https://doi.org/10.63356/stes.nat.2026.003 УДК 628.472.2:632.51(497.11)

PROSTORNA DISTRIBUCIJA DIVLJIH DEPONIJA NA TERITORIJI JABLANIČKOG UPRAVNOG OKRUGA

Autor: MILAN MILETIĆ, Jovana Vuletić
e-mail: milanmiletic181@gmail.com
Mentor: Vanredni prof. Mrđan Đokić
Departman za geografiju i turizam
Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Nišu

Uvod: Nelegalno odlaganje otpada predstavlja jedan od značajnih ekoloških problema savremenog društva, koji je posledica neadekvatnog upravljanja otpadom i nedovoljne razvijenosti sistema njegovog prikupljanja i odlaganja. Divlje deponije mogu izazvati degradaciju životne sredine, zagađenje zemljišta i voda, kao i negativne posledice po zdravlje stanovništva i lokalne ekosisteme.

Cilj: Cilj istraživanja je bila analiza prostorne distribucije divljih deponija na teritoriji Jablaničkog upravnog okruga, kao i uočavanje obrazaca njihovog javljanja i prostornog grupisanja.

Materijal i metode: Podaci o lokacijama registrovanih divljih deponija preuzeti su sa sajta Agencije za zaštitu životne sredine Republike Srbije. Sve divlje deponije su registrovane 2023. godine. Prostorna analiza sprovedena je u softveru QGIS i izdvojene bafer zone od 10 m, 20 m, 50 m i 100 m oko rečnih tokova, saobraćajnica i naselja.

Rezultati: Najveći broj registrovanih divljih deponija na teritoriji Jablaničkog okruga koncentrisan je u dolinskim i ravničarskim oblastima uz Južnu Moravu i njene pritoke. Najveći broj divljih deponija u bafer zonama oko rečnih tokova registrovan je u slivu Jablanice i Puste reke. U bafer zoni od 100 m oko saobraćajnica registrovane su 93 divlje deponije, dok je u zoni od 100 m oko urbanih i ruralnih naselja registrovano osam divljih deponija. Prostornom analizom izdvojeno je 10 vrućih tačaka, od kojih je najintenzivnija locirana u dolini Južne Morave, istočno od Leskovca.

Zaključak: Izdvojene vruće tačke pojave divljih deponija predstavljaju prioritetne zone za budući monitoring, sanaciju i sprovođenje preventivnih mera u cilju smanjenja uticaja nelegalnog odlaganja otpada. Posebnu pažnju je potrebno usmeriti na poljoprivredno zemljište, na kojem je registrovan veliki broj divljih deponija.

Ključne reči: divlje deponije; Jablanički okrug; prostorna analiza; bafer zone; vruće tačke

UVOD

Početkom 21. veka, na globalnom nivou, zabeležen je kontinuirani porast količine generisanog otpada, čime je upravljanje otpadom postalo jedan od značajnijih ekoloških i društvenih izazova. Prema projekcijama, globalna količina generisanog otpada do 2050. godine mogla bi da se uveća dvostruko brže od svetske populacije. U takvim okolnostima, nelegalno odlaganje otpada postaje sve izraženiji problem u sistemu upravljanja otpa-

dom, što se između ostalog dovodi u vezu sa rastućim troškovima njegovog adekvatnog sakupljanja, transporta i tretmana [1, 2].

Nepravilno odlaganje otpada može dovesti do zagađenja životne sredine usled oslobađanja različitih materija i jedinjenja koja se mogu akumulirati u zemljištu, vodi, biljkama, životinjama i čoveku [3]. Negativni uticaji divljih deponija mogu se manifestovati i kroz degradaciju zemljišnog pokrivača, narušavanje prirodne ravnoteže, smanjenje atraktivnosti prostora, što u pojedinim oblastima može doprineti smanjenju vrednosti zemljišta i nekretnina [4, 5].

Dugotrajna izloženost stanovništva, životne sredine i ekosistema uticajima divljih deponija može imati značajne negativne posledice po lokalnu ekonomiju, kvalitet životne sredine i zdravlje stanovništva [6, 7]. Istraživanja ukazuju na to da stanovništvo koje živi u blizini divljih deponija može biti izloženo povećanom riziku od nastanka malignih oboljenja [7]. Pored neposrednih ekoloških i društvenih posledica, identifikacija lokacija divljih deponija, procena njihovog uticaja i sprovođenje mera sanacije često zahtevaju značajna finansijska sredstva, naročito u slučajevima kada je potrebno obnoviti degradirano zemljište i smanjiti rizike po zdravlje ljudi, biljaka i životinja [8, 9].

Neadekvatno upravljanje otpadom u velikoj meri doprinosi povećanju broja divljih deponija, pre svega u ruralnim sredinama u kojima usluge sakupljanja otpada nisu dostupne [10, 11]. Jedan od najčešćih uzroka njihovog nastanka jeste neadekvatna infrastruktura za upravljanje otpadom, uključujući loše održavane objekte i sisteme za sakupljanje i transport otpada [12, 13, 14]. Na pojavu i rasprostranjenost divljih deponija utiču različiti faktori kao što su nivo obrazovanja, ekološka svest, troškovi odlaganja otpada i prihodi stanovništva [15]. Troškovi odlaganja otpada posebno su značajni za stanovništvo sa nižim prihodima, koje usled ograničenih finansijskih mogućnosti može češće pribegavati nelegalnom odlaganju otpada. Na taj način može doći do povećanja broja divljih deponija i njihovog širenja, umesto korišćenja usluga odvoženja otpada koje podrazumevaju određene finansijske troškove [14, 16].

Ukupna količina proizvedenog otpada u Republici Srbiji poslednjih godina se povećava. Ukupna količina proizvedenog otpada u 2024. godini je iznosila 11,2 miliona tona, odnosno 1,7 t/st/god. Javna komunalna preduzeća organizovano odlažu otpad na 127 nesanitarnih deponija [17]. Veliki broj opština i gradova u Republici Srbiji ima sopstvenu deponiju ili smetlište. To su deponije za koje je u skladu sa Strategijom o upravljanju otpadom predviđeno saniranje i zatvaranje, jer je njihov kapacitet u većini opština popunjen i većina ne zadovoljava minimum tehničkih standarda [17].

Nesanitarne deponije i smetlišta predstavljaju značajan rizik po životnu sredinu i zdravlje ljudi. Na njima često dolazi do samozapaljenja i emisije zagađujućih materija. Posebno su ugrožena područja u neposrednoj blizini naselja i vodotokova, pri čemu se kao rizične izdvajaju deponije udaljene manje od 100 m od naselja, odnosno manje od 50 m od reka, potoka i jezera. Neadekvatno deponovanje otpada može dovesti do zagađenja vazduha, zemljišta i podzemnih voda. Padavine koje se filtriraju kroz masu deponovanog otpada rastvaraju štetne materije, čime se povećava rizik od zagađenja zemljišta i podzemnih voda [17, 18, 19].

