

ATTRACTIVENESS OF ROADS FOR ILLEGAL DUMPING WITH REGARD TO REGIONAL DIFFERENCES IN SLOVENIA

PRIVLAČNOST CEST ZA NELEGALNO ODLAGANJE ODPADKOV GLEDE NA POKRAJINSKE RAZLIKE V SLOVENIJI

Janez Matos, Krištof Oštir, Jaka Kranjc



Illegal dumping in Slovenia is still widespread, despite
well-organized system of waste collection.
Nelegalno odlaganje je v Sloveniji še vedno precej razširjeno
kljub urejenemu sistemu zbiranja odpadkov.

Attractiveness of roads for illegal dumping with regard to regional differences in Slovenia

DOI: 103986/AGS52207

UDC: 911.5:628.472.2(497.4)

628.472.2:625.7(497.4)

COBISS: 1.01

ABSTRACT: The first countrywide register of illegal dump sites in Slovenia was created in 2010 and 2011. Due to its extensiveness it allows in-depth analyses of factors that affect illegal waste disposal. Prior research has already proven the impact of roads on the incidence of illegal dumps, but in this paper we investigate if regional differences significantly influence its expression. We consider the existing landscape typing, which divides Slovenia into 14 landscape-ecological types. We find significant differences between landscape types in the attractiveness of roads for disposal. They are especially pronounced when comparing the attractiveness of individual road categories.

KEY WORDS: geography, illegal dumps, illegal dumping factors, roads, landscape-ecological types, register of illegal dumps, Slovenia

The article was submitted for publication on January 30, 2012.

ADDRESSES:

Janez Matos

Društvo Ekologi brez meja

Grablovičeva 52, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija

E-pošta: janez.matos@ebm.si

Krištof Oštir, Ph. D.

Inštitut za antropološke in prostorske študije ZRC SAZU

Novi trg 2, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija

E-pošta: kristof@zrc-sazu.si

Jaka Kranjc

Društvo Ekologi brez meja

Grablovičeva 52, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija

E-pošta: jaka.kranjc@ebm.si

Contents

1	Introduction	433
2	Methodology	434
3	Results	438
3.1	Highways	440
3.2	Roads	440
3.3	Country lanes	441
3.4	Dirt roads	441
3.5	Footpaths and horse trails	441
4	Conclusion	441
5	References	442

1 Introduction

Illegal dumping is disposal of waste in areas, where such disposal is not allowed (EPA 1998). Often a distinction is made between disposal of smaller waste (littering) and deposition of large amounts of waste. In our study, we interpret illegal dumping of waste as deliberate disposal of large quantities of waste.

Studies of illegal waste disposal have found that the reasons for occurrence of illegal dumping are most often associated with the development level of waste removal systems, the costs of legal waste disposal, the effectiveness of control and sanctioning and finally public awareness or acceptance of illegal dumping in the society. Webb et al. (2006) state that illegal dumping occurs when it corresponds to more benefits than costs to the population, when flaws in waste collection and disposal systems encourage this kind of behavior, and when producers of waste do not know their responsibilities or options for legal disposal of waste.

In a broader sense, the origin of the illegal waste disposal problem can be found in the way of life, which has a by-product of major quantities of waste. The European Environment Agency has estimated that 2000 million tons of waste was produced in the European Union in 1999, with an annual increase of 10% (Fagan 2002). In Slovenia, the amount of generated waste increased by 55% between 2002 and 2008 (ARSO 2010). Industrial production can be defined as indirect production of waste (Hebermeyer and Lotter 1994). In this context, illegal dumping of waste is only the least desirable method of waste management, still in use by certain population groups even in countries with sound waste management systems. Most people do declare support for environmental protection though, since it is socially desirable. However, when faced with restrictions that would interfere with their way of life by limiting their activities or by increasing cost, their support decreases rapidly (Smrekar 2011).

It is difficult to assess the magnitude of the problem in any given area. In Bosnia, for example, waste removal was organized for only 45% of urban households in 2002, while rural areas had none (Calo and Parise 2009). The estimated illegal dump remediation costs incurred by Slovenian municipalities are around 3 million Euros per year, bearing in mind that the number of illegal dump sites in Slovenia is estimated between 30,000 to 40,000 (Ekologi brez meja 2011). One research from the southeast of Australia showed that in the 5,800 km² area of Western Sydney alone, annually 11,000 tons of waste was being illegally dumped. 7.5 million euros were spent countering its effects in just that area (DECC NSW 2008). The British Environment Agency reported the estimated costs of illegal dumping in Great Britain amounting to 100–150 million pounds per year (Ichinose and Yamamoto 2010).

Solving the problem of illegal dumping is important because illegal dumps pose a threat to human health, groundwater, soil and atmosphere quality, while also having direct and indirect negative economic effects through lowering values of real estate, limiting the potential for tourism and incurring high costs of remediation and environmental control (Šebenik 1994; EPA 1998; Smrekar 2007).

Brečko Grubar (1999) notes, that illegal dumps and waste-filled abandoned gravel pits, which also contain hazardous waste, pose a significant risk to Ljubljansko polje's groundwater. Urbanc and Breg (2005) and Ravbar (2006) found that illegal dumps are major polluters of water protection areas, both on gravel plains and on karst. Breg, Kladnik and Smrekar (2007) discovered 1,445 illegal dumps on the water protection area of the Ljubljansko polje.

The scale of the illegal dumping problem indicates that classical methods of identification, remediation and monitoring of dump sites are often not sufficiently successful, so it is reasonable to look for new methods which could improve these processes. Several authors (for example Baden and Coursey 2002; Smrekar, Breg and Slavec 2006; Morita and Takagishi 2007; DECC NSW 2008), list factors, that influence the spatial distribution of illegal dumps. Some of them suggest that better understanding of these factors would improve the effectiveness of identification, monitoring and remediation procedures. The most frequently mentioned factors influencing the attractiveness of illegal disposal are: the proximity of roads, covertness of location, land use, proximity to legal waste management facilities and demographic characteristics of the surrounding population.

In 2010, the first national register of illegal dump sites was created in Slovenia (Ekologi brez meja 2011), containing 12,392 illegal dumps by the end of June 2011. Such a large publicly accessible database has practical utility for illegal dump remediation, but it is also interesting for carrying out spatial analyses. In 2011 we therefore began to carry out research, which we believe could contribute to better understanding of the factors that influence the spatial distribution of illegal dumps. In the beginning, we focused on studying the factors whose effects on spatial distribution of illegal dump sites have already been proven by previous

researches. We continued with more complex analysis, which could not have been performed in previous researches due to smaller dump site sample sizes.

Authors of all the aforementioned studies of spatial factors have determined that the distance from roads significantly affects the distribution of illegal dumps. Some studies have also investigated the effects of different types of roads. Smrekar (2007) states that in the area of Ljubljansko polje, dumps are most common near gravel roads, followed by tracks and only then asphalt roads. Concluding from field experience with illegal dump inventories, Šebenik (1994, 87) notes that there are regional differences in the incidence of illegal dumps: »At the bottom of valleys most waste is near asphalt roads, since these main roads are practically the only areas accessible by vehicles«.

Authors of other studies of illegal dump spatial distribution factors explore coherent areas of landscape or generalize their findings to the whole study area, not looking for regional differences in the effects of studied factors.

In our opinion the problem is more complex, because the very features of the landscape and cross-interactions between individual factors can have a significant impact on whether and how the effects of factors affecting the distribution of illegal dumps will be expressed. In this paper, we therefore pay particular attention to the search for regional differences in the expression of impact of road proximity to the incidence of illegal dumps.

2 Methodology

The fundamental source of our research data has been the national register of illegal dumps (Ekologi brez meja 2011), which was created in February and March 2010 and complemented in March and April 2011. We excluded dump sites with incomplete or erratic data and those with less than 1 m³ of waste. 8,762 dumps ended up being used for further analysis.

Development of the register was carried out also with its usefulness for investigating the causes of illegal dumping in mind. In order to ensure representativeness of the sample dumps, alternative inventory methods were included in addition to the traditional field inventory of dumps near settlements. The entire territory of Slovenia was examined using orthophoto images – 10,700 potential sites were found, which were then verified in the field. Field work has revealed that one in six potential locations was actually an illegal dumpsite. Several hundred other dumps were discovered in the vicinity of potential locations during the field survey. District foresters of the Slovenian Forest Service have checked their districts and surveyed all thusly discovered dumps. Information was also collected from citizen reports and municipal databases.

To calculate the attractiveness of roads it was first necessary to establish the limit of the category »dump near a road.« According to the methodology used in the inventory, very small distances from the road are not appropriate due to restrictions imposed by the limited accuracy of the data in the used layers of roads and dumps, and the methodology of data collection. A certain loss of precision occurs when marking the locations of dumps, because they are marked approximately in their centers, but can be spread out in areas with radii of up to a few tens of meters. At the same time, there are deviations in the range of a few meters when entering dump locations as a result of inaccuracies in manual entry or limited precision of GPS devices.

