

Analýza produkcie nebezpečného odpadu vo vyšších územných celkoch Slovenskej republiky

Analysis of the Production of Hazardous Waste in the Superior Territorial Units of the Slovak Republic

doc. Ing. arch. Janka Betáková, PhD.¹

Ing. Ján Dvorský²

Ing. Tomáš Pavlenko²

¹Dubnický technologický inštitút Dubnica nad Váhom
Ústavu odborných predmetov a informačných technológií
Ul. Sládkovičova 533/20, 018 41 Dubnica nad Váhom
Slovenská republika

²Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva
Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovenská republika
betakova@dti.sk, tomas.pavlenko@fbi.uniza.sk
jan.dvorsky@fbi.uniza.sk

Abstrakt

Na kvalitu zdravia obyvateľov, ktorý žijú na určitom území, negatívne vplyvajú nebezpečné odpady. Vlastnosti nebezpečných látok ako sú toxicita, infekčnosť, výbušnosť, horľavosť majú negatívne dopady i na životné prostredie v dotknutom území. V príspevku aplikujeme charakteristiky polohy a charakteristiky variability štatistickej matematiky, ktoré nám umožnia identifikovať, či na ročnú produkciu nebezpečného odpadu, ktorý bol vyprodukovaný v samosprávnom kraji, má vplyv počet obyvateľov daného kraja a jeho veľkosť. Na základe komparácie charakteristík variability produkcie nebezpečných odpadov a štatistických ukazovateľov, v jednotlivých územných celkoch Slovenskej republiky, určíme či štatistické znaky, ako počet obyvateľ a rozloha kraja, majú významný vplyv na ich produkciu.

Kľúčové slová

Nebezpečné odpady; charakteristiky variability; samosprávne kraje.

Abstract

Hazardous waste adversely affect the quality of the health of the people living in a particular territory. Properties of hazardous substances such as toxicity, infectivity, explosiveness, flammability have negative impacts on the environment in the affected area. In this paper we apply the characteristics of the location and characteristics of the statistical variability of mathematics that allow us to identify whether the annual generation of hazardous waste that was produced in the autonomous region, affecting the population of the region and its size. Based on the comparison of variability hazardous waste generation and statistical indicators in the regions of the Slovak Republic, we determine whether the statistical characteristics such as population and area of the region, have a significant impact on their production.

Keywords

Hazardous wastes; characteristic variability; regions.

Úvod

Je potrebné si uvedomiť aktuálnosť témy, keďže nebezpečný odpad sa produkuje neustále. Najskôr si definujeme ako zákon o odpadoch definuje odpad. Odpadom je hnuťelná vec, ktorej sa jej držiteľ zbavuje, chce sa jej zbaviť alebo je v súlade s týmto zákonom alebo osobitnými predpismi povinný sa jej zbaviť. Nebezpečný odpad je potrebné brať ako súčasť manipulácie s nebezpečnými

vecami a klásť dôraz na dodržiavanie pravidiel pri manipulácii s ním. V prípade nehody môže nebezpečný odpad svojimi vlastnosťami ohroziť človeka a životné prostredie. Manipulácia s nebezpečnými odpadmi sa vykonáva väčšinou cestnou dopravou kvôli jej flexibilita a dostupnosti [1]. Pri manipulácii je potrebné klásť dôraz na bezpečnosť a znižovať riziká, ktoré sú s týmto procesom spojené.

1 Kategorizácia odpadov

Nakladanie s odpadmi pozostáva zo zberu, z prepravy, zo zhodnocovaním a zneškodňovaním odpadov vrátane dohľadu nad týmito činnosťami a z nasledujúcej starostlivosti o miesta zneškodňovania a zahŕňa aj konanie vo funkcii obchodníka alebo sprostredkovateľa. Z hľadiska nakladania a manipulácie s takýmto množstvom odpadu je dôležité ich členenie. Samotná charakteristika odpadov nám umožňuje poznať riziká spojené s konkrétnym druhom odpadu a následne ich znižovať, aby neohrozovali zdravie ľudí a životné prostredie. Podľa vyhlášky MŽP SR č. 284/2001 Z.z. ktorou sa ustanovuje katalóg odpadov sa odpady členia na dve hlavné skupiny:

