

## Multikriteriálna analýza vybraných ukazovateľov procesu nakladania s komunálnym odpadom v mestách Slovenskej republiky

Michal KLOBUČNÍK

### *Multicriteria analysis of selected indicators of the municipal waste management process in the towns of the Slovak Republic*

**Abstract:** *The paper aims to present a comprehensive analysis of the process of municipal waste management in the towns of the Slovak Republic. For multicriteria analysis, we selected three main indicators, namely the amount of separated waste, the amount of landfilled waste, as well as the amount of total current expenditures for waste management. We have stated the values of all sub-indicators of Slovak towns per capita. Waste management information systems in Slovakia publish waste statistics only at the national and regional level, so we had to obtain data from all 141 towns in Slovakia (for 2018) individually. The research confirmed a possible relationship between the population size of the towns and the values of individual sub-indicators, differences in values were also visible among the regions (west, central, and east). The values of the summary indicator of multicriteria analysis of towns were significantly differentiated according to the regions of Slovakia; the population aspect of the towns did not have an impact.*

**Keywords:** *multicriteria analysis, separation rate of municipal waste, separated and land-filled waste, expenditures on urban waste management*

### Úvod

Približne dve tretiny komunálneho odpadu na Slovensku končia na skládkach odpadov. Napriek rastu produkcie komunálneho odpadu na obyvateľa za posledných desať rokov stále patríme k najlepším v EÚ (Slovensko má nižšiu produkciu komunálneho odpadu na obyvateľa ako ostatné krajiny). Výrazne však zaostávame v kvalite jeho spracovania. Produkcia odpadu na obyvateľa, ako aj miera triedenia, je na Slovensku výrazne heterogénna (Haluš et al. 2018).

Príspevok si dáva za cieľ predstaviť komplexnejšiu analýzu procesu nakladania s komunálnym odpadom v mestách, pričom zvolená analýza by mala ukázať na možné nedostatky súčasného systému hodnotenia miest a skreslenia, ktoré sú s týmto procesom spojené. Problematika nakladania s odpadom v mestách má podľa našej mienky širší, a na slovenské pomery málo prebádaný výskumný rozmer, preto je potrebné mu venovať náležitú pozornosť. Vybrali sme tri hlavné ukazovatele (vytriedené zložky odpadu, skládkovaný odpad a finančné výdavky na odpadové hospodárstvo). Zo zvolených indikátorov sme vypočítali súhrnný ukazovateľ, na základe ktorého sme vedeli následne porovnať všetky mestá Slovenska. Čiastkové indikátory (ako aj sumárny ukazovateľ) boli analyzované v priestore Slovenska aj so zohľadnením veľkostnej štruktúry (počet obyvateľov) každého mesta. Predpokladáme náležité rozdiely v čiastkových indikátoroch, ako aj v sumárnom ukazovateli v oboch aspektoch (regionálny rozmer Slovenska, veľkostná štruktúra mesta).

Treba zdôrazniť, že problematika odpadového hospodárstva miest v tomto príspevku je spojená len so samotnými procesmi nakladania s komunálnym odpadom. Celková účinnosť samosprávy pri riešení problematiky komunálneho odpadu zahŕňa oveľa komplexnejšie, environmentálne a spoločensky prospešnejšie ciele, čo sú predovšetkým procesy predchádzania vzniku odpadov v mestách.

DOI: <https://doi.org/10.33542/GC2021-2-04>

## **Teoretické aspekty odpadového hospodárstva**

Narastajúci dopyt po efektívnom odpadovom hospodárstve podnecuje aj nárast záujmu o túto problematiku naprieč vedeckým spektrom. V značnej miere sa mnoho odborníkov čoraz viac venuje teoretickým konceptom odpadového hospodárstva, štatistike a analýzam odpadu na globálnej, národnej či lokálnej úrovni, ako aj novým nastupujúcim trendom v tejto oblasti, čo je napríklad aj problematika „zero-waste“ resp. cirkulárna ekonomika. Tematika odpadového hospodárstva sa vo výraznej miere čoraz viac objavuje aj vo vedeckých kruhoch, pre potreby príspevku sme sa dotkli troch tém, a to produkcie komunálneho odpadu, separácie a ekonomického aspektu odpadového hospodárstva.

Globálne sa na celom svete zozbiera asi 84 % odpadu, iba asi 15 % odpadu sa recykluje a väčšina sa ukladá na skládky odpadov. Produkcia komunálneho odpadu na jedného obyvateľa sa neustále zvyšuje (Zaman 2016). Analyzované údaje ukázali, že rozvinuté krajiny EÚ produkujú síce viac odpadu, ale v rámci cirkulárnej ekonomiky odpadového hospodárstva investujú viac do výskumu, vývoja nových technológií či inovácií (Grdic et al. 2020). Urbanizácia vplyva na zvýšenie produkcie komunálneho odpadu na obyvateľa, čo je možné postrehnúť najmä v rozvojových krajinách, životná úroveň mesto – vidiek je značne rozdielna (Kawai a Tasaki 2016). Mnohí výskumníci sa snažia vytvárať modely, ktoré dokážu predpovedať určitý trend produkcie odpadu na národnej, regionálnej či lokálnej úrovni. Pri správnom predpoklade a prognóze je potom možné určiť vhodnú stratégiu pri nakladaní s komunálnym odpadom. Kolekar et al. (2017) predstavili model produkcie komunálneho odpadu, pričom brali do úvahy demografické a socio-ekonomické premenné. Beigl et al. (2008) vo svojej štúdii zosumarizovali 45 predikčných modelov produkcie odpadu, ktoré následne kategorizovali podľa použitých vstupných premenných. Následne sa snažili z premenných vyvodit' ich účinnosť a nájsť optimálny model predpovede produkcie odpadu aplikovaný do konkrétnych lokalít.

Ukazuje sa, že problematika separácie komunálneho odpadu má viacero aspektov. Na dosiahnutie vysokej miery opätovného použitia a recyklácie odpadu je nevyhnutné separovať odpad predovšetkým v domácnostiach. Štúdia Stoeva a Alriksson (2017) poukázala na to, ako recyklačné programy vo Švédsku a Bulharsku pozitívne ovplyvnili účasť obyvateľov pri separovaní domového odpadu. Zaujímavý pohľad priniesla aj štúdia Babaei et al. (2015), v ktorej autori poukázali na fakt, že separácia zdrojov komunálneho odpadu môže byť ovplyvnená demografickými faktormi veku, úrovne vzdelania, pohlavia či zamestnania. Poukázali na nízku informovanosť obyvateľov o problematike odpadového hospodárstva, preto odporúčajú vytvárať a podporovať kampane zamerané na význam triedenia odpadu. Miera recyklovateľných zložiek odpadu (konkrétne plastu a papiera) sa zvýši, keď bude zavedený duálny systém, teda v podobe zberného dvora a zároveň aj domového zberu komunálneho odpadu (Struk 2017). Štúdia Mwanza et al. (2018) skúmala štyri typy systémov zberu odpadu, pričom každý z týchto systémov ovplyvňuje obyvateľov alebo domácnosti, aby sa inak podieľali na zhodnocovaní zdrojov. Napriek rozdielom v miere vplyvu a uplatnenia sú systémy zberu odpadu dôležitým aspektom odpadového hospodárstva a poskytujú dôležitý pohľad na typ systému zberu odpadu, ktorý by mal byť implementovaný v samospráve.

