluge unutar određenog područja. To će omogućiti analizu dostupnosti usluga korištenjem zračne i mrežne udaljenosti. Područjem obuhvata od 5 km koristi se zbog kriterija prema kojem jedan poštanski ured radi na prosječnoj površini do 80 km². Takvo područje obuhvata omogućit će analizu dostupnosti usluga izvedenu iz postojećih regulatornih kriterija za gustoću pristupnih točaka poštanske mreže.

Izračunavanje dostupnosti usluge primjenom metode 2SFCA provodi se u dva koraka (LUO, WANG, 2003.).

2SFCA – Korak 1.

Prema izrazu (1), za svaku lokaciju poštanskog ureda (j) potrebno je pretražiti sve lokacije stanovništva (i) unutar zadane udaljenosti (d_0) od lokacije (j) (drugim riječima, unutar područja obuhvata (j)), te izračunati omjer poštanski ured/stanovništvo (R_j), unutar ovoga područja obuhvata:

$$R_j = \frac{S_j}{\sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_0\}^{P_i}} P_i} \quad (1)$$

Gdje je:

S_j – broj poštanskih ureda na lokaciji j

P_i – stanovništvo unutar područja obuhvata

i ($d_{ij} \leq d_0$)

d_{ij} – udaljenost između lokacija i i j .

U prvom koraku metode određuje se maksimalna udaljenost koju korisnik može prijeći (područje obuhvata), sa središtem u lokaciji ponude usluge (u ovom slučaju to je poštanski ured). Zatim se izračunava omjer poštanski ured/stanovništvo unutar definiranog područja obuhvata, za svaku točku, to jest lokaciju ponude usluge (poštanski ured). Isti izračun ponavlja se za sve lokacije poštanskih ureda. Tamo gdje se preklapaju područja obuhvata dvaju ili više poštanskih ureda, R_j vrijednosti se uvećavaju (to jest zbrajaju). To znači da će stanovništvo na području gdje se preklapa nekoliko područja obuhvata različitih poštanskih ureda imati veću dostupnost usluge.

cess the service), which is then transferred or 'floats' through all supply points of a research area. The accessibility of the service is calculated within the catchment area.

2SFCA in this case uses a 5 km catchment area to obtain service accessibility indicators within a particular area. This will enable the analysis of the service accessibility, using straight-line and network distance, and their analysis. A 5 km catchment area is used because of the criteria where one postal office operates on an average surface of up to 80 km² (5 km radius). Such catchment area will enable an analysis of service accessibility derived from current regulation criteria.

Calculating service accessibility using 2SFCA method is carried out in two steps (LUO, WANG, 2003).

2SFCA – Step 1.

According to the expression (1), for each post office location j , it is necessary to find all the locations of the population (i) within the set travel time (d_0) from the location j (in other words, this is catchment area j), and calculate the post office - population ratio R_j , within this catchment area:

$$R_j = \frac{S_j}{\sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_0\}^{P_i}} P_i} \quad (1)$$

Where:

S_j – number of post offices at location j

P_i – inhabitants within catchment area i ($d_{ij} \leq d_0$)

d_{ij} – travel time between location i and j .

The first step of the method determines the maximum distance the user can travel (catchment area), where the centre is represented by the location of the service supply (in this case, post office). Then, the ratio service provider / population is calculated within the defined catchment area, at each service supply point. The same calculation is repeated for all service locations, and where overlapping of the catchment area of two or more resources is detected, R_j values are added together. Consequently, this means that where several areas of different supply points overlap, the population will have greater accessibility of services.

2SFCA – Korak 2.

Prema izrazu (2), za svaku lokaciju stanovništva (i), potrebno je pretražiti sve lokacije poštanskih ureda (j) unutar zadane udaljenosti (d_0) od lokacije (i) te zbrojiti omjer poštanski ured/stanovništvo:

$$A_i^F = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_0\}} R_j = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_0\}} \frac{S_j}{\sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_0\}} P_i} \quad (2)$$

gdje je:

A_i^F – pokazatelj dostupnosti lokacije stanovništva (i)

R_j – omjer poštanski ured/stanovništvo unutar područja obuhvata s centrom u točki (i) ($d_{ij} \leq d_0$)

d_{ij} – udaljenost između lokacija (i) i (j).

U drugom koraku središte područja obuhvata postaju lokacije potražnje za uslugom, to jest kućni brojevi, te se zbrajaju omjeri iz prvog koraka.

Važno je naglasiti da se istraživanja koriste popisnim krugovima kao administrativnim područjima najmanje geografske jedinice za koje se dobivaju rezultati primjenom metode. Drugim riječima, račun se pokazatelj dostupnosti usluge za cijeli popisni krug. To je općenito prihvaćeno u istraživanju zbog nemogućnosti dobivanja finije rezolucije podataka. U ovome istraživanju koriste se podaci o lokaciji kućnih brojeva kao mjesta potražnje za uslugom, što je finija razlučivost podataka. Metoda 2SFCA primijenit će se za izračunavanje dostupnosti poštanske usluge za svaki kućni broj unutar definiranog područja istraživanja. To je vrijedan podatak za davatelja univerzalne usluge, posebno u ruralnim područjima, jer pruža potpuni uvid u pokrivenost područja poštanskom uslugom na tom području.

Može se zaključiti da u prvom koraku metoda 2SFCA određuje početne omjere svakog područja obuhvata sa središtem u lokaciji poštanskog ureda. U drugom koraku, početni omjeri se zbrajaju. Prednost ove metode je u tome što se može koristiti manjim prostornim jedinicama za izračun dostupnosti (u ovome slučaju lokacije kućnih brojeva), kao i definiranje područja obuhvata koje ograničava izračun dostupnosti usluge. Rezultati dobiveni metodom ovise o d_{max} području unutar kojeg se može pretpostaviti da stanovništvo pristupa usluzi. U prvom istraživanju primjene metode 2SFCA, W. autori Luo

2SFCA – Step 2.