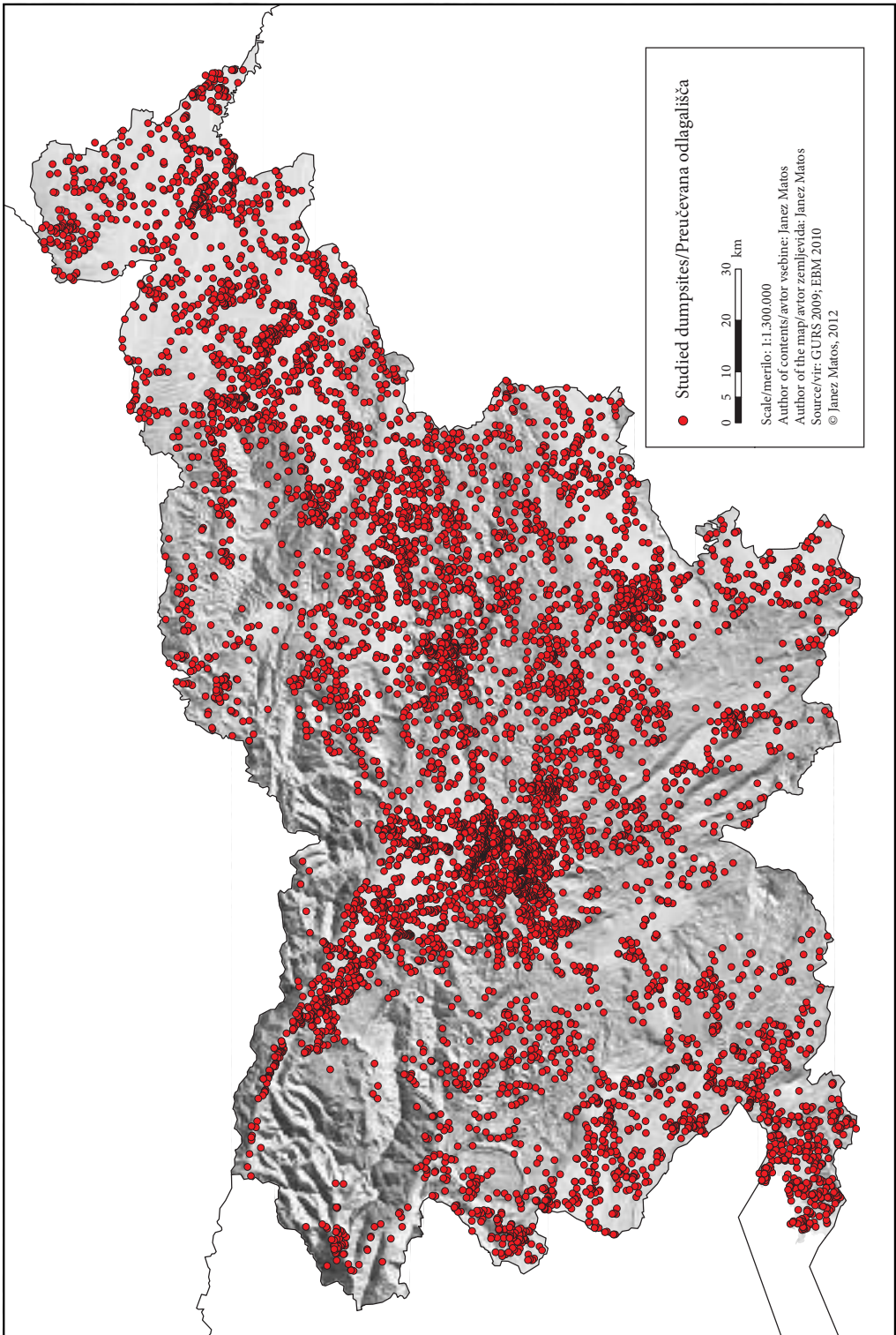
When choosing the road buffer width, we therefore have to take this imprecision into account. At the same time it is important for the relevance of analysis that this buffer is as narrow as possible. With increasing road buffer widths there is also an increasing likelihood that dumps not really near the road would be included into this category, plus there is greater likelihood that dump sites would end up in several road buffers.

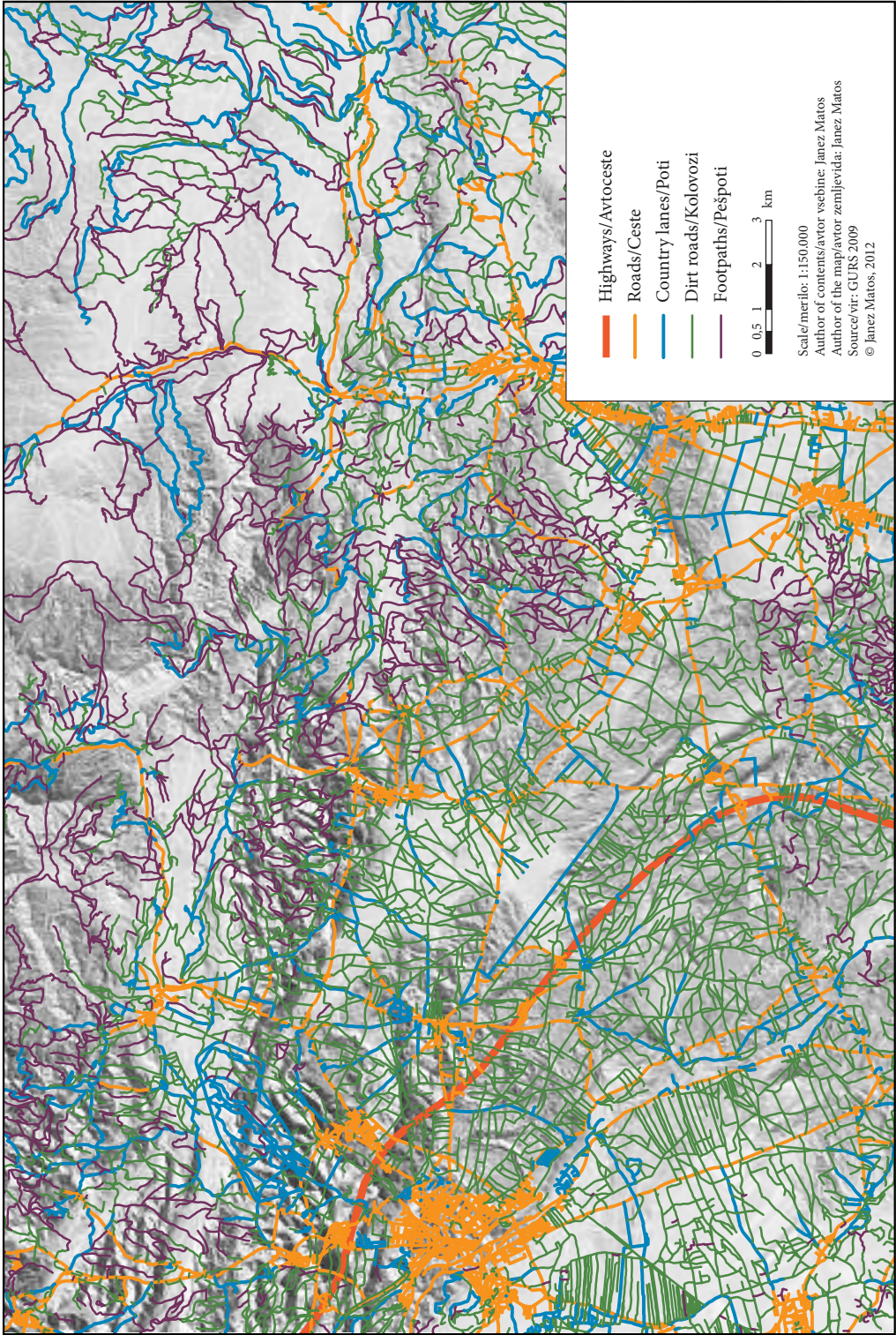
According to these data, equipment and methodology limits, a distance of 30 m has been selected. Such width of the tested buffer takes into account possible variation due to aforementioned factors, but still ensures that most of the largest roadside dumps are correctly categorized. For example, according to the areas of dump sites, if the dumps had a round shape, only 43 (0.5%), with a radius greater than 30 m, would be ignored by this methodology. Since the largest dumps are usually found along roads, the number of incorrectly classified dumps would be even smaller.

