

**ИДЕНТИФИКАЦИЈА ДЕПОНИЈА ОТПАДА НА НЕПОВОЉНИМ ЛОКАЦИЈАМА
ПОМОЋУ ГИС-а – ПРИМЈЕР ОПШТИНЕ РИБНИК****Саша Дуновић¹, Љиљана Вукић² и Горан Трбић³**¹Институт за грађевинарство „ИГ“ д.о.о. Бања Лука, Република Српска²Технолошки факултет, Универзитет у Бањој Луци, Република Српска³Природно-математички факултет, Универзитет у Бањој Луци, Република Српска

Сажетак: У последњих двадесет година на територији општине Рибник формиране су бројне депоније чврстог отпада на неодговарајућим локацијама и као такве представљају опасност по животну средину. Због тога, постојала је реална потреба да се на територији ове општине идентификују све дивље, нелегалне депоније отпада, чију је оправданост постојања требало истражити. У овом раду коришћен је процес “negative mapping” за идентификацију депонија отпада које се због карактеристика локација на којима се налазе могу окарактерисати као депоније на неповољним локацијама. Ова процедура се изводи кроз анализу преклапања тематских слојева података унутар једног ГИС пројекта.

Кључне ријечи: депоније отпада, карактеристике локација, неповољне локације, ГИС, negative mapping.

Original scientific paper

**IDENTIFICATION OF WASTE LANDFILLS AT INADEQUATE LOCATIONS WITH THE
AID OF GIS – EXAMPLE OF THE MUNICIPALITY OF RIBNIK****Saša Dunović¹, Ljiljana Vukić² and Goran Trbić³**¹Civil Engineering Institute „IG“ Ltd. Banja Luka, Republika Srpska²Faculty of Technology, University of Banja Luka, Republika Srpska³Faculty of Sciences, University of Banja Luka, Republika Srpska

Abstract: Many solid waste landfills were formed at inadequate locations in the territory of the municipality of Ribnik over the last twenty years; as such they represent a threat to the environment. For this reasons there was a real need to identify all unauthorised illegal waste landfills in this municipality, whose justification of existence should be researched. This paper has used the "negative mapping" process to identify waste landfills that can be characterised as landfills at inconvenient locations due to the characteristics of their location. This procedure is conducted through the analysis of overlapping of thematic data layers within a GIS project.

Key words: waste landfills, location characteristics, inconvenient locations, GIS, negative mapping.

УВОД

За разлику од економски развијених европских земаља, које у великом проценту издвајају корисне компоненте отпада и поново их користе или рециклирају, у нашој земљи депоновање и даље представља најзначајнији вид збрињавања отпада. Ово за посљедицу

INTRODUCTION

Unlike economically developed European countries, which separate useful waste components to a great extent and reuse or recycle them, landfilling in our country still represents the most significant form of waste management. This results in waste

има одлагање отпада на бројним локацијама. Већина тих локација не испуњава ни минимум захтијеваних стандарда за изградњу и коришћење депонија отпада. Одлагање отпада на неодговарајућим локацијама представља сталну пријетњу загађењу воде, тла и ваздуха, а тиме и ризик по здравље људи и животиња, те доводи и до стварања великог броја дивљих, нелегалних депонија.

Дивље депоније су посебан проблем који свака општина мора да ријеша, јер као такве представљају извор загађења воде и ваздуха, угрожавајући здравље и животе људи на релевантном подручју (Arbeiter-Samariter-Bund-Општина Котор, 2012).

Међутим, не налазе се све депоније на неповољним локацијама и као такве не морају бити приоритетно уклоњене, за разлику од оних, које због карактеристика локације на којима се налазе представљају изразиту опасност за животну средину. У пракси, код планирања уклањања неодговарајућих депонија прво се врши селекција оних, које ни у једном случају не могу остати на датој локацији.

Да би се могла извршити правилна селекција депонија неопходно је идентификовати сва одлагалишта на истраживаном простору и истражити све карактеристике локација на којима се идентификоване дивље депоније налазе, како би се кроз вишекритеријумску анализу и критеријуме искључења могао донијети коначан суд о минимуму захтјева за даљу оправданост њиховог постојања или хитност уклањања уз санацију локације. Ово је уједно и основни циљ овог рада.

Коришћењем географских информационих система (ГИС) за анализу карактеристика локација идентификованих депонија, укључујући и критеријуме искључења, могуће је уз мала улагања идентификовати све депоније отпада, које се морају приоритетно уклонити и њихове локације санирати.

landfilling at numerous locations. Majority of these locations do not meet minimal required standards relating to the construction and usage of waste landfills. Waste landfilling at inadequate locations represents a permanent threat to the pollution of water, soil and air, hence a risk to human and animal health; and it leads to the creation of many wild, illegal landfills.

Wild landfills are a special problem that must be solved by every municipality, because as such it represents a water and air pollution source, jeopardising human health and life in the relevant area (Arbeiter-Samariter-Bund-Municipality of Kotor, 2012).

Not all landfills, however, are situated at inconvenient locations and as such must not be removed as a priority, unlike those that represent a prominent hazard to the environment due to the properties of locations where they are located. In practice, when planning the removal of inadequate landfills, first are selected those that cannot stay at a given location in any case.

In order to correctly select landfills it is necessary to identify all dumps in the researched area and check all properties of locations where the identified unauthorised landfills are located so that a multi-criteria analysis and exclusion criteria could be used to make a final decision on minimal requirements for further justification of their existence or urgent removal with the location remediation. This is simultaneously the basic objective of this paper.

