

| Spravodlivé odpady

Analýza vplyvov zavedenia množstvomého zberu na Slovensku

| Október 2019

Autor

Stella Slučiaková

stella.sluciakova@enviro.gov.sk

PodĎakovanie

Za pomoc a pripomienky k technickej časti štúdie ďakujem Matejovi Šiskovičovi (MIM), Corine Hoeben, M.A. Allers (obaja University of Groningen) a Christopher Wright (Montana State University). Za pomoc pri vypracovávaní praktickej časti ďakujem Zuzane Huljakovej (MIM), Tiborovi Molnárovi (JRK) a Márii Bonkovej (Naturpack). Za pripomienky k textu a konzultáciu ďakujem Martinovi Halušovi, Veronike Antalovej a Nine Fabšíkovej (všetci IEP MŽP SR).

Recenzné konanie

Analýza bola Odborno-metodickou komisiou schválená ako recenzovaná na základe posudkov Petra Tótha (NBS), Soni Slobodníkovej (IFP MF SR) a Kataríny Bednáríkovej (INCIEN).

Upozornenie

Materiál prezentuje názory autorov a Inštitútu environmentálnej politiky, ktoré nemusia nutne odzrkadľovať oficiálne názory Ministerstva životného prostredia SR. Cieľom publikovania analýz Inštitútu environmentálnej politiky (IEP) je podnecovať a zlepšovať odbornú a verejnú diskusiu na aktuálne témy. Citácie textu by preto mali odkazovať na IEP (a nie MŽP SR) ako autora týchto názorov.

Obsah

| | |
|--|-----------|
| Zoznam grafov, máp, boxov a tabuliek..... | 4 |
| Netechnické zhrnutie..... | 5 |
| 1 Produkcia a zber komunálnych odpadov na Slovensku..... | 7 |
| 1.1 Množstvomý zber na Slovensku | 8 |
| 1.2 Dobrá prax v zahraničí..... | 11 |
| 2 Analýza vplyvu množstvomého zberu na produkciu odpadov..... | 13 |
| 2.1 Zahraničná literatúra | 13 |
| 2.2 Dáta | 14 |
| 2.3 Priestorové modely s fixnými efektmi..... | 15 |
| 2.3.1 Efekty podľa typu množstvomého zberu | 18 |
| 2.3.2 Interpretácia výsledkov | 18 |
| 2.3.3 Testovanie endogenity | 19 |
| 2.3.4 Analýza citlivosti..... | 22 |
| 2.4 Metóda párovania (Propensity score matching)..... | 23 |
| 2.4.1 Analýza citlivosti..... | 24 |
| 3 Možné negatívne efekty množstvomého zberu..... | 26 |
| 3.1 Odpadový turizmus..... | 26 |
| 3.2 Nelegálne skládkovanie..... | 26 |
| 4 Náklady a prínosy množstvomého zberu | 30 |
| 4.1 Finančné prínosy a náklady množstvomého zberu | 30 |
| 4.1.1 Ušetrené náklady na skládkovanie zmesového odpadu | 31 |
| 4.1.2 Náklady zavedenia a prevádzkovania množstvomého zberu..... | 31 |
| 4.1.3 Dodatočné náklady na triedený zber..... | 34 |
| 4.1.4 Dodatočné náklady na zber bioodpadu..... | 34 |
| 4.2 Modelový príklad – obec Budča..... | 35 |
| 4.3 Nefinančné prínosy a náklady množstvomého zberu..... | 35 |
| Bibliografia..... | 37 |
| Prílohy | 42 |
| Príloha 1: Analýza vplyvu na produkciu odpadov | 42 |
| Príloha 2: Metóda párovania..... | 51 |
| Príloha 3: Náklady na triedený zber..... | 55 |
| Príloha 4: Náklady na domáce kompostéry | 55 |

Zoznam grafov, máp, boxov a tabuliek

| | |
|---|----|
| Graf 1: Vývoj zložiek komunálneho odpadu (kg/obyv.) | 7 |
| Graf 2: Rozdelenie pravdepodobností pred a po párovaní obcí | 51 |
| Graf 3: Histogram pravdepodobností pred a po párovaní obcí | 51 |
| Graf 4: Vizualná kontrola dosiahnutej rovnováhy | 53 |
| Graf 5: Čisté náklady triedeného zberu (v mil. eur) | 55 |
| | |
| Mapa 1: Obce s množstvovým zberom v roku 2018 podľa typu zberu | 8 |
| Mapa 2: Obce s množstvovým zberom podľa roku zavedenia | 20 |
| Mapa 3: Nelegálne skládky nahlásené v rokoch 2013-2018 | 27 |
| | |
| Box 1: Typy zberov zmesového komunálneho odpadu na Slovensku | 9 |
| Box 2: Dva príklady úspešných príbehov množstvového zberu na Slovensku | 9 |
| Box 3: Elektronická evidencia na Slovensku | 10 |
| Box 4: Legislatíva a množstvový zber | 11 |
| Box 5: Najlepšia prax v zahraničí | 12 |
| Box 6: Opatrenia proti nelegálnemu skládkovaniu | 28 |
| Box 7: Náklady množstvového zberu s elektronickou evidenciou odpadov | 32 |
| | |
| Tabuľka 1: Efekt množstvového zberu na produkciu odpadov (% zmena oproti paušálu)* | 5 |
| Tabuľka 2: Finančné náklady a prínosy obce pri zavedení množstvového zberu (mil. eur/rok) | 6 |
| Tabuľka 3: Súhrnné štatistiky na úrovni obce | 14 |
| Tabuľka 4: Odhad koeficientov výsledných modelov | 17 |
| Tabuľka 5: Odhad koeficientov výsledných modelov pre typy množstvového zberu | 18 |
| Tabuľka 6: Efekt množstvového zberu na produkciu odpadov (% zmena oproti paušálu) | 19 |
| Tabuľka 7: Testovanie endogenity | 21 |
| Tabuľka 8: Testovanie robustnosti výsledkov | 22 |
| Tabuľka 9: Analýza citlivosti | 22 |
| Tabuľka 10: Výsledky modelu logistickej regresie | 23 |
| Tabuľka 11: Priemerný odhadovaný efekt zavedenia množstvového zberu na produkciu odpadov | 24 |
| Tabuľka 12: Nepriame efekty zavedenia množstvového zberu | 26 |
| Tabuľka 13: Efekt množstvového zberu na počet nahlásených nelegálnych skládok | 28 |
| Tabuľka 14: Finančné náklady a prínosy množstvového zberu (mil. eur/rok) | 30 |
| Tabuľka 15: Ušetrené náklady obce na zmesový komunálny odpad (mil. eur/rok) | 31 |
| Tabuľka 16: Priemerné investičné a prevádzkové náklady obce pri elektronickej evidencii (eur/rok) | 33 |
| Tabuľka 17: Dodatočné náklady na triedený zber | 34 |
| Tabuľka 18: Odhadované finančné náklady a prínosy zavedenia množstvového zberu v obci Budča | 35 |
| Tabuľka 19: Odhad efektu množstvového zberu na množstvo odpadu – nepriestorové modely | 42 |
| Tabuľka 20: Priestorový Durbinov model s fixnými efektmi obcí a rokov | 44 |
| Tabuľka 21: Odhad efektu typov množstvového zberu na množstvo odpadu – nepriestorové modely | 45 |
| Tabuľka 22: Priestorový Durbin model s fixnými efektmi obcí a rokov (typy množstvového zberu) | 48 |
| Tabuľka 23: Prvý stupeň regresie | 50 |
| Tabuľka 24: Overenie rovnováhy pomocou výpočtov | 52 |
| Tabuľka 25: Chí-kvadrát test | 52 |
| Tabuľka 26: Rosenbaumov test citlivosti | 54 |
| Tabuľka 27: Prieskum trhu so záhradnými kompostérmi | 55 |

Netechnické zhrnutie

Len necelých 13 % obyvateľov Slovenska platí poplatok v závislosti od množstva vyprodukovaného odpadu. Väčšina obcí účtuje obyvateľom ročný paušálny poplatok, ktorý je pre všetkých obyvateľov obce rovnaký bez ohľadu na produkované množstvo odpadu. Takáto forma poplatku nemotivuje občanov k zníženiu produkcie alebo k zvýšeniu triedenia, resp. kompostovania odpadov. Naopak zber, pri ktorom poplatok závisí od váhy alebo objemu vyprodukovaného odpadu, tzv. množstvový zber, predstavuje priamu finančnú motiváciu a nástroj na uplatňovanie princípu „plať za to, čo vyhodíš“. V praxi sa používa najmä kontajnerovo-intervalový zber, pri ktorom sa výška poplatku vypočíta podľa frekvencie vývozov a veľkosti nádoby. Druhým najčastejším typom je množstvový zber pomocou žetónov, ktoré si občan zavesí na smetnú nádobu ak má záujem o jej vyprázdenie.

Množstvový zber na Slovensku signifikantne znižuje produkciu zmesového odpadu a zvyšuje mieru triedenia. Z analýzy údajov za obdobie rokov 2010-2018 vyplýva, že množstvový zber na Slovensku znižuje produkciu zmesového odpadu na obyvateľa v priemere o 22 %. Zavedenie žetónového zberu znižuje množstvo zmesového odpadu o takmer 31 %, kontajnerovo-intervalový zber o 11 %. Triedenie plastov je pri tomto type poplatkov vyššie o 15 % a triedenie skla o 9 %. Aj keď analýza neukázala vyššiu mieru triedenia bioodpadu a papiera, v skutočnosti možno očakávať zvýšenie triedenia aj týchto zložiek. Problémom sú pravdepodobne chýbajúce údaje v evidencii v dôsledku domáceho kompostovania alebo odovzdania papiera do výkupne alebo školského zberu.

Tabuľka 1: Efekt množstvového zberu na produkciu odpadov (% zmena oproti paušálu)*

| | Zmesový komunálny odpad | Plasty | Sklo |
|----------------------------|-------------------------|--------|--------|
| Množstvový zber kombinácia | -22,3 % | 15,4 % | 9,1 % |
| Žetónový | -31,0 % | - | - |
| Kontajnerovo-intervalový | -11,3 % | 22,1 % | 12,4 % |

Zdroj: IEP

Potenciálne riziko vytvárania nelegálnych skládok možno minimalizovať vhodným nastavením systému poplatkov a preventívnymi opatreniami. Analýza dostupných údajov nepotvrdila vplyv množstvového zberu na počet nahlasovaných nelegálnych skládok. Podľa skúseností niektorých obcí na Slovensku aj v zahraničí však zavedenie množstvového zberu môže byť sprevádzané problémami s nezákonným zneškodňovaním odpadu na nelegálnych skládkach. V praxi sa s týmto fenoménom stretlo len málo obcí. Takémuto správaniu sa však dá účinne predchádzať rozumným nastavením systému (minimálny poplatok, systém zliav) a viacerými preventívnymi opatreniami. Podmienkou je tiež dostatočná infraštruktúra pre triedený zber.

Množstvový zber nemá vplyv na odpadový turizmus. Niektoré skúsenosti a zahraničné štúdie potvrdzujú, že po zavedení množstvového zberu zaznamenali odvážanie zberných nádob do susedných obcí bez množstvového zberu. Vhodnými opatreniami bol tento problém väčšinou odstránený. Z analýzy vplyvu množstvového zberu na odpadový turizmus vyplýva, že množstvový zber na Slovensku nezvyšuje, ale naopak znižuje produkciu zmesového odpadu v susedných obciach. Dôvodom môže byť šírenie informácií a zvyšovanie povedomia medzi obcami.

Pri zavedení žetónového zberu v rodinných domoch a kontajnerovo-intervalového zberu v bytových domoch na celom Slovensku môžu finančné úspory obcí dosiahnuť 28,5 mil. eur ročne. Znížením množstva zmesového odpadu, ktorý sa vyváža na skládku, ušetria obce náklady na jeho zvoz ako aj náklady na poplatky za skládkovanie. V priemere ide o ušetrenie 6 eur na obyvateľa ročne.

Jednorazová investícia do množstvového zberu na celom Slovensku môže predstavovať 0 až 28,6 mil. eur, prevádzkové náklady sa môžu pohybovať vo výške 0 až 2,3 mil. eur ročne v závislosti od

typu a informatizácie systému. Zavedenie jednoduchého množstvého zberu bez elektronickej evidencie odpadov by vyžadovalo náklady iba na informačnú kampaň. Náklady priemernej obce pri sofistikovanejšom systéme s elektronicou evidenciou môžu dosahovať 0 až 10,5 tis. eur jednorazovo a 0 až 838 eur ročne, pričom výrazne závisia od veľkosti obce, počtu zberných nádob, zvoleného typu zberu a od informatizácie systému.

Okrem toho si zvýšenie triedenia vyžiada nové náklady na zber a kompostovanie. Dodatočné náklady na triedený zber plastov a skla odhadujeme na 1,7 mil. eur ročne. Za predpokladu, že by sa vytriedila rovnaká časť potenciálu papiera v zmesovom komunálnom odpade ako v prípade plastov a skla, dodatočné náklady by predstavovali 0,7 mil. eur ročne. Náklady na kúpu domácich kompostérov do všetkých rodinných domov by sa pohybovali vo výške takmer 6 mil. eur ročne.

Tabuľka 2: Finančné náklady a prínosy obce pri zavedení množstvého zberu (mil. eur/rok)

| | Kombinácia* |
|---|-------------|
| <i>Ušetrené náklady skládkovania</i> | 28,5 |
| <i>Náklady zavedenia a prevádzkovania systému</i> | |
| <i>Jednorazová investícia</i> | 0-28,6 |
| <i>Prevádzka</i> | 0-2,3 |

*žetónový zber v rodinných domoch, kontajnerovo-intervalový zber v bytových domoch

Zdroj: IEP

Motivačný systém poplatkov ako dôsledok zníženého skládkovania prináša environmentálne benefity ale aj zvýšené úsilie ľudí triediť. Odhady externých nákladov skládkovania sa výrazne líšia, predpokladáme, že zníženie skládkovania v dôsledku zavedenia množstvého zberu môže ušetriť 2 až 21 mil. eur ročne. Za predpokladu použitia výsledkov nórskeho prieskumu, náklady na znížený komfort obyvateľov v dôsledku triedenia plastov a skla môžu dosahovať 352 tis. eur. Okrem toho sa uplatňovaním princípu „plať za to, čo vyhodíš“ vytvára spravodlivý systém, v ktorom sú snaživí občania odmeňovaní.

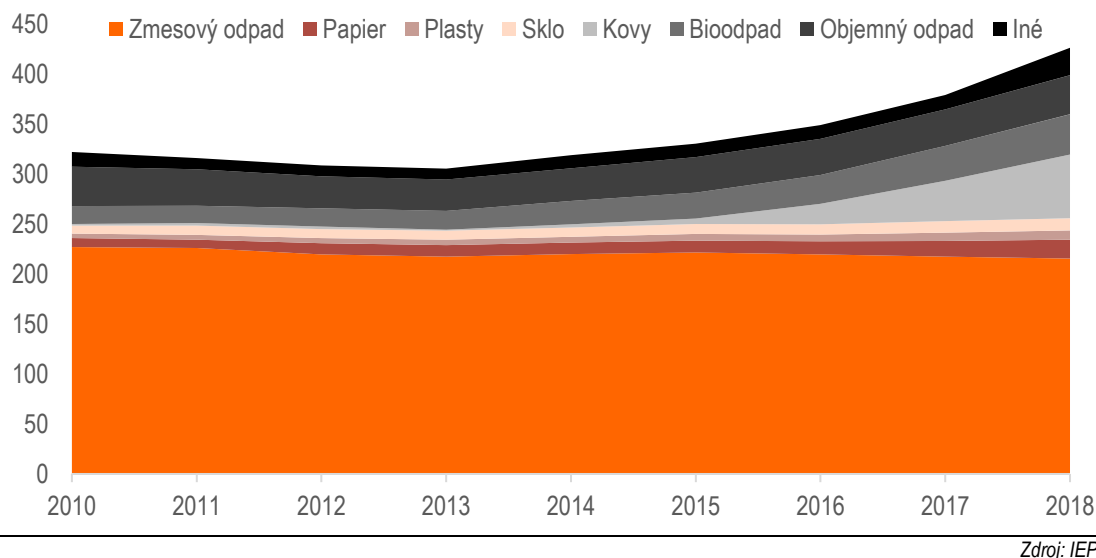
Súčasný zákon o miestnych daniach a poplatkoch vytvára legislatívnu bariéru efektívneho zavedenia množstvého zberu. Výpočet poplatku podľa frekvencie vývozu ako aj spôsob samotného vyrubenia poplatku neumožňujú zohľadniť reálny počet vývozov. Možnými riešeniami je platba poplatku formou preddavku s následným zúčtovaním alebo stanovenie poplatku s možnosťou zohľadnenia reálneho počtu vývozov za minulý rok. Aplikácia spomínaných riešení by mala byť analyzovaná MŽP SR a MF SR v spolupráci s dotknutými obcami.

Zlepšenie evidencie a zber kvalitných údajov sú kľúčové pri vyhodnocovaní vplyvov opatrení a politik. Pri analýze sme narazili na dátové obmedzenia ako je nedostatočná evidencia triedeného zberu, chýbajúce údaje o domácom kompostovaní alebo údaje o odpade z domácností, ktoré nie sú odčlenené od ostatných komunálnych odpadov. Možnými riešeniami sú nový informačný systém odpadového hospodárstva, rozšírenie katalógu odpadov a vypracovanie metodiky pre evidenciu domáceho kompostovania.

1 Produkcia a zber komunálnych odpadov na Slovensku

V roku 2018 vyprodukoval priemerný obyvateľ Slovenska približne 426 kg komunálneho odpadu. Komunálny odpad pozostáva najmä z odpadov z domácností, ale zahŕňa aj odpad z firiem, úradov a verejných inštitúcií. Až 86 % komunálnych odpadov tvorí zmesový komunálny odpad a zložky triedeného odpadu papier, sklo, plasty a kovy a vytriedený bioodpad. Zvyšok predstavuje najmä objemný odpad, odpad z trhovísk a čistenia ulíc.

Graf 1: Vývoj zložiek komunálneho odpadu (kg/obyv.)



Zmesový komunálny odpad tvorí v priemere až 67 % z celkového vyprodukovaného komunálneho odpadu. Priemerná ročná produkcia vo výške 220 kg na obyvateľa je konštantná od roku 2010. Naopak množstvo všetkých triedených zložiek medziročne rastie. Kovy od roku 2010 vzrástli o takmer 90 %, papier, plasty a bioodpad o 10 %. Výrazný nárast kovových odpadov je zapríčinený najmä zmenami vo výkazníctve a zlepšením vykazovania zo strany zberných dvorov a výkupní. V predchádzajúcich rokoch vykazovali zberne kovové odpady ako priemyselný odpad no od roku 2015 sú zarátané medzi komunálne odpady. Množstvo kovových odpadov sa tak v skutočnosti len dostáva do evidencie komunálnych odpadov, avšak ich množstvo pravdepodobne tak dramaticky nerastie. Skutočný nárast produkcie komunálnych odpadov sa tak pohybuje v priemere 1 % ročne.

Za zber a zhodnotenie triedených zložiek odpadu ako sú papier, plasty, sklo, nápojové kartóny, kovové obaly a iné zodpovedajú organizácie zodpovednosti výrobcov, ktoré financujú systém triedeného zberu prostredníctvom poplatkov od výrobcov obalov a neobalových výrobkov. Výrobca môže náklady na triedenie zohľadniť v cene výrobku pre spotrebiteľa. Náklady na zber a zneškodnenie zmesového komunálneho odpadu a objemného odpadu a na triedený zber bioodpadov znášajú obce, ktoré na tento účel vyberajú poplatky za odpad od občanov.

Poplatok za odpad môže byť paušálny alebo diferencovaný podľa množstva produkovaného odpadu. Podľa odbornej literatúry je práve druhá možnosť (ďalej len „množstvový zber“) účinný nástroj pre zvýšenie miery triedenia a recyklácie a zároveň zníženie množstva odpadu smerujúceho na skládku alebo do spaľovne. Zatiaľ čo krajiny s mierou recyklácie nad 45 % majú zavedený množstvový zber v istom rozsahu, krajiny s mierou recyklácie pod 20 % nepoužívajú žiadnu formu množstvového zberu (EEA, 2016). Množstvový zber uplatňuje princíp „plať za to, čo vyhodíš“ a motivuje občanov k environmentálnemu správaniu (Eunomia, 2003).

Na Slovensku majú obce možnosť stanoviť miestny poplatok paušálne alebo podľa množstva vyprodukovaného odpadu, prípadne ich kombináciu. Väčšina obcí účtuje obyvateľom ročný paušálny poplatok, ktorý je pre všetkých obyvateľov obce rovnaký bez ohľadu na produkované množstvo odpadu. Náklady na odpad z domácností, ktoré produkujú viac odpadu sú tak čiastočne dotované domácnosťami s nižšou produkciou odpadu. Takáto forma poplatku nemotivuje občanov k zníženiu produkcie alebo k zvýšeniu triedenia, resp. kompostovania bioodpadov. Naopak poplatok, ktorý závisí od váhy alebo objemu vyprodukovaného odpadu predstavuje priamu finančnú motiváciu a nástroj na uplatňovanie princípu „znečisťovateľ platí“.

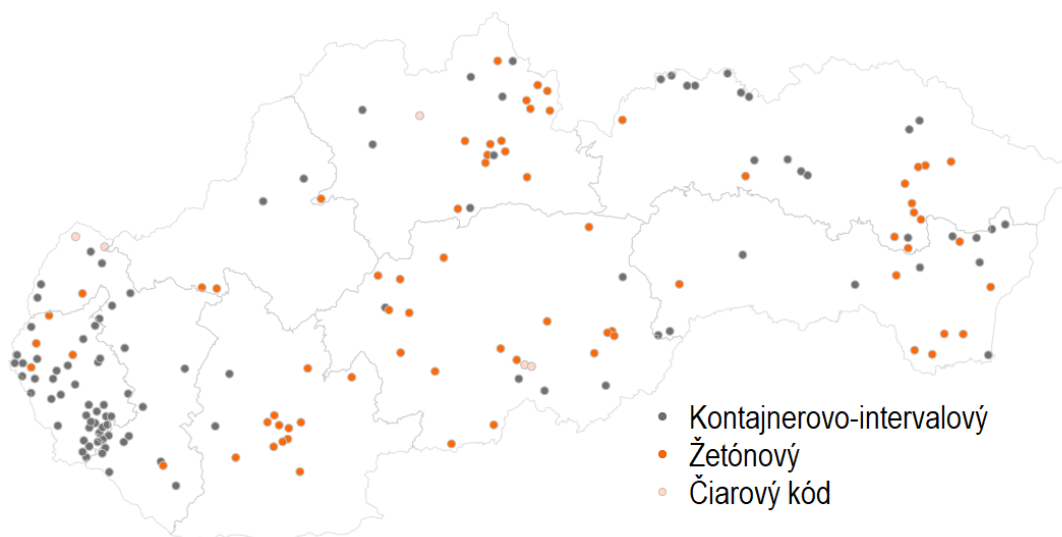
1.1 Množstvový zber na Slovensku

V roku 2018 bolo na Slovensku 167 obcí s množstvovým zberom zmesového komunálneho odpadu, z toho 74 obcí so žetónovým zberom¹ a 93 obcí s kontajnerovo-intervalovým zberom. Necelých 13 % obyvateľov Slovenska tak platí poplatok v závislosti od množstva vyprodukovaného odpadu. Počet obcí s množstvovým zberom vzrástol zo 102 v roku 2010 na 167 obcí v roku 2018.

Žetónový zber je rozšírený najmä v okresoch Tvrdošín, Malacky, Ružomberok a Nové Zámky. Najviac obcí s kontajnerovo-intervalovým systémom sa nachádza na západnom Slovensku v okresoch Malacky, Senec, Senica a Pezinok. Ďalších 283 obcí má kombináciu paušálnych a variabilných poplatkov. V roku 2018 bol množstvový zber zavedený iba v 4 mestách² na Slovensku, konkrétne Bratislava, Žiar nad Hronom, Dubnica nad Váhom a Spišská Stará Ves. V každom z nich je zavedený kontajnerovo-intervalový množstvový zber, iné typy množstvových zberov sa v mestách na Slovensku nevyskytujú.

Priemerná vážená výška paušálneho poplatku na Slovensku je 18 EUR na obyvateľa ročne. Množstvový poplatok dosahuje v priemere 2 eurocenty za liter zmesového odpadu.

Mapa 1: Obce s množstvovým zberom v roku 2018 podľa typu zberu



Zdroj: IEP

¹ Medzi 74 obcí so žetónovým zberom sme zahrnuli aj 5 obcí so zberom prostredníctvom QR, resp. čiarových kódov, keďže princíp systémov je rovnaký.