According to the expression (2), for each location of the population (i), it is necessary to find all the locations of the postal offices (j) within the given travel time (d_0) from the location i (catchment area i), and add the postal office – population ratio R_j on default locations:

$$A_i^F = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_0\}} R_j = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_0\}} \frac{S_j}{\sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_0\}} P_i} \quad (2)$$

Where:

A_i^F – accessibility indicator of inhabitant locations i

R_j – post office – population ratio of post office location j of the catchment area with the centre at i ($d_{ij} \leq d_0$)

d_{ij} – travel time between i and j .

In the second step, the centre of the catchment area is the demand location (house numbers) and the ratios from the first step are summarized.

It is important to emphasize that most studies use census tracts as administrative areas of the smallest geographic unit for which results are obtained. In other words, service accessibility indicator for the entire census tract is provided. This is generally accepted in research because of the impossibility of obtaining a finer data resolution. This research uses location data for house numbers, which is even finer data resolution, and 2SFCA method will be applied to calculate service accessibility using house number data instead of census tract data. In this way, accessibility indicators for each individual house number of the geographic area will be provided. This is valuable information for the universal service provider, especially in rural areas, as it provides a complete insight into the postal service coverage of the area.

It can be concluded that in the first step, 2SFCA method assigns the initial ratios of each service area with the centre at the post office location. In the second step, the initial ratios are summarized at the overlapping service areas (where population has access to multiple post offices). The advantage of this method is that it uses smaller administrative areas to calculate accessibility (house numbers), as well as the definition of the catchment area that limits calcula-

i F. Wang (2003.) ograničili su područje obuhvata na 30 minuta. Granice se postavljaju ovisno o vrsti usluge čija se dostupnost istražuje. S obzirom na to da se metoda uglavnom primjenjuje u medicinskim znanostima, najčešće se koriste sljedeća ograničenja: 30 minuta putovanja za primarnu zdravstvenu zaštitu i hitnu skrb, 45 minuta za njegu te 90 minuta za kirurške zahvate, kako je opisao P. Polzin, (2014.). Kao što je već spomenuto, u ovome istraživanju područje obuhvata postavljeno je tako da zadovoljava kriterij gustoće pristupnih točaka poštanske mreže. Drugim riječima, korišteno je područje obuhvata od 5 km, u skladu s trenutno važećim regulatornim kriterijima u Republici Hrvatskoj.

RASPRAVA DOBIVENIH REZULTATA

Prikazana je razlika u dostupnosti usluge korištenjem zračne i cestovne udaljenosti. Sa stajališta korisnika, zračna udaljenost često ne opisuje stvarnu situaciju, jer stvarna udaljenost može bit puno veća. Stoga je važno dobiti uvid u dostupnost usluge iz obje perspektive.

Primjena metode 2SFCA – zračne udaljenosti

Analiza rezultata primjene metode 2SFCA na primjeru 5 km zračne udaljenosti prikazana je na Slici 2. Ova analiza omogućuje usporedbu dostupnosti poštanske usluge korištenjem aktualnih regulatornih kriterija za gustoću elemenata poštanske mreže.

Slika 2. prikazuje dostupnost univerzalne usluge A_i dobivenu primjenom metode 2SFCA, na području obuhvata od 5 km zračne udaljenosti. Kao što je prikazano na Slici 2., kućni brojevi označeni tamnoplavom bojom su područja s najvećom dostupnosti usluge. Kućni brojevi označeni crvenom bojom uopće nemaju dostupnu poštansku uslugu prema trenutno važećim regulatornim kriterijima (130 kućnih brojeva).

Zanimljivo je da se područja obojena tamnoplavom bojom ne nalaze u neposrednoj blizini poštanskih ureda. To je zato što metoda ne dodjeljuje najvišu vrijednost pokazatelja dostupnosti onim kućnim brojevima koji se nalaze najbliže poštanskim uredima, već stanovništvu s najviše točaka ponude usluge (poštanskih ureda) smještenih unutar 5

tion of the service accessibility. Results obtained by the 2SFCA method depend on d_{max} , the area where the population accesses the service. In the first study of the application of the 2SFCA method, W. Luo and F. Wang (2003) restricted the area to 30 minutes. Boundaries of the catchment area need to be set depending on the type of service where accessibility is being studied. Given that the method is mostly applied in medical sciences, most commonly catchment area limits used are the following: 30 min for primary health care and urgent care, 45 minutes for nursing care, and 90 min for surgical procedures, as described by P. Polzin (2014). As already mentioned, in this research, catchment area is set to comply with the criterion for the density of the network access points. In other words, 5 km catchment area is used to comply with the regulatory set criteria.