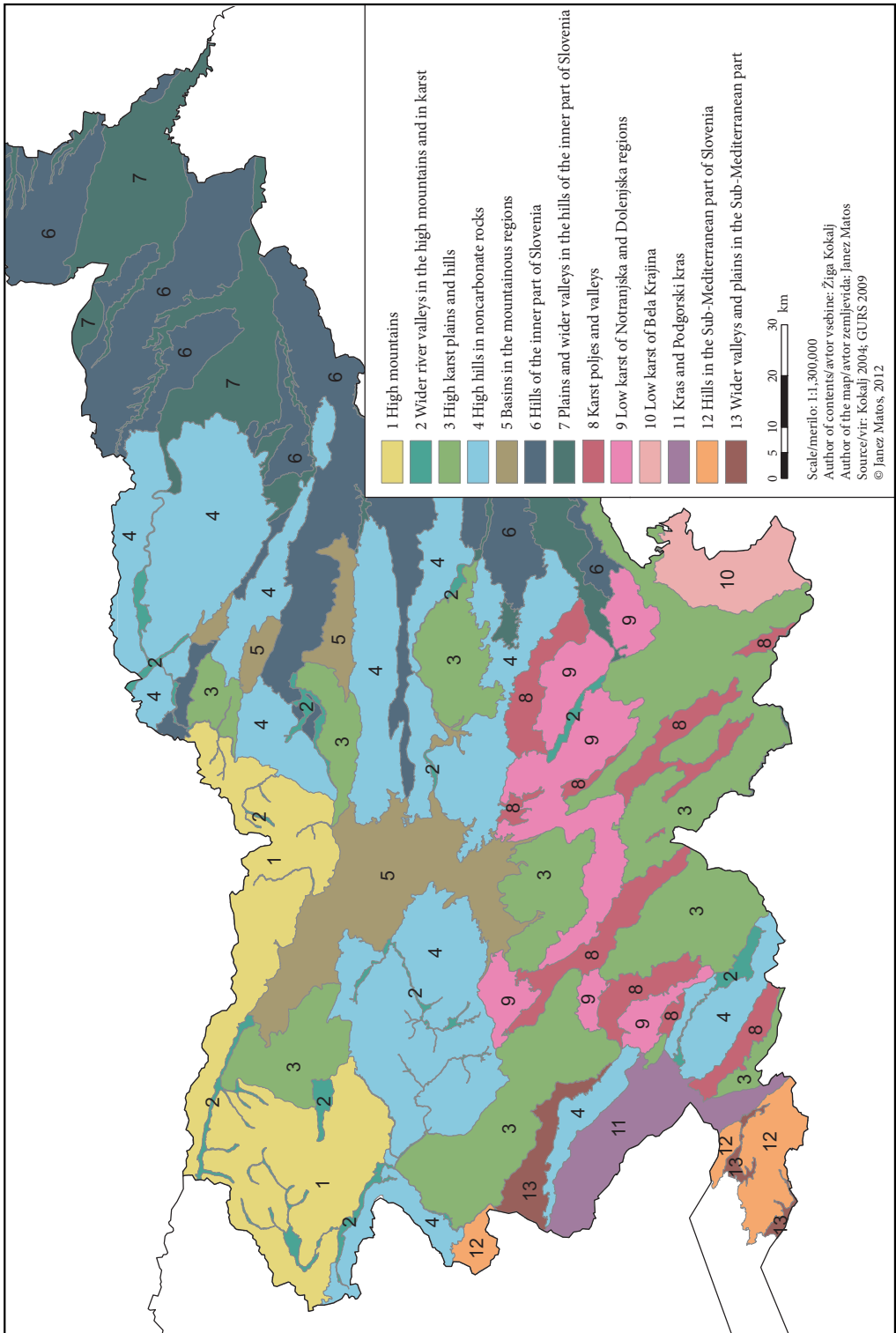
Figure 1: The studied dump sites. ►

Figure 2: City of Kranj and its surroundings. Section of the road layer from DTK 25. ► p. 436

Figure 3: Landscape-ecological typology (Špes and others 2002). ► p. 437







The results of analysis could also be influenced by inaccurately marked dump sites. Problems would arise mainly when using small dump site samples. Such errors can be avoided by performing the analysis in as extensive areas as possible, with high numbers of dumps. This was taken into account during the implementation of our analysis.

Various road layers were collected for analysis: one from the National Topographic Map at a scale of 1 : 5,000, the road network from the National Topographic Map at 1 : 25,000 scale, the road data layer from the register of public infrastructure and the forest road network layer, which was made by the Slovenian Forest Service. We carried out an assessment of the quality of the obtained layers using two test areas in the central and south-eastern Slovenia. Based on this assessment, the roads layer from the National Topographic Map at 1 : 25,000 scale (DTK 25 below) turned out to be the most appropriate for further analysis. The DTK 25 layer entries are divided into five categories: highways, roads, country lanes, dirt roads and foot-paths. Analyses of the attractiveness of illegal dumping have been made for the road layer as a whole and separately for each of the five categories.

Landscape-ecological typology was used as a basis for research of the impact of regional differences. It was designed for environmental vulnerability studies (Špes et al. 2002). The typing takes into account the topography with height stratification, lithological structure with the share of carbonate rock, climate and other natural- and socio-geographic features that separate landscape units so that they have more or less clearly expressed individual characteristics and are different from their neighbors. By combining these landscape units and abstracting regional differences between landscape-ecological units, 14 main landscape-ecological types (13 of them on land plus the sea in the Gulf of Trieste) were extracted. This typology was selected for our study also with an eye on further use of the results. Its segmentation takes into account landscape responsiveness to anthropogenic pressures, which means that in subsequent activity planning, we can choose measures that are tailored to each landscape-ecological type's environmental capacity.

The typology used in our study, divides Slovenia in relatively large units. Twelve of the thirteen types of land surface partially or fully cover five or more municipalities, which ensures large enough samples for dumpsite analysis and reduces the effects of possible varying quality of field data collection in different municipalities.

The calculation of the attractiveness of certain areas for illegal dumping of waste is based on research carried out by Tasaki et al. (2006):

$$P_{ak} = (D_{ak} / S_{ak}) / (D_T / S_T)$$

P_{ak} is the index of attractiveness for illegal dumping of waste for a category k of factor a , D_{ak} is the number of studied dumps in the category k of factor a , S_{ak} is the area of the category k of factor a in the studied area, D_T is the total number of studied dumps; S_T is the entire surface of the studied area.

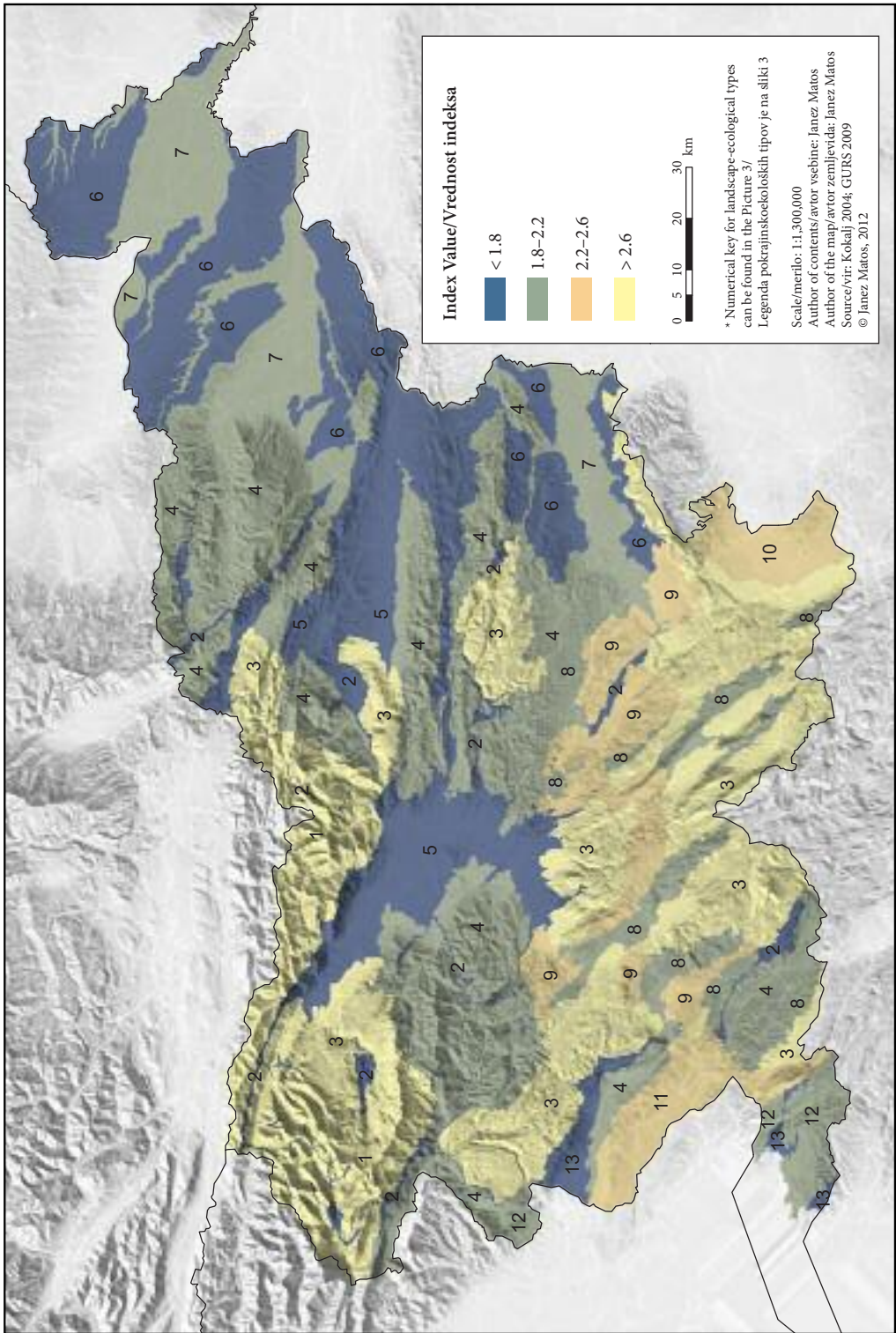
Index value above 1 indicates an above-average attractiveness of the category of the studied factor for the emergence of illegal dumps. An advantage of this methodology is that a larger number of dumps that are classified in each category is not the only criterion for calculating the value of the index, because we also take into account the spatial extents of categories. For example: even though in Slovenia, there are many more dumps in the forests than in gravel pits, the total area of gravel pits is much smaller than the total area of forests. Since the gravel pits contain a relatively large number of dumps, the calculated attractiveness of gravel pits is higher than the attractiveness of forests.

Another advantage of such a method of calculating the attractiveness for illegal dumping is also its resistance to the use of incomplete information. To get satisfying results it is only necessary to use representative samples of roads and dumpsites.

3 Results

The index of attractiveness of roads for illegal dumping of waste reaches a value of 2.1 for the whole territory of Slovenia. The unit with the lowest index value (1.4) is »Wider river valleys in the high mountains and in karst«. The unit »High mountains« has an almost three times higher index (3.9).

Figure 4: Index of attractiveness of roads for illegal dumping of waste by landscape-ecological types. ►



The high index value of attractiveness of illegal dumping in the »High mountains« (as well as in other topographically undulating landscape-ecological types) is expected, since it is not easy to dispose of waste far away from motorable roads in these areas. Furthermore, due to sparser road networks, dumps are more common near a small number of existing roads, which also affects a higher index value.