² Mesto je v právnom systéme postavenie obce po splnení podmienok podľa § 22 ods. 1 zákona Slovenskej národnej rady č. 369/1990 Zb. o obecnom zriadení

Box 1: Typy zberov zmesového komunálneho odpadu na Slovensku

Paušálny poplatok

Väčšina obcí účtuje paušálny ročný poplatok na obyvateľa, ktorý je pre všetkých rovnaký bez ohľadu na množstvo vyprodukovaného odpadu.

Žetónový zber

Pri tomto type poplatku si občan zakúpi žetón, ktorý si zavesí na smetnú nádobu ak ma záujem o jej vyprázdenie. Prepravca odpadu zvesí žetón a odovzdá ho obci. Cena žetónu je stanovená podľa veľkosti nádoby a nákladov na jej vyvezenie. Občan si tak reguluje poplatky podľa počtu použitých žetónov.

Čiarové, QR kódy a RFID čipy

Tento typ zberu funguje na rovnakom princípe ako systém žetónov. V tomto prípade má občan nádobu označenú špecifickým čiarovým, resp. QR kódom alebo RFID čipom. Pokiaľ má záujem o jej vyprázdenie, vyloží nádobu na určené miesto, prepravca nasníma kód a nádobu vyprázdni.

Kontajnerovo-intervalový zber

Výška poplatku pre občana sa vypočíta podľa frekvencie vývozov a veľkosti nádoby, ktorú používa. Obyvatelia si môžu na začiatku roka, prípadne počas roka, zvoliť veľkosť nádoby (zvyčajne 110, 120 alebo 240l) ako aj počet vývozov (zvyčajne 1, 2 alebo 4-krát mesačne). Keďže výška poplatku sa odvíja iba od veľkosti nádoby a frekvencie vývozu, množstvo odpadov má slabší vplyv na poplatok oproti zberu prostredníctvom žetónov, resp. označených nádob.

Kombinovaný zber

Ide o kombináciu paušálneho a niektorého z množstvových typov zberu v jednej obci. Zvyčajne ide o rozlíšenie obyvateľov žijúcich v rodinných domoch, pre ktorých je zavedený nejaká forma množstvového zberu a obyvateľov v bytoch s paušálnym poplatkom.

Správne nastavenie množstvového zberu vedie nie len k zníženiu produkcie odpadov, ale aj k šetreniu nákladov občanov a obce. Príkladom je obec Rakovnica, kde je stanovený minimálny fixný poplatok na pokrytie základných výdavkov obce na odpady. Stanovenie minimálneho poplatku, resp. minimálneho počtu vývozov zabezpečí obci dostatočné príjmy na pokrytie základných fixných nákladov a znižuje motiváciu nelegálneho skládkovania. Obec Vrádište je jednou z prvých obcí s elektronickou evidenciou odpadu pomocou nádob označených čiarovými kódmi. Zníženie produkcie odpadu ako aj vyrovnaný rozpočet v odpadoch inšpiroval k zavedeniu množstvového zberu aj susedné obce.

Box 2: Dva príklady úspešných príbehov množstvového zberu na Slovensku

Zníženie odpadu aj nákladov v obci Rakovnica

Obec Rakovnica zaviedla systém žetónov v roku 2017 s povinnou kúpou minimálne 9 žetónov na domácnosť ročne. V rokoch 2017 a 2018 obec vyprodukovala v priemere o 33 % menej zmesového odpadu na obyvateľa v porovnaní s predchádzajúcim obdobím s paušálnym zberom. Z faktúr uverejnených na stránke obce tiež vyplýva, že v obci ušetrili 37 % na nákladoch za skládkovanie a zvoz zmesového odpadu. Množstvo triedeného odpadu na obyvateľa vzrástlo dvojnásobne a obec začala vykazovať triedenie bioodpadu.

Inšpirácia z obce Vrádište

Obec Vrádište je jednou z prvých obcí na Slovensku s evidovaním a účtovaním odpadu pomocou čiarových kódov od roku 2013. Po zavedení zaznamenali zníženie komunálneho odpadu v priemere o 7 % a zvýšenie separovania o takmer dvojnásobok. Obci sa tiež darí pokrývať náklady na zvoz a zneškodňovanie z príjmov z poplatkov. Dobrá skúsenosť inšpirovala aj susedné obce Chropov a Dubovce, ktoré zaviedli množstvový zber v roku 2016, resp. 2019.

Skúsenosti potvrdzujú, že systém elektronickej evidencie odpadov prináša zmeny v produkcii odpadov aj bez zavádzania množstvového zberu. Evidencia odpadov odstraňuje anonymitu a poskytuje prehľad o produkcii odpadov, čo vytvára psychologický efekt na obyvateľov aj bez finančnej motivácie. V obci Košeca tak znížili množstvo skládkovaného odpadu bez zmeny poplatkov za odpad. Pri elektronickej evidencii zberová spoločnosť odváža iba označené nádoby, čo v obci Senec viedlo k nahlasovaniu „čiernych pasažierov“, ktorí zadarmo používali neprihlásené nádoby. Obec tak získa prehľad o skutočnom počte vyvezených zberných nádob a má možnosť kontrolovať oprávnenosť finančných nákladov na zber.

Box 3: Elektronická evidencia na Slovensku

Menej odpadu bez zmeny poplatkov v obci Košeca

V apríli 2019 zaviedla obec Košeca elektronicкую evidenciu odpadov bez akejkoľvek zmeny poplatkov pre občanov. Vďaka evidencii sa odstránila anonymita odpadov z domácností, čo viedlo k zmene správania obyvateľov. Počet vyvezených nádob po zavedení evidencie medziročne poklesol o 24% a objem odpadu na skládke o 17%, čím obec znížila svoje náklady (JRK, 2019).

Nahlasovanie „čiernych pasažierov“ v obci Senec

V auguste 2018 zaviedli v obci Senec množstvový zber s čiarovými kódmi a elektronicкую evidenciu odpadu. Objem zmesového odpadu sa znížil a zároveň sa zvýšilo triedenie všetkých zložiek odpadov. Okrem toho zavedenie elektronickej evidencie malo za následok prihlásenie zberných nádob od „čiernych pasažierov“, ktorým bol odpad vyvážený zadarmo aj z neprihlásenej nádoby, prípadne mali viac nádob než bolo povolené. Obec podpísala dohodu so zberovou spoločnosťou aj s dodatkom o sankciách za odvezenie neoznačenej nádoby. Zberová spoločnosť tak vyváža iba označené nádoby, čo motivuje občanov k ich prihlasovaniu a obec má zároveň prehľad o reálnom počte vyvezených nádob.

Systém zliav podľa miery triedenia v obci Rakovica

Obec Rakovica elektronickey eviduje zmesový ako aj triedený odpad od konca roku 2017. Okrem toho v obci upravili miestne paušálne poplatky za odpad s možnosťou zliav pre domácnosť, ak preukáže aspoň 60 %-nú mieru triedenia podľa údajov z elektronickej evidencie (Rakovica, 2019). Obec tak medziročne zvýšila mieru triedenia z 24 na 32 %.

Súčasný zákon o miestnych daniach a poplatkoch vytvára legislatívnu bariéru efektívneho zavedenia množstvového zberu. Výpočet poplatku podľa frekvencie vývozu, ako aj spôsob samotného vyrubenia poplatku neumožňujú zohľadniť reálny počet vývozov. Možnými riešeniami je platba poplatku formou preddavku s následným zúčtovaním, alebo stanovenie poplatku s možnosťou zohľadnenia reálneho počtu vývozov za minulý rok. Aplikácia spomínaných riešení by mala byť analyzovaná MŽP SR a MF SR v spolupráci s dotknutými obcami. Pozitívnu zmenou v návrhu novely zákona o miestnych daniach a miestnom poplatku je umožnenie, aby obec znížila poplatok občanovi, ktorý preukáže, že vytriedil určený podiel zložiek komunálneho odpadu.

Box 4: Legislatíva a množstvový zber

Výpočet poplatku

Zákon definuje spôsob výpočtu poplatku ako súčin frekvencie odvozov, sadzby a objemu zbernej nádoby, pričom nie je jasné, čo sa myslí pod frekvenciou vývozov. Frekvencia vývozov môže byť chápaná ako fixný parameter, kedy si občan zvolí počet vývozov v priebehu mesiaca. V takomto prípade výška poplatku nezohľadňuje skutočný počet vývozov za rok.

Možnosťou je stanovenie fixného počtu mesačných vývozov na začiatku roka a následne zvýšenie, resp. zníženie poplatku na základe reálneho počtu vývozov v minulom roku. Súčasný zákon však explicitne neumožňuje zvyšovať alebo znižovať zavedený poplatok.

Vyrubovanie poplatku

Výrub poplatku je výhodnejší pre obec z hľadiska jeho vymáhania, ale neumožňuje zohľadňovať reálny počet vývozov, keďže sa platí na začiatku roka. Niektoré obce, ktoré majú zavedený žetónový zber, vyrubujú poplatok za minimálny počet vývozov, ktorým prislúcha istý počet žetónov. Ak chce poplatník viac vývozov, zakúpi si ďalšie žetóny. Ide tak o kombináciu vyberania poplatku cez výrub a inou formou, pričom súčasná legislatíva inú formu neumožňuje.

Systém zliav

Návrh novely zákona o odpadoch, ktorý upravuje zákon o miestnych daniach a miestnom poplatku, umožňuje, aby obec znížila poplatok občanovi, ktorý preukáže, že vytriedil určený podiel zložiek komunálneho odpadu³. Zmena tak vytvára finančnú motiváciu pre zníženie produkcie zmesového komunálneho odpadu a zároveň zvýšenie triedenia odpadov. Vyššia miera triedenia následne znižuje sadzbu poplatku za skládkovanie, ktorá sa od roku 2019 počíta na základe miery vytriedenia na úrovni obce v predchádzajúcom roku⁴.

1.2 Dobrá prax v zahraničí

Množstvový zber je v rôznych podobách rozšírený po celej Európe, Spojených štátoch, Kanade, Japonsku a Južnej Kórei. Zatiaľ čo na Slovensku existuje iba systém označovania kontajnerov alebo systém založený na veľkosti kontajnera a frekvencie vývozu, v zahraničí fungujú aj iné formy množstvového zberu.

V Belgicku a Švajčiarsku je výrazne rozšírený systém predplatných zberných vriec. Zber sa vykonáva pomocou vriec s potlačou danej lokality, ktoré si občania môžu zakúpiť v obchodoch. Vrecia sú väčšinou farebne odlíšené v závislosti od toho, či sú určené na zmesový alebo triedený odpad, prípadne bioodpad. Odpad je odvezený iba ak sa nachádza v správnom vreci s potlačou. Cena vreca zahŕňa náklady na zber, prepravu a zhodnotenie, resp. zneškodnenie odpadu.

Množstvový zber založený na vážení odpadu uplatňujú najmä v Nemecku, Holandsku, Francúzsku a Írsku. Pri množstvovom zbere prostredníctvom váženého odpadu je odpad zbieraný v kontajneroch, ktoré sú vybavené čipom a čiarovým kódom špecifickým pre každú domácnosť. Obyvatelia tak platia v závislosti od hmotnosti odpadu, ktorý sa odváži pomocou zberového vozidla vybaveného čítačkou a vážiacim systémom. Systém váženého odpadu vyžaduje väčšie úsilie pri údržbe a kalibrácii váh, ale dosahuje lepšie výsledky v porovnaní so systémom zberných vriec.

³ 83 ods. 2 zákona č. 582/2004 Z. z. o miestnych daniach a miestnom poplatku za komunálne odpady a drobné stavebné odpady

⁴ § 4 ods. 4 zákona č. 329/2018 Z. z. o poplatkoch za uloženie odpadov

Podľa štúdií Allers a Hoeben (2009) a Dijkgraaf a Gradus (2004), ktoré hodnotia viaceré typy množstvových zberov v Holandsku, systém založený na vážení odpadu a vrecový systém dosahujú lepšie výsledky v porovnaní so systémom podľa objemu kontajnerov.

Množstvový zber v mestách môže byť menej adresný a transparentný v porovnaní s obcami, keďže obyvatelia žijú väčšinou v bytových domoch s problematickou evidenciou odpadu na úrovni domácností. Len 4 mestá na Slovensku majú zavedený množstvový zber, v zahraničí sa vyskytuje častejšie. Systém predplatných vriec funguje aj vo väčších mestách (napr. Brusel, Zürich, Ženeva), kde väčšina obyvateľov žije v bytových domoch. Keďže zberné vrecia si nakupujú obyvatelia v obchodoch, systém dokáže spravodlivo diferencovať poplatok v jednotlivých domácnostiach aj v bytových domoch. Ďalšou možnosťou je uzamykanie zberných nádob, prípadne otváranie na čip, ktorý je špecifický pre každú domácnosť resp. obyvateľa bytového domu. Uzamykateľné nádoby na čip alebo kartu sa používajú vo viacerých krajinách ako Taliansko, Portugalsko, Francúzsko či Fínsko.

Box 5: Najlepšia prax v zahraničí

Medzi najlepšiu dobre zabehnutú prax v zahraničí možno považovať vrecový systém, systém váženia alebo uzamykanie nádob.

Vrecový systém v Belgicku a Švajčiarsku

V Belgicku a Švajčiarsku je výrazne rozšírený systém predplatných zberných vriec, ktorý sa jednoducho realizuje a nevyžaduje dodatočné investície pri zavádzaní (ADEME, 2018). Ceny za zberné vrecia sú regulované vládou, ktorá stanovuje minimálnu a maximálnu výšku cien. V Belgicku je sadzba pre zmesový komunálny odpad v rozmedzí 1,3 centu až 4 eurocent/l v zberných vreciach (OVAM, 2019). Priemerná cena za vreca na triedenie plastov, plechoviek a nápojových kartónov je 0,26 eurocent/l (IVAGO, 2016). Zber papiera, skla a textilu je pre obyvateľov zadarmo. Vo Švajčiarsku je cena zberného vreca na zmesový komunálny odpad v priemere 6,2 švajčiarskych centov/l (HelloSwitzerland, 2019). Pri nesprávnom umiestnení odpadu môže byť udelená pokuta a odpad nebude odvezený. V oboch krajinách zvýšil systém predplatných vriec významne mieru recyklácie komunálneho odpadu na viac ako 50 % a znížil ročnú produkciu zmesového odpadu na 150 kg/obyv. (Európska komisia, 2018).

Systém váženia odpadu v Nemecku a Taliansku

V nemeckom kraji Aschaffenburg bol zavedený systém množstvom zberu s identifikáciou a vážením kontajnerov pri dverách v roku 1997 a viedol k nárastu recyklácie až na 86 % a k zníženiu produkcie zmesového odpadu na 50 kg/obyv. za rok (Morlok J., Schoenberger H., Styles D., Galvez-Martos J. L., 2017). Talianske regióny Treviso a Trento dosiahli zníženie zmesového odpadu na 55, resp. 100 kg/obyv. za rok (Európska komisia, 2018).

Uzamykateľné nádoby v meste Parma

V talianskom meste Parma majú okrem množstvom zberu odpadov z domácností zavedený aj flexibilný zber prostredníctvom tzv. eko-staníc. Ide o kontajnery v samostatne stojacej uzamknutej konštrukcii, do ktorej majú obyvatelia prístup prostredníctvom karty zdravotného poistenia. Zatiaľ čo triedený zber je poskytovaný zadarmo, poplatok za zmesový komunálny odpad je vo výške 70 eurocentov za 40 litrové vreca (Zero Waste Europe, 2017).

2 Analýza vplyvu množstvomého zberu na produkciu odpadov

Výška priamych a nepriamych nákladov spojených so zneškodňovaním odpadu ovplyvňuje dopyt po jednotlivých spôsoboch nakladania s odpadom. Výsledná miera recyklácie teda závisí od relatívnych cien skládkovania a druhotného spracovania odpadu. Cena skládkovania odráža náklady na zber, zneškodnenie odpadu na skládke, zákonný poplatok za skládkovanie a mala by byť zahrnutá v poplatku za odpad pre obyvateľov. Podobne cena bioodpadu zahŕňa náklad na zber a zhodnotenie bioodpadu a tiež by mala byť zahrnutá v poplatkoch pre občanov. Priame náklady spojené s triedením platia len výrobcovia a pre obyvateľov sú nulové. Nepriamym nákladom triedenia pre obyvateľov je čas, ktorý musia vynaložiť na dodatočné triedenie odpadu. Potrebný čas závisí od dostupnosti infraštruktúry a od jej vzdialenosti.

Cena iných spôsobov nakladania s odpadom ako napr. nelegálne skládkovanie je ovplyvnená napr. dostupnosťou miesta, kde môžu obyvatelia odpad nelegálne umiestniť alebo výškou pokuty, ktorá im hrozí.

Na Slovensku majú organizácie zodpovednosti výrobcov zákonnú povinnosť zabezpečiť dostatočnú infraštruktúru pre triedený zber v každej obci. To znamená, že v obciach, kde je zavedený množstvomý zber a dobrá dostupnosť triedeného zberu, by mal byť priamy náklad na triedený zber nižší než náklad na zneškodňovanie zmesového komunálneho odpadu. Tento predpoklad sme overili pomocou analýzy vplyvu množstvomého zberu na produkciu zmesového a triedeného odpadu a tvorbu nelegálnych skládok.

2.1 Zahraničná literatúra

Zahraničné štúdie dokazujú pozitívny efekt množstvomého zberu na zníženie produkcie zmesového odpadu v krátkodobom horizonte (Dijkgraaf, 2004, Wright, 2011, Huang, 2011). Podľa odhadov, zníženie produkcie zmesového odpadu pri zavedení množstvomého zberu sa pohybuje v rozmedzí 21 až 70 % v závislosti od typu zberu. Najvyšší efekt má systém váženia a vrecový systém, ktorý je podobný žetónovému zberu. Odhadovaný efekt zberu podľa objemu nádoby a frekvencie vývozu je nižší, ale stále významný. Novšie výskumy (Allers a Hoeben, 2009, Usui a Takeuchi, 2013) naznačujú, že vplyv množstvomého zberu je významný, ale nižší v porovnaní so staršími štúdiami. Novšie štúdie používajú rozsiahlejšie dáta a sofistikovanejšie ekonometrické metódy a poskytujú tak dôveryhodnejšie, nevyčýlené odhady.

Odhady vplyvu množstvomého zberu na triedenie odpadov sa podľa zahraničnej literatúry líšia. Podľa niektorých štúdií (Fullerton a Kinnaman, 1996, Jenkins a kol., 2003, Kinnaman a Fullerton, 2000) zavedenie množstvomého zberu nevedlo k žiadnej zmene triedenia, naopak novšie analýzy (Callan a Thomas, 2006, Kipperberg, 2007, Usui 2008, Allers a Hoeben, 2009) odhadujú významný pozitívny efekt na zvýšenie množstva vytriedeného odpadu.

Krátkodobý a dlhodobý efekt množstvomého zberu na produkciu odpadov sú často odlišné. Bezprostredne po zavedení množstvomého zberu môžu obyvatelia krátkodobo v prvom roku reagovať na zmenu odlišne ako v dlhodobom horizonte po niekoľkých rokoch. Podľa Allers a Hoeben (2009) a Usui a Takeuchi (2013) je efekt v prvom roku po zavedení vyšší ako v dlhodobom horizonte, avšak nie výrazne. Naopak Linderhof a kol. (2001) a Dijkgraaf a Gradus (2009) odhadujú vyššie cenové elasticity v dlhodobom horizonte. Aj keď niektoré štúdie odhadujú, že efekt množstvomého zberu v čase klesá, nedochádza k jeho zániku v dlhodobom horizonte 7 až 30 rokov (Dijkgraaf a Gradus, 2009, Usui a Takeuchi, 2013, Yamakawa a Ueta, 2002).

2.2 Dáta

Pri analýze vplyvu množstvového zberu na Slovensku sme použili údaje o ročnej produkcii komunálnych odpadov, poplatkoch za komunálny odpad a údaje o demografických a sociálnych charakteristikách. Údaje sú na úrovni obcí a pochádzajú zo Štatistického úradu za časové obdobie 2010 až 2018.

Výška a typ poplatkov za komunálny odpad sú uvedené vo formulári v rámci ročného výkazu obcí, ktorý IEP navrhlo v roku 2017 za účelom získania ďalších informácií o komunálnych odpadoch na Slovensku. Údaje o type poplatkov sme následne telefonicky verifikovali priamo u 270 dotknutých obcí a doplnili o rok, v ktorom bol daný typ poplatku zavedený. Výška poplatku je známa iba pre roky 2017 a 2018.

Na účely odhadnutia modelov sme vynechali 7 obcí z celkového počtu 2 887, ktorým chýbajú údaje o type poplatkov, resp. o roku zavedenia množstvového zberu. V prípade triedených odpadov z plastov, papiera a skla sme chýbajúce hodnoty nahradili hodnotou mediánu typu odpadu v danej obci. Počet chýbajúcich hodnôt pri triedenom odpade z plastov a skla dosahoval menej než 3 %, v prípade papiera chýbalo celkovo 15 % údajov za obdobie 9 rokov. Výsledný súbor dát tak pozostáva z vyvážených údajov⁵ pre 2 880 obcí za obdobie 9 rokov. Súhrnné štatistiky použitých údajov sú uvedené v Tabuľka 3.

Kvôli nedostatkom v evidencii sme niektoré druhy odpadov neanalyzovali zvlášť, ale iba v rámci iných triedených odpadov. Patrí sem kuchynský bioodpad, ktorý sa začal vo vyššej miere vykazovať až v roku 2015, pričom v roku 2018 iba jedna tretina obcí vykázala triedený kuchynský bioodpad. Podobne sem zahŕňame nápojové kartóny, ktoré sa začali vykazovať až od roku 2013 a kovové obaly, ktoré boli v rokoch 2010 až 2017 vykazované iba v rámci všetkých kovov a neboli sledované oddelene. Zvyšné iné triedené odpady sú odpady, ktoré možno vytriediť a započítať do čitateľa pri výpočte miery triedenia⁶.

Tabuľka 3: Súhrnné štatistiky na úrovni obce

| | Vážený priemer | Min | Max |
|---|----------------|-----|---------|
| Zmesový komunálny odpad (kg/obyv.) | 220 | 1 | 4 182 |
| Papier (kg/obyv.) | 12 | 0 | 592 |
| Plasty (kg/obyv.) | 6 | 1 | 524 |
| Sklo (kg/obyv.) | 10 | 1 | 503 |
| Záhradný bioodpad (kg/obyv.) | 23 | 0 | 711 |
| Iný triedený odpad (kg/obyv.) | 6 | 0 | 1 605 |
| Počet obyvateľov | 1 938 | 7 | 432 801 |
| Hustota obyvateľstva (obyv./km ²) | 111 | 1 | 1729 |
| Podiel obyvateľov do 4 rokov | 5 % | 0 % | 22 % |
| Podiel obyvateľov nad 65 rokov | 14 % | 0 % | 63 % |
| Mediánová výška mesačného príjmu (v eur) | 487 | 5 | 1 125 |
| Paušálny poplatok (eur/obyv.) | 18 | 1 | 50 |
| Poplatok pri množstvovom zbere (eur/l) | 1,7 | 0,1 | 4 |

Zdroj: IEP

Limitácie údajov

Údaje o produkcii odpadov poskytujú obce v rámci výkazov o komunálnych odpadoch, pričom obsahujú isté obmedzenia. Údaje o komunálnom odpade obsahujú nie len odpad z domácností, ale aj odpad z kancelárií, škôl a verejných inštitúcií, pričom poplatky za odpad od právnických osôb alebo podnikateľov sú často odlišné. Produkcia odpadu na obyvateľa tak môže byť v niektorých obciach nadhodnotená alebo podhodnotená. Možným riešením je rozšírenie katalógového čísla pre zmesový komunálny odpad na zmesový komunálny odpad z domácností a mimo domácností.

⁵ Pre každú obec existuje údaj v každom roku.

⁶ Príloha č.1 k zákonu č. 329/2018 Z. z. o poplatkoch za uloženie odpadov

Zatiaľ čo údaje o zmesovom komunálnom odpade sú dlhodobu správne vykazované, údaje o triedenom zbere odpadov sú často podhodnotené, prípadne úplne chýbajú. Dôkazom je aj každoročne sa zvyšujúci počet obcí, ktoré nahlasujú nenulové množstvá triedeného odpadu z plastov, papiera, skla a bioodpadu. Na jednej strane triedený zber každoročne stúpa, na druhej strane rastie motivácia nahlasovania triedeného zberu odpadov kvôli nižším poplatkom za skládkovanie. V zákone o poplatkoch za uloženie odpadov bola od roku 2014 stanovená sadzba na základe počtu vytriedených zložiek, od roku 2019 sa výška poplatku pre každú obec počíta na základe dosiahnutej miery vytriedenia v obci v predchádzajúcom roku. S tým súvisí aj výrazný nárast nahlasovaného triedeného odpadu z kovov od roku 2015. Nový informačný systém odpadového hospodárstva by mal evidovať celý materiálový tok odpadov, čím pomôže skvalitniť a zjednotiť informácie o odpadoch.