Dôležitý aspekt na lokálnej úrovni zohrávajú príjmy a výdavky v rámci programu odpadového hospodárstva každej samosprávy. Zaujímavú porovnávaciu štúdiu miestnych daní a poplatkov za komunálny odpad v Českej republike, v Poľsku a na Slovensku priniesol Radvan (2016). Soukopolová et al. (2016) skúmali na vzorke obcí Českej republiky, ako vybrané faktory ovplyvňujú efektívnosť a účinnosť výdavkov pri nakladaní s komunálnym odpadom. Medzi najdôležitejšie faktory patrili cena, kvalita služieb a frekvencia služieb. Štúdia Heller, Vatn (2017) ukazuje na údaje z nórskej obce Ulstein, ktorá zaviedla a neskôr ukončila diferencovaný poplatok za odpad. Autori potvrdzujú dôležitú úlohu normatívnej motivácie pri triedení odpadu z domácností, ako aj to, že ekonomický stimul mal rozhodujúci vplyv na motiváciu triediť domáci odpad.

## Dáta a metodika

### Zber a výpočet dát o odpadovom hospodárstve miest SR

Do konca roka 2018 platil zákon, na základe ktorého samosprávy preukazovali počet komodít, ktoré v konkrétnom roku triedili (papier, plasty, sklo, kovy či biologicky rozložiteľný odpad). Od počtu týchto komodít sa potom odvíjala výška poplatku za uloženie odpadov na skládku (Zákon č. 17/2004 Z. z. o poplatkoch za uloženie odpadov). S cieľom zvýšiť mieru triedenia komunálnych odpadov v samosprávach, a zároveň znížiť množstvo skládkovaného odpadu, prišlo Ministerstvo životného prostredia SR s novým zákonom (Zákon č. 329/2018 Z. z. o poplatkoch za uloženie odpadov). Nový zákon prináša okrem vyšších cien za skládkovanie aj novú metodiku výpočtu výšky poplatku. Výšku poplatku za uloženie odpadov na skládku tak po novom určuje práve miera triedenia komunálneho odpadu v obci, resp. v meste. Spomínaná miera triedenia predstavuje podiel hmotnosti vytriedených zložiek komunálnych odpadov a celkovej hmotnosti komunálneho odpadu vzniknutého v obci, resp. v meste, za obdobie jedného roka. Samosprávy sa tak po nadobudnutí účinnosti tohto zákona v roku 2019 snažia dosiahnuť čo najväčšiu mieru triedenia, ktorá sa potom pozitívne prejaví v nižších poplatkoch za skládkovanie v nastávajúcich rokoch.

Keďže informačné systémy odpadového hospodárstva na Slovensku, ako aj Štatistický úrad SR, poskytujú verejné dáta o odpadovom hospodárstve len na úrovni štátu, resp. regiónov (kraje a okresy), pristúpili sme k vlastnému získavaniu potrebných dát na úrovni všetkých 141 miest Slovenska. Využili sme k tomu Zákon č. 211/2000 Z. z. o slobodnom prístupe k informáciám, ako aj vlastnú intervenciu v prípade manuálneho získavania dát prehľadávaním oficiálnych dokumentov miest (Záverečný účet mesta, Program odpadového hospodárstva mesta). Za každé mesto Slovenska sme k predmetnému roku 2018 získali nasledovné dáta:

- celkové množstvo zhodnocovaného (materiálovo) komunálneho odpadu (v tonách),
- celkové množstvo zneškodňovaného (skládkovaním, vo výnimočných prípadoch spaľovaním) komunálneho odpadu (v tonách),
- celkové bežné výdavky na program odpadového hospodárstva v danom roku (v EUR).

Z vyššie spomenutých ukazovateľov sme vypočítali kľúčové ukazovatele, ktoré vstupovali do predmetnej multikritériálnej analýzy (za rok 2018). Parametre sa dotýkali samotného *triedenia odpadov* v meste, resp. *zbierania triedených zložiek*, zároveň poukázali na *množstvo odpadu smerujúceho na skládku odpadu* od obyvateľov miest a nakoniec poukázali aj na *ekonomickú vyťaženosť mesta pri nakladaní s odpadom*. Keďže sme chceli zachovať istú konzistentnosť ukazovateľov, boli prepočítané na jedného obyvateľa daného mesta. Ide o tieto tri kritériá:

- 1) množstvo vytriedených zložiek odpadu (kg/obyv.),
- 2) množstvo skládkovaného (výnimočne spaľovaného) odpadu (kg/obyv.),
- 3) celkové bežné výdavky na odpadové hospodárstvo (EUR/obyv.).

Pojem „*vytriedené zložky odpadov*“ definujeme ako odpady, ktoré sú uvedené vo Vyhláske č. 365/2015 Z. z. (MŽP SR 2015), ktorou sa ustanovuje Katalóg odpadov. Vo vyhláske sú tieto zložky zahrnuté do kategórie Komunálne odpady (odpady z domácností a podobné odpady z obchodu, priemyslu a inštitúcií) vrátane ich zložiek z triedeného zberu. „*Skládkovaný odpad*“ sa často označuje vo výkazoch miest a obcí ako „*odpad zneškodňovaný*“. V našich podmienkach je najrozšírenejší spôsob zneškodňovania odpadov samotné skládkovanie (uloženie do zeme alebo na povrchu zeme, napr. skládka odpadov), zvyšuje sa však i podiel spaľovania odpadov. Pojem „*bežné ročné výdavky*“ na odpadové hospodárstvo uvádzajú samosprávy predovšetkým vo svojich viacročných programových rozpočtoch (napr. v rámci oblasti Odpadové hospodárstvo), presné výdavky na túto oblasť sú uvedené aj v Záverečných účtoch miest a obcí.

Z uvedených troch ukazovateľov vyplýva, že za „najlepšie“ mesto v procese nakladania s odpadom môžeme všeobecne považovať takú samosprávu, ktorá vytriedi najviac odpadu, zároveň čo najmenšie množstvo odpadu odovzdá na skládku, a to všetko pri čo najmenších bežných výdavkoch určených na odpadové hospodárstvo. V praxi má však takýto koncept určité limity, do úvahy treba brať napríklad aj prípadnú rozdielnosť váh indikátorov, ktoré sú im pridelené.

### **Analýza dát odpadového hospodárstva miest v rámci nástrojov popisnej štatistiky**

Všetky tri ukazovatele, ktoré nám vstupovali do multikriteriálnej analýzy, ako aj ďalšie skúmané indikátory, sme podrobili analýze popisnej štatistiky (tab. 1). Okrem základných ukazovateľov priemerných hodnôt (aritmetický priemer a medián), sme rozptýlenosť súboru skúmali aj pomocou mier variability. Kým priemerná odchýlka nám predstavuje priemerný rozdiel medzi hodnotami a priemerom pri ignorovaní znamienok, variačný koeficient a koeficient disperzie predstavujú relatívnu mieru variability, pričom druhý spomínaný je iba málo ovplyvnený extrémnymi hodnotami (využíva medián). Hodnoty ukázali vysokú variabilitu hodnôt v rámci miest SR, napríklad priemerná odchýlka v množstve vytriedených zložiek odpadu (kg/obyv.) sa pohybovala na úrovni až 100 kg/obyv., v množstve skládkovaného odpadu (kg/obyv.) takmer na úrovni 70 kg/obyv., celkové bežné výdavky na odpadové hospodárstvo (EUR/obyv.) vykazovali priemernú odchýlku na úrovni cca 12 EUR/obyv. Relatívne miery variability takisto vykázali v mnohých prípadoch čísla nad 50 %, z čoho vyplýva, že súbor je heterogénny, hodnoty daného ukazovateľa v súbore miest SR sú príliš rozdielne, teda aj celkový prístup miest k samotnej problematike odpadov sa výrazne odlišuje.