DISCUSSION OF THE RESULTS

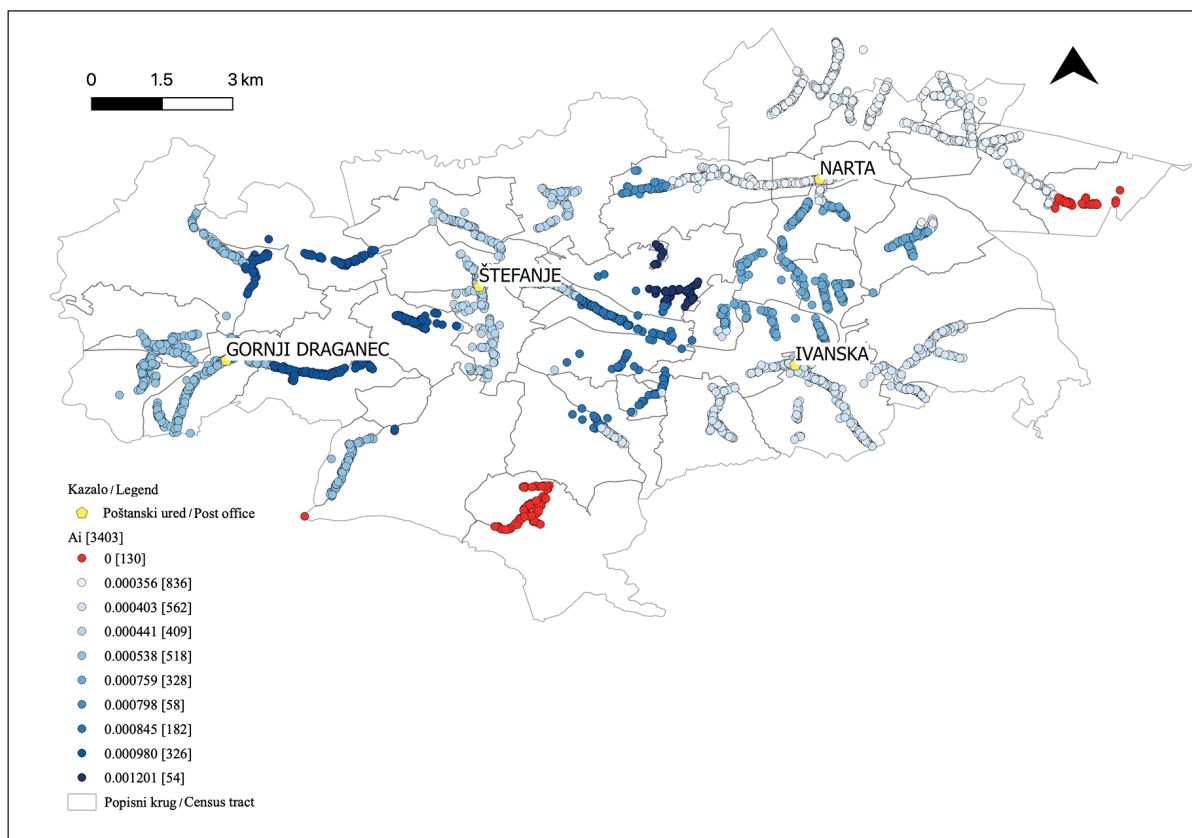
Distinction in service accessibility using straight-line and road distances is presented. From users' point of view, straight-line often does not describe real situation, since network distances in reality can be greater. It is therefore important to gain insight in service accessibility from both perspectives.

Application of 2SFCA – straight-line distances

The analysis of the results of the 2SFCA method application on the example of 5 km straight-line distance is presented in Figure 2. This analysis allows comparison of service accessibility by using the current regulatory criteria for the density of postal network elements.

Figure 2 shows universal service accessibility A_i obtained by the application of the 2SFCA method, using 5 km straight-line distance catchment area. As shown in Figure 2, house numbers marked with dark blue are the areas with the highest service accessibility. House numbers marked with red have no service accessible at all (130 house numbers).

It is interesting to notice that the dark blue areas are not located around post office locations. This is due to the fact that method does not give the highest accessibility indicator score to house numbers nearest to post offices, but to the population with the



SLIKA 2. Pokazatelj dostupnosti univerzalne usluge dobiven metodom 2SFCA – zračne udaljenosti (GIS)
 FIGURE 2 Accessibility indicator of universal service obtained by 2SFCA method – straight-line distance (GIS)

km zračne udaljenosti.

Očito je da su to kućni brojevi na područjima između poštanskih ureda u Gornjem Draganecu i Štefanju, kao i između Štefanja, Ivanske i Narte. Ovi kućni brojevi imaju dva ili tri poštanska ureda dostupna unutar zadanog područja obuhvata. S druge strane, stanovništvo koje se nalazi u neposrednoj blizini poštanskih ureda ima dostupan samo jedan poštanski ured. Metoda daje istu vrijednost dostupnosti usluge svim kućnim brojevima unutar zadanog područja obuhvata (osim onih koji imaju višestruke poštanske urede unutar područja obuhvata). Kućni brojevi označeni crvenom bojom nemaju dostupnu uslugu – niti jedan poštanski ured nije dostupan u krugu od 5 km zračne udaljenosti. To je zato što metoda izračunava dostupnost usluge unutar područja obuhvata, dok se svi kućni brojevi izvan područja obuhvata smatraju nedostupnima, što se može prepoznati i kao nedostatak metode – nedostupna područja se oštro, može se reći i umjetno, odvajaju od dostupnih. Stoga je prije primjene metode važno odrediti područje obuhvata koje će biti najprikladnije za određivanje dostupnosti usluge.

most supply points (post offices) located within 5 km (straight-line distance).

It is evident that these are the areas between post offices located at Gornji Draganec and Štefanje, as well as between Štefanje, Ivana and Narta. Those house numbers have two or three post offices accessible within the catchment area. On the other hand, population located around post offices has only one post office accessible. This method gives the same value of service accessibility to all house numbers, within the given range of coverage (with the exception of those which have multiple supply points within the catchment area). House numbers marked with red have no service accessibility – no post office is accessible within 5 km straight-line distance. This is because the method calculates service accessibility within the catchment area, while all house numbers outside the catchment area are considered inaccessible. This can be identified as a shortcoming of the method – it quite artificially cuts off accessible from the inaccessible areas. It is therefore important prior to application of the method to determine catchment area that will be most suited for the service being studied.

