

## ВТОРИЧНИ ИЗТОЧНИЦИ НА РЕДКИ МЕТАЛИ НА БАЛКАНИТЕ

**Величка Христова, Невена Кехайова**

*Филиал - Кърджали на Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“ – София, 6600 Кърджали; hristova\_velichka@abv.bg*

**РЕЗЮМЕ.** Съвременната икономика и инфраструктура, комфортното ни ежедневие се основават на използването на продукти, в които има редица редки метали. Тези метали практически изцяло се внасят в Европа, което ги нарежда сред критичните за развитието на континента. Напоследък се обръща все по-голямо внимание на рециклирането на остаряло електрическо и електронно оборудване, магнитни носители и производствени отпадъци като източник на редки метали. В публикацията се характеризират наличните в България и съседните страни отпадъци, които биха могли да се използват като вторичен източник на редки метали.

### SECONDARY SOURCES OF RARE METALS IN THE BALKANS

*Velichka Hristova, Nevena Kehayova*

*University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski" - Sofia, Branch of Kardzhali, 6600 Kardzhali; hristova\_velichka@abv.bg*

**ABSTRACT.** Contemporary economy and infrastructure, our comfortable daily life are based on use of products, which contain number of rare metals. Actually these rare metals are mainly imported in Europe which makes them some of the most critical items for the development of the continent. Recently more attention is paid to the recycling of old electric and electronic equipment, magnetic drives and production waste as source of rare metals. Present publication describes wastes found in Bulgaria and its neighbours, which could be used as secondary source of rare metals.

### Въведение

Използването на редки метали е изключително разнообразно. Редките метали присъстват в повечето от най-високотехнологичните продукти, предимно батерии, магнити, електрически крушки, екрани, фотоапарати, телевизори, дигитални камери, компютърна техника и много други. Те са от решаващо значение в областта на отбранителните технологии, използват се при производството на лазери, радари, както и в така наречените „зелени технологии“. Големите производители на автомобили също използват много от тези елементи за производството на хибридни модели. Добивът на редки метали изисква огромен финансов разход, което го прави икономически неефективен. Алтернатива на добива на тези метали се явява рециклирането на електрически и електронни отпадъци (е-отпадъци). В тях се съдържа огромно количество от ценните елементи, които могат да се подложат на възобновяване и рециклиране. Ако не се рециклират електронните отпадъци, те могат да причинят сериозни щети на околната среда и човешкото здраве. Въпреки че нерядко е пренебрегван този проблем, той води не само до значителни екологични проблеми, но и до систематично изчерпване на ресурсната база на редките метали. През миналата година е направено проучване по Програма за околната среда на ООН, данните от което сочат, че преработването на редки метали не само не е практика, но е и изключително рядко в световен мащаб (UNEP, 2006). Необходимо е рециклиране на редките

метали, което е 10 пъти по-енергийно ефективно от добива от руди.

Като стратегически и редки метали, които е полезно да се рециклират, могат да се посочат следните метали: молибден (Mo), рений (Re), тантал (Ta), волфрам (W), индий (In), германий (Ge), галий (Ga), телур (Te), ниобий (Nb), селен (Se), редкоземни елементи и други. Проблемът обаче е ниската степен на рециклирането им (в повечето случаи около 1%). Много от тези метали, които Европа и Балканите все още изхвърлят на боклука, са твърде ценни и търсенето им е високо. Те могат да се получат от рециклиране на производствени отпадъци, битови отпадъци и рециклиране на редки метали, съдържащи се в отпадъчни материали, като например шлаки, филтърен прах и други. През последните десетилетия пазарът на електрическо и електронно оборудване расте експоненциално, а експлоатационният срок на продуктите става все по-кратък. Именно затова е необходимо да се рециклират е-отпадъците, които съдържат редки метали, които са и ценни, но и опасни. Ценните метали от е-отпадъците могат да бъдат извлечени многократно за повторна употреба. Често обаче тези отпадъци се депонират или се изгарят, вместо да се рециклират. А това означава, че токсични вещества навлизат в околната среда и се разпространяват, замърсявайки почвата, подземните и повърхностни води, въздуха (чрез дим от сметищата), като представляват сериозна екологична и здравна заплаха.

## Производство на е-отпадъци

Глобалното производство на е-отпадъци нараства експоненциално, тъй като пазарът, в който те се произвеждат, също расте много бързо. Между 20 и 50 милиона тона се генерират всяка година в световен мащаб.

