

POVPREČNA PROMETNA DOSTOPNOST OBČIN SLOVENIJE DO NAJBLIŽJEGA PRIKLJUČKA AVTOCESTE ALI HITRE CESTE

AVERAGE TRANSPORT ACCE- SSIBILITY OF THE SLOVENIAN MUNICIPALITIES TO THE NEAREST MOTORWAY OR EXPRESSWAY ACCESS POINT

Samo Drobne, Dejan Paliska

UDK: 331.55
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.02
Prispelo: 6.4.2015
Sprejeto: 6.8.2015

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.03.486-519
REVIEW ARTICLE
Received: 6.4.2015
Accepted: 6.8.2015

SI | EN

IZVLEČEK

V prispevku obravnavamo povprečno prometno dostopnost občin Slovenije do najbližjega priključka avtoceste ali hitre ceste. V ta namen najprej razložimo pojem prometne dostopnosti, izvedemo pregled teoretičnih pristopov modeliranja prometne dostopnosti in izpostavimo pomembnejše dejavnike pri modeliranju. Nadaljujemo s pregledom avtorjev modeliranja prometne dostopnosti v Sloveniji. Predlagani rastrski model nadgrajuje dosedanjo prakso modeliranja prometne dostopnosti v Sloveniji z vključitvijo vplivov obsega prometa (zastoji), naklona in gostote rabe tal na potovalno hitrost. Rezultati modeliranja kažejo na večje razlike v dostopnosti slovenskih občin. Rezultate dostopnosti smo primerjali z rezultati prejšnjih modelov. V splošnem se povprečna prometna dostopnost občin v obdobju 2009–2013 ni bistveno spremenila; še vedno ostajajo najbolj problematične številne obmejne občine.

ABSTRACT

This paper deals with the car accessibility of the Slovenian municipalities to the nearest motorway or expressway access point. To this end, we review the accessibility measures used in transport planning strategies and highlight important factors in modelling transport accessibility. Further, an overview of the studies of transport accessibility modelling in Slovenia is presented. The suggested raster model upgrades the current practice of modelling transport accessibility in Slovenia by considering the influence of average traffic volume (congestion), road gradient, and land use density on travel speed. The model results reveal a large disparity in the accessibility among Slovenian municipalities. The paper also compares the proposed model results with the earlier model results. In general, average transport accessibility in Slovenian municipalities did not change in 2009–2013; our model suggested the list of problematic municipalities in border areas similar to the one identified in the earlier models.

KLJUČNE BESEDE

dostopnost, prometna dostopnost, geografski informacijski sistemi, avtocesta, hitra cesta, občina, Slovenija

KEY WORDS

accessibility, transport accessibility, geographic information systems, motorway, expressway, municipality, Slovenia

1 INTRODUCTION

In recent years, accessibility is gaining importance in planning land use and transport infrastructure, and has become a good indicator of spatial cohesion (Schürmann et al., 1997; Lopez et al., 2008), as well as social and economic spatial development (Rietveld and Nijkamp, 1993). Along with investments and spatial policy, accessibility influences the organization and dynamics of regions, and consequently the spatial distribution of activities and the population (Bavoux et al., 2005). Accessibility is directly related to mobility, economic development, and social prosperity; therefore, measuring accessibility is an important tool to be directly used by spatial planners and policy makers when assessing various spatial planning strategies (Geurs and van Wee, 2004; Vandenbulcke et al., 2009; Gutierrez et al., 2010). Accessibility measures mostly differ by purpose, calculation complexity, and interpretation of results. In this paper, we are focused on the accessibility measures used for planning land use and transport infrastructure planning. In evaluating spatial development and transport infrastructure policy, accessibility is usually estimated using easily interpretable and understandable accessibility measures to both researchers and policy makers. In these strategies, the so-called infrastructure or transport accessibility measures are most frequently found; in this group, several measures are used to evaluate the performance of transportation system, such as travel time, travel speed, and the level of congestion (Geurs and van Wee, 2004).

In Slovenia, the issues concerning transport accessibility are included in strategic spatial documents as well as legislation. Strategic spatial documents covering transport accessibility are the Regional Development Strategy of Slovenia (SRRS, 2001), Spatial Development Strategy of Slovenia (SPRS, 2004), and Development Strategy of Slovenia (SRS, 2005). Over the past decade, improving transport accessibility in Slovenia has been one of the key strategic spatial planning objectives, as laid down in the Spatial Development Strategy of Slovenia (SPRS, 2004). As for legislation, the Promotion of Balanced Regional Development Act (ZSRR-2; Official Gazette of the RS, 20/2011, 57/2012), inter alia, defines the measures for problematic border areas. These areas include border municipalities and the municipalities directly adjacent to border municipalities. According to ZSRR-2 (ibid.), problematic border municipalities have more than 50% of their residents living in a zone within 10 km from the border, where there is a lack of jobs and a below-average population density. According to this act, the municipalities that are adjacent to border municipalities and included in problematic border areas also include the municipalities with more than 45-minute average accessibility to the nearest motorway or expressway access point or the municipalities with a high proportion of Natura 2000 areas. A detailed review of including transport accessibility issues into strategic documents and legislation was conducted by Kozina (2009, 2010d).

The Decree Determining Problematic Border Areas (UDOPO; Official Gazette of the RS, 22/2011) lays down that every two years the Government Office of the Republic of Slovenia for Local Self-Government and Regional Policy – now the Ministry of the Economic Development and Technology (MGRT; Official Gazette of the RS 97/2012), Regional Development Directorate, Sector for Regional Development Planning – shall check the values of the measures from the decree and, in the event of different classifications of municipalities into problematic border areas, propose appropriate amendments of the Decree. This includes any advances in methodology development and setting

up of databases.¹ According to UDOPO, the average transport accessibility of a municipality to the nearest motorway or expressway access point is calculated as an average access time by car on the road network. This analysis includes the most recent data from public records (Official Gazette of the RS 22/2011). The University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, participated in calculating the average transport accessibility of municipalities to a motorway or expressway access point: (Pogačnik et al., 2010) for the 2011 Decree (Official Gazette of the RS 22/2011), (Drobne, 2012) for the 2012 Decree (Official Gazette of the RS 97/2012), and (Drobne, 2014) for the situation at the end of 2013.

In the Slovenian literature, relevant discussions on accessibility are found in (Bole et al., 2010; Čeh et al., 2008; Černe, 1986; Drobne, 2003, 2005, 2012, 2014; Drobne and Bogataj, 2005; Drobne et al., 2004; Gulič and Plevnik, 2000; Kozina, 2008, 2009, 2010a, b, c, d; Kozina and Plevnik, 2009; Paliska et al., 2000, 2004; Pelc, 1989; Šetinc et al., 2006; Zavodnik Lamovšek et al., 2010). Two in-depth works by Kozina stand out (2008 and 2010d).

This paper focuses on the analysis of the average infrastructure accessibility of municipalities to the nearest motorway or expressway access point in Slovenia. These roads, which are of key importance for long-distance freight transport, are important road connections with neighbouring countries, while they also connect the national major urban centres of regional significance in the country. The study is limited to individual (car) transport only.

1.1 Definition of the term accessibility and measuring accessibility in a geographic information system

In the literature, there is no single definition of accessibility, consequently, several different definitions and different approaches to measure it exist (Hägerstrand, 1970; Moseley, 1979; Černe, 1986; de Jong and van Eck, 1997; Harris, 2001; Ho, 2011). One of the first definition of accessibility was given by Stewart (1948) and Hansen (1959), who defined accessibility as the “potential of opportunities”. Morris and colleagues (Morris et al., 1979) defined accessibility as the ease with which spatially separated activities may be reached from a given location using a particular transportation system. Focusing on transport, the definition of accessibility by Geurs and Ritsema van Eck (2001) should be mentioned as well. According to the authors, accessibility expresses the “extent to which a land-use transport system enables individuals or goods to reach activities or destinations by means of a (combination of) transport mode(s)” (ibid., p. 36). Conceptually, this last definition (Geurs and Ritsema van Eck, 2001) is broader than the previous one (Morris et al., 1979), as it includes four interdependent components (Vandenbulcke et al., 2009), i.e. “a transport component (transport system), a land-use component (the magnitude, quality and characteristics of activities found at each destination), a temporal component (time availability of activities), and an individual component (needs, abilities, and individual’s opportunities)” (p. 40).

¹ Taking into account the official and available data on measure values, in 2011 problematic border areas included the following municipalities (Official Gazette of the RS 22/2011): Bistrica ob Sotli, Ajdovščina, Apače, Benedikt, Bohinj, Bovec, Brda, Brežice, Cankova, Cerklje, Cirkulane, Črenšovci, Črna na Koroškem, Črnomelj, Divača, Dobrovnik, Dolenjske Toplice, Dravograd, Gorje, Gornji Petrovci, Grad, Hodoš, Hrpolje, Kozina, Ilirska Bistrica, Jezersko, Kanal, Kobarid, Kobilje, Kočevje, Komen, Kostanjevica na Krki, Kostel, Kozje, Kranjska Gora, Kungota, Kuzma, Lendava, Loška dolina, Loški Potok, Lovrenc na Pohorju, Luče, Majšperk, Metlika, Mežica, Miren, Murska Kostanjevica, Monaske Toplice, Muta, Ormož, Osilnica, Pesnica, Pivka, Podčetrtek, Podlehnik, Podvelka, Postojna, Preddvor, Prevalje, Puconci, Radlje ob Dravi, Ravne na Koroškem, Ribnica, Ribnica na Pohorju, Rogoševci, Rogatec, Ruše, Selnica ob Dravi, Semič, Slovenj Gradec, Solčava, Središče ob Dravi, Sveta Ana, Sveti Jurij v Slovenskih goricah, Sveti Tomaž, Šalovci, Sentjernej, Šmarje pri Jelšah, Tolmin, Trzin, Velika Polana, Videm, Vipava, Vuzenica, Zavrč, Žetale, and Žirovnica. A year later, the Municipality of Žirovnica was removed from this list (Official Gazette of the RS 42/2004).

Since there is no consensus about the best approach to measure the accessibility, mostly because different situations require different approaches (Handy and Niemeier, 1997; Gutierrez, 2001), different accessibility measures can be found in the literature.

Handy and Niemeier (1997) classified the existing approaches of measuring accessibility into three categories: isochrones (which indicate the number or proportion of destinations reachable within the given travel time/distance/cost from a selected origin), gravity-based measures (which assume the gradual decrease in accessibility as the travel time to destinations increases), and utility-based measures (which estimate the accessibility at the level of the individual). Baradaran and Ramjerdi (2001) distinguish between five (general theoretical) approaches to measure accessibility: (1) travel-cost approach, (2) gravity or opportunities approach, (3) constraints-based approach, (4) utility-based surplus approach, and (5) composite approach. Similarly, different approaches of measuring accessibility were proposed by Geurs and van Wee (2004), who identified four groups: infrastructure-based measures, location-based measures, person-based measures, and, finally, utility-based measures. Different groups of accessibility measures require different data and are related to different operationalization and communicability; more detailed information about this topic is found in Bruinsma and Rietveld (1998), Geurs and van Wee (2004), and Vandenbulcke et al. (2009).

In this paper, the motorway and expressway network access of municipalities is estimated. Due to the limitations in the available data, we focus our study on evaluating infrastructure-based accessibility measures. These indicators have many advantages, of which the ease to operationalize and interpret, and the requirements of fewer inputs are the most important. However, these measures have also some important shortcomings. Geurs and Vee (2004) argued that the infrastructure-based measures do not satisfy most of the theoretical criteria; are not sensitive to changes in supply of and demand for opportunities (land-use component), in temporal constraints (temporal component), and in individual needs and preferences (individual component). Consequently, these measures cannot be used for evaluating the accessibility impact on land use policy due to the lack of measuring the location quality, and temporal and individual elements (Bruinsma and Rietveld, 1998; Geurs and van Wee, 2004; Vandenbulcke et al., 2009). Despite these shortcomings, infrastructure-based accessibility measures are widely used for evaluating national transport policies in the United States and European countries (Geurs and van Wee, 2004).

The flexibility of geographic information systems (GIS) allows for a detailed illustration and evaluation of infrastructure-based accessibility indicators. Travel time and travel costs can be analysed on transport infrastructure in both raster and vector based data models. For many years, there has been the discussion about the most appropriate model; however, similarly to the lack of a consensus about the definition of accessibility, no consensus has been reached about using a model as well. Therefore, authors make different decisions, based on needs, data availability, data processing capabilities, etc. (Couclelis, 1992; van Bemmelen et al., 1993; Goodchild et al., 2007; Delamater et al., 2012). The two approaches differ significantly in terms of the conceptual model of space, data formats, processing algorithms, and the method of evaluating accessibility, but the calculations of travel time and cost in both data models are similar. Travel time is calculated based on travel distance and speed, and is conceptually characterised as the “cost of movement”. Such interpretation allows for the use of various algorithms (e.g. the “minimum cost path” in the raster model, and the “shortest path” in the vector data model) of accessibility estimates.

Donnay and Ledent (1995) described two important shortcomings of calculating accessibility in an object-based vector data model. First, since in the vector data model the transport networks are represented as a constellation of nodes and connecting links, the accessibility can only be calculated for the nodes (accessibility for any point at the connection line between two nodes has to be interpolated) and, second, the accessibility for the off-network locations cannot be calculated. Unlike in the vector data model, in the raster data model we deal with transport accessibility as a spatially continuous variable, meaning that the accessibility can be calculated for any given point in the area in question (Julião, 1999; Drobne, 2003; Drobne et al., 2004; Goodchild et al., 2007; Delamater et al., 2012). Similarly to the vector data model approach, also the raster approach has several disadvantages, e.g. the difficulty of defining the connections in nodes (at-grade crossings, grade-separated crossings, turn directions) and the problem of flow direction (one-way and two-way traffic flows). Details about the differences, advantages, and disadvantages of both data models are found in van Bemmelen et al. (1993), Donnay and Ledent (1995), Goodchild et al. (2007) and Delamater et al. (2012). Although in some cases, the vector data model performs better and produces results that are more reliable, it still has its shortcomings due to which the raster approach was adopted in this study.

1.2 Travel speed and travel time in transport accessibility studies

Travel speed and travel time are the key factors in evaluating transport accessibility. However, travel speed is influenced by various factors and its estimation can be a rather complex task. According to the HCM-2000 methodology (Highway Capacity Manual; HCM, 2000), the capacity and level of service (including travel speed and time) of a road generally depend on the road parameters, traffic flow characteristics, and the traffic control. For the estimation of vehicle speed on urban streets the HCM-2000 methodology further defines the road adjacent land use type, roadside activity, and the street environment, etc., as the influencing factors. In addition to this, many previous studies reported that the travel speed is also influenced by the vehicle's and driver's characteristics.

Although in some studies, conclusions about the influence of various factors on travel speed are mixed, it is generally accepted that the travel speed is influenced by the road category, horizontal curvatures, road section length, grade, number of junctions, density of access points, number of lanes, road surface, sight distance, lateral clearance (Oppenlander, 1966; Polus et al., 1984; Kanellaidis, 1995; Gattis and Watts, 1999; HCM, 2000; Ericsson, 2000; Ottesen and Krammes, 2000; Wang, 2006; Lay, 2009), the proximity of buildings, nearby commercial development, road adjacent land use (Rowan and Keese, 1962; Poe et al., 1996; Warren, 1982; Tignor and Warren, 1990; HCM, 2000; Wang, 2006; Ewing and Cervero, 2010), traffic regulation and speed limits (Zwahlen, 1987; Poe and Mason, 2000; Fitzpatrick et al., 2001; HCM, 2000), traffic-calming strategies (Ewing, 1999; Barbosa et al., 2000; Comte and Jamson, 2000), traffic flow composition (Poe et al., 1996; HCM, 2000; Donnell et al., 2001), the driver's personality and the vehicle's characteristics (Poe et al., 1996; Elslande and Faucher-Alberton, 1997; Kang, 1998; Smiley, 1999; Gibreel et al., 2001).² Another relation that should be mentioned is the relationship between traffic flow volume and travel speed. Polus and colleagues (Polus et al., 1984) reported that at the macro level, apart from average road curvature and average road grade, the volume of traffic flow negatively correlates with travel speed. A similar conclusion was drawn by Lamm and colleagues (Lamm

² Besides, in the literature there are many other factors that influence travel speed; however, further discussion of these factors is beyond the scope of this paper.

et al., 1988, 1990), who used the Average Annual Daily Traffic (hereinafter: AADT) as a traffic volume estimator. Their two-lane rural highways model showed that AADT volume explains 5.5% of the total variability in the travel speed.³ AADT variable was also used by other authors who reported similar conclusions: the influence is negative, relatively small, and it varies in relation to the road category, and road section characteristics (Jessen et al., 2001; Schurr et al., 2002). In transport modelling, particularly when analysing road congestion, we use various resistance functions to estimate travel speed and time as a function of the road of congestion (volume/capacity ratio) of a given road section. The cases of using AADT/capacity ratio as a direct indicator of road congestion are found in the National Cooperative Highway Research Program (NCHRP, 1997), Erlingson et al. (2006) and Zupančič (2006).

