

## ENVIRONMENTAL PROTECTION THROUGH THE USE OF NEW TECHNOLOGIES FOR CO-GENERATION OF ELECTRICAL AND THERMAL POWER

**Abstract:** Environmental pollution is a topic that is already on the news almost every day. The benefits that people have created for themselves are a burden on nature. Air and water pollution harms all living organisms. We can eliminate any waste by processing it as fuel. Alternative fuels using new combustion technologies can save and transform the ecological balance.

---

### Author information:

**Tsvetoslav Tsankov**  
Assoc. prof. Eng., PhD  
Faculty of Technical Sciences  
at Konstantin Preslavsky – University of Shumen  
✉ [c.cankov@shu.bg](mailto:c.cankov@shu.bg)  
🌐 Bulgaria

**Keywords:**  
Electrical energy, municipal solid waste,  
plasma treatment, thermal energy.

**Ekaterina Konstantinova**  
student  
Faculty of Technical Sciences  
at Konstantin Preslavsky – University of Shumen  
✉ [katminkova2@gmail.com](mailto:katminkova2@gmail.com)  
🌐 Bulgaria

### 1. Въведение

Отпадъците са всичко, което хората не искат. Независимо дали е използвана найлонова торбичка, счупено стъкло, остарял мобилен телефон или батерии, всички те са използвани продукти, които изискват подходящо изхвърляне, за да ограничат вредата си върху околната среда. Това често става чрез поставяне на отпадъците на депо или изгарянето им и поставянето на пепелта в депото. Следователно депонирането на отпадъци е систематично действие за управление на отпадъците от тяхното появяване до окончателното им премахване. Това включва изгаряне, заравяне в депата за отпадъци, изхвърляне в море/езеро/река и рециклиране. Депата за отпадъци например заемат земни площи и могат да предизвикат замърсяване на въздуха, водата и почвата, докато изгарянето може да доведе до емисии на опасни замърсители на въздуха. Рециклирането включва преработка на отпадъци за използване в производството на нов продукт.

Всъщност въпросът за изгарянето на отпадъците, доколко е ефективно и какви са екологичните последици е болезнено актуален за страната ни, тъй като милиони тонове отпадък биват транспортирани в България от всички краища на ЕС всяка година. Наложително е вземане на спешни мерки за борба със замърсяването. Този доклад представя добър алтернативен метод за решаване за преработката на твърди битови отпадъци (ТБО).

## 2. Статистически данни за твърдите битови отпадъци

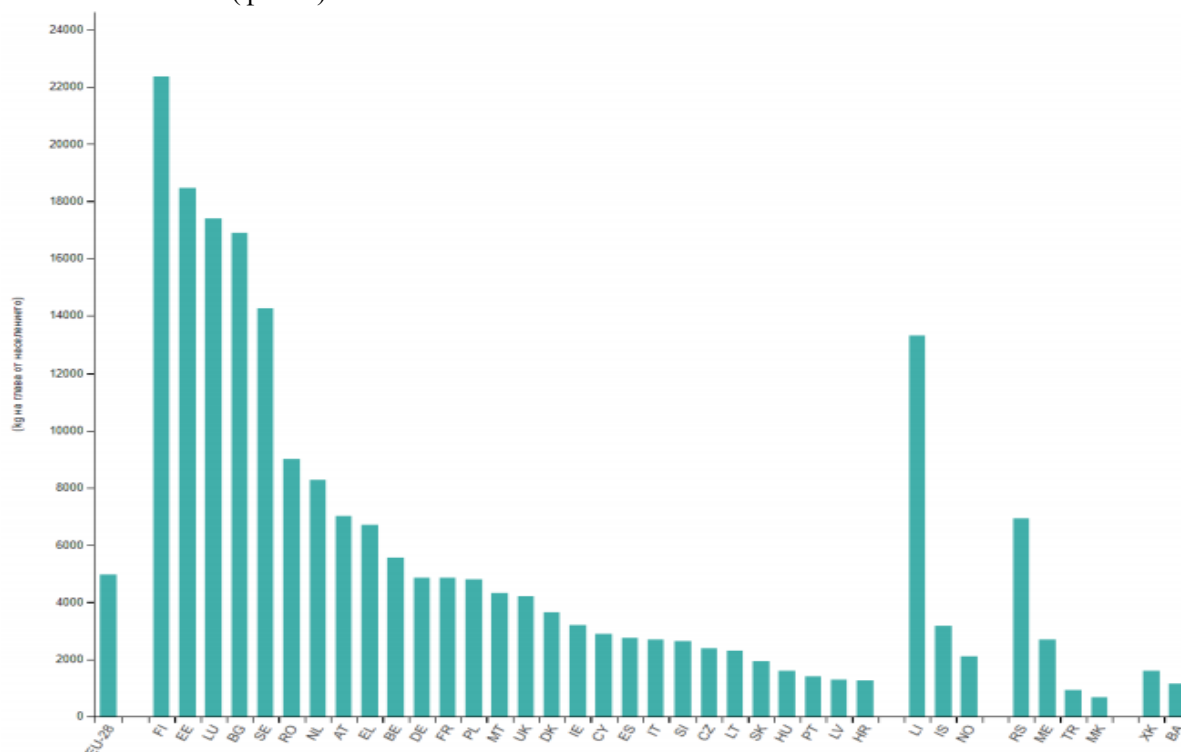
Началото на новото хилядолетие бележи ръст в дискусиите за еко-биологичното равновесие в световен мащаб. Много данни сочат, че основен източник на замърсяването са различните неправилни методи за премахване на отпадъците. Много държави взимат присърце задачата да намалят вредния си отпечатък върху околната среда [2], [3], [14].

