

## POLJOPRIVREDNI OTPAD I STATISTIKA

Ketin Sonja<sup>1</sup>

(<https://orcid.org/0000-0003-1134-5701>)

Kostić Boban<sup>2</sup>

(<https://orcid.org/0000-0003-1134-5701>)

Plojović Šemsudin<sup>3</sup>

(<https://orcid.org/0000-0001-8472-0993>)

**Sažetak:** Poljoprivredni otpad su neupotrebljivi materijali, tečni ili čvrsti, koji nastaju u procesu poljoprivredne proizvodnje, kao što su đubriva, pesticidi, otpad od useva (kao što su ostaci od rezidbe voća) i stajnjak. Analiza podataka koja obuhvata količine različitih kategorija poljoprivrednog otpada generisanih tokom perioda od 2017. do 2021. godine, pruža uvid u dinamiku i trendove generisanja otpada. Ova analiza je ključna za razumevanje kako se različite vrste otpada akumuliraju u vremenu i kako se mogu implementirati efikasne strategije za njihovo upravljanje. Cilj statističke analize je višestruk: identifikovati trendove u generisanju otpada za svaku kategoriju, proveriti pretpostavke za primenjene statističke modele, grupisati kategorije otpada na osnovu sličnosti u njihovim godišnjim

<sup>1</sup>Istraživačko-razvojni Institut Tamiš, Novoseljanski put bb, 26 000 Pančevo, Srbija, ketin.sonja@gmail.com

<sup>2</sup>Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu, Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment u Novom Sadu, Cvečarska 2, 21 000 Novi Sad, Srbija, bobankosticbk@gmail.com

<sup>3</sup>Visoka škola strukovnih studija za informacione tehnologije ITS, Savski nasip 7, 11000 Beograd, Srbija, semsudin.plojovic@its.edu.rs

*količinama, i konačno, izvući relevantne zaključke koji bi mogli pomoći u formiranju politike upravljanja otpadom. U suštini našeg društva i njegovog razvoja leži sposobnost da razumemo i upravljamo resursima kojima raspolažemo, kao i otpadom koji generišemo. Istraživanje podataka o otpadu ima višestruki značaj. Prvo, omogućava nam da identifikujemo glavne izvore otpada, što je prvi korak ka njihovom smanjenju. Drugo, analiza trendova u generisanju otpada pomaže u predviđanju budućih izazova i potreba za infrastrukturom za upravljanje otpadom. Treće, razumevanje različitih vrsta otpada i njihovih količina omogućava razvoj specifičnih strategija za recikliranje, kompostiranje ili energetske valorizaciju, doprinoseći time očuvanju prirodnih resursa i smanjenju zagađenja. Konačno, ovo istraživanje igra ključnu ulogu u oblikovanju politika i regulativa koje teže ka održivom upravljanju otpadom, promovišući prakse koje su u skladu sa principima cirkularne ekonomije.*

**Ključne reči:** otpad, poljoprivreda, statistika trend, generisanje.

## UVOD

Pojam otpada se definiše kao svaka supstanca ili predmet koji vlasnik odlaže, namerava da odloži ili je dužan da odloži u skladu sa jednom od kategorija otpada navedenih u listi otpada. Generalno, razlikuju se dve kategorije otpada: opasan i neopasan otpad. Prema mestu nastanka razlikuje se kućni otpad, građevinski otpad, industrijski otpad, poljoprivredni otpad i otpad sa javnih površina. U toku poljoprivredne proizvodnje nastaju različiti otpadi, što zavisi od poljoprivrednog područja, načina proizvodnje i stepena njegove razvijenosti. Na osnovu ovoga, lista poljoprivrednog otpada nije konačna. Poljoprivredni otpad obuhvata: mašinski otpad, plastiku (npr. posude i čaše za proizvodnju sadnica), plastičnu ambalažu (od pesticida, mineralnih đubriva itd.), veterinarske proizvode, građevinski otpad, karton i papir, metal, drvo, staklo, gume, pepe, životinjski otpad i ostale useve. (Đelić i sar., 2019)

Deo otpada koji nastaje u procesu poljoprivredne proizvodnje tretira se kao opasan otpad, što uključuje: fitofarmaceutike, ulja, kocione tečnosti, azbest, olovne baterije, fluorescentne cevi.