A short and selective review of the factors influencing travel speed revealed that many different approaches exist that enable a very precise estimate of the average travel speed. However, apart from the cases where the authors obtain the data on travel time from the transport model, in a macroscopic transport accessibility modelling the authors mostly do not use complex methodologies, but rather simple ones to estimate average travel speed, time, or costs. In most cases travel speed for each road segment is estimated using posted speed limits, which is then reduced according to road characteristics, nearby population size and density, the number of jobs in the area, land use type, etc. (Gutierrez and Urbano, 1996; Gutierrez, 2001; Vandenbulcke, 2009; Delamater et al., 2012).

In the next sections of this paper, we first present the methodology for evaluating average transport accessibility of Slovenian municipalities to the nearest motorway or expressway access ramp. We describe and discuss the use of official data, and explain the method used to estimate the travel speed in the raster analytical cartographic model. Next, the results are presented, followed by the interpretation and the discussion of the used model and the results. In conclusion, we summarize our research findings and discuss the implications of the modelling approach for further practice in evaluating national strategic transport and land use strategies. Hereafter, the shorter term “*accessibility*” will be used to refer to “*transport accessibility*”.

2 METHODOLOGY

In this paper, the accessibility is evaluated only for individual transport. It is assumed that individual trips are carried out only by car. Thus, the few general assumptions present in most GIS accessibility models must be made. First, we assume that an individual’s personal experience and travel habits can be described and estimated using general (average) data and a general spatial model (Delamater et al., 2012), e.g. that individuals in a population have comparable cars, driving knowledge, and driving characteristics, and comparable travel conditions (weather conditions, time of day/week, congestion, etc.) and, second, the model assumes that individuals choose the shortest path in terms of length/time/costs between the origin and the destination.

Although the calculations of accessibility measures in both, raster and vector data models, heavily depend on the level of detail and accuracy, calculations in the raster data model are additionally affected by the level of abstraction occurring when converting vector road data to raster representation (Delamater et al., 2012). Low raster grid resolution may increase the probability that several roads segments fall within

³ The percent of explained variance was very high ($R^2=0.842$; Lamm et al., 1990).

each raster cell, while only a single value can be assigned to each cell (e.g. average travel speeds). In the models with smaller cell size (few metres only), this probability is minimized; however, the smaller cell size leads to a substantial increase in data storage requirements and processing time of each step in the model (Delamater et al., 2012). Consequently, the choice of cell size is very important since it influences the accuracy of the results (calculations may be either overestimated or underestimated, depending on the adopted decision rule in assigning cell values). After evaluating earlier models of transport accessibility in Slovenia (Drobne, 2003, 2012, 2014; Drobne et al., 2004), the availability of data, and considering that the new model should be comparable to older ones, the raster-based model of accessibility seemed to be the best choice. ArcGIS 10.2 software was used to build a raster data model of accessibility.

2.1 Databases

In modelling the accessibility to the nearest motorway or expressway access ramp this study used different digital data; data on public roads, motorway or expressway access points, data on Average Annual Daily Traffic, digital elevation model data, land use data, and records from the national digital Building Cadastre.

Public roads in the Republic of Slovenia (RS) are classified into state roads and municipal roads. The data on state roads for 2013 were obtained from the Slovenian Roads Agency (DRSC, 2014a), and the data on municipal roads for 2013 were obtained from the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia, i.e. from the collection cadastre of public infrastructure works (GJI; GURS, 2014a).⁴ In the accessibility analysis the following municipal roads were used: local roads, main urban roads, collection urban or local roads, and urban or local roads. The point data on motorway (AC) or expressway (HC) access points at the end of 2013 were captured manually using DRSC's linear data (2014a) on motorway or expressway access points. The AADT data were obtained from the database of DRSC (2014b).⁵ The terrain elevation model data and the data on built-up areas were provided by the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia (DMV 100; GURS 2014b and GURS, 2014c, respectively).⁶ The data on household residents in a building with a house number were acquired at the Ministry of Internal Affairs (MNZ), Internal Administrative Affairs, Migration and Naturalization Directorate, Office for Internal Administrative Affairs and Naturalization, Sector for Population Registration and Authentic Instruments (MNZ, 2014).

2.2 Working method

Most of the input data layers were in vector format, and they first had to be converted to raster format. Resolution of 100 m was used for the area of Slovenia. The conversion of data to a raster format was followed by modelling cost surfaces and an accessibility analysis in a cartographic modelling environment.⁷

The key problem in modelling accessibility using the raster approach is defining the cost surface (Eastmann, 1989, 2001). The cost surface is defined by the cost (usually time) distance from destinations (in

⁴ The GJI database contains only the data on municipal roads that were provided by municipalities.

⁵ The Average Annual Daily Traffic (AADT) is a value calculated to indicate the traffic volume at a given road transport section, which expresses the average number of vehicles each day and all days annually at a road section in both ways (DRSC, 2014b).

⁶ A building is a structure that a person can enter and is intended for a person's permanent or temporary residence, performance of their business and other activities, or protection, and cannot be moved without damage to its substance (GURS, 2014c).

⁷ For our purposes, the raster model of calculating transport accessibility was broad in scope. The model was designed in such a way to also allow for, with smaller amendments, the calculation of accessibility to any given location in the state (e.g. urban centres at different levels of investigation, tourist attractions, economic zones, etc.).

our case from motorway or expressway access ramps). The cost surface calculation is based on the friction surface, which is defined by the relative cost of crossing the raster cell. In our case, the cost was defined as the travel time needed for the perpendicular movement across the raster cell using a car.

The average travel speeds by the road categories are written in Table 1. The initial values of the friction surface are calculated using the travel time model for crossing one raster cell using a car:

$$CPC = \frac{VC \cdot 60}{PPH \cdot 1000}, \tag{1}$$

where *CPC* is the time needed for crossing the raster cell in minutes, *VC* is the size of the raster cell in metres, and *PPH* is the average travel speed in kilometres per hour. In the model we treated eight different categories of state roads (DRSC, 2014a) and four road categories from GJI (GURS, 2014a). In the areas outside the road network, we assumed an average travel speed of 5 km/h. In this way, all the missing connections from buildings to the roads in question were included in the analysis.

When calculating travel speed we took into account the following road, traffic flow, and environmental characteristics:

- (a) initial travel speeds separately for each road category as well as for locations outside the road network;
- (b) terrain ruggedness based on which we corrected the average travel speed on the roads in question;
- (c) the volume of Average Annual Daily Traffic,
- (d) and the influence of the built environment, which was used to reduce the average travel speed in the built environment.

The initial travel speeds were estimated based on previous studies (Drobne et al., 2004) and calculations in (Zupančič, 2006) for level terrain road sections. These two studies differ from our study by taking into account various factors influencing travel speed; therefore, we estimated, drawing on our experience, slightly lower average travel speeds than those in the two studies. As a result, we corrected the travel speeds upwards or downwards, depending on the estimated impact of the individual factor.

Table 1: Average travel speed and the time needed for the perpendicular movement across the raster cell according to the road category.

Type of road	Label	Average travel speed (<i>PPH</i> , in km/h)	Time needed for the perpendicular movement across the cell (, in min)
main road I	G1	65	0.0923
main road II	G2	65	0.0923
regional road I	R1	55	0.1091
regional road II	R2	55	0.1091
regional road III	R3	45	0.1333
regional road III – tourist road	RT	35	0.1714
local road	9	35	0.1714
main urban road	11	35	0.1714
collection urban or local road	12	30	0.2000
urban or local road	13	15	0.4000
Slovenian territory outside the road network	-	5	1.2000

In the HCM (2000) the influence of terrain grade on free-flow speed is well documented and quantified, particularly for the different degrees of gradient but also for the length of the up-grades/down-grades. However the methodology adopted in HCM (2000) is far too detailed to be used in a macroscopic level model. More simplified relationship can be found in Lay (2009). He reported that, typically, a 1% increase in grade results in a 3 km/h decrease in free flow speed for cars, and 6 km/h for heavy vehicles. The rate of speed reduction is even greater for down-grades of over 8% and for up-grades of over 5% (ibid.). Our model initially used lower speed values than the free-flow speed, thus we decided to reduce speed only for grades higher than 10 degrees. Accordingly, for greater magnitudes of grades, smaller corrections than the recommended ones were used.⁸ The corrections of the off-network speed were determined arbitrarily. Speed reduction values are listed in Table 2.

Table 2: Correction of average travel speeds at roads and outside the road network in relation to terrain gradient.

Terrain grade (in degrees)	Correction of average travel speeds in the road network	Correction of average travel speeds outside the road network
[0-10)	without correction	without correction
[10-20)	- 5%	- 20%
[20-30)	- 10%	- 40%
30 and more	- 20%	- 70%

In estimating the impact of road congestion on travel speed the Average Annual Daily Traffic (AADT) was used as the indicator of congestion for all vehicles. We tried to capture the generalised conclusions published in Zupančič (2006) by a simplified model adapted to the available data and modelling level. The interval was determined for each state road category

$$[\mu_{PLDP_i} - \sigma_{PLDP_i}, \mu_{PLDP_i} + \sigma_{PLDP_i}] \quad (2)$$

where μ_{PLDP_i} is the average AADT value for all vehicles for a road category, σ_{PLDP_i} is the standard deviation of AADT for all vehicles for a road category, and index i represents the investigated state road categories ($i = G1, G2, R1, R2, R3, RT$). For each state road section we checked whether the AADT value was below, at, or above the interval (2). The travel speeds were corrected in relation to AADT on the road section in question. Table 3 shows the correction of the average travel speed on a state road section in relation to AADT.

Table 3: Correction of average travel speeds at state roads in relation to Average Annual Daily Traffic for all vehicles.

Average Annual Daily Traffic (AADT)	Correction of average travel speeds on the state road
$PLDP < (\mu_{PLDP_i} - \sigma_{PLDP_i})$	+ 5%
$PLDP: [\mu_{PLDP_i} - \sigma_{PLDP_i}, \mu_{PLDP_i} + \sigma_{PLDP_i}]$	0%
$PLDP > (\mu_{PLDP_i} + \sigma_{PLDP_i})$	- 5%

The impact of built-up areas on travel speed was taken into account in two ways: first, in areas where building density GS , was greater than one standard deviation, σ_{GS} , above the average value of building density in Slovenia, μ_{GS} , or:

⁸ Correction - 20% was considered only at 0.012% (720 m) of state road sections, of which most were regional tourist roads III or tourist roads.

$$GS > (\mu_{GS} + \sigma_{GS}) \tag{3}$$

the average travel speed was reduced by a third; building density was calculated using the kernel density method within a 5500-m radius⁹; secondly, in a 100 x 100 m size area in the field where the buildings were in the immediate vicinity of the road, we assumed that the average travel speed was lower by a third. Both conditions of the “built-up area” criterion are written in Table 4. The built-up area criterion was taken into consideration for all types of roads.

Table 4: Correction of average travel speeds at roads in relation to built-up areas.

Building from the Building Cadastre	Correction of average
travel speeds for all roads	
is in a 100-m raster cell	- 33%
is not in a 100-m raster cell	without correction
(and at the same time)	
$GS > (\mu_{GS} + \sigma_{GS})$	- 33%
$GS \leq (\mu_{GS} + \sigma_{GS})$	without correction

Average travel time to the nearest motorway or expressway access point in the municipality was analysed in the following three ways:

- average travel time from all building locations from the municipal Building Cadastre,
- average travel time from locations of all buildings with a house number in a municipality,
- average travel time from locations of all buildings with permanent residence (i.e. from locations of buildings with a house number with at least one permanent resident).

To make the comparability of the results easier, we ranked the municipalities by reference to the average accessibility to a motorway or expressway access point. The general steps of the analytical cartographic model in ArcGIS software to calculate accessibility are:

1. Calculation of the friction surface (the surface of the time needed for crossing one raster cell by car):
 - 1.a) conversion of linear vector data of state (excluding motorways or expressways) and municipal roads to raster format (the attribute is the road category),
 - 1.b) conversion of Slovenia’s state border polygon to binary raster format,
 - 1.c) reclassification of raster data on roads according to the road category into average travel speeds (Table 1),
 - 1.d) reclassification of data on other areas in Slovenia into an average travel speed of 5 km/h (Table 1),
 - 1.e) calculation of terrain gradients from the Digital Elevation Model,
 - 1.f) calculation of correction of average travel speeds on roads and off-roads in relation to terrain gradient (Table 2),
 - 1.g) calculation of AADT intervals according to state road categories using model (2),
 - 1.h) calculation of correction of the average travel speed on state roads in relation to AADT (Table 3),

⁹ The 5500-m radius was determined from the average municipality size in Slovenia in 2013, i.e. 95.6312 km².

- 1.i) conversion of point vector data from the Building Cadastre to a binary raster format,
- 1.j) calculation of correction of the average travel speed on roads as regards the presence of a building in the raster cell (Table 4),
- 1.k) calculation of building density from the Building Cadastre,
- 1.l) calculation of correction of the average travel speed on roads in relation to building density (Table 4),
- 1.m) combining raster data on roads and Slovenian areas into a raster data layer of average travel speeds (*PPH*),
- 1.n) calculation of the time needed for crossing one raster cell (*CPC*) using model (1);
2. Calculation of the cost surface, i.e. the surface of travel time to the nearest motorway or expressway access point;
3. Calculation of average travel time from the locations in question in Slovenian municipalities to the nearest motorway or expressway access point:
 - 3.a) preparation of polygon vector data regarding municipal areas (the key attribute is the unique identifier of a municipality),
 - 3.b) conversion of point vector data of buildings from the Building Cadastre to a binary raster format,
 - 3.c) conversion of point vector data of buildings with a house number to a binary raster format,
 - 3.d) conversion of point vector data of buildings with a house number and with permanent residence to a binary raster format,
 - 3.e) calculation of the average travel time in a municipality from building locations from the Building Cadastre,
 - 3.f) calculation of the average travel time in a municipality from locations of buildings with a house number,
 - 3.g) calculation of the average travel time in a municipality from locations of buildings with a house number and permanent residence.

3 RESULTS

Figure 1 shows travel times to the nearest motorway or expressway access point in 2013. The data on average accessibility in a municipality were dealt with in three ways: as the average travel time from building locations from the Building Cadastre, as the average travel time from locations of buildings with a house number, and as the average travel time from locations of buildings with a house number and with at least one permanent resident. The average travel time was ranked. Due to the space restrictions of this paper, we show below only the average travel time in a municipality from locations of buildings with a house number and with at least one permanent resident, and the ranking of the municipalities in relation to the analysed average time in a municipality (see Figure 1).

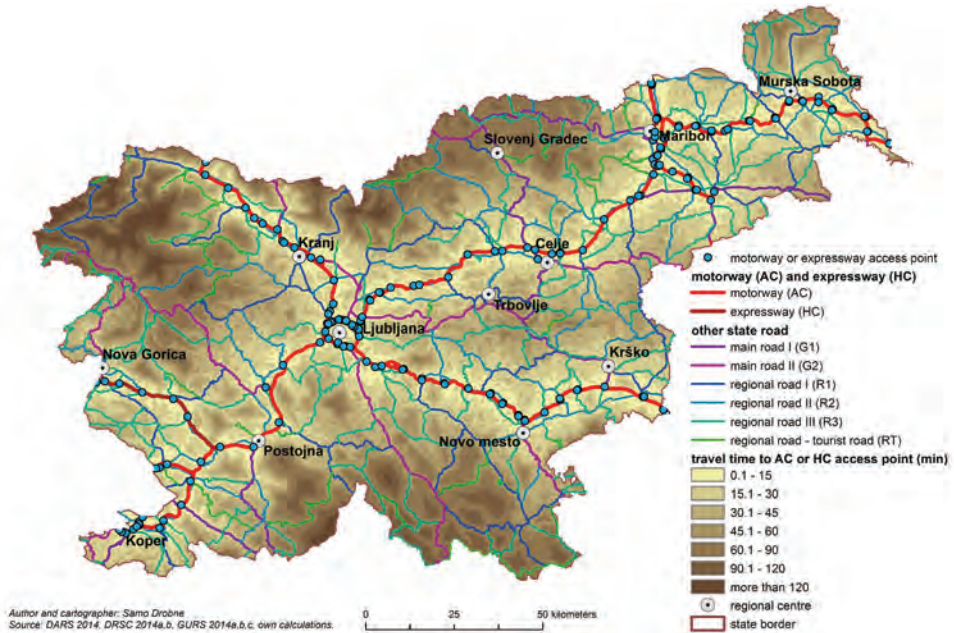


Figure 1: Travel time by car to the nearest motorway or expressway access point (Slovenia, 2013).

