

Indexová dekompoziční analýza produkce komunálního odpadu v ČR za roky 2016-2023

Mgr. Miroslav Havránek

**Centrum pro otázky životního prostředí, Univerzita Karlova a
Česká informační agentura životního prostředí**

SS02030008

CENTRUM ENVIRONMENTÁLNÍHO VÝZKUMU

ODPADOVÉ A OBĚHOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ A ENVIRONMENTÁLNÍ BEZPEČNOST

listopad 2024

**T A
Č R**

Projekt **SS02030008 Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.

Úvod

Tato analýza vznikla na základě požadavku na operativní výzkum na asistenci s přípravou vyhodnocení plnění indikátorů státní politiky životního prostředí (SPŽP), konkrétně indikátoru produkce komunálního odpadu. Obecně je toto vyhodnocení problematické, protože SPŽP platí od roku 2021 a není dostatečná časová řada, která by dokázala odlišit vliv politiky a vliv zejména pandemie COVID-19 na produkci KO.

Dekompoziční analýza produkce komunálního odpadu (KO) v ČR rozkládá změnu v objemu KO na tři hlavní hybné síly: počet obyvatel, HDP na obyvatele a intenzitu české ekonomiky měřenou objemem KO na jednotku HDP. Analýza využívá indexovou dekompoziční metodu, konkrétně LogMean Divisia index. Analýza využívá data pro období 2016-2023.

Definice proměnných:

- W_t : Produkce komunálního odpadu v roce t .
- Y_t : Hrubý domácí produkt (HDP) v roce t .
- P_t : Počet obyvatel v roce t .
- Dekompoziční faktory:
 - Intenzita odpadu (Waste Intensity) $\frac{W_t}{Y_t}$: Množství KO na jednotku HDP.
 - HDP na obyvatele (GDP per Capita) $\frac{Y_t}{P_t}$: Míra ekonomické aktivity na obyvatele.
 - Počet obyvatel (Population) P_t : Celkový počet obyvatel.

Celková produkce KO(W) v roce t je vyjádřena jako:

$$W_t = \left(\frac{W_t}{Y_t} \right) \times \left(\frac{Y_t}{P_t} \right) \times P_t$$

kde:

- $\frac{W_t}{Y_t}$: Intenzita produkce odpadu.
- $\frac{Y_t}{P_t}$: HDP na obyvatele.
- P_t : Počet obyvatel.

Změna KO je rozložena na následující efekty:

- **Intenzitní efekt (Waste Intensity Effect):** Vyjadřuje změnu v produkci KO způsobenou změnami v intenzitě produkce KO na jednotku HDP.
- **Ekonomický efekt (Economic Activity Effect):** Změna produkce KO způsobená změnami v HDP na obyvatele.

- **Demografický efekt (Population Effect):** Změna produkce KO způsobená změnou počtu obyvatel.

Efekty jednotlivých faktorů se odvodí, jak ukazuje Box 1.

Intenzitní efekt ($\Delta W_{\text{intenzita}}$):

$$\Delta W_{\text{intenzita}} = L(W_t, W_{t-1}) \cdot \ln \left(\frac{W_t}{W_{t-1}} \right)$$

Ekonomický efekt ($\Delta W_{\text{ekonomika}}$):

$$\Delta W_{\text{ekonomika}} = L(W_t, W_{t-1}) \cdot \ln \left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}} \right)$$

Populační efekt ($\Delta W_{\text{populace}}$):

$$\Delta W_{\text{populace}} = L(W_t, W_{t-1}) \cdot \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right)$$

kde:

- $L(W_t, W_{t-1}) = \frac{W_t - W_{t-1}}{\ln(W_t) - \ln(W_{t-1})}$ je logaritmičtý průměr produkce KO,
- W_t : produkce KO v čase t ,
- Y_t : HDP v čase t ,
- P_t : populace v čase t .