Ďalšou limitáciou údajov o triedenom zbere odpadov je školský zber, výkupne papiera a domáce kompostovanie bioodpadu. Napriek zákonnej povinnosti⁷ výkupne ako aj mobilné zariadenia často nenahlasujú všetky vyzbierané množstvá a dochádza tak k úniku v evidencii. Údaje o kompostovanom bioodpade na vlastnom pozemku sa do evidencie nedostávajú vôbec. Nahlasovanie vyzbieraných množstiev v rámci výkupní by malo byť kontrolované, prípadne by mala byť uložená sankcia za nesplnenie povinností. Riešenie pre evidenciu domáceho kompostovania je metodika, ktorú pripravuje MŽP SR.

2.3 Priestorové modely s fixnými efektmi

Väčšina štúdií, ktoré používali panelové dáta (Allers a Hoeben, 2009, Dijkgraaf a Gradus, 2004, Usui a Takeuchi, 2013) odhadujú efekt zavedenia množstvového zberu na produkciu odpadu a triedený zber pomocou rôznych variácií modelov s fixnými efektmi. Tieto štúdie však zanedbávajú možnú priestorovú závislosť produkcie odpadov. České štúdie (Rybová a Burcin, 2017, Rybová a kol., 2018) potvrdili pozitívnu priestorovú závislosť pre zmesový komunálny odpad, v prípade triedených odpadov z plastu a skla nepreukázali priestorovú závislosť. Hypotézu o priestorovej závislosti potvrdili aj ďalšie štúdie (Keser a kol., 2011, Ismaila a kol., 2015), Ioannou a kol. (2010) zistili priestorovú závislosť aj triedeného zberu.

Výsledné modely pre produkciu zmesového komunálneho odpadu a triedeného zberu v obci i v roku t sme odhadli pomocou nasledujúcich rovnic:

1. Zmesový komunálny odpad – Priestorový Durbinov model s fixnými efektmi obcí a rokov

$$Q_{it} = \rho \sum_{j=1}^n w_{ij} Q_{jt} + \alpha_{0i} + \alpha_{1t} + \beta_1 PAYT_{it} + \beta_2 DEN_{it} + \beta_3 Under4_{it} + \beta_4 Over65_{it} + \beta_5 Income_{it} + \theta_1 \sum_{j=1}^n w_{ij} PAYT_{it} + \theta_2 \sum_{j=1}^n w_{ij} DEN_{it} + \theta_3 \sum_{j=1}^n w_{ij} Under4_{it} + \theta_4 \sum_{j=1}^n w_{ij} Over65_{it} + \theta_5 \sum_{j=1}^n w_{ij} Income_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

2. Triedený odpad z plastov – Nepriestorový model s fixnými efektmi obcí a rokov

$$Q_{it} = \alpha_{0i} + \alpha_{1t} + \beta_1 PAYT_{it} + \beta_2 DEN_{it} + \beta_3 Under4_{it} + \beta_4 Over65_{it} + \beta_5 Income_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

3. Triedený odpad z papiera – Priestorový Durbinov model s fixnými efektmi obcí a rokov

4. Triedený odpad zo skla – Model s priestorovými chybami s fixnými efektmi obcí a rokov

$$Q_{it} = \alpha_{0i} + \alpha_{1t} + \beta_1 PAYT_{it} + \beta_2 DEN_{it} + \beta_3 Under4_{it} + \beta_4 Over65_{it} + \beta_5 Income_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

⁷ § 16 ods. 2b) a ods. 3 zákona č. 79/2015 Z. z. o odpadoch

$$\varepsilon_{it} = \varphi \sum_{j=1}^n w_{ij} \varepsilon_{jt} + \mu_{it}$$

5. Bioodpad – Nepriestorový model s fixnými efektmi obcí a rokov

$$Q_{it} = \alpha_{0i} + \alpha_{1t} + \beta_1 PAYT_{it} + \beta_2 DEN_{it} + \beta_3 Garden_{it} + \beta_4 Under4_{it} + \beta_5 Over65_{it} + \beta_5 Income_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Q_{it} označuje množstvo zmesového alebo triedeného odpadu v obci i v roku t (v kilogramoch na obyvateľa).

$PAYT_{it}$ nadobúda hodnotu 1 ak obec má v danom roku zavedený množstvový zber a hodnotu 0 pokiaľ má paušálny poplatok.

DEN_{it} , $Under4_{it}$, $Over65_{it}$ sú demografické premenné hustota obyvateľstva, podiel obyvateľov nad 65 rokov a podiel obyvateľov vo veku do 4 rokov.

$Income_{it}$ je ekonomická premenná označujúca mediánovú výšku mesačného príjmu na trvalý pracovný pomer alebo dohodu⁸

$Garden_{it}$ označuje plochu záhrad na 1 obyvateľa (v m² na obyvateľa)

α_{0i} a α_{1t} sú koeficienty, ktoré predstavujú fixné efekty obcí a rokov.

w_{ij} sú prvky priestorovej matice susednosti, ktorú sme vytvorili na základe pravidla tzv. „queen contiguity“, podľa ktorého sú dve obce susedné, ak majú nejakú spoločnú hranicu, bez ohľadu na jej dĺžku⁹. Použili sme riadkovú normalizáciu matice, čo znamená, že množstvo odpadu Q_{it} závisí od priemerných hodnôt nezávislých premenných v susedných obciach.

Pri premenných Q_{it} , DEN_{it} , $Garden_{it}$ sme použili logaritmickú transformáciu na dosiahnutie požadovanej linearity parametrov.

Demografické a socioekonomické charakteristiky obcí, resp. domácností, ktoré môžu ovplyvňovať produkciu odpadu, sú čiastočne zahrnuté vo fixných efektoch a čiastočne v premenných DEN_{it} , $Under4_{it}$, $Over65_{it}$, $Income_{it}$, $Garden_{it}$. Hustota obyvateľstva sa používa ako proxy pre bytový priestor, pričom v menšom dome je ťažšie skladovať triedený odpad (Usui a Takeuchi, 2013). Vyšší podiel detí vo veku do 4 rokov môže znamenať vyššiu produkciu odpadov v dôsledku používania plienok (Allers a Hoebein, 2009, Usui a Takeuchi, 2013). Obce s vyšším podielom obyvateľov nad 65 rokov môžu teoreticky dosahovať vyššiu mieru recyklácie skla a papiera, keďže triedenie týchto zložiek má na Slovensku dlhú históriu. Okrem toho možno v týchto obciach predpokladať aj nižšiu celkovú produkciu odpadu na obyvateľa pre nižšiu celkovú spotrebu staršieho obyvateľstva. Príjem môže byť považovaný za proxy pre spotrebu (pozitívny vzťah s produkciou odpadu), náklad obetovanej príležitosti za čas venovaný triedeniu (negatívny vzťah s produkciou odpadu) alebo ako proxy pre úroveň vzdelania. Veľkosť záhrad v obciach by mala mať pozitívny vplyv na produkciu záhradného bioodpadu.

Ďalšie vysvetľujúce premenné, ktoré sa v zahraničnej literatúre bežne používajú pri odhade produkcie odpadov, sú priemerná veľkosť domácnosti, vzdelanostná štruktúra obyvateľstva, podiel etnických menšín, turizmus alebo environmentálne povedomie (Usui a Takeuchi, 2013, Dijkgraaf a Gradus, 2004, Agovino a kol., 2016). Literatúra a prax sa zhodujú, že systém zberu má výrazný vplyv na produkciu odpadu. Systém zberu „od dverí k dverám“ pre bioodpad alebo triedený zber má významný vplyv na vysokú mieru ako aj kvalitu triedenia (Európska Komisia, 2015, OECD, 2006). Spomínané údaje máme k dispozícii iba za jeden

⁸ Štandardne sa používa aj druhá mocnina príjmov, v našom prípade použitie tejto premennej nezmenilo výsledný vplyv množstvového zberu, preto sme ponechali pôvodné nastavenie modelu.

⁹ Maticu susednosti sme vytvorili aj pomocou vzdialenosti centroidov obcí a pomocou vzdialenosti medzi jednotlivými obcami v kilometroch. Dosiahnuté výsledky boli veľmi podobné, preto ich v analýze neuvádzame.

rok alebo vôbec, preto sme ich do modelu nezahrnuli. Ak takéto nepozorované premenné korelujú s množstvom odpadu, ale aj so zavedením množstvového zberu, odhadovaný efekt je vychýlený. Zahnutím fixných efektov, ktoré čiastočne kontrolujú zmeny v nepozorovaných premenných, môžeme predísť tomuto problému.

Pri výbere vhodných modelov sme postupovali podľa Elhorst (2010) v troch krokoch. Vychádzali sme zo základného nepriestorového modelu odhadovaného metódou najmenších štvorcov, v ktorom je zanedbaná panelová štruktúra dát (tzv. „pooled regression“). Následne sme odhadli model s fixnými efektmi obcí a model s fixnými efektmi obcí aj rokov (tzv. „two-way fixed effect“). Pri rozhodovaní medzi základným modelom a modelom s fixnými efektmi sme použili F-test významnosti fixných efektov. Pomocou Breusch-Paganovho testu sme testovali signifikantnosť časových fixných efektov. Na základe tohto systematického výberu sme zvolili model s fixnými efektmi obcí a rokov pre každý typ odpadu. Zahnutie priestorovosti do modelu sme testovali pomocou robustných Lagrange multiplier testov.

V druhom kroku sme zostavili priestorové Durbinove modely so zvolenými fixnými efektmi obcí a rokov. Pomocou Waldových testov sme overili, či sa jednotlivé modely dajú zjednodušiť na model s priestorovým posunom alebo model s priestorovými chybami. Na záver sme testovali, či je možné špecifické fixné efekty považovať za náhodné pomocou Hausmanovho testu.

Výsledky všetkých použitých modelov a ich testov sú uvedené v Tabuľka 19 a Tabuľka 20. Keďže konvenčné štandardné odchýlky môžu byť podhodnotené v dôsledku autokorelácie, úroveň významnosti koeficientov v Tabuľka 19 vychádza z t-hodnôt založených na robustných štandardných odchýlkach zoskupených podľa obcí a rokov, ktoré sú zvyčajne väčšie ako obvyklé štandardné odchýlky.

Pri zostavení priestorových modelov sme použili vyvážené údaje, keďže chýbajúci údaj by znamenal chýbajúceho „suseda“ v matici susednosti. Pre porovnanie uvádzame v Tabuľka 19 výsledky nepriestorových modelov odhadovaných na nevyvážených údajoch o odpadoch.

Tabuľka 4: Odhad koeficientov výsledných modelov

| | Zmesový komunálny odpad | Plasty | Sklo | Papier |
|-----------------|-------------------------|---------|----------|---------|
| <i>PAYT</i> | -0,25*** | 0,14* | 0,09* | 0,11 |
| <i>ln DEN</i> | -0,39*** | -0,43** | -0,49*** | -0,15 |
| <i>Over65</i> | -0,16 | 0,13 | 0,83*** | 1,45*** |
| <i>Under4</i> | 0,33 ^ˆ | -0,56 | 0,72* | 0,48 |
| <i>Income</i> | -0,11* | 0,09 | 0,07 | 0,07 |
| <i>W* PAYT</i> | -0,19*** | - | - | -0,15 |
| <i>W*ln DEN</i> | 0,32*** | - | - | 0,47* |
| <i>W*Over65</i> | -0,33 | - | - | 1,27 |
| <i>W*Under4</i> | -0,53 | - | - | 0,98 |
| <i>W*Income</i> | 0,13 ^ˆ | - | - | 1,29*** |
| ρ | 0,15*** | | | 0,28*** |
| φ | | | 0,29*** | |

*** p<0,001, ** p<0,01, * p<0,05, ^ˆ p<0,1

Zdroj: IEP

Z výsledkov vyplýva, že množstvový zber má signifikantný efekt na zníženie produkcie zmesového odpadu. Efekt na zvýšenie triedeného zberu plastov a skla je tiež signifikantný, v prípade papiera množstvový zber nemá efekt. Dôvodom môže byť alternatívna možnosť odovzdávania papiera prostredníctvom výkupní alebo školských zberov. Hustota obyvateľstva je signifikantná vo všetkých modeloch okrem papiera s negatívnym znamienkom. V prípade triedeného zberu sa efekt zhoduje s očakávaniami (Usui a Takeuchi, 2013). Podiel obyvateľov nad 65 rokov má signifikantný pozitívny vplyv na triedený zber skla a papiera, pravdepodobne v dôsledku dlhej histórie ich triedenia. Podiel obyvateľov mladších ako 4 roky má očakávaný pozitívny vplyv na produkciu zmesového odpadu.

2.3.1 Efekty podľa typu množstvomého zberu

Rôzne typy množstvomých zberov môžu mať rôzny efekt na produkciu odpadov (Allers a Hoeben, 2009, Dijkgraaf a Gradus, 2004). Pri odhade efektov jednotlivých typov množstvomého zberu použijeme upravené rovnice, v ktorých premennú $PAYT_{it}$ nahradíme premennými TAG_{it} a VF_{it} . Premenná TAG_{it} , resp. VF_{it} nadobúda hodnotu 1 pokiaľ má obec v danom roku zavedený žetónový, resp. kontajnerovo-intervalový zber. Pri výbere modelov sme postupovali rovnako, výsledky použitých modelov a testov sú uvedené v Tabuľka 21 a Tabuľka 22.

Tabuľka 5: Odhad koeficientov výsledných modelov pre typy množstvomého zberu

| | Zmesový komunálny odpad | Plasty | Sklo | Papier |
|---------------------------|-------------------------|---------|----------|---------|
| <i>Tag</i> | -0,37*** | 0,09 | 0,06 | 0,19* |
| <i>VolumeFrequency</i> | -0,12** | 0,19* | 0,12` | 0,02 |
| <i>ln DEN</i> | -0,39*** | -0,43** | -0,49*** | -0,14 |
| <i>Over65</i> | -0,15 | 0,13 | 0,83*** | 1,45*** |
| <i>Under4</i> | 0,33` | -0,57 | 0,72* | 0,48 |
| <i>Income</i> | -0,11* | 0,09 | 0,07 | 0,07 |
| <i>W* Tag</i> | -0,08 | - | - | -0,04 |
| <i>W* VolumeFrequency</i> | -0,13` | - | - | -0,23 |
| <i>W*ln DEN</i> | 0,29*** | - | - | 0,48** |
| <i>W*Over65</i> | -0,31 | - | - | 1,26 |
| <i>W*Under4</i> | -0,54 | - | - | 1,01 |
| <i>W*Income</i> | 0,12 | - | - | 1,31*** |
| ρ | 0,15*** | | | 0,28*** |
| φ | | | 0,29*** | |

*** p<0,001, ** p<0,01, * p<0,05, ` p<0,1

Zdroj: IEP

2.3.2 Interpretácia výsledkov

Keďže závislá premenná množstvo odpadu Q_{it} je logaritmicke transformovaná, efekt premennej $PAYT_{it}$ sa vypočíta ako $e^{\beta_1} - 1$, pričom β_1 je odhadovaný koeficient tejto premennej. Efekt zavedenia množstvomého zberu je tak vyjadrený ako percentuálna zmena množstva odpadu pri prechode z paušálneho na množstvomý zber. Týmto spôsobom sa dajú interpretovať výsledky nepriestorového modelu pre triedený zber plastov a modelu s priestorovými chybami pre triedený zber skla.

Vplyv množstvomého zberu na zmesový komunálny odpad sme odhadli pomocou priestorového Durbinovho modelu, ktorý uvažuje aj vzájomné ovplyvňovanie medzi susednými obcami. Celkový efekt zmeny vysvetľujúcej premennej tak pozostáva z priameho efektu na danú obec a nepriameho efektu na susedné obce. V dôsledku efektu spätných väzieb priamy, resp. nepriamy efekt nezodpovedajú koeficientom β , resp. θ . Výpočet priameho a nepriameho efektu je uvedený v Prílohe 1 (Rovnica (11) podľa LeSage a Pace (2009).

V Tabuľka 6 uvádzame iba významné vplyvy množstvomého zberu na produkciu odpadov. Výsledky modelov pre triedený zber papiera s vyváženými údajmi sú významné, ale v prípade nepriestorového modelu s chýbajúcimi dátami nie je efekt významný a dokonca výrazne nižší (Tabuľka 21 a Tabuľka 22). Keďže v prípade papiera chýbalo až 15 % údajov za obdobie 9 rokov, za relevantný považujeme výsledok modelu s chýbajúcimi dátami, ktorý nie je významný.

Tabuľka 6: Efekt množstvomého zberu na produkciu odpadov (% zmena oproti paušálu)

| | Zmesový komunálny odpad | Plasty | Sklo | Papier |
|----------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
| Množstvomý zber kombinácia | -22,3 % (-4,3 %) | 15,4 % | 9,1 % | - |
| Žetónový | -31,0 % (-6,1 %) | - | - | - |
| Kontajnerovo-intervalový | -11,3 % (-2,0 %) | 22,1 % | 12,4 % | - |

*v zátvorkách uvádzame nepriame efekty na susedné obce

Zdroj: IEP

Množstvomý zber znižuje v obci produkciu zmesového odpadu o 22 % v porovnaní s paušálnym poplatkom. Toto zníženie prislúcha zavedeniu množstvomého zberu pri priemernom poplatku vo výške 1,7 eurocentu za liter odpadu. Z výsledkov v Tabuľka 6 vyplýva, že efekt množstvomého zberu je rôzny v závislosti od typu zberu. Zatiaľ čo žetónový zber znižuje produkciu zmesového odpadu o 31 %, kontajnerovo-intervalový zber len o 11 % oproti paušálnemu poplatku. Výsledky sa zhodujú s očakávaniami a zahraničnou literatúrou, keďže pri žetónovom zbere platia obyvatelia za jednotlivé vývozy a pri kontajnerovo-intervalovom zbere platia podľa vopred nastavenej frekvencie a veľkosti nádob.

Okrem priamych efektov na produkciu zmesového komunálneho odpadu v obci má zavedenie množstvomého zberu aj nepriamy vplyv na produkciu zmesového odpadu v susedných obciach. Zavedenie množstvomého zberu v obci znižuje produkciu odpadu na obyvateľa v susedných obciach v priemere o 4 %. V prípade žetónového zberu je výška nepriameho efektu 6 %, pri kontajnerovo-intervalovom zbere sú to 2 %. Dôvodom môže byť šírenie informácií a zvyšovanie povedomia medzi obcami.

Množstvomý zber má významný a pozitívny vplyv na triedený zber plastov a skla. V obciach sa vďaka zavedeniu množstvomého zberu vyzbiera o 15 % viac triedeného odpadu z plastov a o 9 % viac skla. Analýza nepreukázala významný efekt množstvomého zberu na triedenie papiera. Dôvodom môžu byť alternatívne možnosti nakladania s papierom prostredníctvom výkupní alebo školských zberov, ktoré majú na Slovensku dlhú tradíciu. Údaje o množstve prijatého odpadu z papiera v takýchto zariadeniach sa väčšinou nenahlasujú a chýbajú v evidencii odpadov.

Výsledný efekt pre konkrétnu obec však môže byť nižší ale aj omnoho vyšší. Obec s vyššie nastavenými poplatkami, vyšším environmentálnym povedomím, aktívnym starostom v oblasti životného prostredia alebo lepšou informačnou kampaňou a evidenciou môže dosahovať lepšie výsledky. Napríklad v obci Košeca znížili produkciu odpadov iba vďaka zavedeniu automatickej evidencie odpadov a kvalitnej osвете, bez množstvomého zberu (JRK, 2019). Ak má obec navyše zavedený zber bioodpadu a triedeného odpadu od dverí k dverám, efekt množstvomého zberu môže byť vyšší (Európska komisia, 2015, OECD, 2006).

2.3.3 Testovanie endogenity

Použitie modelov a ich interpretácia v kapitole 2.3 predpokladá exogenitu zavedenia množstvomého zberu t. j. zavedenie množstvomého zberu nekoreluje s chybou modelu. Možnú endogenitu sme testovali použitím inštrumentálnych premenných. Vzhľadom na robustnosť výsledkov predpokladáme, že zavedenie množstvomého zberu je exogénne.

Jeden z predpokladov použitia vyššie uvedených metód je tzv. exogenita, kedy vysvetľujúce premenné a chyba modelu sú nekorelované, pričom porušenie tohto predpokladu môže viesť k vychýleným odhadom. Príčinou endogenity môže byť vynechanie dôležitej vysvetľujúcej premennej, ktorá ovplyvňuje voľbu zavedenia množstvomého zberu ako aj produkciu odpadov.

Napríklad obyvatelia niektorých obcí môžu mať vyššie environmentálne povedomie v dôsledku kampaní, propagácie alebo starostu, ktorý presadzuje politiky a opatrenia pre ochranu životného prostredia. V takýchto obciach môže byť zavedenie množstvomého zberu pravdepodobnejšie, než v obciach s nízkym environmentálnym povedomím. Environmentálne povedomie zároveň môže vplývať na produkciu odpadov bez ohľadu na typ poplatku za zber, čím by efekt množstvomého zberu mohol byť nadhodnotený (Dijkgraaf a

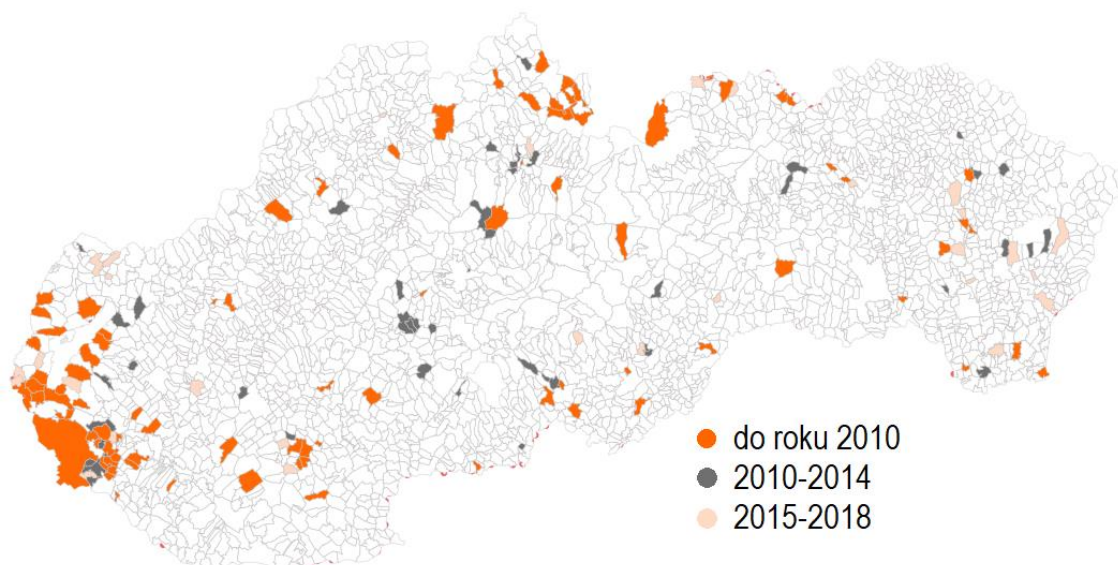
Gradus, 2009). Iným príkladom môžu byť obce s dlhodobou veľkou produkciou odpadu, ktoré by viac benefitovali zo zavedenia množstvového zberu.

Model s fixnými efektmi, ktorý sme použili pri analýze vplyvu množstvového zberu na produkciu odpadov, čiastočne zmiernuje možnú endogenitu, ktorá vychádza z nepozorovaných charakteristík obcí ako napr. environmentálne povedomie, politická ideológia, avšak nemusí byť dostatočný v prípade špecifických charakteristík jednotlivých obcí, ktoré sa menia v čase. Vzájomné ovplyvňovanie sa obcí môže byť tiež chápané ako istá forma endogenity, ktorú sme odstránili zahrnutím priestorovej závislosti do modelov.

Pre posúdenie možnej endogenity potrebujeme relevantné vysvetľujúce premenné, ktoré ovplyvňujú možnosť zavedenia množstvového zberu, ale neovplyvňujú priamo produkciu odpadu (Besley a Case, 2002). Allers a Hoeben (2009) odhaduje, že zavedenie množstvového zberu závisí od politickej ideológie a od zavedenia množstvového zberu v susedných alebo okolitých obciach. Politická interakcia pri zavádzaní množstvového zberu môže byť výsledkom šírenia informácií, alebo politickej súťaže obcí. Viaceré štúdie zistili, že zavedenie akéhokoľvek poplatku alebo dane je pravdepodobnejšie, ak susedné obce už zaviedli tento druh poplatku (Ashworth a kol., 2006, Brueckner, 2003, Heijnen, 2007).

