

# УПРАВЛЕНИЕ НА ОТПАДЪЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ И ЕВРОПЕЙСКИЯ СЪЮЗ – СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ

Доц. д-р Пламен Петков  
Доц. д-р Красимира Славева  
Доц. д-р Стела Касабова  
Доц. д-р Маргарита Шопова  
Гл. ас. д-р Тихомир Върбанов  
Гл. ас. д-р Евгени Овчинников<sup>1</sup>

## Резюме

В условията на ограниченост на природните ресурси и неблагоприятни въздействия върху климата в резултат на производствената дейност и потреблението става все по-наложително да се ограничи използването на невъзобновяеми ресурси и генерирането на отпадъци. Кръговата икономика е модел на производство и потребление, насочен към удължаване на жизнения цикъл на продуктите, с което се ограничават до минимум отпадъците. Концепцията за кръгова икономика придобива все по-голямо обществено значение, поради ролята, която тя оказва върху устойчивото икономическо развитие и върху околната среда. В настоящата разработка се обхващат основните показатели, с които се характеризира управлението на отпадъците като един от основните стълбове в методологията, възприета от Евростат, с която се наблюдава напредъкът при прехода от линейна към кръгова икономика. Основната цел на изследването се свързва, от една страна, с емпирична оценка на състоянието, тенденциите и предизвикателствата сред страните от Европейския съюз по отношение управлението на отпадъците, а от друга – с установяване мястото на България в ЕС чрез сравнителен анализ на индикаторите за управление на отпадъците. Потвърждава се издигнатата изследователска хипотеза, че действията и мерките в България по прехода към кръгова икономика изостават от тези във водещите страни в ЕС. Изоставане е налице при темповете на растеж на изследваните показатели спрямо средните за страните от Европейския съюз, като през периода страната ни попада в клъстера от страни, характеризиращ се с най-ниски нива на обхванатите в изследването показатели.

---

<sup>1</sup> Участието на авторите при написването на разработката е, както следва: доц. д-р Пламен Петков – увод, т. 5 и заключение; доц. д-р Красимира Славева – т. 2, доц. д-р Стела Касабова – т. 3, доц. д-р Маргарита Шопова, съвместно с гл. ас. д-р Евгени Овчинников – т. 1., гл. ас. д-р Тихомир Върбанов – т. 4.

**Ключови думи:** кръгова икономика, управление на отпадъците, панелни данни, динамика, клъстерен анализ, структурни изменения.

**JEL:** O13, O44, C23, C38, Q53, R11.

## **WASTE MANAGEMENT IN BULGARIA AND THE EUROPEAN UNION – COMPARATIVE ANALYSIS**

Assoc. Prof. Plamen Petkov, PhD

Assoc. Prof. Krasimira Slaveva, PhD

Assoc. Prof. Stela Kasabova, PhD

Assoc. Prof. Margarita Shopova, PhD

Head Assist. Prof. Tihomir Varbanov, PhD

Head Assist. Prof. Evgeni Ovchinnikov, PhD

### **Abstract**

In the conditions of limited natural resources and adverse impacts on the climate as a result of production activity and consumption, it is becoming increasingly imperative to limit the use of non-renewable resources and the generation of waste. The circular economy is a model of production and consumption aimed at extending the life cycle of products, which minimizes waste. The concept of a circular economy is gaining increasing public importance due to the role it plays in sustainable economic development and the environment. The present study covers the main indicators that characterize waste management as one of the main pillars in the methodology adopted by Eurostat, which monitors progress in the transition from a linear to a circular economy. The main objective of the research is connected, on the one hand, with an empirical assessment of the state, trends and challenges among the countries of the European Union in terms of waste management, and on the other hand, with establishing the place of Bulgaria in the EU through a comparative analysis of the waste management indicators. The results confirm the research hypothesis that the actions and measures in Bulgaria regarding the transition to a circular economy are performed at a slower rate than those in the leading countries in the EU. There is a lag in the growth rates of the studied indicators compared to the average for the countries of the European Union, and during the period our country falls into the cluster of countries characterized by the lowest levels of the indicators covered in the study.

**Key words:** circular economy, waste management, panel data, dynamics, cluster analysis, structural changes.

**JEL:** O13, O44, C23, C38, Q53, R11.

## Увод

Основните дейности при кръговата икономика са насочени към удължаване на жизнения цикъл на продуктите за разлика от традиционния линеен модел, чието изпълнение се свързва основно с еднократното използване на различни суровини и материали. При линейния икономически модел се използват достъпни евтини материали, суровини и източници на енергия в големи обеми, докато с кръговата икономика се цели постигането на възможно най-дълго, многократно използване, поправка, въвеждане в аналогични и сходни производства, рециклиране на съществуващи суровини, готови продукти или остатъчни елементи от различни производства и дейности на домакинствата. С кръговата икономика се избягва крайният етап на жизнения цикъл на продукти, като вместо традиционно да се изхвърлят като непотребни вещи, се търсят алтернативни начини и подходи, с които се постига продължаване на тяхното използване чрез напълно ново или сходно приложение.

В настоящата разработка се обхващат основните показатели, с които се характеризира управлението на отпадъците като един от основните стълбове в методологията, възприета от Евростат, с която се наблюдава напредъкът при прехода от линейна към кръгова икономика. Основната цел на изследването се свързва, от една страна, с емпирична оценка на състоянието, тенденциите и предизвикателствата сред страните от Европейския съюз по отношение управлението на отпадъците, а от друга – с установяване мястото на България в ЕС чрез сравнителен анализ на индикаторите за управление на отпадъците. Обект на изследване са показателите, с които се наблюдава управлението на отпадъците сред страните от ЕС, а предметът на изследването се свързва с приложение на статистико-иконометричния инструментариум за установяване на обективни закономерности и тенденции по отношение на тези показатели. Изследователската теза, която се поддържа от авторите в изследването, се свързва с обстоятелството, че България значително изостава в приемането и прилагането на мерки за преход към кръгова икономика като цяло и в частност по отношение управлението на отпадъците.

Методологията на изследването включва редица статистико-иконометрични методи за представяне на статистическа информация с помощта на графични и таблични визуални инструменти, както и за нейния анализ чрез компютърна обработка на данните. Използват се техники за анализ на

динамични редове, съвременни многомерни методи за сегментиране като таксономичен и клъстерен анализ, изследват се зависимости чрез прилагане на методологията на панелния регресионен анализ. За изпълнението на целта се използва официална статистическа информация, която е извлечена от сайтовете на НСИ и Евростат. При изчисленията се използват програмните продукти MS Excel, Gretl и R.

## **1. Преглед на специализираната литература в областта на управлението на отпадъци**

Отпадъците са неизменна част от всяка човешка дейност – както в процеса на производството, така и при потреблението на продуктите. Основен нормативен документ на ЕС относно отпадъците е Директивата от 2008 г. (Директива 2008/98/ЕО, 22.11.2008), която е изменяна с други регламенти и директиви с цел прецизиране на съдържащите се дефиниции и разпоредби. Последната засега актуализация е от 2018 г. с (Директива (ЕС) 2018/851, 14.6.2018). Според нея: „отпадък е всяко вещество или предмет, от който притежателят се освобождава или възнамерява да се освободи, или е длъжен да се освободи“. Управлението на отпадъци, съгласно цитираните нормативни документи, включва „събирането, превозването, оползотворяването (включително сортирането) и обезвреждането на отпадъци, включително надзора върху тези дейности и след експлоатационните грижи за депата, както и действията, предприети в качеството на търговец или брокер“. Дейностите по управлението на отпадъците са сърцевина на концепцията за кръговата икономика (Затваряне на цикъла - план за действие на ЕС за кръговата икономика, 2015, стр. 8). Отпадъкът може да се превърне в ценен ресурс. При управлението на отпадъците се акцентира върху рециклирането. Изхвърлянето или изгарянето на отпадъците има вредно въздействие върху околната среда и води до загуби в икономически аспект, особено ако се приложат към отпадъци, годни за рециклиране. Освен ограничаването на тези неблагоприятни последици чрез рециклиране е възможно, ценни материали, съдържащи се в отпадъците, да бъдат използвани отново. Това подсилва и ролята на стимулите за разделното им събиране. Рециклираните отпадъци имат роля на „вторични суровини“, които са обект на търговия както традиционните ресурси.

Управлението на отпадъците е обект на научен интерес, характеризира се с разнообразие както на научните области на изследователите, така и на географското им разпределение. Наблюдава се нарастване на броя на научните публикации след приемането на програмните документи в световен и европейски мащаб за активни действия във връзка с изграждането на устойчиво бъдеще на планетата и подкрепа на концепцията за кръгова икономика.

Проблемите пред управлението на отпадъците са разгледани в няколко аспекта. На концептуално ниво Fischer (2011) разкрива значението на европейските и националните политики и законодателство за положителните промени при управлението на отпадъците в ЕС. Стратегии за третиране на отпадъци чрез технологиите за намаляване, повторна употреба и рециклиране и политиките за ефективност на ресурсите са анализирани от Khajuria (2016). Manfredi et al. (2011) представят насоки за прилагането на концепцията за жизнения цикъл към системите и стратегиите за управление на отпадъците. Тази идея е допълнена от Manfredi & Goralczyk (2013) чрез показатели на макрониво, използвани за количествено определяне и наблюдение на потенциалните въздействия върху околната среда, ползи и подобрения, свързани с управлението на редица избрани потоци от отпадъци, генерирани и третирани в Европа.

От друга страна, се прави сравнителен анализ на действията по управление на отпадъците за различни териториални единици. Brunner & Fellner (2007) сравняват развитите с развиващите се страни. Някои автори предлагат различни подходи при управлението на отпадъците. Според Singh et al. (2014) е необходим системно ориентиран подход за устойчиво управление на ресурсите и отпадъците. Lasaridi et al. (2013) считат, че акцентът при управлението на отпадъците в ЕС трябва да се постави върху предотвратяването им. Тезата си защитават чрез представяне на добри практики.

Практикоприложният аспект на изследванията е свързан с управлението на специфичните потоци отпадъци. Необходимостта от ефективно управление на строителните отпадъци става все по-важна поради нарастващото генериране на строителни отпадъци и неблагоприятното им въздействие върху околната среда. Чрез SWOT анализ Freitas & Magrini (2017) показват потенциала за намаляване на депонирането на промишлени строителни отпадъци и оползотворяването им в строителството. С цел балансиране на екологичните, икономическите и социалните въздействия и като възможност за подобряване на ефективността при управлението на този тип отпадъци Wu et al. (2020) разглеждат междурегионалната им мобилност в Австралия.

Различни подходи се прилагат при управлението на битовите отпадъци. Намаляване, повторно използване и рециклиране са същността на интегрираното управление на твърдите общински отпадъци в Турция (Baki, 2021). Ключови въпроси за източниците на твърди битови отпадъци, техния състав и обеми, факторите, влияещи върху генерирането и обработката на отпадъци, рециклирането, възстановяването на ресурсите, обезвреждането и свързаните с тях въздействия върху околната среда за Чили са представени от Caumil et al. (2021). Превръщането на твърдите битови отпадъци в енергия и рециклирането се разглеждат като съвместими опции за третиране на отпадъците във Великобритания (Jamasb & Nepal, 2010).

Излязлото от употреба електрическо и електронно оборудване генерира нарастващи количества отпадъци с висок потенциал за извличане на ценни материали. Resmi & Fasila (2017) предлагат нов алгоритъм на стандартна методология за управление и обновяване на електронните отпадъци. Успешното събиране на електронните отпадъци зависи от редица организационни и социални фактори, които се изследват от Nowakowski et al. (2021).

Различни въпроси, свързани с опаковките и отпадъците от опаковки, са обект на изследване в научната литература. Colelli et al. (2022) извършват анализ на ефективността на европейските системи за отпадъци от опаковки и констатират, че системите, които имат по-висок процент на рециклиране, не водят непременно до по-високи разходи. Tallentire & Steubing (2020) застъпват тезата, че събирането на повече отпадъци чрез системи за разделно събиране на отпадъци води до повишаване ефективността на ресурсите, постигането на европейските цели за рециклиране и затварянето на цикъла в една кръгова икономика.

Емпиричните изследвания са важен аспект на научните публикации по въпросите на управлението на отпадъците. Използвани са разнообразни методи, включително статистически и иконометрични. Ефективността на системата за управление на твърдите отпадъци в скандинавските страни се оценява чрез реални данни посредством съставни показатели за генерираните отпадъци, отпадъците от компостиране, от рециклиране, от депониране, процента на рециклиране, коефициента на преобразуване на отпадъците в енергия и емисиите на парникови газове от отпадъци. Сравнението се извършва чрез метод, базиран на разстоянието от „средното“ решение (Behzad, Zolfani, Pamucar, & Behzad, 2020). Constantinescu et al. (2022) построяват иконометричен модел за влиянието на екоинвестициите върху рециклирането на електронни отпадъци в държавите-членки на ЕС и извършват панелен анализ на данни за периода 2008–2018 г.

Cialani & Mortazavi (2020) оценяват еластичността на разходите и пределните разходи, за да определят дали има икономии от мащаба за рециклиране на битови отпадъци. Нивото на генериране на отпадъци значително зависи от икономическото развитие. Minelgaite & Liobikiene (2019) установяват, че действията за намаляване и повторна употреба на отпадъци няма съществено влияние върху тяхното генериране, но в същото време е налице положителна и статистически значима зависимост между процесите на рециклиране и генериране на отпадъци.