Интересно е да се отбележи, че през периода 2006–2012 г. генерирането на ТБО на територия на България намалява от 4502 хил. тона – 24% от общото количество отпадъци на 3249 хил. тона – 14%. (табл. 1).

**Таблица 1.** Дял на ТБО в общото количество отпадъци в България, хил. тона

Отпадъци	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Общо количество образувани отпадъци – хил. тона	24 498	18 649	21 413	19 405	19 265	16 015	17 520	22 513
Общо образувани битови отпадъци – хил. тона	4502	4387	4172	4486	4443	4068	3572	3 249
Дял на битовите отпадъци – %	18%	24%	19%	23%	23%	25%	20%	14%

Данните за 2016 г. за събрани битови отпадъци по области е едва 3080 хил. тона. Въпреки това докладът на Евростат за същата година посочва, че България е на 4-то място по генерирани отпадъци в ЕС – 17 тона на глава от населението. Общото количество се равнява на 122 милиона тона (фиг. 1).



**Фиг 1.** Образование на отпадъци в ЕС, хил. тона

Тези данни поражда въпроса: „Откъде идват останалите отпадъци?“. Преди 2013 г. страната е преработвала предимно метални отпадъци, стари батерии и акумулатори. След 2013 г. Великобритания и Италия въвеждат практиката да „рециклират“ боклука си в Refuse Derived Fuel (RDF – гориво от отпадъчни материали) и Solid Recovered Fuel (SRF – гориво от

твърди отпадъци), като го транспортират към България. Това са горива получени чрез няколко вида обработки на твърди композитни вещества, фракции на отпадъка, и представляват смес от съставните части на материалите (пластмаса, хартия и др.). Отличават се с различни стойности на горимост в зависимост от качеството на преработваните отпадъци и обработката (11000–20000 j/g) [6], [7], [9].

Други страни от Европа следват примера на двете държави и подписват договори с българските власти за депониране на отпадъците си на нашата територия.

За справяне с огромното количество отпадъци държавните органи натоварват топлоелектрическите централи (ТЕЦ) да горят сметта. Освен това, въвеждат и „скарното“ изгаряне на най-сериозните замърсители, а именно RDF и SRF. Добре е да се спомене, че традиционното изгаряне на RDF и SRF в ТЕЦ-ове образува от 4 до 6 пъти повече пепел от изгарянето на въглища. Също така и отделя частици с неясен произход в атмосферата, които значително замърсяват околната среда.

В настоящата публикация е представен основния механизъм на работа на тези две звена, включени в крайните процеси на обработка на сметта.