## METOD

Analiza je obuhvatila nekoliko ključnih koraka:

- Trend analiza: Pomoću linearnih regresionih modela analizirani su trendovi za svaku kategoriju otpada, identifikujući da li količine otpada rastu, opadaju ili ostaju stabilne tokom vremena.
- Provera pretpostavki modela: testirane su pretpostavke linearnih modela, uključujući normalnost reziduala, kako bi se osigurala pouzdanost zaključaka izvedenih iz trend analize.
- Klasterska analiza: korišćenjem metode K-srednjih vrednosti, kategorije otpada su grupisane na osnovu sličnosti u njihovim godišnjim količinama, što je omogućilo identifikaciju klastera sa sličnim obrascima generisanja otpada.

## EKSPERIMENT

### Obrada podataka

Predstavljeni su prikupljeni podaci u tabelarnom prikazu (Tabela 1) koji obuhvataju različite kategorije otpada i njihove godišnje količine generisane u periodu od 2017. do 2021. godine. Ovi podaci predstavljaju osnov za detaljniju statističku analizu i razumevanje dinamike generisanja otpada, kao i za identifikaciju ključnih oblasti za intervenciju. Tabelarni prikaz podataka omogućava jasan i struktuiran uvid u količine otpada koje su generisane pod okriljem svake kategorije, pružajući tako osnovu za dalju analizu trendova, identifikaciju uzoraka i razvoj strategija za efikasno upravljanje otpadom.

**Tabela 1:** *Otpad nastao po agregiranim kategorijama otpada (EVC-Stat) u odeljak Poljoprivreda (Eco Bulletin, 2021)*

| Kategorije otpada *                              | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021   |
|--------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Opasan otpad                                     | 374   | 323   | 5041  | 420   | 715    |
| Hemijski i medicinski otpad                      | 315   | 269   | 148   | 373   | 685    |
| Reciklabilni otpad                               | 4     | 15    | 4852  | 0     | -      |
| Oprema                                           | 54    | 38    | 41    | 28    | 26     |
| Mešani obični otpad                              | 2     | 1     | 0     | 0     | 2      |
| Mineralni i čvrsti otpad                         | -     | -     | -     | 19    | 2      |
| Neopasan otpad                                   | 94866 | 67549 | 89000 | 88613 | 125351 |
| Hemijski i medicinski otpad                      | 4     | 1     | 1     | 3     | 4      |
| Reciklabilni otpad (Bojić i sar., 2016)          | 7320  | 2463  | 16795 | 2045  | 1465   |
| Oprema                                           | 43    | 2     | 49    | 44    | 1      |
| Životinjski i biljni otpad (Kostić i sar., 2021) | 86010 | 64084 | 71356 | 85250 | 122769 |
| Mešani obični otpad (Ketin i sar., 2016)         | 1242  | 971   | 780   | 1205  | 1106   |
| Uobičajeni muljevi                               | 7     | 5     | 5     | 4     | 1      |
| Mineralni i čvrsti otpad (Ketin i sar., 2023)    | 240   | 25    | 15    | 62    | 5      |

\*- Statistička klasifikacija otpada, ver.4.u skladu sa Uredbom 849/2010-(EWC-Stta/Ver.4.)

Pre analize potrebno je obraditi i pripremiti podatke, uključujući konverziju tekstualnih podataka u numeričke vrednosti gde je to potrebno i rukovanje eventualnim nedostajućim vrednostima.

Nakon toga, možemo primeniti analize kao što su izračunavanje deskriptivnih statistika, korelaciona analiza, regresijska analiza, provera pretpostavki linearnog modela i analiza multikolinearnosti.

Sledeći koraci uključuju:

- Izračunavanje deskriptivnih statistika za svaku godinu.
- Korelaciona analiza za utvrđivanje odnosa između godišnjih vrednosti.
- Regresijska analiza za odabrane varijable.

- Provera pretpostavki linearnog modela i analiza multikolinearnosti. Deskriptivne statistike za nove podatke pružaju sledeće informacije:
- Count: Broj unosa po godini, varira zbog nedostajućih vrednosti u nekim godinama.
- Mean: Prosečne vrednosti za svaku godinu pokazuju varijaciju u količini otpada.
- Std (Standardna Devijacija): pokazuje varijabilnost podataka unutar svake godine. Velike vrednosti ukazuju na široki raspon količina otpada.
- Min: najmanje količine otpada registrovane po godini.
- 25%, 50% (Medijan), 75%: Kvartilne vrednosti koje pokazuju distribuciju podataka. Medijan daje srednju vrednost, dok prvi i treći kvartil pokazuju donju i gornju četvrtinu distribucije.
- Max: maksimalne količine otpada registrovane po godini.

Sledeći korak je korelaciona analiza kako bismo istražili odnose između godišnjih vrednosti.