*Tab. 1. Analýza dát ukazovateľov odpadového hospodárstva miest SR za rok 2018 (priemery a miery variability)*

Ukazovateľ/priemery, miery	Priemerná hodnota (aritmetický priemer)	Mediánová hodnota (medián)	Priemerná odchýlka (od aritm. priemeru)	Variačný koeficient (v %)	Koeficient disperzie (v %)
<b>Množstvo vytriedených zložiek odpadu (kg/obyv.)</b>	204,29	181,03	98,39	74,28	53,73
<i>Papier a lepenka</i>	21,83	18,97	10,85	90,03	54,79
<i>Sklo</i>	12,63	11,49	4,90	57,29	41,50
<i>Plasty</i>	8,50	7,29	3,76	56,78	50,81
<i>Kovy</i>	96,04	71,89	74,71	141,06	99,41
<i>Biologicky rozložiteľný odpad</i>	48,94	35,08	38,91	107,54	105,61
<i>Ostatný zhodnocovaný odpad</i>	16,35	5,90	17,36	203,40	235,45
<b>Množstvo skládkovaného odpadu (kg/obyv.)</b>	310,96	299,58	67,86	30,00	22,55
<b>Celkové bežné výdavky na odpadové hospodárstvo (EUR/obyv.)</b>	38,64	36,93	12,18	41,01	32,62
<b>Úroveň zhodnocovania odpadov (%)</b>	36,60	36,87	10,49	36,85	28,42

*Zdroj: vlastný výskum*

Keďže analýza dát ukázala relatívne vysokú variabilitu hodnôt, v rámci 3 kľúčových ukazovateľov vstupujúcich do multikriteriálnej analýzy sme sa pokúsili identifikovať odľahlé body (tzv. *outliers*), resp. stredne odľahlé body (tzv. *moderately unusual*). Na detekciu týchto bodov sme využili metódu Z-skóre, pri ktorej platí:

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - \mu_j}{\sigma_j} \quad (1)$$

kde:

$Z_{ij}$  predstavuje Z-skóre  $i$  ukazovateľa  $j$ ,

$x_{ij}$  je pôvodná hodnota  $i$  ukazovateľa  $j$ ,

$\mu_j$  je aritmetický priemer ukazovateľa  $j$ ,

$\sigma_j$  je smerodajná odchýlka ukazovateľa  $j$ .

Analýza ukázala, že hodnoty niektorých miest Slovenska v rámci troch skúmaných ukazovateľov boli vyhodnotené ako odľahlé body (tab. 2). Keďže sme chceli zachovať istú konzistenciu dát a výskum aplikovať na všetky mestá Slovenska, neboli zo súboru dát vylúčené. Výskyt týchto odľahlých bodov v súbore indikátorov však výrazne ovplyvnil i výber vhodnej metódy multikriteriálnej analýzy.

**Tab. 2. Identifikácia odľahlých bodov (*outliers*) a stredne odľahlých bodov v rámci skúmaných ukazovateľov (metóda Z-skóre)**

Ukazovateľ	Mestá	
	Odľahlé body ( <i>outliers</i> ) Hraničná hodnota +/-3 a viac/menej	Stredne odľahlé body Hraničná hodnota +/-2 až +/-3
Množstvo vytriedených zložiek odpadu (kg/obyv.)	Leopoldov, Spišská Stará Ves	Vrbové, Vysoké Tatry
Množstvo skládkovaného odpadu (kg/obyv.)	Sereď, Vysoké Tatry	Dudince Dunajská Streda, Gabčíkovo, Spišská Stará Ves
Celkové bežné výdavky na odpadové hospodárstvo (EUR/obyv.)	Strážske, Vysoké Tatry	Dudince, Hnúšťa, Holíč, Kremnica, Stupava, Šaštín-Stráže, Šurany

*Zdroj: vlastný výskum*

### Sumárny ukazovateľ multikriteriálnej analýzy

Nami vybrané tri ukazovatele dotýkajúce sa procesu nakladania s komunálnym odpadom v mestách sme najskôr podrobili čiastkovým analýzám (za každý ukazovateľ sme vytvorili samostatný mapový výstup). Každý z indikátorov (množstvo vytriedených zložiek odpadu, množstvo skládkovaného odpadu a celkové bežné výdavky na odpadové hospodárstvo v mestách) sme v rámci mapových výstupov znázornili vo vzťahu k veľkosti štruktúry daného mesta. Vytvorili sme päť veľkostných kategórií miest podľa počtu obyvateľov (mestá do 5 000, mestá od 5 000 do 10 000, mestá od 10 000 do 20 000, mestá od 20 000 do 50 000 a nakoniec mestá nad 50 000 obyvateľov).

Využitie a aplikácia multikriteriálnej analýzy si vyžaduje optimálny výber vhodnej a správnej metódy, ktorá eliminuje prípadné nedostatky v štatistickom súbore prvotných dát. Z niektorých vedeckých štúdií je zrejmé, že výber a následné použitie optimálneho modelu, resp. metódy multikriteriálnej analýzy, nie je úplne jednoduché. Pamučar et al. (2017) skúmali napríklad stabilitu vybraných modelov multikriteriálnej analýzy prostredníctvom zmien vo váhach kritérií, v stupnici

merania, ako aj v spôsobe, akým formulujeme kritériá. Štúdia Chen et al. (2009) sa zase výlučne zamerala na preukázanie dopadov zmien váh kritérií pri výstupoch modelu v priestorovej dimenzii. Łuczak a Just (2020) tiež upozorňujú napríklad na nevhodnosť metódy TOPSIS pre analýzu súborov s výskytom odľahlých hodnôt, ponúkajú rôzne modifikácie tejto metódy, ktoré sa s týmto nedostatkom vysporiadávajú.

Pre aplikovanie multikritériálnej analýzy a vytvorenie sumárneho ukazovateľa sme po metodologickej stránke využili štúdiu Halás (2008). Keďže vyššie uvedená analýza dát poukázala na odľahlé body v našom súbore (hodnoty niektorých miest v rámci ukazovateľov), bolo potrebné aplikovať takú metódu, resp. charakteristiku, ktorá nie je citlivá voči týmto odľahlým a extrémnym hodnotám. Viaceré metódy multikritériálnych analýz (metóda TOPSIS, metóda váženého súčtu, metóda poradia a iné) sú závislé na prvotnom určení preferencií, resp. váh jednotlivých kritérií. Vyššie spomínaný autor využil pre detailnú identifikáciu a kategorizáciu periférnych regiónov metódu váženého súčtu štandardizovaného skóre, čím zabezpečil rovnocennosť jednotlivých ukazovateľov. Rovnocennosť bola zabezpečená tým, že dáta boli štandardizované podľa vzťahu:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \tilde{x}_j}{Q_j} \quad (2)$$

kde:

$x'_{ij}$  je štandardizovaná hodnota  $i$  ukazovateľa  $j$ ,

$x_{ij}$  je pôvodná hodnota  $i$  ukazovateľa  $j$ ,

$\tilde{x}_j$  je mediánová hodnota ukazovateľa  $j$ ,

$Q_j$  je interkvartilové rozpätie ukazovateľa  $j$  (rozdiel medzi hodnotou 1. a 3. kvartilu).