Чрез дескриптивна статистика и многофакторен логистичен регресионен анализ на резултатите от анкетно проучване Challcharoenwattana & Pharino (2018) идентифицират ключови фактори, влияещи върху постигането на планираната степен на рециклиране на отпадъци. De Weerd et al. (2022) представят иконометричен панелен анализ, чрез който се изследват

ефектите от данъка върху изгарянето на промишлените пластмасови отпадъци.

Широко застъпени в научната литература са емпиричните изследвания на основата на взаимовръзките между показатели, характеризиращи управлението на отпадъците и социално-икономическото развитие. Основен метод за изследване на проявлението на тези зависимости в Европейския съюз е панелната регресия. Изследванията могат да се обобщят в две групи. В първата попадат разработки, в които социално-икономическите показатели са разгледани като фактор, а във втората – като резултат.

Tantau et al. (2018) изследват редица икономически показатели, които влияят на относителния дял на рециклираните битови отпадъци. Авторите установяват, че с най-съществено значение е показателят производителност на ресурсите, измерен като отношение на БВП към вътрешното потребление на материали. Наред с този показател Vanacu et al. (2019) откриват, че влияние имат и разходите за научна и развойна дейност. В допълнение към тези показатели Kostakis & Tsagarakis (2022) добавят тоталния коефициент на плодовитост и екологичните данъци и такси. Grdic et al. (2020) установяват, че брутният вътрешен продукт на глава от населението оказва положително влияние върху относителния дял на рециклираните битови отпадъци, отпадъци от опаковки, биоотпадъци и електронни отпадъци.

Като примери за изследвания, в които е оценено влиянието на показатели, характеризиращи управлението на отпадъците върху брутният вътрешен продукт, могат да се посочат разработките на Trica et al. (2019) и Busu & Trica (2019). В тях авторите потвърждават емпирично изследователските си хипотези, че дейностите по рециклиране и относителният дял на рециклираните битови отпадъци имат положително влияние върху икономическия растеж.

Друго направление в научната литература е провеждането на сравнителен анализ между страните-членки на Европейския съюз по отношение на показателите, характеризиращи управлението на отпадъците. Като акцент в редица публикации се откроява идентифицирането на сходствата и различията между държавите, съобразно постигането на заложените цели в европейските нормативни документи. Резултатите от тези изследвания могат да послужат за предоставяне на насоки за предприемане на дейности и провеждане на политики с цел повишаване ефективността на управлението на отпадъците. Статистическият инструментариум в разгледаните тук научни разработки се базира на методите за оценка на конвергенцията и клъстерния анализ.

Marin et al. (2018) изследват сближаването между държавите през периода 1995–2010 г. по отношение на третирането на отпадъците чрез подходите за оценка на бета- и сигма- конвергенцията. Авторите констатират, че се наблюдава процес на сближаване, само ако се отчитат специфични допълнителни фактори. По отношение на рециклирането конвергенцията е

по-бърза за държавите, които инвестират в научна и развойна дейност, внедряват съвременни технологични решения и прилагат рестриктивно екологично законодателство. Castillo-Giménez et al. (2019) надграждат предходното изследване в три направления. Първо, оценяват процеса на сближаване за по-дълъг период – от 1995 г. до 2016 г. Второ, прилагат подхода на клубната конвергенция, чиито предимства в статистически аспект са обосновани в теоретико-методологичната литература. Трето, авторите извършват анализа въз основа на конструиран от тях съставен индикатор, чието основно предимство е, че предоставя изчерпателна информация за управлението на отпадъците. Резултатите на авторите показват, че между страните от Европейския съюз се наблюдава конвергенция в третирането на отпадъците, особено ясно изразена в периода след влизането в сила на Директива 2008/98/ЕО. Най-добре се представят държави от Централна и Северна Европа – Дания, Австрия, Германия, Люксембург и Нидерландия, а най-слабо – държави от Източна Европа, присъединили се към Съюза след 2004 г. България не попада в тази група.

Според López-Portillo et al. (2021) в Европейския съюз през периода от 2010 г. до 2018 г. се наблюдават както хомогенност по отношение на постигането на целите за рециклиране в Европейския съюз, измерена чрез коефициента на вариация, така и различия, установени чрез клъстерен анализ. Държавите, които заемат лидерски позиции през 2010 г., съумяват да ги запазят и през 2018 г. Авторите определят икономическото развитие, разходите за научна и развойна дейност, производителността на ресурсите и периода на членство в Съюза като фактори, които обуславят разпределението на държавите в три клъстера. В групата на държавите с най-високи стойности на показателите за управление на отпадъците попадат държавите с най-висок икономически растеж и най-големи инвестиции в научна и развойна дейност. Държавите с най-големи значения на производителността на ресурсите и най-дълъг период на членство в Европейския съюз формират групата на държави със средни стойности на показателите за третиране на отпадъците. Останалите държави, сред които попада и България, са разпределени в групата, която е най-далеч от постигането на заложените на европейско равнище цели.

## **2. Анализ на динамиката на показателите за управление на отпадъците**

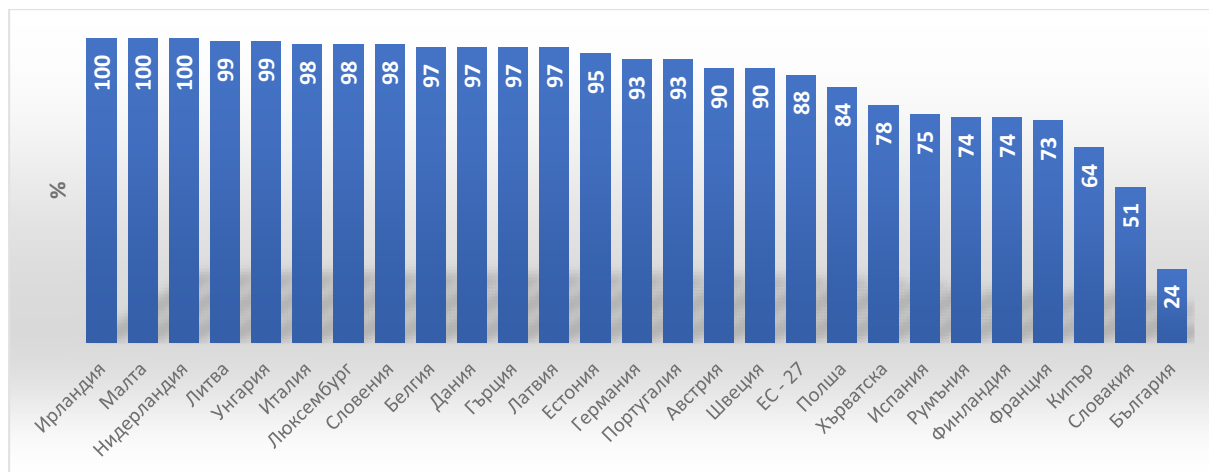
Тенденциите в изменението на показателите за управление на отпадъците са анализирани чрез прилагането на статистически методи за анализ на динамични статистически редове–темпове на изменение, прирасти, моделиране на тенденцията на основата на линейни и нелинейни модели, тестове за адекватност, тестове за наличие на тренд, избор на най-подходящ



трендови модел и др. Моделирането на тенденцията е извършено с помощта на метода на най-малките квадрати, като са апробирани линейна функция, полиноми от втора и трета степен, логаритмична, степенна и експоненциална функция. Проверката за наличие на тренд в динамичните редове е извършена чрез автокорелационния коефициент от първи порядък ( $r_1$ ) и тестовите характеристики на Бокс-Пиърс ( $BP$ ) и Бокс-Люнг ( $BL$ ) при равнище на значимост 5%. На основата на конкуриращите се модели е извършен избор на най-подходящ трендови модел посредством коефициента на корелация ( $r$ ), коефициента на детерминация ( $R^2$ ), коригирания коефициент на детерминация ( $R_{adj}^2$ ) и теста за адекватност на Фишер ( $F$ ). Статистическата база данни на Евростат за управление на отпадъците включва следните показатели:

- Степен на оползотворяване на отпадъци от строителство и разрушаване;
- Рециклиране на биоотпадъци;
- Степен на рециклиране на всички отпадъци с изключение на големи минерални отпадъци;
- Процент на рециклиране на електронни отпадъци;
- Процент на рециклиране на битови отпадъци;
- Степен на рециклиране на отпадъци от опаковки.

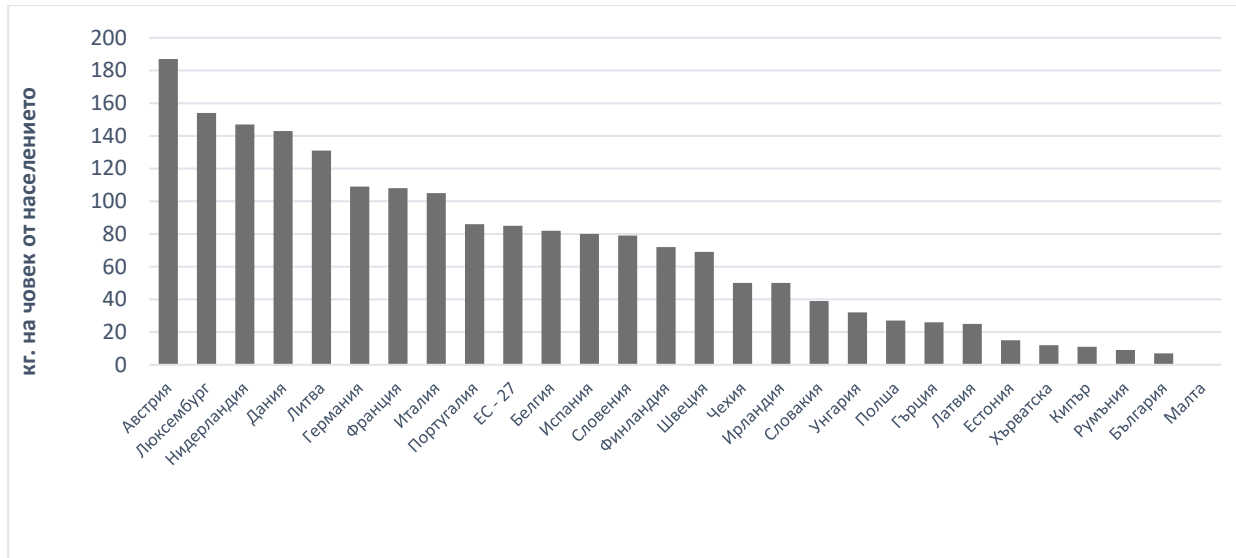
Показателят „степен на оползотворяване на отпадъци от строителство и разрушаване“ изразява съотношението на отпадъците от строителство и разрушаване, които са подготвени за повторна употреба, рециклирани или подлежат на материално оползотворяване, включително чрез операции по насипване, разделено на отпадъците от строителство и разрушаване. Разполагаемите данни за този показател са за 2010 г., 2012 г., 2014 г., 2016 г., 2018 г., което във висока степен ограничава възможностите за анализ. През тези години Ирландия, Малта и Нидерландия достигат до 100% степен на оползотворяване на отпадъците от строителство и разрушаване. От представеното разпределение на страните по този показател за 2018 г. ясно се вижда, че 17 страни са със стойности между 90% и 100% (фиг. 1.). Анализът на данните за България за посочените години от периода показва изключителна динамика на показателя от 12% за 2012 г. до 96% за 2014 г., 90% за 2016 г. и рязък спад до 24% за 2018 г. Тези данни ясно показват, че по отношение на този показател няма устойчива тенденция и за постигане на целите за ефективно управление на отпадъците е необходимо да се предприемат адекватни мерки за трайно постигане на стойности около и над средните за ЕС-27.



Фигура 1. Степен на оползотворяване на отпадъци от строителство и разрушаване в ЕС за 2018 г.

Източник: Евростат

Показателят „рециклиране на биоотпадъци“ представлява съотношение на компостирани/метанизирани битови отпадъци спрямо броя на населението. Поради различния обхват на данните анализът се фокусира върху средния показател за ЕС – 27 и за периода 2000–2020 г., а за България периодът обхваща периода 2011–2018 г. През анализирания период най-висока стойност има показателят за Австрия, като максималната е за 2003 г., когато е 253 кг на човек от населението, но през следващите години намалява и през 2018 г. е 187 кг на човек от населението (фиг. 2.). На следващите места по рециклиране на биоотпадъци за 2018 г. се нареждат Люксембург, Нидерландия, Дания и Литва, като стойностите значително надвишават средната за ЕС – 27, която е 85 кг на човек от населението. За периода 2000–2020 г. средните стойности на показателя за ЕС-27 варират между 53 кг на човек от населението за 2000 г. и 90 кг на човек от населението за 2020 г., като средногодишното нарастване е с 1,85 кг на човек от населението или с 2,68%. Данните за България са само за периода 2011–2018 г. и от тях ясно се вижда, че България значително изостава по показателя за рециклиране на отпадъците на човек от населението и се нарежда на последните места в ЕС. Най-висока стойност на показателя е достигната за 2015 г., когато е 4 пъти по-висока в сравнение с 2011 г., но е почти два пъти по-ниска от стойността за ЕС-27, а за 2018 г. е регистрирана най-ниската стойност за България от 7 кг на човек от населението, която е 12 пъти по-ниска от средната за ЕС-27.