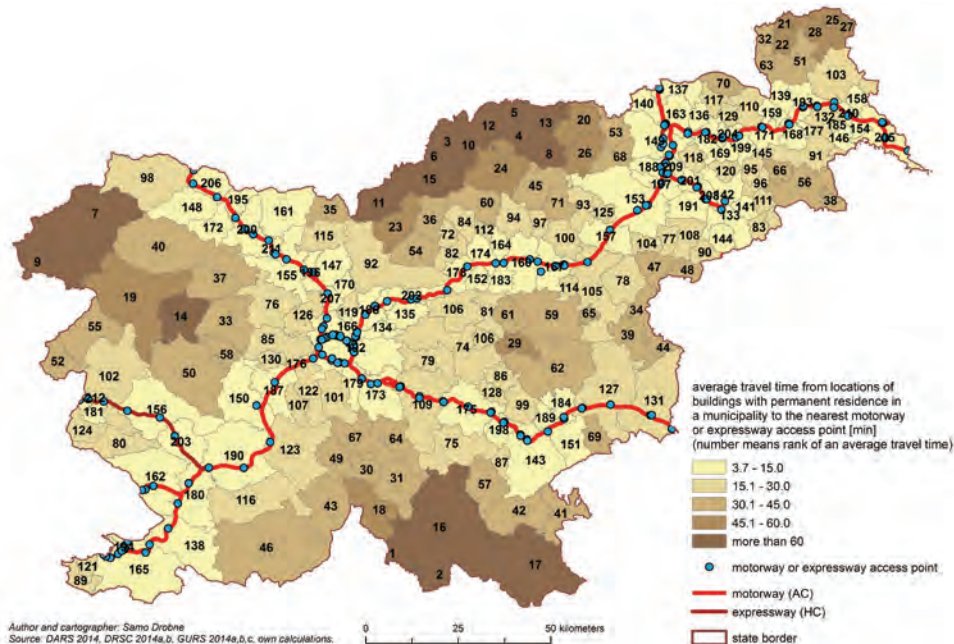


Figure 2: Average travel time and ranking of average access time by car from locations of buildings with permanent residence in a municipality to the nearest motorway or expressway access point (Slovenia, 2013).

Let us assume that we are interested in a quarter of the most distant, and a quarter of the nearest, municipalities using the three criteria concerning built-up areas (see Table 5). For a quarter of the most

distant municipalities we see that, according to the different approaches to dealing with built-up areas, we get slightly, but not significantly, different results: average travel time from locations of buildings with permanent residence in most municipalities is up to 6% shorter than that from locations of all buildings, except for two municipalities in the hilly parts of Slovenia: in the Municipality of Bohinj the average travel time is shorter by 21%, i.e. by just over 10 minutes, and in the Municipality of Jezersko by 13%, i.e. almost 7 minutes. There are greater differences in a quarter of the nearest municipalities, where the average travel time from the locations of buildings with permanent residence is shorter by 13% than that those from the locations of all buildings in most municipalities. There are a few exceptions where the differences are more significant: the biggest difference, a 33% (by 3.4 minutes) shorter average travel time is in the Municipality of Jesenice, while in Radovljica, Vipava and Postojna it is shorter by 16% (i.e. approx. 1.5 minutes).

The comparison of average travel time of the middle 50% of municipalities also reveals a few exceptions, where the travel time is significantly reduced when looking at accessibility from the locations of buildings with permanent residence. The time is reduced by up to 13% for most of these municipalities, with the exception of the municipalities Gorje (by 42% or 9.2 minutes), Žirovnica (by 41% or 5.6 minutes), Bled (by 34% or 5.4 minutes), Tržič (by 29% or 4.6 minutes), and Kranjska Gora (by 18% or 4.7 minutes).

There are also a few exceptions, i.e. the municipalities where the average travel time from the locations of all buildings – including those without a house number – is the shortest out of all analysed travel time. Such a result is obtained in municipalities Trzin (by 2% or 0.2 minutes), Šenčur (by 2% or 0.1 minutes), Mengeš (by 1% or 0.2 minutes), and Beltinci (by 1% or 0.1 minutes). All these municipalities have a good average accessibility to access points (less than 18 minutes) and are located in Slovenia's lowlands. Most buildings without a house number, which are located near motorway or expressway access points, are located in these municipalities.

The treatment of the municipalities intersected by the motorway cross is interesting as well. These municipalities include those where the average accessibility from the locations of buildings with permanent residence is 20 minutes or more. They are the following (starting from the worst accessibility): Kamnik, Kranjska Gora, Nova Gorica, Šentjur, Zagorje ob Savi and, conditionally, Ivančna Gorica. This result is understandable in the case of the Municipalities of Kamnik, Kranjska Gora, and Zagorje ob Savi, where the motorway is only partially in contact with, or intersects the edges of, the municipal area. In Nova Gorica, Šentjur, and Ivančna Gorica the motorway or expressway divides the municipality almost in half. In these cases, the result can be interpreted by the settlement pattern in a municipality according to the locations of origins, i.e. access points to the Slovenian motorway cross.

Table 5: The most distant and the nearest municipalities using the criteria concerning built-up areas (average accessibility of a municipality to a motorway or expressway access point, Slovenia, 2013).

25% of the most distant municipalities (ranked if starting from the most distant municipality)	25% of the nearest municipalities (ranked if starting from the nearest municipality)
from locations of all buildings from the Building Cadastre	
<p>Osilnica, Kostel, Prevalje, Vuzenica, Muta, Bovec, Solčava, Mežica, Kobarid, Ribnica na Pohorju, Ravne na Koroškem, Črna na Koroškem, Cerklje ob Dravi, Dravograd, Kočevje, Črnomelj, Tolmin, Loški Potok, Podvelka, Kuzma, Luče, Grad, Slovenj Gradec, Jezersko, Bohinj, Šalovci/Šalovci, Lovrenc na Pohorju, Hodoš/Hodos, Radeče, Gornji Petrovci, Ribnica, Gorenja vas – Poljane, Sodražica, Ljubno, Podčetrtek, Rogašovci, Železniki, Loška dolina, Središče ob Dravi, Semič, Kozje, Ilirska Bistrica, Metlika, Mislinja, Bistrica ob Sotli, Idrija, Rogaška Slatina, Rogatec, Selnica ob Dravi, Bloke, Puconci, Gornji Grad</p>	<p>Naklo, Šempeter - Vrtojba, Turnišče, Miklavž na Dravskem polju, Hajdina, Vodice, Sv. Trojica v Slov. goricah, Lendava/Lendva, Cerkljenjak, Starše, Šenčur, Murska Sobota, Rače - Fram, Lukovica, Kidričevo, Vipava, Mirna Peč, Ljubljana, Radovljica, Ankaran, Odranci, Šmarješke Toplice, Domžale, Lenart, Renče - Vogrsko, Log - Dragomer, Vrhnika, Škofljica, Hoče - Slivnica, Sveti Jurij, Veržej, Postojna, Vransko, Jesenice, Škocjan, Divača, Grosuplje, Komenda, Trzin, Trnovska vas, Braslovče, Prebold, Križevci, Trebnje, Celje, Sežana, Pesnica, Radenci, Žalec, Koper/Capodistria, Polzela, Slovenske Konjice, Ajdovščina</p>
from locations of buildings with a house number	
<p>Osilnica, Kostel, Vuzenica, Prevalje, Muta, Mežica, Ribnica na Pohorju, Bovec, Kobarid, Solčava, Ravne na Koroškem, Radlje ob Dravi, Dravograd, Cerklje ob Dravi, Črna na Koroškem, Kočevje, Črnomelj, Loški Potok, Tolmin, Podvelka, Kuzma, Luče, Grad, Slovenj Gradec, Šalovci/Šalovci, Lovrenc na Pohorju, Hodoš/Hodos, Radeče, Gornji Petrovci, Bohinj, Jezersko, Sodražica, Gorenja vas - Poljane, Ribnica, Rogašovci, Podčetrtek, Ljubno, Železniki, Središče ob Dravi, Kozje, Semič, Mislinja, Loška dolina, Metlika, Bistrica ob Sotli, Ilirska Bistrica, Rogaška Slatina, Rogatec, Idrija, Bloke, Puconci, Selnica ob Dravi, Brda</p>	<p>Šempeter - Vrtojba, Naklo, Turnišče, Miklavž na Dravskem polju, Hajdina, Vodice, Sv. Trojica v Slov. goricah, Starše, Lendava/Lendva, Cerkljenjak, Vipava, Jesenice, Šenčur, Lukovica, Rače - Fram, Murska Sobota, Mirna Peč, Ankaran, Kidričevo, Radovljica, Ljubljana, Postojna, Šmarješke Toplice, Odranci, Vrhnika, Domžale, Renče - Vogrsko, Lenart, Hoče - Slivnica, Vransko, Škofljica, Divača, Log - Dragomer, Veržej, Braslovče, Grosuplje, Škocjan, Prebold, Sveti Jurij, Komenda, Trzin, Trnovska vas, Trebnje, Križevci, Celje, Sežana, Žirovnica, Pesnica, Polzela, Koper/Capodistria, Radenci, Žalec, Slovenske Konjice</p>
from locations of buildings with permanent residence	
<p>Osilnica, Kostel, Prevalje, Vuzenica, Muta, Mežica, Bovec, Ribnica na Pohorju, Kobarid, Ravne na Koroškem, Solčava, Dravograd, Radlje ob Dravi, Cerklje ob Dravi, Črna na Koroškem, Kočevje, Črnomelj, Loški Potok, Tolmin, Podvelka, Kuzma, Grad, Luče, Slovenj Gradec, Šalovci/Šalovci, Lovrenc na Pohorju, Hodoš/Hodos, Gornji Petrovci, Radeče, Sodražica, Ribnica, Rogašovci, Gorenja vas - Poljane, Podčetrtek, Jezersko, Ljubno, Železniki, Središče ob Dravi, Kozje, Bohinj, Metlika, Semič, Loška dolina, Bistrica ob Sotli, Mislinja, Ilirska Bistrica, Rogaška Slatina, Rogatec, Bloke, Idrija, Puconci, Brda, Selnica ob Dravi</p>	<p>Šempeter - Vrtojba, Naklo, Turnišče, Miklavž na Dravskem polju, Hajdina, Vodice, Jesenice, Lendava/Lendva, Sv. Trojica v Slov. goricah, Vipava, Lukovica, Starše, Radovljica, Cerkljenjak, Mirna Peč, Rače - Fram, Šenčur, Žirovnica, Ankaran, Murska Sobota, Ljubljana, Kidričevo, Postojna, Šmarješke Toplice, Hoče - Slivnica, Vrhnika, Domžale, Odranci, Škocjan, Prebold, Lenart, Renče - Vogrsko, Divača, Škofljica, Vransko, Veržej, Log - Dragomer, Trebnje, Braslovče, Grosuplje, Bled, Sveti Jurij, Komenda, Trnovska vas, Križevci, Celje, Trzin, Koper/Capodistria, Polzela, Pesnica, Sežana, Tržič, Žalec</p>

4 DISCUSSION AND CONCLUSIONS

This paper focuses on presenting a raster-based model for measuring the car accessibility of Slovenian municipalities to a motorway or expressway access ramp. The proposed model upgrades the earlier models for evaluating accessibility to highways by applying a more detailed method for estimating travel speed. Specifically, the current model upgrades the raster model used in Drobne (2003, 2005) and Drobne et al. (2004) by taking into account the influence of traffic density, the built environment, and the road gradient on travel speed. Accessibility to access ramps was calculated from three sets of origins, as recorded in the Building Cadastre; from the locations of each buildings, from the locations of buildings with a house number, and from the locations of buildings with permanent residence. The new model results suggested that accessibility to the Slovenian motorway network did not change in the last four years (the list of problematic border areas remains the same).

Our results also revealed a large disparity in the accessibility among Slovenian municipalities. The two small rural municipalities, Osilnica and Kostel, have an average accessibility of more than 85 minutes, while Naklo and Šempeter - Vrtojba have an average accessibility of less than 5 minutes. The worst accessibility is found in the rural areas of northern Koroška and its border areas, in alpine areas at the western border with Italy, and to the south, at the border with Croatia; accessibility in these municipalities is more than an hour. These findings are not surprising, given that most of these municipalities eagerly await the start of construction of the Third Development Axis, which will significantly improve their accessibility to Slovenia's regional centres.

Through using different sets of origins, we estimated the difference between the residential buildings' accessibility and all buildings' accessibility (including economic activity buildings and ancillary buildings like garages, sheds, huts, woodsheds, etc.). The modelling results showed that travel times slightly differ in relation to the different approaches to dealing with the origins – but, on average, they are similar. The average access time differs the most in hilly areas, where residences are on average by 10 minutes closer to the motorway than the locations of all buildings.

As noted earlier, the raster cell size is important since it influences the accuracy of the results and the possibility of errors in calculations. Our model estimates travel time using a 100 m cell resolution, which turned out to be a satisfactory (in terms of results accuracy and presentation, probability of errors and processing time) resolution for modelling accessibility in Slovenia.

Beside the methodological simplicity of estimating the car accessibility on the road network, our limitation to cars only finds arguments also in the national modal split of passenger journeys. Gabrovec and Bole (2009) found that according to the data of the 2002 Census, 85% of commuting in Slovenia was made by car¹⁰. Mostly for practical reasons (comparability of results with earlier models and readily available data, simplicity of calculation, interpretability and communicability of the indicator) we choose to use travel time as an indicator of transport accessibility. However, as noted earlier, the infrastructure-based accessibility measures have some important shortcomings (Geurs and van Wee (2004, p. 136) argued that such measures “are not very useful to evaluate the accessibility impacts of land-use and transport policies plans since the measure lack the land use component, and temporal and individual elements”).

¹⁰ Unfortunately, the occupancy of motor vehicles is low: 78% of commuting is conducted by drivers only, with only 7% passengers (Gabrovec and Bole, 2009).

Consequently, the authors recommended the use of potential accessibility measures to evaluate transport and land use policies, as such measures can be relatively easily computed and interpreted by researchers and policy makers and require a modest amount of data (Geurs and van Wee, 2004). Another important shortcoming of the proposed model is associated with the selection of destinations. In our model, the accessibility is evaluated from the municipalities to the nearest motorway or expressway access point. Such an approach evaluates accessibility only partially; motorway or expressway access points usually do not represent an individual's final destination – they are not the locations of activities (destination are usually areas with a high density of population and activities). The performance of the model could be also improved by using the temporal dimension component (time of day, week), attractiveness of destination, impact of congestion on travel speed in large cities, etc. Most of these shortcomings could be overcome by using potential accessibility measures.

References:

Baradaran, S., Ramijerdi, F. (2001). Performance of Accessibility Measures in Europe. *Journal of Transportation and Statistics*, 4 (2/3), 31–48.

Barbosa, H. M., Tight, M. R., May, A. D. (2000). A Model of Speed Profile for Traffic Calmed Roads. *Transportation Research Part A*, 34 (2), 103–123. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0965-8564\(98\)00067-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0965-8564(98)00067-6)

Bavoux, J. J., Beaucire, F., Chapelon, L., Zembri, P., (2005). *Géographie des Transports*. Paris: Armand Colin.

Bole, D., Gabrovec, M., Kozina, J. (2010). Prednosti in slabosti prometne (ne) dostopnosti Občine Idrija. In: J. Nared, D. Perko (Eds.). *Na prelomnici: razvoja vprašanja Občine Idrija* (pp. 155–168). Ljubljana: Založba ZRC.

Bruinsma, F. R., Rietveld, P. (1998). The Accessibility of European Cities: Theoretical Framework and Comparison of Approaches. *Environment and Planning A*, 30 (3), 499–521. DOI: <http://dx.doi.org/10.1068/a300499>

Comte, S. L., Jamson, A. H. (2000) Traditional and Innovative Speed-Reducing Measures for Curves: An Investigation of Driver Behavior Using a Driving Simulator. *Safety Science*, 36 (3), 137–150. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-7535\(00\)00037-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-7535(00)00037-0)

Couclelis H. (1992). People Manipulate Objects (but Cultivate Fields): Beyond the Raster-Vector Debate in GIS. In: Frank A. U. et al. (Eds.), *Theories and Methods of Spatio-Temporal Reasoning in Geographic Space*, Lecture Notes in Computer Science, Volume 639 (pp. 65–77). Berlin/Heidelberg: Springer.