U savremenim istraživanjima sve češće se analiziraju različiti prostorni i antropogeni faktori koji mogu ukazivati na potencijalnu pojavu i prostorni raspored divljih deponija, kao što su gustina naseljenosti, intenzitet antropogenih aktivnosti i razvijenost putne infrastrukture [20, 21, 22]. Pored navedenih faktora, primenom metoda daljinske detekcije sve veći značaj dobijaju i indirektni faktori ekoloških anomalija, poput promena u vegetacijskom pokrivaču i temperature površine zem-

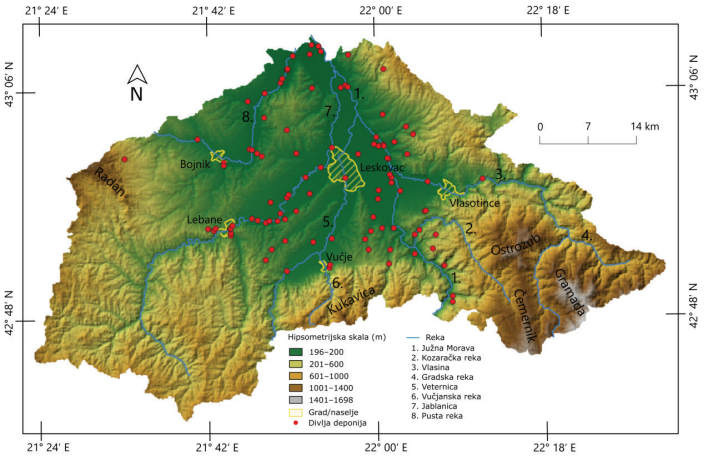
ljišta (LST), koji mogu doprineti identifikaciji potencijalnih lokacija nelegalnog odlaganja otpada [21].

Daljinska detekcija i geografski informacioni sistemi (GIS) imaju široku primenu u proceni i praćenju ekoloških anomalija, posebno u različitim aspektima upravljanja čvrstim otpadom [17, 23, 24]. Primena GIS tehnologija omogućava analizu različitih aspekata nastanka i prostornog širenja divljih deponija, kao i određivanje optimalnih lokacija za izgradnju objekata za upravljanje otpadom i sanitarnih deponija [25, 26]. Značajna prednost primene GIS-a ogleda se u mogućnosti uštede vremena i finansijskih sredstava prilikom praćenja ugroženih oblasti, formiranja digitalnih baza podataka za monitoring divljih deponija, kao i pružanja podrške lokalnim samoupravama u procesu donošenja odluka. GIS omogućava jednostavniji izbor lokacija pogodnih za odlaganje otpada, praćenje stanja deponija, procenu uticaja na životnu sredinu, monitoring kretanja komunalnih vozila i analizu prostornog rasporeda divljih deponija [27].

Predmet ovog istraživanja su divlje deponije locirane na teritoriji Jablaničkog upravnog okruga. Cilj istraživanja je analiza njihove prostorne distribucije, utvrđivanje obrazaca prostornog grupisanja i ispitivanje njihove prostorne povezanosti sa naseljima, vodotokovima i saobraćajnom infrastrukturom. Posebna pažnja usmerena je na brojnost divljih deponija na različitim udaljenostima od navedenih prostornih elemenata, kao i na izdvajanje oblasti sa izraženom koncentracijom divljih deponija, odnosno vrućih tačaka. Naučni i praktični doprinos istraživanja ogleda se u identifikaciji prostornih celina koje zahtevaju poseban nadzor i predstavljaju prioritetna područja za budući monitoring, sanaciju postojećih divljih deponija i sprovođenje preventivnih mera. Dobijeni rezultati mogu poslužiti kao prostorna osnova za podršku nadležnim institucijama u planiranju aktivnosti usmerenih na smanjenje problema nelegalnog odlaganja otpada na teritoriji Jablaničkog upravnog okruga.

MATERIJAL I METODE

Istraživanje obuhvata teritoriju Jablaničkog upravnog okruga koji administrativno pripada regionu Južne Srbije. Okrugu pripada teritorija grada Leskovca i opštine Medveđa, Bojnik, Lebane, Vlasotince i Crna Trava [28]. Ukupna površina okruga iznosi 2770,03 km^2. Administrativni centar Jablaničkog okruga je grad Leskovac, čija administrativna teritorija zauzima najveću površinu okruga. Teritorija grada Leskovca obuhvata Leskovačku kotlinu i doline Južne Morave i Veternice. Istočne padine planine Radan i dolinu srednjeg i donjeg toka Puste reke obuhvata opština Bojnik. Zapadne oblasti okruga i gornji tok reke Jablanice obuhvata opština Medveđa. Srednji tok reke Jablanice i oblasti na jugo-zapadu okruga pripadaju opštini Lebane. Opština Vlasotince obuhvata oblasti u dolini reke Vlasine, istočno od Južne Morave. Najistočnije oblasti u okrugu u gornjem toku reke Vlasine i padine Oštrozuba i Gramade pripadaju opštini Crna Trava [29] (Slika br. 1).



Slika br. 1. Položaj Jablaničkog upravnog okruga

U istraživanju su korišćeni podaci o lokacijama divljih deponija preuzeti sa sajta Agencije za zaštitu životne sredine Republike Srbije [30]. Lokacije divljih deponija za istraživanu teritoriju su izdvojene u posebnom dokumentu (lejeru) kako bi se omogućila prostorna analiza u GIS softveru. Sve divlje deponije registrovane su 2023. godine.

Prostorna analiza divljih deponija izvršena je korišćenjem GIS-a u softveru QGIS Desktop 3.34.13. GIS predstavlja značajan alat za integraciju i analizu prostornih podataka, omogućavajući sveobuhvatnije sagledavanje prostornih pojava i procesa. Njihova primena doprinosi kvalitetnijem razumevanju prostornih obrazaca i efikasnijem donošenju odluka u različitim oblastima, uključujući saobraćaj, prostorno planiranje, šumarstvo, poljoprivredu, javnu upravu i zaštitu životne sredine [31]. Funkcionisanje GIS tehnologije zasniva se na obradi i analizi georeferenciranih podataka, čime se omogućava proučavanje prostornog rasporeda, međusobnih veza i svojstava geografskih objekata u kontekstu njihovog okruženja [32].

U QGIS softveru određene su zone (bafer zone) oko rečnih tokova, naselja i saobraćajnica. U analizi naselja izdvojen je grad Leskovac kao posebna urbana oblast, kao i sva urbana i ruralna naselja na teritoriji okruga. Od saobraćajnica su izdvojeni državni putevi I i II reda, opštinski putevi, ulice i nekategorisani putevi, kao i planinske staze. Za potrebe analize definisane su četiri bafer zone od 10 m, 20 m, 50 m i 100 m. Izbor različitih prostornih zona zasnovan je na potrebi da se ispita brojnost divljih deponija u neposrednom i širem okruženju analiziranih prostornih elemenata. Ovakav pristup je u skladu sa metodološkim postupkom primenjenim u istraživanju Krsmanovića i dr. [33], u kojem su analizirane kategorije udaljenosti divljih deponija od puteva, naselja i vodotokova, odnosno zone do 50 m i od 50,1 m do 100 m. U ovom istraživanju dodatno su izdvojeni uži pojasevi od 10 m i 20 m, kako bi se detaljnije sagledala prostorna povezanost divljih deponija sa neposrednim okruženjem. Definisane bafer zone predstavljaju analitičke parametre istraživanja, a ne zakonom propisane udaljenosti. Kao rezultat analize izrađene su tematske karte koje prikazuju lokacije divljih deponija i onih koje pripadaju određenim bafer zonama.