Vývoj množstvového zberu na Slovensku naznačuje, že zavedenie množstvového zberu je koncentrované a môže závisieť od rozhodnutia v susednej, resp. okolitej obci. Na Slovensku majú množstvový zber obce najmä v okresoch Tvrdošín, Ružomberok, Nové Zámky. Kontajnerovo-intervalový zber sa zavádzal najmä na západnom Slovensku v okresoch Senec, Malacky a Dunajská Streda.

Mapa 2: Obce s množstvovým zberom podľa roku zavedenia



Zdroj: IEP

Možnú endogenitu sme odhadli pomocou dvojstupňovej metódy najmenších štvorcov. V prvom kroku sme odhadli voľbu zavedenia množstvového zberu pomocou inštrumentálnej premennej typ zberu v okolitých obciach v predchádzajúcom roku a ostatných vysvetľujúcich premenných z rovnice pre odpad. Rovnicu sme odhadli pomocou modelu váženej regresie s fixnými efektmi obcí a rokov. Použili sme váhy na základe pomeru medzi obcami s množstvovým zberom a obcami s paušálnym poplatkom.

$$PAYT_{it} = \rho PAYTYN_{jt-1} + \alpha_{0i} + \alpha_{1t} + \beta_2 DEN_{it} + \beta_3 Under4_{it} + \beta_4 Over65_{it} + \beta_5 Income_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

Premenná $PAYTYN_{jt-1}$ nadobúda hodnotu 1 ak má obec v okolí aspoň jednu obec s množstvovým zberom v predchádzajúcom roku, 0 inak. Premennú sme vytvorili pomocou priestorovej matice susednosti, ktorú sme skonštruovali na základe vzdialenosti centroidov obcí. Predpokladáme, že informácie o množstvovom zbere

v obci sa môžu šíriť aj do vzdialenejších obcí, s ktorými nezdiera spoločnú hranicu. Obce, ktoré zaviedli množstvový zber pred rokom 2010 sú z testovania vynechané, keďže nedisponujeme informáciou, či mali v okolí obce s množstvovým zberom pred samotným zavedením. Výsledky prvého stupňa regresie sú uvedené v Tabuľka 23 v Prílohe 1.

V ďalšom kroku použijeme predpovedané hodnoty \widehat{PAYT}_{it} a odhadneme rovnicu pre zmesový komunálny odpad pomocou nepriestorového modelu s fixnými efektmi. V dôsledku vynechania obcí v prvom kroku nemôžeme odhadovať priestorový model.

$$Q_{it} = \alpha_{0i} + \alpha_{1t} + \beta_1 \widehat{PAYT}_{it} + \beta_2 DEN_{it} + \beta_3 Under4_{it} + \beta_4 Over65_{it} + \beta_5 Income_{it} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

Tabuľka 7: Testovanie endogenity

| | Základný model | 2SLS |
|---|----------------|-------------|
| PAYT | -0,265*** | -0,255*** |
| F-test významnosti ρ (p -hodnota) | | 738 (0,00) |
| Hausmanov test endogenity (p -hodnota) | | 1,22 (0,94) |

Zdroj: IEP

Efekt zavedenia množstvového zberu podľa základného modelu bez ošetrenia endogenity je podobný výsledku dvojstupňovej metódy. Hausmanov test endogenity¹⁰ vysvetľujúcej premennej nezamieta hypotézu, že vysvetľujúca premenná je exogénna. Zahrnutie fixných efektov mohlo odstrániť potenciálnu endogenitu napr. ak by obce zavádzali množstvový zber v dôsledku vysokej produkcie odpadov. F-test významnosti typu zberu v okolitých obciach v predchádzajúcom roku potvrdzuje relevantnosť použitej inštrumentálnej premennej.

Počet obcí s množstvovým zberom zodpovedá iba necelým 6 % všetkých obcí na Slovensku. Možnú endogenitu sme mohli pomocou zvolenej inštrumentálnej premennej testovať iba na polovici z celkového počtu obcí s množstvovým zberom, keďže až 80 obcí zaviedlo množstvový zber pred rokom 2010. V prípade týchto obcí nepoznáme ich motiváciu k zavedeniu množstvového zberu. Robustnosť získaných výsledkov sme preto dodatočne overili pomocou vlastných kritérií pri výbere vzorky údajov:

- 1) **Analýza iba tých obcí, ktoré niekedy mali množstvový zber**, čím sme porovnávali iba obce, ktoré sú si viac podobné, keďže sú to tie isté obce v rôznom časovom období.
- 2) **Analýza iba tých obcí, ktoré zaviedli množstvový zber po roku 2010** pre prípad, že by obce, ktoré zavádzali množstvový zber do roku 2010 boli odlišné.
- 3) **Analýza iba tých obcí, ktoré niekedy mali množstvový zber a Monte Carlo simulácia obcí s paušálnym poplatkom**, pri ktorej sme náhodne vybrali 1000 obcí z obcí s paušálnym poplatkom a tento náhodný výber sme zopakovali 1000krát.

Z výsledkov analýz 1), 2) a 3) vykonaných na vybranej vzorke dát vyplýva, že efekt množstvového zberu ako aj typov množstvového zberu na zmesový komunálny odpad je robustný a signifikantný. Efekt množstvového zberu na plasty je robustný, avšak v niektorých prípadoch už nie je signifikantný.

¹⁰ Použili sme robustné štandardné odchýlky zoskupené podľa obcí a rokov.

Tabuľka 8: Testovanie robustnosti výsledkov

| | Zmesový komunálny odpad | Plasty | Sklo | Papier |
|---------------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
| Základný model | -0,26*** | 0,14* | 0,12** | 0,09 |
| Žetónový | -0,39*** | 0,09 | 0,09 | 0,17` |
| Kontajnerovo-intervalový (1) | -0,13** | 0,19* | 0,14* | 0,02 |
| PAYT | -0,25*** | 0,13* | 0,13** | 0,08 |
| Žetónový | -0,38*** | 0,09 | 0,12` | 0,14 |
| Kontajnerovo-intervalový (2) | -0,12* | 0,12` | 0,14* | 0,01 |
| PAYT | -0,27*** | 0,14* | 0,12** | 0,09 |
| Žetónový | -0,39*** | 0,09 | 0,09 | 0,17` |
| Kontajnerovo-intervalový (3) | -0,12** | 0,19* | 0,14* | 0,02 |
| PAYT | -0,26*** | 0,14** | 0,14 | 0,09 |
| Žetónový | -0,39*** | 0,09 | 0,10 | 0,16 |
| Kontajnerovo-intervalový | -0,12* | 0,19* | 0,13* | 0,02 |

Úroveň signifikantnosti podľa t-hodnôt, ktoré sú v (2) sú založené na robustných štandardných odchýlkach zoskupených podľa obcí, v (3) zoskupených podľa obcí a rokov, *** p<0,001, ** p<0,01, * p<0,05, ` p<0,01

Zdroj: IEP

2.3.4 Analýza citlivosti

Okrem testovania možnej endogenity sme v rámci analýzy citlivosti overili ďalšie predpoklady, ktoré môžu ovplyvňovať veľkosť efektu množstvého zberu:

- (1) **Analýza, v ktorej sme vynechali mestá**, keďže iba 2 mestá majú zavedený množstvý zber.
- (2) **Analýza nevyvážených údajov.**
- (3) **Analýza bez obcí s kombinovaným zberom.**

Keďže v analýze citlivosti vynechávame niektoré obce, výsledky porovnávame s modelom s fixnými efektmi obcí a rokov bez priestorovej závislosti. Porovnanie koeficientov priestorových a nepriestorových modelov uvedených v Prílohe 1 poukazuje na robustnosť odhadov.

Z výsledkov analýzy citlivosti v Tabuľka 9 vyplýva, že zvolené modely sú robustné vzhľadom na použité dáta.

Tabuľka 9: Analýza citlivosti

| | Zmesový komunálny odpad | Plasty | Sklo | Papier |
|---------------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
| Základný model | -0,26*** | 0,14* | 0,12** | 0,09 |
| Žetónový | -0,39*** | 0,09 | 0,09 | 0,17` |
| Kontajnerovo-intervalový (1) | -0,13** | 0,19* | 0,14* | 0,02 |
| PAYT | -0,25*** | 0,14* | 0,12** | 0,12 |
| Žetónový | -0,36*** | 0,08 | 0,09 | 0,18` |
| Kontajnerovo-intervalový (2) | -0,12** | 0,21* | 0,15** | 0,06 |
| PAYT | -0,26*** | 0,13* | 0,11* | 0,06 |
| Žetónový | -0,39*** | 0,07 | 0,09 | 0,11 |
| Kontajnerovo-intervalový (3) | -0,13** | 0,20* | 0,13* | 0,00 |
| PAYT | -0,26*** | 0,14* | 0,12** | 0,11 |
| Žetónový | -0,39*** | 0,09 | 0,09 | 0,18` |
| Kontajnerovo-intervalový | -0,13** | 0,19* | 0,14* | 0,03 |

2.4 Metóda párovania (Propensity score matching)

Alternatívnou možnosťou odhadovania vplyvu opatrenia k štandardnému prístupu regresných analýz je analýza pomocou metódy párovania („matching“). Cieľom párovania je nájsť zhodu jednotiek z kontrolnej skupiny ku každej jednotke z ovplyvnenej skupiny na základe ich charakteristík a následne porovnať hodnoty výstupov. Podobne ako regresné modely, metódy párovania vyžadujú vysvetľujúce premenné, ktoré zodpovedajú za výber do kontrolnej, resp. ovplyvnenej skupiny. Odhadované efekty sú nevychýlené, pokiaľ boli zahrnuté všetky relevantné vysvetľujúce premenné a neexistujú ďalšie nepozorované premenné. Na rozdiel od regresných modelov, metóda párovania nevyžaduje lineárnu funkčnú formu parametrov.

V analýze sme zvolili tzv. propensity score matching, ktorý predstavuje podmienenú pravdepodobnosť zavedenia opatrenia, t. j. množstvomého zberu, za predpokladu daných pozorovaných vysvetľujúcich premenných (Rosenbaum a Rubin, 1983).

Pravdepodobnosť zavedenia množstvomého zberu pri daných hodnotách vysvetľujúcich premenných X sme odhadli pomocou modelu logistickej regresie

$$P(PAYT|X) = \frac{e^{X\beta}}{1 + e^{X\beta}} \quad (7)$$

Použili sme rovnaké vysvetľujúce premenné ako v rovnici (5) v kapitole 2.3.3. Rovnica (7) sa tak dá zapísať v lineárnom tvare

$$\ln \frac{p}{1-p} = \beta_0 + \beta_1 \sum_{j=1}^n d_{ij} PAYT_{jt-1} + \beta_2 DEN_{it} + \beta_3 Under4_{it} + \beta_4 Over65_{it} + \beta_5 Income_{it} + \varepsilon \quad (8)$$

Tabuľka 10: Výsledky modelu logistickej regresie

| | Odhadovaný koeficient |
|---------------------------|-----------------------|
| Intercept | -3,93*** |
| $\sum d_{ij} PAYT_{jt-1}$ | 7,21*** |
| Den | -0,02 |
| Under4 | 0,81 |
| Over65 | -3,97 |
| Income | 1,46*** |

Zdroj: IEP

Zavedenie množstvomého zberu v susednej obci v predchádzajúcich rokoch ako aj medián príjmu majú významný pozitívny efekt na zavedenie množstvomého zberu. Niektorí autori (Austin a kol., 2007, Caliendo a Kopeinig, 2008) naznačujú, že konečný model by mal zahŕňať nie len štatisticky významné premenné, preto v modeli ponecháme všetky použité vysvetľujúce premenné.

Pri párovaní obcí sme použili metódu najbližších susedov (tzv. „nearest neighbour matching“), ktorá každej obci s množstvomým zberom našla najbližšieho suseda spomedzi obcí bez množstvomého zberu (tzv. kontrolná skupina) na základe vypočítaných pravdepodobností z logistickej regresie. Pri párovaní sme použili výber bez vracania, čo umožňuje použiť obec bez množstvomého zberu pre párovanie s obcami s množstvomým zberom iba raz.

Počet pozorovaní klesol po párovaní na 2 404 z pôvodných 25 920, pričom boli vynechané údaje mimo regiónu spoločnej podpory (tzv. „region of common support“). Väčšina vynechaných, resp. nespárovaných obcí, sa nachádza v intervale 0 až 0,2 pre pravdepodobnosť zavedenia množstvom zberu (Graf 2 v Prílohe 2). Párovanie obcí významne zlepšilo zhodu medzi rozdeleniami pravdepodobností zavedenia množstvom zberu, čo naznačuje zníženie potenciálneho výberového skreslenia (tzv. „selection bias“).

Kľúčovou požiadavkou metódy párovania je dosiahnutie rovnováhy vysvetľujúcich premenných (tzv. „covariate balancing“). To znamená, že rozdiely vo vysvetľujúcich premenných pre obce s a bez množstvom zberu nie sú štatisticky významné. Dosiahnutú rovnováhu sme posúdili pomocou vizuálnej kontroly, normalizovaných rozdielov priemerov a chí-kvadrát testu.

Po spárovaní ležia body v kvantilovom grafe na diagonále, čo znamená, že vysvetľujúce v oboch skupinách premenné pochádzajú z rovnakého rozdelenia (Graf 4 v Prílohe 2). Absolútna hodnota normalizovaných rozdielov priemerov vysvetľujúcich premenných sa po spárovaní znížila pod 25 % (Tabuľka 24 v Prílohe 2), čo naznačuje zlepšenie rovnováhy všetkých premenných (Stuart a Rubin, 2008). Hansen a Bowers (2008) navrhli test, ktorý kontroluje, či existuje aspoň jedna vysvetľujúca premenná v modeli, pre ktorú sú kontrolná a ovplyvnená skupina odlišné. Štatisticky významný výsledok chí-kvadrát testu pri nespárovaných údajoch naznačuje, že aspoň jedna premenná v modeli vytvára nerovnováhu medzi kontrolnou a ovplyvnenou skupinou. V prípade spárovaných údajov výsledok nie je signifikantný, čo naznačuje rovnováhu medzi skupinami (Tabuľka 25 v Prílohe 2).

Za predpokladu splnenia podmienenej nezávislosti na základe použitých vysvetľujúcich premenných rozdiel medzi produkciou odpadov v obciach s množstvom zberu a v obciach bez množstvom zberu prislúcha iba vplyvu zavedenia množstvom zberu. Priemerný vplyv zavedenia množstvom zberu sme tak odhadli pomocou metódy najmenších štvorcov na spárovaných údajoch na regiónu spoločnej podpory.

Tabuľka 11: Priemerný odhadovaný efekt zavedenia množstvom zberu na produkciu odpadov

| | Zmesový komunálny odpad | Plasty | Sklo | Papier |
|-----------------------------|-------------------------|---------|---------|---------|
| Metóda párovania | -0,26*** | 0,14*** | 0,21*** | 0,17*** |
| Výsledné modely z časti 2.3 | -0,25*** | 0,14* | 0,09* | 0,11 |

Zdroj: IEP

Odhadované efekty zavedenia množstvom zberu na produkciu zmesového odpadu a triedenia plastov sú signifikantné a zhodujú sa s výsledkami priestorových, resp. nepriestorových modelov s fixnými efektmi v časti 2.3. Vplyvy množstvom zberu na triedenie skla a papiera sú signifikantne pozitívne, avšak výrazne vyššie v porovnaní s predchádzajúcimi výsledkami. Dôvodom môže byť vynechanie nepozorovaných premenných, ktoré majú vplyv na triedenie papiera a skla v obciach, čo vedie k vychýleným odhadom a nedostatočnej rovnováhe v spárovaných obciach. Príkladom môžu byť výkupne papiera, ktoré sa nachádzajú iba v niektorých obciach a majú významný vplyv na množstvo papiera v rámci triedeného odpadu. Modely v časti 2.3 kontrolujú o vplyv takýchto nepozorovaných premenných pomocou fixných efektov obcí.

2.4.1 Analýza citlivosti

Pri vyhodnotení robustnosti výsledkov metódy párovania voči možnému vychýleniu v dôsledku nepozorovanej premennej sme vykonali analýzu citlivosti. Test citlivosti podľa Rosenbaum (2002) je založený na neparametrickom Wilcoxon signed rank teste a Hodges-Lehmannovom bodovom odhade pre znamienkový test.

Testovacia štatistika sa vypočíta na základe štatistickej významnosti výslednej premennej pre rôzne úrovne hodnoty gama, ktorá sa interpretuje ako pomer šancí zavedenia množstvom zberu pre dve pozorovania. Za predpokladu, že odhady nie sú vychýlené v dôsledku nepozorovanej premennej, hodnoty gama blízke 1,

v ktorých je zodpovedajúca p-hodnota na úrovni 0,05 alebo vyššie, naznačujú, že výsledky sú citlivé na malú zmenu vyvolanú skrytým vychýlením. Vysoké hodnoty gamy sú spojené s robustnými výsledkami, pri ktorých efekt nepozorovanej premennej musí byť pomerne veľký, aby odhady neboli štatisticky významné. Vo väčšine štúdií sa používajú hodnoty gamy v rozmedzí 1 až 2 (Rosenbaum, 2002).

Výsledky Rosenbaumových testov citlivosti sú uvedené v Tabuľka 26 v Prílohe 2. V prípade zmesového komunálneho odpadu sa horná hranica p-hodnôt Wilcoxon signed rank testu mení na štatisticky nevýznamnú, keď hodnota gamy je 1,9. To znamená, že pomer šancí by sa musel zmeniť 1,9 násobne, aby boli odhady štatisticky nevýznamné. Tento potenciálny efekt skrytého vychýlenia je ekvivalentný zvýšeniu mediánovej hodnoty príjmu o 441 eur, čo je takmer dvojnásobok. V prípade triedeného odpadu z plastov, skla a papiera sú odhady nesignifikantné už pri nižších hodnotách gamy.

Hodges-Lehmannov bodový odhad aditívneho efektu opatrenia je robustný odhad odvodený z náhodného rozdelenia rank testu a dá sa interpretovať ako rozdiel mediánu výslednej premennej v kontrolnej a ovplyvnenej skupine. Mediánový rozdiel v produkcii zmesového odpadu je -0,21 v prípade ak nedochádza k žiadnemu skrytému vychýleniu. Pre gamu v hodnote 1,1 sa medián pohybuje v intervale -0,32 až -0,12. Až keď sa gama rovná 2, Rosenbaumov interval zahŕňa hodnotu 0, čo by znamenalo opačný efekt množstvomého zberu na produkciu zmesového odpadu. Pre triedené odpady z plastov a papiera pokrýva interval hodnotu 0 už pri hodnote gama rovnej 1,3, pri skle je to 1,5.

Z výsledkov Rosenbaumových testov citlivosti tak vyplýva, že odhadované výsledky vplyvu množstvomého zberu na produkciu zmesového odpadu sú relatívne robustné voči možnému vychýleniu v dôsledku nepozorovanej premennej. Naopak pozitívny vplyv množstvomého zberu na triedenie plastov, papiera a skla je citlivý na možné skryté vychýlenie.

3 Možné negatívne efekty množstvového zberu

Zavedenie množstvového zberu môže byť sprevádzané problémami s nezákonným zneškodňovaním odpadu na nelegálnych skládkach alebo vyvážaním odpadu do susedných obcí bez množstvového zberu. Inou možnosťou je domáce spaľovanie odpadu alebo zbavovanie sa zmesového odpadu prostredníctvom triedeného zberu. V obciach Hranovnica, Kajaľ a Nesluša dochádzalo k prípadom, kedy občania nevyložili ani jednu zbernú nádobu na vývoz za celý rok z dôvodu nelegálneho skládkovania odpadu v potokoch a v prírode. Obyvatelia obce Hranovnica dokonca vyvážali odpad do susedného mesta Poprad bez akýchkoľvek sankcií. Z týchto dôvodov boli všetky tri obce nútené množstvový zber zrušiť.

Spolu s množstvovým zberom je preto potrebné zaviesť aj preventívne opatrenia, napr. inštalovať skutočné alebo len falošné kamery s oznámením o možnej pokute. Ďalšou možnosťou je zavedenie dvojzložkového poplatku s minimálnym fixným poplatkom a variabilným poplatkom v závislosti od množstva odpadu. Efektívne fungovanie množstvového zberu vyžaduje dostupnú a dostatočnú infraštruktúru pre triedený zber. Je nutné vytvoriť dostatočne pohodlný a motivačný systém pre obyvateľov a poskytnúť im potrebné informácie pred zavedením systému. Obsah nádob na triedený zber by mal byť kontrolovaný a v prípade znečistenia by nemal byť odvezený.

3.1 Odpadový turizmus

Z dostupných údajov nevyplýva, že by k znižovaniu produkcie odpadu po zavedení množstvového zberu dochádzalo prostredníctvom vyvážania odpadu do susedných obcí.

Pri množstvovom zbere platia občania podľa toho, koľko odpadu vyprodukujú, čo môže viesť k odvážaniu odpadu do susedných obcí bez množstvového zberu. Napríklad po zavedení vrecového systému v obci Hranovnica zaznamenali prepravu odpadov do zberných nádob v susednom Poprade (Hranovnica, 2007). Holandské štúdie Dijkgraaf a Gradus (2004) a Allers a Hoeben (2009) nepreukázali výskyt turizmu s odpadom. Naopak japonská štúdia Usui a Takeuchi (2013) preukázala, že obce s množstvovým zberom znížili produkciu odpadu prostredníctvom nelegálneho odvážania do susedných obcí.

Vplyv zavedenia množstvového zberu v obci na produkciu odpadov v susedných obciach môžeme určiť pomocou odhadovaných nepriamych efektov priestorového Durbinovho modelu pre produkciu zmesového odpadu z časti 2.3. Kladný nepriamy efekt by poukazoval na možné zbavovanie sa odpadu prostredníctvom jeho vyvážania do susedných obcí.

Tabuľka 12: Nepriame efekty zavedenia množstvového zberu

| | Nepriamy efekt |
|--------------------------|----------------|
| Množstvový zber | -4,2 % |
| Žetónový | -6,1 % |
| Kontajnerovo-intervalový | -2,0 % |

Zdroj: IEP

Z výsledkov modelu vyplýva, že zavedenie množstvového zberu má malý negatívny nepriamy efekt na produkciu zmesového odpadu v susedných obciach. Zavedenie množstvového zberu v obci tak znižuje produkciu zmesového odpadu aj v susedných obciach v priemere o 4,2 %. Dôvodom môže byť šírenie informácií a zvyšovanie povedomia medzi obcami.

3.2 Nelegálne skládkovanie

Z výsledkov v kapitole 2.3 vyplýva, že efekt množstvového zberu je výraznejší pri znížení zmesového odpadu, než pri zvýšení triedenia. Zatiaľ čo množstvový zber znižuje produkciu zmesového odpadu o 33 kg na obyvateľa ročne, triedený zber zvyšuje iba o necelé 2 kg triedeného odpadu z plastov a skla na obyvateľa

ročne. Vplyv množstvového zberu na bioodpad a iné zložky triedeného zberu nie je štatisticky významný (Tabuľka 19 a Tabuľka 21 v Prílohe 1).

V skutočnosti môže dôjsť k zníženiu zmesového odpadu napr. domácim kompostovaním bioodpadu alebo vytriedením papiera v rámci školských zberov alebo mobilných výkupní. Údaje o týchto množstvách často chýbajú a nedostávajú sa do evidencie komunálnych odpadov, preto sa z výsledkov analýzy môže zdať, že množstvový zber nemá vplyv na tieto zložky. Inou možnosťou, ako mohlo dôjsť k zníženiu produkcie zmesového odpadu môže byť nižšia celková produkcia odpadov alebo jeho nelegálne skládkovanie.