Using geographic information systems (GIS) to analyse properties of identified landfills' locations, including exclusion criteria, it is possible to identify at low investments all waste landfills that must be removed as a priority and their locations remediate.

ДЕПОНИЈЕ И КРИТЕРИЈУМИ ЗА ДЕПОНИЈЕ ОТПАДА

У Републици Српској тренутно постоје 42 званичне општинске депоније комуналног отпада (Статистички годишњак Републике Српске, 2011). Реализацијом пројекта Идентификација, категоризација и израда базе података локалних и дивљих депонија на територији Републике Српске, идентификовано је преко 270 дивљих и локалних депонија отпада. Већина општинских и све дивље депоније су неуређене и углавном се налазе на неодговарајућим локацијама (Фонд за заштиту животне средине и енергетску ефикасност РС, 2010).

Управо аутори Шеховац и Трбојевић (2009) истичу проблем до сада одложеног комуналног отпада, који у највећем броју случајева, није одлаган у складу са важећим законским прописима, гдје приликом избора локације за депоновање отпада геолошки састав подлоге (терена) није узиман у разматрање.

Основни параметри приликом оцјене поједине локације у погледу подобности за депоновање комуналног отпада у инжењерско-геолошком и хидрогеолошком смислу су: геоморфолошке карактеристике, стабилност терена, носивост (чврстоћа на притисак), испуцалост стијенских маса, појава и стање подземних вода, водопропустљивост (односно водонепропустљивост) (Шеховац и Трбојевић, 2009, стр. 283).

Аутори Милошевић и Маркићевић (2003) су се бавили детерминисањем локација депонија у функцији геоморфолошких процеса и облика којима је додијељен примарни значај. Објаснили су утицај флувијалних и крашких форми, при чему су одређеним облицима (алувијалним равнинама и крашким пољима) приписали елиминаторни значај, јер се одликују високом дисперзивношћу. Такође, објаснили су и економске посљедице лоцирања депонија на одређеним облицима и дали матрицу повољности (Милошевић и Маркићевић, 2003, стр. 87).

Ракић и сарадници (2005) истичу да

LANDFILLS AND CRITERIA FOR WASTE LANDFILLS

The Republika Srpska currently has 42 official municipal communal waste landfills (Republika Srpska Statistical Yearbook, 2011). During the implementation of the Identification, categorisation and elaboration of database of local and authorised landfills in the territory of the Republika Srpska Project, more than 270 authorised and local landfills were identified. Majority of municipal and all unauthorised landfills are non-compliant and mainly located at inadequate locations (Environmental protection and energy efficiency fund of RS, 2010).

Precisely authors Šehovac and Trbojević (2009) point out the problem with the communal waste landfilled so-far, which in majority of cases was not disposed of in line with valid legal regulations, where geological composition of the base (field) was not taken into consideration during the landfill location selection procedure.

Elementary parameters in the assessment of individual locations with regard to suitability for communal waste landfilling in engineering-geological and hydro-geological sense are: geo-morphological properties, field stability, bearing capacity (compressive strength), crevices in rocks, groundwater occurrence and condition, water permeability (i.e. water tightness) (Šehovac and Trbojević, 2009, pp. 283).

Authors Milošević and Markićević (2003) addressed the siting of landfills in the function of geo-morphological processes and forms that were assigned primary significance. They explained the impact of fluvial and karst forms, where they assigned eliminatory significance to certain forms (alluvial plains and karst fields), because they are characterised by high dispersiveness. They also explained economic consequences of siting landfills in certain forms and provided a favourability matrix (Milošević and Markićević, 2003, pp. 87)

Rakić and associates (2005) point out the

се при геотехничким и хидрогеолошким истраживањима за потребе санације или измјештања неуређених депонија, често наилази на проблем да корисник таквих депонија поставља задатак и прејудуцира рјешења, која су често у супротности са резултатима истраживања. Наиме, тешко се одриче постојећих локација које су са геолошког аспекта врло неповољне, па су и санациони захвати на њима често неефикасни (Ракић et al, 2005, стр. 180).

Kara и Doratli (2012) истичу да избор локације депоније захтијева разматрање великог скупа различитих фактора и балансирање између вишеструких циљева приликом утврђивања подобности одређеног подручја. То укључује комплексан низ критичних фактора који потичу из економских политика и еколошких дисциплина. Сходно томе, приликом избора локације депоније, обавезна је примјена технике мултикритеријумске евалуације (MCE multi-criteria evaluation) (Kara and Doratli, 2012, стр. 966).

Истраживањем овог проблема бавили су се многи аутори и усвојене су различите методе које се користе при том избору, поштујући мање више исте или сличне критеријуме и ограничења. Akbari и сарадници (2008) удружили су ГИС и fuzzy логички метод одлучивања у избору локације депоније и развијању рангирања потенцијалних локација депоније на основу разних критеријума. Користили су ГИС за технике преклапања дигиталних карата (вишеструки слојеви својствених података). Користили су различите тематске слојеве који су носили информације о сљедећем: урбаним и руралним, индустријским и пољопривредним подручјима, сталним и привременим површинским водотоцима, нагибу терена, нивоу подземних вода, врстама земљишта, геолошкој грађи, постојећој и будућој намјени земљишта, а све са циљем одређивања локације депоније у региону Бандар Аббас, Иран (Akbari et al., 2008, стр. 39).