Celková změna produkce KO je dána jako:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{intenzita}} + \Delta W_{\text{ekonomika}} + \Delta W_{\text{populace}}$$

Box 1: Rovnice výpočtu

Vstupní parametry analýzy

Během sledovaného období 2016–2023 došlo v České republice k významným změnám, které ovlivnily jak ekonomickou situaci, tak produkci komunálního odpadu. Ekonomika vykazovala růst až do roku 2019, kdy HDP kontinuálně rostlo, což vedlo i k nárůstu produkce odpadu. Rok 2020 však přinesl pandemii COVID-19, která způsobila výrazný pokles ekonomické aktivity. Opatření proti šíření viru omezila spotřebu, výrobu a mobilitu obyvatel, což vedlo k dočasnému snížení produkce KO. V roce 2021 následovalo silné ekonomické oživení, které vyústilo ve skokový nárůst produkce odpadu, když se ekonomická aktivita a spotřeba rychle vrátily k předchozím hodnotám. V roce 2022 pak došlo ke stabilizaci ekonomiky, ale i k pokračujícím změnám v populaci, kdy populace vzrostla na nejvyšší úroveň sledovaného období. Sledované období tak zahrnuje nejen klasické ekonomické cykly, ale i mimořádné výkyvy spojené s pandemií, které významně ovlivnily trendy v produkci komunálního odpadu a nastolily otázky udržitelnosti a efektivity odpadového hospodářství v době krizí.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Populace (mil. osob)	10,578	10,610	10,649	10,693	10,701	10,516	10,827	10,900
HDP (mld. CZK, sc 2020)	5495	5779	5942	6154	5828	6063	6235	6230
Produkce KO (tis. tun)	5453	5542	5634	5763	5765	5999	5483	5647

Populace

Tento parametr představuje celkový počet obyvatel v dané zemi. Je klíčovým faktorem, protože produkce komunálního odpadu je přímo úměrná počtu lidí, kteří produkují odpad. Růst populace obvykle vede k vyšší produkci KO, zatímco pokles populace může vést ke snížení produkce odpadu. Populační faktor je nezbytný pro analýzu, protože zachycuje demografické změny, které ovlivňují produkci KO.

Hrubý domácí produkt

HDP je celková hodnota zboží a služeb vyrobených v ekonomice. V tomto kontextu se používá jako indikátor ekonomické aktivity. Vyšší HDP znamená větší ekonomickou aktivitu, která může vést k vyšší spotřebě a následně k větší produkci KO. HDP tedy slouží jako ekonomický faktor, který umožňuje sledovat vliv ekonomického růstu nebo poklesu na produkci odpadu.

Produkce komunálního odpadu

Tento parametr vyjadřuje celkové množství komunálního odpadu, který vznikl v daném roce. Je to hlavní proměnná, kterou chceme analyzovat. Pomocí dalších faktorů (populace a HDP) lze rozložit změny v produkci KO a pochopit, zda jsou způsobeny ekonomickým růstem, demografickými změnami nebo změnami ve způsobu produkce odpadu.

Vhodnost parametrů

Vybrané parametry umožňují rozložit celkové změny v produkci KO na faktory hnacích sil jednotlivé vlivy – demografické, ekonomické a intenzitní. Kombinace počtu obyvatel a HDP jako vysvětlujících faktorů je vhodná, protože umožňuje:

- Izolovat vliv ekonomické aktivity (HDP) na produkci KO, což je užitečné pro pochopení, jak změny v bohatství a spotřebě ovlivňují množství odpadu.
- Zohlednit populační změny, které přímo ovlivňují množství produkovaného odpadu.
- Analyzovat efektivitu produkce odpadu na jednotku ekonomické aktivity (intenzitní efekt), což pomáhá identifikovat změny v efektivitě hospodaření s odpady.