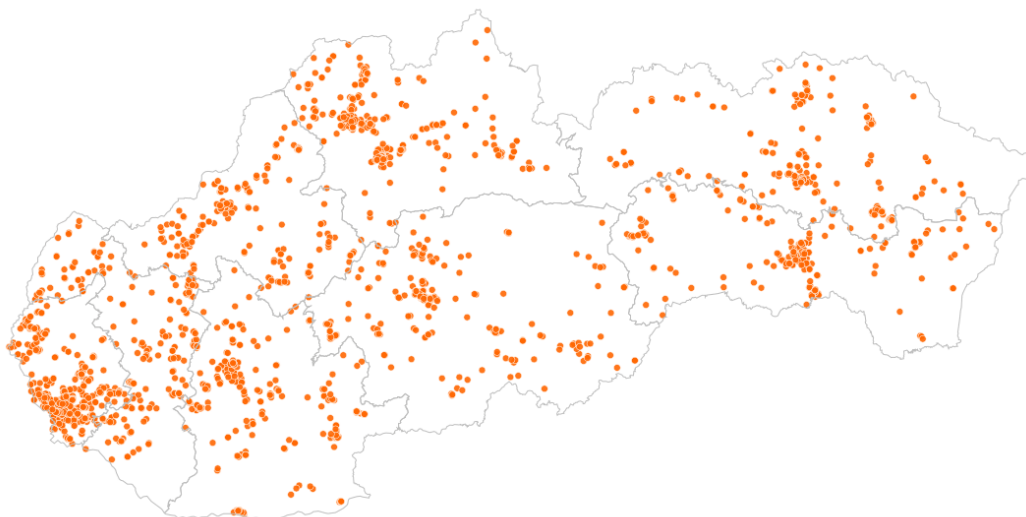
Zvýšený výskyt nelegálneho skládkovania býva označovaný ako ďalší problém zavedenia množstvového zberu (Eunomia, 2003, Kim a Kim, 2012, Fullerton a Kinnaman, 1996). Viaceré analýzy, ktoré vychádzali z prieskumov verejnej mienky alebo z porovnania zmeny v netriedenom a triedenom odpade, potvrdili zvýšené množstvo nelegálnych skládok po zavedení množstvového zberu (Kinnaman a Fullerton, 2000, Kim a Kim, 2012). V španielskom meste Torrelles de Llobregat, kde zaviedli vrecový systém s plne variabilnými poplatkami odhadli, že 10 až 15 % odpadu bolo skládkované na krajniciach ciest (Puig-Ventosa, 2008).

V obci Hranovnica, v ktorej zaviedli systém v roku 2007 sa stávalo, že v niektorých domácnostiach nepoužili žiadne žetóny na vývoz nádoby za celý rok, pretože odpad vyvážali a nelegálne skládkovali. To viedlo k úplnému zrušeniu množstvového zberu v roku 2015 (MŽP SR, 2014). Zlá skúsenosť s nelegálnym skládkovaním viedla k zrušeniu množstvového zberu aj v obci Kajal. Nelegálne zbavovanie sa odpadu potvrdila aj obec Budikovany, pričom obyvateľom nehrozia žiadne sankcie pri takejto činnosti.

Keďže neexistujú oficiálne údaje o nelegálnych skládkach, pri analýze vplyvu na nelegálne skládkovanie sme vychádzali z údajov mobilnej aplikácie TrashOut. Do aplikácie sa okrem iného nahlasujú polohy skládok, veľkosti skládky (vrece, auto a fúrik) a typy odpadov, ktoré sa na nej vyskytujú.

V našom prípade nás zaujímali iba nelegálne skládky, v ktorých bol nahlásený odpad z domácností. Údaje sme následne prepojili s údajmi o komunálnom odpade. V rokoch 2013 až 2018 bolo v aplikácii nahlásených 2240 nových nelegálnych skládok s odpadom z domácností, pričom asi 40 % tvoria skládky veľkosti auta, 40 % skládky veľkosti fúrika a zvyšných 20 % skládky veľkosti vreca. Podľa očakávania najviac skládok bolo nahlásených v krajských mestách a na západnom Slovensku. Počet nahlásených skládok je nižší ako skutočný počet nelegálnych skládok v obciach. To, či obyvatelia skládky nahlasujú, závisí od viacerých faktorov, napr. od internetovej gramotnosti alebo povedomia o existencii aplikácie.

Mapa 3: Nelegálne skládky nahlásené v rokoch 2013-2018



Zdroj: IEP na základe TrashOut

Pri analýze vplyvu množstvového zberu na počet nahlásených skládok sme použili Poissonov regresný model s fixnými efektmi obcí a rokov v tvare

$$DUMP_{it} = \alpha_{0i} + \alpha_{1t} + \beta_1 PAYT_{it} + \beta_2 DEN_{it} + \beta_3 Under4_{it} + \beta_4 Over65_{it} + \beta_5 Income_{it} + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

kde závislá celočíselná kladná premenná $DUMP_{it}$ z Poissonovho rozdelenia označuje počet nahlásených skládok veľkosti vreca, auta a fúrika, resp. počet nahlásených skládok spolu. Použité vysvetľujúce premenné sú rovnaké ako v modeloch v kapitole 2.3. Keďže nedisponujeme údajmi o internetovej gramotnosti na úrovni obcí, táto premenná, ktorá môže ovplyvňovať počet nahlásených skládok, je zahrnutá vo fixných efektoch obce.

Keďže iba v 488 z celkového počtu 2 865 analyzovaných obcí bola nahlásená aspoň jedna skládka za sledované obdobie, rovnicu (9) sme odhadovali na všetkých dátach a na vzorke dát nasledovne:

- 1) Všetky obce
- 2) Iba tie obce, ktoré niekedy zaviedli množstvový zber
- 3) Iba tie obce, ktoré zaviedli po roku 2013
- 4) Iba tie obce, v ktorých bola nahlásená aspoň jedna skládka
- 5) Iba tie obce, v ktorých bola nahlásená aspoň jedna skládka a niekedy zaviedli množstvový zber

Tabuľka 13: Efekt množstvového zberu na počet nahlásených nelegálnych skládok

| | Veľkosť vreca | Veľkosť auto | Veľkosť fúrik | Spolu |
|-------------|---------------|--------------|---------------|-------|
| 1) | | | | |
| $PAYT_{it}$ | -0,66 | -1,84` | -0,28 | -0,69 |
| 2) | | | | |
| $PAYT_{it}$ | | -1,82` | -0,13 | -0,71 |
| 3) | | | | |
| $PAYT_{it}$ | | -1,86` | -0,14 | -0,72 |
| 4) | | | | |
| $PAYT_{it}$ | -0,21 | -0,96 | -0,41 | -0,62 |
| 5) | | | | |
| $PAYT_{it}$ | | 0,30 | 0,53 | -0,07 |

Zdroj: IEP

Na základe dostupných údajov sme nepreukázali signifikantný efekt zavedenia množstvového zberu na zvýšený počet nahlásených skládok. Keďže skutočný počet nelegálnych skládok je vyšší, ako počet nahlásených skládok, nemôžeme s určitosťou tvrdiť, že množstvový zber nezvyšuje nelegálne skládkovanie.

Vhodným opatrením proti nelegálnemu skládkovaniu je stanovanie minimálneho fixného poplatku za odpad alebo inštalácia kamier s oznámením o možnej pokute. Efektívne fungovanie množstvového zberu vyžaduje dostupnú a dostatočnú infraštruktúru pre triedený zber (Európska komisia, 2018).

Box 6: Opatrenia proti nelegálnemu skládkovaniu

Systém zliav v Mikulove

Český Mikulov zaviedol v roku 2012 inteligentný systém nakladania s odpadmi (obec Mikulov, 2012). Zberné nádoby na triedený ako aj zmesový komunálny odpad sú vybavené čipmi a čiarovými kódmi pre každú domácnosť, ktoré sa pri zbere načítajú a uložia údaje do databázy. Pri vyúčtovaní sa domácnostiam pripíše bonus podľa celkovej produkcie odpadu a pomeru triedeného a zmesového odpadu. Na základe výšky bonusu dostane domácnosť odmenu vo forme zníženia poplatku za odpad na

nasledujúci rok. Výšku bonusu, produkciu odpadu ako aj úspešnosť v rebríčku najlepších triedičov môžu obyvatelia sledovať na webovej stránke, čo občanov motivuje k zlepšovaniu.

Monitorovací systém v Južnej Kórei

V Južnej Kórei došlo po zavedení celoplošného vrecového systému k prudkému nárastu nelegálneho skládkovania, no vďaka hláseniam občanov a zavedeniu video monitorovacích systémov sa podarilo problém vyriešiť. Páchateľ dostal pokutu v maximálnej výške 900 libier a od roku 2000 dostal každý, kto oznámil nezákonnú činnosť, odmenu vo výške 80 % z hodnoty pokuty (Kim a Kim, 2012).

Minimálny fixný poplatok za odpad

Zavedenie minimálneho fixného poplatku môže pomôcť vyhnúť sa nezákonnému zneškodňovaniu odpadu (Bilitewski, 2008, Reichenbach, 2008). Takýto poplatok majú na Slovensku zavedený v obciach Veľké Dvorníky a Nižná Sitnica. Obce Slaská, Zbehnov, Halič a ďalšie majú stanovený minimálny počet žetónov, ktoré občan musí v danom roku použiť alebo minimálny počet vývozov za rok.

Informačná kampaň a dostatočná infraštruktúra

Efektívne fungovanie množstvom zberu vyžaduje dostupnú a dostatočnú infraštruktúru pre triedený zber. Je nutné vytvoriť dostatočne pohodlný a motivačný systém pre obyvateľov a poskytnúť im potrebné informácie pred zavedením systému (Európska komisia, 2018).

4 Náklady a prínosy množstvového zberu

Pri zavedení žetónového zberu v rodinných domoch a kontajnerovo-intervalového zberu v bytových domoch na celom Slovensku môžu finančné úspory obcí dosiahnuť 28,5 mil. eur ročne. Jednorazová investícia do množstvového zberu môže pre obce predstavovať 0 až 28,6 mil. eur, prevádzkové náklady obce sa môžu pohybovať vo výške 0 až 2,3 mil. eur ročne v závislosti od typu a informatizácie systému.

Dodatočné náklady na triedený zber plastov a skla odhadujeme na 1,7 mil. eur ročne. Vplyv množstvového zberu na triedenie papiera a bioodpadu sa nám nepodarilo kvantifikovať, ale môžeme predpokladať ich zvýšenie. Za predpokladu, že by sa vytriedila rovnaká časť potenciálu papiera v zmesovom komunálnom odpade ako v prípade plastov a skla, dodatočné náklady by predstavovali 0,7 mil. eur ročne. Ak by obyvatelia triedili papier prostredníctvom výkupní alebo mobilných zariadení, dodatočné náklady organizácie zodpovednosti výrobcov by boli nulové. Dodatočné náklady na kúpu domácich kompostérov by sa pohybovali vo výške takmer 6 mil. eur ročne.

Okrem finančných nákladov a prínosov prináša zavedenie množstvového zberu aj nefinančné náklady a prínosy v podobe ušetrených environmentálnych nákladov a zvýšených nákladov na diskomfort spojený s triedením.

4.1 Finančné prínosy a náklady množstvového zberu

Zavedením množstvového zberu môžu obce priemerne ušetriť približne 6 eur na obyvateľa ročne na poplatkoch za skládkovanie, vstupných poplatkoch na skládku a nákladoch na zvoz zmesového odpadu. Priame náklady obce spojené so zavedením množstvového zberu môžu dosahovať 0 až 18 tis. eur jednorazovo a jeho prevádzkou v priemere 838 eur ročne v závislosti od zvoleného typu zberu, počtu obsluhovaných nádob a informatizácie systému. Plne automatizovaný systém predstavuje dodatočné náklady aj pre zberovú spoločnosť, ktorá musí nainštalovať čítacie zariadenie RFID čipov na vozidlo v hodnote 5,5 až 7tis. eur.

Zvýšenie triedenia plastov a skla prinesie dodatočné náklady vo výške takmer 1,7 mil. eur ročne. Náklady na dodatočné triedenie papiera a bioodpadov nevieme kvantifikovať, avšak môžeme očakávať ich zvýšenie. V prípade plastov a skla odhadujeme, že vplyvom množstvového zberu sa vytriedi približne 4 % z potenciálu týchto zložiek v zmesovom komunálnom odpade. Za predpokladu, že by sa vytriedila rovnaká časť potenciálu papiera, dodatočné náklady by predstavovali 0,7 mil. eur ročne. Ak by obyvatelia triedili papier prostredníctvom výkupní alebo mobilných zariadení, dodatočné náklady organizácie zodpovednosti výrobcov by boli nulové. Dodatočné náklady na kúpu domácich kompostérov by sa pohybovali vo výške takmer 6 mil. eur ročne.

Tabuľka 14: Finančné náklady a prínosy množstvového zberu (mil. eur/rok)

| | Kombinácia* |
|---|-------------|
| <i>Ušetrené náklady skládkovania</i> | 28,5 |
| <i>Náklady zavedenia a prevádzkovania systému</i> | |
| <i>Jednorazová investícia</i> | 0 - 28,6 |
| <i>Prevádzka</i> | 0 - 2,3 |
| <i>Náklady na dodatočný triedený zber plastov</i> | 1,5 |
| <i>Náklady na dodatočný triedený zber skla</i> | 0,2 |
| <i>Náklady na dodatočný triedený zber papiera</i> | N/A |
| <i>Náklady na domáce kompostéry resp. kompostovanie</i> | N/A |

*žetónový zber v rodinných domoch, kontajnerovo-intervalový zber v bytových domoch

Zdroj: IEP

4.1.1 Ušetrené náklady na skládkovanie zmesového odpadu

Zníženie produkcie zmesového odpadu pri zavedení množstvového zberu zníži celkové náklady na zvoz a skládkovanie. Okrem toho by sa znížili náklady na poplatky za skládkovanie, ktoré od roku 2021 stúpnu na úroveň 11 až 33 eur na tonu v závislosti od miery triedenia¹¹. Zníženie produkcie zmesového odpadu a zvýšenie triedenia bude mať za následok vyššiu mieru triedenia, čím sa obec môže dostať do kategórie s nižšími poplatkami za skládkovanie.

Podľa údajov 8 najväčších zberných spoločností na Slovensku bola priemerná cena za zvoz zmesového komunálneho odpadu v roku 2019 vo výške 68 eur na tonu. Podľa informácií od prevádzkovateľov skládok bola cena za skládkovanie pri vstupe na skládku (tzv. „gate fee“) v roku 2019 v priemere 33 eur na tonu odpadu, pričom medziročne stúpila o takmer 7 %. Produkciu odpadu ako aj mieru triedenia do roku 2021 sme odhadli pomocou jednoduchej lineárnej regresie časového radu za obdobie 2010-2018. Pri predpovedi sme zohľadnili znižovanie skládkovaného odpadu a zvyšovanie triedenia vplyvom zavedenia vyšších poplatkov za uloženie odpadu na skládku (Haluš a kol., 2018).

Pokiaľ by sa v roku 2020 zaviedol žetónový zber v rodinných domoch a kontajnerovo-intervalový zber v bytových domoch, produkcia zmesového odpadu by sa mohla znížiť o 214 tis. ton. V roku 2021 by tak obce mohli ušetriť 28,5 mil. eur., v priemere tak ide o ušetrenie nákladov vo výške približne 6 eur na osobu ročne¹².

Tabuľka 15: Ušetrené náklady obce na zmesový komunálny odpad (mil. eur/rok)

| | Kombinácia* |
|--------------------------------------|-------------|
| Poplatky za skládkovanie | 5,3 |
| Poplatok na vstupe (tzv. „gate fee“) | 7,9 |
| Zber | 15,3 |
| Spolu | 28,5 |
| Na obyvateľa (eur/rok) | 6,0 |

*žetónový zber v rodinných domoch, kontajnerovo-intervalový zber v bytových domoch

Zdroj: IEP

4.1.2 Náklady zavedenia a prevádzkovania množstvového zberu

Pri celoplošnom zavedení množstvového zberu sa jednorazové investičné náklady môžu pohybovať vo výške 0 až 28,6 mil. eur, prevádzkové náklady vo výške 0 až 2,3 mil. eur ročne. Náklady priemernej obce tak dosahujú 0 až 10,5 tis. eur jednorazovo a 0 až 838 eur ročne, pričom výrazne závisia od veľkosti obce, počtu zberných nádob, zvoleného typu zberu a od informatizácie systému. Plne automatizovaný systém predstavuje dodatočné náklady aj pre zberovú spoločnosť, ktorá musí nainštalovať čítacie zariadenie na vozidlo v hodnote 5,5 až 7tis. eur. Predpokladáme, že by sa označovali iba zberné nádoby na zmesový komunálny odpad pri rodinných domoch, kde by bol nastavený zber podľa skutočného počtu vývozov. Zberné nádoby pre bytové domy s kontajnerovo-intervalovým zberom by označované neboli.

Na Slovensku sú najviac rozšírené jednoduché systémy ako je žetónový a kontajnerovo-intervalový zber. Výhodou kontajnerovo-intervalového systému sú najmä nízke náklady, jednoduchosť a organizačná a časová nenáročnosť pre občanov ako aj zbernú spoločnosť. Zo skúseností obcí Nová Dedinka a Rohov, ktoré systém zavádzali v roku 2016 vyplýva, že jeho zavedenie nevyžadovalo žiadne investičné alebo prevádzkové náklady. Podobne zavedenie žetónového zberu je spojené iba s jednorazovou výrobou žetónov a evidenciou počtu vývozov podľa vyzbieraných žetónov. Dodatočné náklady sú v tomto prípade zanedbateľné.

¹¹ § 4 ods. 4 zákona č.329/2018 Z. z. o poplatkoch za uloženie odpadov

¹² Cenu za zvoz v roku 2021 sme odhadli na základe prognózy inflácie (IFP, 2019), pri cene za skládkovanie predpokladáme medziročný rast 7 % aj v dôsledku uzatvárania skládok a zvýšeného dopytu.

Náklady na sofistikovanejšie systémy elektronickej evidencie odpadov sú vyššie, keďže zahŕňajú vývoj softvéru na automatickú evidenciu vývozov, prevádzkovanie a odborné poradenstvo. V najjednoduchšom prípade dodatočné prevádzkové náklady predstavujú iba kúpu čítačky, pracovníka na snímanie kódov a označenie nádob. Pri plne automatizovanom systéme, ktorý zahŕňa prístup do evidencie pre zberovú spoločnosť, obec ako aj pre každú domácnosť, pravidelné vyhodnocovanie údajov, školenie a prepojenie so systémom ERP, sú náklady oveľa vyššie. Odhadujeme, že náklady priemernej obce pri elektronickej evidencii zmesového komunálneho odpadu z rodinných domov sa pohybujú vo výške 697 eur ročne v najjednoduchšej forme, pri plne automatizovanom systéme ide o 838 eur ročne a 10,5 tis. eur jednorazovo (viac v Box 7). Pokiaľ by sa obec rozhodla viesť evidenciu aj pre triedený zber odpadov, prevádzkové náklady by boli vyššie. Dodatočné náklady má aj zberová spoločnosť, ktorá musí na zberové vozidlo nainštalovať snímač čipov v hodnote 5,5 až 7 tis. Eur.

Box 7: Náklady množstvomého zberu s elektronicou evidenciou odpadov

Čiarový kód – prevádzka v rámci vlastných kapacít

Zberné nádoby sú označené čiarovými, resp. QR kódmi, ktoré sú špecifické pre každú domácnosť. Pri vývoze odpadu nasníma poverený pracovník obce kód pomocou čítačky a obec si na konci roka sama vyhodnotí zozbierané údaje o počte vývozov.

Tento systém majú zavedený napr. v obciach Vrádište a Chropov, kde náklady na kúpu čítačky a označenie nádob čiarovými kódmi dosahovali 1000, resp. 200 eur. V oboch obciach majú pracovníka na dohodu, ktorý skenuje kódy na vyvezených nádobách. Čas potrebný na zaevidovanie celej obce pri jednom vývoze sa pohybuje v rozmedzí 1 až 3 hodiny. Prenesenie dát z čítačky a ich evidencia, ktorú vykonáva väčšinou zamestnanec obce si vyžaduje len 3 hodiny ročne, čo je zanedbateľný náklad.

Zo skúseností obcí vyplýva, že každý rodinný dom má vlastnú zbernú nádobu v objeme 110, 120 alebo 240l. Podľa obcí Rakovice, Vrádište a Chropov sme vypočítali, že pracovník označí približne 67 nádob za hodinu pri zbere odpadu. Pomocou údajov o frekvencii vývozov z výkazu o komunálnom odpade a superhrubej minimálnej mzde vo výške 4,04 eur na hodinu v roku 2019 odhadujeme, že priemerné náklady na pracovníka sa pohybujú vo výške 697 eur ročne.

Podľa spoločnosti JRK je cena jedného kódu na nádobu vo výške 10 eurocentov so životnosťou 3 roky. Podľa údajov zo sčítania 2011 o počte rodinných domov a bytov sme odhadli infraštruktúru zberných nádob pre každú obec. Náklady na označenie nádob pri rodinných domoch čiarovými kódmi so životnosťou 3 roky tak v priemernej obci dosahujú 10 eur ročne.

Čiarový kód – prevádzka v spolupráci s dodávateľom systému

Zberné nádoby sú opäť označené čiarovými, resp. QR kódmi, ktoré sú špecifické pre každú domácnosť a poverený pracovník sníma nádoby pri vývoze. Evidenciu údajov vykonáva dodávateľ systému, ktorý poskytuje pravidelné vyhodnocovanie a poradenstvo. Tento systém zaviedli obce Rakovice a Košeca v spolupráci so spoločnosťou JRK pre evidenciu zmesového ako aj triedeného odpadu.

Podľa spoločnosti JRK, ktorá prevádzkuje systém evidencie odpadov ELWIS, sa jednorazové náklady na označovanie nádob iba na zmesový komunálny odpad môžu pohybovať vo výške 150 eur na obec a 50 centov na domácnosť. Tieto náklady zahŕňajú spracovanie dát o domácnostiach, komunikačnú kampaň a úvodné školenie. V priemernej obci tak jednorazové náklady dosahujú 306 eur s označením nádob iba pri rodinných domoch.

Pravidelné náklady súvisiace s poradenstvom a spracovaním dát spoločnosťou JRK sa v priemernej obci pohybujú vo výške 2400 eur ročne. Prevádzkové náklady, ktoré zahŕňajú aj nákup čítačky na 5

rokov, čiarové kódy na 3 roky a pracovníka na označovanie nádob, tak celkovo predstavujú 3 097 eur ročne.

Nákup čítačky kódov a náklady na pracovníka, ktorý nádoby označuje predstavujú významnú časť prevádzkových nákladov. Pokiaľ by čítačky kupovali zberové spoločnosti, čítačku by používali vo viacerých obciach a náklady by tak mohli byť nižšie. Podobne by obec ušetrila ďalšie náklady ak by nádoby snímali zamestnanci zberovej spoločnosti.

RFID čipy

V roku 2019 zaviedli v Senci systém ESONA s označovaním nádob pomocou vysokofrekvenčného identifikačného čipu (ďalej len RFID čip). RFID čip sa automaticky nasníma pri priblížení nádoby k zberovému vozidlu, ktoré je vybavené čítačkou. Výhodou teda je, že nie je potrebný pracovník na snímanie kódov.

Podľa spoločnosti MIM, ktorá systém ponúka, výška investičných a prevádzkových nákladov obce závisí od viacerých parametrov ako počet obsluhovaných zberných nádob, či ide o plastovú alebo kovovú nádobu, požiadavka spárovania so systémom ERP¹³. Systém predstavuje dodatočné náklady aj pre zberovú spoločnosť, ktorá musí nainštalovať čítacie zariadenie na vozidlo v hodnote 5,5 až 7 tis. eur. Alternatívou je nositeľná čítačka v hodnote 799 eur a 20 eur mesačným poplatkom, ktorú má pracovník zberovej spoločnosti pripevnenú na zápästí (Košeca, 2019). Prevádzkové náklady pre vývozcu zahŕňajú používanie aplikácie a odvíjajú sa od počtu nádob.

Jednorazové náklady obce na implementáciu systému predstavujú 3 až 8 tis. eur bez integrácie na ERP systém, 6 až 18 tis. eur s integráciou. Náklad na kúpu čítačky a mobilného zariadenia predstavuje 500 eur s predpokladanou životnosťou 5 rokov. Náklady na čipy závisia od typu nádoby. V prípade kovových nádob je možné použiť čipy s neobmedzenou životnosťou, pri plastových nádobách sa používajú lepiace čipy so životnosťou 5 rokov. Pravidelné prevádzkové náklady závisia od počtu obsluhovaných nádob.

Zavedenie systému tak v priemernej obci predstavuje jednorazové investičné náklady vo výške 10,5 tis. eur. Predpokladáme, že obec časom vymenia všetky nádoby za plastové a budú používať lepiace čipy. Prevádzkové ročné náklady obce, ktoré zahŕňajú nákup čipov a čítačky rozpočítané na 5 rokov a náklad závislý od počtu nádob, tak predstavujú v priemere 838 eur.

Pre účely množstvomého zberu sme ďalej predpokladali, že obec bude viesť elektronickú evidenciu len zmesového odpadu, nádoby na triedený odpad nebudú označené. Pokiaľ by sa obec rozhodla evidovať aj triedený zber odpadu za účelom kontroly, prípadne odmeňovania občanov, prevádzkové náklady by boli vyššie.