Čeh, M., Zavodnik Lamovšek, A., Rom, J., Kiderič, D. (2008). Analiza dostopnosti prebivalstva do javnih dejavnosti z javnim potniškim prometom s pomočjo dveh GIS gravitacijskih modelov. In: Perko et al. (Eds.). *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2007–2008* (pp. 311–320). Ljubljana: Založba ZRC.

Černe, A. (1986). Koncept dostopnosti v prostorskem planiranju. *IB – Revija za planiranje*. 20(6), 25–29.

DARS (2014). Podatki o priključkih na avtocesto oziroma hitro cesto za leto 2013 (Data on Motorway or Expressway Access Points for 2013; in Slovene only). Ljubljana: Družba za avtoceste Republike Slovenije.

de Jong, T., van Eck, J. R. (1996). Location Profile-Based Measures as an Improvement on Accessibility Modelling in GIS. *Computers, Environment and Urban Systems*, 20 (3), 181–190. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0198-9715\(96\)00013-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0198-9715(96)00013-0)

Delamater, P., Messina, J. P., Shortridg, A. M., Grady S. C. (2012). Measuring Geographic Access to Health Care: Raster and Network-Based Methods. *International Journal of Health Geographic*, 11 (1), 15. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1476-072x-11-15>

Donnay, J. P., Ledent, P. (1995). Modelling of Accessibility Fields. *Proceedings JEC-GI '95*, Vol. 1 (pp. 489–494).

Donnell, E. T., Ni, Y., Adolini, M., Elefteriadou, L. (2001). Speed Prediction Models for Trucks on Two-Lane Rural Highways. *Transportation Research Record 1751*, TRB, National Research Council Washington, D.C.

Drobne, S. (2003). Modelling Accessibility Fields in Slovene Municipalities. In: L. Zadnik Stirn et al. (Eds.). *SOR'03 proceedings* (pp. 89–96). Ljubljana: Slovenian Society Informatika, Section for Operational Research.

Drobne, S. (2005). Do Administrative Boundaries Fit Accessibility Fields in Slovenia?. In: D. Cygas, K. D. Froehner (Eds.). *Environmental engineering: the 6th international conference*, Vilnius, Lithuania: Technika, 537–542.

Drobne, S. (2012). Izračun povprečne dostopnosti do najbližjega priključka na avtocesto ali hitro cesto po občinah Republike Slovenije v letu 2011. Project report. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering.

Drobne, S. (2014). Izračun povprečne dostopnosti do najbližjega priključka na avtocesto ali hitro cesto po občinah Republike Slovenije v letu 2013. Project report. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering.

Drobne, S., Bogataj, M. (2005). Korekcija (časovne) razdalje v postopku modeliranja dostopnosti v rastrskem GIS-u. V: Novaković et al. (eds.), *DSI – Dnevi slovenske informatike 2005*. (pp. 484–490). Ljubljana: Slovensko društvo Informatika.

Drobne, S., Paliska, D., Fabjan, D. (2004). Rastrski pristop dvostopenjskega modeliranja dostopnosti v GIS-u. In: Podobnikar et al. (Ed.), *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2003–2004* (pp. 265–276). Ljubljana: Založba ZRC.

DRSC (2014a). Podatki o državnih cestah za leto 2013. Ljubljana: Družba Republike Slovenije za ceste.

DRSC (2014b). Podatki o povprečnem letnem dnevem prometu za leto 2013. Ljubljana: Družba Republike Slovenije za ceste.

- Eastman J. R. (1989). Pushbroom Algorithms for Calculating Distances in Raster Grids. *Proceedings AUTOCARTO 9* (str. 288–297).
- Eastman, J. R. (2001). Costdistances and Least-Cost Pathways. Idrisi32 Tutorial (pp. 71–76).
- Elslande, P. V., Faucher-Alberton, L. (1997) When Expectancies Become Certainied: A Potential Adverse Effect of Experience. In: T. Rothengatter, E. C. Vaya (Eds.), *Traffic Transport and Psychology: Theory and Application*. New York: Pergamon.
- Ericsson, E. (2000). Variability in Urban Driving Patterns. *Transportation Research Part D*, 5 (5), 337–354. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s1361-9209\(00\)00003-1](http://dx.doi.org/10.1016/s1361-9209(00)00003-1)
- Erlingsson, S., Jonsdottir, A. M., Thorsteinsson, T. (2006). Traffic Stream Modelling of Road Facilities. *Transport Research Arena Europe 2006* (8 p.). Linköping: Swedish Road Administration.
- Ewing, R. (1999). Traffic Calming State of the Practice. By ITE for the Federal Highway Administration, Washington, D.C.
- Ewing, R., Cervero, R. (2010). Travel and the Built Environment. A Meta-Analysis. *Journal of the American Planning Association*, 76 (3), 265–294. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01944361003766766>
- Fitzpatrick, K., Carlson, P., Brewer, M., Wooldridge, M. (2001). Design Factors That Affect Driver Speed on Suburban Streets. *Transportation Research Record 1751*, TRB, National Research Council, Washington, D.C.
- Gabrovec, M., Bole, D. (2009). Dnevna mobilnost v Sloveniji. Knjižna zbirka Georitem, 11. Ljubljana: Založba ZRC.
- Gattis, J. L., Watts, A. (1999). Urban Street Speed Related to Width and Functional Class. *Journal of Transportation Engineering*, 125 (3), 193–200. DOI: [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)0733-947x\(1999\)125:3\(193\)](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)0733-947x(1999)125:3(193))
- GURS (2014a). Podatki katastra gospodarske javne infrastrukture leta 2013 (Data from the Cadastre of Public Infrastructure Works of 2013; in Slovene only). Ljubljana: Geodetska uprava Republike Slovenije.
- GURS (2014b). Digitalni model višin – DMV 100 (Digital Elevation Model – DEM 100; in Slovene only). Ljubljana: Geodetska uprava Republike Slovenije.
- GURS (2014c). Podatki katastra stavb leta 2013 (Building Cadastre Data of 2013; in Slovene only). Ljubljana: Geodetska uprava Republike Slovenije.
- Geurs, K. T., Ritsema van Eck, J. R., (2001). Accessibility Measures: Review and Applications. RIVM Report 408505 006. Bilthoven: National Institute of Public Health and the Environment.
- Geurs, K. T., van Wee, B. (2004). Accessibility of Land-Use and Transport Strategies: Review and Research Directions. *Journal of Transport Geography*, 12 (2), 127–140. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>
- Gibreel, G. M., Easa, S. M., El-Dimeery, I. A. (2001). Prediction of Operating Speed on Three Dimensional Highway Applications. *ASCE Journal of Transportation Engineering*, 127 (1), 21–30. DOI: [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)0733-947x\(2001\)127:1\(21\)](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)0733-947x(2001)127:1(21))
- Goodchild, M. F., Yuan, M., Cova, T. J. (2007). Towards a General Theory of Geographic Representation in GIS. *International Journal of Geographical Information Science*, 21 (3), 239–260. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/13658810600965271>
- Gulič, A., Plevnik, A. (2000). Prometna infrastruktura in prostorski razvoj Slovenije: novejša analitična spoznanja. *IB – revija za razvoj*, 34 (2), 52–60.
- Gutiérrez, J. (2001). Location, Economic Potential and Daily Accessibility: an Analysis of the Accessibility Impact of the High-Speed Line Madrid-Barcelona-French Border. *Journal of Transport Geography*, 9 (4), 229–242.
- Gutiérrez, J., in Urbano, P. (1996). Accessibility in the European Union: The Impact of the Trans-European Road Network. *Journal of Transport Geography*, 4 (1), 15–26. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0966-6923\(01\)00017-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0966-6923(01)00017-5)
- Hägerstrand, T. (1970). What about People in Regional Science? *Papers of the Regional Science Association*, 24 (1), 7–21.
- Handy, S. L., Niemeier, D. A. (1997). Measuring Accessibility: An Exploration of Issues and Alternatives. *Environment and Planning A*, 29 (7), 1175–1194. DOI: <http://dx.doi.org/10.1068/a291175>
- Hansen, W. G. (1959). How Accessibility Shapes Land Use. *Journal of the American Institute of Planners*, 25 (2), 73–76.
- Harris, B. (2001). Accessibility: Concepts and Applications. *Journal of Transportation and Statistics*, 4 (2/3), 15–30.
- Highway Capacity Manual – HCM (2000). *Transportation Research Board*. Washington: National Academy of Sciences.
- Ho, W. H. N. (2011). Land Use and Transport: How Accessibility Shapes Land Use. Dissertation. Hong Kong: The Department of Urban Planning and Design, The University of Hong Kong. <http://hub.hku.hk/handle/10722/144211>, accessed on September 1, 2014.
- Jessen, D. R., Schurr, K. S., McCoy, P. T., Pesti, G., Huff, R. (2001). Operating Speed Prediction on Crest Curves of Rural Two-Lane Highways in Nebraska. *Transportation Research Record 1751*, TRB, National Research Council, Washington, D.C.
- Julião, R. P. (1999). Measuring Accessibility Using GIS. *GeoComputation Proceedings*. http://www.geovista.psu.edu/sites/geocomp99/Gc99/010/gc_010.htm, accessed on August 15, 2014.
- Kanellaidis, G. (1995). Factors Affecting Drivers' Choice of Speed on Roadway Curves. *Journal of Safety Research*, 26 (1), 49–56. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0022-4375\(94\)00024-7](http://dx.doi.org/10.1016/0022-4375(94)00024-7)
- Kang, K. (1998). Ordered Probit Model of the Speed Selection Behavior: Results Based on a Korean Micro Data. *Transportation, Traffic Safety and Health – Human Behavior*, Fourth International Conference, Tokyo.
- Kozina, J. (2008). *Promet na dostopnost kot kriterij regionalizacije Slovenije*. Diploma thesis. Ljubljana: University of Ljubljana Faculty of Arts.
- Kozina, J. (2009). Vloga prometne dostopnosti v strateških prostorskih dokumentih Slovenije. In: J. Nared, D. Perko (Eds.), *Regionalni razvoj 2* (pp. 147–154). Ljubljana: Založba ZRC.
- Kozina, J. (2010a). Modeliranje prostorske dostopnosti do postajališč javnega potniškega prometa v Ljubljani. *Geografski vestnik*, 82 (1), 97–107.
- Kozina, J. (2010b). Pomen prometa za oblikovanje prostora in regije. *Dela* (33), 37–49.
- Kozina, J. (2010c). Transport accessibility to regional centres in Slovenia = Prometna dostopnost do regionalnih središč v Sloveniji. *Acta geographica Slovenica*, 50, 231–251. DOI: <http://dx.doi.org/10.3986/ags50203>
- Kozina, J. (2010d). Prometna dostopnost v Sloveniji. *Georitem*, 14. Ljubljana: Založba ZRC.

- Kozina, J., Plevnik, A. (2009). Prometna dostopnost in regionalizacija Slovenije. Pomurje: trajnostni regionalni razvoj ob reki Muri. Murska Sobota. 409–419.
- Kwan, M. P. (1998). Space–Time and Integral Measures of Individual Accessibility: A Comparative Analysis using a Point-Based Framework. *Geographical Analysis* 30 (3), 191–216. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1538-4632.1998.tb00396.x>
- Lamm, R., Choueiri, E.M., Mailaender, T. (1990). Comparison of Operating Speeds on Dry and Wet Pavements of Two-Lane Rural Highways. *Transportation Research Record* 1280, TRB, Washington, D.C.: National Research Council.
- Lamm, R., Choueiri, E.M., Hayward, J.C., Paluri, A. (1988). Possible Design Procedure to Promote Design Consistency in Highway Geometric Design on Two-Lane Rural Roads. *Transportation Research Record* 1195, TRB, Washington, D.C.: National Research Council.
- Lay, M.G. (2009). *Handbook of Road Technology*, 4th edition, New York: Spon Press.
- López, E., Gutiérrez, J., Gómez, G. (2008). Measuring regional Cohesion Effects of Large-Scale Transport Infrastructure Investment: An Accessibility Approach. *European Planning Studies* 16 (2), 277–301. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09654310701814629>
- MNZ (2014). Podatki o številu prebivalcev s stalnim prebivališčem v stavbi s hišno številko na dan 31. 12. 2013 (Data on the Number of Residents with Permanent Residence in a Building with a House Number on 31 December 2013; in Slovene only). Ljubljana: Ministrstvo za notranje zadeve RS.
- Morris, J. M., Dumble, P. L., Wigan, M. R. (1979). Accessibility Indicators for Transport Planning. *Transportation Research A* 13, 91–109. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0191-2607\(79\)90012-8](http://dx.doi.org/10.1016/0191-2607(79)90012-8)
- Moseley, M. J. (1979). *Accessibility: The Rural Challenge*. London: Mathuen.
- National Cooperative Highway Research Program – NCHRP (1997). *Planning Techniques to Estimate Speeds and Service Volumes for Planning Applications*, NCHRP Report 387, Washington, D.C.
- Oppenlander, J. C. (1966). *Variables Influencing Spot-Speed Characteristics—Review of the Literature*, Special Report 89, HRB, Washington, D. C.: National Research Council.
- Ottesen, J. L., Krammes, R. A. (2000). Speed-Profile Model for a Design-Consistency Evaluation Procedure in the United States. *Transportation Research Record* 1701, TRB, Washington, D. C.: National Research Council.
- Paliska, D., Drobne, S., Fabjan, D. (2000). Vpliv dostopnosti do avtobusnih postajališč na odločitve potnikov o transportnem sredstvu v RS. In: Hladnik, D. (Ed.), *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 1999–2000* (pp. 233–241), Ljubljana: Založba ZRC SAZU.
- Paliska, D., Drobne, S., Fabjan, D. (2004). Uporaba GIS-a za proučevanje prostorske dostopnosti v analizi povpraševanja po storitvi JPP. In: Podobnikar et al. (Eds.), *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2003–2004* (pp. 79–88), Ljubljana: Založba ZRC SAZU.
- Pelc, S. (1989). Raziskovanje prometne dostopnosti do delovnih mest za potrebe prostorskega planiranja na primeru Slovenije. *Geografski vestnik*, 61, 83–95.
- Poe, C. M., Mason, J. M. (2000). Analyzing Influence of Geometric Design on Operating Speeds along Low-Speed Urban Streets: Mixed-Model Approach. *Transportation Research Record* 1737, TRB, Washington, D.C.: National Research Council.
- Poe, C. M., Tarris, J. P., Mason, J. M. (1996). Influence of Access and Land Use on Vehicle Operating Speeds Along Low-Speed Urban Streets. *Conference Proceedings for the Second National Access Management Conference*, Vail, Colorado.
- Pogačnik, A., Sitar, M., Lavrač, I., Kobal, J., Peterlin, M., Zavodnik Lamovšek, A., Drobne, S., Žaucer, T., Konjar, M., Trobec, B., Soss, K., Pichler-Milanovič, N. (2010). *Analiza razvojnih virov in scenarijev za modeliranje funkcionalnih regij*. Projektna naloga, poročilo četrte faze. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering.
- Polus, A., Livneh, M., Craus, J. (1984). Effect of Traffic and Geometric Measures on Highway Average Running Speed. *Transportation Research Record* 960, TRB, Washington, D.C.: National Research Council.
- Rietveld, P., Nijkamp, P. (1993). *Transport and Regional Development*. In: J. Polak, J., A. Heertje (Eds.), *European Transport Economics*, European Conference of Ministers (ECMT), Oxford: Blackwell Publishers.
- Rowan, N. J., Keese, C. J. (1962). A Study of Factors Influencing Traffic Speed, *Bulletin* 341, HRB, Washington, D.C.: National Research Council.
- Schürmann, C., Spiekermann, K., Wegener, M. (1997). *Accessibility Indicators. Deliverable D5 of the EU Project Socio-Economic and Spatial Impacts of Transport Infrastructure Investments and Transport System Improvements (SASI)*. Dortmund: University of Dortmund, Institute for Spatial Planning.
- Schurr, K. S., McCoy P. T., Pesti, G., Huff, R. (2002). Relationship between Design, Operating, and Posted Speeds on horizontal Curves on Rural Two-Lane Highways in Nebraska. The 81th TRB Annual Meeting, Washington, D.C.
- Smiley, A. (1999). Driver Speed Estimation: What Road Designers Should Know. Presented at: Transportation Research Board, 78th Annual Meeting Workshop on Role of Geometric Design & Human Factors in Setting Speed.
- SPRS (2004). *Strategija prostorskega razvoja Slovenije (Spatial Development Strategy of Slovenia; in Slovene only)*. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor RS.
- SRRS (2001). *Strategija regionalnega razvoja Slovenije (Regional Development Strategy of Slovenia; in Slovene only)*. Ljubljana: Agencija Republike Slovenije za regionalni razvoj.
- SRS (2005). *Strategija razvoja Slovenije (Development Strategy of Slovenia; in Slovene only)*. Ljubljana: Urad Republike Slovenije za makroekonomske analize in razvoj.
- Stewart, J. Q. (1948). Demographic Gravitation: Evidence and Application. *Sociometry*, 11, 31–58. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2785468>
- Šetinc, M., Kočevar, H., Krivec, D. (2006). GIS modeliranje dostopnosti do storitev kvartarnega sektorja po državnem cestnem omrežju. 8. slovenski kongres o cestah in prometu. Portorož.
- Talen, E., Anselin, L. (1998). Assessing spatial equity: an evaluation of measures of accessibility to public playgrounds. *Environment and Planning A* 30, 595–613. DOI: <http://dx.doi.org/10.1068/a300595>
- Tignor, S.C., Warren, D. (1990). *Driver Speed Behavior on U.S. Streets and Highways*. Compendium of Technical Papers, Washington, D. C.: Institute of Transportation Engineers.
- Uredba o določitvi obmejnih problemskih območij (Decree Determining Problematic Border Areas; in Slovene only). *Official Gazette of the Republic of Slovenia*, 22/2011, 97/2012.