Драгичевић истиче да је контролисано одлагање одређене категорије отпада на прописно уређеном санитарном одлагалишту,

frequency of the problem that a beneficiary of non-compliant landfills sets tasks and prejudices solutions that frequently oppose research results during geo-technical and hydro-geological researches for the needs of remediation or dislocation of non-compliant landfills. Namely, the existing locations that are very inconvenient from geological aspect are disavowed with difficulty, hence remediation interventions on them are frequently inefficient (Rakić et al, 2005, pp. 180).

Kara and Doratli (2012) point out that the selection of a landfill location requires a big group of diverse factors to be considered and multiple objectives be balanced when establishing the suitability of an area. This comprises a complex series of critical factors ensuing from economic policies and environmental disciplines. Accordingly, when selecting a landfill location, multi-criteria evaluation technique (MCE multi-criteria evaluation) is compulsory (Kara and Doratli, 2012, pp. 966).

This problem was researched by many authors; many different methods were adopted and are used in this selection procedure, more or less respecting the same or similar criteria and constraints. Akbari and associates (2008) connected GIS and fuzzy logic method of decision-making in the selection of a landfill location and development of potential landfill locations ranking based on diverse criteria. They used GIS for techniques of digital map overlapping (multiple layers of intrinsic data). They used diverse thematic layers that carried information on the following: urban and rural, industrial and agricultural areas, permanent and temporary surface water courses, field inclination, groundwater level, types of soil, geological structure, existing and future purpose of soil, all this with the aim of setting a landfill location in the region of Bandar Abbas, Iran (Akbari et al, 2008, pp. 39).

Dragičević points out that controlled landfilling of some waste categories in proper and compliant sanitary landfill is a starting form of expressing environmental awareness

почетни облик исказивања еколошке свијести, која је увелико условљена и економским могућностима плаћања услуге, јер су такви системи обраде и одлагања одређени прописаним граничним вриједностима утицаја на животну средину (Драгичевић, 2009, стр. 769).

У периоду када је одлагање на депоније у Европској Унији био најчешћи начин одлагања отпада, с обзиром на чињеницу да је то био најјефтинији метод збрињавања, појавила се потреба и за униформним стандардима за ту дјелатност.

У том периоду настала је Европска директива о депонијама отпада (Council Directive 99/31/EC, 1999). Ова директива има за циљ да се увођењем строгих захтјева (као што су: локацијски услови депоније, грађевински услови за изградњу и коришћење депоније,..) смање негативни ефекти одлагања отпада на животну средину, нарочито на земљиште, подземне и површинске воде, као и ефекти на здравље становништва.

Оквирном директивом о отпаду – The Waste Framework Directive (WFD – 2008/98/EC) успоставља се систем за координисано управљање отпадом у ЕУ, са циљем да се ограничи производња отпада, рециклира чак 50% комуналног и 70% грађевинског укупно произведеног отпада.

Земље региона су, за разлику од Републике Српске, усвојиле законске и подзаконске акте, којима се ближе уређује област управљања отпадом, као што су услови и критеријуми за одређивање локације депоније, технички и технолошки услови за пројектовање, изградњу и рад депонија отпада итд.

Предмет овог рада заснован је на студији случаја општине Рибник. Општина Рибник се налази у сјеверозападном дијелу Републике Српске и једна је од граничних и рубних општина овог дијела Републике Српске.

Управљање комуналним отпадом на територији садашње општине Рибник вршено је у оквиру јединственог система управљања за бившу општину Кључ. У току и после ратних дејстава, током 90-их година прошлог вијека,

that is greatly conditioned by economic possibilities of service payment because such systems of treatment and landfilling are determined by prescribed limit values of environmental impacts (Dragičević, 2009, pp. 769).

A need for uniformed standards for this activity occurred during the period when disposal at landfills in the European Union was the most frequent form of waste disposal, given the fact that it was the cheapest treatment method.

In this period was created Council Directive on the landfill of waste (Council Directive 99/31/EC, 1999). The aim of this directive is that the introduction of strict requirements (such as: location requirements of a landfill, civil engineering conditions for the construction and usage of a landfill,..) decrease negative impacts of waste landfilling on the environment, especially soil, groundwater and surface water, as well as impacts on population's health.

The Waste Framework Directive (WFD – 2008/98/EC) established a controlled waste management system in the EU with the aim of limiting waste generation, recycling as much as 50% of communal and 70% of demolition generated waste.

Unlike the Republika Srpska, the countries in the region adopted laws and by-laws, to closely regulate the waste management field, such as requirements and criteria for landfill siting, technical and technological conditions for designing, construction and operation of waste landfills etc.

The subject of this paper is based on a case study of the municipality of Ribnik. The municipality of Ribnik is located in the north-western part of the Republika Srpska and is one of boundary and perimeter municipalities in this part of the Republika Srpska.

Communal waste management in the territory of the municipality of Ribnik was performed within a unique management system for the former municipality of Ključ. During and after war activities, in the 1990s,

овај систем је напуштен, прво због недостатка потребних материјалних и техничких средстава, а после због територијалне подјеле ове општине. Посљедица овога је непланско отварање бројних депонија чврстог отпада на неодговарајућим локацијама, по цијелој територији општине Рибник.

Поред овога, тренутно само 35% становништва ове општине користи услугу организованог сакупљања и одвожења отпада једном седмично, за разлику од осталих 65%, којима стандардни систем одношења отпада није доступан. Ових 65% становништва свој отпад одлаже на дивље и неуређене депоније.