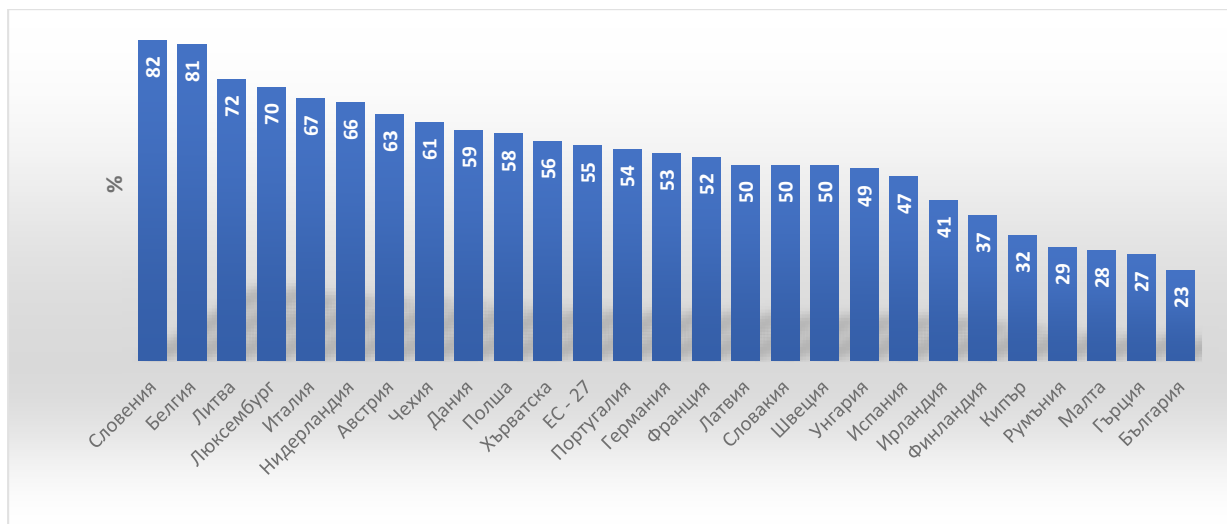


Фигура 2. Рециклиране на биоотпадъците в ЕС за 2018 г.

Източник: Евростат

Анализираният динамичен ред за показателя за ЕС – 27 съдържа тенденция – автокорелационният коефициент от първи порядък ( $r_1$ ) 0,9809 и тестовите характеристики на Бокс-Пиърс (BP=20.207) и Бокс-Люнг (BL=23.237) са статистически значими при равнище на значимост от 5%. На основата на конкуриращите се модели за най-подходящ е приет моделът на експоненциална функция  $y = 51,228e^{0,0261t}$ . Данните за рециклираните биоотпадъци в България са само за осем години, което значително затруднява моделирането на тенденцията – изчисленият автокорелационен коефициент от първи порядък  $r_{1.} = 0.2132$ , тестовите характеристики на Бокс-Пиърс (BP=0,364) и Бокс-Люнг (BL=0,520) не са статистически значими при равнище на значимост от 5%, т.е. редът не съдържа тенденция.

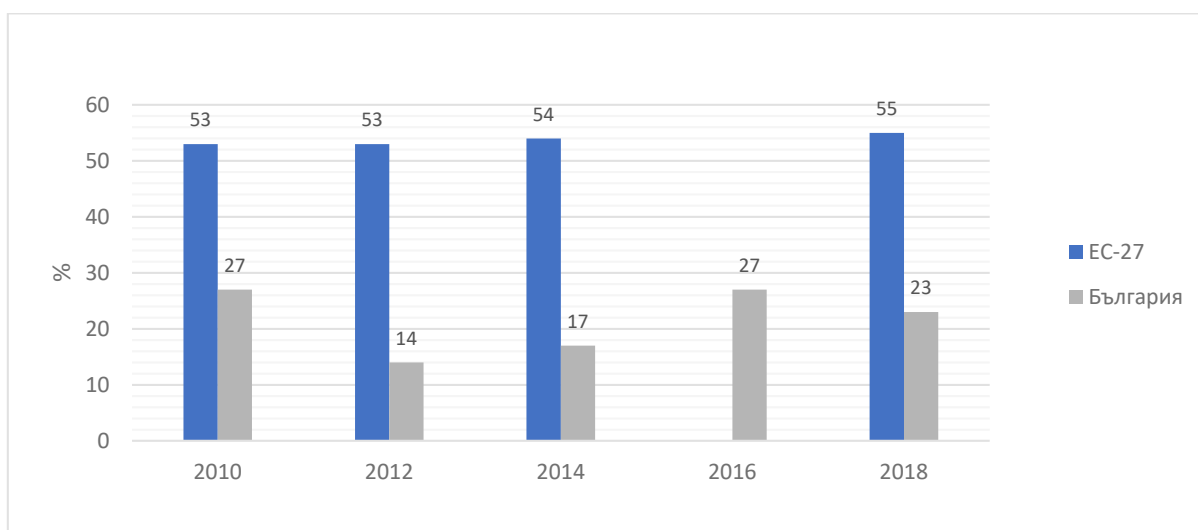
Данните за индикатора „степен на рециклиране на всички отпадъци, с изключение на големи минерални отпадъци“ също са за 2010 г., 2012 г., 2014 г., 2016 г., 2018 г. и въпреки че ограничават възможностите за анализ, те дават възможност да се очертаят общите тенденции по страни и да се определи мястото на България. През повечето години на челните места са Словения, Белгия, Люксембург, Нидерландия, Ирландия, Малта и Нидерландия и Италия, които надвишават с между 11 и 26 процентни пункта средната стойност за ЕС-27. От визуализацията на разпределението на страните по този показател за 2018 г. (фиг. 3.) се очертават три групи страни – напреднали, догонващи със стойности около средната за ЕС-27 и изоставащи спрямо средната за ЕС.



Фигура 3. Степен на рециклиране на всички отпадъци с изключение на големи минерални отпадъци в ЕС-27 за 2018 г.

Източник: Евростат

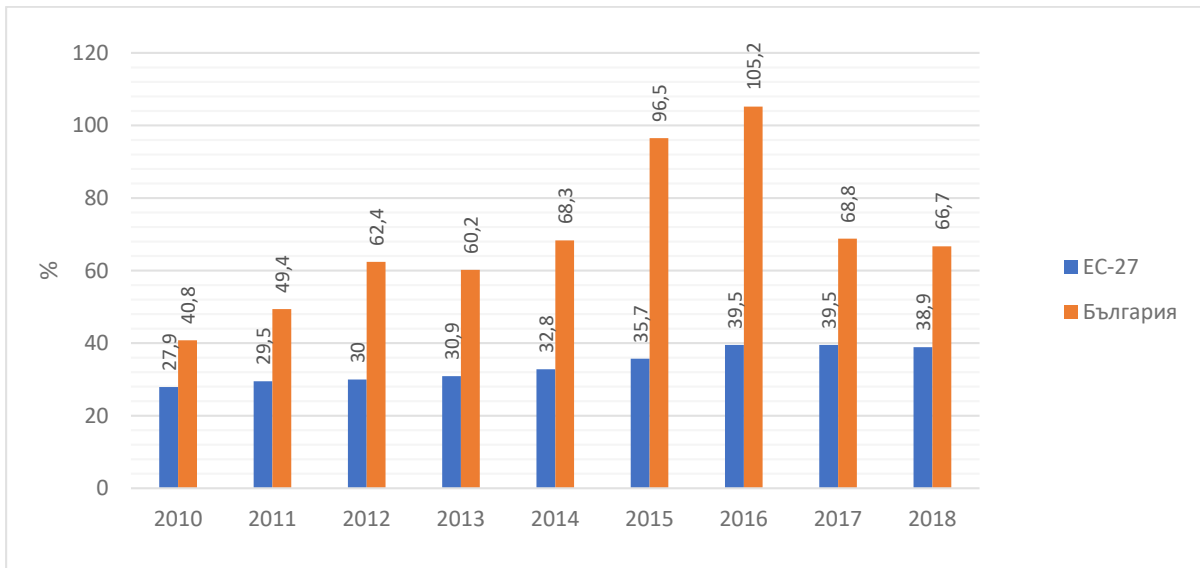
Данните за България за посочените години от периода показват тоталното изоставане на България по този показател, сравнено както със страната с най-добър показател от 2014 до 2018 г., така и спрямо средните стойности за ЕС (фиг. 4.). Установи се, че ако през 2010 т. показателят за България е 2 пъти по-нисък спрямо Словения, то за 2018 г. вече е 3,6 пъти по-нисък. В сравнение със средните стойности за ЕС-27 най-голямо е различието за 2012 г., когато е 3,8 пъти по-нисък, следвано от 2014 г., когато е 3,2 пъти по-нисък и 2,4 пъти за 2018 г. Отново се налага изводът, че по отношение на степента на рециклиране на всички отпадъци, с изключение на големи минерални отпадъци, България значително изостава не само от водещите страни в ЕС, но и от средните стойности за ЕС- 27.



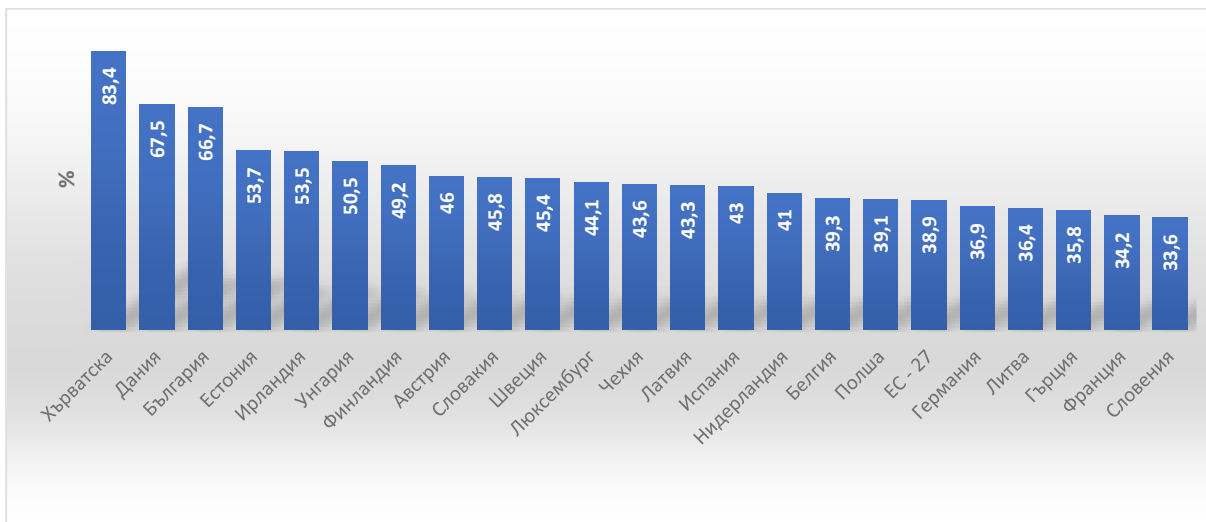
Фигура 4. Степен на рециклиране на всички отпадъци с изключение на големи минерални отпадъци в ЕС-27 и България

Източник: Евростат

За периода 2010–2018 г. процентът на рециклиране на електронни отпадъци за България надвишава средния за ЕС-27 1,5 пъти за 2010 г., 1,7 пъти за 2011 г., 2,1 пъти за 2012 г., 2 пъти за 2013 г., 2,1 пъти за 2014 г., 2,7 пъти за 2015 г. и 2016 г., 1,7 пъти за 2017 и 2018 г. По този показател България надвишава средните стойности за ЕС-27, а за 2016 г. е с най-висока стойност от 105,2%. През периода най-високи стойности по този показател са регистрирани за България, Хърватска и Дания (фиг. 5 и 6.).



Фигура 5. Динамика на процента на рециклиране на електронни отпадъци за България и ЕС-27 за периода 2010 -2018 г.  
Източник: Евростат

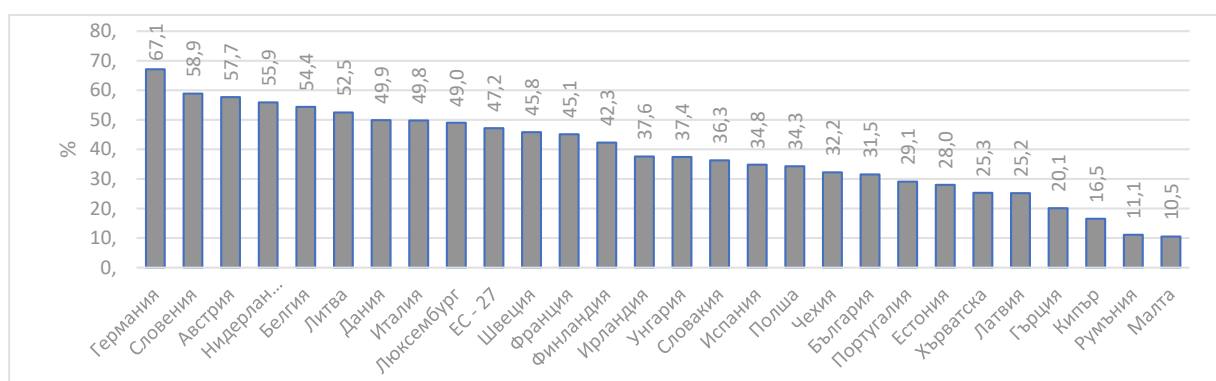


Фигура 6. Процент на рециклиране на електронни отпадъци за 2018 г.  
Източник: Евростат

В динамичните редове за ЕС-27 и България се установи, че съществува тенденция в изменението на процента на рециклиране на електронни отпадъци – за ЕС -27 автокорелационният коефициент от първи порядък ( $r_1=$

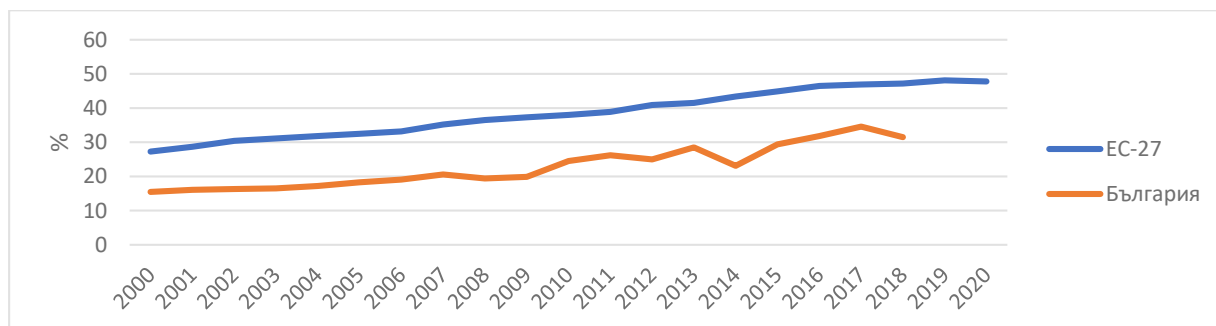
0,954, тестовите характеристики на Бокс-Пиърс ( $BP=8,039$ ) и Бокс-Люнг ( $BL=11,053$ ) и за България съответно  $r_I= 0,592$ ,  $BP=3,16$  и  $BL=4,34$ . Тенденцията, която следва динамиката на показателя „степен на рециклиране на електронни отпадъци“ за ЕС-27 се описва най-добре с модел на експоненциална функция  $y = 26,368e^{0.048t}$ , а за България с модел на парабола  $y = 14,64 + 21,32t - 1,66t^2$ .