Vegetacijske karakteristike Jablaničkog upravnog okruga određene su na osnovu CORINE Land Cover baze podataka Evropske agencije za životnu sredinu (EEA – European Environmental Agency), pri čemu je minimalna jedinica kartiranja 25 ha [34]. U odabiru podataka bilo je neophodno preuzeti što uverljivije i preciznije podatke kako bi vegetacijske karakteristike teritorije istraživanja imale približno slične vrednosti u odnosu na 2023. godinu kada su registrovane divlje deponije. Zbog toga su najoptimalniji podaci

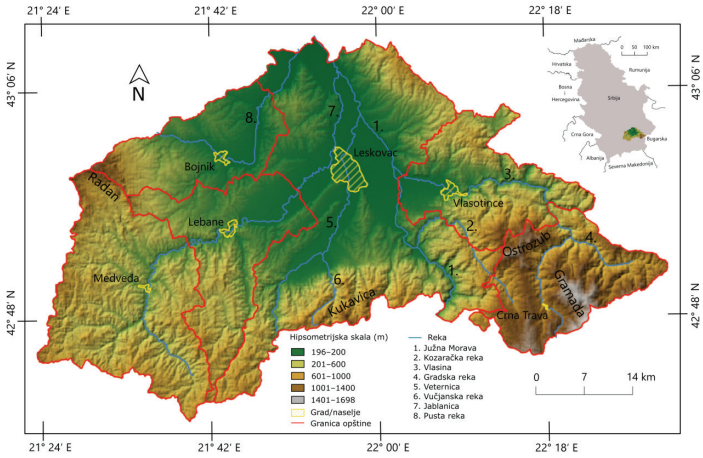
bili iz 2018. godine, jer podaci za 2024. godinu još uvek nisu javno dostupni. Izdvojeni podaci su analizirani u QGIS softveru zajedno sa lokacijama divljih deponija na teritoriji okruga. Kao rezultat analize izrađena je karta koja prikazuje raspodelu tipova zemljišnog pokrivača i prostorni raspored divljih deponija.

Izdvajanje vrućih tačaka, odnosno oblasti sa povećanom učestalošću nastanka divljih deponija izvršeno je u softveru QGIS korišćenjem alata Raster Density – Styled heatmap. Analizom su dobijene oblasti sa različitim intenzitetom pojave divljih deponija, odnosno gustinom registrovanih divljih deponija na jediničnoj površini od 4 km2. Teritorija okruga je prema tome bila podeljena na veliki broj posebnih površina sa različitim intenzitetom pojave. Oblasti koje nisu imale registrovanih divljih deponija na jediničnoj površini imale su vrednosti 0. U cilju bolje interpretacije izdvojenih vrućih tačaka izrađena je tematska karta.

REZULTATI I DISKUSIJA

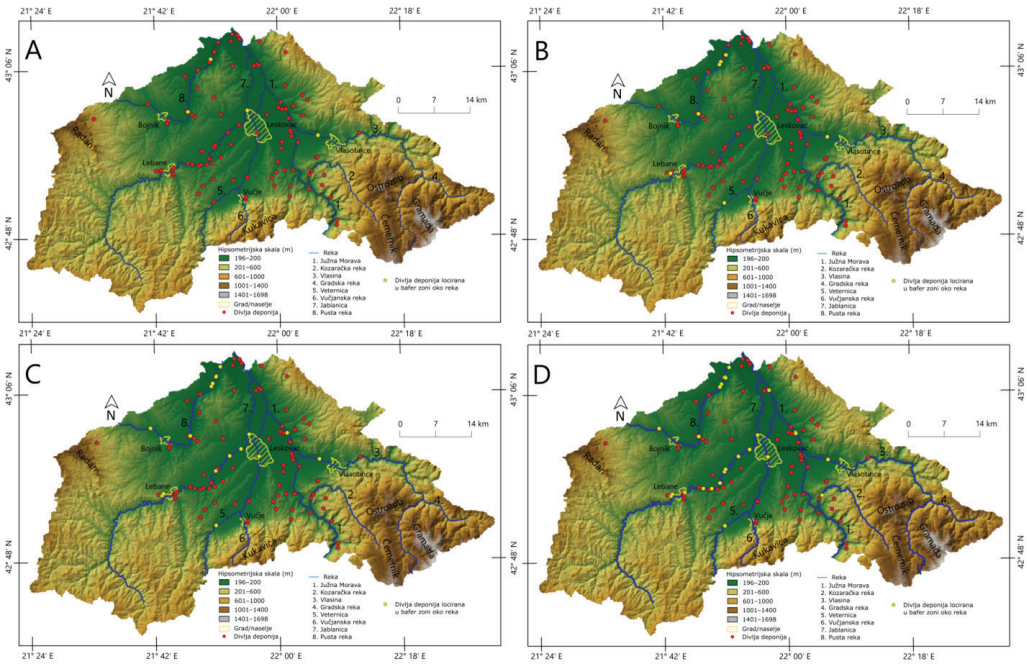
Na teritoriji Jablaničkog upravnog okruga u 2023. godini je bilo registrovano ukupno 100 divljih deponija koje su prikazane na Slici br. 2. Veliki broj divljih deponija je lociran u Leskovačkoj kotlini, u oblasti oko Leskovca i na teritoriji grada Leskovca, kao i u dolinama reka. U oblastima na istoku i jugoistoku, kao i na zapadu i jugozapadu nije bilo registrovanih divljih deponija. Upravo te oblasti se odlikuju višim reljefom i složenijim morfološkim oblicima što je za posledicu imalo nižu gustinu naseljenosti i manju verovatnoću nastanka divljih deponija. Postoji verovatnoća da istraživanje i lociranje divljih deponija nije detaljno sprovedeno u najudaljenijim oblastima okruga i da se upravo zbog toga broj divljih deponija od administrativnog centra okruga smanjuje.