У оваквом систему, било је неопходно да се на територији ове општине идентификују дивље, нелегалне депоније отпада, чију је оправданост постојања требало истражити.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Истраживања су подразумијевала: припремне активности, припрему картографских дигиталних подлога, креирање структуре базе података, обимно теренско истраживање, прикупљање података и на крају обраду прикупљених података и израду дигиталне базе података.

Да би се прикупљени подаци могли искористити на најбољи начин, тј. примјеном ГИС било је неопходно, прије прикупљања података, дефинисати које податке прикупљати и осмислити структуру будуће геопросторне базе података.

Снимање координата и облика идентификованих депонија рађено је помоћу уређаја GPSmap 60CSx.

Сви подаци прикупљени на терену, обрађени су коришћењем програмског пакета QGIS (<http://www.qgis.org/>).

Уношењем свих снимљених тачака на терену, те уношењем осталих података формирана је коначна верзија геопросторне базе података са текстуалним прегледом свих обрађених локација, те су добијене векторске

this system was forgone, first due to a lack of necessary material and technical resources and then due to a territorial division of the municipality. A consequence thereof is the unplanned opening of many solid waste landfills at inadequate locations, in the entire territory of the municipality of Ribnik.

Apart from this, currently as few as 35% of the population in this municipality use the organised waste weekly collection and removal service, unlike the remaining 65%, who have no access to the standard waste removal system. These 65% of population disposes of their waste at unauthorised and non-compliant landfills.

In such a system, it was necessary to identify unauthorised, illegal waste landfills in the territory of this municipality; their existence justification must be researched.

MATERIAL AND METHODS

Researches implied: preparatory activities, preparation of digital cartographic bases, database structure generation, extensive field research, data collection and finally collected data processing and digital database creation.

In order for the collected data to be used in the best way, meaning GIS application, it was necessary to define which data were to be collected and conceive the structure of future geospatial database prior to data collection.

GPSmap 60CSx device was used to survey the coordinates and shape of identified landfills.

These data were collected in the field, processed by QGIS programme package (<http://www.qgis.org/>).

Entering all surveyed points in the field and entering other data formed the final version of geospatial database with a textual overview of all processed locations; vector bases were acquired with a clearly marked polygon of the landfill locations in the territory of the municipality of Ribnik. This way generated elementary assumptions to use GIS for a

подлоге са јасно назначним полигоном локације депонија на територији општине Рибник. На овај начин створене су основне претпоставке како би се помоћу ГИС-а могли анализирати прикупљени подаци.

Након теренског снимања координата и облика идентификованих депонија помоћу ГПС уређаја и уноса снимљених тачака у QGIS, добијен је приказ информација о тим депонијама у векторском облику, а које се односе на геометрију депоније (дужина, површина, облик), као и просторни положај, тј. положај у координатном систему. На овај начин формиран је први слој у QGIS пројекту, који је назван депоније општине Рибник. Овом слоју у QGIS пројекту накнадо су придружени и други тематски слојеви: топографске подлоге; слој који носи информације о водотоцима и изворима општине Рибник; слој насеља ове општине; слој саобраћајне инфраструктуре; слој са информацијама о заштићеним подручјима и споменицима културе на подручју ове општине, итд. Ови слојеви су настали, углавном, радом на пројекту Просторног плана општине Рибник и представљају право стање предметних појава (Просторни План Општине Рибник, 2014).

Сви слојеви чине јединствен ГИС пројекат, пројекат вишеструких слојева својствених података и пружа читав низ могућности за анализе помоћу различитих алата доступних у QGIS-у, као што су: удаљеност депоније од површинских водотокова, од стамбених зона или објеката индивидуалне изградње, удаљеност од саобраћајних коридора, од пољопривредног земљишта, од споменика културе или заштићених простора, итд.

Коришћењем сателитских снимака ASTER Global Digital Elevation Model v2 (METI and NASA, 2013) за предметно подручје општине Рибник и ГИС алата за обраду растерских снимака (Slope, Aspect, Extaction Contour, Relief, Color Relief) добијени су подаци о рељефу, надморској висини (изохипсама), нагибу и експозицијама терена цијеле општине, па тако и локација идентификованих депонија.

Обрадом већ документованих података о предметним локацијама са тематских геолошких,

collected data analysis.

After field survey of coordinates and shape of identified landfills with a GPS device and entering the surveyed points into QGIS, information on these landfills were shown in vector form relating to the landfill geometry (length, area, shape), as well as spatial position, i.e. position in the coordinate system. In this way the first layer of the QGIS project was formed, which was called landfills of the municipality of Ribnik. This layer in the QGIS project was subsequently joined by other thematic layers: topographic bases; the layer that carries information on water courses and springs in the municipality of Ribnik; the layer with settlements in this municipality; the layer with traffic infrastructure; the layer with information on protected areas and cultural monuments in this municipality etc. These layers were mainly created in the Spatial Plan of the municipality of Ribnik project and represent the true condition of concerned phenomena (Spatial Plan of the Municipality of Ribnik, 2014).

All layers make a unique GIS project, a project of multiple layers with intrinsic data and provide a range of possibilities of making analyses with diverse tools available in QGIS, such as: distance of the landfill from surface watercourses, from residential zones or individually constructed facilities, distance from traffic corridors, from agricultural land, from culture monuments or protected areas etc.

Data on relief, altitude (isohypses), inclination and expositions of the field in the entire municipality, hence the locations of identified landfills were acquired using satellite images ASTER Global Digital Elevation Model v2 (METI and NASA, 2013) for the concerned area of the municipality of Ribnik and GIS tools for the processing of raster images (Slope, Aspect, Extaction Contour, Relief, Color Relief).

