



KOMPARACIJA TEHNOLOŠKOG PROCESA RECIKLAŽE ELEKTRONSKOG
OTPADNA – STUDIJE SLUČAJA POSTROJENJA U NIŠU I VERONI (ITALIJA)

COMPARISON OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF ELECTRONIC WASTE
RECYCLING – CASE STUDIES OF PLANTS IN NIŠ AND VERONA (ITALY)

Isidora Berezni, Bojan Batinić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE
SREDINE**

Kratak sadržaj – Tema rada je prikaz trenutnog stanja sistema upravljanja električnim i elektronskim otpadom u Republici Srbiji, od sistema sakupljanja, zakonske regulative, postojeće tehnologije za tretman do finalne dispozicije. Date su osnovne definicije elektronskog otpada, količina, sastav i značaj reciklaže istog. Obuhvaćene su i zakonske regulative u Evropskoj Uniji i Srbiji. Opisan je trenutni sistem sakupljanja ovog toka otpada u Srbiji i Italiji. Glavni deo rada predstavlja prikaz tehnologije tretmana elektronskog i električnog otpada u postrojenjima u Nišu i Veroni sa prikazom masenih tokova materijala ovih procesa. Na kraju rada, na osnovu poređenja i izvršene analize date su preporuke za poboljšanje trenutnog sistema upravljanja otpadom u Republici Srbiji.

Ključne reči: e-otpada, reciklaža, sistem upravljanja e-otpada, analiza tokova materijala

Abstract – The topic of the paper is to present the current state of the electrical and electronic waste management system in the Republic of Serbia, from the collection system, legal regulations, and existing treatment technology to the final disposal. Basic definitions of electronic waste, quantity, composition and importance of recycling are given. Legislation in the European Union and Serbia is also covered. The current system for collecting this waste stream in Serbia and Italy is described. The main part of the paper is the presentation of the technology of treatment of electronic and electrical waste in the plants in Niš and Verona with the presentation of mass flows of materials of these processes. At the end of the paper, recommendations for improving the current waste management system in the Republic of Serbia are made on the basis of comparisons and analysis.

Keywords: e-waste, recycling, e-waste management system, mass flow analysis

1. UVOD

Brz napredak u nauci o materijalima, proizvodnim procesima i elektronskim proizvodima stvorio je globalno tržište sa rapidnim širenjem tehnologije na potrošače. Poslednjih godina, napredak u telekomunikacionim i informacionim tehnologijama povećao je globalizaciju, omo-

gućavajući na taj način razvoj tržišta za nove proizvode na nivoima većim nego ranije, u smislu prikupljanja podataka, širenja proizvoda, primene tehnologije, ponašanja potrošača i prodora na tržište. Povećanje proizvodnje potrošačkih proizvoda i njihova distribucija na globalno tržište u kombinaciji sa njihovom pristupačnošću, stvorilo je izazove u upravljanju čvrstim komunalnim otpadom, posebno za sve veće količine elektronskih i električnih proizvoda

Posmatrajući sastav elektronskog i električnog otpada, njegovo odlaganje na deponije predstavlja izuzetno opasnu aktivnost imajući u vidu ograničenu biorazgradivost polimera, velike gubitke metala i toksičnost pojedinih delova elektronske opreme, kao što su baterije i druge skladišne jedinice. Evropska Unija je kroz Direktive poput 2012/19/EU i RoHS 2002/95/EC, kao i produženom odgovornošću proizvođača stavila naglasak na poboljšanje sistema upravljanja ovim tokom otpada. Međutim, brojni izazovi su se pojavili sa implementacijom ovih regulativa, kao što su problemi u sakupljanju, kategorizaciji otpada, procedurama sortiranja, upravljanju informacijama itd. Za rešavanje ovih problema potrebna je podrška relevantnih institucija na državnom nivou, kao i nove inovacije u tehnologiji. Situacija nije mnogo drugačija i u zemljama van EU, poput Srbije, gde se takođe javljaju slični izazovi u upravljanju otpadom, čak i kompleksniji u pojedinim slučajevima, usled slabije ekonomske razvijenosti same države i nedovoljne podrške sistema.