Primjena metode 2SFCA – cestovne udaljenosti

Slika 3. prikazuje dostupnost poštanske usluge kada se uzme u obzir 5 km cestovne (mrežne) udaljenosti. Vidljivo je da je u ovom slučaju poštanska usluga nedostupna za 755 kućnih brojeva. Područje s najvećom dostupnosti usluge je područje između poštanskih ureda Narta i Ivanske te područje oko Štefanje. Valja napomenuti da je pri izradi karte uzeta postojeća cestovna mreža između općina, koristeći servis Open Street Map (OSM).

Broj kućnih brojeva koji uopće nemaju pristup poštanskoj usluzi gotovo je šest puta veći kada se u obzir uzmu stvarne mrežne (cestovne) udaljenosti, a ne zračne. To je važna činjenica koju bi regulatorna tijela trebala uzeti u obzir pri usvajanju kriterija za organizaciju poštanske mreže.

UNAPRJEĐENJE METODE 2SFCA GAUSSOVOM FUNKCIJOM

Vidljivo je da metoda 2SFCA u području obuhvata daje jednaki indikator dostupnosti svim kućnim

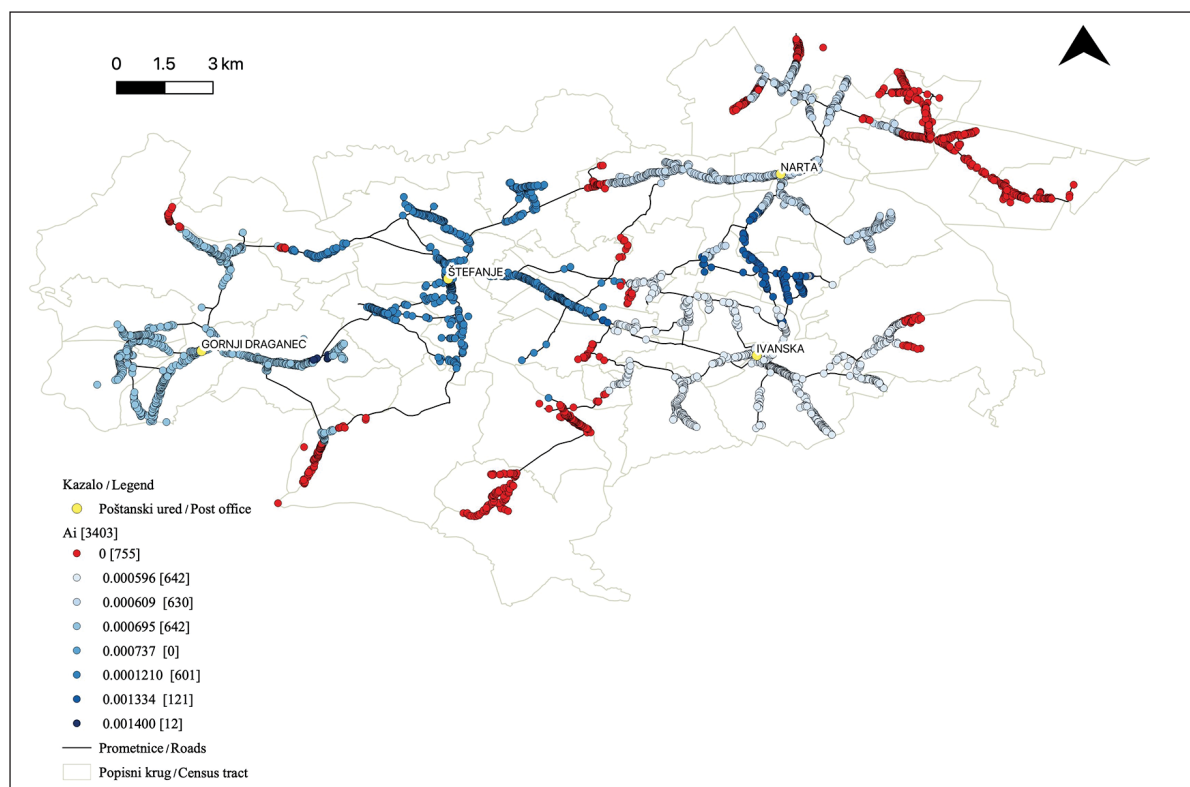
Application of 2SFCA – road distances

Figure 3 shows service accessibility when 5 km road (network) distance is taken into account. It can be seen that for 755 house numbers, post office is inaccessible. The area with the highest service accessibility is the area between the post offices of Narta and Ivanska and the area around Štefanje. It should be noted that when generating maps, the existing road network between municipalities was used, with the help of the Open Street Map (OSM) service.

House numbers that have no service accessible at all is almost six time higher using real network (road) distances, rather than straight-line distances. This is an important fact that regulatory bodies should take into consideration when adopting criteria for post network organization.

ENHANCEMENT OF 2SFCA METHOD BY GAUSSIAN FUNCTION

It is obvious that 2SFCA method within the catchment area gives equal accessibility score to all house



SLIKA 3. Pokazatelj dostupnosti univerzalne usluge dobiven metodom 2SFCA – mrežne udaljenosti (GIS)

FIGURE 3 Accessibility indicator of universal service obtained by 2SFCA method – network distance (GIS)

brojevima, bez obzira na udaljenost između pojedinog kućnog broja i najbliže pošte, što se može zapisati izrazom (3) (LANGFORD, HIGGS, 2012.):

$$w_{ij} = 1 \text{ ako } d_{ij} \leq d_{max}; \text{ inače } w_{ij} = 0. \quad (3)$$

Gdje je:

w_{ij} - težišna funkcija dostupnosti usluge

Kako bi se riješio ovaj nedostatak, mogu se uvesti funkcije koje dodjeljuju težišne vrijednosti udaljenostima kućnih brojeva do poštanskih ureda. Neke od najčešće korištenih su: Gaussova funkcija, butterworth filter, linearna funkcija itd. Težišna funkcija korištena je u istraživanju dostupnosti usluga medicinske skrbi (LUO, QI, 2009.), te stanica javnog prijevoza (LANGFORD, HIGGS, 2012.), kao i sportskih odredišta opisanima u (LANGFORD I DR., 2015.).