Analizom lokacija divljih deponija izdvojeno je nekoliko oblasti koje se odlikuju velikim brojem divljih deponija. Prva velika oblast je izdvojena u dolini Južne Morave, na celom toku kroz Jablanički upravni okrug. Značajan broj divljih deponija je registrovan u donjem toku Kozaračke reke, kao i u oblasti istočno od Leskovca. Druga oblast po broju divljih deponija je dolina Jablanice. Najveći broj divljih deponija lociran je u srednjem toku Jablanice, u okolini Lebana i nizvodnije. U donjem toku Jablanice locirane su tri divlje deponije, ali značajno manje u odnosu na srednji tok. Treća oblast po brojnosti divljih deponija je dolina Puste reke, odnosno donji i srednji tok. U dolini Veternice i Vučjanske reke je registrovano devet divljih deponija. U dolini Vlasine su registrovane dve divlje deponije, dok je na istočnim padinama Radana registrovana jedna divlja deponija (Slika br. 2).



Slika br. 2. Prostorna distribucija divljih deponija na teritoriji Jablaničkog upravnog okruga

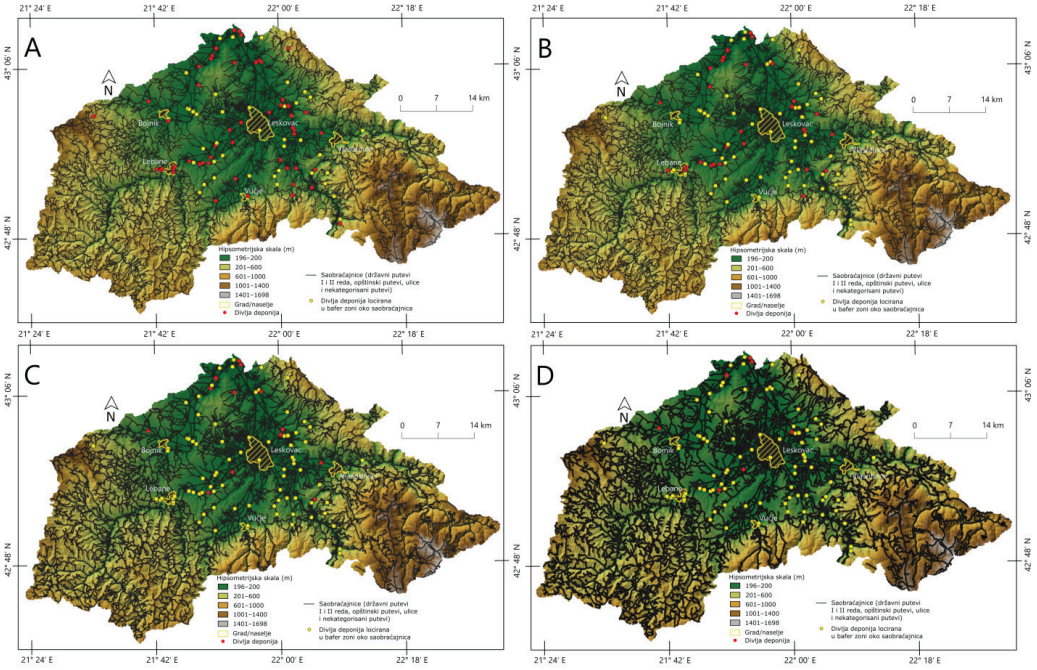
Prostorna analiza u odnosu na udaljenost od vodotokova izvršena je kroz izdvajanje četiri koncentrične zone od 0–10 m, 10–20 m, 20–50 m i 50–100 m od rečnih tokova. Za svaku zonu analizirani su broj registrovanih divljih deponija i njihova gustina u odnosu na površinu zone. U zoni od 10 m registrovane su četiri divlje deponije. U dolini Puste reke registrovane su dve divlje deponije, po jedna u donjem i srednjem toku reke. U donjem toku Jablanice registrovana je jedna divlja deponija, kao i jedna u donjem toku Vlasine. U zoni od 10–20 m registrovane su četiri divlje deponije. U dolini puste reke registrovane su dve divlje deponije, kao i po jedna u srednjem toku Jablanice i gornjem toku Veternice. U zoni od 20–50 m je registrovano devet divljih deponija u dolini Južne Morave, Puste reke, veternice i Jablanice. U zoni od 50–100 m registrovano je 11 divljih deponija. Prema gustini, najveći broj divljih deponija registrovan je u zoni od 50–100 m, što ukazuje na izraženiju koncentraciju divljih deponija u ovoj zoni u odnosu na ostale analizirane udaljenosti od vodotokova (Slika br. 3). Sličan pristup analizi primenili su Krsmanović i dr. [33], koji su udaljenost od vodotokova izdvojili kao jedan od značajnih faktora u prostornoj analizi divljih deponija, naglašavajući da njihova distribucija zavisi od međusobnog dejstva više prostornih faktora, pre svega blizine naselja, putne mreže i načina korišćenja zemljišta, a ne isključivo od blizine rečnih tokova.



Slika br. 3. Udaljenost divljih deponija od rečnih tokova (bafer zone). (A) Udaljenost od 10 m; (B) Udaljenost od 20 m; (C) Udaljenost od 50 m; (D) Udaljenost od 100 m.

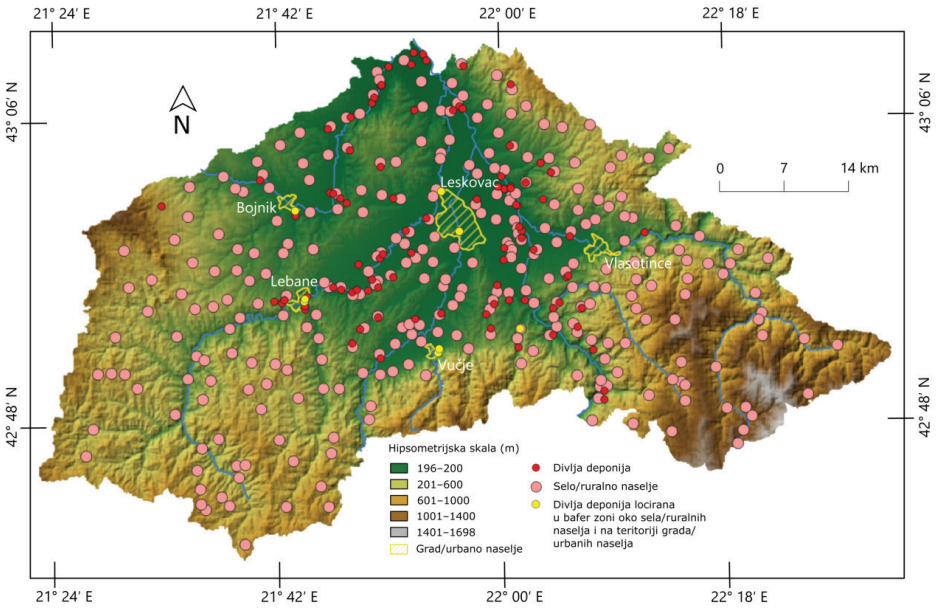
U zoni od 10 m oko saobraćajnica, odnosno državnih puteva I i II reda, opštinskih puteva, ulica, nekategorisanih puteva i planinskih staza, registrovane su 44 divlje deponije. Veliki broj divljih deponija registrovan je u dolini Južne Morave, odnosno oblastima istočno i jugoistočno od Leskovca. U oblastima između Leskovca kao administrativnog centra okruga i Bojnika, Lebana i Vučja registrovano je 17 divljih deponija. Na udaljenosti od 10–20 m od saobraćajnica registrovane su 23 divlje deponije. Broj divljih deponija koje su registrovane u novoj zoni je značajno veći u oblastima oko Leskovca. U zoni od