Korelaciona analiza novih podataka pokazuje visoke vrednosti Pearsonovog koeficijenta korelacije između godišnjih vrednosti, što ukazuje na snažne pozitivne korelacije između svih godina. Ovo sugeriše da se količine otpada kroz godine kreću u sličnom pravcu, odnosno da postoji konzistentnost u trendovima količina otpada kroz različite godine.

Sada, kada smo utvrdili odnose između godišnjih vrednosti, preći ćemo na regresijsku analizu. Za ovu analizu, potrebno je prvo transformisati podatke kako bismo odabrali zavisnu varijablu i nezavisne varijable. S obzirom na strukturu podataka, možemo odabrati jednu godinu kao zavisnu varijablu i ostale godine kao nezavisne varijable, ili analizirati odnos između različitih kategorija otpada. Da bismo nastavili, molim vas da precizirate željeni pristup ili odaberite specifičnu varijablu za analizu.

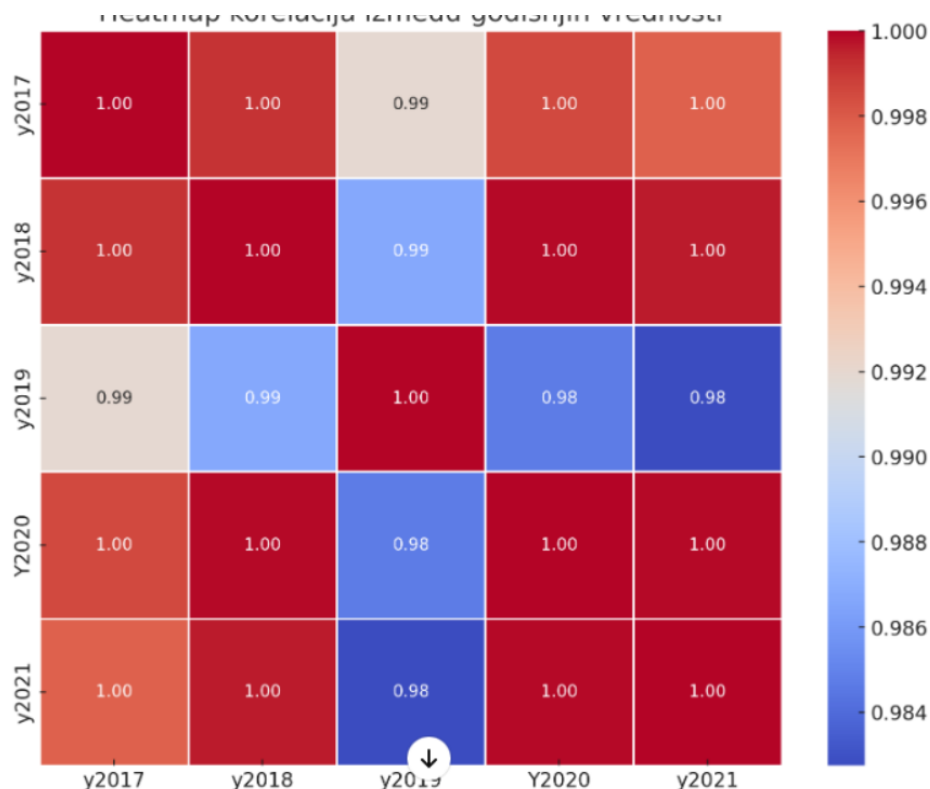
Za detaljniju korelacionu analizu između godišnjih vrednosti, već smo utvrdili da postoji visok stepen korelacije između svih parova godina. Ove visoke vrednosti korelacije sugerišu da se trendovi u količinama otpada kretali slično tokom različitih godina.

Da bismo dodatno istražili ovu korelaciju, možemo:

1. Vizualno prikazati korelacije koristeći heatmap grafikon, koji nam može pomoći da lakše uočimo snagu odnosa između različitih godina.
2. Razmotriti korelacije između specifičnih kategorija otpada tokom godina, što može otkriti kako se određene vrste otpada međusobno povezuju kroz vreme.

Prvo ćemo kreirati heatmap za vizualizaciju korelacija između godina, a zatim možemo razmotriti dodatne analize ako je to potrebno.

**Slika 3.** Heatmap korelacija između godišnjih vrednosti



Heatmap vizualizacija prikazuje korelacionu matricu između godišnjih vrednosti, sa koeficijentima korelacije anotiranim na svakom polju. Boje na grafikonu variraju od plave (niže vrednosti korelacije) do crvene (više vrednosti korelacije), jasno ilustrujući snažne pozitivne korelacije

između svih parova godina, kako su i prethodno navedene numeričke vrednosti sugerisale.