2. OPŠTE KARAKTERISTIKE E-OTPADNA

Elektronski otpad je, u opštem slučaju, definisan kao svaka oprema čiji normalan rad zavisi od električne struje, uključujući i uređaje za generisanje, merenje i prenos [1]. Ukratko, e-otpada je opšti izraz za električnu i elektronsku opremu koja je prestala da ima bilo kakvu vrednost za svoje vlasnike, odnosno potrošače. Kako ova grupa obuhvata veoma širok spektar uređaja, ne postoji standardna definicija e-otpada.

Generalno, ovu vrstu otpada čini veoma širok spektar uređaja različitih namena. Prema direktivi Evropskog Parlamenta od 15. Avgusta 2018. godine važi podela na 6 kategorija:

1. Oprema za razmenu toplote
2. Ekрани i monitori
3. Lampe
4. Veliki uređaji
5. Mali uređaji
6. Mali IT i telekomunikacioni uređaji

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Bojan Batinić.

Od 2005. godine godišnja stopa rasta e-otpada na globalnom nivou iznosila je 5 % , što dovodi do ukupnog iznosa od 40 miliona tona ove vrste otpada u 2014. godini [2,3,4]. Evropska Unija je drugi najveći generator elektronskog i električnog otpada, posle Azije, sa trenutnom količinom od 11,6 miliona tona godišnje [5]. Najopštije procene ukazuju na to da se u svetu godišnje generiše 30-50 miliona tona novonastalog e-otpada, pri čemu samo na teritorijama najrazvijenijih zemalja sveta, kao što su Evropska Unija, Sjedinjene Američke Države i Australija, preko 25 miliona tona godišnje [6].

Što se tiče sastava elektronskog i električnog otpada, u opštem smislu on predstavlja kombinaciju metala, plastike i manjeg procenta drugih materijala poput keramike i stakla. U proseku 60% celokupnog otpada čine metali, kao što su retki zemljani metali (lantan, cerijum, praezodijum, neodijum, gadolonijum, disprozijum), plemeniti metali (zlato, srebro, paladijum) i drugi vredni metali (bakar, aluminijum, gvožđe); 15% plastika i staklo [5,7].

Pored toga što sadrži vredne materijale, u e-otpadu sadržane su i značajne količine toksičnih i opasnih materija poput žive, olova, hroma, pa je ekološki aspekt definitivno najznačajniji neposredan uticaj koji ukazuje na to da je reciklaža i adekvatno zbrinjavanje ove vrste otpada neophodno. Reciklažom se direktno utiče na smanjenje količine otpada na deponiji, a samim tim smanjuje se mogućnost narušavanja ljudskog zdravlja i zagađenje životne sredine.

Što se tiče ekonomskog aspekta reciklaže, struktura i hemijski sastav e-otpada stvara dodatan benefit na reciklažu. Sadržaj metala u otpadu, u odnosu na koncentracije u primarnim sirovinama su mnogostruko uvećane, pa ovaj tok čine vrednim koncentratom za dobijanje istih. Primera radi, posmatrajući sadržaj metala u generisanoj količini e-otpada samo u 2014.godini procenjena vrednost iznosi preko 48 milijardi evra [8].

3. ZAKONODAVNI OKVIR U EU I SRBIJI

Od posebnog značaja za elektronski i električni otpad jesu Direktiva 2002/96/EC o otpadnoj električnoj i elektronskoj opremi (WEEE – Waste Electrical and Electronic Equipment) i Direktiva 2002/95/EC o ograničenju količine potencijalno opasnih materijala sadržanih u elektronskim i električnim aparatima (RoHS).