Kvartilové charakteristiky boli použité, pretože nie sú citlivé voči extrémnym a odľahlým hodnotám, ktoré sa v istej miere nachádzali aj v našom súbore dát. Ukazovatele s negatívnym vzťahom k procesu nakladania komunálneho odpadu v mestách (vyššia hodnota znamená väčšie negatívum – množstvo skládkovaného odpadu a celkové bežné výdavky na odpadové hospodárstvo), boli pre násobené hodnotou -1. Pre každé mesto sme získali tri štandardizované hodnoty, ktoré bolo možné sčítať a dostali sme výsledné skóre mesta. Nakoľko „najlepšie“ mestá v sumárnom ukazovateli vykazovali záporné hodnoty, pre lepšiu zrozumiteľnosť sme hodnoty násobili číslom -1. Keďže sme nechceli zaznamenávať záporné hodnoty výsledného skóre „horších“ miest do mapového výstupu, previedli sme všetky hodnoty na kladnú dolnú hranicu súhrnného ukazovateľa +1 (najhoršie mesto) a viac (lepšie mestá), so zachovaním pôvodného rozdielu výsledného skóre medzi mestami.

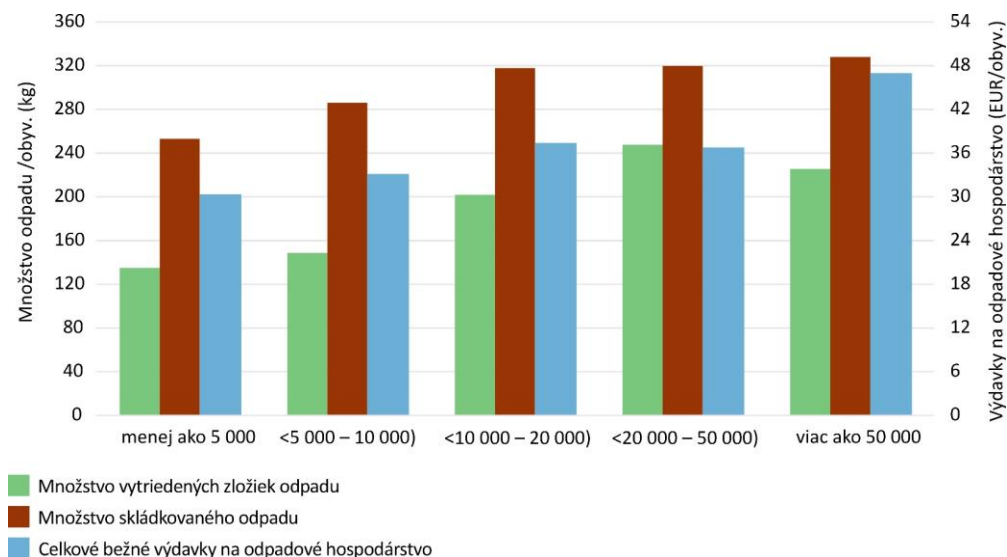
## Výsledky

### Analýza čiastkových ukazovateľov a multikritériálna analýza procesu nakladania s komunálnym odpadom v mestách

Predtým, ako sme sa podujali na multikritériálnu analýzu nami vybraných troch ukazovateľov procesu nakladania s komunálnym odpadom v mestách, sme sa detailnejšie pozreli aj na čiastkové vstupné indikátory. Tie sme skúmali v rámci priestoru Slovenska so zohľadnením veľkostnej kategórie každého mesta (obr. 2, obr. 3 a obr. 4).

Predpoklad, že veľkosť mesta môže mať určitý vplyv na hodnoty samotných čiastkových ukazovateľov, potvrdzuje komparatívna analýza (obr. 1). Mestá so svojimi hodnotami indikátorov (prepočítaných na jedného obyvateľa) boli zoskupené do jednotlivých veľkostných kategórií. Následne sme vypočítali priemernú hodnotu (medián) konkrétneho ukazovateľa v rámci každej veľkostnej kategórie. Mediánovú hodnotu sme zvolili z toho dôvodu, aby sme eliminovali prípadné extrémne hodnoty v súbore dát, ktoré by mohli ovplyvniť výslednú analýzu. Tá

ukázala stúpajúci trend vo všetkých troch indikátoroch, počnúc najnižšou veľkostnou kategóriou (menej ako 5 000 obyv.) až po tú najvyššiu (viac ako 50 000 obyv.). Pri ukazovateli „Množstvo vytriedených zložiek odpadu“ sme postrehli, ako sa trend pri poslednej veľkostnej kategórii miest mierne znížil. Zaujímavé výsledky sme dosiahli pri zhodnotení variačného rozpätia (rozdiel medzi maximálnou a minimálnou hodnotou) vypočítaných priemerných hodnôt ukazovateľov. V množstve vytriedených zložiek odpadu predstavovalo variačné rozpätie medzi veľkostnými kategóriami miest až 113 kg/obyv., rozdiel v množstve skládkovaného odpadu dosiahol úroveň až 75 kg/obyv., rozdiel celkových bežných výdavkov na odpadové hospodárstvo sa pohyboval na úrovni 17 EUR/obyv.



**Obr. 1.** Porovnanie priemerných hodnôt (medián) čiastkových ukazovateľov procesu nakladania s komunálnym odpadom podľa veľkostných kategórií miest (2018)

Zdroj: vlastný výskum

Pri detailnejšej analýze týchto čiastkových indikátorov na úrovni konkrétnych miest Slovenska sme odhalili viaceré špecifiká (obr. 2, obr. 3 a obr. 4). Pri prvotnom pohľade na mapový výstup *Množstva vytriedených zložiek odpadu v prepočte na jedného obyvateľa* (obr. 2), sme postrehli väčšie zastúpenie týchto zložiek v mestách západného Slovenska. Ohniská sa samozrejme vyskytli na území celej krajiny, dominantný je napríklad pás niektorých miest Horného, Stredného a Dolného Považia (Žilina, Bytča, Púchov, Dubnica nad Váhom, Trenčín, ale i Piešťany, Hlohovec či Šaľa). Okrem extrémnych odľahlých bodov (Leopoldov, Spišská Stará Ves, Vrbové, Vysoké Tatry) silnú pozíciu vykázali i mestá na juhu Slovenska (Fiľakovo, Želiezovce, Nové Zámky či Veľký Meder). Ešte väčšie zastúpenie koncentrované predovšetkým v mestách západného Slovenska (a to rôznych veľkostných kategórií) vykázal ukazovateľ *Množstva skládkovaného komunálneho odpadu v prepočte na jedného obyvateľa* (obr. 3). Gradient intenzity medzi západnou časťou a ostatnou časťou krajiny tohto ukazovateľa bol zreteľný. Pri mapovom výstupe *Celkových bežných výdavkov miest na odpadové hospodárstvo* (obr. 4) sme zaregistrovali viaceré špecifiká. Na jednej strane sa opäť prejavil priestorový aspekt (vyššie výdavky na odpadové hospodárstvo v západnej časti Slovenska, predovšetkým Bratislavský a Trnavský kraj), na druhej strane sa výraznejšie ako v predošlých indikátoroch prejavil efekt veľkostnej kategórie miest (väčšie mestá dosiahli oveľa vyššie hodnoty týchto výdavkov, ako mestá menšie).