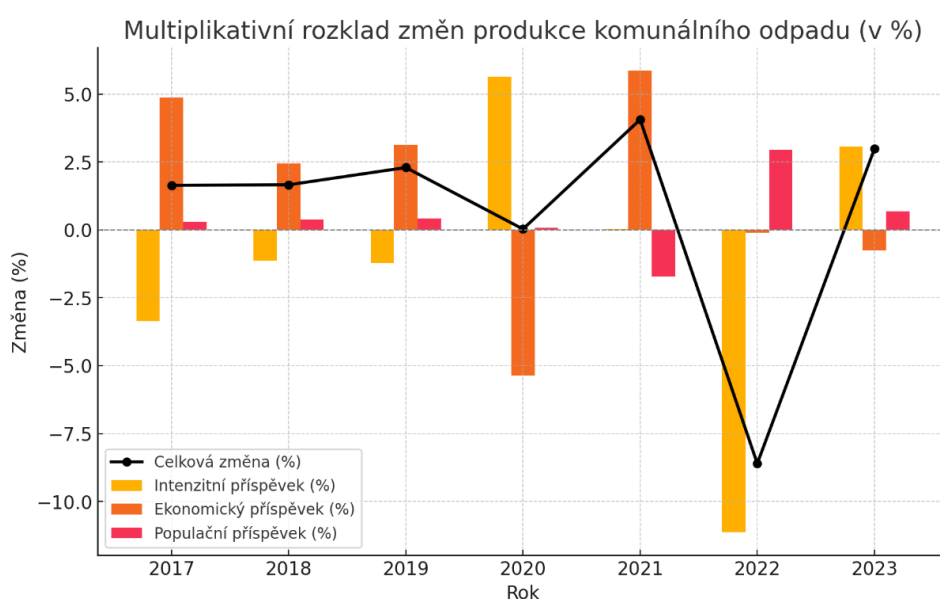
Tento přístup poskytuje komplexní pohled na faktory, které přispívají ke změnám v produkci KO, což je zásadní pro tvorbu politik zaměřených na udržitelnější nakládání s odpady. Nicméně je třeba poznamenat, že IDA neanalyzuje příčinu ani závislosti, jedná se o rozložení změn na faktory hnacích sil.

Výsledky analýzy

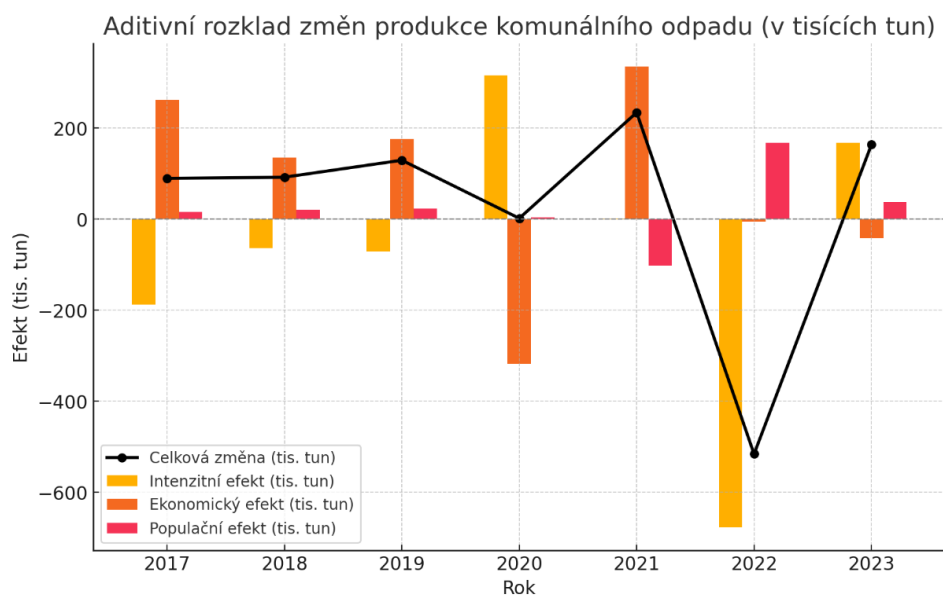
Intenzitní efekt vyjadřuje změnu v produkci komunálního odpadu (KO) způsobenou změnami v intenzitě produkce odpadu na jednotku HDP. Výsledky analýzy ukazují, že intenzitní efekt je v letech 2017 až 2019 záporný, což naznačuje zlepšení efektivity a pokles množství KO na jednotku HDP. V roce 2020 se však tento efekt stává mírně kladným, což naznačuje zvýšení produkce odpadu na jednotku HDP. Tento nárůst pravděpodobně souvisí s pandemií COVID-19, která ovlivnila spotřební a produkční vzorce. V roce 2021 je intenzitní efekt opět kladný, což může odrážet změny v ekonomickém prostředí a postupný přechod k normálnímu fungování, kdy se produkce odpadu na jednotku HDP mírně zvýšila.