• Ostatné odpady

Ich hlavným problémom je veľký objem. Z hľadiska škodlivosti neobsahujú nijaké škodlivé a chemické látky. Pre zdravie ľudí a životné prostredie nepredstavujú veľké ohrozenia. Komunálne odpady majú najväčší percentuálny podiel na ostatných odpadoch. Komunálne odpady sú odpady z domácnosti vznikajúce na území obce pri činnosti fyzických osôb a odpady podobných vlastností a zloženia, ktorých pôvodcom je právnická osoba alebo fyzická osoba - podnikateľ, okrem odpadov vznikajúcich pri bezprostrednom výkone činností tvoriacich predmet podnikania alebo činnosti právnickej osoby alebo fyzickej osoby - podnikateľa, za odpady z domácnosti sa považujú aj odpady z nehnuteľností slúžiacich fyzickým osobám na ich individuálnu rekreáciu, napríklad zo záhrad, chát, chalúp alebo na parkovanie alebo uskladnenie vozidla používaného pre potreby domácnosti, najmä z garáží, garážových stojísk a parkovacích stojísk. Komunálnymi odpadmi sú aj všetky odpady vznikajúce v obci pri čistení verejných komunikácií a priestranstiev, ktoré sú majetkom obce alebo v správe obce, a taktiež pri údržbe verejnej zelene vrátane parkov a cintorínov a ďalšej zelene na pozemkoch právnických osôb, fyzických osôb a občianskych združení [2].

• Nebezpečné odpady

Odpady, ktoré majú jednu nebezpečnú vlastnosť alebo viac nebezpečných vlastností znázornených v tab. 1 sa nazývajú nebezpečnými odpadmi. Tento nebezpečný odpad môže byť nebezpečný pre životné prostredie a zdravie obyvateľstva. K takýmto nebezpečným odpadom sa prideli kód nebezpečných vlastností podľa vyhlášky č. 284/2001 Z.z. [2].

Miesto so zariadením na zneškodňovanie odpadov, kde sa odpady trvalo ukladajú na povrchu zeme alebo do zeme nazývame skládkou odpadov. Za skládku odpadov sa považuje aj miesto, na ktorom pôvodca odpadu vykonáva zneškodňovanie svojich odpadov v mieste výroby (interná skládka), ako aj miesto, ktoré sa trvalo, teda dlhšie ako jeden rok, používa na dočasné uloženie odpadov. Za skládku odpadov sa nepovažuje zariadenie, kde sa ukladajú

odpady na účel ich prípravy pred ich ďalšou prepravou na mieste, kde sa budú upravovať, zhodnocovať alebo zneškodňovať, ak čas ich uloženia pred ich zhodnotením alebo upravením nepresahuje spravidla tri roky, alebo pred ich zneškodnením nepresahuje jeden rok [4, 5].

Tab. 1 Nebezpečné vlastnosti odpadov podľa Bazilejského dohovoru [3]

Kód	Vlastnosť	Charakteristika
H1	Výbušnosť	Schopné chemicky reagovať a možnosť poškodenia okolia
H3	Horľavosť kvapalín	Uvoľňujú horľavé pary pri teplote nepresahujúcej 60,5 °C
H4.1	Horľavosť tuhých látok	Ľahko zápalné alebo trením spôsobujú požiar
H4.2	Schopnosť odpadov samovoľne sa vznietiť	Samovoľne sa zohrievajú, alebo pri styku so vzduchom a z tohto dôvodu sa môžu vznietiť
H4.3	Schopnosť odpadov uvoľňovať pri styku s vodou horľavé plyny	Pri reakcii s vodou schopné samovoľne sa zapáliť alebo uvoľňovať horľavé plyny v nebezpečnom množstve
H5.1	Oxidačná schopnosť	Nie sú zápalné ale prispievajú k horeniu iných materiálov
H5.2	Teplná nestálosť organických peroxidov	Môžu podliehať exotermickému samo zrychlujúcemu rozkladu
H6.1	Akútna toxicita (jedovatosť)	Látky schopné spôsobiť smrť alebo vážne poškodiť zdravie
H6.2	Infekčnosť	Obsahujú živé organizmy, ktoré vyvolávajú choroby
H8	Žeravosť	Chemickými účinkami ťažko poškodia živé tkanivo alebo iný tovar a dopravné prostriedky
H10	Schopnosť odpadov uvoľňovať pri styku so vzduchom alebo s vodou jedovaté plyny	Pri reakcii so vzduchom alebo s vodou uvoľňujú jedovaté plyny
H11	Chronická toxicita (jedovatosť) s oneskoreným účinkom	Pri vdychovaní alebo požití či pri preniknutí pokožkou môžu vyvolať chronické účinky
H12	Ekotoxicita	Uvoľnením predstavujú v neskoršom čase nebezpečenstvo nepriaznivým zaťažením životného prostredia
H13	Schopnosť odpadov po zneškodnení uvoľňovať iné látky	