20–50 m od saobraćajnica je registrovano 20 divljih deponija. U zoni od 50–100 m od saobraćajnica registrovano je ukupno šest divljih deponija (Slika br. 4). Gusta mreža saobraćajnica u velikoj meri utiče na pojavu divljih deponija. U većini slučajeva presudan značaj za nastanak divljih deponija ima ljudski faktor. Dobijeni rezultati poklapaju se sa rezultatima istraživanja Du i dr. [35], koji ukazuju da je prostorna distribucija divljih deponija usko povezana sa blizinom putne mreže, pri čemu se one najčešće javljaju u blizini pristupačnih saobraćajnica. Slično tome, rezultati ovog istraživanja pokazuju da su divlje deponije često locirane u neposrednoj blizini nekategorisanih puteva i šumskih staza, što ukazuje da laka pristupačnost ovih lokacija, uz nedovoljnu primenu mera zaštite životne sredine i ograničenu ekološku svest dela stanovništva, kao i udaljenost kontejnera i kanti za odlaganje otpada, predstavlja jedan od faktora koji pogoduje nelegalnom odlaganju otpada.



Slika br. 4. Udaljenost divljih deponija od saobraćajnica (bafer zone). (A) Udaljenost od 10 m; (B) Udaljenost od 20 m; (C) Udaljenost od 50 m; (D) Udaljenost od 100 m.

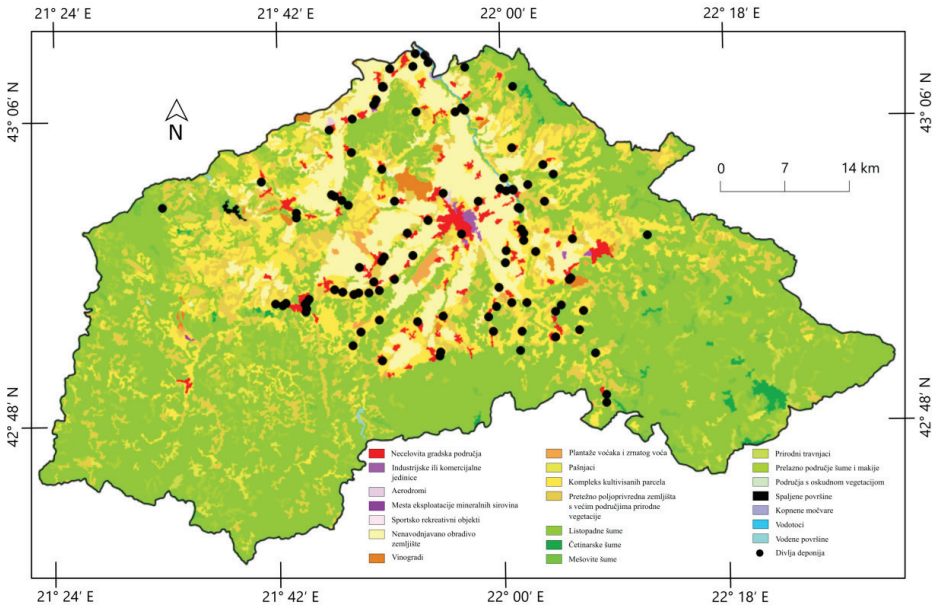
Na teritoriji grada Leskovca i urbanih sredina bilo je registrovano sedam divljih deponija. Na teritoriji grada Leskovca, koji teritorijalno zahvata najveću površinu registrovane su dve divlje deponije. Na urbanoj teritoriji Lebana registrovane su dve divlje deponije, kao i dve na urbanoj teritoriji Vučja. Na urbanoj teritoriji Bojnika registrovana je jedna divlja deponija dok na urbanoj teritoriji Vlasotinca, Medveđe i Crne Trave nije bilo registrovanih divljih deponija (Slika br. 5).



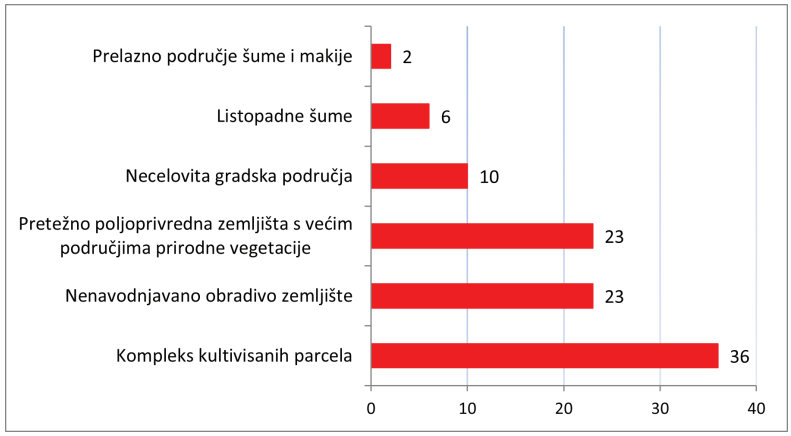
Slika br. 5. Divlje deponije registrovane na teritoriji urbanih naselja i udaljenosti manjoj od 100 m oko ruralnih naselja

Analizom divljih deponija i bafer zona oko ruralnih naselja registrovana je samo jedna divlja deponija u bafer zoni od 100 m od naselja Velika Kopašnica, koja se nalazi na teritoriji grada Leskovca (južno od Leskovca u dolini Južne Morave). U zonama od 10 m, 20 m i 50 m od ruralnih naselja nije bilo registrovanih divljih deponija (Slika br. 5).