Na základe zvolenej metodiky (spomínanej v časti Dáta a metodika), a s využitím troch čiastkových ukazovateľov, sme sa dopracovali k výslednému sumárnemu skóre každého mesta (obr. 5). Treba poznamenať, že tu nemožno hľadať nejaký výrazný vplyv veľkostnej štruktúry mesta, nakoľko vidíme väčšie mestá s vyšším výsledným skóre (Banská Bystrica), ako aj s nižším (Bratislava), disproporcionalita sa vyskytuje pri každej veľkostnej kategórii (teda aj pri stredne veľkých mestách, či tých najmenších). Priestorový aspekt je už badateľnejší, zoskupenie viacerých miest s lepším výsledným skóre sa nachádza v strednej, severnej a východnej časti krajiny, naopak v západnej časti územia sa vyskytli mestá s nižšími sumárnymi hodnotami. Explanačnú týchto výsledkov možno viac-menej hľadať v súhre viacerých faktorov, ktoré majú následne vplyv aj na hodnoty čiastkových ukazovateľov multikriteriálnej analýzy.

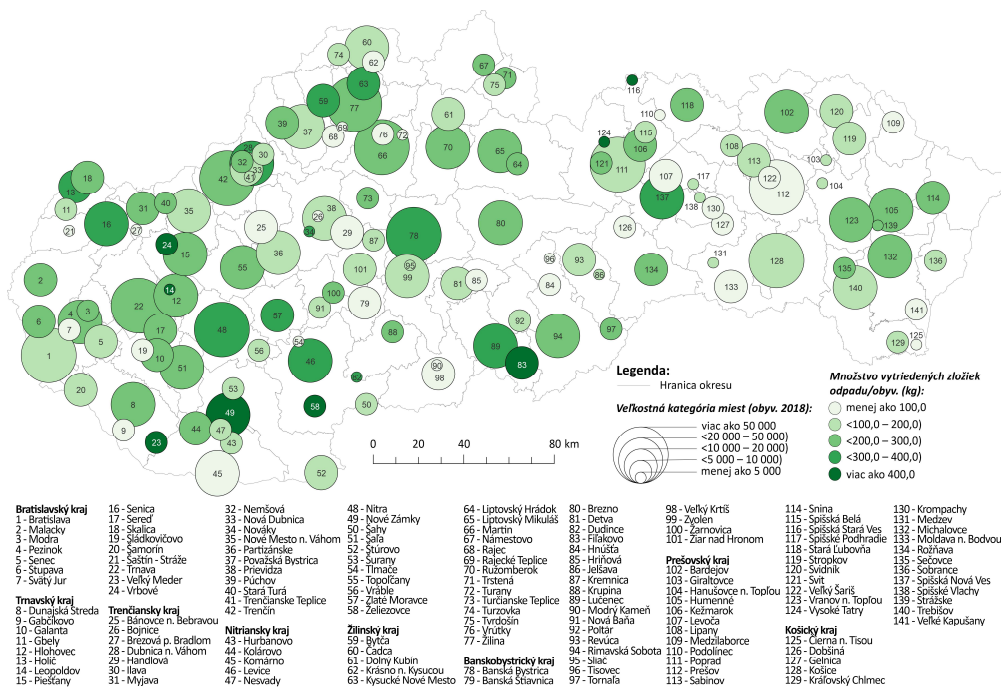
Komplexnejšiu analýzu procesu nakladania s komunálnym odpadom v mestách, a zároveň možné nedostatky súčasného systému hodnotenia miest v problematike nakladania s odpadmi, znázorňuje tab. 3. Vybrali sme 10 prvých a 10 posledných miest zoradených podľa výsledného skóre sumárneho ukazovateľa multikriteriálnej analýzy a porovnali ich s mierou triedenia komunálneho odpadu v danom roku. Mestá v prvej desiatke síce vykazovali relatívne vyššie hodnoty miery triedenia komunálneho odpadu ako mestá v poslednej desiatke, avšak tieto hodnoty (či už v prvej alebo v poslednej desiatke) si nezachovávali poradie korelujúce s poradím ukazovateľa multikriteriálnej analýzy. Pri detailnejšom pohľade však postrehneme určité špecifiká niektorých miest (napr. mesto Gabčíkovo s nízkou hodnotou miery triedenia, ale naopak s popredným umiestnením v sumárnom ukazovateli, či v opačnom ponímaní zase mesto Vysoké Tatry s relatívne vyššou mierou triedenia, ale s najhorším umiestnením v sumárnom ukazovateli). To je dôsledok toho, že komplexný ukazovateľ berie do úvahy tri kritériá, pričom v niektorom z nich spomínané mestá vykazovali výborné, prípadne zlé hodnoty, čo sa nakoniec premietlo do celkového ukazovateľa.

**Tab. 3.** Porovnanie prvých a posledných miest v rámci výsledného skóre multikriteriálnej analýzy a miery triedenia komunálneho odpadu v meste za rok 2018

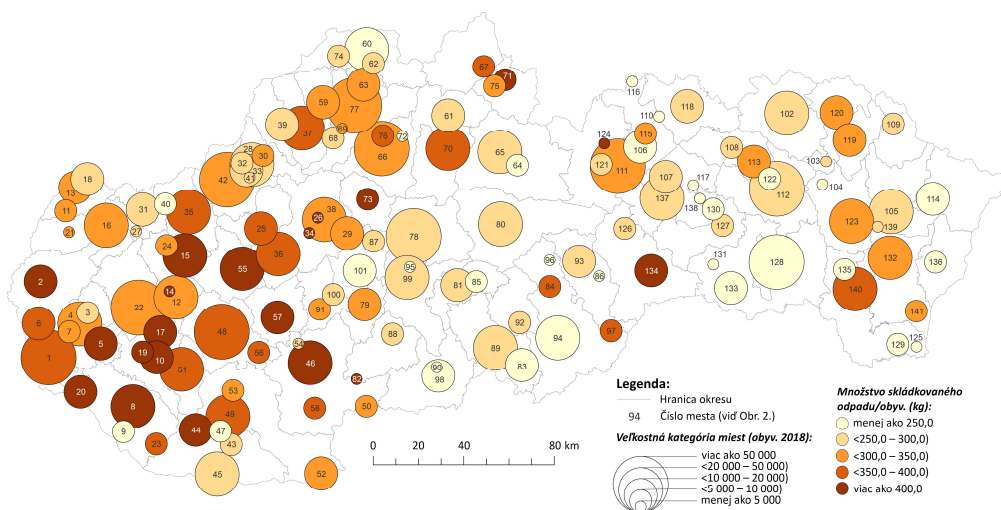
Poradie	Mesto	Výsledné skóre	Miera triedenia (v %)
1.	Spišská Stará Ves	16,13	92,6
2.	Fíľakovo	8,33	62,6
3.	Vrbové	7,97	63,7
4.	Gabčíkovo	7,86	35,8
5.	Žiar nad Hronom	7,76	46,9
6.	Hanušovce nad Topľou	7,52	43,9
7.	Liptovský Hrádok	7,49	47,3
8.	Rimavská Sobota	7,43	49,6
9.	Spišská Nová Ves	7,41	58,1
10.	Dubnica nad Váhom	7,40	58,8
132.	Sládkovičovo	3,60	12,8
133.	Považská Bystrica	3,35	27,4
134.	Šurany	3,27	30,2
135.	Stupava	3,14	36,8
136.	Dunajská Streda	2,93	30,4
137.	Bojnice	2,92	11,9
138.	Šaštín-Stráže	2,63	17,4
139.	Dudince	2,25	37,2
140.	Sereď	1,97	27,2
141.	Vysoké Tatry	1,00	43,1