2 Ukazovatele produkcie nebezpečného odpadu v SR

Štatistické údaje produkcie všetkého druhu odpadu pre rok 2013 zatiaľ nie sú k dispozícii, preto sme sa zamerali na sledované obdobie v rokoch 2005 - 2012. V Slovenskej republike sa od roku 2005 do roku 2012 vyprodukovalo 84 825 934,41 ton všetkého odpadu. Najväčšie množstvo vyprodukoval Košický kraj a to 17 446 908,48 ton odpadu. Tvorí to 20 % celkovej produkcie odpadu za posledných osem rokov. Najmenej vyprodukovaného odpadu bolo v Prešovskom kraji a to iba 6 %, čo tvorí 5 123 215,96 ton odpadu. Z celkového množstva produkcie všetkého odpadu vyprodukovaného na území Slovenskej republiky za sledované obdobie 2005 - 2012 predstavovala produkcia nebezpečného odpadu 4,47 %, čo je 3 795 048,24 ton. Základné štatistické údaje o produkcii nebezpečného odpadu v krajoch sa nachádzajú na internetovej stránke ministerstva životného prostredia. Najväčšie množstvo vyprodukovaného nebezpečného odpadu bolo v Košickom kraji a to až 29 % z celkovej produkcie nebezpečného odpadu. Najmenšiu produkciu nebezpečného odpadu vyprodukoval Prešovský kraj, 3 % z celkového množstva nebezpečného odpadu.

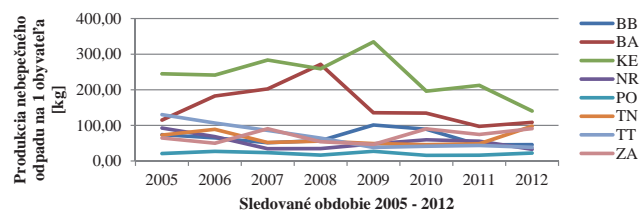
2.1 Produkcia nebezpečného odpadu z pohľadu štatistického znaku - počet obyvateľov

V nasledujúcej tabuľke je znázornená produkcia nebezpečného odpadu na obyvateľa predmetného kraja v danom roku pozorovania vyjadrená v kilogramoch. Údaje o počte obyvateľov sme čerпали zo štatistického úradu Slovenskej republiky.

Tab. 2 Produkcia nebezpečného odpadu na obyvateľa [kg]

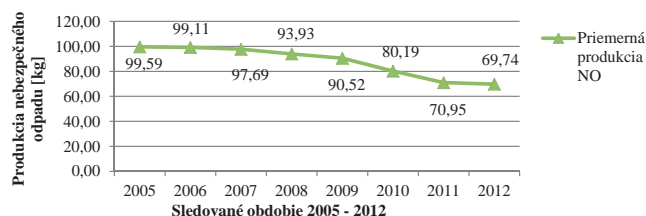
Kraj	Produkcia nebezpečného odpadu na obyvateľa [kg]							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
BB	73,81	64,89	51,37	57,15	101,19	89,20	45,28	45,78
BA	115,00	182,57	202,53	271,49	135,46	134,40	97,14	108,52
KE	244,75	241,08	283,44	258,92	334,38	196,10	212,47	140,36
NR	92,42	68,40	34,24	34,54	48,06	59,55	55,36	32,82
PO	20,68	26,81	23,30	16,43	27,15	15,67	16,18	22,18
TN	72,92	88,94	51,86	55,64	48,73	45,64	48,14	97,74
TT	130,03	106,56	85,90	64,32	37,99	41,35	43,53	38,29
ZA	64,62	49,95	90,64	53,98	46,63	90,41	74,61	90,80