Index values for »karst« types of surfaces are exceptionally high. The difference between units »High karst plains and hills« and »High hills in non-carbonate rock« is particularly interesting. Although both units represent high hills, the index value of hills in non-carbonate rock is almost twice as high. The reason for the difference between karst and non-karst landscape-ecological types stems from the fact that karst areas are more scarcely populated and have sparser road networks, which means that dumps are more common along existing roads. Off-road karst is challenging to pass through, new roads are seldom created and there are a lot of concave topographic forms that perpetrators perceive as suitable for disposal, even when they are in the immediate vicinity of roads.

Table 1: Indices of attractiveness of roads for illegal disposal by landscape-ecological types (Špes et al. 2002) and by category of roads (DTK25).

Landscape-ecological type	average	highways	roads	country lanes	dirt roads	footpaths
High mountains	3.9	/	26.5	9.0	7.2	1.2
Wide river valleys in the high mountains and in karst	1.4	4.5	1.5	1.7	1.5	1.2
High karst plains and hills	2.9	6.9	12.6	4.1	3.0	1.2
High hills in non-carbonate rock	2	6.1	4.9	2.8	2.0	1.1
Basins in the mountainous regions	1.7	0.9	1.4	2.4	1.9	0.8
Hills in the inner part of Slovenia	1.6	3.8	2.2	1.7	1.6	1.5
Plains and wider valleys in the hills of the inner part of Slovenia	2.1	/	1.2	2.3	2.7	1.7
Karst poljes and valleys	2.2	2.7	2.4	2.8	2.3	1.7
Low karst of Dolenjska and Notranjska regions	2.3	5.9	2.7	4.1	2.2	1.2
Low karst of Bela krajina (3 municipalities)	2.2	/	2.3	3.6	2.1	1.9
Kras and Podgorski kras	2.4	1.3	3.2	5.2	2.7	1.3
Hills in the Sub-Mediterranean part of Slovenia	1.8	/	2.5	3.3	2.0	1.5
Wider valleys and plains in the Sub-Mediterranean part of Slovenia	1.6	4.3	1.6	2.4	1.8	0.6
Slovenia	2.1	3.2	3.2	2.6	2.4	1.0

3.1 Highways

Highways are not really suitable for transport of waste to illegal dumpsites, but due to causing environmental degradation, they may indirectly affect surrounding areas that citizens then perceive as suitable for dumping.

Since the number and length of highways compared to other types of roads is relatively small, the total number of dumps in the 30-meter buffer around them is only 30, in each landscape-ecological type at most 10 and in the majority 3 or less. However, since the total area of the 30-meter highway buffer occupies only 21 km², the calculated index of attractiveness is high (3.2). Areas near highways therefore do attract illegal dumping. Field experience confirms it, too.

3.2 Roads

The index of attraction in the »roads« category has an above-average value for all landscape-ecological types. Reaching a value as high as 3.2 (compared to 2.1 for the entire studied road network layer) is surprising, since according to the findings of prior research, we would expect higher values in lower-order road categories.

There are interesting differences between landscape types. A clear tenfold difference between topographically undulated (14.6) and plain (1.5) landscape-ecological types can be seen. Another noteworthy difference is the one between types that are above averagely densely populated (average score of 1.8) and

those scarcely populated (average score of 7.8). Karstic landscape-ecological types have higher values than non-karstic.

The reason for such high differences in this category of roads should be sought in the fact that in less populated areas and those with undulating topography there is not much land easily accessible for vehicles. Roads in scarcely populated areas are often isolated enough and have low enough traffic, that perpetrators need not fear unwanted attention. On rough terrain, perpetrators seem to find the slopes along major transport routes very suitable for disposal of waste, while in the plains they have to find hidden concave land forms or covert overgrown areas which are not usually located near major transportation routes.

The situation is slightly different in karst regions, where concave landforms are abundant, which may explain the higher index values for the »roads« category. Furthermore, regular waste collection was organized later in the less populated regions of Slovenia than in the more densely populated ones and in some, waste collection coverage is still not sufficient, so illegal waste dumping is more socially acceptable there and thus perpetrators are not willing to invest as much effort into concealment of their acts.

3.3 Country lanes

The index value for the whole area of Slovenia is 2.6. The value is again higher in landscape-ecologic types with undulating topography and scarce population, but unlike in the »roads« category, the differences between types are not so pronounced.

Country lanes are more attractive (as compared to the »roads« category) to perpetrators in the plains and in more heavily populated areas, because disposal near major roads would often be too noticeable. In contrast, in the topographically undulating areas, the category »country lane« is less attractive than the »roads« category, as the surroundings of easily accessible and major roads are also unnoticeable enough, that perpetrators perceive them as appropriate for illegal dumping.

3.4 Dirt roads

The value of the index for the whole country is 2.4. As expected, values for flat landscape-ecological types are slightly higher than the average for all roads. Nevertheless, even in the planar types the values are slightly lower than those in the »country lanes« category. Lower index values, even on flat landscape-ecological types, are surprising at first sight. Smrekar (2007) for example, mentions that in Ljubljansko polje most dumps occur near dirt roads. This is in fact also true for the whole country, as for almost half of the studied dumps (4,160 of 8,757) »dirt road« is the nearest road category. However, this category is also the biggest road category. The total area of the 30-meter buffers for all categories of roads occupies 5,767 km², for »dirt roads« 2,729 km², while for »roads« only 829 km². The density of the dirt road network in flat areas is particularly high and therefore causes slightly lower index values in flat landscape-ecological types.

3.5 Footpaths and horse trails

Index values are low, comparing to other road types. The value for the whole Slovenia is even slightly below 1, which confirms the findings of older researches, that paths, impassable for vehicles, are not attractive for illegal dumping.

Analyses by individual landscape-ecological types and road categories have proven to be more appropriate than generalizations of the results to the whole studied area. However, the calculated values are still generalizations, since for example all dirt roads in certain landscape-ecological type are not equally attractive for illegal dumping. It would therefore be interesting for further research, to take into account other factors that affect the distribution of dumps – vicinity of settlements, vicinity of legal landfills, land cover et cetera.

4 Conclusion

The completed analyses have confirmed that the proximity of roads is one of the factors that significantly affect the incidence of illegal dumps.

We calculated the index of attractiveness of roads for illegal dumping for the entire territory of Slovenia, then separately for each landscape-ecological type. It became clear that the index value for the whole country is 2.1, which confirmed older research claims that the immediate vicinity of roads is exceptionally attractive for illegal dumping.

The index of attractiveness of roads for illegal dumping varies significantly between different landscape-ecological types. It is evident from the results, that higher index values are generally characteristic of landscape-ecological types with lower population density, sparser road networks, higher percentage of forest cover and greater topographical undulation.

The differences between landscape types are even more pronounced when comparing different types of roads. The index was calculated for each type of road for the whole country and separately for each landscape-ecological type. We have shown that the biggest difference between the studied landscape types appear in the »roads« category. Topographically undulating and scarcely populated landscape-ecological types have up to ten times higher values of the index of attraction for illegal dumping in this category when compared to more flat and densely populated types. One of the reasons for these differences is probably a need to find smaller, better hidden roads for disposal in flat and densely populated areas, while the perpetrators in topographically diverse and lightly populated landscape types perceive also the surroundings of major roads as appropriate for illegal dumping of waste.

On the country level the highest value was calculated for the »roads« category, while the »dirt roads« category barely exceeds the index value for all categories of roads. Surroundings of »footpath« category, as expected, turned out not to be attractive for illegal dumping. Interestingly, the smallest still motorable roads are not the most attractive for illegal disposal at the level of Slovenia, even though our survey found that nearly half of all the studied dumps are located closest to the roads of this category. Slightly bigger roads which DTK 25 categorizes as »roads« and »country lanes« have higher values. In flat landscape-ecological types the lowest two still passable road categories really are the most interesting for illegal disposal, while in more topographically diverse and less populated landscape-ecological types roads of higher categories are more attractive.

Further research, in addition to the assessment of roads, could focus on other factors that influence the spatial distribution of illegal dumps. It would be useful to carry out a complex evaluation of various factors with the help of machine learning and data mining, with which it would be possible to obtain lists of rules that determine the spatial distribution of illegal dump sites and thus contribute to a more effective control of the illegal dumping problem.

5 References

- ARSO, 2010: Poročilo o okolju v Sloveniji 2009. Internet: <http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/poročila/poročila%20o%20stanju%20okolja%20v%20Sloveniji/> (20. 8. 2010).
- Baden, B. M., Coursey, D. L. 2002: The locality of waste sites within the city of Chicago, A demographic, social, and economic analysis. *Resource and Energy Economics* 24, 1-2. Amsterdam. DOI: 10.1016/S0928-7655(01)00060-4
- Biotto, G., Silvestri, S., Gobbo, L., Furlan, E., Valenti, S., Roselli, R. 2009: GIS, multi-criteria and multi-factor spatial analysis for the probability assessment of the existence of illegal landfills. *International Journal of Geographical Information Science* 23-10. London. DOI: 10.1080/13658810802112128
- Brečko Grubar, V. 1999: Landscape Vulnerability of Ljubljana's Most Important Water Source. *Acta geographica* 39. Ljubljana.
- Breg M., Kladnik D., Smrekar A. 2007: Dumping sites in the Ljubljansko polje water protection area, the primary source of Ljubljana's drinking water. *Acta geographica Slovenica* 47-1. Ljubljana. DOI: 10.3986/AGS47104
- Calo F., Parise M., 2009: Waste management and problems of groundwater pollution in karst environments in the context of a post-conflict scenario, The case of Mostar (Bosnia Herzegovina). *Habitat International* 33-1. Vancouver. DOI: 10.1016/j.habitatint.2008.05.001
- Cigale, D. 2002: Izbrani kazalci obremenjenosti okolja pri študijah ranljivosti okolja. Dela 18. Ljubljana.
- DECC NSW, 2008: Crackdown on illegal dumping, Handbook for local government. Internet: <http://www.environment.nsw.gov.au/resources/warr/200845IllegalDumping.pdf> (10. 8. 2011).