Primjena Gaussove funkcije za određivanje dostupnosti poštanske usluge ima nekoliko prednosti. One se ogledaju ponajprije u činjenici da će, oko točaka ponude usluge (poštanskih ureda), funkcija simulirati sporiji pad i neće se ubrzano smanjivati na većim udaljenostima. Pri modeliranju dostupnosti poštanske usluge (posebno u ruralnim područjima), to znači da će funkcija pomoći u simulaciji realnih uvjeta. Za kućne brojeve oko poštanskih ureda generirat će se sporiji pad pokazatelja dostupnosti usluge. Drugim riječima, sporiji pad težinske funkcije utjecat će na sporiji pad pokazatelja dostupnosti usluge. Budući da se poštanski uredi tradicionalno nalaze u središtima naselja, logičan je i sporiji pad funkcije oko poštanskih ureda. Također je logično ako se uzme u obzir činjenica da kućni brojevi, koji se nalaze u blizini pošte, trebaju imati jednak pristup usluzi (bez većih razlika između tih kućnih brojeva).

Metoda 2SFCA modificirana je Gaussovom funkcijom, što je iskazano izrazima (4) i (5):

Korak 1.

$$R_j = \sum_{j \in \{d_i \leq d_0\}} \frac{S_j}{\sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_{max}\}} P_i w_{ij}} \quad (4)$$

Korak 2.

$$A_i = \sum_{j \in \{d_i \leq d_0\}} R_j w_{ij} \quad (5)$$

numbers, regardless of the distance between particular house number and nearest post office. According to M. Langford and G. Higgs (2012), this can be written according to expression (3):

$$w_{ij} = 1 \text{ if } d_{ij} \leq d_{max}; \text{ else } w_{ij} = 0. \quad (3)$$

Where:

w_{ij} - service accessibility weight function

To solve this shortcoming, functions assigning weight values to distances are introduced. Some of the most used are: Gaussian function, butterworth filter, linear decay function etc. The Gaussian function was used in research of accessibility of primary medical care (LUO, QI, 2009), and public transport stations (LANGFORD, HIGGS, 2012), as well as sports destinations (LANGFORD ET AL., 2015).

Application of the Gaussian function for the determination of post service accessibility has several advantages. This is primarily due to the fact that, around the origin (supply) points, the function will simulate slower decrease, and will not decrease rapidly over longer distances. When modelling post service accessibility (especially in rural areas), this means that the function will help simulate realistic conditions. For house numbers located around the postal offices, slower decline of service accessibility indicator will be generated. In other words, a slower decline in weight function will affect the slower decline in service accessibility indicator. Since post offices are traditionally located in the very centre of settlements, slower decline of the function around post offices is logical. It is also logical if one takes into account the fact that house numbers, which are close to the post office, should have equal access to the service (without greater distinctions between those house numbers).

The 2SFCA method is modified with Gaussian function, which can be seen in expressions (4) and (5):

Step 1

$$R_j = \sum_{j \in \{d_i \leq d_0\}} \frac{S_j}{\sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_{max}\}} P_i w_{ij}} \quad (4)$$

Step 2

$$A_i = \sum_{j \in \{d_i \leq d_0\}} R_j w_{ij} \quad (5)$$

Gdje je:

$$w_{ij} = e^{-\left(\frac{d_{ij}}{d_{pass}}\right)^2} \quad (6)$$

$$d_{pass} = \frac{d_{max}}{2} = d_0 \quad (7)$$

$$w_{ij} = 0: \forall d_{ij} > d_{max}$$

Vidljivo je da su prvi i drugi korak metode isti kao u izvornoj metodi 2SFCA, s izuzetkom parametra w_{ij} . Maksimalna udaljenost d_{max} i dalje je određena je regulatornim kriterijem (5 km udaljenosti). Slika 4. prikazuje rezultate dobivene modificiranom metodom 2SFCA.

Slika 4. pokazuje kako primjena Gaussove funkcije utječe na metodu 2SFCA. Distribucija vrijednosti pokazatelja dostupnosti u izravnoj je korelaciji s funkcijom. Područja s najvišim vrijednostima pokazatelja dostupnosti nalaze se oko lokacija ponude usluge (poštanski uredi). Povećanje udaljenosti od kućnih brojeva do poštanskih ureda uzrokovat će pad vrijednosti pokazatelja dostupnosti. Budući da je područje obuhvata i dalje fiksirano na udaljenost od 5 km, broj kućnih brojeva koji nemaju dostupnu

Where:

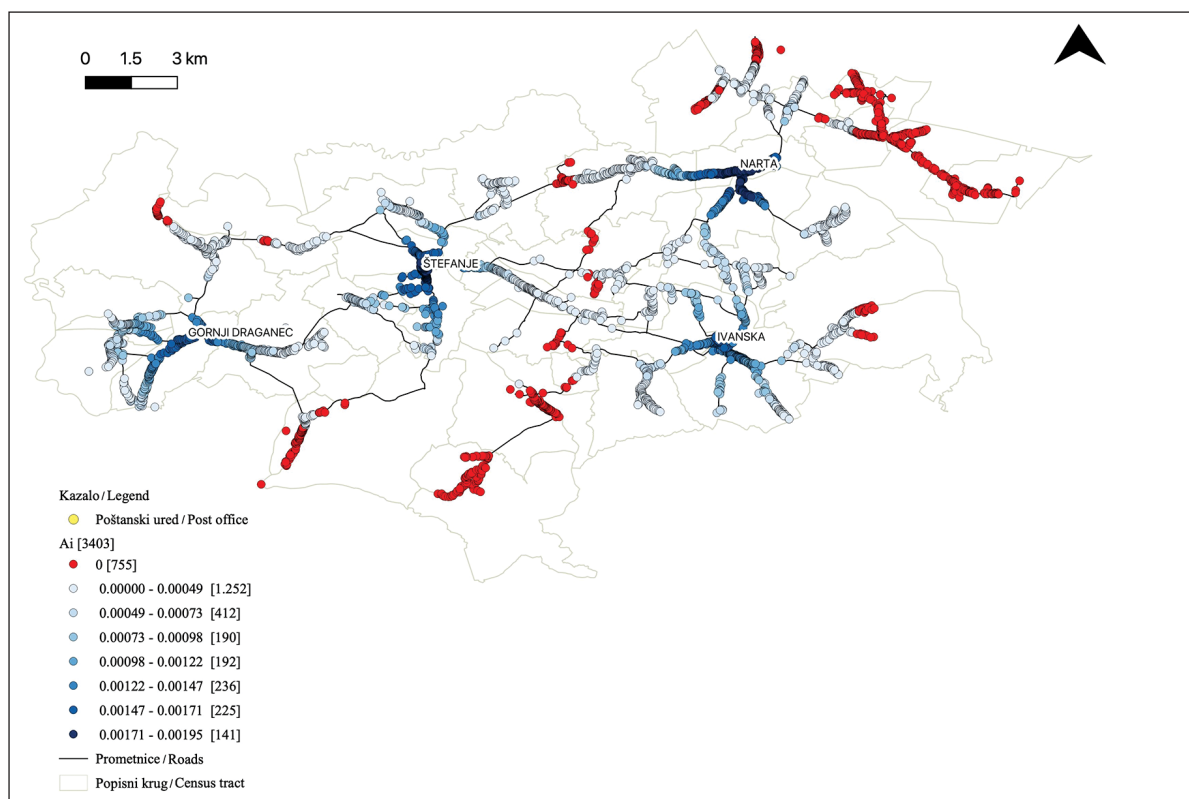
$$w_{ij} = e^{-\left(\frac{d_{ij}}{d_{pass}}\right)^2} \quad (6)$$

$$d_{pass} = \frac{d_{max}}{2} = d_0 \quad (7)$$

$$w_{ij} = 0: \forall d_{ij} > d_{max}$$

It is obvious that both steps of the method are the same as in the original 2SFCA method, with the exception of parameter w_{ij} . The maximum distance d_{max} is defined by the regulatory criteria, or 5 kilometres road distance. Figure 4 shows the results obtained by the E2SFCA method.

It is evident from Figure 4 how the application of Gaussian function influences the 2SFCA method. The distribution of the accessibility indicator values is directly correlated with the function. Areas with highest values of the accessibility indicator are located around the service supply points (post offices). The increase in the distance from house numbers to post offices will result in a decline of the accessibility indicator values. Since the catchment area was fixed at 5 km road distance, the number of house



SLIKA 4. Pokazatelj dostupnosti univerzalne usluge dobiven modificiranom metodom E2SFCA – mrežne udaljenosti (GIS)
 FIGURE 4 Accessibility indicator of universal service obtained by modified E2SFCA method – network distance (GIS)

uslugu ostaje isti kao u prethodnom slučaju (Sl. 3.), 755. Zanimljivo je da se broj kućnih brojeva s najvišim vrijednostima pokazatelja dostupnosti povećao 12 puta (141 kućni broj, u usporedbi s 12 kućnih brojeva kako je prikazano na Sl. 3.).

OGRANIČENJA ISTRAŽIVANJA I MOGUĆNOST BUDUĆIH ISTRAŽIVANJA

Potrebno je naglasiti da je kapacitet mjesta ponude usluge S_j (broj poštanskih ureda na lokaciji j) uvijek jednak 1, zato što je u istraživanje uključen jedino podatak o lokaciji poštanskog ureda. Pretpostavka za ovo je da jedan poštanski ured obavlja sve vrste usluga koje ispunjavaju obvezu univerzalne usluge. U budućim istraživanjima valjalo bi proširiti fokus istraživanja te uključiti i podatke o radnom vremenu ureda, broju šaltera, posebnostima ureda (u smislu obavljanja i dodatnih usluga) itd. S druge strane, kućni brojevi kao mjesta potražnje za uslugom također se mogu modificirati (što u ovome istraživanju zbog dostupnosti podataka nije bilo moguće napraviti). Podrobniji podaci o svakom kućnom broju (privatna/javna osoba, broj ljudi u kućanstvu, dobna struktura ukućana, umirovljenici, egzaktna potražnja za poštanskim uslugama i sl.) znatno bi unaprijedili model dostupnosti poštanskih usluga. Ovakav pristup određivanju dostupnosti usluga otvara vrata personaliziranom pristupu organizacije mreže poštanskih elemenata. Davatelj poštanskih usluga bi kroz svoju bazu podataka na mikrorazini mogao upravljati procesima kojima bi se omogućila dostupnost točno onih poštanskih usluga koje pojedini korisnik treba/potražuje.

ZAKLJUČAK

Prednost metode 2SFCA za određivanje dostupnosti usluge jednostavna je identifikacija područja kojima je usluga nedostupna te omogućuje bolju analizu područja u kojima je usluga dostupna. Primjerice, ako jedan poštanski ured ispunjava regulatorne uvjete, a postoji nekoliko poštanskih ureda unutar zadanih granica, može se provesti podrobna analiza s ciljem reorganizacije broja ili mjesta

numbers with no service accessible is the same as in previous case (Fig. 3), 755. However, it is interesting to observe that the number of house numbers with highest accessibility indicator values increased by 12 times (141 house numbers, compared to 12 house numbers as shown in Fig. 3).