The processing of already documented data on subject locations from thematic geological, engineering-geological, hydro-geological and

инжењерско-геолошких, хидрогеолошких и сеизмичких карата, добијене су за сваку локацију идентификованих депонија сљедеће информације: геолошке, хидрогеолошке, литолошке и педолошке карактеристике, као и информације о сеизмичности терена, геолошким расједима, повољности терена за изградњу према инжењерскогеолошким карактеристикама, итд. Од ових података направљени су одговарајући shapefile, како би се могли користи у географским информационим системима и као такви представљали су нове тематске слојеве у ГИС пројекту. Подаци о земљишном покрову и намјени коришћења земљишта добијени су коришћењем дигиталне базе података CORINE Land Cover 2006 (Environmental Protection Agency, 2013) и представљају још један слој у ГИС пројекту поред раније споменутих тематских слојева.

Захваљујући чињеници да ГИС пројекат подразумева формирање више слојева који садрже просторне податке о различитим темама и да је сваки слој повезан са својом табелом атрибута, односно базом података, која омогућује анализирање просторних података комбиновањем више упита у исто вријеме припремљени тематски слојеви су преклопљени једни преко других и добијена је слика, односно друге информације, о положају идентификованих депонија у односу на поменуте појаве у простору (Митровић, 2009, стр. 3). Примјењена методологија у оквиру ГИС пројекта одбацује неприхватљива мјеста за постојање депоније на основу законом дефинисаних и опште прихваћених критеријума (критеријуми искључења).

Кориштени критеријуми за оцјену погодности појединих локација општине Рибник за постојање, прилагођавање и експлоатацију идентификованих депонија су критеријуми који се користе и код избора локације за нове депоније чврстог комуналног отпада. То су: удаљености од насеља (300 m), здравствених објеката (2000 m), непокретног културног добра и заштићеног природног подручја (1500 m), водотока (500 m), регионалних изворишта водоснабдијевања (2000 m), заштитног појаса саобраћајница

seismic maps produced data for every location of identified landfills as follow: geological, hydro-geological, lithologic and pedological properties, as well as information on field seismicity, geological faults, suitability of the field for construction according to engineering-geological properties etc. These data were used for the generation of corresponding shape file, in order for them to be used in geographic information systems; as such they represent new layers in the GIS project. Data on land cover and purpose of land were acquired using the CORINE Land Cover 2006 (Environmental Protection Agency, 2013) digital database and represent another layer in the GIS project apart from the already mentioned thematic layers.

Owing to the fact that the GIS project implies the formation of multiple layers that contain spatial data on diverse themes and that every layer is connected with its attribute table, meaning database, enabling spatial data to be analysed by a combination of several queries, the prepared thematic layers are simultaneously overlapped and an image is acquired, i.e. other information on a position of identified landfills in relation to the already mentioned phenomena in space (Mitrović, 2009, pp. 3). The methodology applied within the GIS project dismisses unacceptable locations for landfills based on law-defined and generally accepted criteria (exclusion criteria).

The criteria used for the assessment of suitability of some locations in the municipality of Ribnik for the existence, adjustment and exploitation of identified landfills are the criteria used in the selection of the location of new solid communal waste landfills. These are: remoteness from settlements (300 m), medical institutions (2000 m), immovable cultural goods and protected natural areas (1500 m), watercourses (500 m), regional water supply springs (2000 m), protected right of way (20-60 m), identified faults (100 m), as well as the areas that were defined for sanitary protection of springs (Decree on disposal of waste at landfills, 2010, Rulebook on the criteria for

(20-60 m), идентификованих расједа (100 m), као и површине које су одређене за санитарну заштиту изворишта (Уредба о одлагању отпада на депоније, 2010; Правилник о критеријумима за одређивање локације и уређење депонија отпадних материја, 1992; Ahmad, et al, 2014, стр. 24; Kontos, et al, 2005, стр. 818).

Ова процедура је позната као negative mapping и изводи се управо кроз анализу преклапања тематских слојева података коју изводи ГИС програм (Basagaoglu et al, 1997, стр. 455). Ова процедура се углавном користи у раним фазама студије избора локације нове депоније, како би се елиминисала неодговарајућа подручја и идентификовала positive window areas за будућа истраживања. У овом раду коришћена је као нови алат за једноставно препознавање дивљих депонија које се морају безусловно санирати и као таква могла би се користити и за депоније у другим општинама, односно регионима.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

У току израде овог рада на територији општине Рибник теренским истраживањима идентификовано је 25 нелегалних дивљих депонија. Депоније су формиране у околини већих насељених мјеста. То су уједно и мјеста у којима не постоји или није постојао уређен систем сакупљања и одвожења отпада.

За правилно одређивање локације депоније потребно је било прикупити и анализирати бројне податке: податке везане за околину и хидрологију локације, затим геолошке и хидрогеолошке податке, топографске податке, итд. Ови исти подаци прикупљени су и за предметни случај анализе локација постојећих депонија у циљу оцјене њихове погодности за наставак депоновања отпада на њима, односно за оцјену хитности уклањања већ одложеног отпада.

Наведени подаци прикупљени су теренским истраживањима, анализом и обрадом података даљинских истраживања из доступних сателитских снимака, као и обрадом већ

location determination and development of waste substance landfills, 1992; Ahmad et al., 2014, pp. 24, Kontos, et al, 2005, pp. 818).