Ove visoke korelacije ukazuju na to da se kretanja u količinama otpada iz godine u godinu prate, sugerišući postojanost ili konzistentnost u generisanju otpada kroz različite godine. Ovo može biti od koristi za planiranje upravljanja otpadom, jer predviđanja bazirana na prethodnim godinama mogu biti prilično pouzdana.

Da bismo razmotrili korelacije između specifičnih kategorija otpada kroz različite godine, potrebno je transformisati dataset tako da godine budu predstavljene kao zasebne varijable, a kategorije otpada kao pojedinačne opservacije. Ovaj pristup omogućava analizu kako se količine otpada iz specifičnih kategorija međusobno odnose kroz vreme.

S obzirom na to da su podaci već u prikladnom formatu za ovakvu analizu, sada ćemo izračunati korelacije između različitih kategorija otpada unutar iste godine. Ovo će nam pružiti uvid u to kako se promene u jednoj kategoriji otpada odnose na promene u drugim kategorijama tokom istog vremenskog perioda.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati korelacione analize između specifičnih kategorija otpada otkrivaju različite odnose, uključujući i pozitivne i negativne korelacije. Zbog ograničenja u prikazu, celokupna korelaciona matrica nije prikazana ovde. Ključne analize su:

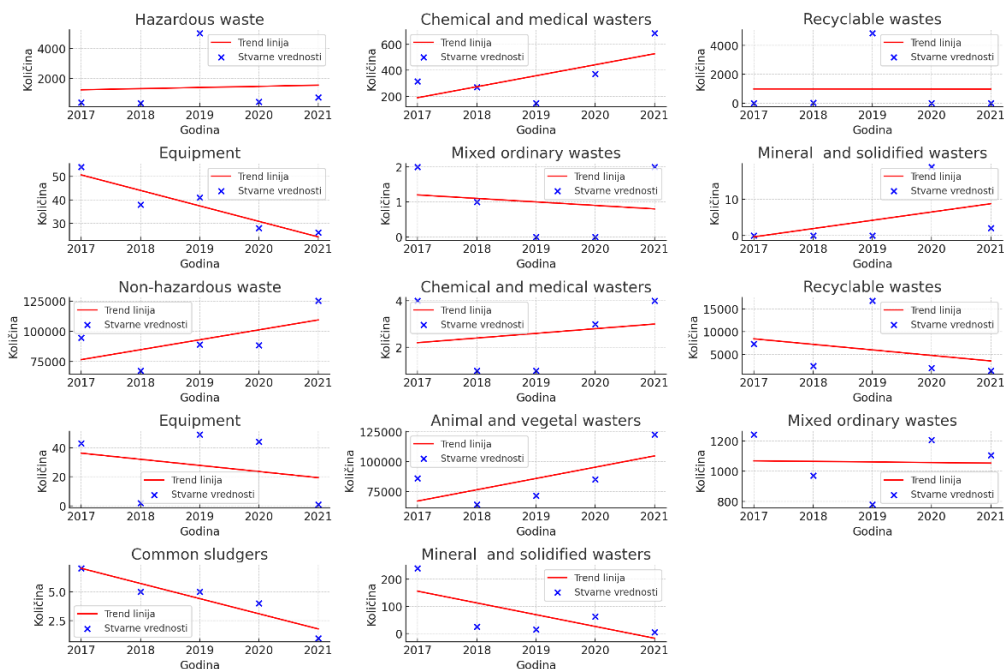
- Visoke pozitivne korelacije između nekih kategorija otpada ukazuju na to da povećanje u jednoj kategoriji može biti povezano sa povećanjem u drugoj, što sugerise da određeni faktori utiču na generisanje više vrsta otpada simultano.
- Negativne korelacije između drugih kategorija otpada ukazuju na potencijalno suprotstavljene trendove u generisanju otpada, gde povećanje u jednoj kategoriji može biti povezano sa smanjenjem u drugoj.
- Visoka korelacija između nekih parova kategorija može ukazivati na zajedničke izvore ili slične obrasce upotrebe i odlaganja.

Ovi nalazi mogu biti korisni za razumevanje kako se različite vrste otpada generišu i upravljaju unutar istog ekosistema. Za dublju analizu, može biti korisno fokusirati se na specifične parove kategorija sa visokim korelacijama, kako bi se razumeli uzročni faktori iza ovih trendova.

## Trend analiza

Analiza će uključiti fitovanje linearnog modela za svaku kategoriju kako bismo odredili trend rasta ili opadanja količine otpada kroz vreme. Nagib pravca dobijenog linearnom regresijom ukazaće na prirodu trenda (pozitivan za rast, negativan za pad, ili blizu nule za stabilne trendove).