Годишната производителност на е-отпадъци може да се изчисли според всеки електронен елемент, участващ в дадено устройство, по следната формула (Gaidajis et al., 2010):

$$E = \frac{MN}{L} \quad (1)$$

където:

E – годишна производителност на е-отпадъци, kg/годишно;

M – масата на всеки електронен елемент, kg;

N – количество елементи на пазара или в употреба, брой;

L – средна продължителност на живота, години.

Съответно годишната производителност на е-отпадъци зависи от масата на елемента, броят и средната продължителност на живота на съответните елементи.

## Източници на е-отпадъци

Въпреки приетите законодателни мерки за създаване на затворен икономически цикъл по отношение на електронните отпадъци на Балканите, по-голямата част от редките метали все още не се оползотворяват. Като причини биха могли да бъдат определени факти като недостатъчните усилия за събиране, неподходящите технологии за рециклиране и липсата на достатъчно знания за управление на електронните отпадъци. Гражданите, като цяло, все още не знаят за последствията от неправилното управление на електронните отпадъци. Липсват валидни статистически данни, които могат да служат като инструмент за управление. Липсва и инфраструктура, която да осигурява предоставянето на електронни отпадъци за рециклиране. Няма мрежови структури на национално и регионално равнище, които да улеснят сътрудничеството в областта на електронното управление на отпадъците. Именно Балканите са район, с управление на електронните отпадъци под стандартите в областта, като практиките са придружавани от недостатъчно и неефективно наблюдение и изпълнение на съществуващата нормативна уредба.

През 2011 г. по проект „Балканска застъпническа мрежа за управление на електронните отпадъци“ (Balkan E-Waste Management Advocacy Network) са направени проучвания за електронни отпадъци, които могат да бъдат използвани като вторични източници на редки метали. Резултатите от проучванията са представени в таблици 1-6.

Таблица 1.

Обем на е-отпадъци от домакинствата в България

	В употреба	Не се употребяват	Изхвърлени
Хладилници	99%	21%	51%
Перални	97%	15%	51%

Печки	94%	14%	43%
Персонални компютри	51%	6%	11%
CRT монитори	19%	7%	11%
LCD монитори	36%	0%	1%
Лаптоп	36%	1%	1%
Мобилни телефони	91%	37%	22%
TV – CRT	84%	20%	37%
TV – плосък екран	34%	0%	1%
Радио	45%	18%	18%
Принтери	21%	2%	2%
DVD плейъри	38%	2%	2%
MP3 плейъри	19%	1%	2%

Таблица 2.

Обем на е-отпадъци от домакинствата в Македония

	В употреба	Не се употребяват	Изхвърлени
Хладилници	99%	22%	34%
Перални	94%	13%	27%
Печки	92%	17%	24%
Персонални компютри	52%	6%	5%
CRT монитори	26%	4%	3%
LCD монитори	36%	1%	0%
Лаптоп	29%	1%	1%
Мобилни телефони	86%	29%	16%
TV – CRT	92%	19%	23%
TV – плосък екран	23%	0%	1%
Радио	56%	17%	13%
Принтери	17%	2%	1%
DVD плейъри	52%	3%	1%
MP3 плейъри	12%	0%	0%

Таблица 3.

Обем на е-отпадъци от домакинствата в Сърбия

	В употреба	Не се употребяват	Изхвърлени
Хладилници	99%	22%	58%
Перални	96%	15%	52%
Печки	94%	13%	40%
Персонални компютри	50%	5%	12%
CRT монитори	26%	6%	12%
LCD монитори	28%	1%	1%
Лаптоп	22%	0%	2%
Мобилни телефони	89%	34%	25%
TV – CRT	90%	17%	43%
TV – плосък екран	23%	1%	1%

Радио	57%	21%	24%
Принтери	20%	4%	4%
DVD плейъри	51%	6%	4%
MP3 плейъри	17%	2%	2%

Таблица 4.  
Обем на е-отпадъци от домакинствата в Хърватия

	В употреба	Не се употребяват	Изхвърлени
Хладилници	99%	14%	71%
Перални	97%	8%	59%
Печки	92%	7%	49%
Персонални компютри	52%	9%	23%
CRT монитори	20%	7%	17%
LCD монитори	39%	1%	3%
Лаптоп	35%	1%	4%
Мобилни телефони	88%	40%	34%
TV – CRT	72%	15%	43%
TV – плосък екран	46%	1%	3%
Радио	78%	18%	33%
Принтери	43%	8%	9%
DVD плейъри	64%	7%	10%
MP3 плейъри	29%	5%	5%