This procedure is known as negative mapping and is done precisely through the analysis of thematic layers overlapping executed by the GIS programme (Basagaoglu et al, 1997, pp. 455). It is usually used in earlier phases of the study of location selection for a new landfill in order to eliminate inadequate areas and identify positive window areas for future researches. This paper used it as a new tool for simple recognition of unauthorised landfills that must unconditionally be remediated and as such could be used for landfills in other municipalities, meaning regions.

RESULTS AND DISCUSSION

During the production of this paper, 25 illegal unauthorised landfills were identified in field research in the territory of the municipality of Ribnik. Landfills were formed in the vicinity of larger settlements. These are simultaneously places that neither have nor had a waste collection and removal system.

For the proper siting of a landfill, it is necessary to collect and analyse many data: data relating to environment and hydrology of the location, then geological and hydrogeological data, topographic data etc. The same data were also collected for the concerned case of analysing the locations of existing landfills with the aim of evaluating their suitability for the continuation of waste landfilling there, i.e. evaluation of urgency to remove the landfilled waste.

The mentioned data were collected in field researches, in the analysis and processing of remote research data from available satellite images, as well as in the processing of the

документованих података о предметним локацијама.

Теренско истраживање и прикупљање података је рађено снимањем географских координата и облика идентификованих депонија, прикупљањем података о називу локације депоније, најближег насељеног мјеста, затим о близини ријечног тока или извора, близини насеља, заштићеног подручја, инфраструктуре, фото записа, итд. У наставку је дат преглед локација и број идентификованих депонија на њима (табела 1, слика 1).

already documented data on concerned locations.

Field research and collection of data was executed by surveying geographic coordinates and shapes of identified landfills, by collection of data on the name of landfill location, closest inhabited place, then on the closeness of a river or spring, closeness of a settlement, protected area, infrastructure, photo records etc. In the continuation is given an overview of locations and number of identified landfills there (table 1, figure 1).

Таб. 1. Локације општине Рибник и број идентификованих депонија на њима
 Tab. 1. Locations in the municipality of Ribnik and number of identified landfills there

ЛОКАЛИТЕТ/ LOCATION	БРОЈ ДЕПОНИЈА/ NUMBER OF LANDFILLS
Ситница/Sitnica	8
Торине – локална депонија/Torine – local landfill	1
Страна (Мацановићи)/Strane (Macanovići)	4
Јелића долина – поток/Jelića dolina – brook	2
Доњи Врбљани/Donji Vrbljani	6
Горњи Врбљани/Gornji Vrbljani	4
УКУПНО/TOTAL	25



Сл. 1. Локације идентификованих депонија на територији општине Рибник
 Fig. 1. Locations of identified landfills in the territory of the municipality of Ribnik

Преклапањем слојева који носе податке о насељима, здравственим објектима, расједима, водотоцима, итд., тј. бафер зонама око њих, у којима се не могу позиционирати депоније, добија се коначна карта подручја које је неподесно за лоцирање депонија отпада (слика 2).

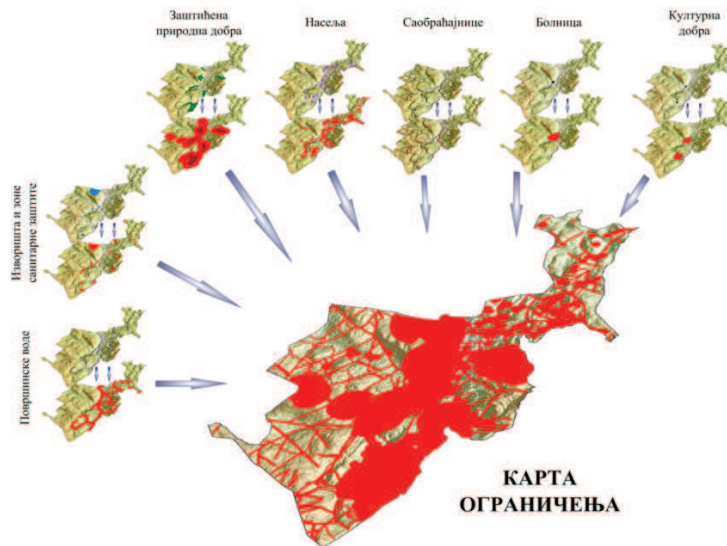
Приказани су тематски ГИС слојеви који садрже податке о критеријумима искључења, ГИС слојеви са бафер зонама око објеката који су класификовани као искључујући и коначна карта ограничења која настаје након што се преклопе сви тематски слојеви, који носе податке о појединачним ограничењима.

Формирањем заштитних зона, бафера, око водотока, заштићених подручја, расједа итд., добија се велика површина општине Рибник која је неподесна за изградњу, а самим тим и постојање депонија отпада (слика 2).

Overlapping the layers that carry the data on settlements, medical institutions, faults, watercourses etc. the so-called buffer zones around them, where landfills cannot be positioned, produces a final map of the area that is unsuitable for waste landfill location (figure 2).

Shown are thematic GIS layers that contain data on exclusion criteria, GIS layers with buffer zones around facilities that were classified as excluding and the final map of constraints that is produced after all thematic layers are overlapped, which contain data on individual constraints.

The formation of protective zones, buffers, around watercourses, protected areas, faults etc., showed a large area of the municipality of Ribnik, which is unsuitable for construction, thereby the existence of waste landfills (figure2).