Analizom prostornih podataka baze CORINE Land Cover za 2018. godinu u kombinaciji sa prostornim lokacijama divljih deponija identifikovane su površine i tipovi zemljišnog pokrivača na kojima su divlje deponije registrovane (Slika br. 6). Na teritoriji Jablaničkog upravnog okruga prema prostornim podacima CORINE Land Cover baze podataka registrovan je 21 tip zemljišnog pokrivača, ali samo na šest tipova zemljišnog pokrivača su registrovane divlje deponije. Najveći broj divljih deponija (36) je registrovan na kompleksu kultivisanih parcela, što je potrebno posmatrati u odnosu na njegovu prostornu zastupljenost i distribuciju na teritoriji okruga. Imajući u vidu da pojedini tipovi zemljišnog pokrivača zauzimaju znatno manje površine, odsustvo divljih deponija na njima ne mora ukazivati na njihovu nepogodnost za odlaganje otpada. Stoga se broj evidentiranih deponija na pojedinim tipovima zemljišnog pokrivača ne može direktno tumačiti kao pokazatelj njihove uloge u određivanju lokacija deponija. Sa aspekta zaštite prostora, posebno je značajna činjenica da se značajan broj divljih deponija nalazi na kompleksu kultivisanih površina, čime se povećava potencijalni negativni uticaj neadekvatnog odlaganja otpada na poljoprivrednom zemljištu. Po 23 divlje deponije su registrovane na nenavodnjavanom obradivom zemljištu i pretežno poljoprivrednom zemljištu s većim područjima prirodne vegetacije. Dobijeni rezultati su u skladu sa istraživanjem Karimi i Ng [6], koji navode da su ilegalne deponije najčešće locirane u antropogeno izmenjenim predelima, posebno na poljoprivrednim površinama i u blizini naselja i putne infrastrukture, zbog njihove dobre pristupačnosti i intenzivnog korišćenja prostora. Na teritoriji necelovitih gradskih područja registrovano je 10 divljih deponija. Na teritoriji obrasloj listopadnim šumama registrovano je šest divljih deponija, dok su na prelaznom području šume i makije registrovane dve divlje deponije (Slika br. 6, Grafikon br. 1). Krsmanović i dr. [34] ističu da najveći rizik za nastanka divljih deponija imaju poljoprivredne i urbane površine, za razliku od šumskih koje imaju značajno manji rizik.



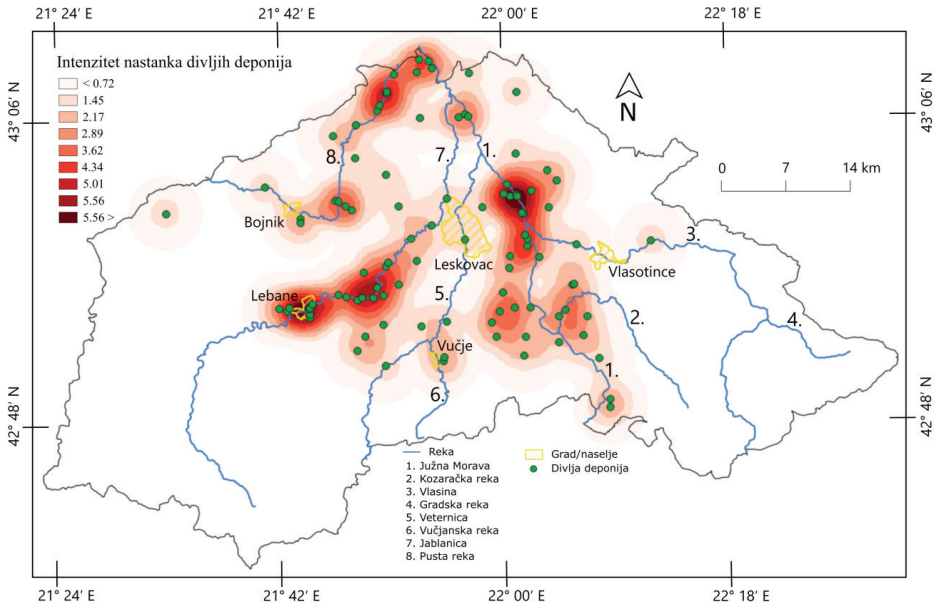
Slika br. 6. Tipovi zemljišnog pokrivača (CORINE Land Cover, 2018) i prostorna distribucija registrovanih divljih deponija na teritoriji Jablaničkog upravnog okruga



Grafikon br. 1. Broj registrovanih divljih deponija na različitim tipovima zemljišnog pokrivača (prema CORINE Land Cover bazi podataka iz 2018. godine)

Na Slici br. 7 izdvojene su vruće tačke divljih deponija, odnosno oblasti sa povećanom učestalošću nastanka divljih deponija na teritoriji Jablaničkog upravnog okruga. Analizom je izdvojeno 10 prostornih oblasti u kojima je broj divljih deponija značajno viši u odnosu na druge oblasti u okrugu. Najveća i najintenzivnija vruća tačka obuhvata oblasti istočno i severoistočno od Leskovca, dolinu Južne Morave i ušće Vlasine u Južnu Moravu. Centar vruće tačke, sa više od 5,56 divljih deponija, lociran je na desnoj i levoj obali Južne Morave i sferno se širi ka periferiji. Oblasti južno od centra vruće tačke, odnosno ušće Vlasine u Južnu Moravu ima više od tri locirane divlje deponije. Druga vruća tačka po intenzitetu locirana je u srednjem toku Jablanice, na teritoriji Lebana. Prostorno, ova vruća tačka je

manja u odnosu na treću vruću tačku lociranu nešto nizvodnije u dolini Jablanice. Periferno su druga i treća vruća tačka spojene u jednu veću oblast. Četvrta vruća tačka po intenzitetu je locirana u donjem toku Puste reke. Ona je spojena sa petom vrućom tačkom u dolini Južne Morave, u najnizvodnijem delu toka Južne Morave na teritoriji okruga. Šesta vruća tačka je locirana u srednjem toku Puste reke, nizvodnije od Bojnika. U dolini Kozarske reke je moguće izdvojiti sedmu vruću tačku, koja obuhvata donji tok Kozarske reke i periferno se širi do ušća u Južnu Moravu. Osma vruća tačka je locirana u dolini Južne Morave, južno od Leskovca. U dolini Južne Morave je locirana još jedna vruća tačka severno od Leskovca, i ona obuhvata donji tok Jablanice. Deseta vruća tačka je locirana oko Vučja i obuhvata donji tok Vučjanske reke i njeno ušće u Veternicu (Slika br. 7).



Slika br. 7. Vruće tačke divljih deponija na teritoriji Jablaničkog upravnog okruga

Veliki broj registrovanih divljih deponija na poljoprivrednom zemljištu može se dovesti u vezu sa dominantnim uticajem antropogenog faktora. Najizraženija žarišta pojave divljih deponija prostorno se poklapaju sa oblastima intenzivne poljoprivredne proizvodnje i povećane ljudske aktivnosti. Primećeno je da su divlje deponije znatno ređe u višim terenima i padinama planina koje su izložene minimalnim antropogenim aktivnostima. U nekim oblastima nema registrovanih divljih deponija kao što je slučaj sa opštinama Medveđa i Crna Trava (Slika br. 1, Slika br. 2). Prema podacima Agencije za zaštitu životne sredine Republike Srbije opština Crna Trava je dostavila dokument koji potvrđuje da na svojoj teritoriji nema registrovanih divljih deponija. U ovim terenima ima stalnih naselja, ali je broj stanovnika mali, zbog čega se može pretpostaviti da se generišu manje količine otpada. Takođe, lociranje divljih deponija u ovim oblastima otežano je zbog složenosti terena [26].