LIMITATIONS OF THE STUDY AND FUTURE RESEARCH POSSIBILITIES

It should be noted that the supply point capacity S_j (number of post offices at location j) provided by the method always equals 1, simply due to the fact that only location of a post office as the supply point is included in the study. We limited the study only to post office locations. The assumption for this is derived from the fact that one post office operates all services to perform universal service obligation. The future research should expand focus, and include data on office working hours, number of windows, specialty of each office (for example performance of additional services) and so on. On the other hand, house numbers as service demand points could also be modified (in this study this could not be performed due to the lack of data). Detailed data on each house number (private/public subject, number of people living in a household, age structure, pensioners, and exact demand for service type) would significantly improve postal service accessibility model. This opens possibilities for personalized approach for organization of postal network elements. Postal service provider, through its database, could manage micro processes which would enable accessibility of exact postal services that an individual user needs/demands.

CONCLUSION

The advantage of the 2SFCA method for determining accessibility of services is the simple identification of areas that have inaccessible service. It also enables a better-quality analysis of areas where the service is accessible. For example, if one post office fulfils the conditions of regulatory criteria, and there are several post offices within set boundaries, a de-

poštanskih ureda. Može se identificirati područja koja imaju dostupan, ne jedan, nego dva ili više poštanskih ureda.

Glavni nedostatak metode može se utvrditi pri određivanju granica područja obuhvata. Sve točke koje predstavljaju lokacije stanovništva unutar područja obuhvata imaju pristup usluzi, dok je za one izvan usluga nedostupna. Pri primjeni metode važno je odrediti područje obuhvata koja će najbolje opisati prirodu usluge čija se dostupnost određuje. U ovome istraživanju područje obuhvata određeno je trenutačnim regulatornim kriterijima koji određuju gustoću pristupnih točaka poštanske mreže. Regulatorni kriteriji odnose se na zračnu udaljenost između poštanskih ureda i stanovništva. Cestovna (mrežna) udaljenost bolje opisuje stvarnu dostupnost poštanskih usluga stanovništvu. To je vidljivo i iz dobivenih rezultata istraživanja – gotovo šest puta više kućnih brojeva (točke potražnje uslugom) ima nedostupnu uslugu ako se u obzir uzmu cestovne udaljenosti unutar područja obuhvata (u odnosu na zračnu udaljenost).

Glavni ciljevi istraživanja su ostvareni. Analizirani su trenutačno važeći regulatorni kriteriji za određivanje gustoće pristupnih točaka u Republici Hrvatskoj. Rezultati istraživanja pokazali su da korištenje zračnih udaljenosti u stvarnosti daje šest puta više nedostupnih kućnih brojeva u usporedbi s cestovnim udaljenostima. To znači i da regulatorni kriteriji nisu povoljni za stanovništvo koje živi na odabranom području istraživanja. Kriterije treba odrediti prema stvarnim potrebama stanovništva i situaciji na terenu.

Cilj istraživanja bio je utvrditi i varijacije u dostupnosti usluge za područja koja pokriva jedan poštanski ured. Područja najbliža točkama ponude usluge imaju najviši rezultat pokazatelja dostupnosti, a ostala područja pokazuju manje vrijednosti (zbog povećanja udaljenosti između kućnih brojeva i poštanskih ureda). Metoda 2SFCA omogućuje bolji uvid u stanje organizacije poštanske mreže. Moguće je identificirati točna područja kojima usluga nije dostupna. Time bi se davatelju univerzalne usluge omogućila bolja organizacija poštanske mreže, odnosno organiziranje alternativnih mogućnosti za pružanje usluga.

tailed analysis can be carried out with the purpose of reorganizing the number or location of post offices. It is possible to identify areas that have accessible, not one, but two or more post offices.

The main disadvantage of the method can be identified when determining the boundaries of the catchment area. All population points within the catchment area have accessible service, but for those points outside of the catchment area, the service is inaccessible. When applying the method, it is important to determine catchment areas that will best describe the nature of the service whose accessibility is being determined. In this research, the catchment area was derived from the current regulatory criteria which determine density of the postal network elements. Regulatory criteria are related to straight-line distance between post offices and population points. Road (network) distance better describes actual accessibility of the postal service to the population. This is also evident from the results of the research – more than six times more houses (population demand points) have inaccessible service when applying road distance catchment area (compared to straight-line distance).

The main goals of the research were accomplished. Currently set criteria for determining density of access point in Republic of Croatia were analyzed. The results of the research showed that, actually, using of air distances gives six times more unavailable house numbers in comparison to road distances. The analysis showed that regulatory criteria are not favourable for the population living in the studied area. The criteria should be set according to real needs of the population and situation on site.

The other goal was to determine variations in service accessibility for areas covered by post service. It is evident that areas closest to supply points have the highest accessibility indicator score, while other areas show a decrease in values (the result of the increase of distance between house numbers and supply points). The method provides a better insight in the status of the postal network organization. It is possible to identify the exact areas with no service accessible. This would enable service provider to organize the postal network better, and provide alternatives for service provision points.