Индикаторът „процент на рециклиране на битови отпадъци“ се изразява в % и показва дела на рециклираните битови отпадъци в общо генерираните битови отпадъци. През повечето от годините от периода с най-добри показатели са Германия, Австрия, Белгия, Нидерландия и др., като за 2018 г. най-висока стойност на показателя има Германия, следвана от Словения, Австрия и Белгия.



Фигура 7. Процент на рециклиране на битови отпадъци за 2018 г.  
Източник: Евростат

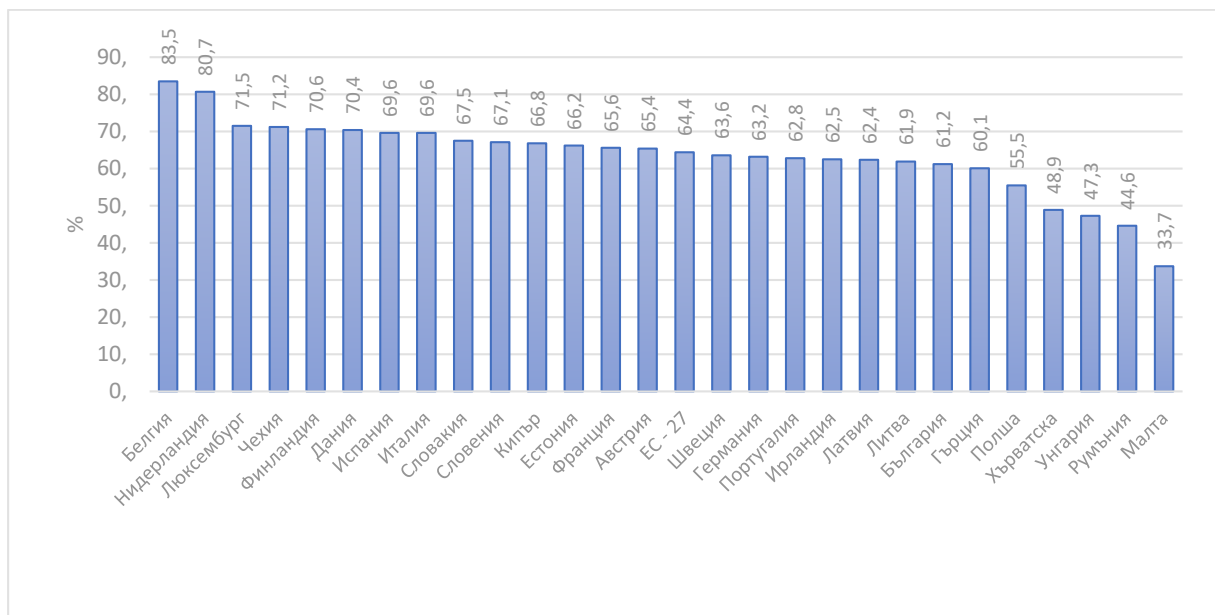
Тенденцията при всички държави е нарастваща, но значителни разлики се проявяват в темповете, с които нараства процентът рециклиране на битови отпадъци. За периода 2000–2020 г. средните стойности на показателя за ЕС-27 варират между 27,3% за 2000 г. и 48,1% за 2019 г., като средногодишното нарастване е с 1,025 процентни пункта или с 2,84%. Откроява се общата тенденция към увеличаване на показателя въпреки някои колебания и спадове. Най-висока стойност на показателя е достигната за 2017 г., но въпреки това е 1,4 пъти по-ниска от средната стойност за ЕС-27.



Фигура 8. Рециклиране на битови отпадъци (%) за периода 2000–2020 г.  
Източник: Евростат

Динамиката на процента на рециклиране на битови отпадъци за ЕС-27 и България е в посока нарастване и двата реда съдържат тенденция – получени са следните стойности за ЕС -27  $r_I=0,996$ ,  $BP=20,825$  и  $VL=23,949$  и за България съответно  $r_I=0,897$ ,  $BP=15,292$  и  $VL=17,841$ . Тенденцията в изменението на показателя се описва най-добре с линеен модел  $y=26,411+1,097t$  за ЕС-27, а за България с модел на експоненциална функция  $y=14,141e^{0,0446t}$ .

Индикаторът „Степен на рециклиране на отпадъци от опаковки“ се изчислява в проценти и показва дела на рециклираните отпадъци от опаковки във всички или общия генериран отпадък от опаковки. Разграничават се следните групи отпадъци от опаковки, които се рециклират – „опаковки от хартия и картон“, „опаковки от пластмаса“, „опаковки от дърво“, „опаковки от метал“ и „опаковки от стъкло“. Анализът се фокусира върху динамиката на показателя за рециклиране на опаковки за периода 2005-2019 г. Страните с най-висок дял на рециклиране отпадъците от опаковки през изследвания период са Белгия, Нидерландия, Люксембург, Дания и Германия, като на фигура 9 е представено разпределението за 2019 г.



Фигура 9. Степен на рециклиране на отпадъци от опаковки за 2019 г.

Източник: Евростат

И при показателя „степен на рециклиране на отпадъци от опаковки“ тенденцията при всички държави въпреки някои колебания е нарастваща, но има разлики в темповете, с които се изменят. За периода 2005–2019 г. средните стойности на показателя за ЕС-27 варират между 54.7% за 2000 г. и 67.6% за 2015 г. и 64.4% за 2019 г., като средногодишното нарастване е с 0.69 процентни пункта или с 1.17%. Данните за България за същия период показват, че нарастват 2 пъти в сравнение с началото на периода, като средногодишното нарастване е с 2.17 процентни пункта или с 5.7%.

Динамиката на индикатора „степен на рециклиране на отпадъци от опаковки“ за ЕС-27 и България е в посока нарастване и двата реда съдържат тенденция – получени са следните стойности за ЕС -27  $r_I= 0,969$ ,  $BP=14,085$  и  $VL=17,103$  и за България съответно  $r_I= 0,784$ ,  $BP=9,22$  и  $VL=11,2$ . Тенденцията в изменението им се описва с уравнение на парабола  $y = 52,23 + 2,55t - 0,11t^2$  за ЕС-27 и за България  $y = 24,97 + 7,81t - 0,37t^2$ .

### **3. Таксономичен анализ на страните от ЕС по показатели за управление на отпадъците**

Изследването се основава на официални статистически данни на Евростат за 2018 г. Показателите и дефинициите съответстват на Закона за управление на отпадъците. Анализът на управлението на отпадъци за страните от ЕС е въз основа на приложението на таксономичния анализ (Плюта, 1980). Той позволява сравняване на статистическите единици посредством набор от разнородни признаци, разкриващи закономерностите в статистическите съвкупности. Съпоставянето на многомерните обекти се извършва с помощта на матрица на разстояния. Резултатът е определяне на интегрална оценка, получена от комплексното влияние на отделните факторни признаци.

Признаците, които участват в първоначалната схема на анализа, са: степен на оползотворяване на отпадъци от строителство и разрушаване ( $x_1$ ); рециклиране на биоотпадъци ( $x_2$ ); степен на рециклиране на всички отпадъци, с изключение на големи минерални отпадъци ( $x_3$ ); процент на рециклиране на битови отпадъци ( $x_4$ ); степен на рециклиране на отпадъци от опаковки общо ( $x_5$ ); и по видове опаковки: хартиени и картонени опаковки ( $x_{51}$ ); пластмасови опаковки ( $x_{52}$ ); дървени опаковки ( $x_{53}$ ); метални опаковки ( $x_{54}$ ); стъклени опаковки ( $x_{55}$ ). Показателят „процент на рециклиране на електронни отпадъци“ не е включен в анализа, поради липсващи данни за пет от държавите-членки на ЕС (Италия, Кипър, Малта, Португалия и Румъния) за 2018 г.

За целите на анализа е необходимо, първо да се извърши стандартизиране на признаците<sup>2</sup> чрез изчисляване на матрица с нормирани отклонения (Цанова, 2010). Стандартизацията на признаците е необходимо условие за всеки таксономичен анализ. Всички признаци, участващи в анализа, трябва да бъдат приведени в съпоставим вид посредством изключване на единиците на измерване.

Следваща стъпка е построяването на матрицата на разстоянията между признаците, която е в основата на определяне на групите от сходни

---

<sup>2</sup> Методът е подробно разгледан в цитираната публикация.



признаци, както и изчисляване на коефициентите на значимост<sup>3</sup> за всеки от признаците. Определянето на групите със сходни признаци се основава на минималното разстояние между тях на всеки ред от матрицата на разстоянията. В състава на еднородните подмножества влизат сходни елементи, притежаващи близки значения на признаците. Групирането на признаците, съответстващо на оптималното подреждане, трябва да отговаря на условието за минималното разстояние между всеки два съседни признака (съседните елементи в най-малка степен се различават един от друг). След изпълнение на алгоритъма по построяване на матрицата на разстоянията между признаците се получава модел за връзка.

Процедурата по обединяването на признаците съответства в определена степен на установяването на корелационна зависимост (колинеарност) между факторните променливи в модела. Обединяването на признаците в еднородни групи трябва да отговаря на условията: силна корелационна зависимост между признаците във всяка група и слаба корелация между факторните променливи, принадлежащи към различни групи. Всяка от получените групи признаци характеризира определен аспект на изследваното явление, със силна корелационна зависимост вътре в групите и ниска степен на корелация между посочените групи признаци.

Особеност на метода е, че матрицата на разстоянията трябва да се разглежда паралелно с корелационната матрица, защото при силна отрицателна корелационна зависимост в матрицата на разстоянията се получава максималното разстояние между изследваните признаци. За отстраняване на колинеарността от всяка група се избира по един представител, в резултат на което се получава набор от признаци, описващи различни свойства на изучаваното явление и слаба корелация между тях.

Факторният признак от съответната група трябва да отговаря на условието: сумата от разстоянията между факторите да е число минимум, което означава, че той най-силно се корелира с останалите признаци от групата и има най-голямо познавателно значение за определеното свойство, което характеризира.

Алгоритъмът по стандартизация на признаците води не само до елиминиране единиците за измерване, но и до изравняване значенията на признаците. Тъй като при стандартизиране на признаците се губи информация, се прилага процедура по въвеждане на коефициенти на значимост за всеки от признаците. Тези коефициенти дават информация за значимостта и ролята на всеки признак в конкретното изследване.

За определяне коефициентите на йерархия на признаците се използва методът на така нареченото критично разстояние и се изчисляват коефициентите на йерархия за всеки от признаците. Определя се окончателният вид на матрицата, състояща се от определен брой факторни признаци, които

---

<sup>3</sup> В литературата се среща като коефициент на йерархия на признаците.

характеризират различни страни на изследваната променлива и са типични представители на групата, която определят.

След изпълнение на всички предварителни процедури за подготовка на факторните променливи, се преминава към същинската част на таксономичния анализ–определяне на еталон на развитие. При определяне на еталона се разглежда всеки от признаците, включени в анализа поотделно. Определя се разстоянието между отделните единици и еталона на развитие и се съставя интегралната оценка  $d_i$ : Интегралната оценка е винаги положителна величина и гарантира по-добър резултат при стойност, клоняща към нула.

Показателите, включени в първоначалната схема на анализа за определяне мястото на всяка от страните–членки на ЕС по отношение на управлението на отпадъците, са общо десет. Те са включени в матрицата на наблюдение, чиято размерност се определя от броя на признаците (по колони) и броя на единиците (по редове) на изучаваната съвкупност. Те имат различни мерни единици и описват различни свойства на изучаваното явление. След процедурата по стандартизиране на признаците и построяването на матрица на разстоянията между тях се определят групите със сходни признаци.

Обособяват се две групи признаци със силно изразена корелационна зависимост във всяка от тях. Първата група обхваща показателите: рециклиране на биоотпадъци ( $x_2$ ); степен на рециклиране на всички отпадъци, с изключение на големи минерални отпадъци ( $x_3$ ); и степен на рециклиране на битови отпадъци ( $x_4$ ). Факторният признак, който отговаря на условието за минимално разстояние между признаците и има най-голямо познавателно значение за групата, е степента на рециклиране на битови отпадъци ( $x_4$ ).