**Slika 4. Trend analiza**



Trend analiza za svaku kategoriju otpada prikazana je kroz seriju grafikona. Za svaku kategoriju, prikazane su stvarne godišnje vrednosti (plave tačke) i trend linija (crvena linija) dobijena linearnom regresijom.

Analiza pokazuje različite trendove u količinama otpada kroz vreme za svaku kategoriju, uključujući:

- Rastuće, opadajuće, i relativno stabilne trendove, zavisno od specifične kategorije otpada.
- U nekim kategorijama, trend linija jasno ukazuje na povećanje ili smanjenje količine otpada tokom posmatranog perioda.
- U drugim kategorijama, trend može biti stabilan, sa manjim fluktuacijama u količinama otpada kroz godine.

Ova analiza pruža korisne uvide u dinamiku generisanja otpada, omogućavajući bolje razumevanje i potencijalno unapređenje strategija za upravljanje otpadom.

Da bismo proverili pretpostavke linearnog modela i analizirali multikolinearnost za podatke o otpadu, fokusiraćemo se na sledeće ključne aspekte:

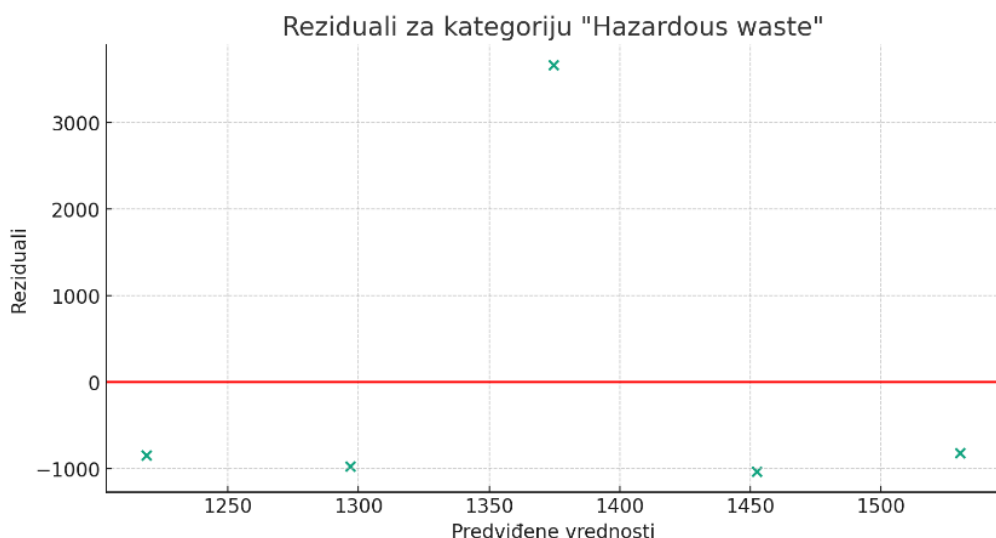
- Linearnost: Provera da li postoji linearni odnos između nezavisnih i zavisnih varijabli.
- Nezavisnost reziduala: Provera da li su reziduali (razlike između stvarnih i predviđenih vrednosti) nezavisni.
- Homoskedastičnost: Provera da li reziduali imaju konstantnu varijansu.
- Normalnost reziduala: Provera da li reziduali imaju normalnu distribuciju.
- Multikolinearnost: Provera da li postoje jake korelacije između nezavisnih varijabli koje mogu uticati na stabilnost modela.

Zbog prirode dostupnih podataka, možemo primeniti ovu analizu na pojedinačne linearne modele koji su fitovani za svaku kategoriju otpada kako bismo identifikovali trendove. Međutim, imajte na umu da je potrebno odabrati odgovarajuće nezavisne varijable za analizu multikolinearnosti, što može biti izazovno u ovom kontekstu gde su nezavisne varijable godine, a svaka kategorija otpada se analizira zasebno.

Za demonstraciju, fokusiraćemo se na proveru normalnosti reziduala za jedan od modela. Analiza multikolinearnosti možda neće biti direktno primenljiva ovde, s obzirom na strukturu modela (sa godinama kao jedinom nezavisnom varijablom za svaku kategoriju), ali ćemo diskutovati moguće pristupe.

Počnimo sa proverom normalnosti reziduala za model trenda jedne od kategorija otpada.