Ekonomický efekt vyjadřuje změnu produkce komunálního odpadu (KO) způsobenou změnami v HDP na obyvatele. Tento efekt je ve většině let kladný, což znamená, že rostoucí HDP na obyvatele, tedy rostoucí ekonomická aktivita, vede ke zvýšení produkce KO. V roce 2020 však ekonomický efekt vykazuje mírně zápornou hodnotu, což lze přičíst ekonomickým dopadům pandemie COVID-19, kdy došlo k poklesu spotřeby a výroby, což mělo vliv na produkci KO. V roce 2021 je ekonomický efekt výrazně kladný, což naznačuje silný nárůst produkce KO v důsledku rostoucí ekonomické aktivity, pravděpodobně spojený s oživením ekonomiky po pandemii.

Populační efekt vyjadřuje změnu v produkci komunálního odpadu (KO) způsobenou změnami v počtu obyvatel. Tento efekt je v letech 2017 až 2019 mírně kladný, což naznačuje, že růst populace přispěl ke zvýšení produkce KO. V roce 2021 je populační efekt záporný, což odráží pokles populace zaznamenaný v tomto roce a přispívá ke snížení celkové produkce KO. V roce 2022 a 2023 populace opět vzrostla, což vedlo k mírnému kladnému populačnímu efektu, ačkoli jeho vliv na produkci KO byl ve srovnání s ostatními efekty menší.



Celková změna produkce komunálního odpadu ukazuje, jak se celkové množství KO v tunách vyvíjelo mezi jednotlivými roky. Pozorujeme, že celková produkce KO roste v letech 2017 až 2019, což je způsobeno kombinací mírného populačního růstu a zejména vlivem ekonomického růstu. V roce 2020 je růst produkce KO minimální, pravděpodobně v důsledku ekonomických dopadů pandemie COVID-19. Rok 2021 pak vykazuje výrazný nárůst celkové produkce KO, což odráží ekonomický růst po pandemii a návrat ke standardní ekonomické aktivitě, což vedlo k vyšší produkci odpadu.



Závěr a diskuse

Výsledky provedené indexové dekompoziční analýzy produkce komunálního odpadu v České republice za období 2016–2023 odhalují, že největší vliv na změny v produkci KO má ekonomický efekt, tedy změny v HDP na obyvatele. Růst ekonomické aktivity je úzce spojen s nárůstem spotřeby, a tudíž i se zvýšenou produkcí odpadu. Tento vztah je zvláště výrazný v roce 2021, kdy dochází k prudkému ekonomickému oživení po pandemii COVID-19 a zároveň ke zvýšení produkce KO. Intenzitní efekt ukazuje pokles produkce KO na jednotku HDP v letech 2017–2019, což naznačuje určité zlepšení efektivity v nakládání s odpady. Populační efekt vykazuje převážně kladné hodnoty v obdobích růstu populace, přičemž záporné hodnoty se objevují v letech poklesu populace (např. 2021–2022).