Втората група признаци с висока корелация между тях се определя от показателите, характеризиращи степента на рециклиране на отпадъците от опаковки, общо и по видове (вж. Таблица 1). Факторният признак, отговарящ на условието: сумата от разстоянията между факторите да е число минимум ( $\sum c_i \rightarrow \min$ ), е степента на рециклиране на отпадъци от всички видове опаковки ( $x_5$ ). Това означава, че той най-силно се корелира с останалите признаци в групата и има най-голямо познавателно значение за определеното свойство, което характеризира. Следователно вторият факторен признак, който ще участва при определяне на интегралната оценка, е степента на рециклиране на отпадъците от опаковки, общо ( $\sum c_i = 4,66$ ).

Признаците, с които продължава таксономичният анализ, са: степен на оползотворяване на отпадъците от строителството и разрушаване ( $x_1$ ); степен на рециклиране на битовите отпадъци ( $x_4$ ) и степен на рециклиране на отпадъците от всички видове опаковки ( $x_5$ ).

Таблица 1

Матрица на разстояния между признаците, характеризиращи отпадъците от опаковки общо и по видове

Признаци	X <sub>5</sub>	X <sub>51</sub>	X <sub>52</sub>	X <sub>53</sub>	X <sub>54</sub>	X <sub>55</sub>
X <sub>5</sub>	0,0000	0,8704	1,0794	0,9095	0,9938	0,8072
X <sub>51</sub>	0,8704	0,0000	1,3678	1,3787	1,2111	1,1542
X <sub>52</sub>	1,0794	1,3678	0,0000	1,3366	1,2752	1,3172
X <sub>53</sub>	0,9095	1,3787	1,3366	0,0000	1,3189	1,1362
X <sub>54</sub>	0,9938	1,2111	1,2752	1,3189	0,0000	1,1796
X <sub>55</sub>	0,8072	1,1542	1,3172	1,1362	1,1796	0,0000
$\sum c_i$	<b>4,6603</b>	5,9821	6,3762	6,0799	5,9787	5,5945

Източник: Изчисления на автора.

Следваща стъпка от анализа е определяне на коефициентите на значимост за всеки от признаците. Тези коефициенти обозначават ролята на всеки признак в конкретното изследване. Тяхното използване е необходимо условие особено при наличието на голям брой факторни променливи, защото спомагат за установяване по-голямата значимост на някои от признаците и едновременно с това – по-малкото влияние на останалите. За получаване на коефициентите на йерархия на признаците (Таблица 2) се използва методът на така нареченото критично разстояние. Резултатите от Таблица 2 показват, че признакът с най-голяма значимост е степен на рециклиране на битовите отпадъци (x<sub>4</sub>). На второ място по степен на важност е признакът „степен на оползотворяване на отпадъците от строителството и разрушаване“ с коефициент на йерархия  $\lambda = 0,5689$  и на трето, последно място по значение се определя степента на рециклиране на отпадъците от всички видове опаковки (x<sub>5</sub>). Окончателният вид на матрицата се състои от три факторни признака, които характеризират различни страни на показателите за управление на отпадъците и всеки от тях е определен като типичен представител на групата, от която е избран.

Таблица 2

Матрица на разстоянията и коефициенти на йерархия

Факторни признаци	X <sub>1</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
X <sub>1</sub>	0,0000	1,2034	1,4366
X <sub>4</sub>	1,2034	0,0000	0,9119
X <sub>5</sub>	1,4366	0,9119	0,0000
w <sub>i</sub>	1,2034	2,1153	0,9119
$\lambda$	0,5689	1,0000	0,4311

Източник: Изчисления на автора.

След изпълнение на всички предварителни процедури за подготовка на факторните променливи може да се пристъпи към същинската част на таксономичния анализ: определяне на еталон на развитие, който представлява точка  $P_0$  с координати:  $z_{01}, z_{02}, z_{03}, \dots, z_{0n}$ , където  $n$  е броят на признаците, като всяка от координатите отговаря на условието:  $z_{0s} = \max_r z_{rs}$ , ИЛИ  $z_{0s} = \min_r z_{rs}$ , в зависимост от това, дали за съответния признак трябва да се вземе максималната или минималната му стойност. При конкретното изследване за еталон на развитие се взема само максималната стойност на всеки от признаците, защото по-голямата степен на рециклиране означава по-добър резултат и съответно по-добро управление на отпадъците. За еталон на развитие на най-важния по значимост признак (степен на рециклиране на битовите отпадъци) е определена Германия, на втория по важност (степен на оползотворяване на отпадъците от строителството и разрушаване) за еталон са определени три държави – Ирландия, Малта и Холандия, тъй като и при трите значения по този показател за 2018 г. е 100% рециклиране. Съответно за третия показател, участващ при формирането на комплексната оценка (степен на рециклиране на отпадъците от всички видове опаковки), с максимална стойност е определена Белгия.

Таблица 3

Еталон на развитие

X1	X4	X5
0,7836	1,9431	2,2536
Малта	Германия	Белгия
Холандия		

Източник: Изчисления на автора.

Следващите стъпки от анализа са определяне на разстоянието между отделните единици (държави) и еталона на развитие и съставяне на интегралната оценка  $d_i$  за характеризирание на изследваното явление. Интегралната оценка е винаги положителна величина и гарантира по-добър резултат при стойност, клоняща към нула. Резултатите от подреждането на държавите-членки на ЕС в резултат от прилагането на таксономичния анализ са представени в Таблица 4. Първите две държави, заемащи водеща позиция в резултат от анализа са, Холандия и Белгия. Те имат близки значения на интегралната оценка (за Холандия  $d_1=0,1460$ , а за Белгия  $d_2=0,1469$ ). В следващата група отново с малки значения на комплексната оценка са страните Германия и Словения, със значения на интегралната оценка съответно 0,2056 и 0,2060. Следващите позиции в ранговото подреждане се заемат от държавите Дания, Австрия, Люксембург и Италия със значения при комплексното оценяване  $d_i < 0,3$ . Това са страните в ЕС,

които се справят най-добре по отношение мерките и тяхната реализация за оптималното управление на отпадъците. Добре би било, ако техният опит бъде приложен и при останалите държави-членки на ЕС, които заемат последните места в ранговото подреждане.

Последните места при окончателното подреждане на държавите според показателите за управление на отпадъците се заемат от Малта с максимална интегрална оценка ( $d=0,8747$ ), предхождана от България ( $d=0,7468$ ) и Румъния ( $d=0,7427$ ). Това подреждане отрежда на България предпоследно място сред страните от ЕС през 2018 г. според показателите за управление на отпадъците.

Таблица 4

*Ранжиране на държавите-членки на ЕС според избраните признаци за управление на отпадъците*

№	Държави членки на ЕС	Интегрална оценка	Рангова оценка
1	Белгия	0,1469	2
2	България	0,7468	26
3	Чехия	0,4448	14
4	Дания	0,2677	5
5	Германия	0,2056	3
6	Естония	0,5371	17
7	Ирландия	0,4222	13
8	Гърция	0,5964	22
9	Испания	0,4558	15
10	Франция	0,3730	11
11	Хърватия	0,5966	23
12	Италия	0,2828	8
13	Кипър	0,6599	24
14	Латвия	0,5937	21
15	Литва	0,3362	9
16	Люксембург	0,2688	7
17	Унгария	0,5758	20
18	Малта	0,8747	27
19	Холандия	0,1460	1
20	Австрия	0,2682	6
21	Полша	0,5037	16
22	Португалия	0,5450	18
23	Румъния	0,7427	25
24	Словения	0,2260	4
25	Словакия	0,5477	19
26	Финландия	0,3850	12
27	Швеция	0,3501	10

*Източник: Изчисления на автора.*

#### **4. Клъстерен анализ на страните от ЕС по показатели за управление на отпадъците**

Клъстерният анализ е многомерен статистически метод, който по своята същност е съвкупност от алгоритми, въз основа на които множество хетерогенни единици могат да се групират в две или повече хомогенни групи (клъстери) на база значенията на група признаци. Всеки от така обособените клъстери се характеризира с вътрешна хомогенност и ясно изразена външна хетерогенност. В специализираната литература са разработени различни варианти на клъстерния анализ, които най-общо се класифицират в зависимост от: подходът за определяне броя на клъстерите, използваната метрика за определяне разстоянието между отделните единици според значенията на признаците, използваните правила при отнасянето на даден обект към конкретна група единици.

В настоящото изследване е възприет подход, при който клъстеризацията на страните в хомогенни групи е извършена чрез метода на *k*-средните, при който предварително е необходимо да се определи броят на клъстерите. Именно този въпрос е от съществено значение за достоверността на резултатите от анализа. В научната литература са изведени няколко подхода за изследване валидността на клъстерите, които според Theodoridis и Koutroubas (Theodoridis & Koutroubas, 2008) могат да се обобщят в три групи. Първият подход се основава на външни критерии като сравняване на резултатите с такива от аналогични изследвания, субективни съображения и изследователски опит. В основата на втория подход са вътрешните критерии, които се базират на конкретни резултати, получени в процеса на анализа, например разстоянието, при което се обединяват двойките клъстери. При третия подход решението се взема въз основа на относителни критерии, чрез които се сравняват и оценяват структури при различен брой клъстери. Този подход се осъществява въз основа както на вътрешни, така и на външни критерии.

В процеса на настоящия анализ е възприет третият подход, като при определянето на оптималния брой клъстери са приложени следните четири вътрешни критерии (Charrad, et al., 2014): Calinski и Harabasz index (CH index), Krzanowski и Lai index (KL index), Duda index и Cindex. Апробирани са варианти, в които държавите са разпределени от два до осем на брой клъстерни решения. Според индексите CH и KL оптималният брой клъстери съответства на максималните стойности на критериите, според Cindex – на неговата минимална стойност, а според Duda index – на минималния брой клъстери, при които емпиричното значение на критерия е по-голямо от теоретичното.

При определянето на оптималния брой клъстери е приложен методът на междугруповото свързване, който е итеративна процедура по обединяване на всяка двойка най-близко разположени клъстери в нов. Разстоянието

между всеки два клъстера се изчислява като средно разстояние между всички двойки обекти в тях (Rencher, 2002):

$$D(A, B) = \frac{1}{n_A \cdot n_B} \sum_{i=1}^{n_A} \sum_{j=1}^{n_B} d(x_i, x_j),$$

където  $d(x_i, x_j)$  е избраната метрика за измерване на разстоянието между отделните единици по зададените променливи.

Дистанцията между обектите е установена чрез евклидовото разстояние, което се изчислява по следната формула:

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^k (x_{im} - x_{jm})^2},$$

където:  $x_{im}$  е значението на  $i$ -тата единица по  $m$ -тата променлива;

$x_{jm}$  – значение на  $j$ -тата единица по  $m$ -тата променлива;

$k$  – брой променливи, по които се извършва клъстеризацията.

В настоящото изследване клъстерният анализ се извършва въз основа на осем ключови показатели, чрез които се характеризира дейността по управление на отпадъците в контекста на кръговата икономика. Те са, както следва:

- относителен дял на рециклираните битови отпадъци;
- относителен дял на рециклираните опаковки от хартия и картон;
- относителен дял на рециклираните опаковки от пластмаси;
- относителен дял на рециклираните опаковки от дърво;
- относителен дял на рециклираните опаковки от метал;
- относителен дял на рециклираните опаковки от стъкло;
- относителен дял на оползотворяване на отпадъците от строителство и разрушаване;
- рециклиране на биоотпадъци (в кг на човек от населението).

Емпиричните стойности на приложените вътрешни критерии за определяне на оптималния брой клъстери са представени в Таблица 5. Три от индексите (KL index, Duda index и Cindex) показват, че е най-подходящо да бъдат обособени четири клъстера през 2012 г. и три през 2019 г., докато според индекса СН техният брой е пет и през двете изследвани години. Тъй като един от основните недостатъци на последния е надценяване на реалния брой клъстери, в настоящото изследване приемаме за оптимално прилагането на метода на  $k$ -средните при четириклъстерно и трикълъстерно решение през съответните две години.

Таблица 5

Емпирични значения на индексите за определяне броя на клъстерите

Брой клъстери	CN index		KL index		Duda index		Cindex	
	2012г.	2019г.	2012г.	2019г.	2012г.	2019г.	2012г.	2019г.
2	12,76	18,17	0,66	2,00	0,75	0,52	0,48	0,37
3	12,11	13,26	3,19	<b>2,81</b>	2,35	<b>0,59</b>	0,43	<b>0,35</b>
4	10,31	15,85	<b>5,16</b>	2,76	<b>0,49</b>	1,02	<b>0,39</b>	0,44
5	<b>17,68</b>	<b>20,85</b>	1,12	0,59	1,66	0,62	0,49	0,64
6	9,08	12,24	0,26	2,32	0,71	9,53	0,49	0,69
7	10,33	10,81	5,82	0,29	10,65	0,72	0,55	0,68
8	9,30	11,31	0,14	2,24	0,62	0,44	0,54	0,64

Източник: Изчисления на автора

Разпределението на включените в анализа 27 европейски страни в обособените клъстери през 2012 г. е следното. Клъстер 1 включва единствено две страни – Белгия и Финландия. В този клъстер се наблюдават най-високите групови средни за три от показателите – „относителен дял на рециклираните опаковки от хартия и картон“ (94,5 %), „относителен дял на рециклираните опаковки от метал“ (91,3%) и „относителен дял на рециклираните опаковки от стъкло“ (88,8%). Същевременно са отчетени и най-ниските групови средни по отношение дела на рециклираните опаковки от пластмаси (33,5%) и оползотворяването на отпадъци от строителство и разрушаване (15%).