**Slika 5.** Reziduali za kategoriju *Opasan otpad*



Vizualizacija reziduala za kategoriju „Hazardous waste” pokazuje raspodelu razlika između stvarnih i predviđenih vrednosti. Crvena linija predstavlja nulti nivo, odnosno idealnu situaciju gde nema razlike između predviđenih i stvarnih vrednosti.

Rezultati Shapiro-Wilk testa za normalnost reziduala su:

- Vrednost statistike: 0.594
- P-vrednost: 0.0005

Mala p-vrednost (manja od 0.05) ukazuje na to da reziduali ne prate normalnu distribuciju. Ovo sugerise da pretpostavka o normalnosti reziduala za ovaj linearni model možda nije zadovoljena, što može uticati

na pouzdanost nekih statističkih testova koji se oslanjaju na ovu pretpostavku.

Što se tiče multikolinearnosti, u ovom slučaju smo analizirali trendove koristeći samo jednu nezavisnu varijablu (godina) za svaku kategoriju otpada, što znači da analiza multikolinearnosti nije direktno primenljiva jer se tiče situacija sa više nezavisnih varijabli. U situacijama gde postoji više prediktora, VIF (Variance Inflation Factor) test se često koristi za identifikaciju multikolinearnosti.

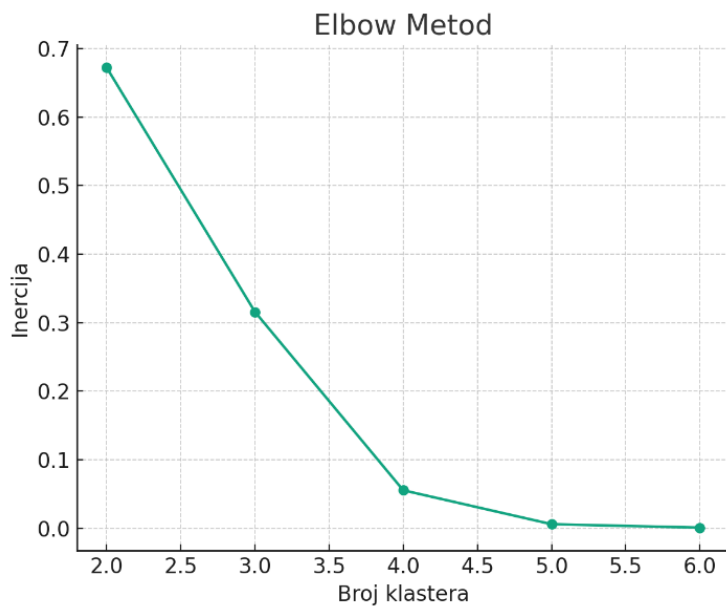
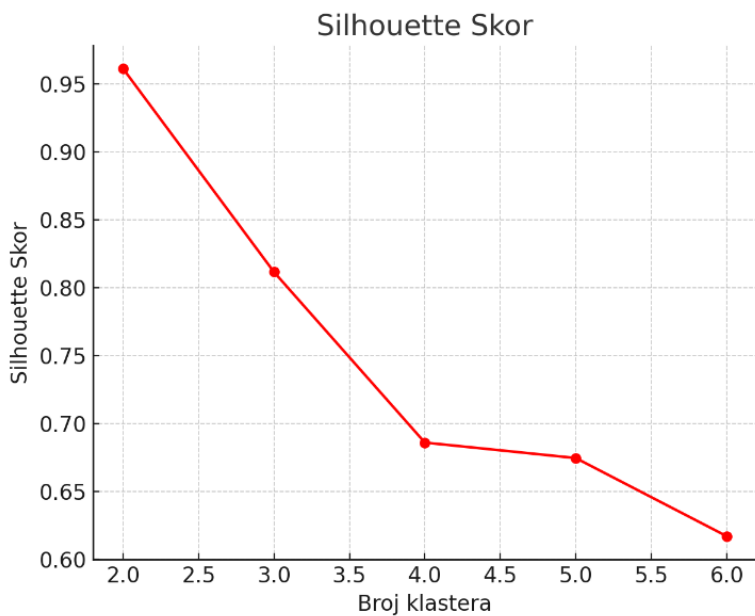
Ova analiza pruža važan uvid u karakteristike podataka i modela, iako je potrebno imati na umu da odsustvo normalnosti reziduala ne diskvalifikuje model za sve vrste analiza i primena. Za dublje razumevanje trendova i potencijalnih nepravilnosti, dodatne analize mogu biti korisne, uključujući razmatranje drugih modela ili transformacija podataka.