Сл. 2. Карта критеријума ограничења (површинске воде, изворишта и зоне санитарне заштите, заштићена природна добра, насеља, саобраћајнице, здравствени објекти, ...)

Fig. 2. Exclusion criteria map (surface waters, springs and zones of sanitary protection, protected natural goods, settlements, roads, medical institutions,...)

Анализом добијене карте ограничења добије се податак да чак 70,5% територије општине Рибник није подесно за изградњу, а самим тим и постојање депонија отпада.

Преклапањем тематског слоја са информацијама о положају идентификованих депонија у простору са картом ограничења,

The analysis of the acquired map of constraints shows that as much as 70.5% of the territory of the municipality of Ribnik is not suitable for construction, thereby the existence of waste landfills.

Laying a thematic layer containing the information on position of identified landfills

формираном у претходном кораку, дошло се до информација да се од 25 идентификованих депонија на подручју општине Рибник, њих 23 налазе на локацијама које нису погодне за депоновање.

Како је општина Рибник богата површинским токовима и бројним извориштима, која су каптирана и која се користе за водоснабдијевање становништва, највећи број депонија, њих 15, налази се управо на овим неповољним локацијама. Осим у дијелу водотока и изворишта, нелегалне дивље депоније се најчешће појављују у путном појасу.

Разлог томе је чињеница да се у путном појасу отпад може најлакше одбацити. Ово је потврђено на примјеру општине Рибник, на чијој територији је идентификовано 13 депонија које се налазе у путном појасу ширине 60 метара. С обзиром да се скоро 30% територије општине Рибник или 14.159 хектара налази под заштитом у категорији шума високе заштитне вриједности, идентификован је велики број депонија, њих 11, које се налазе у овим заштићеним природним добрима.

У близини насеља, на удаљеностима мањим од 300 m од најближих стамбених објеката, идентификовано је 10 нелегалних депонија, док је у подручју од 100 m од бројних геолошких расједа идентификовано 10 нелегалних депонија.

Дивље, нелегалне депоније отпада представљају директну пријетњу основним медијима животне средине (води, земљишту и ваздуху), као и здрављу људи и свих живих бића. Стога је, након њихове идентификације, неопходно предузети одговарајуће мјере да се заустави или минимизира негативан утицај на животни простор, што је и проведено детаљном карактеризацијом свих локација идентификованих депонија и анализом количина и састава одложеног отпада на њима.

ЗАКЉУЧАК

На основу опсежних истраживања на терену, те проведене вишекритеријумске анализе добијених резултата, а у вези постојања

in the area over the map of constraints, formed in the previous step, generated information that out of 25 landfills identified in the territory of the municipality of Ribnik 23 are at locations that are not suitable for landfilling.

Since the municipality of Ribnik is rich in surface watercourses and numerous springs that are tapped and used for water supply the highest number of landfills, 15 of them, are situated precisely at these unsuitable locations. Apart from the part of watercourses and springs, illegal unauthorised landfills are most frequently located in the right of way.

A reason for that is a fact that waste is most easily disposed of in the right of way. This was confirmed in the example of the municipality of Ribnik; 13 landfills were identified in the 60 m wide right of way in its territory. Since almost 30% of the territory of the municipality of Ribnik or 14.159 hectares are under protection in the category of forests with high protective value, a large number of landfills were identified, 11 of them, that are situated in these protected natural goods.

Near settlements, at distances shorter than 300 m from the closest residential units, 10 illegal landfills were identified, whereas 10 illegal landfills were identified in the area 100 m away from many geological faults.

Unauthorised illegal waste landfills represent a direct threat to elementary environment media (water, soil and air), as well as to the health of humans and all living beings. Hence, it is necessary to take adequate measures after their identification to stop or minimise negative environmental impact. This was implemented in detailed characterisation of all locations of identified landfills and analysis of quantities and composition of the waste disposed of therein.

CONCLUSION

Based on comprehensive researches in the field and implemented multi-criteria analysis of the acquired results relating to the existence of

нелегалних депонија у општини Рибник, могу се донијети следећи закључци и препоруке:

1. Теренским истраживањима идентификовано је 25 дивљих нелегалних депонија отпада, које су формиране у околини већих насељених мјеста. То су уједно и мјеста у којима не постоји, или није постојао уређен систем сакупљања и одвожења отпада.
2. Анализом података, везаних за околину и хидрологију локација, као и анализом геолошких, хидрогеолошких и тополошких података, а примјењујући методологију критеријума искључења, добијени су подаци који јасно указују на локације које не испуњавају потребне услове за постојање депонија комуналног отпада. Стога, ове локације у што скоријем периоду морају да буду саниране, или се морају прилагодити и користити, односно затворити.
3. Преклапањем тематског слоја са информацијама о положају идентификованих депонија у простору са картом ограничења, добијен је податак да се од 25 идентификованих депонија на подручју општине Рибник, њих 23 налазе на локацијама које нису погодне за депоновање отпада. Такође, према критеријумима искључења, само двије депоније на подручју мјесне заједница Ситница налазе се на локацијама, гдје би се условно могле изградити и нове депоније.
4. Идентификоване депоније на локацијама, које су према критеријумима ограничења сврстане у неповољне за изградњу и постојање депонија отпада, морају се у што скоријем периоду затворити.
5. Развијена метода идентификације нелегалних депонија за санацију и затварање, може бити модел примјене за све остале општине Републике Српске и региона, с обзиром да је заснована на научном приступу проблему санације постојећих депонија и коришћењу савремених софтверских метода за рјешавање овог актуелног проблема.