### **3. Теплоелектрически централи**

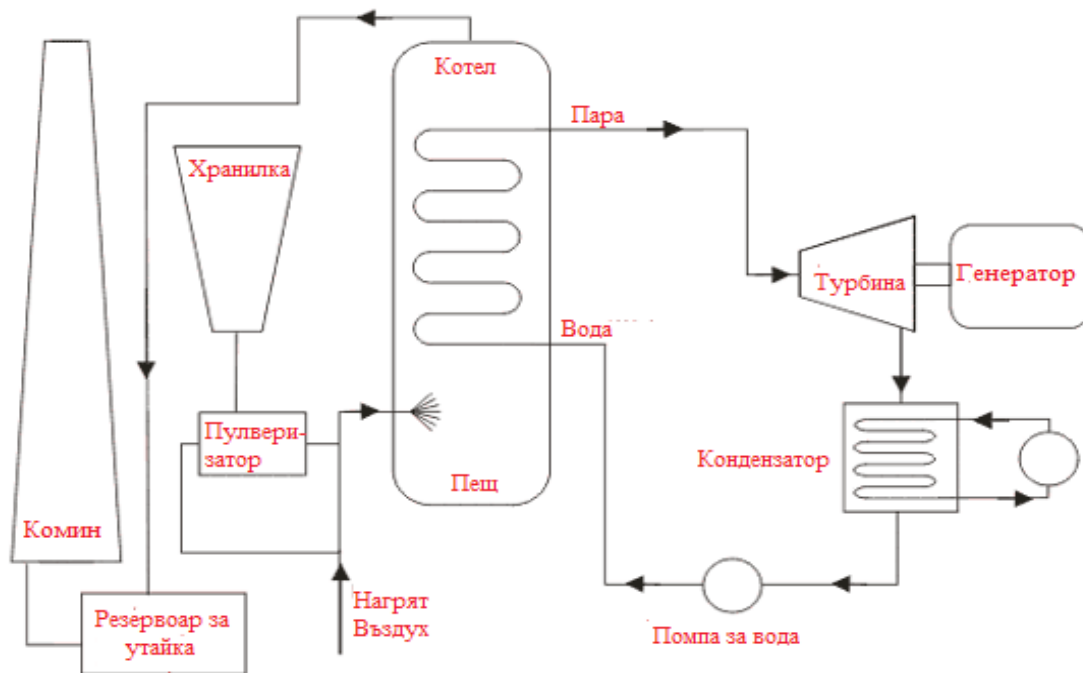
Топлоелектрическите централи използват водата като работна течност. Работата на ТЕЦ е проста. Електроцентралите се състоят главно от генератори задвижвани с помощта на парни турбини.

В парен котел водата се нагрява чрез изгаряне на горивото във въздуха в пещта, а функцията на котела е да дава суха прегрята пара при необходимата температура, която да се използва при задвижването на турбините. Те от своя страна са свързани със синхронен генератор (обикновено трифазен синхронен генератор), който произвежда електрическа енергия. Отработената пара от турбината се оставя да се кондензира във вода в парния кондензатор, което създава засмукване при много ниско налягане. Основните предимства на кондензационната операция са увеличеното количество енергия, извлечена на килограм пара, и увеличаване на ефективността. Кондензатът, който се подава в котела, намалява количеството на прясна захранваща вода [1], [11], [12].