WEEE Direktiva za cilj ima promociju reciklaže, opravka i ponovne upotrebe elektronskog otpada kako bi se smanjila njegova količina koja se odlaze na deponije. U ovu svrhu, glavni elementi koji su uvedeni Direktivom jesu princip produžene odgovornosti proizvođača (EPR – Extended Producer Responsibility) koji nameće proizvođačima odgovornost da finansiraju upravljanje e-otpadom i princip „Jedan za jedan“ koji omogućava potrošačima da besplatno dostave otpad ukoliko kupe ekvivalentni elektronski uređaj. Takođe, definisana je stopa sakupljanja elektronskog otpada od 4 kg/stan/god do 2008. godine. Direktiva je izmenjena 2012. godine (2012/96/EU) povećanjem naknada i uvođenjem zahtevnijih ciljeva za sakupljanje kao što je obaveza država članica da sakupe 45% (8 kg/stan) ukupne količine elektronskog i električnog otpada, definisane kao prosečna količina elektronske i električne opreme stavljene na tržište do 2016. i 65% (12 kg/stan) do 2019.

Pored ovoga, 2017. godine Evropska Komisija objavila je Paket Cirkularne Ekonomije, koji dodatno podstiče razvoj lanca snabdevanja od potrošača do proizvođača, gde EPR sistem igra ključnu ulogu za ostvarivanje definisanih kvantitativnih ciljeva.[9]

RoHS Direktiva usmerena je na fazu dizajniranja produkata i ograničenju u korišćenju, u procentima težine, šest specifičnih materijala: olova, žive, kadmijuma, šestovalentnog hroma, polibromovanih bifenila (PBB) i polibromovanih difenil etara (PBDE).[10]

Srbija je uskladila svoje propise sa direktivama EU primenom odgovarajućih zakona, pravilnika i uredbi. Prema Zakonu o upravljanju otpadom ("Sl. glasnik RS", br. 36/2009 i 88/2010) e-otpad se svrstava u posebne tokove otpada, ima karakter opasnog otpada i ne može se mešati sa drugim vrstama otpada. Prema Direktivi 2012/19/EC i domaćem Pravilniku ("Sl. glasnik RS", br. 99/2010), definisana je lista električnih i elektronskih proizvoda razvrstanih na 10 razreda e-opreme

U Italiji Direktiva 2002/96/EU primenjena je kroz Uredbu Zakona 2005/151 i Uredbu Ministarstva 185/2007 koja je regulisala upravljanje elektronskim otpadom promovisanjem reciklaže, opravka i ponovne upotrebe i ograničavanjem upotrebe određenih opasnih supstanci sadržanih u elektronskoj opremi. Konkretno, prva uredba regulisala je upravljanje sistemom sakupljanja e-otpada usvajanjem „Clearing House“ modela kao sopstvenog nacionalnog sistema, dok se druga uredba fokusira na same aktere sistema za sakupljanje e-otpada. „Clearing House“ je nacionalni sistem, dok su proizvođači grupisani u takozvani Kolektivni sistem koji je odgovoran za celokupni sistem upravljanja e-otpadom. Akteri ovog kolektivnog sistema saraduju sa različitim operaterima i organizacijama (logistički centri, reciklažni centri, sakupljački sistemi itd.) kako bi pružili usluge upravljanja elektronskim otpadom u celosti. Vlada nadgleda rad ovih sistema kroz Koordinacioni centar [10].

4. TRENUTNI SISTEM SAKUPLJANJA E-OTPADU U SRBIJI I ITALIJI

Šeme sakupljanja e-otpada u Srbiji su i dalje nerazvijene. Iako je odlaganje e-otpada bez prethodnog primarnog tretmana ilegalno, većina otpada, pretežno onog iz domaćinstva, se i dalje meša sa komunalnim otpadom na deponijama. Trenutni sistem sakupljanja baziran je na produženoj odgovornosti proizvođača, gde su proizvođači i uvoznici elektronske i električne opreme u obavezi da plaćaju određenu naknadu (zavisno od tipa proizvoda), za obezbeđivanje adekvatnog upravljanja e-otpadom. Reciklažne i druge kompanije se onda subvencionišu od strane Ministarstva Zaštite Životne Sredine sa 108 do 900 e/t tretiranog e-otpada. (Službeni Glasnik RS br.81/14). Stoga, kompanije koje se bave reciklažom i tretmanom e-otpada imaju ulogu i kolektora.[11] Što se tiče sistema praćenja, postupak evidentiranja i proces izveštavanja definisan je Zakonom o upravljanju otpadom (Službeni Glasnik RS br. 36/09, 88/10 i 14/16), kao i drugim podzakonskim aktima. Sve informacije vezane za e-otpad prikupljaju se i obrađuju u Nacionalnom Registru Zagađivača koji je uspostavila Agencija za Zaštitu Životne Sredine (SEPA).