Tabuľka 16: Priemerné investičné a prevádzkové náklady obce pri elektronickej evidencii (eur/rok)

| Typ zberu | Jednorazové investičné náklady | Prevádzkové náklady* |
|--|--------------------------------|----------------------|
| Čiarový / QR kód | | |
| <i>prevádzka v rámci vlastných kapacít</i> | 0 | 697 |
| <i>externý dodávateľ</i> | 306 | 3 097 |
| RFID čipy | 10 500 | 838 |

*zahŕňa nákup čítačky a RFID čipov rozpočítané na 5 rokov, čiarové/QR kódy rozpočítané na 3 roky

Zdroj: IEP

¹³ ERP je elektronická registračná pokladnica

4.1.3 Dodatočné náklady na triedený zber

Zavedenie množstvového zberu zvyšuje množstvo triedeného odpadu a tým aj náklady systému rozšírenej zodpovednosti výrobcov. Podľa výsledkov z predchádzajúcej kapitoly, zavedenie množstvového zberu v roku 2020 na celom Slovensku by viedlo k zvýšeniu triedeného zberu plastov a skla o približne 7,2 tis. ton. Aj keď výsledky z kapitoly 2.3.2 naznačujú iba zvýšenie triedenia plastov a skla, je pravdepodobné, že sa tiež zvýši triedenie odpadu z papiera.

Z analýz zloženia zmesového komunálneho odpadu spoločnosti INCIEN vyplýva, že približne 12 % zmesového odpadu tvoria plasty, 9 % papier a 6 % sklo. Zavedením množstvového zberu sa tak vytriedi približne 4 % z potenciálu plastov a 5 % z potenciálu skla v zmesovom odpade. Za predpokladu, že by sa vytriedila rovnaká časť potenciálu papiera, vytriedilo by sa navyše 4,2 tis. ton ročne.

Na základe týchto údajov sme odhadli výšku nákladov v závislosti od množstva vytriedeného odpadu zvlášť pre papier, plasty a sklo (Príloha 4). Dodatočné čisté náklady na financovanie triedeného zberu plastov a skla by tak predstavovali 1,7 mil. eur ročne. Za predpokladu rovnakého triedenia papiera a skla by výška nákladov dosiahla 2,4 mil. eur ročne. Ak by obyvatelia triedili papier prostredníctvom výkupní alebo mobilných zariadení, dodatočné náklady organizácie zodpovednosti výrobcov by boli nulové.

Tabuľka 17: Dodatočné náklady na triedený zber

| | Množstvo (tis. ton) | Náklady (mil. eur/ rok) |
|--------|---------------------|-------------------------|
| Plasty | 4,6 | 1,5 |
| Sklo | 2,6 | 0,2 |
| Papier | 4,2 | 0,7 |

Zdroj: IEP

4.1.4 Dodatočné náklady na zber bioodpadu

Podľa analýz zloženia zmesového komunálneho odpadu, ktoré vykonala spoločnosť INCIEN v rokoch 2016 a 2017, asi 20 % tvorí záhradný a ďalších 20 % kuchynský bioodpad. Napriek tomu, výsledky analýzy nepreukázali významný vplyv množstvového zberu na triedenie záhradného bioodpadu. Dôvodom môže byť, že pri zavedení množstvového zberu začnú obyvatelia s domácim kompostovaním bioodpadu a tieto údaje sa do štatistík o odpadoch nedostanú. Taktiež sme ukázali, že množstvový zber nemá vplyv na produkciu ostatných triedených komunálnych odpadov. Vplyv množstvového zberu na kuchynský odpad sme nekvantifikovali kvôli nedostatočnej evidencii týchto údajov. Triedenie kuchynského bioodpadu zároveň výrazne závisí od poskytnutej infraštruktúry a systému zberu bez ohľadu na typ poplatkov. Môžeme tak predpokladať, že zníženie produkcie zmesového odpadu je spôsobené najmä znížením produkcie odpadu a domácim kompostovaním. Inou možnosťou je zbavovanie sa odpadu prostredníctvom nelegálneho skládkovania, ktoré nemôžeme vylúčiť.

Zhodnotenie bioodpadu by vyžadovalo dodatočné náklady na kúpu domácich kompostérov alebo náklady na ich zber do kompostárne. Počet potrebných domácich kompostérov sme vypočítali podľa údajov o počte rodinných a bytových domov zo sčítania za rok 2011 a údajov o rozlohe záhrad v obciach zo Štatistického úradu. Podľa prieskumu trhu bola priemerná cena záhradného kompostéru v roku 2019 približne 9 eur ročne (Príloha 4).

Pri zakúpení priemerného kompostéru do každého rodinného domu by náklady dosiahli 5,9 mil. eur ročne. Potrebný počet kompostérov v každej obci sme vypočítali aj pomocou priemernej veľkosti záhrady v jednom rodinnom dome ako podiel rozlohy záhrad a počtu rodinných domov v obci. Náklady na kúpu kompostérov v závislosti od priemernej veľkosti záhrady v rodinných domoch v každej obci sa pohybujú vo výške

5,9 mil. eur ročne. Predpokladané náklady na kúpu kompostérov predstavujú hornú hranicu, keďže viaceré domácnosti už kompostéry majú a niektoré obce získali kompostéry prostredníctvom operačného programu.

4.2 Modelový príklad – obec Budča

Obec Budča¹⁴ dosiahla v roku 2018 mieru triedenia vo výške 25 % a vyprodukovala približne 233 kg zmesového odpadu na obyvateľa (Budča, 2019). Tieto čísla sú tak blízko priemernej slovenskej obce. Ak by v roku 2020 zaviedla žetónový množstvový zber v rodinných domoch a kontajnerovo-intervalový zber v bytových domoch mohla by znížiť produkciu zmesového odpadu na 171 kg na obyvateľa a zvýšiť mieru triedenia na 34 %. Zvýšením miery triedenia nad 30 % by sa obec presunula do kategórie s nižšími poplatkami za skládkovanie. V porovnaní s paušálnym zberom v roku 2021 by tak obec mohla ušetriť na nákladoch na skládkovanie v celkovej výške 11,4 tis. eur ročne, resp. 9 eur na obyvateľa ročne.

Podľa skúseností z obcí neprináša zavedenie jednoduchého žetónového zberu a kontajnerovo-intervalového zberu žiadne dodatočné investičné ani prevádzkové náklady. Pri elektronickej evidencii predpokladáme rovnaký efekt na produkciu odpadov ako pri použití žetónov. Pokiaľ by sa obec rozhodla v rodinných domoch zaviesť zber s elektronicou evidenciou pomocou RFID čipov s pravidelným poradenstvom a vyhodnocovaním údajov, jednorazové náklady by mohli dosahovať 6 tis. eur a pravidelné prevádzkové náklady takmer 676 eur ročne.

Tabuľka 18: Odhadované finančné náklady a prínosy zavedenia množstvového zberu v obci Budča

| | Spolu (tis. eur/rok) | Na 1 obyvateľa (eur/rok) |
|---|----------------------|--------------------------|
| Prínosy | 11,4 | 9,2 |
| <i>Ušetrené náklady na zber</i> | 5,9 | |
| <i>Ušetrené náklady na poplatkoch za skládkovanie</i> | 2,3 | |
| <i>Ušetrené náklady u prevádzkovateľa skládky</i> | 3,2 | |
| Náklady | 0-0,7 | 0-0,5 |
| <i>Jednoduchý žetónový zber</i> | 0 | |
| <i>Zber s RFID čipmi a poradenstvom</i> | 0,7* | |

*plus jednorazové investície vo výške 6000 tis.. eur

Zdroj: IEP

4.3 Nefinančné prínosy a náklady množstvového zberu

Okrem finančných nákladov a prínosov prináša zavedenie množstvového zberu aj nefinančné náklady a prínosy v podobe ušetrených environmentálnych nákladov a zvýšených nákladov na diskomfort spojený s triedením. Odhady externých nákladov skládkovania sa výrazne líšia, zníženie skládkovania tak môže ušetriť 2 až 21 mil. eur ročne. Za predpokladu použitia výsledkov nórskeho prieskumu, náklady na znížený komfort obyvateľov v dôsledku triedenia plastov a skla môžu dosahovať 352 tis. eur.

Environmentálne prínosy

Zníženie zmesového komunálneho odpadu ušetrí nie len priame finančné náklady, ale aj náklady spojené s externalitami skládkovania. Skládkovanie odpadov produkuje skleníkové plyny a znečisťujúce látky unikajúce do ovzdušia alebo môže dochádzať k priesakom do podzemných vôd a pôdy. Skládkovanie môže spôsobovať diskomfort pre ľudí žijúcich v blízkosti skládok v podobe nepríjemného zápachu, vzhľadu, hluku a zvýšeného zdravotného rizika. Odhady externých nákladov skládkovania sa v zahraničných štúdiách výrazne líšia, preto sme uvažovali dolnú a hornú hranicu nákladov vo výške 10, resp. 98 eur/ ton odpadu (Nahman, 2011, Eunomia, 2011). Zavedenie množstvového zberu tak môže ušetriť externé náklady vo výške 2 až 21 mil. eur ročne.

¹⁴ Obec bola vybraná náhodne na základe verejne dostupných údajov o produkcii odpadu na svojej webstránke.

Dodatočné náklady na komfort spotrebiteľov

Zvýšené triedenie prinesie diskomfort pre spotrebiteľov v podobe dodatočného času, ktorý zaberie umývanie, skladanie, triedenie, prípadne prevážanie na zberný dvor. Podľa nórskeho prieskumu Bruvoll a kol. (2000) obyvatelia venujú v priemere dodatočných 30 minút týždenne na triedenie odpadu, pričom ročne vytriedia 221 kg/obyv. Z údajov prieskumu vyplýva, že vytriedenie 1 tony odpadu trvá 118 hodín. Účastníci prieskumu by boli ochotní zaplatiť v priemere 49 eur/ton¹⁵ ročne za činnosti spojené s triedením odpadu.

Ak by sme rovnaké predpoklady aplikovali na Slovensko, pri dodatočnom vytriedení 7,1 tis. ton odpadov z plastov a skla pri celoplošnom zavedení množstvového zberu, náklady na znížený komfort obyvateľov by dosahovali 352 tis. eur ročne. Pri dodatočnom triedení 4,2 tis. ton papiera by sa náklady na znížený komfort zvýšili o ďalších 204 tis. eur ročne. V skutočnosti však ochota platiť ale aj čas strávený triedením môžu byť na Slovensku výrazne odlišné. Taktiež je možné, že by ľudia dodatočne triedili aj ostatné zložky, čím by sa náklady na diskomfort ešte zvýšili.

Uplatňovanie princípu „plať za to, čo vyhodíš“

Zavedenie množstvového zberu prináša spravodlivý systém poplatkov, v ktorom každý občan platí podľa toho, koľko odpadu produkuje. Tento systém uplatňuje princíp „plať za to, čo vyhodíš“, zavádza teda spravodlivosť a vytvára tak priamu finančnú motiváciu k zníženiu produkcie zmesového odpadu a k zvýšeniu triedenia.

¹⁵ Prepočítané podľa PPP z nórskeho korún v roku 1998 na slovenské euro 2018.

Bibliografia

- ADEME. (2018). *Benchmark of Pay as you throw practices for waste management*. Dostupné na Internetete: https://www.rdcenvironment.be/wp-content/uploads/2018/08/benchmark-pay-throw-practices-2018-synthesis_en.pdf
- Agovino M., Ferrara M., Garofalo A. (2016). *The driving factors of separate waste collection in Italy: a multidimensional analysis at provincial level*. Dostupné na Internetete: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-016-9857-9>
- Allers A. M., Hoeben C. (2009). *Effects of Unit-Based Garbage Pricing: A Differences-in-differences approach*. Dostupné na Internetete: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10640-009-9320-6.pdf>
- Altonji J. G., Elder T. E., Taber Ch. R. (2005). *An Evaluation of Instrumental Variable Strategies for Estimating the Effects of Catholic Schooling*. Dostupné na Internetete: <https://msu.edu/~telder/2005-JHR.pdf>
- Ashworth J., Geys B., Heyndels B. (2006). *Determinants of tax innovation: The case of environmental taxes in Flemish municipalities*. Dostupné na Internetete: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0176268005000431>
- Austin P.C., Grootendorst P., Anderson G.M. (2007). *A comparison of the ability of different propensity score models to balance measured variables between treated and untreated subjects: A Monte Carlo study*. Dostupné na Internetete: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16708349>
- Besley T., C. A. (2002). *Unnatural Experiments? Estimating the Incidence of Endogenous Policies*. Dostupné na Internetete: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1468-0297.00578>
- Besley T., Case A. (2002). *Unnatural Experiments? Estimating the Incidence of Endogenous Policies*. Dostupné na Internetete: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1468-0297.00578>
- Bilitewski, B. (2008). *From traditional to modern fee systems*. Dostupné na Internetete: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18829291>
- Bueckner, J. (2003). *Strategic interaction among governments: an overview of empirical studies*. Dostupné na Internetete: <https://pdfs.semanticscholar.org/81c8/b1fa0b609bfcc0ccc325e4453fac8e9287a5.pdf>
- Bruvoll A., Halvorsen B., Nyborg K. (2000). *Household sorting of waste at source*. Dostupné na Internetete: https://www.researchgate.net/publication/228475080_Household_sorting_of_waste_at_source
- Budča, O. (2019). Dostupné na Internetete: http://www.budca.sk/download_file_f.php?id=1098773
- Caliendo M., Kopeinig S. (2008). *Some practical guidance for the implementation of propensity score matching*. Dostupné na Internetete: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-6419.2007.00527.x>
- Callan S. J., Thomas J. M. (2006). *ANALYZING DEMAND FOR DISPOSAL AND RECYCLING SERVICES: A SYSTEMS APPROACH*. Dostupné na Internetete: http://web.holycross.edu/RePEc/eej/Archive/Volume32/V32N2P221_240.pdf

- Dijkgraaf E., Gradus R. (2009). *Environmental activism and dynamics of unit-based pricing systems*.
Dostupné na Internetete:
https://econpapers.repec.org/article/eeeresene/v_3a31_3ay_3a2009_3ai_3a1_3ap_3a13-23.htm
- Dijkgraaf E., Gradus R.H.J.M. (2004). *Cost savings in unit-based pricing of household waste: The case of The Netherlands*. Dostupné na Internetete:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0928765504000168>
- EEA. (2016). *Municipal waste management across European countries*. Dostupné na Internetete: eea:
<https://www.eea.europa.eu/downloads/9dbff3aa9f594a9683b6699ad9ab2d6b/1554806118/municipal-waste-management-across-european-countries.pdf>
- Elhorst, J. (2010). *Spatial panel data models*. Dostupné na Internetete:
https://www.researchgate.net/publication/226957388_Spatial_Panel_Data_Models
- Economia. (2003). *Waste collection: To charge or not charge*. Dostupné na Internetete:
http://s3.amazonaws.com/zanran_storage/www.massbalance.org/ContentPages/1159112417.pdf
- Economia. (2011). *Understanding the Policy Options for Implementing a Scottish specific landfill tax*.
Dostupné na Internetete:
<http://www.zerowastescotland.org.uk/sites/default/files/Scottish%20Landfill%20Tax%20Study%20Appendices.pdf>
- Európska komisia. (2015). *Assessment of separate collection schemes in the 28 capitals of the EU*.
Dostupné na Internetete:
https://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/Separate%20collection_Final%20Report.pdf
- Európska komisia. (2018). *Best Environmental Management Practice for the Waste Management Sector*.
Dostupné na Internetete: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/best-environmental-management-practice-waste-management-sector>
- Fullerton D., Kinnaman T.C. (1996). *Household Responses to Pricing Garbage by the bag*. Dostupné na Internetete:
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.727.8546&rep=rep1&type=pdf>
- Haluš M., Dráb J., Široký P., Výškrabka M. (2018). *Ako menej skládkovať*. Dostupné na Internetete:
<https://www.minzp.sk/iep/publikacie/ekonomicke-analyzy/ako-menej-skladkovat.html>
- Hansen B. B., Bowers J. (2008). *Covariate balance in simple, stratified and clustered comparative studies*.
Dostupné na Internetete: <https://arxiv.org/pdf/0808.3857.pdf>
- Heijnen, P. (2007). *Strategic Interactions in Environmental Economics*. Dostupné na Internetete:
https://www.researchgate.net/profile/Pim_Heijnen/publication/35149392_Strategic_interactions_in_environmental_economics/links/0deec519dc30ab1dbe000000/Strategic-interactions-in-environmental-economics.pdf
- HelloSwitzerland*. (2. 7 2019). Dostupné na Internetete: <https://www.helloswitzerland.ch/home>
- Hranovnica, o. (2007). *Skúsenosti po dvoch mesiacoch zavedenia vrecového množstvového zberu*.
Dostupné na Internetete: <http://www.hranovnica.sk/odpady7.pdf>

- Huang J., Halstead J. M., Saunders S. B. (2011). *Managing Municipal Solid Waste with Unit-Based Pricing: Policy Effects and Responsiveness to Pricing*. Dostupné na Internete: <http://sci-hub.tw/10.3368/le.87.4.645>
- IFP. (2019). *Makroekonomická prognóza*. Dostupné na Internete: <https://www.finance.gov.sk/sk/financie/institut-financnej-politiky/ekonomicke-prognozy/makroekonomicke-prognozy/48-zasadnutie-vyboru-makroekonomicke-prognozy-jun-2019.html>
- Ioannou T., Lasaridi K., Kalogirou S. (2010). *SPATIAL ANALYSIS OF THE RECYCLABLE MUNICIPAL SOLID*. Dostupné na Internete: http://gisc.gr/docs/sk_papers/2_5_ioannou_Lasaridi_Kalogirou_2010.pdf
- Ismaila A.B., Muhammed I., Bibi U.M., Husain M.A. (2015). *Modelling Municipal Solid Waste Generation Using Geographically Weighted Regression: A Case Study of Nigeria*. Dostupné na Internete: <https://pdfs.semanticscholar.org/97ec/22965e5bac5b1e0aa0441a990f2726935d4d.pdf>
- IVAGO. (2016). *WHAT YOU NEED TO KNOW ABOUT HOUSEHOLD WASTE IN GHENT*. Dostupné na Internete: <https://www.ivago.be/sites/default/files/u3/bestanden/brochures/Brochure%20Anderstaligen%20Engels.pdf>
- Jenkins R.R., Martinez S. A., Palmer K., Podolsky M. J. (2003). *The determinants of household recycling: a material-specific analysis of recycling program features and unit pricing*. Dostupné na Internete: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0095069602000542>
- JRK. (2019). *Obec zaviedla evidovanie odpadu, znížila množstvo odpadu a šetri na každom zbere ZKO*. Dostupné na Internete: <https://www.odpady-portal.sk/Dokument/104816/obec-zaviedla-evidovanie-odpadu-znizila-mnozstvo-odpadu-a-setri-na-kazdom-zbere-zko.aspx>
- Keser S., Duzgun S., Aksoy A. (2011). *Application of spatial and non-spatial data analysis in determination*. Dostupné na Internete: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22104614>
- Kim K., Kim Y. J. (2012). *Volume-based Waste Fee System in Korea*. Dostupné na Internete: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:l4uwcbf4lQcJ:www.eksp.kr/common/download.jsp%3Ffidval%3Ds%252B2DWAzJbUW9Fa%252FUa2bmrA%253D%253D+&cd=1&hl=sk&ct=clnk&gl=sk>
- Kinnaman T. C., Fullerton D. (2000). *Garbage and Recycling with Endogenous Local Policy*. Dostupné na Internete: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094119000921740?via%3Dihub>
- Kipperberg, G. (2007). *A Comparison of Household Recycling Behaviors in Norway and the United States*. Dostupné na Internete: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10640-006-9019-x>
- Košeca. (2019). *Zmluva o práve používania Služby ELWIS*.
- LeSage J., Pace R. K. (2009). *Introduction to Spatial Econometrics*. Dostupné na Internete: <https://www.crcpress.com/Introduction-to-Spatial-Econometrics/LeSage-Pace/p/book/9781420064247>
- Linderhof V., Kooreman P., Allers M., Wiersma D. (2001). *Weight-based pricing in the collection of household waste: the Oostzaan case*. Dostupné na Internete:

<https://research.wur.nl/en/publications/weight-based-pricing-in-the-collection-of-household-waste-the-oos>

- Morlok J., Schoenberger H., Styles D., Galvez-Martos J. L. (2017). *The Impact of Pay-As-You-Throw Schemes on Municipal Solid Waste Management: The Exemplar Case of the County of Aschaffenburg, Germany*. Dostupné na Internete:
https://www.researchgate.net/publication/313590695_The_Impact_of_Pay-As-You-Throw_Schemes_on_Municipal_Solid_Waste_Management_The_Exemplar_Case_of_the_County_of_Aschaffenburg_Germany
- MŽP SR. (2014). *Program predchádzania vzniku odpadu SR na roky 2014 – 2018 (Príloha 3)*. Dostupné na Internete: http://www.minzp.sk/files/sekcia-enviromentalneho-hodnotenia-riadenia/odpady-a-obaly/registre-a-zoznamy/priloha3_prikklady-pvo.pdf
- Nahman, A. (2011). *Pricing landfill externalities: Emissions and disamenity costs in Cape Town, South Africa*. Dostupné na Internete:
https://researchspace.csiir.co.za/dspace/bitstream/handle/10204/5284/Nahman2_2011.pdf?sequence=3
- obec Mikulov. (2012). *Revoluce v nakládání s odpady - ISNO*. Dostupné na Internete:
<http://www.mikulov.cz/aktuality/detail/?contentId=132452>
- OECD. (2006). *Impacts of Unit-based Waste Collection Charges*. Dostupné na Internete:
[http://www1.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV/EPOC/WGWPR\(2005\)10/FINAL&docLanguage=En](http://www1.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV/EPOC/WGWPR(2005)10/FINAL&docLanguage=En)
- OVAM. (2. 7 2019). *OVAM*. Dostupné na Internete: <https://www.ovam.be/>
- Puig-Ventosa, I. (2008). *Charging systems and PAYT experiences for waste management in Spain*. Dostupné na Internete:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X08002249?via%3Dihub>
- Rakovica, O. (2019). *VZN č. 23/2018 o miestnom poplatku za komunálne odpady a drobné stavebné odpady*. Dostupné na Internete: <https://www.rakovice.sk/samosprava/vzn/>
- Reichenbach, J. (2008). *Status and prospects of pay-as-you-throw in Europe – A review of pilot research*. Dostupné na Internete: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18824346>
- Rosenbaum P. R. (2002). *Observational Studies*. Dostupné na Internete:
<https://www.springer.com/gp/book/9780387989679>
- Rosenbaum P. R. a Rubin D. B. (1983). *The central role of the propensity score in observational studies for causal effects*. https://watermark.silverchair.com/70-1-41.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kKhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAAmAwggJcBqkqhkiG9w0BBwaggJNMIIcSQIBADCCAkiGCSqGS1b3DQEHATAeBgIghkgBZQMEAS4wEQQMYH625VoQzUpcbaKwAgEQgIICE2MwXmMs9EoGV0KC32NrcRCRQ82pO2OphJyW4kGop3NETB
- Rybová K., Burcin B. (2017). *Does Spatial Dimension Matter in Waste Generation? Case Study of Czech Municipalities*. Dostupné na Internete:
https://www.researchgate.net/publication/317686878_Does_spatial_dimension_matter_in_waste_generation_Case_study_of_Czech_municipalities

- Rybová K., Burcin B., Slavík J. (2018). *Spatial and non-spatial analysis of socio-demographic aspects influencing municipal solid waste generation in the Czech Republic*. Dostupné na Internetu: <https://digital.detritusjournal.com/articles/spatial-and-non-spatial-analysis-of-socio-demographic-aspects-influencing-municipal-solid-waste-generation-in-the-czech-republic/15>
- Stuart E. A., Rubin D. B. (2008). *Best Practices in Quasi-Experimental Designs: Matching Methods for Causal Inference*. Dostupné na Internetu: <https://methods.sagepub.com/book/best-practices-in-quantitative-methods/d14.xml>
- Usui T., Takeuchi K. (2013). *Evaluating Unit-Based Pricing of Residential Solid Waste: A Panel Data Analysis*. Dostupné na Internetu: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10640-013-9702-7>
- Usui, T. (2008). *Estimating the effect of unit-based pricing in the presence of sample selection bias under Japanese Recycling Law*. Dostupné na Internetu: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800907004776>
- Wright Ch., Halstead J. M. (2011). *Using Matching Estimators to Evaluate the Effect of Unit-Based Pricing on Household Solid Waste Disposal*. Dostupné na Internetu: <https://core.ac.uk/download/pdf/6502907.pdf>
- Yamakawa H., Ueta K. (2002). *Waste reduction through variable charging programs: its sustainability and contributing factors*. Dostupné na Internetu: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10163-002-0070-6>
- Zero Waste Europe. (2017). *The story of Parma - case study*. Dostupné na Internetu: <https://zerowasteurope.eu/downloads/case-study-7-the-story-of-parma/>