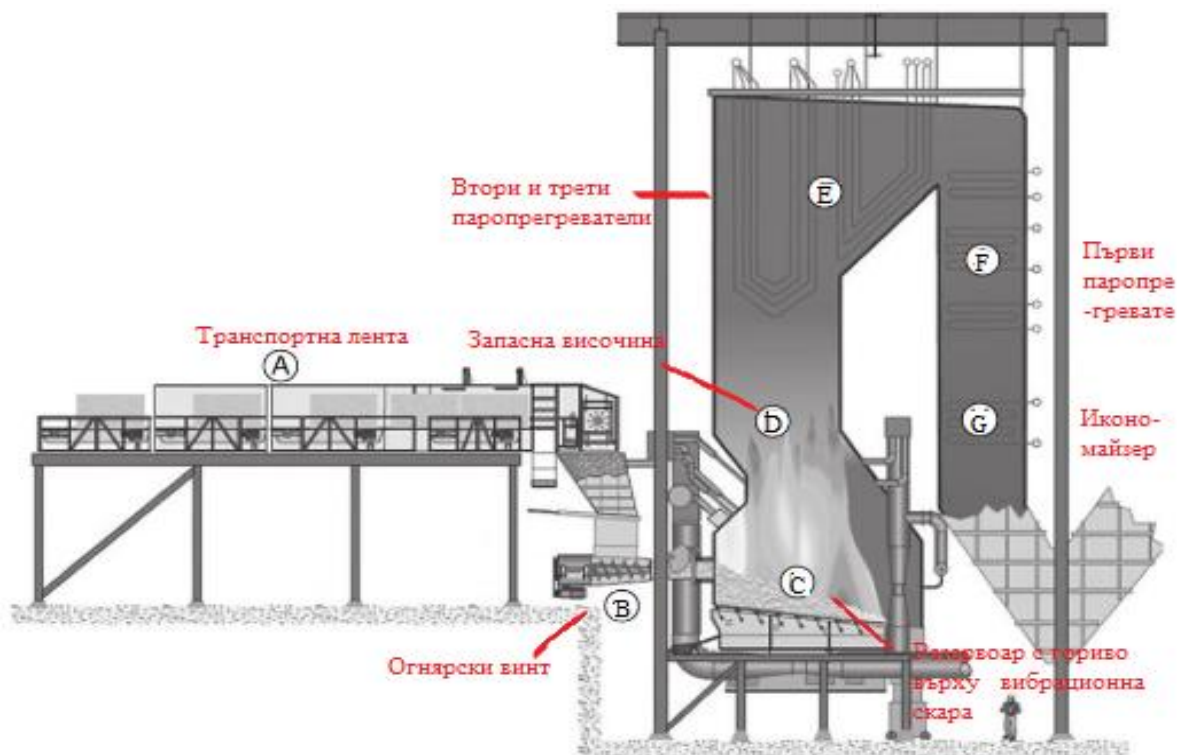
Кондензатът заедно с прясна вода отново се подават в котела чрез помпа. Там парата се кондензира чрез охлаждане на водата и се рециклира през охладителната кула. Възможно е атмосферният въздух да влиза в котела след филтриране на саждите. Пречистеният газ излиза от котела и се изхвърля във въздуха чрез вентилационните помпи (фиг. 2).

#### *3.1. „Скарно“ изгаряне на RDF*

Първоначално „скарното“ изгаряне е било предназначено за изгаряне на въглища. Обикновено се прилага до голяма степен за изгарянето на биомаса. Скарите са механични повърхности, върху които се изгаря горивото. Те са фиксирани или движещи се и могат да бъдат плоски или наклонени. Дупките между решетките подават първичен въздух за процеса на горене. В първа секция на скарата, в която се подава горивото, то изсъхва и се нагрява. На края на този процес върху скарата единственото останало вещество е пепелта. По време на горенето горивото се газифицира от първичния въздух, а вторичният се използва за изгаряне на газовете. Топлината се възстановява в зоната на конвекция (фиг. 3).



Фиг 2. Схема на работа на ТЕЦ



Фиг 3. Схема на работа на ТЕЦ със „скарно“ изгаряне

3.2. Недостатъци и последствия за околната среда:

— Текущите разходи за поддръжка на ТЕЦ са сравнително високи, а общата му ефективност е ниска, по-малко от 30%.

— Голямото количество дим, което се получава от целия процес, причинява замърсяване на въздуха. Загрятата вода, която идва от ТЕЦ, оказва неблагоприятно влияние върху водната флора и фауна, нарушавайки местната екология.

— Първичните замърсители от „скарното“ изгаряне включват  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_x\text{H}_y$ , катран,  $\text{HCl/Cl}_2$ , ПАХ, PCDD / PCDF, тежки метали, прахови частици и непълно изгорени частици на въглерода.

Статистики посочват, че ТЕЦ „Брикел“ в гр. Гълъбово е изхвърлил 250 килотона  $\text{SO}_2$  през 2018 г. А изследване направено на територията на същия ТЕЦ през м. октомври 2019 г. е установило нива на серния диоксид от 1200 тона/ч при нормирани 350 тона/ч. От управлението на централата разкриват, че имат серо-филтрираща инсталация, която е последен писък на модата в технологиите [4], [12].