U Italiji, upravljanje e-otpadom, uključujući transport, tretman, reciklažu i odlaganje odvija se od strane operatera koje angažuju proizvođači. Svi operateri dužni su da podnose izveštaj nacionalnoj agenciji (koordinacionom centru) za upravljanje elektronskim i električnim otpadom nazvanoj „Coordination Centre for WEEE“ (CdCRAEE). Nacionalna agencija osnovana je kako bi se regulisale i koordinisale aktivnosti operatera i uspostavili jednaki i homogeni uslovi između njih. Koordinacioni centar za e-otpad 2008. potpisao je dva opšta sporazuma: Sporazum o planiranju koji reguliše uslove za sakupljanje i upravljanje električnim i elektronskim otpadom (ANCI), koji predstavlja opštine i proceduru koja omogućava preuzimanje kolektivnih šema objekata za sakupljanje. Tokom 2018.godine kolektivni sistem sakupljanja sakupio je i poslao na tretman više od 310.000 tona elektronskog otpada, što je za 5% više nego prethodne godine. Ovo pokazuje pozitivan trend započeo 2014. i pozitivne efekte preduzimanja akcija za povećanje stope sakupljanja od strane organizacija koje su potpisale sporazum definisan članovima 15 i 16 Zakona 49/2014. Sakupljen otpad u Italijanskim reciklažnim centrima razdvaja se u pet grupa:

1. R1 – Rashladni uređaji
2. R2 – Veliki kućni aparati
3. R3 – Televizori i monitori
4. R4 – Mali kućni aparati
5. R5 – Oprema za osvetljenje

Sakupljanje e-otpada vrši se od strane različitih reciklažnih centara, koji omogućavaju sakupljanje istrošene elektronske i električne opreme od strane različitih korisnika. Prema izveštaju Koordinacionog Centra iz 2018. godine broj postojećih postrojenja i centara koji čine mrežu sakupljanja činio je: 4212 Namenskih postrojenja za sakupljanje (osnovana i upravljana od strane lokalnih vlasti i ovlašćenih kompanija za upravljanje e-otpadom), 277 Sakupljačkih centara distributera (programi “Jedan za jedan” ili “Jedan za nulu”), 6 Velikih korisnika (javni ili privatni objekti koji generišu velike količine e-otpada iz kategorija R4 i R5), 18 Individualnih sakupljakih centara (postavljeni od strane proizvođača), 370 Instalatera (postavljeni od strane kolektivnih operatera) 2852 Mesta u okviru distribucije i tehničkih centara, 1258 Postrojenja za tretman i 59 Sertifikovanih postrojenja [12]. Za poboljšanje i nadogradnju infrastrukture ovih sistema isplaćuju se naknade za efikasnost. Naknade za efikasnost su novčani iznosi isplaćivani od strane proizvođača kroz kolektivni sistem lokalnim sakupljačkim centrima, proizvodnim centrima distributera i individualnim sakupljačkim centrima u skladu sa količinama sakupljenog e-otpada. U 2018. godini, za sve kategorije e-otpada, isplaćeno je 16.928.244 €, prema izveštaju Koordinacionog centra [12].

5. PRIKAZ POSTOJEĆE TEHNOLOGIJE TRETMANA U SRBIJI

U Republici Srbiji postoje svega četiri operatera koja vrše organizovano sakupljanje i reciklažu elektronskog otpada, a prema poslednjim procenama reciklira se između 15 i 20 hiljada tona, što čini 20% od ukupne generisane količine ove vrste otpada.