BIBLIOGRAFIJA I IZVORI / BIBLIOGRAPHY AND SOURCES

- BLAGOJEVIĆ, M., ŠELMIĆ, M., MACURA, D., ŠARAC, D. (2013): Determining the Number of Postal Units in the Network – Fuzzy Approach, Serbia Case Study, *Expert Systems with Applications*, 40 (10), 4090-4095, DOI: 10.1016/j.eswa.2013.01.038
- DAI, D. (2011): Racial/Ethnic and Socioeconomic Disparities in Urban Green Space Accessibility: Where to intervene?, *Landscape and Urban Planning*, 102 (4), 234-244, DOI: 10.1016/j.landurbplan.2011.05.002
- DONY, C. C., DELMELLE, E. M., DEMELLE, E. C. (2015): Re-conceptualizing Accessibility to Parks in Multi-Modal Cities: A Variable-width Floating Catchment Area (VFCA) Method, *Landscape and Urban Planning*, 143, 90-99, DOI: 10.1016/j.landurbplan.2015.06.011
- ERGP Report on the Outcome of the ERGP Public Consultation on the Evolution of the Universal Service Obligation, European Commission, 15, 2016.
- Federal Act on the Regulation of the Postal Market (Postal Market Act), Federal Law Gazette for the Republic of Austria, National Council, 2009.
- GUAGLIARDO M. F. (2004): Spatial accessibility of primary care: concepts, methods and challenges, *International Journal of Health Geographics*, 3 (3), 1-13, DOI: 10.1186/1476-072X-3-3
- HANSEN W. G. (1959): How Accessibility Shapes Land Use, *Journal of the American Institute of Planners*, 2, 35, 73-76, DOI: 10.1080/01944365908978307
- HIGGS, G., LANGFORD, M. (2013): Investigating the Validity of Rural-Urban Distinctions in the Impacts of Changing Service Provision: The Example of Postal Service Reconfiguration in Wales, *Geoforum*, 47, 53-64, DOI: 10.1016/j.geoforum.2013.02.011
- LANGFORD, M., FRY, R., HIGGS, G. (2012): Measuring Transit System Accessibility Using Modified Two-Step Floating Catchment Technique, *International Journal of Geographical Information Science*, 26 (2), 193-214, DOI: 10.1016/j.geoforum.2013.02.011
- LANGFORD, M., HIGGS, G. (2010): Accessibility and Public Service Provision: Evaluating the Impacts of the Post Office Network Change Programme in the UK, *Transactions of the Institute of British Geographers*, 35 (4), 585-601, DOI: 10.1111/j.1475-5661.2010.00394.x
- LANGFORD, M., HIGGS, G., NOMAN, P. (2015): Accessibility to Sport Facilities in Wales: A GIS-based analysis of socio-economic variations in provision, *Geoforum*, 62, 105-120, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2015.04.010>
- LUO, W., WANG, F. (2003): Measures of Spatial Accessibility to Health Care in GIS Environment: Synthesis and a Case Study in the Chicago Region, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30, 865-884, DOI: 10.1068/b29120
- LUO, W.; WANG, F.; DOUGLASS, C. (2004): Temporal Changes of Access to Primary Health Care in Illinois (1999 - 2000) and Policy Implications, *Journal of Medical Systems*, 28 (3), 287-299, DOI: 10.1023/B:JOMS.0000032845.90730.84
- LUO, W., QI, Y. (2009): An Enhanced Two-Step Floating Catchment Area (E2SFCA) Method for Measuring Spatial Accessibility to Primary Care Physicians, *Health and Place*, 15 (4), 1100-1107, DOI: 10.1016/j.healthplace.2009.06.002
- MAO, L., NEKORCHUK, D. (2013): Measuring spatial accessibility to health care for populations with multiple transportation mode, *Health & Place*, 24, 115-122, DOI: 10.1016/j.healthplace.2013.08.008
- MOSTARAC, K., KAVRAN, Z., FELETAR, P. (2018): Determining Accessibility of Post Network Elements with Application of Gravity Method, *Podravina*, 33, 63-73.
- MOSTARAC, K., KAVRAN, Z., RAKIĆ, E. (2019): Accessibility of Universal Postal Service According to Access Points Density Criteria: Case Study of Bjelovar-Bilogora County, Croatia, *Promet - Traffic & Transportation*, 31 (2), 173-183, DOI: 10.7307/ptt.v31i2.3019

- Ordinance on the Universal service provision*, Croatian post and electronic communications agency, Official Gazzete, 41 (13), Zagreb, 2013.
- POLZIN, P. (2014): *Integration of the Assessments of Access to Health Care and of Competition Between Providers into a New Method to Identify Target Geographic Markets*, doctoral dissertation, Universidade de Porto, Faculdade de Engenharia, Porto, pp. 220.
- Postal Regulatory Database, Country Directory*, International Post Corporation (IPC), Brussels, 2014.
- ŠARAC, D., KOPIĆ, M., MOSTARAC, K., KUJAČIĆ, M., JOVANOVIĆ, B. (2016): Application of Set Covering Location Problem for Organizing the Public Postal Network, *Promet - Traffic & Transportation*, 28 (4), 403-413, DOI: 10.7307/ptt.v28i4.1962
- TRUBINT, N. (2012): A GIS Application to Explore Postal Retail Outlet Locations, *Promet - Traffic & Transportation*, 24 (2), 161-168.
- URL 1, European Commission: Directive 2008/6/EZ, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=celex:32008L0006>, 24. 11. 2017.
- URL 2, Universal Postal Union, 2018., Statistical database, <http://www.upu.int/en/resources/postal-statistics/query-the-database.html>, 18. 1. 2018.
- URL 3, Universal Postal Union, 2010., Trade Finance and the Postal System, https://www.wto.org/english/tratop_e/devel_e/a4t_e/wkshop_may12_e/clotteau_upu.pdf, 20. 2. 2018.
- WANG, L. (2011): Analysing Spatial Accessibility to Health Care: a Case Study of Access by Different Immigrant Groups to Primary Care Physicians in Toronto, *Annals of GIS*, 17 (4), 237-251, DOI: 10.1080/19475683.2011.625975