Na obr. 1 je pomocou čiar znázornený vývoj produkcie nebezpečného odpadu na obyvateľa v sledovanom období, roztriedených podľa krajov v Slovenskej republike. Najvýraznejší pokles produkcie nebezpečného odpadu medzi rokmi 2011 a 2012 zaznamenal Košický kraj z 212,47 kg na 140,36 kg obyvateľa v tomto kraji. Nitriansky kraj tiež zaznamenal pokles produkcie z 55,36 kg na 32,82 kg nebezpečného odpadu na obyvateľa.



Obr. 1 Produkcia nebezpečného odpadu na obyvateľa v územných celkoch Slovenskej republiky

Paradoxom je, že v Bratislavskom kraji za rovnaké obdobie sledujeme nárast produkcie nebezpečného odpadu na obyvateľa z 97,14 kg na 108,52 kg. Stúpajúci trend produkcie nebezpečného odpadu v posledných 3 rokoch zaznamenal aj Prešovský kraj.



Obr. 2 Priemerná produkcia nebezpečného odpadu na obyvateľa

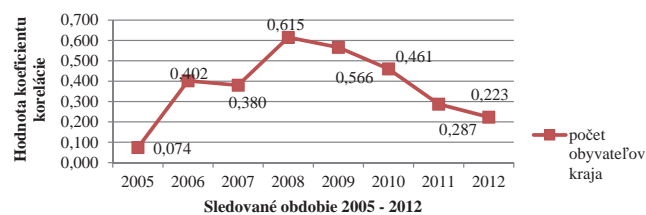
Na obr. 2 je znázornený vývoj priemernej produkcie nebezpečného odpadu na obyvateľa, za posledných osem rokov, vyjadrenú v kilogramoch. Z obrázka vidíme klesajúci trend. Produkcia nebezpečného odpadu na obyvateľa Slovenskej republiky v sledovanom období klesla z 99,59 kg v roku 2005 na 69,74 kg v roku 2012, čo predstavuje 30 % pokles množstva vyprodukovaného nebezpečného odpadu na obyvateľa. Percentuálna odchýlka produkcie nebezpečného odpadu sa vypočíta ako rozdiel medzi skutočnou produkciou NO a priemernou produkciou NO a vyjadrenú v percentách. Z tab. 3 vyplýva, že v Trnavskom,

Nitrianskom a Prešovskom kraji bolo v každom jednom roku percentuálna odchýlka záporná, t.j. produkcia bola nižšia ako priemerná produkcia NO na obyvateľa.

Tab. 3 Percentuálna odchýlka produkcie NO od priemernej produkcie NO na obyvateľa

Kraj	Percentuálna odchýlka produkcie NO na obyvateľa [%]							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
BB	-25,89	-34,53	-47,42	-39,15	11,79	11,23	-36,18	-34,35
BA	15,47	84,20	107,31	189,05	49,64	67,60	36,90	55,60
KE	145,75	143,24	190,13	175,67	269,39	144,55	199,46	101,26
NR	-7,20	-30,98	-64,95	-63,23	-46,90	-25,74	-21,98	-52,94
PO	-79,23	-72,95	-76,15	-82,50	-70,01	-80,46	-77,20	-68,19
TN	-26,78	-10,27	-46,92	-40,76	-46,17	-43,09	-32,15	40,14
TT	30,56	7,51	-12,07	-31,52	-58,03	-48,44	-38,65	-45,10
ZA	-35,12	-49,60	-7,22	-42,53	-48,49	12,75	5,15	30,20

Závislosť medzi počtom obyvateľov a množstvom vyprodukovaného odpadu meriame pomocou koeficientu korelácie, ktorého vzorec sa nachádza v odbornej matematickej a štatistickej literatúre [6, 7]. Z obr. 3 vidíme, že najvyššia hodnota koeficientu korelácie 0,615 bola v roku 2008, čo je stredná pozitívna závislosť. Z dlhodobého hľadiska však pozorujeme, že medzi počtom obyvateľov a produkciou nebezpečného odpadu v predmetnom kraji je slabá závislosť.