- Ekologi brez meja, 2011: Popis divjih odlagališč 2011. Internet: <http://ebm.si/p/register/ozadje.popisa.pdf> (15. 8. 2011).
- EPA, 1998: Illegal dumping prevention guidebook. Internet: www.epa.gov/region5/illegaldumping/ (10. 8. 2011).
- Fagan, H. 2002: Grounding Waste, Towards a Sociology of Waste Networks. Internet: <http://eprints-prod.nuim.ie/470/1/WPS18.pdf> (10. 9. 2010).
- Hebermeyer, W., Lotter, K. 1994: Filozofija smeti, 12 tez. Časopis za kritiko znanosti 22. Ljubljana.
- Ichinose, D., Yamamoto, M., 2010: On the relationship between provisions of waste management services and illegal dumping. Resource and energy economics 33-1. Amsterdam. DOI: 10.1016/j.reseneeco.2010.01.002
- Kokalj, Ž. 2004: Vrednotenje pokrajinskoekoloških tipov Slovenije v luči pokrovnosti, pridobljene s klasifikacijo satelitskih posnetkov Landsat. Diplomaska naloga. Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Morita, A., Takagishi, S. 2007: GIS-based Support Systems for the Reduction of Illegal Dumping. Internet: <http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc02/pap1172/p1172.htm> (15. 9. 2011).
- Ravbar, N. 2006: Karst aquifer hazard assessment and mapping on the Classical Karst. Acta geographica Slovenica 46-2. Ljubljana. DOI: 10.3986/AGS46202
- Smrekar, A. 2007: Divja odlagališča odpadkov na območju Ljubljane. Georitem 1. Ljubljana.
- Smrekar, A. 2011: From environmental awareness in word to environmental awareness in deed: The case of Ljubljana. Acta geographica Slovenica 51-2. Ljubljana. DOI: 10.3986/AGS51203
- Šebenik, I. 1994: Pokrajinske značilnosti manjših neurejenih odlagališč odpadkov v Sloveniji z zasnovo akcijskega načrta ureditve in oceno tveganja onesnaženja podzemnih voda. Geographica Slovenica 26-1. Ljubljana.
- Špes, M., Cigale, D., Lampič, B., Natek, K., Plut, D., Smrekar, A. 2002: Študija ranljivosti okolja, Metodologija in aplikacija. Geographica Slovenica 35, 1-2. Ljubljana.
- Tasaki, T., Matsui, Y., Kawahata, T., Osako, M., Takagishi, S., Morita, A. 2004: Analysis of Geographic Attributes and Probabilities Related to Illegal Dumping. Journal of the Japan Society of Waste Management Experts 15-1. Tokyo.
- Urbanc, M., Breg, M. 2005: Gravel plains in urban areas: gravel pits as an element of degraded landscapes. Acta geographica Slovenica 45-2. Ljubljana. DOI: 10.3986/AGS45202
- Webb, B., Marshall, B., Czarnomski, S., Tilley, N. 2006: Fly-tipping, Causes, Incentives and Solutions. Internet: <http://archive.defra.gov.uk/environment/quality/local/flytipping/documents/flytipping-causes.pdf> (5. 8. 2011).

Privlačnost cest za nelegalno odlaganje odpadkov glede na pokrajinske razlike v Sloveniji

DOI: 103986/AGS52207

UDK: 911.5:628.472.2(497.4)

628.472.2:625.7(497.4)

COBISS: 1.01

IZVLEČEK: V letih 2010 in 2011 je nastal prvi vseslovenski register divjih odlagališč odpadkov. Zaradi svoje obsežnosti omogoča izvedbo poglobljenih analiz dejavnikov, ki vplivajo na nelegalno odlaganje odpadkov. Vpliv cest na pojavnost divjih odlagališč so dokazale že predhodne raziskave, v prispevku pa ugotavljamo, ali na njegovo izražanje pomembno vplivajo tudi pokrajinske razlike. Upoštevamo obstoječo pokrajinsko tipizacijo, ki deli Slovenijo na 14 pokrajinskoekoloških tipov. Med pokrajinskimi tipi se pokažejo pomembne razlike v privlačnosti cest za odlaganje, ki so še posebej izrazite ob primerjavi privlačnosti posameznih cestnih kategorij.

KLJUČNE BESEDE: geografija, divja odlagališča, dejavniki nelegalnega odlaganja, ceste, pokrajinskoekološki tipi, register divjih odlagališč, Slovenija

Uredništvo je prejelo prispevek 30. januarja 2012.

NASLOVI:

Janez Matos

Društvo Ekologi brez meja

Grablovičeva 52, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija

E-pošta: janez.matos@ebm.si

dr. Krištof Oštir

Inštitut za antropološke in prostorske študije ZRC SAZU

Novi trg 2, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija

E-pošta: kristof@zrc-sazu.si

Jaka Kranjc

Društvo Ekologi brez meja

Grablovičeva 52, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija

E-pošta: jaka.kranjc@ebm.si

Vsebina

1	Uvod	445
2	Metodologija	446
3	Rezultati	449
3.1	Avtoceste	449
3.2	Ceste	450
3.3	Poti	450
3.4	Kolovozi	450
3.5	Pešpoti oziroma konjske steze	450
4	Sklep	451
5	Literatura	451

1 Uvod

Nelegalno odlaganje odpadkov je odlaganje odpadkov na območjih, kjer to ni dovoljeno (EPA 1998). Pogosto se ločuje med odmetavanjem manjših odpadkov (smetenje) in odlaganjem večjih količin odpadkov. Nelegalno odlaganje odpadkov v naši raziskavi razumemo kot načrtno odlaganje večjih količin odpadkov.

Raziskave nelegalnega odlaganja odpadkov ugotavljajo, da so razlogi za pojav divjih odlagališč največkrat povezani s stopnjo razvitosti sistema odvoza odpadkov, stroški legalnega odlaganja odpadkov, učinkovitostjo nadzora in sankcioniranja ter ozaveščenostjo prebivalstva oziroma sprejemljivostjo nelegalnega odlaganja v določeni družbi. Kot na primer ugotavljajo Webb in ostali (2006), se nelegalno odlaganje pojavi, kadar za prebivalstvo to predstavlja več koristi kot stroškov, kadar slabosti v sistemu zbiranja in odlaganja odpadkov spodbujajo tovrstno ravnanje in kadar proizvajalci odpadkov ne poznajo svojih dolžnosti oziroma načinov za legalno odstranitev odpadkov.

V širšem smislu je izvor problematike nelegalnega odlaganja odpadkov način življenja, katerega stranski proizvod so velike količine odpadkov. Evropska okoljska agencija je ocenila, da je bilo v Evropski uniji leta 1999 proizvedenih 2000 milijonov ton odpadkov, njihova količina pa je vsako leto narasla za 10 % (Fagan 2002). V Sloveniji je med letoma 2002 in 2008 količina vseh nastalih odpadkov narasla za 55 % (ARSO 2010). Industrijska proizvodnja je proizvodnja smeti, ki poteka posredno preko proizvodnje uporabnih proizvodov (Hebermeyer in Lotter 1994). Nelegalno odlaganje odpadkov v tem smislu predstavlja zgolj najmanj zaželen način ravnanja z odpadki, ki se ga tudi v državah, kjer je sistem ravnanja z odpadki urejen, del prebivalstva še vedno poslužuje. Večina ljudi sicer deklarativno podpira varovanje okolja, saj je to tudi družbeno zaželeno dejanje. Ko pa se soočijo z omejitvami, ki bi posegle v njihov način življenja v obliki omejevanja njihovih aktivnosti ali povečanja stroškov, ta vnetost hitro popusti (Smrekar 2011).

Obsežnost problematike na posameznem območju je težko oceniti. V Bosni na primer je imelo leta 2002 urejen odvoz odpadkov le 45 % urbanih gospodinjstev, medtem ko ruralna območja niso imela zagotovljenega odvoza odpadkov (Calo in Parise 2009). Ocenjeni stroški, ki jih imajo slovenske občine s sanacijo divjih odlagališč, znašajo okoli 3 milijone evrov na leto, pri čemer je število divjih odlagališč v Sloveniji ocenjeno na 30.000–40.000 (Ekologi brez meja 2011). Raziskava z jugovzhoda Avstralije je pokazala, da so samo na območju Zahodnega Sydneya, ki obsega 5800 km², nelegalno odvrgli 11.000 ton odpadkov letno. Za odpravljanje posledic so samo na tem območju namenili 7,5 milijona evrov (DECC NSW 2008). Britanska okoljska agencija poroča, da so ocenjeni stroški nelegalnega odlaganja v Veliki Britaniji 100–150 milijonov funtov na leto (Ichinose in Yamamoto 2010).

Reševanje problematike divjih odlagališč je pomembno, saj divja odlagališča predstavljajo grozno zdravju ljudi, ogrožajo podtalnico, prst in ozračje, imajo pa tudi posredne in neposredne negativne učinke na gospodarstvo zaradi nižanja vrednosti nepremičnin, omejevanja turističnega potenciala, visokih stroškov sanacij in stroškov inšpekcijskega nadzora (Šebenik 1994; EPA 1998; Smrekar 2007).

Brečko Grubarjeva (1999) ugotavlja, da veliko nevarnost za podtalnico Ljubljanskega polja predstavljajo črna odlagališča in z odpadki zasipane gramoznice, ki vsebujejo tudi nevarne odpadke. Urbanc in Breg (2005) ter Ravbar (2006) ugotavljajo, da se divja odlagališča uvrščajo med pomembne onesnaževalce vodovarstvenih območij tako na prodnih ravninah kot na Krasu. Breg, Kladnik in Smrekar (2007) pa so na vodovarstvenem območju Ljubljanskega polja odkrili kar 1445 odlagališč.