Ситуацията с рециклирането на редките метали от електрическо и електронно оборудване е далеч под желаното ниво дори в Гърция - страната, която е най-старият член на Европейския съюз сред държавите на Балканите. Управлението на отпадъците е един от най-трудните и сложни екологични, политически, правни и социални проблеми в страната. Поради бързото нарастване на градските зони, туристическия поток, покачането на стандарта на живот и промяната на потребителските модели, има сериозен ръст на различни видове отпадъци, като значително са се увеличили е-отпадъците. Средната годишна производителност на електронни отпадъци в Гърция за периода 2003-2006 г. достига приблизително 170 килотона (kt). 90% от електронните отпадъци за същия период са били смесени с други твърди битови отпадъци или са били рециклирани с други материали (например метални отпадъци), без предварително разделяне на съставните им компоненти (управленска практика, посочена като "сиво рециклиране"). За да се справи с развитието на проблема „сиво рециклиране“ и увеличаването на количеството на електронните отпадъци Гърция приема алтернативна система за управление на електронните отпадъци, която започва работа през 2004 г. Основните отговорности на системата са по събирането и процеса на транспортиране в специални съоръжения. Системата събира около 0,1 kt е-отпадъци през 2005 г., през първата си година на работа, 31,5 kt през 2007 г., 47 kt през 2008 г. и 53 kt през 2009 г. Гръцкото законодателство е уеднаквено с европейските изисквания за управление на отпадъците от електрическо и електронно оборудване (ОЕЕО). Тези изисквания

включват разделно събиране на най-малко 4 kg / жител за година на е-отпадъци с местен произход, общо към 44 kt на година за Гърция. Въпреки това, до днес не се извършва контрол върху управлението на излезли от употреба електрически и електронни уреди.

Таблица 5.  
Обем на е-отпадъци в Гърция

ОЕЕО (t)	2007	2008
Произведени	170 000-175 000	190 000-200 000
Рециклирани	31,4	47,1

Нарастването на населението и значителна миграция на население към развитите градове в Албания са довели до увеличаване на потребителското поведение и следователно - до увеличени обеми на отпадъците. Огромната трансформация на икономиката на страната е съпътствана от увеличаване на консумацията на потребителски стоки от населението. Също развитието на инфраструктурата и строителството през последните години е довело до увеличаване на битовите и строителни отпадъци. Слабото управление на отпадъците води до изхвърляне на отпадъците без никакво разделяне и третиране на сметищата. Поради това непредвидено нарастване на отпадъците и слабо управление, въздействието върху околната среда и човешкото здраве е значително. Предотвратяването и намаляването на генерираните отпадъци се осъществява чрез рециклиране и изгаряне, това е един от основните стандарти на политиката за управление на отпадъците. За да се подобри управлението на отпадъците, Албания съставя Национален план за отпадъци 2010-25.

Съставът на отпадъците през периода септември-декември 2009 г., според проучване, проведено при изпълнението на проекта „Национален план за сближаване към европейското екологично законодателство“ (INPAEL), е даден в таблица 6.

Таблица 6.  
Обем на е-отпадъци от домакинствата в Албания

Вид отпадък	Среден % от отпадъка	Тегло / ден (kg/човек/ден)	Тегло / год. (kg/човек/год.)
ОЕЕО	0,31	7	2 000 000 555
Батерии	0,02	1	365
Черни метали	0,56	13	4 745
Цв. метали	0,57	13	4 745

Системата за управление на отпадъците е на ниско ниво, поради слабости в събирането на отпадъците в градовете и почти липса на система за събиране в селските райони. Много малка част от отпадъците в Албания се подлагат на рециклиране. Налични са само няколко депа за обезвреждане на е-отпадъците. За да се осъществява рециклирането е необходимо да се извършва разделяне на отпадъците при източника, като се създаде и организира система за разделно събиране на отпадъци от домакинства, организации, фирми и др. Чрез тази система ще бъде възможно рециклирането на голяма част от е-

отпадъците. Към момента Албания не разполага с никакви прогнозни данни за бъдещите количества на генерираните отпадъци. Те зависят от няколко фактора, като нарастването на населението, икономическата ситуация, потреблението на стоки, промишлеността и други. В екологичната стратегия за управление на отпадъците се определят следните цели: премахване на отпадъците в незаконните сметища до 2012 г., събираемост на 50% от отпадъците.

Отпадъците представляват един от основните екологични проблеми в Босна и Херцеговина, главно поради неадекватното управление, липсата на инфраструктура и обществената нагласа към отпадъците. Капацитетът на депата не е бил достатъчен и това е довело до възникването на незаконни сметища. Едва 5% от общия обем на отпадъците се подлагат на рециклиране. Тъй като икономическите условия се подобряват в Босна и Херцеговина, потребителските модели се променят и отпадъците се увеличават. До 2010 г. е имало няколко опита за установяване на данните за процента на отделни отпадъчни потоци, предимно рециклируеми отпадъци. Въпреки това, съществуват големи различия в резултатите, получени на различни места. Закономерност не е могла да бъде установена, най-вече поради липсата на систематично, дългосрочно изследване. В страната липсва схема за разделно събиране на отпадъците. По програма за управление на отпадъците „Solid“ до края на 2014 г. ще бъдат изградени нови депа и ще има възможност за рециклиране на е-отпадъците.