- Uredba o merilih za kategorizacijo javnih cest (Decree on the Public Roads Classification Criteria; in Slovene only). Official Gazette of the Republic of Slovenia, 49/1997.
- van Bemmelen, J., Quak, W., van Hekken, M., van Oosterom, P. (1993). Vector vs. Raster-based Algorithms for Cross Country Movement Planning. In: Proceedings Auto-Carto, 11, 304–317.
- Vandenbulcke, G., Steenberghen, T., Thomas, I. (2009). Mapping Accessibility in Belgium: A Tool for Land-Use and Transport Planning? *Journal of Transport Geography* 17 (1), 39–53. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2008.04.008>
- Wang, J. (2006). Operating Speed Models for Low Speed Urban Environments Based on In-Vehicle GPS Data. Doctoral Dissertation. Georgia Institute of Technology.
- Warren, D. L. (1982). Synthesis of Safety Research Related to Traffic Control and Roadway Elements Vol. 2, Report No. FHWA-TS-82-233, Washington, D.C.: Federal Highway Administration.
- Zakon o spodbujanju skladnega regionalnega razvoja (Promotion of Balanced Regional Development Act; in Slovene only). Official Gazette of the Republic of Slovenia, 20/2011, 57/2012.
- Zavodnik Lamovšek, A., Čeh, M., Košir, U. (2010). Analiza dostopnosti prebivalcev do javnih dejavnosti z medkrajevnim avtobusnim potniškim prometom. In: D. Perko, M. Zorn (Eds.), *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2009–2010* (pp. 251–260). Ljubljana: Založba ZRC SAZU.
- Zupančič, M. (2006). Določitev parametrov odvisnosti hitrosti od prometnih obremenitev na državnih cestah. Diploma thesis. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering.
- Zwahlen, H.T. (1987). Advisory Speed Signs and Curve Signs and Their Effect on Driver Eye Scanning and Driver Performance. *Transportation Research Record* 1111, TRB, Washington, D.C.: National Research Council.

Drobne S., Paliska D. (2015). Average transport accessibility of the Slovenian municipalities to the nearest motorway or expressway access point. *Geodetski vestnik*, 59 (3): 489-522. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.03.486-519

POVPREČNA PROMETNA DOSTOPNOST OBČIN SLOVENIJE DO NAJBLIŽJEGA PRIKLJUČKA AVTOCESTE ALI HITRE CESTE

OSNOVNE INFORMACIJE O ČLANKU:

GLEJ STRAN 486

1 UVOD

Dostopnost postaja v zadnjih letih vse bolj pomemben dejavnik pri načrtovanju rabe tal ter prometne infrastrukture in je odličen kazalnik prostorske kohezije (Schürmann et al., 1997; Lopez et al., 2008) ter družbene in ekonomske razvitosti prostora (Rietveld in Nijkamp, 1993). Skupaj z investicijami in prostorsko politiko vpliva na organiziranost in dinamiko regij, posledično pa na razporeditev dejavnosti in prebivalstva v prostoru (Bavoux et al., 2005). Dostopnost je tesno povezana z mobilnostjo, ekonomskim razvojem in družbenim blagostanjem, zato je njeno merjenje pomembno orodje, ki ga lahko neposredno uporabljajo prostorski načrtovalci in politični odločevalci pri sprejemanju najrazličnejših strategij prostorskega razvoja (Geurs in van Wee, 2004; Vandenbulcke et al., 2009). Merila, s katerimi merimo dostopnost, se razlikujejo predvsem po področjih uporabe, zapletenosti izračunov in razlagah rezultatov.

V tem prispevku se omejujemo na merila dostopnosti, ki se uporabljajo pri načrtovanju prostorskih in prometnih strategij. V različnih strategijah razvoja prostora in prometne infrastrukture je dostopnost običajno vrednotena z merili, ki jih enostavno razlagamo in so razumljiva tako raziskovalcem kot političnim odločevalcem. V navedenih strategijah najpogosteje najdemo tako imenovana merila infrastrukturne ali prometne dostopnosti, kot so čas vožnje, hitrost vožnje in stopnja zasičenosti prometa (Geurs in van Wee, 2004).

V Sloveniji je problematika prometne dostopnosti vključena v strateške prostorske dokumente in tudi zakonodajo. Strateški prostorski dokumenti, ki obravnavajo prometno dostopnost, so Strategija regionalnega razvoja Slovenije (SRRS, 2001), Strategija prostorskega razvoja Slovenije (SPRS, 2004) in Strategija razvoja Slovenije (SRS, 2005). V strategiji prostorskega razvoja Slovenije (SPRS, 2004) je eden izmed temeljnih strateških ciljev urejanja prostora v zadnjem desetletju ravno izboljšanje prometne dostopnosti v državi. Primer zakona pa je Zakon o spodbujanju skladnega regionalnega razvoja (ZSRR-2; Ur. l. RS, št. 20/2011, 57/2012), ki med drugim opredeljuje ukrepe za obmejna problemska območja. To so obmejne občine in občine, ki neposredno mejijo nanje. Obmejne problemske občine so po ZSRR-2 (prav tam) občine, v katerih več kot 50 % prebivalcev živi v desetkilometrskem obmejnem pasu in ki imajo primanjkljaj delovnih mest, hkrati pa izkazujejo podpovprečno gostoto poselitve. Med občine, ki neposredno mejijo na obmejne občine in so vključene v obmejna problemska območja, pa po navedenem zakonu spadajo občine z več kot 45-minutno povprečno dostopnostjo do najbližjega priključka na avtocesto ali hitro cesto ali občine z visokim deležem površine, vključene v območje Nature 2000. Podroben pregled vključenosti problematike prometne dostopnosti v strateške dokumente in zakonodajo je opravil Kozina (2009, 2010d).

Uredba o določitvi obmejnih problemskih območij (UDOPO; Ur. l. RS, št. 22/2011) določa, da Služba Vlade Republike Slovenije za lokalno samoupravo in regionalno politiko – po novem Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo (MGRT; Ur. l. RS, št. 97/2012), Direktorat za regionalni razvoj, Sektor za načrtovanje regionalnega razvoja – vsaki dve leti preverja vrednosti meril iz uredbe in ob morebitnih drugačnih uvrstitvah občin med obmejna problemska območja predlaga ustrezne spremembe uredbe. V ta okvir spada tudi morebitni napredek pri razvoju metodologij in vzpostavljanju baz podatkov.¹ Po UDOPO se povprečna prometna dostopnost v občini do najbližjega priključka na avtocesto ali hitro cesto izračuna kot povprečni dostopni čas z avtomobilom po mreži cest. Pri tem se v analizo vključijo najnovejši podatki iz uradnih evidenc (Ur. l. RS, št. 22/2011). Pri izračunih povprečne prometne dostopnosti občin do priključka na avtocesto ali hitro cesto je sodelovala Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, in sicer: Pogačnik et al. (2010) za uredbo iz leta 2011 (Ur. l. RS, št. 22/2011), Drobne (2012) za uredbo iz naslednjega leta (Ur. l. RS, št. 97/2012) ter Drobne (2014) za stanje konec leta 2013.

Pomembnejšo obravnavo dostopnosti v slovenski literaturi zasledimo v Bole et al. (2010); Čeh et al. (2008); Černe (1986); Drobne (2003, 2005, 2012, 2014); Drobne in Bogataj (2005); Drobne et al. (2004); Gulič in Plevnik (2000); Kozina (2008, 2009, 2010a,b,c,d); Kozina in Plevnik (2009); Paliska et al. (2000, 2004); Pelc (1989); Šetinc et al. (2006); Zavodnik Lamovšek et al. (2010). Pri tem posebej izstopata poglobljeni deli Kozine (2008 in 2010d).

V prispevku analiziramo povprečno dostopnost občin do najbližjega priključka na avtocesto ali hitro cesto v Sloveniji. Te ceste, ki so ključnega pomena za daljinski promet tovornih vozil, so sestavni del (avto) cestnih povezav s sosednjimi državami, hkrati pa omogočajo daljinski promet med najpomembnejšimi središči regionalnega pomena v državi.

1.1 Opredelitev pojma dostopnosti in merjenje dostopnosti v geografskem informacijskem sistemu

Številni avtorji ugotavljajo, da je natančna opredelitev pojma dostopnosti otežena predvsem zaradi raznolike vsebinske obravnave (Hägerstrand, 1970; Moseley, 1979; Černe, 1986; de Jong in van Eck, 1997; Harris, 2001; Kozina, 2008, 2010d; Ho, 2011). Eno širših definicij sta podala Stewart (1948) in Hansen (1959), ki sta dostopnost opredelila kot »sposobnost doseganja priložnosti«. Morris in sodelavci (Morris et al., 1979) so dostopnost opredelili kot »lahkotnost«, s katero z dane prostorske lokacije dosegamo v prostoru razpršene dejavnosti s posameznim načinom prevoza. Avtorji posebej izpostavijo dva elementa dostopnosti: prostorsko dimenzijo (lokacijo izvora glede na ponor) in prometno dimenzijo (lastnosti prometnega omrežja). V vrsti različnih pojmovanj dostopnosti velja omeniti še opredelitev, ki sta jo podala Geurs in Ritsema van Eck (2001). Po njunem dostopnost odraža »stopnjo, do katere

¹ Ob upoštevanju takratnih uradnih in razpoložljivih podatkov o vrednostih meril so se leta 2011 med obmejna problemska območja uvrstile občine (Ur. l. RS, št. 22/2011): Bistrica ob Sotli, Ajdovščina, Apače, Benedikt, Bohinj, Bovec, Brda, Brežice, Cankova, Cerkeno, Cirkulane, Črenšovci, Črna na Koroškem, Črnomelj, Divača, Dobrovniki, Dolenjske Toplice, Dravograd, Gorje, Gornji Petrovci, Grad, Hodoš, Hrpelje - Kozina, Ilirska Bistrica, Jezersko, Kanal, Kobarid, Kobilje, Kočevje, Komen, Kostanjevica na Krki, Kostel, Kozje, Kranjska Gora, Kungota, Kuzma, Lendava, Loška dolina, Loški Potok, Lovrenc na Pohorju, Luče, Majšperk, Metlika, Mežica, Miren - Kostanjevica, Monaske Toplice, Muta, Ormož, Osilnica, Pesnica, Pivka, Podčetrtek, Podlehnik, Podvelka, Postojna, Preddvor, Prevalje, Puconci, Radlje ob Dravi, Ravne na Koroškem, Ribnica, Ribnica na Pohorju, Rogoševci, Rogatec, Ruše, Selnica ob Dravi, Semič, Slovenj Gradec, Solčava, Središče ob Dravi, Sveta Ana, Sveti Jurij v Slovenskih goricah, Sveti Tomaž, Šalovci, Šentjernej, Šmarje pri Jelšah, Tolmin, Trzin, Velika Polana, Videm, Vipava, Vuzenica, Zavrč, Žetale in Žirovnica. Eno leto kasneje so s tega seznama občin črtali občino Žirovnica (Ur. l. RS, št. 97/2012).

raba tal in prometni sistem omogočajo posameznikom ali dobrinam doseganje dejavnosti ali destinacij v prostoru z enim ali več načini prevoza« (prav tam). Zadnja opredelitev (Geurs in Ritsema van Eck, 2001) je konceptualno širša od predhodne (Morris et al., 1979), saj vključuje štiri medsebojno neodvisne komponente (Vandenbulcke et al., 2009), in sicer promet (prometni sistem), rabo tal (obseg, kakovost in značilnost dejavnosti na posamezni destinaciji), čas (časovna razpoložljivost dejavnosti) in individualno komponento (potrebe, zmožnosti in priložnosti posameznikov).

Težavnost natančne opredelitve dostopnosti se še posebej pokaže v različnih poskusih kvantifikacije meril. Gutierrez (2001) piše, da dostopnosti ni mogoče preprosto kvantificirati, prav tako ne obstaja najboljši način merjenja. Izbira kazalnika in metodologije vpliva na končni rezultat, zato je glede na področje obravnave pomembno izbrati primeren kazalnik in način merjenja (Talen in Anselin, 1998; Vandenbulcke et al., 2009). V strokovni literaturi se pojavljajo različni kazalniki dostopnosti, vezani predvsem na učinkovitost in razvitost prometnega omrežja ter dosegljivost dejavnosti v prostoru za različne družbeno-ekonomske skupine (Kwan, 1998).

Handy in Niemeier (1997) sta obstoječe načine merjenja dostopnosti razvrstila v tri skupine in tako opredelila tri načine: izohronega (kaže število ali delež dosegljivih lokacij v izbranem času potovanja/ razdalji/stroškov iz izbranega izvora), gravitacijskega (predpostavi postopno zmanjševanje dostopnosti s povečevanjem časa potovanja do destinacije) in pristop koristi (ocenjuje dostopnost na ravni posameznika). Baradaran in Ramjerdi (2001) ločita pet (splošnih teoretičnih) načinov merjenja prometne dostopnosti: (1) pristop potovalnih stroškov, (2) gravitacijski oziroma potencialni pristop, (3) pristop z omejitvami, (4) pristop koristi in (5) sestavljeni pristop. Podobno sta načine merjenja opredelila Geurs in van Wee (2004), ki predlagata štiri skupine: v prvo spadajo merila, s katerimi se meri dostopnost po infrastrukturi, v drugo spadajo merila, s katerimi se meri stopnja dejavnosti lokacij, v tretji skupini so merila, s katerimi se meri dostopnost na ravni posameznika, v zadnji, četrti skupini pa so merila, s katerimi se merijo koristi. Navedene skupine se medsebojno močno razlikujejo predvsem po obsegu in naboru potrebnih vhodnih podatkov, načinu izračuna in razlagi rezultatov. Bolj podroben pregled meril dostopnosti najdemo v Bruinsma in Rietveld (1998), Baradaran in Ramjerdi (2001), Geurs in van Wee (2004) ter Vandenbulcke et al. (2009).

V tem prispevku obravnavamo povprečno prometno dostopnost občin do najbližjega priključka na avtocesto ali hitro cesto. Glede na vsebino prispevka in razpoložljivost podatkov smo se v nadaljevanju osredotočili na skupino meril, s katerimi se meri dostopnost po prometni infrastrukturi. Kazalniki iz te skupine merijo učinkovitost prometne infrastrukture z opazovanjem ali simulacijami. Primeri takšnih kazalnikov so: mrežna ali zračna razdalja, potovalni čas, potovalni stroški, stroški zastojev in podobni. Ti kazalniki imajo številne prednosti, med najpomembnejše štejemo enostavnost razumevanja in računanja ter majhen nabor potrebnih vhodnih podatkov. Kot pomanjkljivost pa velja omeniti predvsem dejstvo, da niso uporabni za vrednotenje vpliva, ki ga ima dostopnost na lokacijo (v izračunu niso upoštevane prostorske, časovne in individualne komponente), zanemarjajo raznolikost glede kakovosti lokacij in vrednotenja časa (med različnimi potniki), so občutljivi za značilnosti obravnavanega območja ter zanemarjajo vedenjske vzorce posameznih potnikov (Bruinsma in Rietveld, 1998; Geurs in van Wee, 2004; Vandenbulcke et al., 2009).