Obsežnost problematike divjih odlagališč nakazuje, da klasične metode identifikacije, sanacije in nadzora odlagališč pogosto niso dovolj uspešne, zato je smiselno iskati nove metode, ki bi te procese izboljšale. Več avtorjev (na primer Baden in Coursey 2002; Smrekar Breg in Slavec 2006; Morita in Takagishi 2007; DECC NSW 2008) navaja dejavnike, ki vplivajo na razporeditev divjih odlagališč v prostoru. Nekateri ugotavljajo, da bi bili z boljšim poznavanjem teh dejavnikov postopki identifikacije, spremljanja in reševanja problematike nelegalnega odlaganja lahko učinkovitejši. Med dejavniki, ki vplivajo na privlačnost za nelegalno odlaganje, se najpogosteje omenjajo bližina cest, skritost lokacije, izraba zemljišča, bližina legalnih odlagališč in demografske značilnosti okoliškega prebivalstva.

V letu 2010 je v Sloveniji nastal prvi nacionalni register divjih odlagališč (Ekologi brez meja 2011), v katerega je bilo do konca junija 2011 vnesenih 12.392 divjih odlagališč. Tako velika javno dostopna baza odlagališč ima praktično uporabnost za sanacije odlagališč, zanimiva pa je tudi za izvedbo prostorskih analiz. V letu 2011 smo tako začeli z izvedbo raziskav, za katere verjamo, da bi lahko prispevale k boljšemu poznavanju dejavnikov, ki vplivajo na razporeditev divjih odlagališč v prostoru. V začetku smo se

osredotočili na preučevanje dejavnikov, katerih vplive so dokazale že dotedanje raziskave, pri tem pa se nismo ustavili zgolj pri dokazovanju vplivov teh dejavnikov na razporeditev odlagališč, pač pa smo bazo podatkov izkoristili tudi za kompleksnejše analize, ki jih v obstoječih raziskavah zaradi manjšega vzorca odlagališč ni bilo mogoče izvesti.

Avtorji vseh omenjenih raziskav vplivov prostorskih dejavnikov ugotavljajo, da je oddaljenost od cest eden izmed dejavnikov, ki pomembno vplivajo na razporeditev divjih odlagališč. V nekaterih raziskavah so bili raziskani tudi vplivi različnih tipov cest. Smrekar (2007) na primer navaja, da so na območju Ljubljanskega polja odlagališča najpogostejša v bližini makadamskih cest, sledijo kolovozi in šele nato asfaltne ceste. Šebenik (1994, 87) glede na terenske izkušnje pri popisovanju odlagališč ugotavlja, da pri pojavnosti divjih odlagališč obstajajo tudi pokrajinske razlike: »V dnu dolin je največ odpadkov kar ob asfaltiranih površinah, ki so tam kot glavne ceste pravzaprav skoraj edina z vozili dostopna površina«.

Avtorji drugih raziskav vplivov dejavnikov prostorske razporeditve divjih odlagališč preučujejo pokrajinsko enotna območja ali pa svoje ugotovitve posplošijo na vse območje, ki ga preučujejo, in ne iščejo pokrajinskih razlik v vplivih raziskovanih dejavnikov.

Problematika je po našem mnenju kompleksnejša, saj same značilnosti pokrajine ter medsebojni vplivi posameznih dejavnikov lahko pomembno vplivajo na to, ali in kako se bodo izrazili vplivi dejavnikov, ki določajo razporeditev divjih odlagališč. V prispevku se zato še posebej posvetimo iskanju pokrajinskih razlik v izražanju vpliva bližine cest na pojavnost divjih odlagališč.

2 Metodologija

Temeljni vir naše raziskave so bili podatki nacionalnega registra divjih odlagališč (Ekologi brez meja 2011), ki je bil izdelan v februarju in marcu 2010 ter dopolnjen v marcu in aprilu 2011. Izločena so bila odlagališča z nepopolnimi ali neustreznimi podatki ter odlagališča, ki so vsebovala manj kot 1 m³ odpadkov. V nadaljnje analize je bilo tako uvrščenih 8762 odlagališč.

Slika 1: Preučevana odlagališča.
Glej angleški del prispevka.

Razvoj registra je bil opravljen tudi z mislijo na njegovo uporabnost za raziskave vzrokov nelegalnega odlaganja. Da bi bila zagotovljena reprezentativnost vzorca odlagališč, so bile tako, poleg klasičnega terenskega popisa odlagališč v bližini naselij, v popis vključene tudi alternativne metode popisov. Celotno ozemlje Slovenije je bilo pregledano s pomočjo ortofoto posnetkov – odkrili so 10.700 potencialnih lokacij, ki so jih nato preverili na terenu. Ob terenskem pregledu se je pokazalo, da je vsaka šesta potencialna lokacija divje odlagališče, nekaj sto drugih odlagališč pa je bilo med terenskim pregledom odkritih v okolici potencialnih lokacij. Revirni gozdarji Zavoda za gozdove Slovenije so preverili svoje gozdarske rajone in popisali vsa tako odkrita odlagališča. Informacije so bile zbrane tudi s prijavi občanov in s pomočjo občinskih baz podatkov.

Za izračun privlačnosti cest je bilo najprej potrebno določiti mejo kategorije »odlagališče ob cesti«. Glede na metodologijo, uporabljeno pri popisu, zelo majhne razdalje od cest niso smiselne zaradi omejitev, ki jih postavlja omejena natančnost uporabljenega sloja podatkov o cestah, podatkov o odlagališčih in metodologije zbiranja podatkov. Določena nenatančnost se pojavlja pri označevanju lokacij odlagališč, saj so te označene približno v središču odlagališč, ki se lahko razprostirajo na območju s polmerom do nekaj deset metrov. Hkrati pri vnosih odlagališč prihaja do nekajmetrskih odstopanj, ki so posledica netočnosti pri ročnih vnosih lokacij odlagališč oziroma omejene natančnosti GPS aparatov.

Pri izbiri širine pasu ob cestah moramo torej upoštevati nenatančnosti podatkov, hkrati pa je za ustreznost analiz pomembno, da je ta pas čim ožji, saj se s povečevanjem pasu ob cestah povečuje verjetnost, da bi odlagališča, ki v resnici niso ob cesti, uvrstili v to kategorijo, večja pa je tudi verjetnost, da območje odlagališča prekriva pas ob več cestah.

Glede na navedene omejitve podatkov, opreme in metodologije je bila izbrana razdalja 30 m. Taka širina opazovanega pasu upošteva mogoča odstopanja zaradi navedenih dejavnikov, hkrati pa omogoča, da je večina največjih odlagališč, ki ležijo ob cestah, uvrščena v pravilno kategorijo. Če bi imela na primer

odlagališča okroglo obliko, bi bilo, glede na podatke o površinah odlagališč, odlagališč s polmerom večjim od 30 m le 43 (0,5 %). Ker pa največja odlagališča navadno nastajajo vzdolž cest, bi bilo nepravilno uvrščeni odlagališč še manj.

Na rezultate analiz bi lahko vplivale tudi nenatančno ali napačno označene lokacije odlagališč. Do težav bi lahko prišlo predvsem ob uporabi majhnega vzorca odlagališč. Tovrstnim napakam se lahko izognemo z opravljanjem analiz v prostorsko čim bolj obsežnih območjih z velikim številom odlagališč, kar je bilo med izvedbo analiz upoštevano.

Za analize je bilo pridobljenih več različnih slojev podatkov o cestah: Sloj cest iz Državne topografske karte v merilu 1 : 5000, cestna mreža iz Državne topografske karte v merilu 1 : 25.000, sloj podatkov o cestah iz katastra gospodarske javne infrastrukture ter sloj mreže gozdnih cest, ki ga je izdelal Zavod za gozdove Slovenije. Izvedli smo presojo kvalitete pridobljenih slojev s pomočjo dveh testnih območjih v osrednji in jugovzhodni Sloveniji. Na podlagi te presoje se je izmed preučevanih slojev kot najustreznejši za nadaljnje analize izkazal sloj cest iz Državne topografske karte v merilu 1 : 25.000 (v nadaljevanju DTK 25). V sloju DTK 25 se vnosi delijo na pet kategorij: avtoceste, ceste, poti, kolovozi in konjske steze oziroma pešpoti. Analize privlačnosti za nelegalno odlaganje so bile opravljene tako za cestni sloj v celoti, kot za vsako od petih kategorij posebej.

Slika 2: Mesto Kranj z okolico. Izsek iz cestnega sloja DTK 25. Glej angleški del prispevka.

Kot podlaga za raziskave vplivov pokrajinskih razlik je bila uporabljena pokrajinskoekološka tipizacija, ki je bila izdelana za namen izdelave študij ranljivosti okolja (Špes in ostali 2002). Pri izdelavi tipizacije je bil upoštevan relief z višinsko slojevitostjo, litološka zgradba z deležem karbonatnih kamnin, podnebje ter druge naravno- in družbenogeografske značilnosti, ki ločujejo pokrajinske enote tako, da imajo te bolj ali manj jasno izražene individualne značilnosti ter se razlikujejo od sosednjih. Z združevanjem pokrajinskih enot oziroma abstrahiranjem pokrajinskih razlik med posameznimi pokrajinskoekološkimi enotami je bilo tako izločenih 14 glavnih pokrajinskoekoloških tipov (13 kopnih in Morje v Tržaškem zalivu). Izbira te pokrajinske členitve je bila v pričujoči raziskavi opravljena tudi z mislijo na nadaljnjo uporabo pridobljenih rezultatov. Členitev namreč upošteva odzivnost pokrajine na antropogene pritiske, kar pomeni, da lahko pri kasnejšem načrtovanju dejavnosti znotraj posameznega pokrajinskoekološkega tipa izberemo ukrepe, ki so prilagojeni nosilnosti okolja.