Клъстер 2 се формира от България, Гърция, Хърватия, Кипър и Словакия. Този клъстер се характеризира с най-високата групова средна по отношение на показателя „относителен дял на рециклираните опаковки от пластмаси“ (44,1%), както и с най-ниски показатели за пет от включените в анализа променливи – „относителен дял на рециклираните битови отпадъци“ (16,5%), „относителен дял на рециклираните опаковки от дърво“ (27,6%), „относителен дял на рециклираните опаковки от метал“ (58,6%), „относителен дял на рециклираните опаковки от стъкло“ (55,9%) и „рециклирани биоотпадъци на човек от населението“ (11,6 кг.).

В клъстер 3 попадат най-голям брой страни – четиринадесет. Това са Чехия, Естония, Ирландия, Испания, Италия, Латвия, Литва, Унгария, Малта, Полша, Португалия, Румъния, Словения и Швеция. Този клъстер е с най-високите групови средни за показателя „относителен дял на рециклираните опаковки от дърво“ (45,5%) и най-нисък процент рециклирани опаковки от хартия и картон (75,8%).

Клъстер 4 включва шест страни – Дания, Германия, Франция, Люксембург, Нидерландия и Австрия. В този клъстер се отчитат най-високи средни по отношение на относителните дялове на рециклирани битови отпадъци (49,9%) и на оползотворени отпадъци от строителство и разруша-



ване (90,3%), като в най-голяма степен е застъпено рециклирането на биоотпадъци – от два до над десет пъти повече в сравнение със средните стойности за страните, формиращи останалите три клъстера.

Разстоянията между отделните клъстери, измерени на база евклидовото разстояние ( $d$ ), са представени в Таблица 6. Данните показват, че най-малка е дистанцията между клъстер 2 и клъстер 3, а най-голяма – между клъстер 2 и клъстер 4. Четвъртият клъстер в най-голяма степен се различава от останалите, тъй като средното разстояние до всеки от останалите клъстери е най-голямо. По отношение на дистанцията между отделните страни и съответстващите им клъстерни центрове, измерена отново чрез евклидовото разстояние, бихме могли да определим като най-хомогенен клъстер 1, а като най-хетерогенен – клъстер 2.

Таблица 6

*Евклидово разстояние между клъстерите*

Клъстери	$d_{2012}$	Клъстери	$d_{2019}$
К1 – К2	88,47	К1 – К2	73,09
К1 – К3	97,83	К1 – К3	125,98
К1 – К4	96,12	К2 – К3	66,04
К2 – К3	62,46	-	-
К2 – К4	139,72	-	-
К3 – К4	107,92	-	-

*Източник: Изчисления на автора.*

През 2019 г. се наблюдава намаляване на различията между част от страните от ЕС, в резултат на което се формират три клъстера, които включват приблизително еднакъв брой страни – девет, десет и осем. Шест от страните, които през 2012 г. са включени в състава на клъстер 3 (Чехия, Ирландия, Испания, Португалия, Словения и Швеция), както и Словакия (клъстер 3), се присъединяват към държавите от клъстер 1. В резултат от тази динамика в състава на първия клъстер се включват вече 9 държави, като това се отразява незначително на вътрешноклъстерната хомогенност – средното разстояние до клъстерния център нараства с минималните 9,8%. Останалите промени по отношение състава на отделните клъстери през 2019 г. спрямо 2012 г. се наблюдават в клъстер 2, към който се присъединяват страни от първоначалния клъстер 3 – Естония, Латвия, Унгария, Малта, Полша и Румъния. Първият клъстер се характеризира с най-ниски групови средни за седем от показателите, като единствено по отношение на показателя „относителен дял на оползотворяване на отпадъците от строителство и разрушаване“ клъстер 2 е с по-ниска средна стойност. Следователно би могло да се отбележи, че клъстер 1 се формира от страни, в които е необходимо да се предприемат мерки, целящи значително повишаване степента на рециклиране на отпадъците. Изоставането спрямо страните от останалите

кълъстери е най-ясно изразено по отношение на рециклираните биоотпадъци на човек от населението.

Посочените по-горе изменения в състава на отделните кълъстери намират отражение върху тяхната хомогенност – през 2019 г. най-еднороден отново е кълъстер 1, въпреки че при останалите два се наблюдава повишаване на хомогенността, съответно с 2,2 % и 4,7 %. Евклидовите разстояния ( $d$ ) между така обособените кълъстери показват, че най-малка е дистанцията между кълъстер 2 и кълъстер 3, а най-голяма – между кълъстер 1 и кълъстер 3.

## **5. Изследване на зависимостта между показателите за управление на отпадъците и БВП с панелен подход**

В настоящата част на разработката се изследва зависимостта между основни показатели за управление на отпадъците и икономическото развитие в страните от Европейския съюз за периода 2005–2019 г. Икономическото развитие се представя чрез показателя темп на прираст на брутния вътрешен продукт (GDP growth), а обхванатите показатели от групата за управление на отпадъците са относителен дял на рециклираните битови отпадъци дял (mun\_waste), рециклиране на биоотпадъци (biowaste), относителен дял на общо рециклираните опаковки (packaging), относителен дял на рециклираните опаковки от хартия и картон (paper), относителен дял на рециклираните опаковки от пластмаси (plastic), относителен дял на рециклираните опаковки от дърво (wooden), относителен дял на рециклираните опаковки от метал (metalling) и относителен дял на рециклираните опаковки от стъкло (glass). Поради липса на данни за посочения период от анализа отпадат Хърватия и Великобритания.

Преди да се пристъпи към прилагане на методологията на панелните регресионни модели, е необходимо да се направи проверка на изходните динамични редове по отношение на тяхната стационарност. За целта се използват някои от най-често прилаганите в емпиричните изследвания панелни тестове за единичен корен (т.е. за нестационарност). Обстоен преглед и сравнителен анализ на тенденциите в разработването на показатели, с които може успешно да се провери стационарността, респективно нестационарността в изследваните показатели при анализ на панелни данни, е извършен от Barbieri (Barbieri, 2006), а приложението им е демонстрирано от Petkov и Varbanov (Petkov & Varbanov, 2022).

От съществено значение за адекватната оценка при тестването за нестационарност на изследваните показатели е, правилно да се определи какви детерминистични компоненти е необходимо да бъдат включени в моделите. Проследявайки динамиката на изследваните индивидуални показатели, трудно би могло да се определи някаква тенденция, тъй като индивидуални данни се колебаят около едно постоянно число, символизиращо константата в регресионните модели. Проследявайки обаче динамиката на

изследваните показатели, които са представени чрез техните средни величини по отделни години, ясно може да се забележи нарастваща тенденция при всеки един от изследваните тук 9 показателя, с изключение на показателя ръст на БВП, при който по-скоро се наблюдава сравнителна устойчивост. Вземайки тези констатации предвид, проверката за панелен единичен корен се осъществява върху изходните променливи, като се прилагат два сценария. При първия като детерминистичен компонент в моделите се въвежда само константа, а при втория сценарий се въвеждат константа и времеви тренд.

Анализирайки резултатите от проверката на динамичните редове<sup>4</sup> с помощта на използваните тестове за панелен единичен корен, независимо дали се включва само константа или константа и детерминистичен тренд, стационарността се потвърждава за брутният вътрешен продукт, дела на всички рециклирани опаковки, дела на рециклираните хартиени опаковки, дела на рециклираните дървени опаковки, дела на рециклираните метални опаковки и дела на рециклираните стъклени опаковки. Когато в модела се включва само константа, се оказва, че делът на рециклираните битови отпадъци и делът на рециклираните биоотпадъци са нестационарни величини и са интегрирани от първи порядък<sup>5</sup>. Когато при тестване за единичен корен в модела се включи и детерминистичен тренд (а визуалната инспекция на динамичните редове, съставени от средните значения на анализираните показатели, показва валидността на възходящ тренд), при дела на рециклираните отпадъци се отхвърля нулевата хипотеза за наличие на общ единичен корен с LLC-критерия (т.е. редът е стационарна величина), докато с останалите три критерия се установява, че са налице индивидуални единични корени в някои от страните на Европейския съюз. При същата ситуация за дела на рециклираните биоотпадъци нулевата хипотеза се отхвърля както за общ единичен корен (при равнище на значимост  $\alpha = 0,01$ ), така и за индивидуални единични корени (с  $ADF-F$  при равнище на значимост  $\alpha = 0,05$  и с  $IPS$  при равнище на значимост  $\alpha = 0,10$ ). Единствено с  $PP-F$  се установява, че има индивидуален единичен корен. По отношение на показателя „дял на рециклираните пластмасови опаковки“, когато в тествания модел се включи само константа, с четирите използвани критерия се установява неговата стационарност. При включване и на тренда ситуацията е същата като тази при битовите отпадъци, т.е. отхвърля се нулевата хипотеза за наличие само на общ единичен корен, но не и хипотезите за съществуване на индивидуални единични корени. Изхождайки от получените резултати и съобразявайки се основните недостатъци на използваните тестове, че се характеризират с неточни оценки на емпиричните им

<sup>4</sup> Поради ограниченият обем на разработката, резултатите от проверката не са публикувани, но могат да бъдат предоставени на заинтересованите лица при поискване.

<sup>5</sup> Тук данните не са поместени, но стационарни са първите последователни разлики на посочените показатели, когато в модела не се включва константа. Тези изводи се потвърждават с четирите критерия без изключение.

значения при малък брой на  $T$ , каквато е и настоящата ситуация, с известна условност по отношение на показателите „дял на рециклираните битови отпадъци“, „дял на рециклираните биоотпадъци“ и „дял на рециклираните пластмасови опаковки“, приемаме, че анализираният показател са стационарни величини, което позволява да се приложи методологията на панелната регресия за изследване на зависимостите. Разбира се, трябва да подчертаем, че по отношение на посочените три показателя следва да се подхожда с повишено внимание.

За да се определи най-подходящият панелен регресионен модел, се използват различни методи на специфициране, които водят до прилагане на три подхода – обединен метод на най-малките квадрати (pooled OLS), модел с фиксирани ефекти и модел със случайни ефекти. На базата на получените резултати се провеждат серии от диагностични проверки за избор на най-подходящ модел. За целта се използват  $F(CI)$ -критерий за проверка значимостта на обща константа, LM-критерият на Breusch-Pagan и критерият на Hausman. С  $F$ -теста се извършва избор между обединен МНМК ( $H_0$ ) и модел с фиксирани ефекти ( $H_1$ ), с критерия на Breusch-Pagan се извършва избор между обединен МНМК ( $H_0$ ) и модел със случайни ефекти ( $H_1$ ), а с теста на Хаусман се извършва избор между модел със случайни ефекти ( $H_0$ ) и модел с фиксирани ефекти ( $H_1$ ).

Таблица 7

Оценки на панелните регресионни модели, с които се оценява зависимостта между всички показатели за управление на отпадъците и brutния вътрешен продукт

Променлива	Обединен МНМК	Модел с фиксирани ефекти	Модел със случайни ефекти
Константа	<b>7,151</b>	<b>6,945</b>	<b>7,232</b>
biowaste	-0,007	0,008	-0,007
mun. waste	0,030	0,057	0,038
packaging	<b>-0,140</b>	-0,008	<b>-0,123</b>
paper	-0,011	<b>-0,054</b>	-0,015
plastic	<b>0,047</b>	-0,004	0,042
wooden	0,007	-0,008	0,005
metallic	0,004	-0,001	0,002
glass	0,021	-0,027	0,012
F	<b>3,644</b>	<b>2,257</b>	<b>2,865</b>
$R^2$	0,071	0,173	0,057
DW	1,302	1,485	1,343
F(CI)	<b>1,756</b> (модел с фиксиран ефект)		
Breusch-Pagan	0,726 (обединен МНМК)		
Hausman	<b>15,785</b> (модел с фиксиран ефект)		

Източник: Изчисления на автора.

**Забележка:** С  $F(CI)$  се отбелязва тестът за съвместна значимост на разликата между груповите средни, с който се проверява адекватността на обединения МНМК спрямо модела с фиксирани ефекти, с Breusch-Pagan се отбелязва LM-тестът за проверка на адекватността на обединения МНМК спрямо модела със случайни ефекти, а с Hausman се отбелязва тестът за проверка състоятелността на модела със случайни ефекти спрямо модела с фиксирани ефекти.

С *наклонен* шрифт са отбелязани оценките, с които се отхвърля нулевата хипотеза при равнище на значимост  $\alpha = 0,1$ , с *потъмнен наклонен* шрифт – значимите оценки при равнище на значимост  $\alpha = 0,05$  и с *потъмнен* шрифт – значимите оценки при равнище на значимост  $\alpha = 0,01$ .

Анализирайки получените резултати (вж. Таблица 7), като най-подходящ се оказва моделът с фиксирани ефекти. С помощта на  $F(CI)$ -критерия се установява, че моделът с фиксирани ефекти е по-подходящ от обединения МНМК, като изводът се гарантира с риск от грешка  $\alpha = 0,05$ . Съпоставяйки резултатите на обединения МНМК и модела със случайни ефекти, с помощта на критерия на Breusch-Pagan установяваме, че по-подходящ е обединеният МНМК, като тук рискът от грешка е под един процент. Накрая, съпоставяйки модела със случаен ефект, и модела с фиксиран ефект посредством критерия на Hausman установяваме (при риск от грешка  $\alpha = 0,05$ ), че за нуждите на анализа отново по-добри резултати се получават посредством модела с фиксирани ефекти, който е и окончателният избор в настоящата ситуация.