Prilagodljivost geografskih informacijskih sistemov (GIS) omogoča podroben prikaz in izračun različnih kazalnikov dostopnosti. Čas potovanja ali stroške potovanja po prometni infrastrukturi lahko analiziramo

v rastrskem in vektorskem podatkovnem modelu. Razprava, kateri model je bolj primeren, traja že vrsto let, vendar podobno kot pri opredelitvi in merilih dostopnosti ni enotnega mnenja. Zato se avtorji, glede na potrebe in razpoložljivost podatkov, odločajo različno (Couclelis, 1992; van Bemmelen et al., 1993; Goodchild et al., 2007; Delamater et al., 2012). Pristopa se v formatih zapisa, algoritmih procesiranja in načinu izračuna dostopnosti precej razlikujeta, v osnovi pa sta izračuna časa potovanja zelo podobna. Čas potovanja izračunamo na podlagi dolžine in hitrosti potovanja ter ga konceptualno označimo kot strošek premikanja (angl. cost of movement). Takšno pojmovanje omogoča uporabo različnih algoritmov (npr. »minimum cost path« v rastrskem modelu ali »shortest path« v vektorskem modelu) ocene dostopnosti.

Donnay in Ledent (1995) sta opisala dve pomembni pomanjkljivosti pri izračunu dostopnosti v vektorskem podatkovnem modelu. Izračunamo jo lahko samo za vozlišča v grafu (izračun dostopnosti za poljubno točko na povezavi med dvema vozliščema je mogoče izvesti le z interpolacijo vrednosti), ravno tako je nemogoče izračunati dostopnost za lokacije zunaj mreže povezav (grafa). V rastrskem podatkovnem modelu (rastrskem pristopu) pa lahko obravnavamo prometno dostopnost kot prostorsko zvezno spremenljivko, kar pomeni, da lahko izračunamo dostopnost za poljubno točko na obravnavanem območju (Julião, 1999; Drobne, 2003; Drobne et al., 2004; Goodchild et al., 2007; Delamater et al., 2012). Podobno kot vektorski ima tudi rastrski pristop izračuna dostopnosti nekatere pomanjkljivosti: na primer, zelo težavno opredelitev povezanosti v vozliščih (nivojska, izvennivojska križišča, smeri zavijanja) in obravnavo smeri prometnih tokov (enosmerni in dvosmerni prometni tok). Podrobno obravnavo razlik, prednosti in pomanjkljivosti obeh pristopov najdemo v delih van Bemmelen et al. (1993), Donay in Ledent (1995), Goodchild et al. (2007) in Delamater et al. (2012). V tem prispevku smo se, predvsem zaradi zgoraj navedenih pomanjkljivosti vektorskega pristopa, odločili uporabiti rastrski pristop modeliranja dostopnosti.

1.2 Hitrost in čas vožnje v raziskavah prometne dostopnosti

Potovalna hitrost in čas vožnje sta ključna dejavnika pri oceni prometne dostopnosti. Na potovalno hitrost vplivajo različni dejavniki, zato je njena ocena zapletena in zahtevna. Po metodologiji HCM-2000 (Highway Capacity Manual; HCM, 2000) sta zmogljivost in raven storitve (kamor spadata potovalna hitrost in čas vožnje) za posamezno cesto v splošnem odvisna od lastnosti ceste, lastnosti prometnega toka in načina regulacije prometa. Poleg splošnih dejavnikov se v metodologiji HCM-2000 pri oceni potovalne hitrosti na urbanih cestah predvideva še upoštevanje kategorije rabe tal in gostote poselitve v bližini ceste, vrste dejavnosti na cesti itd. Poleg navedenih fizičnih lastnosti ceste in okolja so različne študije pokazale, da na potovalno hitrost vplivajo še značilnosti vozila in voznika.

Pri določanju dejanske hitrosti vožnje različni avtorji na različnih ravneh proučevanja prihajajo do ugotovitev, ki si včasih tudi nasprotujejo. V stroki pa v splošnem velja, da na potovalno hitrost vpliva kategorija ceste, radij cestnih krivin, dolžina cestnega odseka, naklon, število križišč, gostota vstopnih točk, število voznih pasov, podlaga cestišča, preglednost ceste (Oppenlander, 1966; Polus et al., 1984; Kanellaidis, 1995; Gattis in Watts, 1999; HCM, 2000; Ericsson, 2000; Ottesen in Krammes, 2000; Wang, 2006; Lay, 2009), bližina zgradb, gospodarska dejavnost v bližini ceste (Rowan in Keese, 1962; Poe et al., 1996; Warren, 1982; Tignor in Warren, 1990; Wang, 2006; Ewing in Cervero, 2010), regulacija prometa in omejitev hitrosti (Zwahlen, 1987; Poe in Mason, 2000; Fitzpatrick et al., 2001; HCM, 2000), različni

načini umirjanja prometa (Ewing, 1999; Barbosa et al., 2000; Comte in Jamson, 2000), delež težkih tovornih vozil v prometnem toku (Poe et al., 1996; HCM, 2000; Donnell et al., 2001) ter osebne lastnosti voznika in vozila (Poe et al., 1996; Elslande in Faucher-Alberton, 1997; Kang, 1998; Smiley, 1999; Gibreel et al., 2001).²

Zaradi metodologije, ki je uporabljena v tem članku, je treba poleg navedenih dejavnikov omeniti še vpliv obsega prometnega toka na potovalno hitrost. V vrsti številnih modelov na makro in mikro ravni, ki opisujejo odnose med hitrostjo in obsegom prometnega toka oz. pretokom vozil, navajamo le nekaj za naš model pomembnih izsledkov. Polus in sodelavci (Polus et al., 1984) pravijo, da na makro ravni poleg povprečne vijugavosti ceste in povprečnega naklona ceste značilno negativno korelira s potovalno hitrostjo tudi obseg prometnega toka. Podobno so ugotovili tudi Lamm in sodelavci (Lamm et al., 1988, 1990), ki so za spremenljivko obsega prometnega toka uporabili povprečni dnevni letni pretok (v nadaljevanju: PDLP). Ugotovili so, da je na dvopasovnih podeželskih cestah s spremenljivko PDLP mogoče razložiti 5,5 % skupne variabilnosti v potovalni hitrosti.³ PDLP kot spremenljivko v modelu za oceno potovalne hitrosti so uporabili tudi drugi avtorji, ki so prišli do podobnih ugotovitev: vpliv je negativen, relativno majhen ter se spreminja glede na kategorijo cest in lastnosti cestnih odsekov (Jessen et al., 2001; Schurr et al., 2002). V prometnem modeliranju, predvsem v postopku analize obremenitve cest, uporabljamo različne funkcije upora, s katerimi ocenjujemo potovalno hitrost in čas vožnje v odvisnosti od stopnje obremenitve (razmerja med pretokom in zmogljivostjo odseka ceste). Primere uporabe PDLP kot neposrednega kazalnika obremenitve cest oziroma razmerja med PDLP in zmogljivostjo cest najdemo v National Cooperative Highway Research Program (NCHRP, 1997), Erlingson et al. (2006), Zupančič (2006). V teh študijah so za različne kategorije cest ocenjeni parametri različnih funkcij upora, ki omogočajo neposredno oceno povprečne potovalne hitrosti za posamezne cestne odseke na podlagi vrednosti PDLP.

Po kratkem pregledu dejavnikov, ki vplivajo na potovalno hitrost, ugotavljamo, da obstajajo številni pristopi, ki omogočajo tudi zelo natančno oceno povprečne potovalne hitrosti. Če izvzamemo primere, pri katerih avtorji pridobijo podatke o času vožnje iz transportnega modela, pri modeliranju prometne dostopnosti na makro ravni avtorji večinoma ne uporabljajo podrobno razdelanih metodologij, ampak preproste ocene povprečne potovalne hitrosti in časa vožnje ali stroškov potovanja. Največkrat ocenijo potovalno hitrost na podlagi dovoljene hitrosti na cestah posamezne kategorije, ki jo pavšalno reducirajo na podlagi značilnosti ceste, števila ali gostote prebivalcev ali števila delovnih mest po obravnavanih območjih, rabe tal v bližini ipd. (Gutierrez in Urbano, 1996; Gutierrez, 2001; Vandenbulcke, 2009; Delamater et al., 2012).

V nadaljevanju prispevka najprej predstavimo metodologijo za analizo povprečne prometne dostopnosti občin Slovenije do najbližjega priključka na avtocesto ali hitro cesto. Pri tem obravnavamo uporabo uradnih podatkov, posebej pa razložimo gradnjo ter postopek delovanja rasterskega analitičnega kartografskega modela. Sledita predstavitev rezultatov modeliranja z vrednotenjem in sklep. V nadaljevanju prispevka namesto zveze *prometna dostopnost* uporabljamo krajši izraz *dostopnost*.

² Poleg navedenega se v strokovni literaturi pojavlja še vrsta drugih dejavnikov, ki vplivajo na potovalno hitrost, vendar njihova obravnava presega namen tega članka.

³ Delež pojasnjene variance je bil zelo velik ($R^2 = 0,842$; Lamm et al., 1990).

2 METODOLOGIJA

Za pravilno razumevanje metode dela in rezultatov kartografskega modela dostopnosti najprej predstavimo omejitve in predpostavke, s katerimi smo sestavili model. Model dostopnosti temelji na izračunu časa potovanja z osebnim avtomobilom na mreži javnih cest. Osnovna predpostavka pri modeliranju prometne dostopnosti je bila, da je mogoče posameznikove osebne izkušnje in potovalne navade dovolj dobro opisati in oceniti s splošnimi (povprečnimi) podatki in splošnim prostorskim modelom (Delameter et al., 2012). Iz tega sledijo še nekatere druge predpostavke, da imajo posamezniki v populaciji primerljive avtomobile, vozniško znanje in značilnosti vožnje, da so razmere, ki vplivajo na čas vožnje (vremenske razmere, čas v dnevu/tednu, zastoji itd.), primerljive ter da med izvorom in ponorom potovanja izberejo dolžinsko/časovno/stroškovno najugodnejšo pot.

Zanesljivost izračuna potovalnih časov med različnimi lokacijami v prometni mreži je v okolju GIS pogojena s stopnjo podrobnosti (natančnostjo) in stopnjo zanesljivosti (točnostjo) vhodnih podatkov (lokacij izvora in ponora, dolžine cestnih odsekov, ocene hitrosti vožnje itd.). Poleg tega, da v rastrskem modelu že konceptualno ni mogoče učinkovito modelirati smeri vožnje in križanja, se zaradi postopka abstrakcije (velikosti rastrske celice) še dodatno izgubijo topološke značilnosti prometne mreže. V postopku rasterizacije vektorske mreže cest lahko ena rastrska celica prekrije več osi cest različnih vrst, celici pa lahko pripišemo le eno vrednost (na primer povprečne potovalne hitrosti). Če je rastrska celica manjša od razdalje med najbližjima osema cest, se tej težavi izognemo – vendar to pomeni, da mora biti rastrska celica velika le nekaj metrov. Na makro ravni modeliranja, ko modeliramo dostopnost z manjšo ločljivostjo (velikost rastrske celice 100 metrov in več), pa se zaradi tega pojavljajo napake v izračunih, ki so bodisi precenjeni ali podcenjeni. Velikost rastrske celice je povezana s količino podatkov, ki jih procesiramo, ta pa posledično s procesnim časom podatkov v vsakem koraku. Čeprav smo pri izračunih uporabljali zmogljiv računalnik, so bili časi izračuna posameznih korakov pri nekajmetrski ločljivosti funkcionalno predolgi, zato smo se odločili za manjšo ločljivost izračunov (rezultatov). Modeliranje dostopnosti ter izračun povprečne dostopnosti v občini smo izvedli po rastrskem pristopu modeliranja v GIS-orodju ArcGIS 10.2. Pri tem smo izhajali iz del Drobne (2003), Drobne et al. (2004), Drobne (2012, 2014).

2.1 Podatkovne podlage

Pri gradnji rastrskega modela dostopnosti do najbližjega priključka na avtocesto ali hitro cesto v Sloveniji smo izhajali iz naslednjih uradnih podatkov: podatkov o javnih cestah, priključkih na avtoceste oziroma hitre ceste, povprečnem dnevnom letnem prometu, razgibanosti terena, grajenih površinah ter o številu prebivalcev s stalnim prebivališčem v stavbi s hišno številko.

Javne ceste v Republiki Sloveniji (RS) delimo na državne ceste, ki so v lasti RS, in občinske ceste, ki so v lasti občin. Razdelitev temelji na pomenu javnih cest za povezovanje in potek prometa v nekem prostoru. Kategorizacijo javnih cest v RS določa Uredba o merilih za kategorizacijo javnih cest (Ur. l. RS, št. 49/1997). Podatke o državnih cestah za leto 2013 smo pridobili na Direkciji Republike Slovenije za ceste (DRSC, 2014a), podatke o občinskih cestah za leto 2013 pa iz zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture (GJI; GURS, 2014a)⁴ na Geodetski upravi RS. V analizi dostop-

⁴ V bazi GJI so le podatki o občinskih cestah, ki so jih posredovale občine.

nosti smo obravnavali naslednje občinske ceste: lokalne ceste, glavne mestne ceste, zbirne mestne ali krajevne ceste in mestne ali krajevne ceste. Točkovne podatke o priključkih na avtoceste (AC) oziroma hitre ceste (HC) konec leta 2013 smo zajeli ročno na podlagi linijskih podatkov DRSC (2014a) o priključkih na avtocesto in hitro cesto. Zajem smo kontrolirali s podatki o priključkih na AC in HC Družbe za avtoceste Republike Slovenije (DARS, 2014). Podatke o povprečnem dnevnem letnem prometu po cestnih odsekih na državnih cestah za leto 2013 smo pridobili na DRSC (2014b).⁵ Podatke o razgibanosti terena smo pridobili na Geodetski upravi RS (DMV 100; GURS 2014b). Podatke o grajenih površinah smo pridobili iz katastra stavb (GURS, 2014c).⁶ Podatke o številu prebivalcev s stalnim prebivališčem v stavbi s hišno številko na dan 31. 12. 2013 pa smo pridobili na Ministrstvu za notranje zadeve (Direktorat za upravne notranje zadeve, migracije in naturalizacijo, Urad za upravne notranje zadeve in naturalizacijo, Sektor za registracijo prebivalstva in javne listine; MNZ, 2014).

2.2 Metoda dela

Večina vhodnih podatkovnih slojev je bila v vektorskem zapisu. Te je bilo treba najprej pretvoriti v rastrski zapis. Območje Slovenije smo obravnavali z ločljivostjo 100 metrov. Pretvorbi podatkov v rastrski zapis je sledilo modeliranje stroškovnih ploskev ter analiza dostopnosti v okolju za kartografsko modeliranje.⁷

Ključna težava pri modeliranju dostopnosti po rastrskem pristopu je opredelitev stroškovne ploskve (Eastmann, 1989, 2001). Stroškovna ploskev je opredeljena s stroškovno (običajno časovno) razdaljo od ponorov (v našem primeru od priključkov na avtocesto ali hitro cesto). Izračun stroškovne ploskve temelji na ploskvi trenja, ki je opredeljena z relativnimi stroški premika čez rastrsko celico. V našem primeru je bil ta strošek opredeljen kot potovalni čas, potreben za pravokotni prehod rastrske celice z osebnim vozilom.

Povprečne potovalne hitrosti po obravnavanih kategorijah cest so izpisane v preglednici 1. Začetne vrednosti ploskve trenja so izračunane po modelu potovalnega časa za prehod ene rastrske celice z osebnim vozilom:

$$CPC = \frac{VC \cdot 60}{PPH \cdot 1000}, \tag{1}$$

kjer je *CPC* čas, potreben za prehod rastrske celice, v minutah, *VC* je velikost rastrske celice v metrih, *PPH* pa je povprečna potovalna hitrost v kilometrih na uro. V modelu smo obravnavali osem različnih kategorij državnih cest (DRSC, 2014a) in štiri kategorije cest iz GJI (GURS, 2014a). Na območjih Slovenije zunaj mreže obravnavanih cest smo predvideli povprečno potovalno hitrost 5 km/h. Tako smo v analizo vključili vse manjkajoče priključke od stavb do obravnavanih cest.