Obr. 3 Závislosť produkcie nebezpečného odpadu k počtu obyvateľov

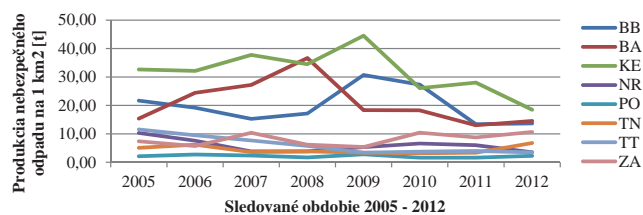
2.2 Produkcia nebezpečného odpadu z pohľadu štatistického znaku - rozloha

V nasledujúcej tabuľke je znázornená produkcia nebezpečného odpadu na km² predmetného kraja v danom roku pozorovania vyjadrená v tonách. Údaje o rozlohe krajov sme čerpali z štatistického úradu Slovenskej republiky.

Tab. 4 Produkcia nebezpečného odpadu na km² [t]

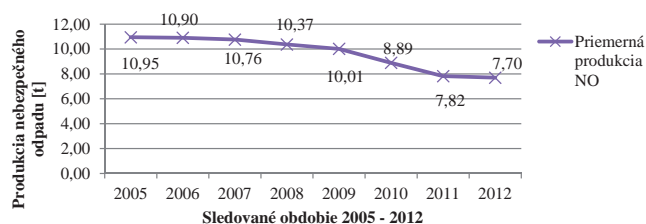
Kraj	Produkcia nebezpečného odpadu na km ² [t]							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
BB	21,71	19,18	15,29	17,17	30,70	27,32	13,38	13,67
BA	15,37	24,44	27,22	36,67	18,35	18,25	13,01	14,57
KE	32,64	32,12	37,76	34,50	44,51	26,08	28,04	18,49
NR	10,32	7,63	3,82	3,85	5,35	6,62	6,02	3,56
PO	2,11	2,74	2,38	1,68	2,78	1,61	1,64	2,25
TN	5,07	6,17	3,59	3,85	3,37	3,15	3,36	6,81
TT	11,57	9,51	7,68	5,76	3,42	3,73	3,96	3,49
ZA	7,38	5,72	10,39	6,20	5,37	10,44	8,76	10,67

Z obr. 4 pozorujeme, že len 2x sa zaznamenala vyššia produkcia nebezpečného odpadu (NO) v inom ako v Košickom kraji. V roku 2008 bola najvyššia produkcia NO na km² v Bratislavskom kraji - 36,67 tony a v roku 2010 bola najvyššia produkcia NO na km² v Banskobystrickom kraji - 27,32 tony.



Obr. 4 Produkcia nebezpečného odpadu na km² v územných celkoch Slovenskej republiky

V Prešovskom kraji bola najnižšia produkcia NO v každom roku počas ôsmich rokov. Toto tvrdenie korešponduje aj s priemernou percentuálnou odchýlkou od priemerného množstva na km². Z vývoja priemernej produkcie NO vyplýva, že má od roku 2009 výrazne klesajúci charakter, pretože pokles od roku 2009 bol 2,31 tony na km² na rozdiel od produkcie v rokoch 2005 až 2009 kde pokles predstavoval len 0,94 tony na km².



Obr. 5 Priemerná produkcia nebezpečného odpadu na km²

Tab. 5 Percentuálna odchýlka produkcie NO od priemernej produkcie NO na km²

Kraj	Percentuálna odchýlka produkcie NO na km ² [%]							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
BB	98,34	75,96	42,08	65,60	206,57	207,38	71,12	77,58
BA	40,43	124,21	152,93	253,68	83,20	105,36	66,43	89,30
KE	198,20	194,64	250,96	232,79	344,41	193,46	258,61	140,31
NR	-5,69	-30,04	-64,55	-62,90	-46,61	-25,57	-23,05	-53,72
PO	-80,72	-74,89	-77,88	-83,79	-72,23	-81,92	-79,05	-70,78
TN	-53,69	-43,42	-66,63	-62,89	-66,38	-64,58	-57,02	-11,55
TT	5,72	-12,81	-28,66	-44,42	-65,88	-58,04	-49,40	-54,68
ZA	-32,53	-47,56	-3,47	-40,22	-46,36	17,46	12,01	38,70