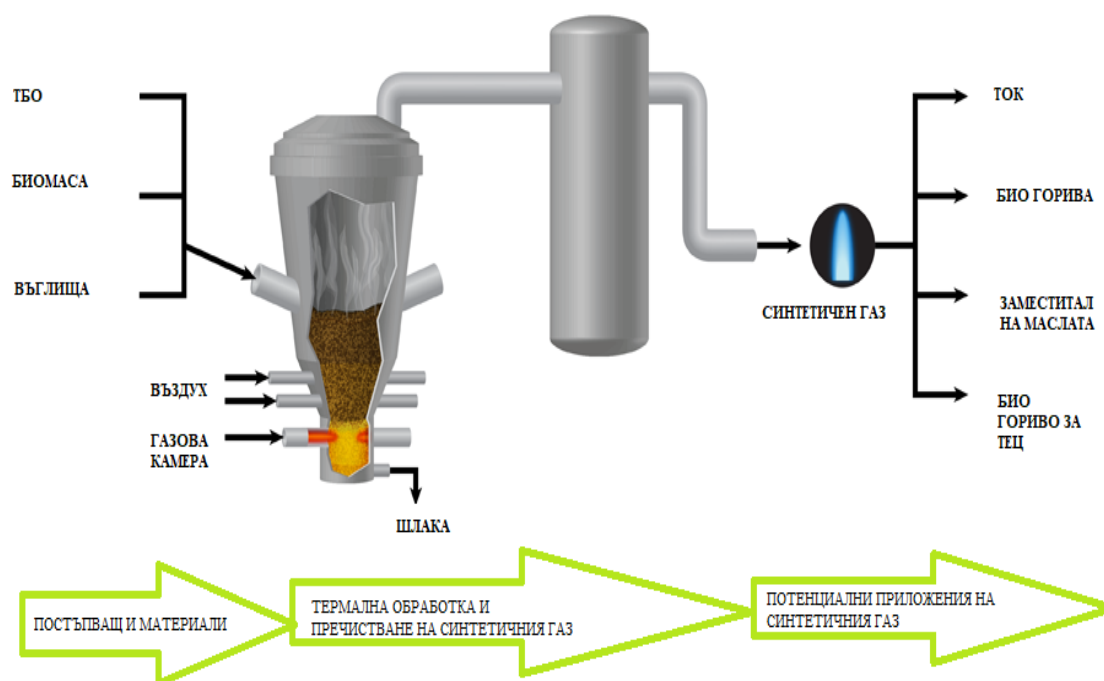
### *3.3. Използване на плазмено изгаряне на ТБО*

След дълги години търсене на алтернативни методи на основните замърсители на околната среда, изследователите разработили технологията на „плазменото изгаряне“.

Плазмените сили се образуват чрез зареждане на енергийното съдържание на вещества, използващи механична, топлинна, химическа, радиационна, лъчева, електрическа и ядрена енергия. Резултати от прототипи разкриват, че ефективността на плазмените газификатори елиминира на 100% изходните газове, получени от процеса на изгаряне на въглища, гуми, битови твърди отпадъци, водорасли, обработена дървесина, борови игли, както и  $\text{HCN}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ . Технологията показва същото ниво на ефективност при обработка на  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{SO}_2$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{COS}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$  и  $\text{C}$  (твърд).

Плазмените сили имат свойството да преобразуват различни органични компоненти в макромолекулярни тънки слоеве, които от своя страна образуват полимери с напречни връзки, функционализирани филми и модифицирани повърхности. Термичната плазма се прилага при преобразуване на природен газ, производство на  $\text{H}_2$ , горивни клетки богати на  $\text{H}_2$  газове и промени в състоянието на материята. Плазмените сили, които изгарят различни отпадъци, като гориво, произведено от боклук (хартия, биомаса и пластмаса), глицерол като страничен продукт от биодизелова пара, биомаса, пластмаси, хартия, алуминиево фолио, плат, каучук, дърво, дървесни клони и др. метали, бетон, тухли, керемиди и керамика, стъкло, целулоза, битум, въглища, кокс за домашни любимци, съществуващи въглеводороди ( $\text{HC}_s$ ) в газове на опасни отпадъци и сурови отпадъци зеленчуци, смесени със сурова дървесина, използват микровълни, пластрон, плазмена радиочестота (RF), плазмена горелка и други [8], [13], [15]. Изходните газове често се използват за създаване на синтетични газове (фиг 4).