⁵ Povprečni dnevni letni promet (PDLP) je vrednost, izračunana za obremenjenost cestnega prometnega odseka, ki pove, koliko vozil poprečno vsak dan in vse dni v letu prevozi odsek v obe smeri (DRSC, 2014b).

⁶ Stavba je objekt, v katerega lahko človek vstopi in je namenjen njegovemu stalnemu ali začasnemu prebivanju, opravljanju poslovne in druge dejavnosti ali zaščiti ter ga ni mogoče prestaviti brez škode za njegovo substanco (GURS, 2014c).

⁷ Rastrski model izračuna prometne dostopnosti smo zasnovali širše, kot je bilo potrebno za našo rabo. Model je zasnovan tako, da omogoča, z ustreznimi manjšimi dopolnitvami, tudi izračune dostopnosti do poljubnih lokacij v državi (na primer do urbanih središč na različnih ravneh obravnave, turističnih zanimivosti, gospodarskih območij itd.).

Pri izračunih potovalne hitrosti smo upoštevali naslednje značilnosti ceste, prometnega toka in okolja:

- izhodiščne potovalne hitrosti za vsako obravnavano kategorijo cest posebej ter tudi za lokacije zunaj mreže cest,
- razgibanost terena, na podlagi katere smo korigirali povprečno potovalno hitrost na obravnavanih cestah,
- obseg povprečnega dnevnega letnega prometa,
- in vpliv grajenega okolja, v skladu s katerim smo zmanjšali povprečno potovalno hitrost v grajenem okolju.

Izhodiščne potovalne hitrosti smo ocenili na podlagi predhodnih raziskav (Drobne et al., 2004) in izračunov v Zupančič (2006) za ravninske cestne odseke. Navedeni raziskavi se razlikujeta od sedanje po upoštevanju različnih dejavnikov, ki vplivajo na potovalno hitrost, zato smo izkustveno ocenili nekoliko nižje povprečne potovalne hitrosti od tistih v navedeni literaturi. Posledično smo se odločili, da, glede na ocenjen vpliv posameznega dejavnika, povprečne potovalne hitrosti popravimo navzdol ali navzgor.

Preglednica 1: Povprečna potovalna hitrost in čas, potreben za pravokotni prehod rastske celice glede na kategorijo ceste.

Vrsta ceste	Oznaka	Povprečna potovalna hitrost (<i>PPH</i> , v km/h)	Čas, potreben za pravokotni prehod celice (<i>CPC</i> , v min)
glavna cesta 1. reda	G1	65	0,0923
glavna cesta 2. reda	G2	65	0,0923
regionalna cesta 1. reda	R1	55	0,1091
regionalna cesta 2. reda	R2	55	0,1091
regionalna cesta 3. reda	R3	45	0,1333
regionalna cesta 3. reda – turist. cesta	RT	35	0,1714
lokalna cesta	9	35	0,1714
glavna mestna cesta	11	35	0,1714
zbirna mestna ali krajevna cesta	12	30	0,2000
mestna ali krajevna cesta	13	15	0,4000
območje Slovenije zunaj mreže cest	–	5	1,2000

Za posamezne kategorije cest in strukturo prometnega toka HCM (2000) precej natančno obravnavamo vpliv razgibanosti terena na hitrost prometnega toka. V metodologiji HCM (2000) se poseben pomen pripisuje vplivu dolžine naklona in stopnji naklona na hitrost težkih vozil, ločeno za vožnjo navzdol po strmini in vožnjo navzgor. Ta metodologija je preveč podrobna za uporabo v modelu na makro ravni, zato smo se odločili za posplošitev vpliva razgibanosti terena na potovalno hitrost. Lay (2009) navaja, da se v splošnem z vsakim odstotkom povečanja naklona hitrost prostega prometnega toka osebnih avtomobilov zmanjša za 3 km/h, hitrost težkih tovornih vozil pa za 6 km/h. Zmanjšanje hitrosti je še večje na klancih z nakloni, ki presegajo osem stopinj, pri vožnji navzdol, in pri naklonih, večjih kot pet stopinj, pri vožnji navzgor (prav tam). V našem modelu smo že v izhodišču uporabili nižje hitrosti od hitrosti prostega prometnega toka, zato smo se odločili, da pri naklonih, manjših od 10 stopinj, popravkov ne upoštevamo. Podobno smo za večje naklone upoštevali manjše popravke od priporočenih.⁸ Popravke

⁸ Popravek – 20 % smo upoštevali le na 0,012 % (720 metrih) cestnih odsekov državnih cest, od katerih je bila večina regionalnih cest 3. reda ali turističnih cest.

povprečne potovalne hitrosti zunaj mreže cest smo določili izkustveno. Uporabljeni popravki potovalnih hitrosti so navedeni v preglednici 2.

Preglednica 2: Popravek povprečne potovalne hitrosti na cestah ter zunaj mreže cest glede na naklon terena.

Naklon terena (v stopinjah)	Popravek povprečne potovalne hitrosti na mreži cest	Popravek povprečne potovalne hitrosti zunaj mreže cest
0–10	brez popravka	brez popravka
10–20	– 5 %	– 20 %
20–30	– 10 %	– 40 %
30 in več	– 20 %	– 70 %

Pri oceni vpliva obremenjenosti ceste na potovalno hitrost smo kot kazalnik obremenjenosti uporabili povprečni dnevni letni promet za vsa vozila (PDLP). Posplošene ugotovitve, objavljene v Zupančič (2006), smo poskušali zajeti s poenostavljenem modelom, ki je prilagojen razpoložljivim podatkom in ravni modeliranja. Za vsako posamezno kategorijo državne ceste smo opredelili interval

$$[\mu_{PLDP_i} - \sigma_{PLDP_i}, \mu_{PLDP_i} + \sigma_{PLDP_i}] \tag{2}$$

kjer je μ_{PLDP_i} srednja vrednost PDLP za vsa vozila za posamezno kategorijo cest, σ_{PLDP_i} je standardni odklon PDLP za vsa vozila za posamezno kategorijo cest, indeks i pa predstavlja obravnavane kategorije državnih cest ($i = G1, G2, R1, R2, R3, RT$). Za vsak cestni odsek državnih cest smo preverili, ali leži vrednost PDLP na intervalu (2), ali izven njega. Potovalne hitrosti smo popravili glede na vrednost PDLP na posameznem cestnem odseku. V preglednici 3 je prikazan popravek povprečne potovalne hitrosti na cestnem odseku državne ceste glede na PDLP.

Preglednica 3: Popravek povprečne potovalne hitrosti na državnih cestah glede na povprečni dnevni letni promet za vsa vozila.

Povprečni dnevni letni promet (PDLP)	Popravek povprečne potovalne hitrosti na državni cesti
$PLDP < (\mu_{PLDP_i} - \sigma_{PLDP_i})$	+ 5 %
$PLDP: [\mu_{PLDP_i} - \sigma_{PLDP_i}, \mu_{PLDP_i} + \sigma_{PLDP_i}]$	0 %
$PLDP > (\mu_{PLDP_i} + \sigma_{PLDP_i})$	– 5 %

Vpliv območij grajenih površin na potovalno hitrost smo upoštevali na dva načina: prvič, na območjih, kjer je bila gostota stavb (GS) večja od enega standardnega odklona (σ_{GS}) nad srednjo vrednostjo gostote stavb v Sloveniji (μ_{GS}) oziroma:

$$GS > (\mu_{GS} + \sigma_{GS}), \tag{3}$$

smo povprečno potovalno hitrost znižali za tretjino; gostoto stavb smo izračunali po metodi jedrne gostote v polmeru 5500 m²; drugič, na območju velikosti 100 x 100 metrov v naravi, kjer so stavbe v neposredni bližini ceste, pa smo predpostavili za tretjino nižjo povprečno potovalno hitrost. Obe merili grajenih površin sta zapisani v preglednici 4. Merilo grajenih površin smo upoštevali za vse ceste.

⁹ Polmer 5500 metrov je bil določen iz povprečno velike občine v Sloveniji leta 2013, katere površina je znašala 95,6312 km².

Povprečne potovalne čase do najbližjega priključka na avtocesto oziroma hitro cesto v občini smo analizirali na tri načine; in sicer kot:

- povprečni potovalni čas z lokacij vseh stavb iz katastra stavb v občini,
- povprečni potovalni čas z lokacij stavb s hišno številko v občini,
- povprečni potovalni čas z lokacij stavb s stalnim prebivališčem (tj. z lokacij stavb s hišno številko, v katerih je bil prijavljen s stalnim prebivališčem vsaj en prebivalec).

Preglednica 4: Popravek povprečne potovalne hitrosti na cestah glede na grajeno okolje.

Stavba iz katastra stavb	Popravek povprečne potovalne hitrosti za vse ceste
je v rastrski celici ločljivosti 100 m	– 33 %
ni v rastrski celici ločljivosti 100 m	brez popravka
(in hkrati)	
$GS > (\mu_{GS} + \sigma_{GS})$	– 33 %
$GS \leq (\mu_{GS} + \sigma_{GS})$	brez popravka

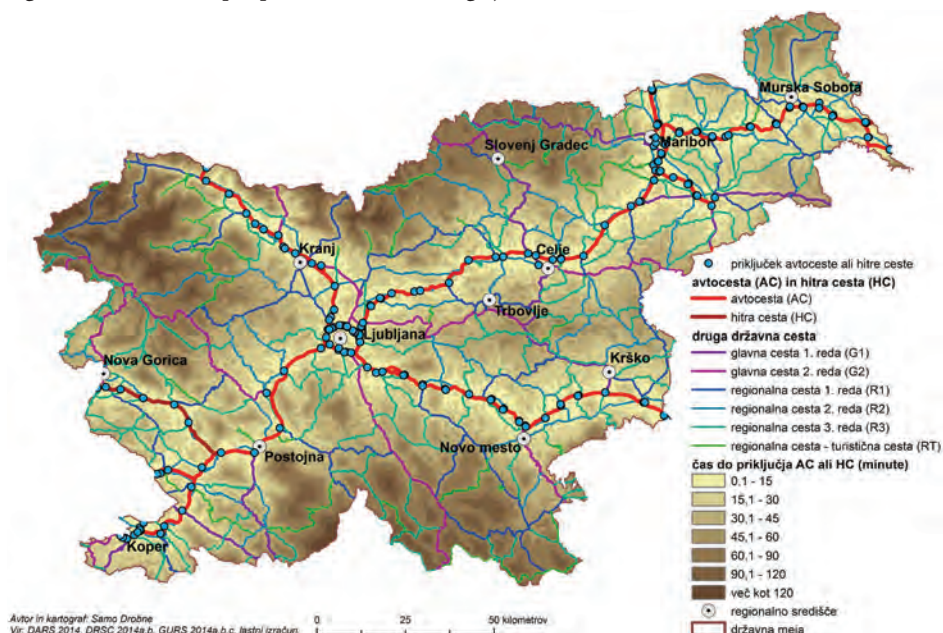
Za lažjo primerjavo rezultatov smo občine razvrstili glede na povprečno dostopnost do priključka na avtocesto ali hitro cesto. Splošni koraki analitičnega kartografskega modela za izračun dostopnosti v programskem orodju ArcGIS so:

1. Izračun ploskve trenja (ploskve časa, potrebnega za prehod ene rastrske celice z osebnim vozilom):
 - 1.a) pretvorba linijskih vektorskih podatkov državnih (brez avtocest in hitrih cest) in občinskih cest v rastrski zapis (atribut je kategorija ceste),
 - 1.b) pretvorba poligona državne meje Slovenije v binarni rastrski zapis,
 - 1.c) reklasifikacija rastrskih podatkov o cestah glede na kategorijo ceste v povprečne potovalne hitrosti (preglednica 1),
 - 1.d) reklasifikacija podatkov o ostalih območjih Slovenije v povprečno potovalno hitrost 5 km/h (preglednica 1),
 - 1.e) izračun naklonov terena iz digitalnega modela višin,
 - 1.f) izračun popravka povprečne potovalne hitrosti na cestah in zunaj cest glede na naklon terena (preglednica 2),
 - 1.g) izračun intervalov PDLP po kategorijah državnih cest po modelu (2),
 - 1.h) izračun popravka povprečne potovalne hitrosti na državnih cestah glede na PDLP (preglednica 3),
 - 1.i) pretvorba točkovnih vektorskih podatkov katastra stavb v binarni rastrski zapis,
 - 1.j) izračun popravka povprečne potovalne hitrosti na cestah glede na prisotnost stavbe v rastrski celici (preglednica 4),
 - 1.k) izračun gostote stavb iz katastra stavb,
 - 1.l) izračun popravka povprečne potovalne hitrosti na cestah glede na gostoto stavb (preglednica 4),
 - 1.m) kombiniranje rastrskih podatkov o cestah in območja Slovenije v rastrski podatkovni sloj povprečnih potovalnih hitrostih (*PPH*),
 - 1.n) izračun časa, potrebnega za prehod ene rastrske celice (*CPC* po modelu (1));
2. Izračun stroškovne ploskve, tj. ploskve potovalnih časov do najbližjega priključka na avtocesto in hitro cesto;

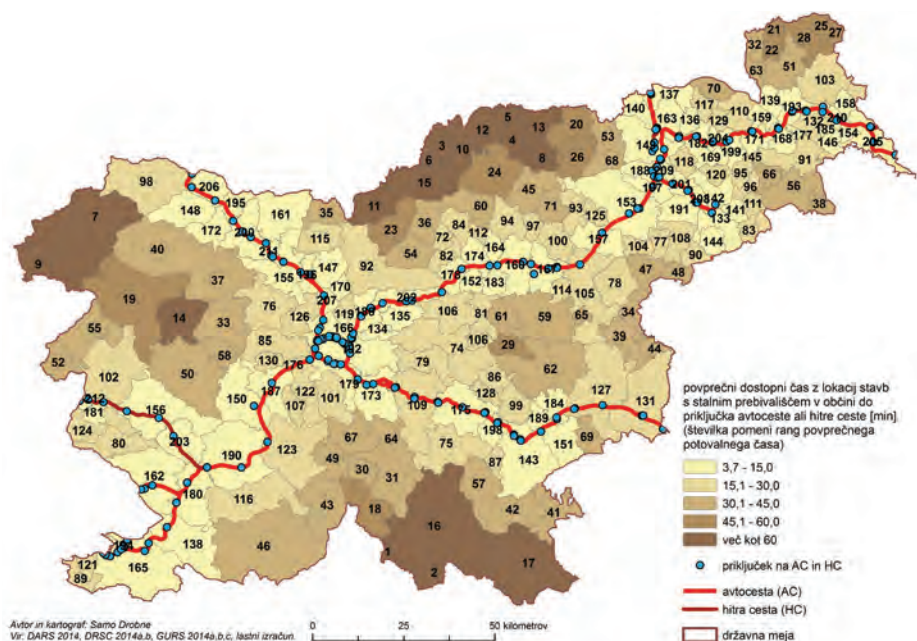
3. Izračun povprečnih potovalnih časov z obravnavanih lokacij po občinah Slovenije do najbližjega priključka na avtocesto ali hitro cesto:
 - 3.a) priprava poligonskih vektorskih podatkov o območjih občin (ključni atribut je enolični identifikator občine),
 - 3.b) pretvorba točkovnih vektorskih podatkov stavb iz katastra stavb v binarni rastrski zapis,
 - 3.c) pretvorba točkovnih vektorskih podatkov stavb s hišno številko v binarni rastrski zapis,
 - 3.d) pretvorba točkovnih vektorskih podatkov stavb s hišno številko in s stalnim prebivališčem v binarni rastrski zapis,
 - 3.e) izračun povprečnega potovalnega časa v občini z lokacij stavb iz katastra stavb,
 - 3.f) izračun povprečnega potovalnega časa v občini z lokacij stavb s hišno številko,
 - 3.g) izračun povprečnega potovalnega časa v občini z lokacij stavb s hišno številko in s stalnim prebivališčem.

3 REZULTATI

Na sliki 1 so prikazani potovalni časi do najbližjega priključka na avtocesto oziroma hitro cesto v letu 2013. Rezultat je pogojen z izbrano ločljivostjo modeliranja, vhodnimi podatki in merili, opredeljenimi v prejšnjem poglavju. Podatke o povprečni dostopnosti v občini smo obravnavali na tri načine: kot povprečni dostopni čas z lokacij stavb iz katastra stavb, kot povprečni dostopni čas z lokacij stavb s hišno številko in kot povprečni dostopni čas z lokacij stavb s hišno številko, v katerih je bil prijavljen s stalnim prebivališčem vsaj en prebivalec. Povprečne dostopne čase smo ustrezno razvrstili. Zaradi prostorske omejitve tega prispevka v nadaljevanju prikazujemo zgolj povprečni potovalni čas v občini z lokacij stavb s hišno številko, v katerih je bil prijavljen s stalnim prebivališčem vsaj en prebivalec, in razvrstitev občine glede na analiziran povprečni čas v občini (glej sliko 2).