Трите сценария на специфициране водят до оценка на адекватни от статистическа гледна точка модели, но дялът на обяснената вариация варира от 6% при модела със случайни ефекти до 17% при модела с фиксирани ефекти. От осемте факторни показатели само един (дял на рециклираните хартиени опаковки) е статистически значим в модела с фиксирани ефекти, като той е отрицателен по знак. Това означава, че с увеличаване дела на рециклираните отпадъци намалява темпът на растеж на БВП. Отрицателни по знак са всъщност всички параметри, отразяващи влиянието както на степента на рециклиране на всички опаковки, така и дела на видовете рециклирани опаковки. Големият брой статистически незначими параметри, както и противоречащите на икономическата логика знаци, са признаци за неподходящо специфициране на моделите. Оптимизацията се осъществява с прилагане на алгоритъма на стъпковата регресия, като последователно се елиминират от моделите статистически незначимите показатели. Окончателните (редуцираните) модели са представени в следващата таблица.

С  $F$ -критерия и LM-критерия на Breusch-Pagan се потвърждава предимството, съответно на метода с фиксирани ефекти и метода със случайни ефекти пред обединения МНМК. С критерия на Хаусман, от друга страна, се установява, че по-подходящ от двата е моделът с фиксирани ефекти.

Таблица 8

Оценки на редуцираните панелни регресионни модели за изследване на зависимостта между управление на отпадъците и brutния вътрешен продукт

Променлива	Обединен МНМК	Модел с фиксирани ефекти	Модел със случайни ефекти
Константа	<b>4,846</b>	<b>6,856</b>	<b>5,557</b>
mun. waste	-0,015	<b>0,063</b>	0,005
paper	-0,024	<b>-0,059</b>	<b>-0,032</b>
glass	-0,005	<b>-0,032</b>	-0,015
F	<b>3,054</b>	<b>2,659</b>	<b>3,262</b>
R <sup>2</sup>	0,023	0,171	0,017
DW	1,231	1,474	1,318
Наблюдения	390	390	390
F(CI)	<b>2,574</b> (модел с фиксиран ефект)		
Breusch-Pagan	<b>10,275</b> (модел със случаен ефект)		
Hausman	<b>15,131</b> (модел с фиксиран ефект)		

Източник: Изчисления на автора.

Забележка: С F(CI) се отбелязва тестът за съвместна значимост на разликата между груповите средни, с който се проверява адекватността на обединения МНМК спрямо модела с фиксирани ефекти, с Breusch-Pagan се отбелязва LM-тестът за проверка на адекватността на обединения МНМК спрямо модела със случайни ефекти, а с Hausman се отбелязва тестът за проверка състоятелността на модела със случайни ефекти спрямо модела с фиксирани ефекти.

С *наклонен* шрифт са отбелязани оценките, с които се отхвърля нулевата хипотеза при равнище на значимост  $\alpha = 0,1$ , с *потъмнен наклонен* шрифт – значимите оценки при равнище на значимост  $\alpha = 0,05$  и с *потъмнен* шрифт – значимите оценки при равнище на значимост  $\alpha = 0,01$ .

Елиминирането на променливите biowaste, packaging, plastic, wooden и metallic от модела води до символично намаление в дела на обяснената вариация от 17,3% до 17,1%, което определя тяхното отстраняване от модела като целесъобразно. Според получените резултати всички факторни променливи в редуцираните модели са статистически значими при риск от грешка  $\alpha = 0,05$ . Оказва се, че само делът на рециклираните битови отпадъци оказва положително влияние върху темпа на растеж на БВП в страните от Европейския съюз. Увеличението на рециклираните отпадъци с 1% води до увеличение в темпа на БВП с 0,063%. От друга страна, влиянието на дела на рециклираните хартиени и стъклени опаковки е отрицателно, като при увеличаването на дела им с 1% съответства намаление в темпа на растеж на

БВП, съответно с 0,059% и 0,032%. На пръв поглед отрицателната зависимост изглежда нелогична, но обяснението може да се дължи на прекалено големите разходи, които са необходими за тяхното рециклиране и темповете на увеличение на тези разходи изпреварват темповете на растеж на икономиката.

За да се демонстрират различията между страните от ЕС по отношение на ефектите, които оказват показателите за управление на отпадъците, включени в окончателния редуциран модел върху темпа на растеж, оценките на постоянните ефекти при отделните страни могат се стандартизират, като от всяка индивидуална оценка се извади най-ниската по стойност (Капо, Оhta, 2005). Резултатите показват, че страните, в които влиянието на трите показатели за управлението на отпадъците върху темпа на растеж на БВП е най-неефективно, са Гърция, Нидерландия и Италия. За разлика от тях най-съществено е влиянието на управлението на отпадъците в Полша, Ейре и Малта. В тази класация България се нарежда на престижното осмо място.

### **Заклучение**

В резултат от изследването могат да се направят следните основни изводи и обобщения. Изследванията в областта на кръговата икономика и в частност по отношение на управлението на отпадъците нарастват неимоверно много през последните години, което само доказва значимостта и необходимостта от преход към кръгова икономика. Настоящото изследване потвърждава резултатите от аналогични такива и се доказва изследователската теза, че България изостава в редица аспекти по отношение на икономическата трансформация в сравнение с водещите в това отношение страни от Европейския съюз. В динамичен аспект изоставането се наблюдава по показателите „степен на оползотворяване на отпадъци от строителство и разрушаване“, „рециклиране на биоотпадъци“, „степен на рециклиране на всички отпадъци, с изключение на големи минерални отпадъци“, а сред водещите страни се нарежда по показателя „процент на рециклиране на електронни отпадъци“. Показателите „процент на рециклиране на битови отпадъци“ и „степен на рециклиране на отпадъци от опаковки“ се характеризират със стойности, които приближават средните за ЕС. Прилагайки методологията на таксономичния анализ се установи, че последните места при окончателното подреждане на държавите се заемат от Малта, предхождана от България и Румъния. С най-добри резултати се представят Холандия, Белгия и Германия. С помощта на методологията на клъстерния анализ се установява, че през изследвания период се отчита сближаване между част от включените в анализа държави, което се проявява в преход от четириклъстерно (в началото на периода) към трикълъстерно (в края на периода) решение. За България се наблюдава подобрене единствено по

отношение на относителния дял на оползотворяване на отпадъците от строителство и разрушаване, който е повишен с 84 процентни пункта. Задълбочаване на изоставането е най-сериозно при показателите „относителен дял на рециклираните опаковки от хартия и картон“, „относителен дял на рециклираните опаковки от дърво“ и „рециклиране на биоотпадъци“.

Въпреки тези негативни резултати, анализирайки ефективността на показателите за управление на отпадъците върху икономическия растеж, представен чрез темпа на растеж на БВП, се установява, че България се нарежда след отличниците, като заема престижното осмо място. Това основно се дължи, от една страна на факта, че средният темп на прираста на БВП в страната за изследвания период е доста по-висок от средния за ЕС, а от друга – че в България връзката между управлението на отпадъците и икономическия растеж не е толкова силна, колкото е при водещите страни в съюза.

### Използвани източници

- Baki, O. (2021). Implementation of integrated solid waste management in turkey based on circular economy. *International Journal Of Ecosystems And Ecology Science*, 11(4), 699-704.
- Banacu, C. S., Busu, M., Ignat, R., & Trica, C. L. (2019). Entrepreneurial innovation impact on recycling municipal waste. A panel data analysis at the EU level. *Sustainability*, 11(18), 5125.
- Banacu, C. S., Busu, M., Ignat, R., & Trica, C. L. (2019). Entrepreneurial innovation impact on recycling municipal waste. A panel data analysis at the EU level. *Sustainability*, 11(18), 5125.
- Barbieri, L. (2006). *Panel Unit Root Tests: A Review*. 27257, FACOLTA', DI. ECONOMIA. E. GIURISPRUDENZA., & PIACENZA, D. D. S. E. E. S. DISES.
- Behzad, M., Zolfani, S., Pamucar, D., & Behzad, M. (2020). A comparative assessment of solid waste management performance in the Nordic countries based on BWM-EDAS. *Journal Of Cleaner Production*, 266.
- Brunner, P., & Fellner, J. (2007). Setting priorities for waste in developing countries. *Waste management&Research*, 25(3), 234-240.
- Busu, M., & Trica, C. L. (2019). Sustainability of circular economy indicators and their impact on economic growth of the European Union. *Sustainability*, 11(19), 5481.
- Castillo-Giménez, J., Montañés, A., & Picazo-Tadeo, A. J. (2019). Performance and convergence in municipal waste treatment in the European Union. *Waste Management*, 85, 222-231.
- Cayumil, R., Khanna, R., Konyukhov, Y., Burmistrov, I., Kargin, J., & Mukherjee, P. (2021). An Overview on Solid Waste Generation and Management: Current Status in Chile. *Sustainability*, 13(21).



- Challcharoenwattana, A., & Pharino, C. (2018). Analysis of Socioeconomic and Behavioral Factors Influencing Participation in Community-Based Recycling Program: A Case of Peri-Urban Town in Thailand. *Sustainability*, 10(12).
- Charrad, M., Ghazzali, N., Boiteau, V. & Niknafs, A. (2014). NbClust: An R Package for determining the relevant number of clusters in a data set. *Journal of Statistical Software*, 61(6), pp. 5-18.
- Cialani, C., & Mortazavi, R. (2020). The Cost of Urban Waste Management: An Empirical Analysis of Recycling Patterns in Italy. *Frontiers in Sustainable Cities*, 2.
- Colelli, F., Croci, E., Pontoni, F., & Zanini, S. (2022). Assessment of the effectiveness and efficiency of packaging waste EPR schemes in Europe. *Waste Management*, 148, стр. 61-70.
- Constantinescu, A., Platon, V., Surugiu, M., Frone, S., Antonescu, D., & Mazilescu, R. (2022). The Influence of Eco-Investment on E-Waste Recycling-Evidence From EU Countries. *Frontiers In Environmental Science*, 10.
- De Weerd, L., De Jaeger, S., Compernelle, T., & Van Passel, S. (2022). How an incineration tax changes waste management practices among firms. *Resources Conservation And Recycling*, 180.
- Everitt, B., Landau, S., Leese, M. & Stahl, D. (2011). *Cluster analysis*, fifth edition. John Wiley & Sons, Inc.
- Freitas, L., & Magrini, A. (2017). Waste Management in Industrial Construction: Investigating Contributions from Industrial Ecology. *Sustainability*, 9(7).
- Grdic, Z. S., Nizic, M. K., & Rudan, E. (2020). Circular economy concept in the context of economic development in EU countries. *Sustainability*, 12(7), 3060.
- Ivanova, V., & Chipeva, S. (2019). Transition to a circular economy model in the European Union—state and outlook. *IJASOS-International E-journal of Advances in Social Sciences*, 5(14), 694-701.
- Jamasb, T., & Nepal, R. (2010). Issues and options in waste management: A social cost-benefit analysis of waste-to-energy in the UK. *Resources Conservation and Recycling*, 54(12), 1341-1352.
- Khajuria, A. (2016). Resource efficiency: progress and challenges of 3Rs technologies and policies. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 202, стр. 57-60.
- Kostakis, I., & Tsagarakis, K. P. (2022). Social and economic determinants of materials recycling and circularity in Europe: an empirical investigation. *The Annals of Regional Science*, 68(2), 263-281.
- Lasaridi, K., Chroni, C., Zorpas, A., & Abeliotis, K. (2013). Waste prevention: from concept to practice., (стр. 13th International Conference on Environmental Science and Technology ).

- López-Portillo, M. P., Martínez-Jiménez, G., Ropero-Moriones, E., & Saavedra-Serrano, M. C. (2021). Waste treatments in the European Union: A comparative analysis across its member states. *Heliyon*, 7(12), e08645.
- Manfredi, S., & Goralczyk, M. (2013). Life cycle indicators for monitoring the environmental performance of European waste management. *Resources Conservation And Recycling*, 81, 8-16.
- Manfredi, S., Pant, R., Pennington, D., & Versmann, A. (2011). Supporting environmentally sound decisions for waste management with LCT and LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 16(9), 937-939.
- Marin, G., Nicolli, F., & Zoboli, R. (2018). Catching-up in waste management. Evidence from the EU. *Journal of environmental Planning and Management*, 61(11), 1861-1882.
- Minelgaite, A., & Liobikiene, G. (2019). Waste problem in European Union and its influence on waste management behaviours. *Science Of The Total Environment*, 667, 86-93.
- Nowakowski, P., Kusnierz, S., Ploszaj, J., & Sosna, P. (2021). Collecting Small-Waste Electrical and Electronic Equipment in Poland-How Can Containers Help in Disposal of E-Waste by Individuals? *Sustainability*, 13(22).
- Petkov, P., Varbanov, T. (2022). Econometric estimation of the influence of the circular economy on the the socio-economic development of the EU countries. *Book of Proceedings – 87th International Scientific Conference on Economic and Social Development: Svishtov, September 2022*, pp. 129-139.
- Resmi, N., & Fasila, K. (2017). E-waste Management and Refurbishment Prediction (EMARP) Model for Refurbishment Industries. *Journal Of Environmental Management* , 201, 303-308.
- Singh, J., Laurenti, R., Sinha, R., & Frostell, B. (2014). Progress and challenges to the global waste management system. *Waste management & Research*, 32(9), 800-812.
- Tallentire, C., & Steubing, B. (2020). The environmental benefits of improving packaging waste collection in Europe. *Waste Management*, 103, стр. 426-436.
- Tantau, A. D., Maassen, M. A., & Fratila, L. (2018). Models for analyzing the dependencies between indicators for a circular economy in the European Union. *Sustainability*, 10(7), 2141.
- Theodoridis, S. & Koutroubas, K. (2008). *Pattern Recognition*. Academic Press.
- Trica, C. L., Banacu, C. S., & Busu, M. (2019). Environmental factors and sustainability of the circular economy model at the European Union level. *Sustainability*, 11(4), 1114.
- Wu, H., Zuo, J., Yuan, H., Zillante, G., & Wang, J. (2020). Cross-regional mobility of construction and demolition waste in Australia: An exploratory study. *Resources Conservation And Recycling*, 156.
- Директива (ЕС) 2018/851 на Европейския парламент и на Съвета от 30 май 2018 година за изменение на Директива 2008/98/ЕО относно отпадъците.