Na obr. 5 je produkcie nebezpečného odpadu vzhľadom k rozlohe územia SR vyjadrená v tonách. Pozorujeme, že aj množstvo vyprodukovaného NO vzhľadom i na tento štatistický znak má klesajúci trend. Produkcia nebezpečného odpadu na obyvateľa Slovenskej republiky v sledovanom období klesla z 10,95 t v roku 2005 na 7,70 t v roku 2012. Z tab. vyplýva, že v Bratislavskom, Banskobystrickom a Košickom kraji bola v každom jednom roku percentuálna odchýlka kladná, t.j. produkcia bola vyššia ako priemerná produkcia NO na km².

Z tab. 5 vyplýva, že v Banskobystrickom, Bratislavskom a Košickom kraji bolo v každom jednom roku percentuálna odchýlka kladná, t.j. produkcia NO bola vyššia ako priemerná produkcia NO vzhľadom k rozlohe územného celku.

Záver

Z kvantitatívnej analýzy produkcie nebezpečného odpadu v krajoch Slovenskej republiky prostredníctvom ukazovateľov sú badať markantné rozdiely medzi jednotlivými kraji SR. Ukazovatele produkcie NO sme vypočítali k dvoch štatistických znakov - počtu obyvateľov a rozlohy kraja. Zistili sme, že tieto

štatistické znaky ne sú štatisticky významné a nemajú vplyv produkciu nebezpečných odpadov. Koeficient korelácie ako ukazovateľ závislosti medzi počtom obyvateľov a produkciou NO. Zistili sme slabú závislosť. Inými faktormi, ktoré vplývajú na produkciu NO v kraji, môžu byť automobilové, potravinárske, farmaceutické a chemické spoločnosti, ich počet a produkcia. Z dlhodobého hľadiska je potrebné udržať klesajúci trend produkcie nebezpečného odpadu a hľadať možnosti na ich efektívnejšiu prepravu, monitorovanie, spracovávanie a odstraňovanie.

PodĎakovanie

Autori by radi poďakovali Ministerstvu školstva Slovenskej republiky za jeho podporu v grantovom projekte KEGA Project 005 DTI-4/2014 v spolupráci s Fakultou bezpečnostného inžinierstva na univerzite v Žiline.

Použitá literatúra

- [1] Pavlenko, T.: *Posúdenie významnosti rizík pri manipulácii s nebezpečnými odpadmi*. Diplomová práca. Žilina: Fakulta špeciálneho inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline. 2014. s. 108.
- [2] Vyhláška č. 284/2001 Z.z. Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 11. júna 2001 ktorou sa ustanovuje Katalóg odpadov.
- [3] Vyhláška č. 283/2001 Z.z. Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 11. júna 2001 o vykonávaní niektorých ustanovení zákona o odpadoch v znení neskorších predpisov.
- [4] Čiastkový monitorovací systém [on-line]. Bratislava: Produkcia odpadu a nakladanie s odpadom v SR, 2004. [cit. 2014-2-20]. Dostupné na: <http://cms.enviroportal.sk/odpady/verejne-informacie.php>.
- [5] Separuj odpad [on line]. Druhy odpadov 2008. Bratislava: 2008. [cit. 2014-3-10]. Dostupné na: <http://www.separujodpad.sk/index.php/obcan/druhy-odpadov.html>.
- [6] Lamoš, F.; Potocký, R. 1998.: *Pravdepodobnosť a matematická štatistika*. Bratislava: Vydavateľstvo UK 1998, s. 125-127, ISBN 80-223-1262-2.
- [7] Šipková, L.; Sodomová, E.: *Modelovanie kvantilovými funkciami*. Bratislava: Ekonom, 2007, s. 175, ISBN 978-80-225-2346-2.