Slika 1: Potovalni čas z osebnim vozilom do najbližjega priključka na avtocesto ali hitro cesto (Slovenija, 2013).



Slika 2: Povprečni potovalni čas in razvrstitev povprečnega dostopnega časa z osebnim vozilom z lokacij stavb s stalnim prebivališčem v občini do najbližjega priključka na avtocesto ali hitro cesto (Slovenija, 2013).

Vzemimo primer, da nas zanima četrtnina najbolj oddaljenih ter četrtnina najbližjih občin po treh merilih obravnave grajenega okolja (glej preglednico 5). Za četrtnino najbolj oddaljenih občin opazimo, da, glede na različno obravnavo grajenega okolja, dobimo nekoliko – toda ne bistveno – različne rezultate: povprečni potovalni časi z lokacij stavb s stalnim prebivališčem so v večini občin do 6 % krajši kot z lokacij vseh stavb; izjemi sta občini v hribovitem predelu Slovenije: v občini Bohinj je povprečni potovalni čas krajši za 21 %, tj. za dobrih 10 minut, v občini Jezersko pa za 13 %, kar pomeni skoraj 7 minut. Večje razlike se pokažejo v četrtnini najbližjih občin, kjer so povprečni potovalni časi z lokacij stavb s stalnim prebivališčem v večini občin do 13 % krajši kot z lokacij vseh stavb. Tukaj se pojavi več izjem z večjimi razlikami: največja razlika, za 33 % (za 3,4 minute) krajši povprečni potovalni čas, je v občini Jesenice, v Radovljici, Vipavi in Postojni pa je krajši za približno 16 %, (približno 1,5 minute).

Primerjava povprečnih potovalnih časov srednjih 50 % občin pokaže, da se tudi tukaj pojavljajo izjeme, pri katerih se potovalni čas bistveno skrajša, ko obravnavamo dostopnost z lokacij stavb s stalnim prebivališčem. Za večino teh občin se čas skrajša do 13 %, izjeme so občine Gorje (za 42 % oziroma za 9,2 minute), Žirovnica (za 41 % oziroma za 5,6 minute), Bled (za 34 % oziroma za 5,4 minute), Tržič (za 29 % oziroma za 4,6 minute) in Kranjska Gora (za 18 % oziroma za 4,7 minute).

Omeniti velja še nekaj izjem, to je občin, pri katerih je povprečni potovalni čas z lokacij vseh zgradb v občini – torej tudi zgradb brez hišne številke – najkrajši od vseh analiziranih potovalnih časov. Takšen rezultat se pojavi v občinah Trzin (za 2 % oziroma za 0,2 minute), Šenčur (za 2 % oziroma za 0,1 minute), Mengeš (za 1 % oziroma za 0,2 minute) in Beltinci (za 1 % oziroma za 0,1 minute). Za vse te občine velja, da imajo dobro povprečno dostopnost do priključkov (manj kot 18 minut) ter da ležijo

v ravninskem svetu Slovenije. V teh občinah leži večina stavb brez hišne številke blizu priključkov na avtocesto oziroma hitro cesto.

Preglednica 5: Najbolj oddaljene in najbližje občine po treh merilih obravnave grajenega okolja (povprečna dostopnost občine do priključka na avtocesto ali hitro cesto, Slovenija, 2013).

25 % najbolj oddaljenih občin (razvrstitev od najbolj oddaljene občine)	25 % najbližjih občin (razvrstitev od najbližje občine)
z lokacij vseh stavb iz katastra stavb	
Osilnica, Kostel, Prevalje, Vuzenica, Muta, Bovec, Solčava, Mežica, Kobarid, Ribnica na Pohorju, Ravne na Koroškem, Črna na Koroškem, Cerklje ob Dravi, Dravograd, Kočevje, Črnomelj, Tolmin, Loški Potok, Podvelka, Kuzma, Luče, Grad, Slovenj Gradec, Jezersko, Bohinj, Šalovci/Šalovci, Lovrenc na Pohorju, Hodoš/Hodos, Radeče, Gornji Petrovci, Ribnica, Gorenja vas - Poljane, Sodražica, Ljubno, Podčetrtek, Rogašovci, Železniki, Loška dolina, Središče ob Dravi, Semič, Kozje, Ilirska Bistrica, Metlika, Mislinja, Bistrica ob Sotli, Idrija, Rogaška Slatina, Rogatec, Selnica ob Dravi, Bloke, Puconci, Gornji Grad	Naklo, Šempeter - Vrtojba, Turnišče, Miklavž na Dravskem polju, Hajdina, Vodice, Sv. Trojica v Slov. goricah, Lendava/Lendva, Cerkljenjak, Starše, Šenčur, Murska Sobota, Rače - Fram, Lukovica, Kidričevo, Vipava, Mirna Peč, Ljubljana, Radovljica, Ankaran, Odranci, Šmarješke Toplice, Domžale, Lenart, Renče - Vogrsko, Log - Dragomer, Vrhnika, Škofljica, Hoče - Slivnica, Sveti Jurij, Veržej, Postojna, Vransko, Jesenice, Škocjan, Divača, Grosuplje, Komenda, Trzin, Trnovska vas, Braslovče, Prebold, Križevci, Trebnje, Celje, Sežana, Pesnica, Radenci, Žalec, Koper/Capodistria, Polzela, Slovenske Konjice, Ajdovščina
z lokacij stavb s hišno številko	
Osilnica, Kostel, Vuzenica, Prevalje, Muta, Mežica, Ribnica na Pohorju, Bovec, Kobarid, Solčava, Ravne na Koroškem, Radlje ob Dravi, Dravograd, Cerklje ob Dravi, Črna na Koroškem, Kočevje, Črnomelj, Loški Potok, Tolmin, Podvelka, Kuzma, Luče, Grad, Slovenj Gradec, Šalovci/Šalovci, Lovrenc na Pohorju, Hodoš/Hodos, Radeče, Gornji Petrovci, Bohinj, Jezersko, Sodražica, Gorenja vas - Poljane, Ribnica, Rogašovci, Podčetrtek, Ljubno, Železniki, Središče ob Dravi, Kozje, Semič, Mislinja, Loška dolina, Metlika, Bistrica ob Sotli, Ilirska Bistrica, Rogaška Slatina, Rogatec, Idrija, Bloke, Puconci, Selnica ob Dravi, Brda	Šempeter - Vrtojba, Naklo, Turnišče, Miklavž na Dravskem polju, Hajdina, Vodice, Sv. Trojica v Slov. goricah, Starše, Lendava/Lendva, Cerkljenjak, Vipava, Jesenice, Šenčur, Lukovica, Rače - Fram, Murska Sobota, Mirna Peč, Ankaran, Kidričevo, Radovljica, Ljubljana, Postojna, Šmarješke Toplice, Odranci, Vrhnika, Domžale, Renče - Vogrsko, Lenart, Hoče - Slivnica, Vransko, Škofljica, Divača, Log - Dragomer, Veržej, Braslovče, Grosuplje, Škocjan, Prebold, Sveti Jurij, Komenda, Trzin, Trnovska vas, Trebnje, Križevci, Celje, Sežana, Žirovnica, Pesnica, Polzela, Koper/Capodistria, Radenci, Žalec, Slovenske Konjice
z lokacij stavb s stalnim prebivališčem	
Osilnica, Kostel, Prevalje, Vuzenica, Muta, Mežica, Bovec, Ribnica na Pohorju, Kobarid, Ravne na Koroškem, Solčava, Dravograd, Radlje ob Dravi, Cerklje ob Dravi, Črna na Koroškem, Kočevje, Črnomelj, Loški Potok, Tolmin, Podvelka, Kuzma, Grad, Luče, Slovenj Gradec, Šalovci/Šalovci, Lovrenc na Pohorju, Hodoš/Hodos, Gornji Petrovci, Radeče, Sodražica, Ribnica, Rogašovci, Gorenja vas - Poljane, Podčetrtek, Jezersko, Ljubno, Železniki, Središče ob Dravi, Kozje, Bohinj, Metlika, Semič, Loška dolina, Bistrica ob Sotli, Mislinja, Ilirska Bistrica, Rogaška Slatina, Rogatec, Bloke, Idrija, Puconci, Brda, Selnica ob Dravi	Šempeter - Vrtojba, Naklo, Turnišče, Miklavž na Dravskem polju, Hajdina, Vodice, Jesenice, Lendava/Lendva, Sv. Trojica v Slov. goricah, Vipava, Lukovica, Starše, Radovljica, Cerkljenjak, Mirna Peč, Rače - Fram, Šenčur, Žirovnica, Ankaran, Murska Sobota, Ljubljana, Kidričevo, Postojna, Šmarješke Toplice, Hoče - Slivnica, Vrhnika, Domžale, Odranci, Škocjan, Prebold, Lenart, Renče - Vogrsko, Divača, Škofljica, Vransko, Veržej, Log - Dragomer, Trebnje, Braslovče, Grosuplje, Bled, Sveti Jurij, Komenda, Trnovska vas, Križevci, Celje, Trzin, Koper/Capodistria, Polzela, Pesnica, Sežana, Tržič, Žalec

Zanimiva je tudi obravnava občin, prek katerih je speljan avtocestni križ. Med njimi najdemo tudi takšne, katerih povprečna dostopnost z lokacij stavb s stalnim prebivališčem je 20 minut in več. Te občine so (urejeno od najslabše dostopnosti): Kamnik, Kranjska Gora, Nova Gorica, Šentjur, Zagorje ob Savi in pogojno še Ivančna Gorica. Za občine Kamnik, Kranjska Gora in Zagorje ob Savi je takšen rezultat razumljiv: avtocesta se le delno dotakne območja občine ali ga prečka na robu. V Novi Gorici, Šentjurju

in Ivančni Gorici pa avtocesta oziroma hitra cesta občino skoraj prepolovi. V tem primeru najdemo pojasnilo za takšen rezultat v prostorskem vzorcu poselitve.

4 RAZPRAVA IN SKLEP

V prispevku smo predstavili koncept izračuna prometne dostopnosti, različne pristope k modeliranju ter pomembnejše parametre v modeliranju prometne dostopnosti. V praktičnem delu prispevka smo zasnovali kartografski model izračuna povprečne prometne dostopnosti izbranih lokacij po občinah Slovenije do priključkov na avtocesto ali hitro cesto. V ta namen smo po pristopu potovalnih stroškov nadgradili in dopolnili rastrski pristop modeliranja dostopnosti (Drobne, 2003, 2005; Drobne et al., 2004) z upoštevanjem vpliva gostote prometa, grajenega okolja in razgibanosti terena na potovalno hitrost (Drobne, 2012, 2014). Povprečne čase dostopa v občini smo računali z lokacij vseh stavb iz katastra stavb, stavb s hišno številko ter stavb s stalnim prebivališčem. Rezultate modeliranja povprečne dostopnosti občin z lokacij stavb s stalnim prebivališčem do najbližjega priključka na avtocesto ali hitro cesto za stanje konec leta 2013 je uporabilo MGRT za preverbo uvrstitve občin med obmejna problemska območja (Ur. l. RS, št. 97/2012). Glede na dostopnost do avtocestnega križa v Sloveniji se seznam obmejnih problemskih občin glede na leto 2011 ni spremenil.

Slovenija je glede dostopnosti do priključkov na avtocesto ali hitro cesto zelo raznolika, razlike med najbolj in najmanj dostopnimi občinami so velike: občini Osilnica in Kostel imata povprečno dostopnost, ki je večja od 85 minut, medtem ko je povprečna dostopnost za Naklo in Šempeter - Vrtojbo boljša od 5 minut. Občine z najslabšo dostopnostjo najdemo predvsem v severnih, obmejnih območjih koroške regije, v alpskem svetu na meji z Italijo in na jugu, na meji s Hrvaško. Njihova dostopnost je slabša od ene ure. V večini teh občin že nestrpnost pričakujejo začetek gradnje 3. razvojne osi, s katero se bo bistveno izboljšala njihova dostopnost in ki bo povezala regionalna središča Slovenije.

Rezultati modeliranja so pokazali, da se potovalni časi, glede na različno obravnavo izvorov, nekoliko razlikujejo – vendar so si v povprečju podobni. Najbolj se povprečni dostopni časi razlikujejo v hribovitih svetih, kjer so lokacije prebivališč povprečno tudi za 10 minut bližje avtocestnemu križu kot lokacije vseh stavb iz katastra stavb.

V prispevku smo uporabili rastrski pristop modeliranja dostopnosti, katerega bistvena pomanjkljivost so topološko neurejeni vhodni podatki. Pri tem moramo izpostaviti, da podatkov o avtocestah in hitrih cestah – razen priključkov nanje – v modelu ne upoštevamo. Tako smo rešili težavo topološkega modeliranja podatkov o nadvozih ter cestah, ki so vzporedne na avtoceste in hitre ceste. V rastrskem pristopu modeliranja so rezultati tudi močno pogojeni z izbrano ločljivostjo. V našem primeru smo uporabili ločljivost 100 metrov v naravi, kar se je na makro ravni pokazalo kot popolnoma zadovoljivo.

Glede na vsebino raziskave in ugotovitve v Gabrovec in Bole (2009), kjer sta avtorja ugotovila, da se je po podatkih popisa prebivalstva iz leta 2002 v Sloveniji 85 % delovne mobilnosti izvajalo ravno z motornim vozilom¹⁰, smo se v raziskavi omejili le na enomodalni transport, tj. prevoz z lokacij v občinah do priključka z osebnim vozilom. V modelu smo uporabili eno izmed osnovnih meril prometne dostopnosti. Argument za tako odločitev je predvsem preprosto razumevanje, dostopnost ustreznih vhodnih

¹⁰ *Žal je zasedenost motornega vozila slaba: 78 % delovne mobilnosti se opravi v obliki voznika, le 7 % je sovoznikov (Gabrovec in Bole, 2009).*

podatkov in primerljivost sedanjih rezultatov (Drobne, 2014) s predhodnimi (Drobne, 2012). Glede na namen izračunavanja dostopnosti in širšo problematiko bi v prihodnje veljalo razmisliti o uporabi katerega izmed boljših meril dostopnosti. Kot pomanjkljivost tukaj uporabljene metodologije gotovo lahko štejemo dejstvo, da smo obravnavali dostopnost le delno (do najbližjega avtocestnega priključka). Avtocestni priključki običajno niso lokacije dejavnosti prebivalcev in zato niso končne destinacije potnikov. Tak način obravnave dostopnosti ni popoln in lahko v posameznih primerih pokaže močno precenjeno dostopnost prebivalstva neke občine do posameznih dejavnosti (npr. delovnih mest). Za izboljšavo modela bi bilo bolje uporabiti »potencialni pristop« merjenja dostopnosti. Merila iz te skupine so še vedno dovolj preprosta za razumevanje in zahtevajo zmerno količino vhodnih podatkov, hkrati pa upoštevajo privlačnost destinacije in posameznikovo dožemanje potovalne razdalje, ki jo modeliramo z uporabo funkcije upadanja z razdaljo (Geurs in van Wee, 2004). Model bi lahko izboljšali tudi v drugih segmentih. V sedanjem modelu dostopnosti ne upoštevamo časa v dnevu (oziroma celo v tednu). Zastoje, ki se pojavljajo predvsem v večjih mestih med prometnimi konicami in lahko, navkljub dobri prometni infrastrukturi, bistveno zmanjšujejo dostopnost z osebnim avtomobilom, smo upoštevali le delno s popravki časa vožnje na podlagi obsega prometnega toka. Čeprav rezultati kažejo, da je uporabljeni pristop glede na raven modeliranja zadovoljiv, pa bi ga želeli v prihodnje nadgraditi z metodologijo, pri kateri bi se boljše upoštevale posebnosti posameznih cestnih odsekov.

Literatura in viri:

Glej literaturo na strani 501.

Drobne S., Paliska D. (2015). Povprečna prometna dostopnost občin Slovenije do najbližjega priključka avtoceste ali hitre ceste. *Geodetski vestnik*, 59 (3): 489-522. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.03.486-519

viš. pred. mag. Samo Drobne, univ. dipl. inž. geod.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: samo.drobne@fgg.uni-lj.si

dr. Dejan Paliska, univ. dipl. inž. prom.
Frenkova 3, SI-6280 Ankaran
e-naslov: dejan.paliska1@gmail.com