ZAKLJUČAK

Primena GIS tehnologije omogućila je detaljnu prostornu analizu distribucije 100 registrovanih divljih deponija na teritoriji Jablaničkog upravnog okruga i identifikaciju prostornih faktora koji utiču na njihovu pojavu. Dobijeni rezultati ukazuju na izražene

prostorne obrasce, pri čemu je najveća koncentracija divljih deponija registrovana u Leskovačkoj kotlini, dolini Južne Morave i dolinama njenih pritoka. Utvrđeno je da se najveći broj divljih deponija nalazi u zoni od 50–100 m od rečnih tokova, dok je njihova prostorna distribucija značajno povezana i sa razvijenošću saobraćajne infrastrukture. U zoni od 0–100 m od saobraćajnica registrovane su ukupno 93 divlje deponije, što potvrđuje značaj pristupačnosti prostora kao jednog od ključnih faktora njihovog nastanka.

Rezultati dobijeni primenom CORINE Land Cover baze podataka ukazuju da su divlje deponije najčešće prisutne na antropogeno izmenjenim površinama, pre svega na kompleksima kultivisanih parcela, obradivom zemljištu i poljoprivrednim površinama sa većim područjima prirodne vegetacije. Njihova manja zastupljenost u šumskim područjima potvrđuje dominantan uticaj ljudskih aktivnosti i načina korišćenja prostora na formiranje prostornih obrazaca. Dobijeni podaci o prostornom rasporedu deponija pružaju značajnu osnovu za sagledavanje postojećeg stanja i identifikaciju područja koja su izložena njihovom potencijalnom negativnom uticaju. Međutim, mogućnosti detaljnog praćenja ove pojave ograničene su nedostatkom sistematskih i vremenski uporedivih podataka o površini i zapremini deponija, njihovom širenju, nastanku novih i saniranju postojećih lokacija. Uspostavljanje kontinuiranog monitoringa, koji bi pored lokacije obuhvatio i osnovne karakteristike deponija i njihove promene kroz vreme, omogućilo bi preciznije praćenje dinamike ovih pojava i efikasnije planiranje mera za njihovo saniranje.

Izdvajanjem vrućih tačaka identifikovano je 10 oblasti sa povećanom učestalošću pojave divljih deponija. Najizraženija žarišta formirana su u dolini Južne Morave, srednjem i donjem toku Jablanice, kao i u dolinama Puste reke, Veternice i Kozarske reke. Ove oblasti predstavljaju prioritetne zone za budući monitoring, sanaciju i sprovođenje preventivnih mera u cilju smanjenja negativnih uticaja nelegalnog odlaganja otpada. Po pretpostavci, u zonama vrućih tačaka bi u budućnosti trebalo očekivati pojavu novih divljih deponija i širenje starih.

Poseban doprinos istraživanja ogleda se u uporednoj analizi prostornog rasporeda divljih deponija u odnosu na različite kategorije prostornih elemenata na više definisanih udaljenosti, čime se omogućava identifikacija područja u kojima je izražena njihova prostorna povezanost sa vodotocima, naseljima i saobraćajnom infrastrukturom. Dobijeni rezultati potvrđuju da prostorni raspored divljih deponija na teritoriji Jablaničkog upravnog okruga nije slučajan, već predstavlja posledicu međusobnog delovanja prirodnih i antropogenih faktora. Primenjena GIS metodologija predstavlja značajan osnov za unapređenje sistema upravljanja komunalnim otpadom i planiranje aktivnosti zaštite životne sredine na lokalnom i regionalnom nivou. Buduća istraživanja trebalo bi usmeriti ka analizi socio-ekonomskih faktora, promenama korišćenja zemljišta i proceni ekoloških posledica nelegalnog odlaganja otpada.

LITERATURA

[1] Sun, X., Yin, D., Qin, F., Yu, H., Lu, W., Yao, F., et al. Revealing influencing factors on global waste distribution via deep-learning based dumpsite detection from satellite imagery, Nature Communications, 2023, 14(1), 1444, https://doi.org/10.1038/s41467-023-37136-1

[2] Du, L., Zuo, J., Vanzo, J., Chang, R., & Zillante, G. Assessing and predicting the illegal dumping risks in relation to road characteristics, Waste Management, 2023, 169, 332–341, https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.07.031

[3] Siddiqua, A., Hahladakis, J. N., & Al-Attiya, W. A. K. An overview of the environmental pollution and health effects associated with waste landfilling and open dumping, Environmental Science and Pollution Research, 2022, 29(39), 58514–58536, https://doi.org/10.1007/s11356-022-21578-z

[4] Limoli, A., Garzia, E., De Pretto, A., & De Muri, C. Illegal landfill in Italy (EU) — A multidisciplinary approach, Environmental Forensics, 2019, 20, 26–38, https://doi.org/10.1080/15275922.2019.1566291

[5] Karimi, N., & Ng, K. T. W. Mapping and Prioritizing Potential Illegal Dump Sites Using Geographic