*Zdroj: vlastný výskum*

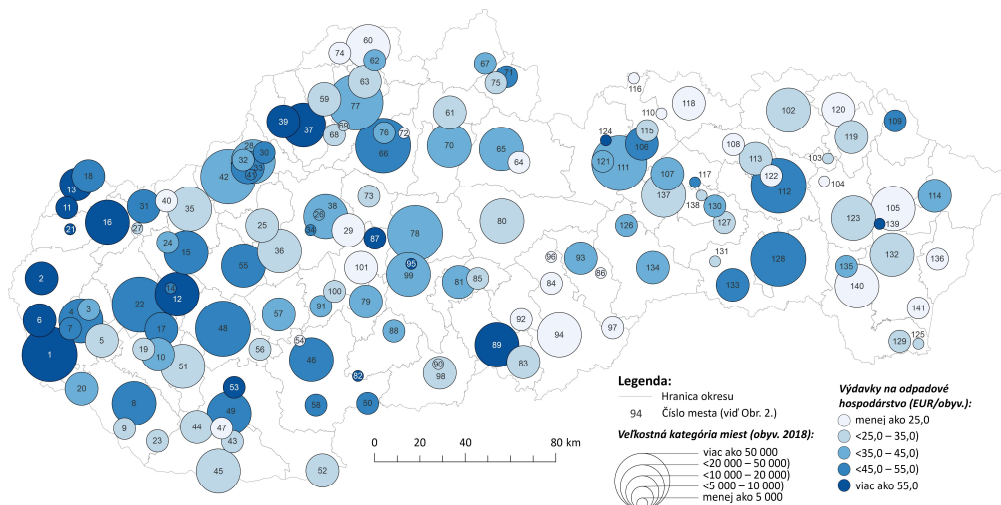




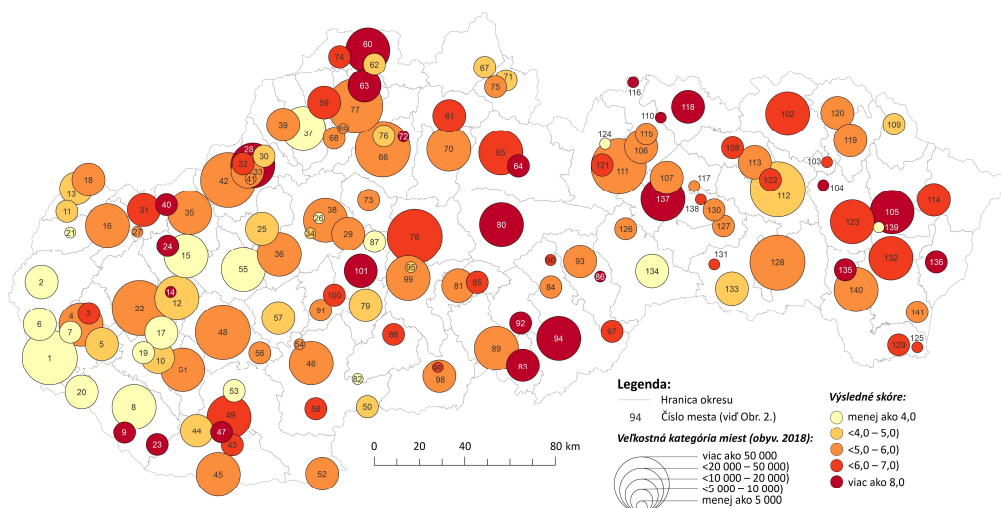
**Obr. 2. Množstvo vytriedených zložiek komunálneho odpadu v prepočte na jedného obyvateľa v mestách SR (2018)**



**Obr. 3. Množstvo skládkovaného komunálneho odpadu v prepočte na jedného obyvateľa v mestách SR (2018)**



**Obr. 4.** Celkové bežné výdavky na odpadové hospodárstvo v prepočte na jedného obyvateľa v mestách SR (2018)



**Obr. 5.** Výsledné skóre multikriteriálnej analýzy ukazovateľov procesu nakladania s komunálnym odpadom v mestách SR (2018)

## Diskusia

Predbežný výskum použitých dát odhalil, že variabilita hodnôt týkajúcich sa procesu nakladania s komunálnym odpadom v mestách (triedený zber, ako aj produkcia komunálneho odpadu) je nadpriemerne vysoká, vysoké rozdiely v rámci skupiny 141 miest SR sme zaregistrovali aj v prípade celkových bežných výdavkov samosprávy určených na chod odpadového hospodárstva. Otázka znie, prečo je tomu tak a to aj napriek tomu, že všetky ukazovatele boli prepočítané na jedného obyvateľa konkrétneho mesta. Svoju úlohu tu môže zohrávať aj komunálna politika a postoj, ako sa mesto či samotné vedenie, zamestnanci, volení zástupcovia a v neposlednom rade aj obyvatelia stavajú k problematike odpadov v meste. Efektívne čerpanie finančných zdrojov určených na odpadové hospodárstvo v meste, systematický a efektívny triedený zber, edukácia na školách, zavedenie moderného spôsobu evidencie a odvozu odpadov každej domácnosti, kooperácia a zapojenie

sa samosprávy do rôznych projektov (napr. predchádzanie vzniku biologicky rozložiteľných komunálnych odpadov prostredníctvom obstarania kompostérov) sú jedny z mnohých účinných spôsobov každej samosprávy, ktoré môžu zvýšiť triedenie a zároveň znížiť samotnú produkciu odpadov. Ak sú tieto nástroje v rámci všetkých samospráv nerovnako využívané a ich využitie je v rámci všetkých samospráv značne diferencované, nemôže nás zrejme prekvapiť spomínaná variabilita hodnôt nakladania s komunálnym odpadom v mestách. Zaujímavé projekty predkladajú aj mimovládne organizácie (Moňok 2018). Tí napríklad za rok 2017 zistili, že až takmer 7 % všetkých samospráv na Slovensku (200 obcí) netriedilo papier, viac ako 22 % obcí netriedilo kovy a viac ako 1 % obcí netriedilo plasty a sklo. Vyzývali tak miestnych politikov, aby sa viac zaujímali o svoje obce a apelovali tak na zlepšenie stavu nakladania s odpadmi. V inom projekte, ktorý sa dotýkal reformy odpadového hospodárstva vo vybranej obci, zistili, že samotné obce majú dostatok právomocí a možností, aby dokázali upraviť miestny systém nakladania s odpadmi do stavu, ktorý je akceptovaný pôvodcami, dosahuje nadpriemerné výsledky v oblasti zhodnocovania komunálnych odpadov a šetrí financie samospráve a občanom. Za základ úspechu považujú predovšetkým informačnú kampaň (Beznáková a Moňok 2015).