Diskuse

Analýza naznačuje, že hospodářský růst představuje pro produkci KO významný rizikový faktor, protože s růstem HDP na obyvatele dochází k nárůstu množství odpadu. To je důležitý poznatek pro environmentální politiku, která by se měla zaměřit na oddělení ekonomického růstu od růstu produkce odpadu, například prostřednictvím podpory cirkulární ekonomiky, efektivnější recyklace a přijetí strategií omezujících nadměrnou spotřebu.

Pandemie COVID-19 výrazně ovlivnila ekonomický efekt a následně produkci KO, což je patrné na poklesu růstu odpadu v roce 2020 a výrazném nárůstu v roce 2021. Tento výkyv odráží neobvyklé podmínky pandemie, kdy byla omezena ekonomická aktivita, což vedlo k poklesu spotřeby, a tedy i produkce odpadu. Po pandemii však došlo k výraznému oživení ekonomiky, což mělo za následek prudký nárůst produkce KO.

Limity analýzy

Technické limity této analýzy zahrnují několik zásadních aspektů. Zaprvé je zde jednoduchost faktorizace, protože dekompoziční analýza se zaměřuje pouze na tři základní faktory – populaci, ekonomickou aktivitu a intenzitu produkce odpadu – což může být příliš zjednodušující. Produkci komunálního odpadu totiž ovlivňují i další významné faktory, jako jsou změny v legislativě, spotřební návyky obyvatel nebo pokroky v odpadových technologiích, které tato analýza nezohledňuje. Další technickou limitací je časová omezenost: analýza pokrývá relativně krátké období, což může zkruslovat vliv krátkodobých změn, například pandemie COVID-19. Delší časová řada by umožnila přesnější závěry, zejména o dlouhodobých trendech a vlivu ekonomických cyklů. Dále je zde předpoklad homogenní produkce odpadu na jednotku HDP, který však v praxi nemusí platit – různé sektory ekonomiky produkují různá množství a typy odpadu, což může ovlivnit přesnost odhadů.

Pokud jde o limity této analýzy pro environmentální politiku, jedním z klíčových omezení je nezohlednění legislativních změn. Analýza totiž nebere v potaz změny v legislativě nebo politice, které mohou produkci KO výrazně ovlivnit, jako jsou zákony o odpadech, pobídky pro recyklaci nebo regulace zaměřené na redukci plastového odpadu. Dalším limitujícím faktorem je vztah mezi ekonomickým růstem a environmentálními cíli. Ekonomický efekt ukazuje, že růst produkce KO úzce souvisí s růstem HDP, což upozorňuje na složitost dosažení environmentálních cílů bez omezování ekonomického růstu. Tato analýza poukazuje na potřebu oddělení růstu HDP od produkce odpadu pomocí lepších regulací a technologických inovací. Pandemie COVID-19 představuje také specifický případ, kdy pokles ekonomické aktivity vedl ke snížení produkce KO, což však bylo pouze dočasné – produkce odpadu se po pandemii opět výrazně zvýšila. Je důležité vnímat vliv pandemie jako výjimečný faktor, který nemusí odrážet dlouhodobý trend.

Celkově výsledky naznačují, že pro udržitelnou správu komunálního odpadu je nezbytné zaměřit se na opatření, která sníží závislost produkce KO na ekonomickém růstu a zajistí, že růst populace a ekonomické aktivity nepovedou automaticky k vyšší produkci odpadu.

Poděkování

Tato analýza vznikla jako dílčí výstup operačního výzkumu projektu „Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost CEVOOH“ s číslem SS02030008 výzkumného programu Prostředí pro život Ministerstva životního prostředí a Technologické agentury ČR. Za podporu děkujeme. Poděkování patří také kolegům z projektu SEPIA (č. SS04030013) za konzultace a věcné postřehy k provedené analýze.