Prílohy

Príloha 1: Analýza vplyvu na produkciu odpadov

Výber modelov

Tabuľka 19: Odhad efektu množstvomého zberu na množstvo odpadu – nepriestorové modely

| Fixné efekty | (1) bez | (2) obce | (3) obce + roky |
|--|--------------|--------------|--------------------|
| Zmesový komunálny odpad | | | |
| <i>PAYT</i> | -0,16*** | -0,26*** | -0,27*** |
| <i>In DEN</i> | 0,13*** | -0,28** | -0,31*** |
| <i>Over65</i> | 0,59*** | 0,05 | -0,13 |
| <i>Under4</i> | -4,1*** | 0,28 | 0,32 |
| <i>Income</i> | 0,98*** | 0,14*** | -0,09 |
| Within R ² | 0,15 | 0,01 | 0,01 |
| N | 25 920 | 25 920 | 25 920 |
| F štatistika modelu (p-hodnota) | 893 (0,00) | 37 (0,00) | 33 (0,00) |
| F-test významnosti fixných efektov (p-hodnota) | | 22 (0,00) | |
| Breusch Pagan LM test časových fix. efektov χ^2 (p-hodnota) | | | 13 317 (0,00) |
| Robustný LM test lag | | | 0,80 (0,37) |
| Robustný LM test error | | | 0,05 (0,82) |
| Plasty (balancované) | | | |
| <i>PAYT</i> | 0,14*** | 0,22*** | 0,14* |
| <i>In DEN</i> | -0,05*** | -0,22* | -0,43** |
| <i>Over65</i> | 0,41** | 2,27*** | 0,13 |
| <i>Under4</i> | -6,12*** | -0,88` | -0,56 |
| <i>Income</i> | 2,67*** | 2,69*** | 0,09 |
| Within R ² | 0,21 | 0,22 | 0,002 |
| N | 25 920 | 25 920 | 25 920 |
| F štatistika modelu (p-hodnota) | 1 368 (0,00) | 1 264 (0,00) | 10 (0,00) |
| F-test významnosti fixných efektov (p-hodnota) | | 12 (0,00) | |
| Breusch Pagan LM test 2 fix. efektov χ^2 (p-hodnota) | | | 275 (0,00) |
| Robustný LM test lag | | | 0,02 (0,89) |
| Robustný LM test error | | | 5,44 (0,02) |
| Papier (balancované) | | | |
| <i>PAYT</i> | 0,37*** | 0,09 | 0,09 |
| <i>In DEN</i> | 0,31*** | 0,12 | 0,10 |
| <i>Over65</i> | 1,42*** | 2,74*** | 1,98* |
| <i>Under4</i> | -7,94*** | 0,83 | 0,82 |
| <i>Income</i> | 3,16*** | 1,37*** | 0,49** |
| Within R ² | 0,19 | 0,04 | 0,002 |
| N | 25 920 | 25 920 | 25 920 |
| F štatistika modelu (p-hodnota) | 1 189 (0,00) | 191 (0,00) | 9 (0,00) |
| F-test významnosti fixných efektov (p-hodnota) | | 17 (0,00) | |
| Breusch Pagan LM test 2 fix. efektov χ^2 (p-hodnota) | | | 6 421 (0,00) |
| Robustný LM test lag | | | 69,20 (0,00) |
| Robustný LM test error | | | 49,69 (0,00) |
| Sklo (balancované) | | | |

| | | | |
|--|--------------|--------------|---------------|
| <i>PAYT</i> | 0,24*** | 0,14** | 0,12** |
| <i>In DEN</i> | -0,06*** | -0,42*** | -0,51** |
| <i>Over65</i> | 0,45*** | 1,79*** | 0,80 |
| <i>Under4</i> | -4,96*** | 0,56 | 0,59 |
| <i>Income</i> | 1,96*** | 1,47*** | 0,12 |
| Within R ² | 0,13 | 0,09 | 0,003 |
| N | 25 920 | 25 920 | 25 920 |
| F štatistika modelu (p-hodnota) | 805 (0,00) | 487 (0,00) | 17 (0,00) |
| F-test významnosti fixných efektov (p-hodnota) | | 16 (0,00) | |
| Breusch Pagan LM test časových fix. efektov χ^2 (p-hodnota) | | | 624 (0,00) |
| Robustný LM test lag | | | 0,34 (0,56) |
| Robustný LM test error | | | 5,51 (0,02) |
| Plasty | | | |
| <i>PAYT</i> | 0,13*** | 0,22*** | 0,13* |
| <i>In DEN</i> | -0,05*** | -0,23` | -0,43** |
| <i>Over65</i> | 0,41** | 2,33*** | 0,02 |
| <i>Under4</i> | -6,19*** | -1,05** | -0,62 |
| <i>Income</i> | 2,69*** | 2,81*** | 0,06 |
| Within R ² | 0,21 | 0,23 | 0,002 |
| N | 25 139 | 25 139 | 25 139 |
| F štatistika modelu (p-hodnota) | 1 325 (0,00) | 1 295 (0,00) | 9 (0,00) |
| F-test významnosti fixných efektov (p-hodnota) | | 11 (0,00) | |
| Breusch Pagan LM test 2 fix. efektov χ^2 (p-hodnota) | | | 14 098 (0,00) |
| Papier | | | |
| <i>PAYT</i> | 0,37*** | 0,07 | 0,06 |
| <i>In DEN</i> | 0,33*** | 0,08 | 0,02 |
| <i>Over65</i> | 1,17*** | 3,17*** | 1,97 |
| <i>Under4</i> | -9,22*** | 0,77 | 0,83 |
| <i>Income</i> | 3,50*** | 2,00*** | 0,78*** |
| Within R ² | 0,20 | 0,07 | 0,002 |
| N | 21 865 | 21 865 | 21 865 |
| F štatistika modelu (p-hodnota) | 1 125 (0,00) | 266 (0,00) | 8 (0,00) |
| F-test významnosti fixných efektov (p-hodnota) | | 13 (0,00) | |
| Breusch Pagan LM test časových fix. efektov χ^2 (p-hodnota) | | | 2 896 (0,00) |
| Sklo | | | |
| <i>PAYT</i> | 0,24*** | 0,13** | 0,11* |
| <i>In DEN</i> | -0,06*** | -0,47*** | -0,55** |
| <i>Over65</i> | 0,33* | 1,93*** | 0,80 |
| <i>Under4</i> | -5,39*** | 0,79 | 0,85 |
| <i>Income</i> | 1,97*** | 1,57*** | 0,05 |
| Within R ² | 0,13 | 0,10 | 0,004 |
| N | 24 974 | 24 974 | 24 974 |
| F štatistika modelu (p-hodnota) | 769 (0,00) | 513 (0,00) | 17 (0,00) |
| F-test významnosti fixných efektov (p-hodnota) | | 15 (0,00) | |
| Breusch Pagan LM test 2 fix. efektov χ^2 (p-hodnota) | | | 592 (0,00) |
| Biodpad | | | |
| <i>PAYT</i> | 0,07 | -0,38* | -0,33** |
| <i>In DEN</i> | 0,06* | 0,74` | 0,63 |

| | | | |
|---|------------|------------|------------|
| <i>Ln GARDEN</i> | 0,02 | 0,45 | 0,26 |
| <i>Over65</i> | 5,95*** | 0,81 | -0,42 |
| <i>Under4</i> | -1,36 | 1,44 | -0,29 |
| <i>Income</i> | 1,50*** | 2,59*** | 0,89 |
| Within R ² | 0,06 | 0,07 | 0,003 |
| N | 6 042 | 6 042 | 6 042 |
| F štatistika modelu (p-hodnota) | 61 (0,00) | 59 (0,00) | 2 (0,05) |
| F-test významnosti fixných efektov (p-hodnota) | | 9 (0,00) | |
| Breusch Pagan LM test 2 fix. efektov χ^2 (p-hodnota) | | | 272 (0,00) |
| Iný triedený odpad | | | |
| <i>PAYT</i> | 0,07 | -0,08 | -0,13 |
| <i>In DEN</i> | 0,04*** | 0,44` | 0,34` |
| <i>Over65</i> | 1,32*** | 5,51*** | 3,24** |
| <i>Under4</i> | -9,73*** | 0,25 | 0,43 |
| <i>Income</i> | 3,14*** | 2,75*** | 0,19 |
| Within R ² | 0,13 | 0,08 | 0,002 |
| N | 21 728 | 21 728 | 21 728 |
| F štatistika modelu (p-hodnota) | 658 (0,00) | 342 (0,00) | 6 (0,00) |
| F-test významnosti fixných efektov (p-hodnota) | | 6 (0,00) | |
| Breusch Pagan LM test 2 fix. efektov χ^2 (p-hodnota) | | | 548 (0,00) |

Úroveň významnosti podľa t-hodnôt, ktoré sú v (2) sú založené na robustných štandardných odchyľkách zoskupených podľa obcí, v (3) zoskupených podľa obcí a rokov

Zdroj: IEP

*** p<0,001, ** p<0,01, * p<0,05, `p<0,1

Tabuľka 20: Priestorový Durbinov model s fixnými efektmi obcí a rokov

| | Odhadované koeficienty | Priamy efekt | Nepriamy efekt | Celkový efekt |
|--------------------------------|------------------------|--------------|----------------|---------------|
| Zmesový komunálny odpad | | | | |
| <i>PAYT</i> | -0,25*** | -0,25*** | -0,04*** | -0,29*** |
| <i>In DEN</i> | -0,39*** | -0,39*** | -0,07*** | -0,46*** |
| <i>Over65</i> | -0,16 | -0,15 | -0,03 | -0,18 |
| <i>Under4</i> | 0,33` | 0,33* | 0,06* | 0,39* |
| <i>Income</i> | -0,11* | -0,11** | -0,02** | -0,13** |
| <i>W* PAYT</i> | -0,19*** | | | |
| <i>W* In DEN</i> | 0,32*** | | | |
| <i>W* Over65</i> | -0,33 | | | |
| <i>W* Under4</i> | -0,53 | | | |
| <i>W* Income</i> | 0,13` | | | |
| R ² | 0,78 | | | |
| <i>Wald lag</i> | 36,06 (0,00) | | | |
| <i>Wald error</i> | 35,71 (0,00) | | | |
| <i>Hausmann</i> | 1 377 (0,00) | | | |
| Plasty | | | | |
| <i>PAYT</i> | 0,13** | 0,14** | 0,10** | 0,24** |
| <i>In DEN</i> | -0,40*** | -0,42*** | -0,30*** | -0,72*** |
| <i>Over65</i> | 0,33 | 0,34 | 0,25 | 0,59 |
| <i>Under4</i> | -0,38 | -0,40 | -0,28 | -0,68 |
| <i>Income</i> | 0,11 | 0,12 | 0,08 | 0,20 |
| <i>W* PAYT</i> | -0,06 | | | |
| <i>W* In DEN</i> | 0,16 | | | |
| <i>W* Over65</i> | -0,84` | | | |
| <i>W* Under4</i> | -0,11 | | | |

| | | | | |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <i>W*Income</i> | -0,03 | | | |
| <i>R²</i> | 0,75 | | | |
| <i>Wald lag</i> | 5,83 (0,32) | | | |
| <i>Wald error</i> | 1,94 (0,86) | | | |
| <i>Hausmann</i> | 630 (0,00) | | | |
| Papier | | | | |
| <i>PAYT</i> | 0,11 | 0,11 [`] | 0,04 [`] | 0,15 [`] |
| <i>In DEN</i> | -0,15 | -0,15 | -0,05 | -0,20 |
| <i>Over65</i> | 1,45*** | 1,47*** | 0,52*** | 1,99*** |
| <i>Under4</i> | 0,48 | 0,48 | 0,17 | 0,65 |
| <i>Income</i> | 0,07 | 0,07 | 0,03 | 0,10 |
| <i>W* PAYT</i> | -0,15 | | | |
| <i>W*In DEN</i> | 0,47* | | | |
| <i>W*Over65</i> | 1,27 | | | |
| <i>W*Under4</i> | 0,98 | | | |
| <i>W*Income</i> | 1,29*** | | | |
| <i>R²</i> | 0,76 | | | |
| <i>Wald lag</i> | 53,28 (0,00) | | | |
| <i>Wald error</i> | 61,93 (0,00) | | | |
| <i>Hausmann</i> | 289 (0,00) | | | |
| Sklo | | | | |
| <i>PAYT</i> | 0,09* | 0,09* | 0,04* | 0,13* |
| <i>In DEN</i> | -0,56*** | -0,57*** | -0,22*** | -0,79*** |
| <i>Over65</i> | 0,71** | 0,72** | 0,27** | 0,99** |
| <i>Under4</i> | 0,66* | 0,67* | 0,26* | 0,93* |
| <i>Income</i> | 0,13 [`] | 0,13 [`] | 0,05 [`] | 0,18 [`] |
| <i>W* PAYT</i> | 0,16 [`] | | | |
| <i>W*In DEN</i> | 0,29* | | | |
| <i>W*Over65</i> | -0,16 | | | |
| <i>W*Under4</i> | -0,79 | | | |
| <i>W*Income</i> | -0,07 | | | |
| <i>R²</i> | 0,74 | | | |
| <i>Wald lag</i> | 11,77 (0,04) | | | |
| <i>Wald error</i> | 7,27 (0,20) | | | |
| <i>Hausmann</i> | 1 340 (0,00) | | | |

*** p<0,001, ** p<0,01, * p<0,05, [`]p<0,1

Zdroj: IEP

p-hodnoty pri priamych, nepriamych a celkových efektoch sú simulované p-hodnoty podľa LeSage a Pace (2009)

Tabuľka 21: Odhad efektu typov množstvomého zberu na množstvo odpadu – nepriestorové modely

| | (1) | (2) | (3) |
|--|------------|-----------|-------------|
| Fixné efekty | bez | obce | obce + roky |
| Zmesový komunálny odpad | | | |
| <i>Tag</i> | -0,47*** | -0,38*** | -0,39*** |
| <i>VolumeFrequency</i> | 0,08*** | -0,12* | -0,13** |
| <i>In DEN</i> | 0,13*** | -0,29*** | -0,31*** |
| <i>Over65</i> | 0,61*** | 0,06 | -0,13 |
| <i>Under4</i> | -4,16*** | 0,28 | 0,32 |
| <i>Income</i> | 0,96*** | 0,15*** | -0,09 |
| Within R ² | 0,16 | 0,01 | 0,01 |
| N | 25 920 | 25 920 | 25 920 |
| F štatistika modelu (p-hodnota) | 807 (0,00) | 34 (0,00) | 32 (0,00) |
| F-test významnosti fixných efektov (p-hodnota) | | 22 (0,00) | |
| Breusch Pagan LM test časových fix. efektov χ^2 (p-hodnota) | | | 16 (0,00) |

| | | | |
|--|--------------|--------------|---------------|
| Robustný LM test lag | | | 3,09 (0,08) |
| Robustný LM test error | | | 0,36 (0,55) |
| Plasty (balancované) | | | |
| <i>Tag</i> | 0,31*** | 0,19* | 0,09 |
| <i>VolumeFrequency</i> | 0,00 | 0,24* | 0,19* |
| <i>In DEN</i> | -0,05*** | -0,22* | -0,43** |
| <i>Over65</i> | 0,39** | 2,28*** | 0,13 |
| <i>Under4</i> | -6,07*** | -0,88` | -0,57 |
| <i>Income</i> | 2,68*** | 2,69*** | 0,09 |
| Within R ² | 0,21 | 0,22 | 0,002 |
| N | 25 920 | 25 920 | 25 920 |
| F štatistika modelu (p-hodnota) | 1 149 (0,00) | 1 053 (0,00) | 8 (0,00) |
| F-test významnosti fixných efektov (p-hodnota) | | 10 (0,00) | |
| Breusch Pagan LM test časových fix. efektov χ^2 (p-hodnota) | | | 12 312 (0,00) |
| Robustný LM test lag | | | 0,04 (0,84) |
| Robustný LM test error | | | 7,19 (0,00) |
| Papier (balancované) | | | |
| <i>Tag</i> | 0,45*** | 0,17 | 0,17` |
| <i>VolumeFrequency</i> | 0,31*** | 0,01 | 0,02 |
| <i>In DEN</i> | 0,31*** | 0,13 | 0,10 |
| <i>Over65</i> | 1,42*** | 2,74*** | 1,98* |
| <i>Under4</i> | -7,91*** | 0,83 | 0,83 |
| <i>Income</i> | 3,16*** | 1,37*** | 0,49** |
| Within R ² | 0,19 | 0,04 | 0,002 |
| N | 25 920 | 25 920 | 25 920 |
| F štatistika modelu (p-hodnota) | 992 (0,00) | 160 (0,00) | 8 (0,00) |
| F-test významnosti fixných efektov (p-hodnota) | | 17 (0,00) | |
| Breusch Pagan LM test časových fix. efektov χ^2 (p-hodnota) | | | 6 491 (0,00) |
| Robustný LM test lag | | | 70,53 (0,00) |
| Robustný LM test error | | | 50,76 (0,00) |
| Sklo (balancované) | | | |
| <i>Tag</i> | 0,40*** | 0,13` | 0,09 |
| <i>VolumeFrequency</i> | 0,12*** | 0,15** | 0,14* |
| <i>In DEN</i> | -0,06*** | -0,42*** | -0,51** |
| <i>Over65</i> | 0,44*** | 1,79*** | 0,80 |
| <i>Under4</i> | -4,91*** | 0,56 | 0,59 |
| <i>Income</i> | 1,97*** | 1,48*** | 0,12 |
| Within R ² | 0,14 | 0,09 | 0,003 |
| N | 25 920 | 25 920 | 25 920 |
| F štatistika modelu (p-hodnota) | 678 (0,00) | 406 (0,00) | 14 (0,00) |
| F-test významnosti fixných efektov (p-hodnota) | | 16 (0,00) | |
| Breusch Pagan LM test časových fix. efektov χ^2 (p-hodnota) | | | 637 (0,00) |
| Robustný LM test lag | | | 0,35 (0,55) |
| Robustný LM test error | | | 5,55 (0,02) |
| Plasty | | | |
| <i>Tag</i> | 0,29*** | 0,19* | 0,07 |
| <i>VolumeFrequency</i> | -0,004 | 0,25* | 0,20* |
| <i>In DEN</i> | -0,05*** | -0,23` | -0,44** |

| | | | |
|--|--------------|--------------|---------------|
| <i>Over65</i> | 0,39** | 2,33*** | 0,02 |
| <i>Under4</i> | -6,14*** | -1,05` | -0,62 |
| <i>Income</i> | 2,71*** | 2,82*** | 0,06 |
| Within R ² | 0,21 | 0,23 | 0,002 |
| N | 25 139 | 25 139 | 25 139 |
| F štatistika modelu (p-hodnota) | 1 113 (0,00) | 1 080 (0,00) | 8 (0,00) |
| F-test významnosti fixných efektov (p-hodnota) | | 11 (0,00) | |
| Breusch Pagan LM test časových fix. efektov χ^2 (p-hodnota) | | | 14 098 (0,00) |
| Papier | | | |
| <i>Tag</i> | 0,45*** | 0,13 | 0,11 |
| <i>VolumeFrequency</i> | 0,31*** | -0,006 | 0,00 |
| <i>In DEN</i> | 0,34*** | 0,08 | 0,02 |
| <i>Over65</i> | 1,16*** | 3,17*** | 1,97 |
| <i>Under4</i> | -9,19*** | 0,77 | 0,83 |
| <i>Income</i> | 3,51*** | 2,01*** | 0,78*** |
| Within R ² | 0,20 | 0,07 | 0,002 |
| N | 21 865 | 21 865 | 21 865 |
| F štatistika modelu (p-hodnota) | 938 (0,00) | 221 (0,00) | 7 (0,00) |
| F-test významnosti fixných efektov (p-hodnota) | | 12 (0,00) | |
| Breusch Pagan LM test časových fix. efektov χ^2 (p-hodnota) | | | 2 941 (0,00) |
| Sklo | | | |
| <i>Tag</i> | 0,40*** | 0,12` | 0,09 |
| <i>VolumeFrequency</i> | 0,12*** | 0,14* | 0,13* |
| <i>In DEN</i> | -0,06*** | -0,47*** | -0,55** |
| <i>Over65</i> | 0,31* | 1,94*** | 0,80 |
| <i>Under4</i> | -5,35*** | 0,79 | 0,85 |
| <i>Income</i> | 1,98*** | 1,57*** | 0,05 |
| Within R ² | 0,13 | 0,10 | 0,004 |
| N | 24 974 | 24 974 | 24 974 |
| F štatistika modelu (p-hodnota) | 647 (0,00) | 428 (0,00) | 14 (0,00) |
| F-test významnosti fixných efektov (p-hodnota) | | 15 (0,00) | |
| Breusch Pagan LM test časových fix. efektov χ^2 (p-hodnota) | | | 601 (0,00) |
| Biodpad | | | |
| <i>Tag</i> | -0,40** | -0,44 | -0,47 |
| <i>VolumeFrequency</i> | 0,30** | -0,35 | -0,27 |
| <i>In DEN</i> | 0,05 | 0,74` | 0,62` |
| <i>Ln GARDEN</i> | 0,02 | 0,44 | 0,26 |
| <i>Over65</i> | 6,09*** | 0,81 | -0,43 |
| <i>Under4</i> | -1,63 | 1,41 | -0,35 |
| <i>Income</i> | 1,47*** | 2,60*** | 0,88* |
| Within R ² | 0,06 | 0,07 | 0,003 |
| N | 6 042 | 6 042 | 6 042 |
| F štatistika modelu (p-hodnota) | 56 (0,00) | 50 (0,00) | 2 (0,08) |
| F-test významnosti fixných efektov (p-hodnota) | | 9 (0,00) | |
| Breusch Pagan LM test časových fix. efektov χ^2 (p-hodnota) | | | 289 (0,00) |
| Iný triedený odpad | | | |
| <i>Tag</i> | 0,23*** | 0,04 | -0,01 |
| <i>VolumeFrequency</i> | -0,07 | -0,23 | -0,27 |

| | | | |
|--|------------|------------|------------|
| <i>In DEN</i> | 0,04*** | 0,44* | 0,34 |
| <i>Over65</i> | 1,30*** | 5,51*** | 3,23** |
| <i>Under4</i> | -9,68*** | 0,25 | 0,43 |
| <i>Income</i> | 3,15*** | 2,76*** | 0,19 |
| Within R ² | 0,13 | 0,08 | 0,002 |
| N | 21 728 | 21 728 | 21 725 |
| F štatistika modelu (p-hodnota) | 551 (0,00) | 285 (0,00) | 5 (0,00) |
| F-test významnosti fixných efektov (p-hodnota) | | 6 (0,00) | |
| Breusch Pagan LM test časových fix. efektov χ^2 (p-hodnota) | | | 545 (0,00) |

Úroveň signifikantnosti podľa t-hodnôt, ktoré sú v (2) sú založené na robustných štandardných odchýlkach zoskupených podľa obcí, v (3) zoskupených podľa obcí a rokov