Problematika faktorov, ktoré výrazne vplyvajú na celkovú separáciu komunálneho odpadu, sa stala predmetom výskumu mnohých prác a štúdií. Štúdia Ma et al. (2018) považuje za nevyhnutné inštaláciu väčšieho počtu košov na separovanie odpadu, zjednodušenie procesov separácie odpadu, podpora formovania návykov pri separovaní odpadu, zlepšenie zberu a prepravy separovaných zdrojov, presadzovanie súvisiacich právnych predpisov a politik či rozvoj intenzívnejších vzdelávacích kampaní na komunitnej úrovni. Niektorí autori vytvárajú aj klasifikáciu faktorov vplyvujúcich na separáciu odpadov a to na vonkajšie - demografické a sociálno-ekonomické faktory, vnútorné faktory, kde veľkú úlohu zohráva postoj, správanie obyvateľov a nakoniec systémové faktory, čo sú napríklad náklady na zber, spôsob zberu, frekvencia zberu a podobne (Saphores a Nixon 2014). Je zrejme, že vplyvov na separáciu odpadu bude viacero, ich miera ovplyvňovania bude rozdielna a nemožno ich aplikovať univerzálne do každej komunity. To, čo bude platiť v jednej komunite, nemusí až tak vplývať na inú miestnu populáciu. Každopádne aj na úrovni slovenských obcí a miest je potrebné tieto vplyvy a faktory neustále skúmať a aj aplikovať do samotnej spoločnosti – v tom vidíme vysokú perspektívu.

Hĺbková analýza prvotných dát poukázala na výskyt extrémnych hodnôt, resp. odľahlých bodov, viac-menej vo všetkých ukazovateľoch miest. O dôležitosti tohto javu v dátach poukázali vo svojej štúdií aj Osborne a Overbay (2004). V rámci triedeného zberu môžeme tieto „odľahlé hodnoty“ pripísať tej skutočnosti, keď samotné mesto v danom roku vykázalo nadmerné množstvo kovov, čo malo pozitívny vplyv nielen na výšku úrovne triedenia komunálnych odpadov mesta, ale aj v rámci hodnotenia mesta v ukazovateli „*Množstvo vytriedených zložiek komunálneho odpadu v prepočte na jedného obyvateľa*“. Opačný efekt môže mať aj vplyv „nezavedeného“ zberu biologicky rozložiteľného odpadu v mestách SR. Ak napríklad mestá zabezpečili kompostéry pre domácnosti slúžiace na bioodpad (v mnohých prípadoch aj na kuchynský odpad), nemajú si z takéhoto triedenia ako započítvať túto zložku, ktorá vstupuje do separácie.

V rámci eliminácie odľahlých bodov je vhodné do budúcnosti uvažovať o viacročných priemerných údajoch za mestá, aj keď získanie takýchto dát je značne komplikované, nakoľko ich štátne inštitúcie a organizácie na lokálnej mierke nezverejňujú. Na jednej strane by boli spomínané dáta veľmi prospešné v rámci komparácie vidieckych obcí a miest v problematike nakladania komunálnych odpadov, na druhej strane by sa v prípade smerujúceho vývoja samospráv v oblasti odpadového hospodárstva dali efektívne využiť aj na iné štatisticko-priestorové analýzy.

Ako tvrdí Singh et al. (2014), nakladanie s odpadmi si v budúcnosti vyžaduje viac systémovo orientovaný prístup, ktorý vyrieši základné príčiny problémov. Ako hlavný problém uvádzajú zvýšenie úrovne informovanosti a dostupných štatistík odpadového hospodárstva. Uplatňovanie koncepcie cirkulárnej ekonomiky v odpadovom hospodárstve môže viesť k hospodárskemu rastu, rastu HDP krajiny, k redukcii využívania prírodných zdrojov a zároveň k zabezpečeniu vyššej ochrany životného prostredia.

## Záver

Odpadové hospodárstvo tvorí dôležitú súčasť každej samosprávy na Slovensku, nevyimajúc ani samotné mestá. Práve oblasť odpadového hospodárstva samosprávy je dôležitá tematika, ktorá hlavne v posledných rokoch výrazne rezonuje nielen v priestore komunálnej, ale aj národnej politiky. Každá obec a mesto je povinná zo zákona zverejniť na svojom webovom sídle výsledok ročnej miery triedenia komunálneho odpadu, pričom na základe jej percentuálnej hodnoty sa odvíja aj výška poplatku, ktorý zaplatia samosprávy za uloženie tony odpadu na skládku. Systém je nastavený tak, aby motivoval samosprávy k aktivitám smerujúcim k znižovaniu množstva skládkovaneho odpadu.

V príspevku sme predstavili komplexnejší pohľad na problematiku odpadového hospodárstva, konkrétne na proces nakladania s komunálnym odpadom v mestách. Nami zvolené tri ukazovatele (vytriedené zložky odpadu, skládkovaný odpad a finančné výdavky na odpadové hospodárstvo, všetky prepočítané na jedného obyvateľa mesta) sme podrobili detailnejšej priestorovej analýze aj so zohľadnením populačnej veľkosti daného mesta. Výskum potvrdil možný súvis veľkostnej štruktúry mesta na hodnoty jednotlivých čiastkových indikátorov, určitú diverzitu sme postrehli v rámci lokalizácie miest na území krajiny. S výnimkou niektorých miest súhrnne západná časť Slovenska vykázala vyššie hodnoty (či už v pozitívnom alebo v negatívnom aspekte v závislosti od indikátora) vo všetkých troch čiastkových ukazovateľoch ako práve ostatné časti krajiny. Opačný efekt sa ukázal pri hodnotení priestorového aspektu súhrnneho ukazovateľa multikriteriálnej analýzy zvolených troch indikátorov. Výrazne lepšie hodnotené mestá prevažovali v strednej, severnej a východnej časti krajiny, naopak, v spomínanej západnej časti územia sa vyskytli horšie hodnotené mestá v rámci výsledného skóre. Efekt veľkostnej štruktúry mesta sa v tomto prípade neprejavil tak výrazne ako pri čiastkových ukazovateľoch, čo predurčuje ku skutočnosti, že samosprávy sa s problematikou odpadového hospodárstva vysporiadávajú na rôznej úrovni, rozmanité faktory spomínané v diskusii príspevku môžu mať v určitej miere vplyv aj na proces nakladania s komunálnym odpadom v mestách. Multikriteriálna analýza troch indikátorov ukázala celkovo lepšiu komplexnosť hodnotenia procesu nakladania s odpadmi samotnou samosprávou, akou je napríklad aj súčasný systém ukazovateľa miery triedenia odpadu v mestách, pri porovnávacej analýze poradí týchto ukazovateľov sme postrehli viaceré odchýlky a ukázali tak isté nedostatky súčasného systému.