## **Klusterska analiza**

Grupisanje (klusterska analiza) može se koristiti za identifikovanje sličnosti među kategorijama otpada na osnovu njihovih godišnjih količina. Ovaj pristup omogućava da se kategorije otpada koje imaju slične trendove ili obrasce generisanja grupišu zajedno, što može pomoći u boljem razumevanju dinamike otpada i u planiranju upravljanja otpadom.

Za ovu analizu, koristićemo metod K-srednjih vrednosti (K-means clustering) da grupišemo kategorije otpada na osnovu njihovih godišnjih količina. Broj klastera (K) može biti odabran na osnovu različitih kriterijuma, uključujući vizuelnu inspekciju, Elbow metod ili Silhouette skor.

Počnimo sa procesom grupisanja koristeći podatke o količinama otpada za svaku kategoriju kroz godine. Prvo ćemo normalizovati podatke kako bismo osigurali da sve godine doprinose analizi jednako, a zatim primeniti K-srednjih vrednosti za grupisanje.

**Slika 6 a.** *Elbow metod***Slika 6 b.** *Silhouette Skor*

Vizualizacije za Elbow metod i Silhouette skorove pomažu u određivanju optimalnog broja klastera za klstersku analizu.

- Elbow Metod: Inercija opada kako se broj klastera povećava, ali tražimo tačku „lakta” gde se smanjenje inercije počinje usporavati. Na grafikonu, tačka lakta može biti teška za precizno određivanje, ali izgleda da se nalazi oko 3 ili 4 klastera.
- Silhouette Skor: Veće vrednosti ukazuju na bolje definisane klastera. Na osnovu grafikona, skorovi Silhouette-a sugerišu da broj klastera 2 ili 3 može biti optimalan, s tim što skor za 2 klastera izgleda da ima blagu prednost.

Na osnovu ovih analiza, možemo izabrati da koristimo 2 ili 3 klastera za grupisanje kategorija otpada. Izabraćemo 3 klastera za dalju analizu kako bismo videli kako se kategorije otpada grupišu. Sada ćemo izvršiti klstersku analizu koristeći K-srednjih vrednosti sa 3 klastera i prikazati rezultate. Rezultati klsterske analize sa 3 klastera pokazuju sledeće grupe kategorija otpada:

Klaster 0: Uključuje „Non-hazardous waste” i „Animal and vegetal wasters”. Ovaj klaster može predstavljati kategorije otpada koje su manje opasne i možda imaju slične obrasce generisanja ili upravljanja.

Klaster 1: Sadrži „Hazardous waste”, „Chemical and medical wasters”, „Equipment”, „Mixed ordinary wastes”, „Common sludgers”, i druge kategorije koje nisu striktno definisane kao reciklabilne. Ove kategorije možda dele slične karakteristike u pogledu rizika i potreba za specijalizovanim postupcima odlaganja ili recikliranja.

Klaster 2: Obuhvata „Recyclable wastes”. Ovo odvajanje ukazuje na jasnu razliku u dinamici generisanja otpada za reciklabilne materijale u poređenju sa ostalim kategorijama.

Prikazani rezultati pružaju uvid u moguće sličnosti i razlike između kategorija otpada, što može pomoći u boljem razumevanju kako različite vrste otpada interaguju unutar sistema upravljanja otpadom. Grupisanje može takođe olakšati ciljanje određenih strategija za minimizaciju, ponovnu upotrebu ili recikliranje otpada unutar svakog klastera.

## ZAKLJUČAK

Na osnovu analize podataka iz „druge tabele”, koja se fokusirala na kategorije otpada i njihove godišnje količine od 2017. do 2021. godine, možemo zaključiti:

- Trendovi generisanja otpada: Analiza trendova pokazala je različite obrasce kroz godine za različite kategorije otpada. Neke kategorije pokazuju rastuće trendove, dok druge ostaju relativno stabilne ili čak pokazuju pad u količinama otpada. Ovo ukazuje na promenljivu dinamiku u proizvodnji otpada, koja može biti pod uticajem faktora kao što su promene u potrošnji, efikasnost recikliranja i inicijative za smanjenje otpada.
- Pretpostavke linearnog modela: Analiza pretpostavki linearnog modela za odabranu kategoriju otpada pokazala je da reziduali ne prate uvek normalnu distribuciju, što može uticati na pouzdanost nekih statističkih zaključaka. Međutim, trend analiza pruža koristan uvid u opšte obrasce, iako su potrebne dodatne analize za dublje razumevanje.
- Grupisanje kategorija otpada: Klasterska analiza različitih kategorija otpada otkrila je postojanje grupa koje dele slične karakteristike u pogledu godišnjih količina otpada. Ovo grupisanje može pomoći u identifikovanju zajedničkih strategija za upravljanje specifičnim vrstama otpada unutar svakog klastera.
- Upravljanje otpadom: Razumevanje trendova i grupisanje kategorija otpada može olakšati donošenje informisanih odluka u vezi sa upravljanjem otpadom, uključujući optimizaciju procesa recikliranja, fokusiranje na smanjenje određenih vrsta otpada, i razvijanje ciljanih politika za upravljanje opasnim otpadom.
- Analiza pruža važne uvide koji mogu doprineti boljem razumevanju i efikasnijem upravljanju otpadom. Poboljšanje praksi upravljanja otpadom zahteva kontinuirano praćenje i analizu podataka, kao i prilagođavanje strategija u skladu sa dinamikom generisanja otpada.
- Prikazana analiza je od izuzetnog značaja za različite stejkholdere, uključujući lokalne vlasti, organizacije za upravljanje otpadom i ekološke grupe, jer pruža temelj za informisano donošenje odluka u vezi sa strategijama upravljanja otpadom. Razumevanje trendova i