illegal landfills in the municipality of Ribnik, the following conclusions and recommendations can be issued:

1. Field researches identified 25 unauthorised illegal waste landfills, which were formed in the vicinity of larger inhabited places. These are simultaneously places that neither have nor had a functioning waste collection and removal system.
2. Data which clearly point out the locations that do not meet requirements for communal waste landfills were acquired through the analysis of data, relating to the environment and hydrology of locations, as well as the analysis of geological, hydro-geological and topological data, and the exclusion criteria methodology application. Hence, these locations must be remediated as soon as possible, or must be adapted and used, i.e. closed down.
3. Laying a thematic layer containing the data on position of identified landfills in the area over a map of constraints acquired the data that out of 25 identified landfills in the territory of the municipality of Ribnik 23 are situated at locations that are not suitable for waste landfilling. Also, according to exclusion criteria, only two landfills in the area of Sitnica local community are situated at locations where new landfills might conditionally be constructed.
4. The landfills identified at locations that were classified as unsuitable for construction and existence of waste according to exclusion criteria must be shut down as soon as possible.
5. A method for identification of illegal landfills for remediation and shutting down that was developed can serve as a model for application for all other municipalities in the Republika Srpska and region since it is based on a scientific approach to the problem with the existing landfills remediation and application of modern software methods for the resolution of this

ЛИТЕРАТУРА/BIBLIOGRAPHY:

- Ahmad, S. Z., Ahamad, M., S., S., Yusoff, M., S. (2014). Spatial effect of new municipal solid waste landfill siting using different guidelines. *Waste Management & Research*, 1 (32) pp. 24–33.
- Akbari, V., Rajabi, M., A., Chavoshi, S., H., Shams, R. (2008). Landfill Site Selection by Combining GIS and Fuzzy Multi Criteria Decision Analysis, Case Study: Bandar Abbas, Iran. *World Applied Sciences Journal*, 1 (3) pp. 39–47.
- Arbeiter-Samariter-Bund и Општина Котор, (2012). *Одрживо управљање отпадом у прекограничном подручју Босне и Херцеговине и Црне Горе*, Општина Котор
- Basagaoglu, H., Celenk, E., Mariño, M., A., Usul, N. (1997). Selection of Waste Disposal Sites Using GIS. *Journal of the American Water Resources Association*, 33, pp. 455–464. Middleburg: American Water Resources Association,
- Council Directive 1999/31/EC on the landfill of waste, Official Journal of the European Communities, no. 182, 1999.
- Council Directive 2008/98/EC on waste, Official Journal of the European Communities, no. 312, 2008.
- Environmental Protection Agency, EPA: Corine Land Cover Mapping <http://www.epa.ie/soilandbiodiversity/soils/land/corine/#.UzQC1vldUpU> –
- Kara, C., Doratli, N. (2012). Application of GIS/AHP in siting sanitary landfill: a case study in Northern Cyprus. *Waste Management & Research*, 9 (30), pp. 966–980.
- Kontos, T. D., Komilis, D. P., Halvadakis, C. P. (2005). Siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology. *Waste Management*, 8 (25) pp. 818–832.
- NASA Earth Data(2013)_Land processes distributed active archive centre: METI and NASA Release Version 2 ASTER Global DEM https://lpdaac.usgs.gov/about/news_archive/meti_and_nasa_release_version_2_aster_global_dem
- QGIS. Open Source Geospatial Foundation –OSGeo (2012) <http://www.qgis.org/>
- Драгичевић, Ј. С. (2009). Санације дивљих одлагалишта. *Грађевинар*, 61, стр. 769–773. Загреб: Хрватски савез грађевинских инжењера.
- Идентификација, категоризација и израда базе података локалних и дивљих депонија на територији Републике Српске, (2010). Бања Лука: Фонд за заштиту животне средине и енергетску ефикасност Републике Српске.
- Милошевић, М. В., Маркићевић, М. (2003). Геоморфолошки процеси и облици у функцији детерминисања оптималне микролокације депоније. *Гласник Српског географског друштва*, 2 (83), стр. 87–99.
- Митровић, М. (2009). Географски Информациони Систем. *Инфо*, 26, стр. 3–8.
- План управљања комуналним отпадом у општини Крушевац, (2011). Савет за природне ресурсе, заштиту животне средине и одрживи развој, Крушевац.
- Правилник о критеријумима за одређивање локације и уређење депонија отпадних материја, Службени Гласник Републике Србије, бр. 54, 1992.
- Просторни План Општине Рибник (2014). Општина Рибник, Рибник.
- Ракић, Д., Лазић, М., Ђоковић, К. (2005). Геотехничка истраживања различитих геолошких средина за потребе изградње и санације депонија комуналног отпада, *Зборник радова са Међународне конференције „Отпадне воде, комунални чврсти отпад и опасан отпад“*, Златибор: Удружење за технологију воде и санитарно инжењерство, Београд, стр. 180–185.
- Статистички годишњак Републике Српске 2011, (2011). Републички завод за статистику Републике Српске, Бања Лука.
- Уредба о одлагању отпада на депоније, Службени Гласник Републике Србије, бр. 92, 2010.
- Шеховац, Ч., Трбојевић, Ђ. (2009). Геолошки параметри као један од критеријума при формирању депоније, *Зборник радова са међународне конференције „Отпадне воде, комунални чврсти отпад и опасан отпад“*, Златибор: Удружење за технологију воде и санитарно инжењерство, Београд, стр. 283–289.