Въпреки че няма достатъчно статистическа информация за отпадъците в Черна гора и липсват данни за цялостното количество генерирани отпадъци, специфични отпадъчни потоци, става ясно, че отпадъците са значителен проблем. Неправилното събиране и извозване на отпадъците до законни и незаконни сметища, води до значително замърсяване на околната среда. Относно генерираните отпадъци, статистическите данни сочат, че те варират от 0,8 kg / човек / ден до 1 kg / човек / ден (по официална статистика). В момента според изискванията на Европейския съюз е необходимо да се събират 4 kg / човек. Необходимо е въвеждането на система за управление на отпадъците, както и рециклиране на генерираните е-отпадъци.

## Заклучение

Отпадъците от електрическо и електронно оборудване са сред най-бързо растящите отпадъчни продукти на Балканите и ЕС, а в момента около една трета от този отпадък се събира отделно и се обработва по подходящ начин. Системното събиране и правилното третиране е основно изискване за рециклирането на стратегически и редки метали като злато, сребро, мед и редки метали (Ga, In, Ge, Ta) от използваните телевизори, лаптопи, мобилни телефони и друга техника. В страните на Балканския полуостров обаче държавните институции са крехки, законодателството е непълно или остаряло, а природозащитният контрол е слаб и именно тези проблеми се отразяват в управлението на електронните отпадъци. Балканите са район, с управление на електронните

отпадъци под стандартите в тази професионална област, като практиките са придружавани от недостатъчно и неефективно наблюдение и изпълнение на съществуващата нормативна уредба. Тази ситуация практически не се променя, въпреки усилията на правителствата. Допълнително отрицателно влияние върху степента на рециклиране оказва и липсата на достатъчно инвестиции за прилагане на съвременни технологии за извличане от електронни отпадъци на по-широко разпространени метали, както и за разработване на нови технологии за извличане на редки критични метали.

Страните членки на ЕС трябва да спазват и отговарят на европейски стандарти за сигурност и природозащита, основани на законовите рамки на директивите за отпадъци от електрическо и електронно оборудване (Директива WEEE 2002/96/EC) и за ограничаване на опасните вещества (Директива RoHS 2002/95/EC). От 13 август 2012 г. е въведена нова директива на ЕС (2012/19/EC) относно събирането и третирането на отпадъци от електрическо и електронно оборудване (OEEE). Понастоящем само една трета от OEEE в ЕС се събират разделно в рамките на документирана система. Сегашното целево ниво на събираемост в ЕС е 4 kg на глава от населението, което представлява около 2 милиона тона от около 10 милиона тона OEEE, които се генерират всяка година в ЕС. Очаква се към 2020 г. обемът на OEEE да нарасне на 12 милиона тона. Амбициозната крайна цел на новата директива — 85 % събираемост на всички генерирани OEEE — ще гарантира през 2020 г. разделното събиране на приблизително 10 милиона тона или около 20 kg на глава от населението в ЕС. В допълнение, Директивата обръща специално внимание на рециклирането на редки критични метали от OEEE. Балкански държави, извън ЕС, могат да се възползват от положителния резултат на европейската общност при справяне с проблемите на управлението на електронните отпадъци.

В заключение може да се каже, че на Балканите е необходимо да се подобри правната и институционална рамка, която да допринесе за устойчивото управление на електронни отпадъци, да се вложат средства за достъпни съвременни технологии за извличане на стратегическите и редки метали от OEEE, както и да се работи за повишаване на обществената осведоменост за правилното управление на електронните отпадъци.

Правилното събиране на OEEE и тяхното рециклиране е ключът към възстановяване на ценни метали, опазване на околната среда и здравето на населението, изграждане на нова зелена икономика.

## Литература

- Balkan E-Waste Management Advocacy Network. 2011  
Gaidajis, G., K. Angelakoglou, D. Aktsoylou. 2010. E-waste: Environmental Problems and Current Management, *Journal of Engineering Science and Technology, Review 3* (1), 193-199 p.  
UNEP. 2006. Global Action on E-waste, United Nations Environment Programme

### Благодарност

Работата е изготвена с финансовата подкрепа на Ф „НИ“ – договори по Наредба № 9, договор ФК-011/08.06.2012.