grupisanje kategorija otpada može pomoći u identifikovanju prioriteta u smanjenju otpada, optimizaciji recikliranja i razvoju ciljanih kampanja za smanjenje generisanja otpada.

- Analiza nudi vredne zaključke koji mogu doprineti efikasnijem i održivijem upravljanju otpadom. Identifikacija trendova i grupisanje kategorija otpada omogućava stejkholderima da razviju prilagođene i ciljane strategije za smanjenje otpada, promovišu recikliranje i minimizuju uticaj otpada na okolinu.

## LITERATURA

1. Eco Bulletin (2021). Statistical Office of the Republic of Serbia <https://publikacije.stat.gov.rs/G2022/pdf/G20225688.pdf>
2. European Waste Classification for Statistics (EWC-Stat) Version 4 (2010). <https://unstats.un.org/unsd/classifications/Family/Detail/1065>
3. Kostić, B., Stevanović, G., Lutovac, M., Lutovac, B., Ketin, S., Biočanin, E. (2020). Animal manure and environment, *Fresenius Environmental Bulletin*, 29 (03), 1289-1296.
4. Đelić, A. T., Nesković, S., Ketin, S., Lutovac, M., Popović, Z., Mirković, M., Secerov, P. (2019). Economic and environmental context of organic agriculture and farms in Serbia : case study, *Fresenius environmental bulletin*, 28 (1), 87-92
5. Ketin, S., Dašić, P., Nešković, S., Kostić, B., Biočanin, R. (2016). The Technological process of solidification for the treatment of hazardous waste. *Fresenius environmental bulletin*, 25 (6), 1877-1882.
6. Bojić, B., Lutovac, M., Ketin, S., Biočanin, R. (2016). Agricultural sustainability strategy to implementation animal biofuels and „Green chemictry“, 6th International Conference Economics and Management-Based on New Technologies EMoNT 2016, p.472-487, Vrnjačka Banja, Serbia
7. Ketin, S., Andrejić, M., Jovanović, D., Ratković, N., Mirčevski, M. (2023). Management bioremediation and biochemical metabolism in "Green Chemistry", *ICDQM*, 122-136.

# AGRICULTURAL WASTE AND STATISTICS

Sonja Ketin

Boban Kostić

Šemsudin Plojović

**Abstract:** *Agricultural wastes are unusable materials, liquid or solid, resulting from the agricultural production process, such as fertilizers, pesticides, crop waste (such as fruit pruning residues) and manure. The data analysis, which includes the amounts of different categories of agricultural waste generated during the period from 2017 to 2021, provides an insight into the dynamics and trends of waste generation. This analysis is key to understanding how different types of waste accumulate over time and how effective strategies can be implemented to manage them. The goal of statistical analysis is multiple: to identify trends in waste generation for each category, to check assumptions for applied statistical models, to group waste categories based on similarities in their annual amounts, and finally, to draw relevant conclusions that could help in the formation of waste management policy. At the core of our society and its development lies the ability to understand and manage the resources we have, as well as the waste we generate. Research on waste data has multiple significance. First, it allows us to identify the main sources of waste, which is the first step towards reducing them. Second, analyzing trends in waste generation helps predict future challenges and needs for waste management infrastructure. Third, understanding the different types of waste and their quantities allows the development of specific strategies for recycling, composting or energy valorization, thereby contributing to the conservation of natural resources and reducing pollution. Finally, this research plays a key role in shaping policies and regulations that strive towards sustainable waste management, promoting practices that are in line with the principles of a circular economy.*

**Keywords:** waste, agriculture, statistics, trend, generation.