Термичните плазми се индуцират от плазмени факли или струи, наричани още неравновесни плазматрони, които са различни по отношение на източника на индукция като постоянен ток, променлив ток и RF [5], [6], [10]. Рязко ескалиращите температури се създават от наличния газ в реактора, частично йонизиран и електрически дисоцииран в газов поток от  $\text{HC}$  горива и въздух, или други окислителни с цел трансформиране на  $\text{HC}$  горива в газове, богати на  $\text{H}_2$ . Използването на катализатор (например никел върху алуминий и обединен катализатор C-11) в плазматроните и плазматронен реактор играе важна роля за преработката на горивото, като изпарява дори тежки  $\text{HC}$  като биогорива и отработени масла. Топлинната ефективност от 70–85% при образуването на  $\text{H}_2$  чрез плазмена реакция на разпадане на  $\text{CH}_4$  за  $\text{HC}$  горива, се повишава до 100%, за сурови продукти, включително отпадъци от хранително-вкусовата промишленост, масла, отпадъчна селскостопанска биомаса (животински отпадъци, твърди битови отпадъци, остатъци от дървесни култури, селскостопански отпадъци, дървени стърготини, водни растения, треви, отпадъчна хартия, царевица и др.).



Фиг 4. Схема на работа на плазмено горене

#### 4. Заключение

Плазмените технологии в голяма степен се доближават до без отпадъчните, тъй като постъпилите на входа отпадъци се преобразуват в суровини за производство на крайни продукти или в крайни продукти. След отделяне на полезните газови компоненти като суровина за други синтетики останалите компоненти могат да се използват в затворен цикъл, при което отпада необходимостта от комин.

Всички газообразни продукти, получени при третирането, след оползотворяване на енергийния им потенциал и пречистване могат да се отделят като емисии в атмосферата. Постигането на тази универсалност и пълен контрол върху процесите и образуваните вещества е позволило тези технологии да се приложат при преработването и на силно токсични отпадъци.

С оглед сегашното състояние на околната среда, се предлага построяването на топлоелектрическа централа в град Шумен, която да работи на принципа на плазмено горене на отпадъците. Следва подробно проучване на нужните ресурси за изпълнението на това предложение.

#### References:

1. Bosmans, A., Vanderreydt, I., Geysen, D., 2013. The Crucial Role of Waste-to-Energy Technologies in Enhanced Landfill Mining: a Technology Review. *Journal of Cleaner Production* 10: 23.
2. Boyanov, P., 2015. Detection and implementation of alternate data streams in the computer and network systems, a refereed *Journal Scientific and Applied Research* (Licensed in EBSCO, USA), Konstantin Preslavsky University Press, vol. 7, ISSN 1314-6289.

3. Boyanov, P., 2019. Identification of active hosts in the computer networks and evaluation the network security against modern types of cyber attacks. International Scientific Online Journal, Publ.: Smart Ideas - Wise Decisions Ltd, Issue 56, ISSN 2367-5721.
4. Getzov, P., Stoyanov, S., Antonov, A., Boyanov, P., 2016. Visual detection of distant objects using electronic optical devices at irregular background luminance. A refereed Journal Scientific and Applied Research (Licensed in EBSCO, USA), Konstantin Preslavsky University Press, vol.10, ISSN 1314-6289.
5. Ismail, N., Ani, F.N., 2015. A Review on Plasma Treatment for the Processing of Solid Waste. Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering) 41: 49.
6. Kodzheykova, V., Yankova-Yordanova, Y., 2019. Methodology for logistics system management in medium serial production. Journal scientific and applied research, Vol. 16, ISSN 1314-6289.
7. Pieta, I. and others, 2018. Waste into Fuel—Catalyst and Process Development for MSW Valorization. Catalysts 2018, 8(3), 113; <https://doi.org/10.3390/catal8030113>.
8. Unnisa, A.S., Hassanpour, M., 2017. Development Circumstances of Four Recycling Industries (Used Motor Oil, Acidic Sludge, Plastic Wastes and Blown Bitumen) in the World. Renewable and Sustainable Energy Reviews 605: 624.
9. Willerton, K., 2015. Sustainable energy recovery from waste through plasma gasification: evolution of plasma torch technology from research applications to gasification of waste targeting zero waste to landfill. Sustainable energy 2015: The ISE annual conference, ISBN 978-99957-853-0-7.
10. Yankova-Yordanova, Y., 2016. Key aspects of economic logistics. International scientific refereed indexed online journal with impact factor publisher: “Smart ideas – wise decisions” Ltd., Bulgaria, Issue 27, ISSN 2367-5721.
11. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/>
12. URL: <https://p.dw.com/p/3UtOi>
13. URL: <https://www.co.westmoreland.pa.us/2658/Westinghouse-Plasma-Corporation>
14. URL: <https://www.electrical4u.com/>
15. URL: <https://www.nsi.bg/>