Uporabljena tipizacija deli Slovenijo na razmeroma velike enote. Dvanajst od trinajstih kopnih tipov površja delno ali v celoti zajema pet občin ali več, kar zagotavlja dovolj velike vzorce odlagališč za izvedbo analiz ter zmanjšuje vpliv nihanja kakovosti dela posameznih popisovalcev na rezultate popisa.

Izračun privlačnosti določenega območja za nelegalno odlaganje odpadkov temelji na raziskavah divjih odlagališč, ki so jih opravili Tasaki in ostali (2006):

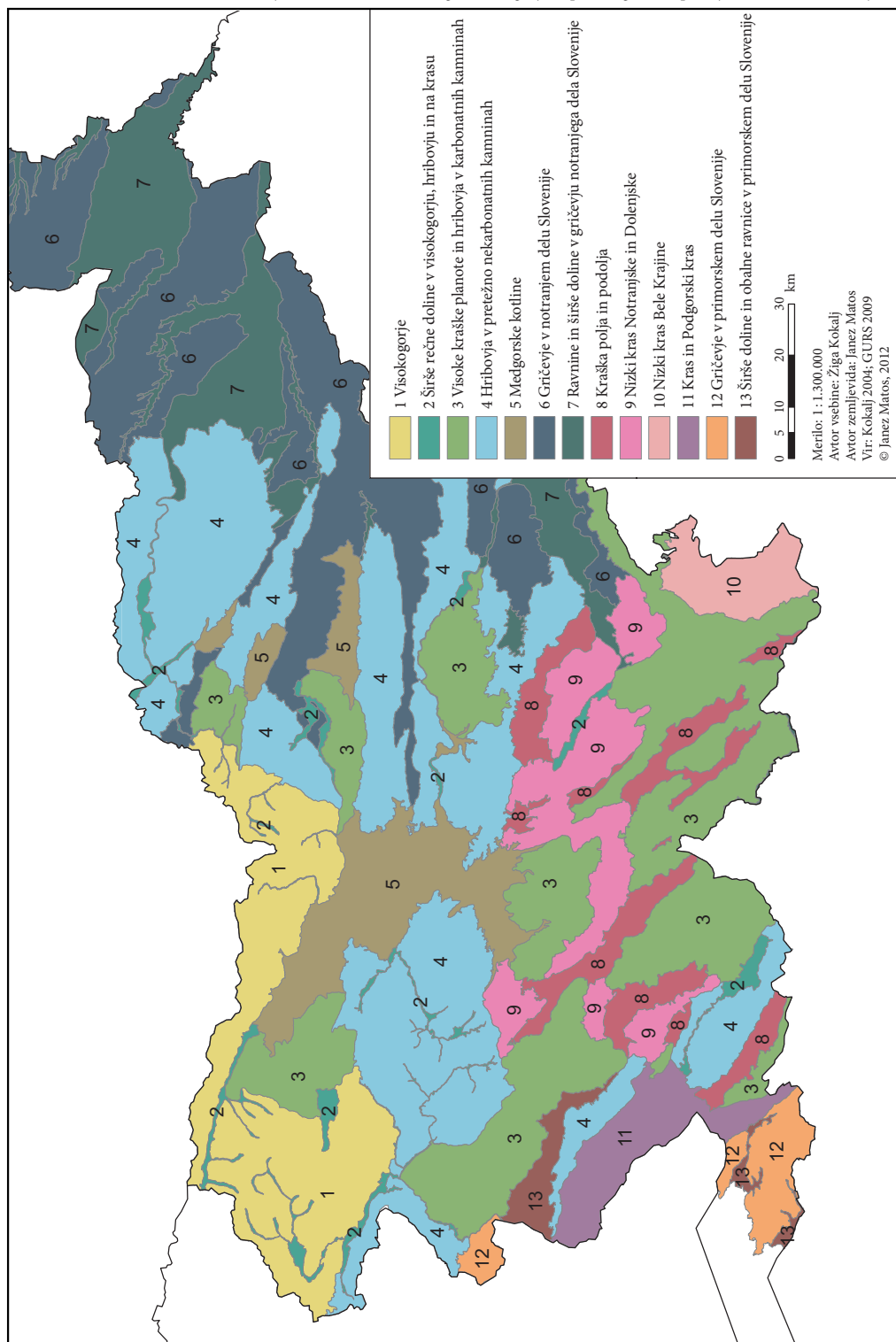
$$P_{ak} = (D_{ak} / S_{ak}) / (D_T / S_T)$$

P_{ak} je indeks privlačnosti za nelegalno odlaganje odpadkov za kategorijo k dejavnika a , D_{ak} število preučevanih odlagališč v kategoriji k dejavnika a , S_{ak} površina, ki jo pokriva kategorija k dejavnika a na preučevanem območju, D_T število vseh preučevanih odlagališč ter S_T celotna površina preučevanega območja.

Vrednosti indeksa nad 1 nakazujejo nadpovprečno privlačnost posamezne kategorije preučevanega dejavnika za nastanek divjih odlagališč. Prednost uporabljene metodologije je, da večje število odlagališč, ki se uvrščajo v posamezno kategorijo, ni edino merilo pri izračunavanju vrednosti indeksa, saj se upošteva tudi prostorska razprostranjenost kategorije. Čeprav je na primer v Sloveniji odlagališč v gozdu veliko več kot tistih v gramoznicah, pa je površina gramoznic mnogo manjša kot površina gozda. Ob tem je v gramoznicah razmeroma veliko divjih odlagališč, zato je izračunana privlačnost gramoznic višja kot privlačnost gozda.

Prednost take metode izračunavanja privlačnosti za nelegalno odlaganje je tudi njena odpornost na uporabo nepopolnih podatkov. Za zadovoljive rezultate je potrebno uporabiti le dovolj dober vzorec odlagališč oziroma cest.

Slika 3: Pokrajinskoekološka tipizacija (Špes in ostali 2002). ► str. 448



3 Rezultati

Indeks privlačnosti cest za nelegalno odlaganje odpadkov dosega na celotnem območju Slovenije vrednost 2,1. Enota z najnižjo vrednostjo indeksa (1,4) so »Širše rečne doline v visokogorju, hribovju in na krasu«. Enota »Visokogorski svet« dosega skoraj trikrat višji indeks z vrednostjo 3,9.

Slika 4: Indeks privlačnosti cest za nelegalno odlaganje odpadkov po pokrajinskoekoloških tipih. Glej angleški del prispevka.

Visoka vrednost indeksa privlačnosti za nelegalno odlaganje v »Visokogorskem svetu« (pa tudi v drugih reliefno razgibanih pokrajinskoekoloških tipih) je pričakovana, saj na reliefno razgibanih območjih ni enostavno odlagati odpadkov daleč od prevoznih cest, poleg tega pa so zaradi redkejšega cestnega omrežja odlagališča pogostejša ob manjšem številu obstoječih cest, kar vpliva na višje vrednosti indeksa.

»Kraški« tipi površja so dosegali nadpovprečno visoke vrednosti. Še posebej je zanimiva razlika med enotama »Visoke kraške planote in hribovja v karbonatnih kamninah« ter »Hribovja v pretežno nekarbonatnih kamninah«. Čeprav gre pri obeh enotah za hribovja, ima hribovje v nekarbonatnih kamninah skoraj enkrat višjo vrednost indeksa. Razlog za razlike med kraškimi in nekraškimi pokrajinskoekološkimi tipi je redkejša poseljenost in redkejše cestno omrežje krasa, kar pomeni, da so odlagališča pogostejša ob obstoječih cestah. Kras je težje prevozen izven cest, nastajanje novih cest ni tako pogosto, veliko je konkavnih reliefnih oblik, ki jih storilci dojemajo kot primerne za odlaganje, tudi če se nahajajo v neposredni bližini cest.

Preglednica 1: Indeks privlačnosti cest za nelegalno odlaganje po pokrajinskoekoloških tipih (Špes in ostali 2002) in kategorijah cest (DTK25).

pokrajinskoekološki tip	skupaj	avtoceste	ceste	poti	kolovozi	pešpoti
visokogorski svet	3,9	/	26,5	9,0	7,2	1,2
širše rečne doline v visokogorju, hribovju in na krasu	1,4	4,5	1,5	1,7	1,5	1,2
visoke kraške planote in hribovja v karbonatnih kamninah	2,9	6,9	12,6	4,1	3,0	1,2
hribovja v pretežno nekarbonatnih kamninah	2	6,1	4,9	2,8	2,0	1,1
medgorske kotline	1,7	0,9	1,4	2,4	1,9	0,8
gričevje v notranjem delu Slovenije	1,6	3,8	2,2	1,7	1,6	1,5
ravnine in širše doline v gričevju notranjega dela Slovenije	2,1	/	1,2	2,3	2,7	1,7
kraška polja in podolja	2,2	2,7	2,4	2,8	2,3	1,7
nizki kras Notranjske in Dolenjske	2,3	5,9	2,7	4,1	2,2	1,2
nizki kras Bele krajine (3 občine)	2,2	/	2,3	3,6	2,1	1,9
Kras in Podgorski kras	2,4	1,3	3,2	5,2	2,7	1,3
primorska gričevja v primorskem delu Slovenije	1,8	/	2,5	3,3	2,0	1,5
širše doline in obalne ravnice v primorskem delu Slovenije	1,6	4,3	1,6	2,4	1,8	0,6
Slovenija	2,1	3,2	3,2	2,6	2,4	1,0

3.1 Avtoceste

Avtoceste sicer niso primerne za dovoz odpadkov na odlagališča, vendar pa zaradi degradacije pokrajine lahko posredno vplivajo na to, da so v njihovi okolici območja, ki jih občani dojemajo kot primerna za dovoz odpadkov.