Zdroj: IEP

*** p<0,001, ** p<0,01, * p<0,05, ` p<0,1

Tabuľka 22: Priestorový Durbin model s fixnými efektmi obcí a rokov (typy množstvého zberu)

| | Odhadované koeficienty | Priamy efekt | Nepriamy efekt | Celkový efekt |
|--------------------------------|------------------------|--------------|----------------|---------------|
| Zmesový komunálny odpad | | | | |
| <i>Tag</i> | -0,37*** | -0,37*** | -0,06*** | -0,43*** |
| <i>VolumeFrequency</i> | -0,12** | -0,12*** | -0,02*** | -0,14*** |
| <i>In DEN</i> | -0,39*** | -0,39*** | -0,07*** | -0,45*** |
| <i>Over65</i> | -0,15 | -0,15 | -0,03 | 0,18 |
| <i>Under4</i> | 0,33` | 0,33` | 0,06` | 0,39` |
| <i>Income</i> | -0,11* | -0,11*** | -0,02*** | -0,13*** |
| <i>W* Tag</i> | -0,08 | | | |
| <i>W*VolumeFrequency</i> | -0,13` | | | |
| <i>W*In DEN</i> | 0,29*** | | | |
| <i>W*Over65</i> | -0,31 | | | |
| <i>W*Under4</i> | -0,54 | | | |
| <i>W*Income</i> | 0,12 | | | |
| R ² | 0,78 | | | |
| <i>Wald lag</i> | 37,52 (0,00) | | | |
| <i>Wald error</i> | 38,84 (0,00) | | | |
| <i>Hausmann</i> | 1 246 (0,00) | | | |
| Plasty | | | | |
| <i>Tag</i> | 0,07 | 0,08 | 0,05 | 0,13 |
| <i>VolumeFrequency</i> | 0,21*** | 0,21*** | 0,16*** | 0,37*** |
| <i>In DEN</i> | -0,39*** | -0,42*** | -0,30*** | -0,72*** |
| <i>Over65</i> | 0,33 | 0,34 | 0,25 | 0,59 |
| <i>Under4</i> | -0,38 | -0,39 | -0,29 | -0,68 |
| <i>Income</i> | 0,11 | 0,12 | 0,08 | 0,20 |
| <i>W* Tag</i> | 0,09 | | | |
| <i>W*VolumeFrequency</i> | -0,22` | | | |
| <i>W*In DEN</i> | 0,17 | | | |
| <i>W*Over65</i> | -0,84` | | | |
| <i>W*Under4</i> | -0,09 | | | |
| <i>W*Income</i> | -0,02 | | | |
| R ² | 0,75 | | | |
| <i>Wald lag</i> | 8,90 (0,18) | | | |
| <i>Wald error</i> | 4,00 (0,67) | | | |
| <i>Hausmann</i> | 636 (0,00) | | | |
| Papier | | | | |
| <i>Tag</i> | 0,19* | 0,10` | 0,03` | 0,13` |
| <i>VolumeFrequency</i> | 0,02 | 0,10 | 0,03 | 0,13 |
| <i>In DEN</i> | -0,14 | 0,11 | 0,04 | 0,15 |

| | | | | |
|--------------------------|--------------|----------|----------|----------|
| <i>Over65</i> | 1,45*** | 0,38*** | 0,14*** | 0,52*** |
| <i>Under4</i> | 0,48 | 0,47 | 0,16 | 0,63 |
| <i>Income</i> | 0,07 | 0,13 | 0,04 | 0,17 |
| <i>W* Tag</i> | -0,04 | | | |
| <i>W*VolumeFrequency</i> | -0,23 | | | |
| <i>W*In DEN</i> | 0,48** | | | |
| <i>W*Over65</i> | 1,26 | | | |
| <i>W*Under4</i> | 1,01 | | | |
| <i>W*Income</i> | 1,31*** | | | |
| <i>R²</i> | 0,76 | | | |
| <i>Wald lag</i> | 54,39 (0,00) | | | |
| <i>Wald error</i> | 63,17 (0,00) | | | |
| <i>Hausmann</i> | 289 (0,00) | | | |
| Sklo | | | | |
| <i>Tag</i> | 0,07 | 0,07 | 0,03 | 0,10 |
| <i>VolumeFrequency</i> | 0,12` | 0,12` | 0,04` | 0,16` |
| <i>In DEN</i> | -0,56*** | -0,57*** | -0,22*** | -0,78*** |
| <i>Over65</i> | 0,71** | 0,72** | 0,27** | 0,99** |
| <i>Under4</i> | 0,66* | 0,68* | 0,25* | 0,93* |
| <i>Income</i> | 0,13` | 0,13` | 0,05` | 0,18` |
| <i>W* Tag</i> | 0,21` | | | |
| <i>W*VolumeFrequency</i> | 0,11` | | | |
| <i>W*In DEN</i> | 0,30* | | | |
| <i>W*Over65</i> | -0,16 | | | |
| <i>W*Under4</i> | -0,78 | | | |
| <i>W*Income</i> | -0,07 | | | |
| <i>R²</i> | 0,74 | | | |
| <i>Wald lag</i> | 12,99 (0,04) | | | |
| <i>Wald error</i> | 7,48 (0,28) | | | |
| <i>Hausmann</i> | 1 397 (0,00) | | | |

*** p<0,001, ** p<0,01, * p<0,05, ` p<0,1

Zdroj: IEP

p-hodnoty pri priamych, nepriamych a celkových efektoch sú simulované p-hodnoty podľa LeSage a Pace (2009)

Výpočet priamych, nepriamych a celkových efektov

Zatiaľ čo koeficienty lineárnej regresie majú priamu interpretáciu, v modeloch obsahujúcich priestorovú závislosť vysvetľujúcej alebo závislej premennej je interpretácia komplikovanejšia. Priestorové modely zahŕňajú informáciu zo susedných pozorovaní, resp. obcí. Priestorový Durbinov model sa dá prepísať v tvare

$$Y_{it} = \rho WY_{it} + \alpha_{0i} + \alpha_{1t} + \beta X_{it} + \theta W X_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$Y_{it} = (I - \rho W)^{-1}(\beta X_{it} + \theta W X_{it}) + (I - \rho W)^{-1}\alpha_{0i} + (I - \rho W)^{-1}\alpha_{1t} + (I - \rho W)^{-1}\varepsilon_{it} \quad (10)$$

Parciálnou deriváciou oboch strán rovnice podľa k-tej vysvetľujúcej premennej X (x_{ik} pre $i=1,\dots,N$) dostaneme

$$\left[\frac{\partial Y}{\partial x_{1k}} \dots \frac{\partial Y}{\partial x_{Nk}} \right] = \begin{bmatrix} \frac{\partial y_1}{\partial x_{1k}} & \dots & \frac{\partial y_1}{\partial x_{Nk}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial y_N}{\partial x_{1k}} & \dots & \frac{\partial y_N}{\partial x_{Nk}} \end{bmatrix}$$

$$= (I - \rho W)^{-1} \begin{bmatrix} \beta_k & w_{12}\theta_k & \dots & w_{1N}\theta_k \\ w_{21}\theta_k & \beta_k & \dots & \vdots \\ \vdots & \dots & \ddots & \dots \\ w_{N1}\theta_k & w_{N2}\theta_k & \dots & \beta_k \end{bmatrix} \quad (11)$$

kde w_{ij} je (i, j) prvok priestorovej matice W . Priamy efekt je definovaný ako suma prvkov na diagonále matice, nepriamy efekt je definovaný ako priemer prvkov mimo diagonály (Lesage a Pace, 2009). Celkový efekt predstavuje súčet priamych a nepriamych efektov.

Odhadnuté nepriame efekty vysvetľujúcich premenných by sa mali použiť na testovanie hypotézy, či dochádza k efektu prelievania, t. j. susedné regióny sa vzájomne ovplyvňujú (tzv. „spatial spillover effect“). Keďže sú nepriame efekty zložené z rôznych odhadov koeficientov v dôsledku komplexných matematických vzorcov, nie je možné testovať signifikantnosť efektu prelievania z príslušných štandardných odchýlok a t-hodnôt. Pre posúdenie štatistickej významnosti priamych a nepriamych efektov Lesage a Pace (2009) navrhujú simuláciu rozdelenia priamych a nepriamych efektov pomocou kovariančnej matice odhadnutej metódou maximálnej vierohodnosti.

Testovanie endogenity

Tabuľka 23: Prvý stupeň regresie

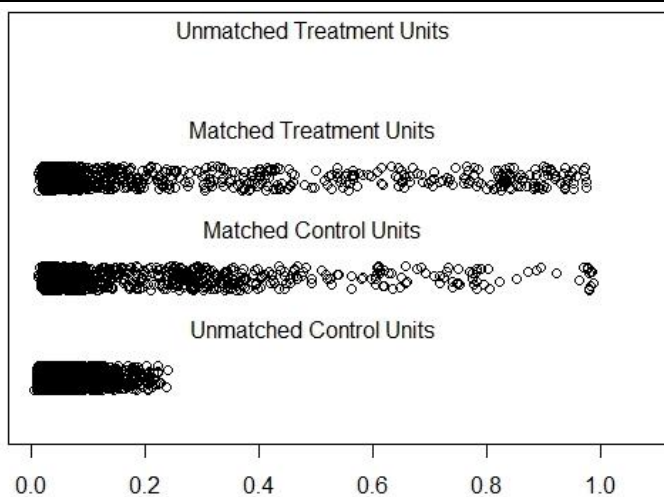
| | Odhadovaný koeficient |
|---------------------------------------|-----------------------|
| PAYTYN | 0,19*** |
| ln DEN | 0,55*** |
| Over65 | 0,90*** |
| Under4 | 0,17 |
| Income | 0,26*** |
| F-test významnosti PAYTYN (p-hodnota) | 738 (0,00) |
| R ² | 0,002 |
| N | 25 146 |

Zdroj: IEP

Príloha 2: Metóda párovania

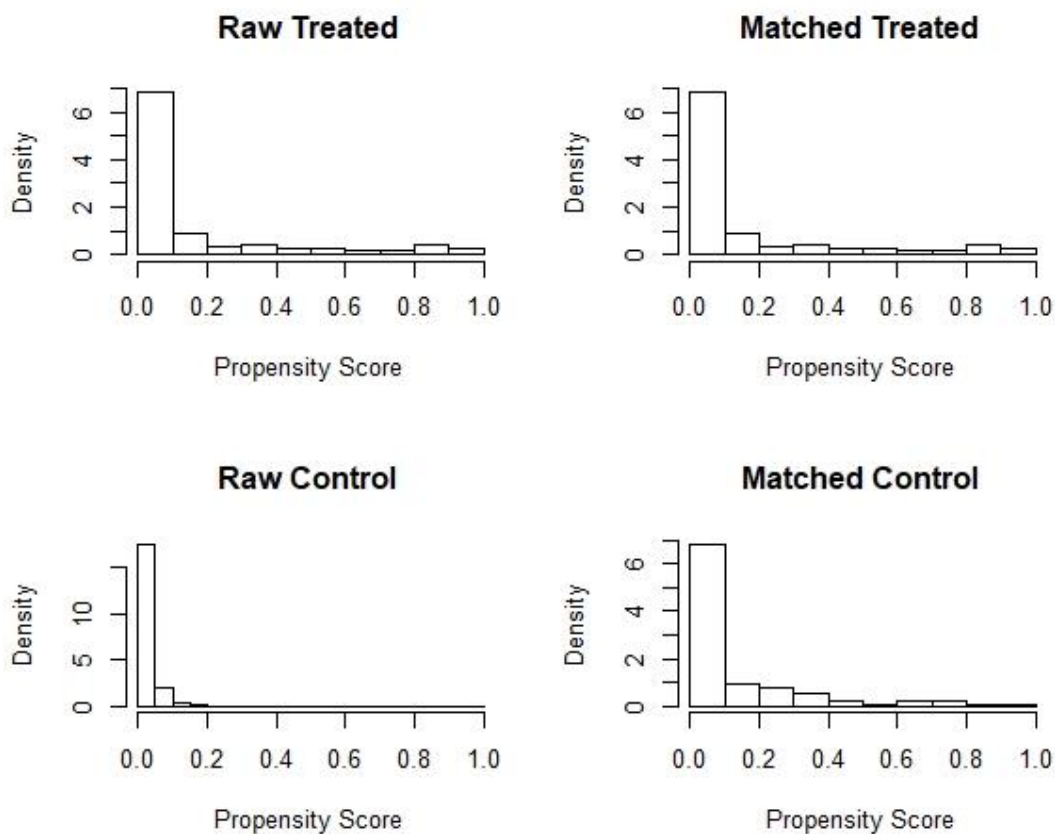
Preskúvanie regiónu spoločnej podpory

Graf 2: Rozdelenie pravdepodobností pred a po párovaní obcí



Zdroj: IEP

Graf 3: Histogram pravdepodobností pred a po párovaní obcí



*Raw Treated – obce s množstvovým zberom pred spárovaním, Matched Treated – obce s množstvovým zberom po spárovaní Zdroj: IEP
Raw Control – obce s paušálnym poplatkom pred spárovaním, Matched Control – obce s paušálnym poplatkom po spárovaní

Zhodnotenie dosiahnutej rovnováhy

Tabuľka 24: Overenie rovnováhy pomocou výpočtov

| | | Priemer | | Normalizované rozdiely priemerov |
|---------------------------|------------|------------|-----------|----------------------------------|
| | | Ovplyvnené | Kontrolné | |
| $\sum d_{ij} PAYT_{jt-1}$ | nepárované | 0,176 | 0,036 | 86 % |
| | spárované | 0,176 | 0,156 | 9 % |
| DEN | nepárované | 4,014 | 4,248 | 25 % |
| | spárované | 4,193 | 4,248 | 6 % |
| Under3 | nepárované | 0,051 | 0,053 | 8 % |
| | spárované | 0,052 | 0,053 | 4 % |
| Over65 | nepárované | 0,149 | 0,154 | 8 % |
| | spárované | 0,149 | 0,149 | 1 % |
| Income1000 | nepárované | 0,483 | 0,561 | 52 % |
| | spárované | 0,546 | 0,561 | 10 % |

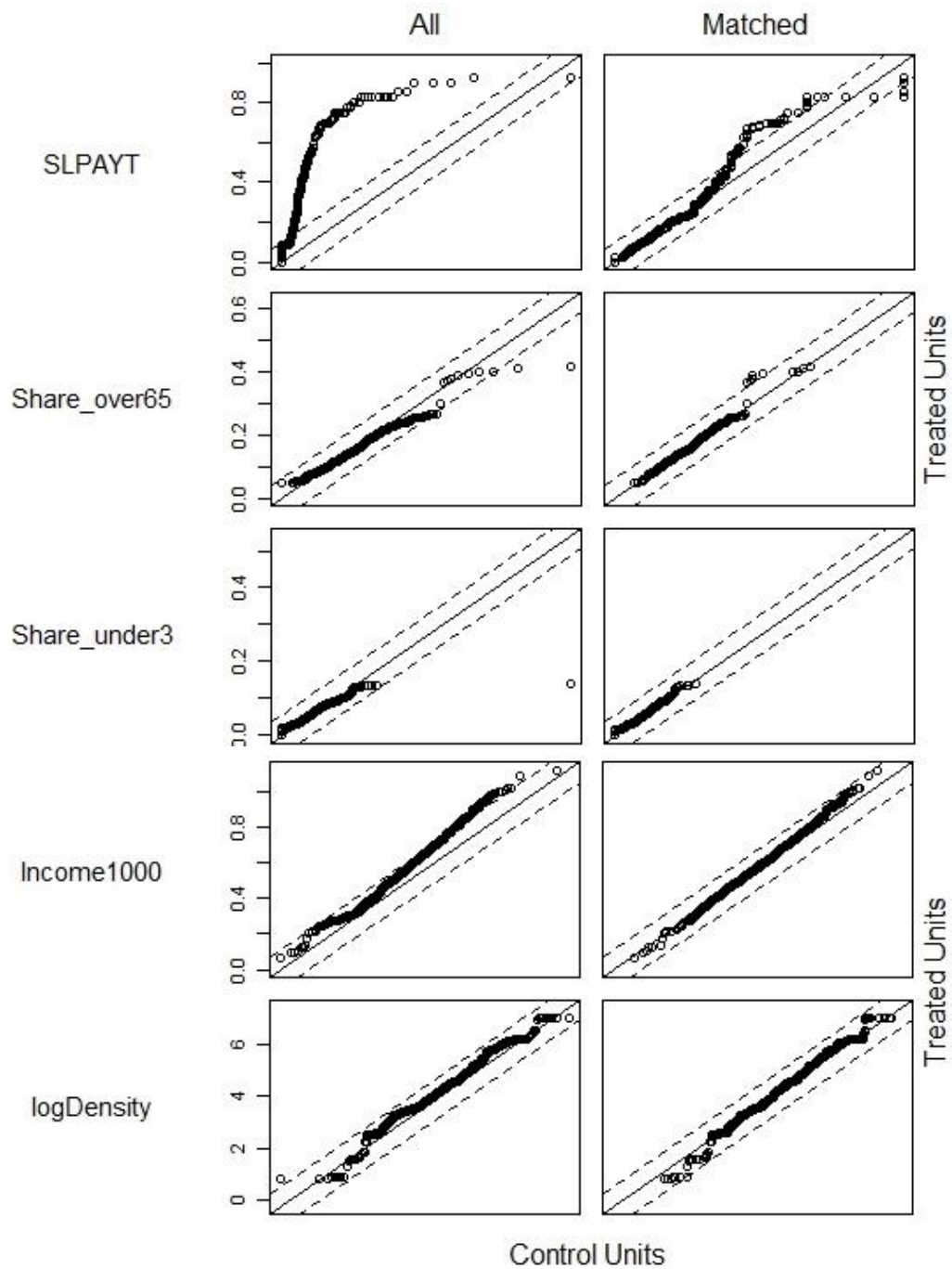
Zdroj: IEP

Tabuľka 25: Chí-kvadrát test

| | Chí-kvadrát | p-hodnota |
|-------------------|-------------|-----------|
| Nespárované údaje | 3 130 | 0,00 |
| Spárované údaje | 9,7 | 0,08 |

Zdroj: IEP

Graf 4: Vizuálna kontrola dosiahnutej rovnováhy



Zdroj: IEP

Analýza citlivosti

Tabuľka 26: Rosenbaumov test citlivosti

| Gamma | p-hodnota pre Gama | | Bodový odhad | | Ekvivalent skrytej výchyľky |
|--------------------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------------|
| | Dolná hranica | Horná hranica | Dolná hranica | Horná hranica | Income1000 |
| Zmesový komunálny odpad | | | | | |
| 1 | 0 | 0 | -0,22 | -0,22 | 0 |
| 1.1 | 0 | 0 | -0,32 | -0,12 | 0,06 |
| 1.2 | 0 | 0 | -0,32 | -0,12 | 0,12 |
| 1.3 | 0 | 0 | -0,32 | -0,12 | 0,18 |
| 1.4 | 0 | 0 | -0,41 | -0,02 | 0,23 |
| 1.5 | 0 | 0 | -0,41 | -0,02 | 0,28 |
| 1.6 | 0 | 0 | -0,41 | -0,02 | 0,32 |
| 1.7 | 0 | 0 | -0,41 | -0,02 | 0,36 |
| 1.8 | 0 | 0,03 | -0,41 | -0,02 | 0,40 |
| 1.9 | 0 | 0,15 | -0,52 | -0,02 | 0,44 |
| 2.0 | 0 | 0,38 | -0,52 | 0,08 | 0,48 |
| Plasty | | | | | |
| 1 | 0 | 0 | 0,18 | 0,18 | 0 |
| 1.1 | 0 | 0 | 0,08 | 0,28 | 0,06 |
| 1.2 | 0 | 0 | 0,08 | 0,28 | 0,12 |
| 1.3 | 0 | 0,05 | -0,02 | 0,38 | 0,18 |
| 1.4 | 0 | 0,30 | -0,02 | 0,38 | 0,23 |
| 1.5 | 0 | 0,69 | -0,02 | 0,38 | 0,28 |
| 1.6 | 0 | 0,93 | -0,12 | 0,48 | 0,32 |
| 1.7 | 0 | 0,99 | -0,12 | 0,48 | 0,36 |
| 1.8 | 0 | 0,99 | -0,12 | 0,48 | 0,40 |
| 1.9 | 0 | 1 | -0,22 | 0,58 | 0,44 |
| 2.0 | 0 | 1 | -0,22 | 0,58 | 0,48 |
| Sklo | | | | | |
| 1 | 0 | 0 | 0,18 | 0,18 | 0 |
| 1.1 | 0 | 0 | 0,07 | 0,27 | 0,06 |
| 1.2 | 0 | 0 | 0,07 | 0,27 | 0,12 |
| 1.3 | 0 | 0 | -0,02 | 0,37 | 0,18 |
| 1.4 | 0 | 0,04 | -0,02 | 0,37 | 0,23 |
| 1.5 | 0 | 0,26 | -0,02 | 0,37 | 0,28 |
| 1.6 | 0 | 0,62 | -0,02 | 0,37 | 0,32 |
| 1.7 | 0 | 0,88 | -0,12 | 0,47 | 0,36 |
| 1.8 | 0 | 0,98 | -0,12 | 0,47 | 0,40 |
| 1.9 | 0 | 0,99 | -0,12 | 0,47 | 0,44 |
| 2.0 | 0 | 0,99 | -0,12 | 0,47 | 0,48 |
| Papier | | | | | |
| 1 | 0 | 0 | 0,23 | 0,23 | 0 |
| 1.1 | 0 | 0 | 0,14 | 0,34 | 0,06 |
| 1.2 | 0 | 0,01 | 0,04 | 0,44 | 0,12 |
| 1.3 | 0 | 0,15 | 0,04 | 0,44 | 0,18 |
| 1.4 | 0 | 0,53 | -0,06 | 0,54 | 0,23 |
| 1.5 | 0 | 0,86 | -0,06 | 0,54 | 0,28 |
| 1.6 | 0 | 0,98 | -0,16 | 0,64 | 0,32 |
| 1.7 | 0 | 0,99 | -0,16 | 0,64 | 0,36 |
| 1.8 | 0 | 0,99 | -0,25 | 0,74 | 0,40 |
| 1.9 | 0 | 1 | -0,25 | 0,74 | 0,44 |
| 2.0 | 0 | 1 | -0,26 | 0,74 | 0,48 |

Zdroj: IEP

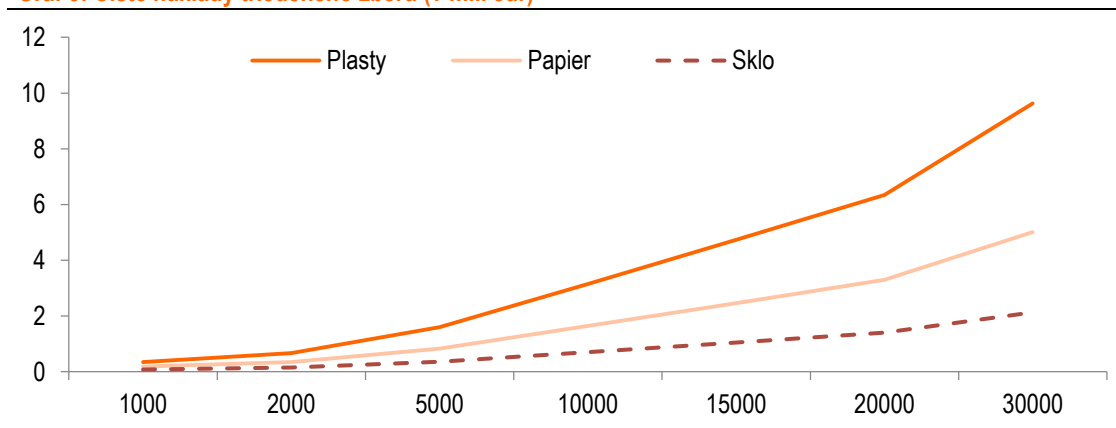
Príloha 3: Náklady na triedený zber

Správy o činnosti organizácií zodpovednosti výrobcov, ktoré financujú triedený zber, poskytujú údaje o množstve vyzbieraných odpadov a výške čistých nákladov na ich zber a zhodnocovanie v rokoch 2016 až 2018. Z týchto údajov sme odhadli krivku nákladov triedeného zberu v závislosti od vyzbieraného množstva.

Spoločnosť Naturpack nám zároveň poskytla údaje o čistých nákladoch podľa typu materiálu, ktoré sa výrazne líšia. Náklady na vyzbieranie jednej tony plastu sú až 4násobne vyššie oproti nákladom na zber skla a 2násobne vyššie oproti nákladom na zber papiera. Dôvodom je nižšia výkupná cena plastov ako aj vyššie náklady na ich zber kvôli veľkému objemu a malej hmotnosti v porovnaní s ostatnými materiálmi.

Pre výpočet výšky nákladov podľa typu materiálu sme predpokladali, že sklon krivky je rovnaký pre každý materiál a odlišuje sa iba hodnotou konštanty, ktorú sme vypočítali podľa údajov od Naturpacku.

Graf 5: Čisté náklady triedeného zberu (v mil. eur)



Zdroj: odhad IEP na základe správ o činnosti OZV

Príloha 4: Náklady na domáce kompostéry

Tabuľka 27: Prieskum trhu so záhradnými kompostérmi

| | Cena | Kapacita (v litroch) | Životnosť (v rokoch) | Náklady (eur/rok) |
|-----------------------|------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| | | | | 4 |
| Prosperplast 380 | 25 | 380 | 3 | 8 |
| Prosperplast 400 | 32 | 400 | 3 | 11 |
| Jelinek Trading K 290 | 44 | 300 | 10 | 4 |
| Prosperplast 600 | 45 | 600 | 3 | 15 |
| Jelinek Trading K 390 | 49 | 390 | 10 | 5 |
| Prosperplast 800 | 55 | 800 | 3 | 18 |
| Jelinek Trading K 400 | 57 | 400 | 10 | 6 |
| JRK PREMIUM 335 | 85 | 335 | 20 | 4 |
| Jelinek Trading K 700 | 90 | 720 | 10 | 9 |
| JRK PREMIUM 445 | 95 | 445 | 20 | 5 |
| JRK PREMIUM 650 | 149 | 650 | 20 | 7 |
| JRK PREMIUM 800 | 159 | 800 | 20 | 8 |
| JRK PREMIUM 1050 | 176 | 1050 | 20 | 9 |
| JRK PREMIUM 2000 | 371 | 2000 | 20 | 19 |
| Priemer | 100 | 632 | 13 | 9 |

Zdroj: IEP podľa www.zemito.sk