## Literatúra

- BABAEI, A. A., ALAVI, N., GOUDARZI, G., TEYMOURI, P., AHMADI, K., RAFIEE, M. 2015: Household recycling knowledge, attitudes and practices towards solid waste management. *Resources, Conservation and Recycling*, 102, 94-100. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.06.014>.
- BEIGL, P., LEBERSORGER, S., SALHOFER, S. 2008: Modelling municipal solid waste generation: A review. *Waste Management*, 28(1), 200-214. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.12.011>.
- BEZNÁKOVÁ, L. MOŇOK, B. 2015: Reforma odpadového hospodárstva v obci Chocholná-Velčice. *Priatel'ia Zeme – SPZ* [cit. 2021-07-26]. Dostupné na: <http://www.priateliazeme.sk/spz/node/8697>.
- GRDIC, Z. S., NIZIC, M. K., RUDAN, E. 2020: Circular economy concept in the context of economic development in EU countries. *Sustainability*, 12(7), 3060. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12073060>.
- HALÁS, M. 2008: Priestorová polarizácia spoločnosti s detailným pohľadom na periférne regióny Slovenska. *Sociologický časopis / Czech Sociological Review*, 44(2), 349-369. DOI: <https://doi.org/10.13060/00380288.2008.44.2.06>.

- HALUŠ, M., DRÁB, J., ŠIROKÝ, P., VÝŠKRABKA, M. 2018: *Ako menej skládkovať: Návrh opatrení na zníženie miery skládkovania komunálneho odpadu*. Bratislava (Inštitút environmentálnej politiky MŽP SR).
- HELLER, M. H., VATN, A. 2017: The divisive and disruptive effect of a weight-based waste fee. *Ecological Economics*, 131, 275-285. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.09.002>.
- CHEN, Y., YU, J., SHAHBAZ, K., XEVI, E. 2009: A GIS-based sensitivity analysis of multi-criteria weights. In Anderssen, R. S., Braddock R. D., Newham L. T. H. eds. *18th World IMACS Congress and MODSIM09 International Congress on Modelling and Simulation, 13–17 July 2009, Cairns*. Canberra (Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand Inc.), pp. 3137-3143.
- KAWAI, K., TASAKI, T. 2016: Revisiting estimates of municipal solid waste generation per capita and their reliability. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 18(1), 1-13. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10163-015-0355-1>.
- KOLEKAR, K. A., HAZRA, T., CHAKRABARTY, S. N. 2017: Prediction of municipal solid waste generation for developing countries in temporal scale: A fuzzy inference system approach. *Global NEST Journal*, 19, 511-520. DOI: <https://doi.org/10.30955/gnj.002323>.
- LUCZAK, A., JUST, M. 2020: The positional MEF-TOPSIS method for the assessment of complex economic phenomena in territorial units. *Statistics in Transition New Series*, 21(2), 157-172. DOI: <https://doi.org/10.21307/stattrans-2020-018>.
- MA, J., HIPEL, K. W., HANSON, M. L., CAI, X., LIU, Y. 2018: An analysis of influencing factors on municipal solid waste source-separated collection behavior in Guilin, China by Using the Theory of Planned Behavior. *Sustainable Cities and Society*, 37, 336-343. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.11.037>.
- MOŇOK, B. 2018: Priateľia Zeme - SPZ. Prieskum o tom, ako sa (ne)triedi v obciach SR [online]. 2018-11-05 [cit. 2021-11-29]. URL: <<http://www.priateliazeme.sk/spz/node/8812>>.
- MŽP SR 2015: *Vyhľadávka č. 365/2015 Z. z. Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, ktorou sa ustanovuje Katalóg odpadov (aktualizácia účinná od 1.1.2018)*. Bratislava (Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky).
- MWANZA, B. G., MBOHWA, C., TELUKDARIE, A. 2018: The Influence of Waste Collection Systems on Resource Recovery: A Review. *Procedia Manufacturing*, 21, 846-853. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.192>.
- NR SR 2000: *Zákon č. 211/2000 o slobodnom prístupe k informáciám a o zmene a doplnení niektorých zákonov (zákon o slobode informácií)*. Bratislava (Národná rada Slovenskej republiky).
- NR SR 2004: *Zákon č. 17/2004 Z. z. o poplatkoch za uloženie odpadov*. Bratislava (Národná rada Slovenskej republiky).
- NR SR 2018: *Zákon č. 329/2018 Z. z. o poplatkoch za uloženie odpadov a o zmene a doplnení zákona č. 587/2004 Z. z. o Environmentálnom fonde a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov*. Bratislava (Národná rada Slovenskej republiky).
- OSBORNE, J. W., OVERBAY, A. 2004: The power of outliers (and why researchers should ALWAYS check for them). *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 9. DOI: <https://doi.org/10.7275/qf69-7k43>.
- PAMUČAR, D. S., BOŽANIĆ, D., RANĐELOVIĆ, A. 2017: Multi-criteria decision making: An example of sensitivity analysis. *Serbian Journal of Management*, 12(1), 1-27. DOI: <https://doi.org/10.5937/sjm12-9464>.

- RADVAN, M. 2016: Taxes on Communal Waste in the Czech Republic, Poland and Slovakia. *Lex Localis – Journal of Local Self-Government*, 14(3), 511-520. DOI: [https://doi.org/10.4335/14.3.511-520\(2016\)](https://doi.org/10.4335/14.3.511-520(2016)).
- SAPHORES, J. D. M., NIXON, H. 2014: How effective are current household recycling policies? Results from a national survey of US households. *Resources, Conservation and Recycling*, 92, 1-10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.08.010>.
- SINGH, J., LAURENTI, R., SINHA, R., FROSTELL, B. 2014: Progress and challenges to the global waste management system. *Waste Management & Research*, 32(9), 800-812. DOI: <https://doi.org/10.1177/0734242X14537868>.
- SOUKOPOVÁ, J., OCHRANA, F., KLIMOVSKÝ, D., MERICKOVÁ, B. M. 2016: Factors influencing the efficiency and effectiveness of municipal waste management expenditure. *Lex Localis – Journal of Local Self-Government*, 14(3), 359-378. DOI: [https://doi.org/10.4335/14.3.358-378\(2016\)](https://doi.org/10.4335/14.3.358-378(2016)).
- STOEVA, K., ALRIKSSON, S. 2017: Influence of recycling programmes on waste separation behaviour. *Waste Management*, 68, 732-741. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.06.005>.
- STRUK, M. 2017: Distance and incentives matter: The separation of recyclable municipal waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 122, 155-162. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.01.023>.
- ŠÚ SR 2002 – 2019: *Verejná databáza údajov STATdat – Množstvo komunálneho odpadu (v tonách)*. Bratislava (Štatistický úrad Slovenskej republiky).
- ZAMAN, A. U. 2016: A comprehensive study of the environmental and economic benefits of resource recovery from global waste management systems. *Journal of Cleaner Production*, 124, 41-50. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.086>.

***Pod'akovanie: Tento článok vznikol v rámci projektu VEGA č.1/0278/20 Vz'ah legitimacy, governance a verejných financií na miestnej úrovni v geografickej perspektíve na Slovensku.***

---

***Adresa autora***

**RNDr. Michal Klobučník, PhD.**

Katedra ekonomickej a sociálnej geografie, demografie a územného rozvoja  
Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského  
Ilkovičova 6, 842 15, Bratislava 4  
Slovensko  
[michal.klobucnik@uniba.sk](mailto:michal.klobucnik@uniba.sk)