- (14.6.2018). Официален вестник на Европейския съюз, L 150, стр. 109-140.
- Директива 2008/98/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 19 ноември 2008 година относно отпадъците и за отмяна на определени директиви. (22.11.2008). Официален вестник на Европейския съюз, L 312, L 312, стр. 3-30.
- Затваряне на цикъла – план за действие на ЕС за кръговата икономика. (2015). Европейска комисия, COM(2015) 614 final. Брюксел, 2.12.2015 г. Извлечено от [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0022.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0022.02/DOC_1&format=PDF)
- Нов план за действие относно кръговата икономика "За по-чиста и по-конкурентоспособна Европа". (2020). Европейска комисия, 11.3.2020 г. Брюксел, COM(2020) 98 final. Извлечено от [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0012.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0012.02/DOC_1&format=PDF)
- НСИ. (н.д.). Битови отпадъци. Извлечено от [https://www.nsi.bg/sites/default/files/files/metadata/Ecology\\_Method\\_3.pdf](https://www.nsi.bg/sites/default/files/files/metadata/Ecology_Method_3.pdf)
- НСИ. (н.д.). Околна среда 2019. Извлечено от [https://nsi.bg/sites/default/files/files/publications/Okolna\\_sreda\\_2019.pdf](https://nsi.bg/sites/default/files/files/publications/Okolna_sreda_2019.pdf)
- НСИ. (н.д.). Околна среда 2019. Извлечено от [https://nsi.bg/sites/default/files/files/publications/Okolna\\_sreda\\_2019.pdf](https://nsi.bg/sites/default/files/files/publications/Okolna_sreda_2019.pdf)
- Плюта, В. (1980). Сравнителный многомерный анализ в экономических исследованиях. Методы таксономии и факторного анализа. Москва: Статистика.
- Цанова, С. (2010). Статистико-икономически анализ на районите и областите в Република България. Свищов: АИ "Ценов".

ИНСТИТУТ ЗА НАУЧНИ  
ИЗСЛЕДВАНИЯ  
ПРИ СТОПАНСКА АКАДЕМИЯ  
„Д. А. ЦЕНОВ“ - СВИЩОВ



# АЛМАНАХ

## НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

НАУКА, ЗНАНИЕ,  
ИНОВАЦИИ -  
СИНЕРГИЯ  
ЗА УСТОЙЧИВО  
РАЗВИТИЕ

том 31, 2023 г.

Академично издателство „ЦЕНОВ“  
Свищов - 2023 г.



ИНСТИТУТ ЗА НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ  
СТОПАНСКА АКАДЕМИЯ „Д. А. ЦЕНОВ” – СВИЦОВ

## **АЛМАНАХ НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ**

# **НАУКА, ЗНАНИЕ, ИНОВАЦИИ – СИНЕРГИЯ ЗА УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ**

ТОМ 31  
2023

АКАДЕМИЧНО ИЗДАТЕЛСТВО „ЦЕНОВ” – СВИЦОВ

Издава се със средства от целевата субсидия за научна дейност на СА „Д. А. Ценов”, съгласно Наредбата за условията и реда за оценката и планирането, разпределението и разходването на средствата от държавния бюджет за финансиране на присъщата на държавните висши училища научна или художествено творческа дейност.

#### **РЕДАКЦИОНЕН СЪВЕТ:**

Доц. д-р Евелина Парашкевова-Великова	Главен редактор Стопанска академия „Д. А. Ценов” – Свищов
Доц. д-р Любомир Иванов	Заместник-главен редактор Стопанска академия „Д. А. Ценов” – Свищов
Проф. д. ик. н. Виктор Чужиков	Киевски национален икономически университет, <i>Киев, Украйна</i>
Проф. д-р Николае Панеа	Университет в Крайова, <i>Крайова, Румъния</i>
Проф. д-р Теодора Димитрова	Стопанска академия „Д. А. Ценов” – Свищов
Проф. д-р Тадия Джукич	Университет Ниш, <i>Ниш, Сърбия</i>
Доц. д-р Анисоара Дуика	Университет Валахия, <i>Търговище, Румъния</i>
Доц. д-р Венцислав Василев	Стопанска академия „Д. А. Ценов” – Свищов
Доц. д-р Венцислав Вечев	Стопанска академия „Д. А. Ценов” – Свищов
Доц. д-р Здравко Любенов	Стопанска академия „Д. А. Ценов” – Свищов
Доц. д-р Любка Илиева	Стопанска академия „Д. А. Ценов” – Свищов
Доц. д-р Силвия Костова	Стопанска академия „Д. А. Ценов” – Свищов
Д-р Рейчъл Маритц	Университет в Претория, <i>Претория, Южна Африка</i>

Анка Танева – стилев редактор

Ст. преп. Радка Василева - стилев редактор на английски език

Живка Тананеева – технически секретар

© ИНСТИТУТ ЗА НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

© СТОПАНСКА АКАДЕМИЯ „ДИМИТЪР А. ЦЕНОВ”

**ISSN 1312-3815**



INSTITUTE FOR SCIENTIFIC RESEARCH  
D. A. TSENOV ACADEMY OF ECONOMICS – SVISHTOV

## **SCIENTIFIC RESEARCH ALMANAC**

# **SCIENCE, KNOWLEDGE, INNOVATION - SYNERGY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

**VOLUME 31  
2023**

TSENOV ACADEMIC PUBLISHING HOUSE

This issue is funded by the state “Ordinance on the terms and procedure for the evaluation and planning, allocation and spending of the state budget funds in financing scientific or artistic activities, intrinsic to state higher schools” for the inherent to the "D. A. Tsenov" Academy of Economics scientific activity.

## **EDITORIAL BOARD**

Assoc. Prof. Evelina Parashkevova-  
Velikova, PhD

Editor-in-chief

D. A. Tsenov Academy of Economics –  
Svishtov

Assoc. Prof. Lyubomir Ivanov, PhD

Deputy editor-in-chief

D. A. Tsenov Academy of Economics –  
Svishtov

Prof. Viktor Chuzhikov, DSc

Kyiv National Economic University,  
*Kyiv, Ukraine*

Prof. Nicolae Panea, PhD

University of Craiova, *Craiova, Romania*

Prof. Teodora Dimitrova, PhD

D. A. Tsenov Academy of Economics –  
Svishtov

Prof. Tadija Djukic, PhD

University of Nis, *Nis, Serbia*

Assoc. Prof. Anisoara Duica, PhD

Valahia University of Targoviste,  
*Targoviste, Romania*

Assoc. Prof. Ventsislav Vasilev, PhD

D. A. Tsenov Academy of Economics –  
Svishtov

Assoc. Prof. Ventsislav Vechev, PhD

D. A. Tsenov Academy of Economics –  
Svishtov

Assoc. Prof. Zdravko Lyubenov, PhD

D. A. Tsenov Academy of Economics –  
Svishtov

Assoc. Prof. Lyubka Ilieva, PhD

D. A. Tsenov Academy of Economics –  
Svishtov

Assoc. Prof. Silviya Kostova, PhD

D. A. Tsenov Academy of Economics –  
Svishtov

Dr Rachel Maritz

University of Pretoria,  
*Pretoria, South Africa*

Anka Taneva – stylistic editor

Sen. Lect. Radka Vasileva - translator

Zhivka Tananeeva – technical secretary

© INSTITUTE FOR SCIENTIFIC RESEARCH

© D. A. TSENOV ACADEMY OF ECONOMICS – SVISHTOV

**ISSN 1312-3815**



# СЪДЪРЖАНИЕ

## Раздел I

### Ускорено икономическо развитие и иновации

- Галина Чиприянова, Радосвета Кръстева-Христова**  
Актуални аспекти при обучението на специалисти с висше счетоводно-икономическо образование ..... 7
- Любчо Варамезов, Искра Пантелеева, Кармен Вранчев, Боян Вранчев**  
Изследване влиянието на преките германски инвестиции на регионално равнище (по примера на „Аурубис България“)..... 38
- Марияна Божинова, Любка Илиева, Кристина Шопова, Невена Ляскова-Великова, Василена Кръстанова**  
Развитие на туристическа дестинация България посредством икономиката на преживяванията ..... 70

## Раздел II

### Устойчиво и балансирано развитие

- Таня Горчева, Здравко Любенов, Ивайло Петров**  
Европейската зелена сделка – предпоставка за генериране на устойчив и приобщаващ растеж в българската икономика ..... 103
- Венцислав Василев, Пламен Йорданов, Румен Ерусалимов, Николай Нинов, Анелия Панева, Валентина Нинова, Таня Илиева, Маргарита Николова, Йордан Йорданов, Николай Илиев, Радка Василева**  
Социално-икономически характеристики и възможности за конвергенция на животозастраховането и пазарноориентираното социално осигуряване ..... 133
- Пламен Петков, Красимира Славева, Стела Касабова, Маргарита Шопова, Тихомир Върбанов, Евгени Овчинников**  
Управление на отпадъците в България и Европейския съюз – сравнителен анализ ..... 167
- Стоян Проданов, Петко Ангелов, Силвия Заркова**  
Макропруденциалните политики – фактор за финансова стабилност в балканските държави ..... 202

### Раздел III

#### Дигитална трансформация на икономиката и обществото

- Елица Лазарова, Надежда Веселинова, Юлиан Господинов, Мариела Стоянова** Стратегически аспекти на електронното административно обслужване в общините в република България ..... 237
- Петя Емилова, Веселин Попов, Кремена Маринова-Костова, Маргарита Сотиров, Мартин Александров** Дигитална екосистема на туристическа дестинация ..... 268
- Пенка Шишманова, Йордан Василев, Людмил Несторов, Таня Тодорова, Александрина Александрова, Елица Петкова** Готовност на студентите–икономисти от висшите училища в Северен централен район на планиране за реализация на трудовия пазар в условията на дигитална трансформация..... 301
- Андрей Захариев, Галина Захариева, Маргарита Михайлова, Катя Иванова, Маргарита Николова** Дигиталната трансформация в управлението на човешките ресурси в българските финансови предприятия ..... 335

# CONTENTS

## Section I

### Accelerated Economic Development and Innovations

**Galina Chipriyanova, Radosveta Krasteva-Hristova**

Current aspects of training in economics and accounting at higher schools ..... 7

**Lyubcho Varamezov, Iskra Panteleva, Karmen Vranchev, Boyan Vranchev**

Research the Impact of German Direct Investment at the Regional Level  
(Aurubis Bulgaria Case)..... 38

**Mariyana Bozhinova, Lyubka Ilieva, Kristina Shopova, Nevena Lyaskova-Velikova, Vasilena Krystanova**

Development of Tourism Destination Bulgaria through the Experience  
Economy..... 70

## Section II

### Sustainable and Balanced Development

**Tanya Gorcheva, Zdravko Lyubenov, Ivaylo Petrov**

The European Green Deal – a Prerequisite for Generating Sustainable and  
Inclusive Growth in the Bulgarian Economy ..... 103

**Ventsislav Vasilev, Plamen Yordanov, Rumen Yerusamov, Nikolay Ninov,  
Aneliya Paneva, Valentina Ninova, Tanya Ilieva, Margarita Nikolova,  
Yordan Yordanov, Nikolay Iliev, Radka Vasileva**

Socio-Economic Characteristics and Opportunities for Convergence of Life  
Insurance and Market-Oriented Social Insurance ..... 133

**Plamen Petkov, Krasimira Slaveva, Stela Kasabova, Margarita Shopova,  
Tihomir Varbanov, Evgeni Ovchinnikov**

Waste Management in Bulgaria and the European Union – Comparative  
Analysis ..... 167

**Stoyan Prodanov, Petko Angelov, Silvia Zarkova**

Macroprudential Policies – a Factor for Financial Stability in the Balkan  
Countries ..... 202

**Section III**  
**Digital Transformation of Economy and Society**

<b>Elitsa Lazarova, Nadezhda Veselinova, Yuliyana Gospodinova, Mariela Stoyanova</b> Strategic Aspects of the Electronic Administrative Service in the Municipalities In Bulgaria .....	237
<b>Petya Emilova, Veselin Popov, Kremena Marinova, Margarita Sotirova, Martin Aleksandrov</b> Digital Ecosystem of a Tourist Destination .....	268
<b>Penka Shishmanova, Yordan Vasilev, Lyudmil Nestorov, Tanya Todorova, Aleksandrina Aleksandrova, Elitsa Petkova</b> Readiness of Economics Students from Higher Schools in the North Central Planning Region for Realization on the Labour Market Under the Conditions of Digital Transformation .....	301
<b>Andrey Zahariev, Galina Zaharieva, Margarita Mihaylova, Katya Ivanova, Margarita Nikolova</b> The Digital Transformation of the Human Resources Management in Bulgarian Financial Enterprises .....	335

СТОПАНСКА АКАДЕМИЯ „Д. А. ЦЕНОВ”

АЛМАНАХ НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

ТОМ 31

**НАУКА, ЗНАНИЕ, ИНОВАЦИИ –  
СИНЕРГИЯ ЗА УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ**

Даден за печат на 20.02.2023 г., излязъл от печат на 29.03.2023 г.

Поръчка № 18837, тираж: 100 бр.

Издателство и печат: Академично издателство „Ценов”

Свищов, ул. „Цанко Церковски“ 11А

**ISSN 1312-3815**