Ker je avtocest v primerjavi z drugimi tipi cest razmeroma malo, je skupno število vseh odlagališč v 30-metrskem pasu ob avtocestah zgolj 30, v posameznem pokrajinskoekološkem tipu največ 10, v večini pa 3 ali manj. Ker pa skupna površina 30-metrskega pasu ob avtocestah zavzema le 21 km², je izračunani indeks privlačnosti avtocest visok in znaša 3,2. Okolica avtocest torej privlači nelegalno odlaganje, kar potrjujejo tudi izkušnje s terena.

3.2 Ceste

Vrednost indeksa privlačnosti za vse pokrajinskoekološke tipe je v kategoriji »ceste« nadpovprečna. Dosega vrednost 3,2 (v primerjavi z 2,1 za celotni preučevani sloj podatkov o cestni mreži), kar je presenetljivo, saj bi glede na ugotovitve starejših raziskav pričakovali višje vrednosti v kategorijah cest nižjega reda.

Zanimive so razlike med tipi površja. Zelo jasno se pokaže razlika med reliefno razgibanimi in ravninskimi pokrajinskoekološkimi tipi. Prvi imajo povprečno vrednost indeksa 14,6, drugi pa 1,5. Razlika je kar desetkratna. Izrazita je tudi razlika med tipi površja, ki so nadpovprečno gosto poseljeni (povprečna vrednost indeksa 1,8) in redkeje poseljenimi (povprečna vrednost indeksa 7,8). Kraški pokrajinskoekološki tipi dosegajo višje vrednosti od nekraških.

Razlog za tako visoke razlike v kategoriji cest bi bilo treba iskati v dejstvu, da v redkeje poseljenih in reliefno razgibanih območjih ne obstaja veliko z vozili dostopnih površin. Ceste so v redkeje poseljenih območjih pogosto tudi dovolj odmaknjene oziroma je na njej promet dovolj redek, da se storilcem ni treba bati neželene pozornosti. Na reliefno razgibanem terenu se zdijo storilcem za odlaganje zelo primerna tudi pobočja tik ob večjih prevoznih poteh, medtem ko je potrebno na ravninah poiskati konkavne reliefne oblike ali neopazno, zaraščeno območje, ki se največkrat ne nahaja v bližini večjih prevoznih poti. Nekoliko drugače je na krasu, kjer so konkavne reliefne oblike pogostejše, s čimer lahko pojasnujemo višje vrednosti indeksa za kategorijo »ceste« v kraških tipih površja. Nadalje je bil v redkeje poseljenih območjih Slovenije redni odvoz odpadkov organiziran kasneje kot v gosteje poseljenih, marsikje pa še vedno ni zadovoljivo urejen, zato je tam odlaganje nelegalnih odpadkov bolj sprejemljivo in storilci niso pripravljeni vložiti toliko energije v prikrivanje svojih dejanj.

3.3 Poti

Vrednost indeksa za Slovenijo je 2,6. Tudi pri poteh je indeks višji znotraj pokrajinskoekoloških tipov, ki so reliefno bolj razgibani in redkeje poseljeni, vendar pa razlike med pokrajinskoekološkimi tipi niso tako izrazite kot v kategoriji »ceste«.

Poti v ravninah in gosteje poseljenih območjih so v primerjavi s kategorijo »ceste« za storilce privlačnejša kategorija za odlaganje odpadkov, saj bi bilo odlaganje ob večjih cestah pogosto preveč opazno. Nasprotno pa je v reliefno razgibanih predelih kategorija »poti« manj privlačna kot kategorija »ceste«, saj je tudi okolica večjih in lažje dostopnih cest dovolj neopazna, da jo storilci dojemajo kot ugodno za nelegalno odlaganje.

3.4 Kolovozi

Vrednost indeksa za vso Slovenijo je 2,4. Vrednosti ravninskih pokrajinskoekoloških tipov so nekoliko višje od povprečja za vse ceste, kar je pričakovano. Vseeno pa so tudi v ravninskih tipih indeksi v povprečju nekoliko nižji kot pri kategoriji »poti«. Nižje vrednosti indeksa za kolovoze, tudi na ravninskih pokrajinskoekoloških tipih, so na prvi pogled presenetljive. Smrekar (2007) na primer omenja, da se na Ljubljanskem polju največ odlagališč pojavlja ob kolovozih. To v resnici drži tudi za vso Slovenijo. Skoraj polovici vseh preučevanih odlagališč (4160 od 8757) je »kolovoz« najbližja kategorija ceste. Vendar pa je kolovozov tudi največ med vsemi kategorijami cest. Skupna površina 30-metrskih območij ob vseh kategorijah cest zavzema 5767 km², ob »kolovozih« 2729 km², ob »cestah« pa na primer le 829 km². Gostota omrežja kolovozov je na ravninskih območjih še posebej visoka, kar vpliva na nekoliko nižje vrednosti indeksa v ravninskih pokrajinskoekoloških tipih.

3.5 Pešpoti oziroma konjske steze

Vrednosti indeksa so v vseh pokrajinskoekoloških tipih nižje od skupne vrednosti indeksa za preučevani sloj cest. Vrednost indeksa za vso Slovenijo je celo malo pod 1, kar potrjuje ugotovitve starejših raziskav, da neprevozne poti niso privlačne za nelegalno odlaganje.

Analize po posameznih pokrajinskoekoloških tipih in po kategorijah cest so se izkazale za ustrežnejše kot posploševanje rezultatov na vse preučevano območje. Kljub temu gre pri izračunanih vrednostih še vedno za posplošitve, saj na primer vsi kolovozi v posameznem tipu površja niso enako privlačni za

nelegalno odlaganje. Zato bi bile v nadaljnjih raziskavah zanimive analize privlačnosti, pri katerih bi hkrati upoštevali tudi druge dejavnike, ki vplivajo na razporejanje odlagališč: na primer bližino naselij, legalnih odlagališč, pokrovnost tal in podobno.

4 Sklep

Opravljene analize so potrdile, da je bližina cest eden od dejavnikov, ki pomembno vplivajo na pojavnost divjih odlagališč. Opravili smo presojo različnih slojev cest, pri čemer se je za najustreznejšega izmed preučevanih slojev izkazal sloj cest iz Državne topografske karte v merilu 1 : 25.000.

Indeks privlačnosti cest za nelegalno odlaganje smo izračunali za celotno območje Slovenije, nato za vsak pokrajinskoekološki tip posebej. Pokazalo se je, da je vrednost indeksa za vso Slovenijo 2,1, s čimer smo potrdili trditve starejših raziskav, da je bližina cest nadpovprečno privlačna za nelegalno odlaganje.

Indeks privlačnosti cest za nelegalno odlaganje se med pokrajinskoekološkimi tipi precej razlikuje. Iz dobljenih rezultatov je razvidno, da imajo na splošno višje vrednosti indeksa pokrajinskoekološki tipi z redkejšo poselitvijo in redkejšim cestnim omrežjem, večjo pokrovnostjo z gozdom in večjo reliefno energijo.

Razlike med pokrajinskimi tipi so še bolj izrazite ob primerjavi različnih tipov cest. Izračunan je bil indeks za vsak tip ceste, tako za vso Slovenijo kot tudi za vsak pokrajinskoekološki tip posebej. Pokazalo se je, da se največje razlike med preučevanimi tipi površja pojavljajo v kategoriji »cesta«. Reliefno razgibani in redkeje poseljeni pokrajinskoekološki tipi v tej kategoriji dosegajo tudi do desetkrat višje vrednosti indeksa privlačnosti za nelegalno odlaganje kot ravninski in gosteje naseljeni. Eden od vzrokov za te razlike je verjetno potreba po iskanju manjših in bolj skritih cest za odlaganje v ravninskih in gosteje poseljenih območjih, medtem ko storilci v reliefno razgibanih in redkeje poseljenih tipih površja tudi okolico večjih cest dojemajo kot primerno za nelegalno odlaganje odpadkov.

Na ravni Slovenije najvišjo vrednost indeksa dosega kategorija »ceste«, kategorija »kolovozi« prese- netljivo komaj presega vrednost indeksa za vse kategorije cest, okolica »pešpoti« pa pričakovano ni privlačna za nelegalno odlaganje. Zanimivo je, da za odlaganje na ravni Slovenije niso najbolj zanimive najmanjše še prevozne ceste (čeprav tudi naša raziskava ugotavlja, da se skoraj polovica vseh preučevanih odlagališč nahaja najbliže tej kategoriji cest), pač pa nekoliko večje ceste, ki v DTK 25 spadajo v kategoriji »ceste« in »poti«. V ravninskih pokrajinskoekoloških tipih sta za odlaganje res najbolj zanimivi najmanjši še prevozniki kategoriji, medtem ko so v reliefno bolj razgibanih in manj poseljenih pokrajinskoekoloških tipih bolj privlačne višje kategorije cest.

Nadaljnje raziskave bi se poleg presoje cest lahko osredotočile tudi na druge dejavnike, ki vplivajo na prostorsko razporeditev divjih odlagališč. Koristno bi bilo izvesti kompleksno vrednotenje različnih dejavnikov s pomočjo strojnega učenja in rudarjenja podatkov, s katerim bi bilo mogoče pridobiti sezname pravil, ki določajo prostorsko razporeditev divjih odlagališč ter s tem prispevati k učinkovitejšemu nadzoru problematike nelegalnega odlaganja.

5 Literatura

Glej angleški del prispevka.