Information System Network Analysis and Multiple Remote Sensing Indices, *Earth*, 2022, *3*(4), 1123–1137, https://doi.org/10.3390/earth3040065
[6] Mazza, A., Piscitelli, P., Neglia, C., Rosa, G. D., & Iannuzzi, L. Illegal dumping of toxic waste and its effect on human health in Campania, Italy. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2015, 12(6), 6818–6831, https://doi.org/10.3390/ijerph120606818
[7] Vaverková, M. D., Maxianová, A., Winkler, J., Adamcová, D., & Podlasek, A. Environmental consequences and the role of illegal waste dumps and their impact on land degradation. Land Use Policy, 2019, 89, 104234, https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104234
[8] Seror, N., & Portnov, B. A. Identifying areas under potential risk of illegal construction and demolition waste dumping using GIS tools. Waste Management, 2018, 75, 22–29, https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.01.027
[9] Otwong, A., Jongmeewasin, S., & Phenrat, T. Legal obstacles for the circular economy in Thailand: Illegal dumping of recyclable hazardous industrial waste. Journal of Cleaner Production, 2021, 302, 126969, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126969
[10] Nanda, S., & Berruti, F. Municipal solid waste management and landfilling technologies: a review, Environmental Chemistry Letters, 2021, 19(2), 1433–1456. https://doi.org/10.1007/s10311-020-01100-y
[11] Seng, B., Fujiwara, T., & Spoann, V. Households' knowledge, attitudes, and practices toward solid waste management in suburbs of Phnom Penh, Cambodia. Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy, 2018, 36(10), 993–1000, https://doi.org/10.1177/0734242X18790800
[12] Ramadan, B. S., Rachman, I., Ikhlas, N., Kurniawan, S. B., Miftahadi, M. F., & Matsumoto, T. A comprehensive review of domestic-open waste burning: recent trends, methodology comparison, and factors assessment. Journal of Material Cycles and Waste Management, 2022, 24(5), 1633–1647, https://doi.org/10.1007/s10163-022-01430-9
[13] Agovino, M., & Musella, G. Separate waste collection in mountain municipalities. A case study in Campania. Land use Policy, 2020, 91, 104408, https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104408
[14] Nagpure, A. S. Assessment of quantity and composition of illegal dumped municipal solid waste (MSW) in Delhi, Resources, Conservation and Recycling, 2019, 141, 54–60, https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.012
[15] Šedová, B. On causes of illegal waste dumping in Slovakia, Journal of Environmental Planning and Management, 2016, 59(7), 1277–1303, https://doi.org/10.1080/09640568.2015.1072505
[16] Syafrudin, S., Ramadan, B. S., Budihardjo, M. A., Munawir, M., Khair, H., Rosmalina, R. T., et al. Analysis of Factors Influencing Illegal Waste Dumping Generation Using GIS Spatial Regression Methods, Sustainability, 2023, 15(3), 1926, https://doi.org/10.3390/su15031926
[17] Karimi, N., Richter, A., Ng, K. T. W. Siting and ranking municipal landfill sites in regional scale using nighttime satellite imagery, Journal of Environmental Management, 2020, 256, 109942, https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109942
[18] Министарство заштите животне средине (2025): Управљање отпадом у Републици Србији у периоду 2011–2024. године. Агенција за заштиту животне средине. Београд.
[19] Jakiel, M., Bernatek-Jakiel, A., Gajda, A., Filiks, M., & Pufelska, M. Spatial and temporal distribution of illegal dumping sites in the nature protected area: The Ojców National Park, Poland, Journal of Environmental Planning Management, 2019, 62, 286–305, https://doi.org/10.1080/09640568.2017.1412941
[20] Quesada-Ruiz, L. C., Rodriguez-Galiano, V., & Jordá-Borrell, R. Characterization and mapping of illegal landfill potential occurrence in the Canary Islands, Waste Management, 2019, 85, 506–518, https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.01.015
[21] Abu Qdais, H., & Shatnawi, N. Assessing and predicting landfill surface temperature using remote sensing and an artificial neural network, International Journal of Remote Sensing, 2019, 40, 9556–9571, https://doi.org/10.1080/01431161.2019.1633703
[22] Mahmood, K., Batool, S. A., & Chaudhary, M. N. Ul-Haq, Z. Ranking criteria for assessment of municipal solid waste dumping sites, Archives of Environmental Protection, 2017, 43, 95–105, 10.1515/aep-2017-0009
[23] Richter, A., Ng, K. T. W., Karimi, N., Chang, W. Developing a novel proximity analysis approach for assessment of waste management cost efficiency in low population density regions, Sustainable Cities and Society, 2021, 65, 102583, https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102583
[24] Ghosh, A., & Richter, A., Ng, K. T. W. Applications of Geographic Information Systems to site waste facilities in Saskatchewan—Phase 1. In Proceedings of the Canadian Society of Civil Engineering Annual

Conference 2021, Lecture Notes in Civil Engineering, Ottawa, Canada, 2021, 249, 173–182, https://doi.org/10.1007/978-981-19-1061-6_18
[25] Akbari, V., Rajabi, M. A., Chavoshi S. H., Shams, R. Landfill site selection by combining GIS and fuzzy multi criteria decision analysis, case study: Bandar Abbas, Iran, World Applied Sciences Journal, 2008, 3(1), 39–47.
[26] Tavares, G., Zsigraiova, Z., Semiao, V. Multi-sriteria GIS-based of an incineration plant for municipal solid waste, Waste Management, 2011, 31(9-10), 1960–1972, https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.04.013
[27] Shahabi, H., Allahvirdiasl, H., Ali Zadeh, M. Application of GIS Models in Site selection of waste disposal in Urban Area. IOSR Journal of Applied Physics, 2012, 1 (6), 1–7, 10.9790/4861-0160107
[28] Павловић, М. (2019a): Географске регије Србије 2, Планинско-котлинско долинска макрорегија. Београд: Универзитет у Београду – Географски факултет.
[29] Павловић, М. (2019b): Географија Србије 1. Београд: Универзитет у Београду – Географски факултет
[30] Divlje deponije u Srbiji, Agencija za zaštitu životne sredine. Delimično dostupno na: http://77.46.150.221/kdd/ (Pristupljeno 21. jula 2026. godine).
[31] Liu, Z., & Cheng, L. Review of GIS Technology and Its Applications in Different Areas, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 735 (1), 012066, 10.1088/1757-899X/735/1/012066.
[32] Fiedukowicz, A. The Role of Spatial Context Information in the Generalization of Geographic Information: Using Reducts to indicate Relevant Attributes. ISPRS International Journal of Geo-Information, 2020, 9 (1), 37, https://doi.org/10.3390/ijgi9010037
[33] Krsmanović, M., Šušnjar, S., Golijan, J., Valjarevic, A. GIS based vulnerability assessment of illegal waste disposal – Case study East Sarajevo, Archives for Technical Sciences, 2022, 27(1), 63–76, https://doi.org/10.7251/afts.2022.1427.063K
[34] CORINE Land Cover (2018). Delimično dostupno na: https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover/clc2018 (Pristupljeno 03. avgusta 2026. godine).
[35] Du, L., Zuo, J., Vanzo, J., Chang, R., & Zillante, G. Assessing and predicting the illegal dumping risks in relation to road characteristics, Waste Management, 2023, 169, 332–341, https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.07.031

SPATIAL DISTRIBUTION OF WILD LANDFILLS IN THE TERRITORY OF THE JABLANICA ADMINISTRATIVE DISTRICT

Author: MILAN MILETIĆ, Jovana Vuletić
E-mail: milanmiletic181@gmail.com
Mentor: Assoc. Prof. Mrđan Đokić
Department of Geography and Tourism,
Faculty of Sciences and Mathematics, University of Niš

Introduction: Illegal waste disposal is one of the major environmental problems of modern society, resulting from inadequate waste management and insufficient development of waste collection and disposal systems. Wild landfills can lead to environmental degradation, soil and water pollution, and adverse effects on public health and local ecosystems.

The Aim: The aim of the research was to analyze the spatial distribution of wild landfills in the territory of the Jablanica Administrative District, as well as to identify patterns of their occurrence and spatial clustering.

Material and Methods: Data on the locations of registered wild landfills were obtained from the website of the Agency for Environmental Protection of the Republic of Serbia. All illegal landfills were recorded in 2023. Spatial analysis was carried out in QGIS software, using buffer zones of 10 m, 20 m, 50 m, and 100 m around river courses, roads, and settlements.

Results: The largest number of registered wild landfills on the territory of the Jablanica Administrative District is concentrated in the valley and plain areas along the South Morava and its tributaries. The highest number of wild landfills in buffer zones along river courses was recorded in the Jablanica and Pusta Reka basins. Within the 100 m buffer zone along traffic infrastructure, 93 illegal landfills were registered, while 8 illegal landfills were recorded within the 100 m buffer zone around urban and rural settlements. Spatial analysis identified 10 hotspots, the most intense of which is located in the South Morava valley, east of Leskovac.

Conclusion: The selected hotspots represent priority zones for future monitoring, remediation, and implementation of preventive measures aimed at reducing the impact of illegal waste disposal. Special attention should be focused on agricultural land, where a large number of illegal landfills have been registered.

Keywords: wild landfills; Jablanica District; spatial analysis; buffer zone; hotspots