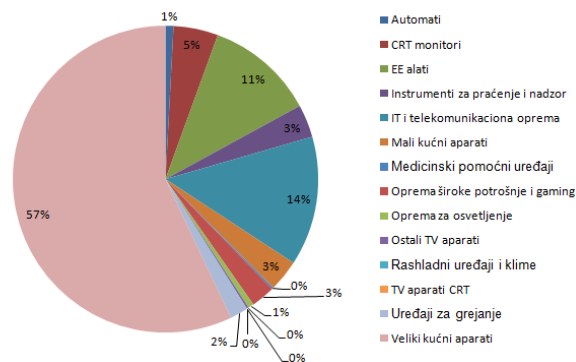
Tretman električnog otpada u Srbiji u najvećoj meri zasniva se na sortiranju otpada po kategorijama i manuelnoj separaciji komponenti koje je moguće odvojiti. Nakon toga se, komponente poput matičnih ploča, katodnih cevi, baterija i slično, izvoze u inostranstvo na dalju preradu. Mehanički procesi, koji podrazumevaju usitnjavanje na šrederu, mlevenje u mlinovima, izdvajanje metala, magnetne i druge vrste separatora, uglavnom nisu zastupljeni. Postoji svega par postrojenja koja poseduju liniju za mehanički tretman rashladnih uređaja, gde se vrši izdvajanje freona i dobijanje sekundarnih sirovina poput gvožđa, plastike, aluminijuma i bakra.

“E-reciklaža” Niš

Kao studija slučaja za prikaz tretmana elektronskog otpada uzeta je kompanija E-reciklaža sa sedištem u Nišu, kao vodeći operater za sakupljanje i reciklažu ove vrste otpada u Republici Srbiji. Osnovana 2010. godine, sa dozvolom za reciklažu od 14 hiljada tona e-otpada godišnje, do 2016. godine reciklirano je 70 hiljada tona elektronske i električne opreme i 500 hiljada rashladnih uređaja, dok je izvezeno 70t freona i zbrinuto 3 500 t opasnog stakla.

Tretman u kompaniji podrazumeva ručnu separaciju i mehanički tretman u MeWa postrojenju. Televizori i monitori sa katodnim cevima (CRT) podležu samo ručnoj separaciji, pri čemu se izdvajaju finije komponente, a staklo se lomi, deli na opasno i neopasno i dalje izvozi, dok je MeWa postrojenje dizajnirano za tretman rashladnih uređaja i električne i elektronske opreme.

Godišnje, u proseku, kompanija sakupi i reciklira 13 hiljada tona električnog i elektronskog otpada, što čini 60% ukupne reciklirane količine u Republici Srbiji.



Slika 1 Procenat sakupljenih i recikliranih količina e-otpada po kategorijama

Ako pogledamo količine po kategorijama videćemo da najveći procenat sakupljenih i recikliranih količina čini grupa velikih kućnih aparata, zatim rashladnih uređaja i TV/CRT aparata.

Prilikom tretmana e-otpada dolazi do izdvajanja različitih komponenti i sirovina, kao i razdvajanja opasnih od neopasnih supstanci, čime se omogućava dalje pravilno upravljanje istim, smanjivanje količine otpada koja odlazi na deponiju i samim tim zaštite životne sredine i zdravlja ljudi.

Tokom procesa u postrojenju, ručnom separacijom izdvajaju se materijali poput drveta, stakla, gume,

različitih elektronskih komponenti, kablova, baterija i slično, dok su glavni izlazi mehaničkog tretmana metali: bakar, aluminijum, gvožđe i čelik i pur pena kao nusprodukt. Značajna činjenica je da ništa od sirovina koje izlaze iz postrojenja ne odlaze se na deponije. Sirovine poput aluminijuma, bakra, gvožđa, drveta i jedan deo plastike prodaju se kao sekundarne sirovine kompanijama u Srbiji, dok se ostale komponente izdvojene u procesu tretmana poput baterija, freona i drugih prodaju ili izvoze u inostranstvo na dalji tretman zbog nedostatka tehnologije u samoj državi.

6. PRIKAZ POSTOJEĆE TEHNOLOGIJE TRETMANA U ITALIJI

U Italiji za sakupljanje i reciklažu elektronskog i električnog otpada odgovorno je 15 operatera, a prema poslednjim procenama godišnje se reciklira 300 000 tona ove vrste otpada.

Tretman električnog i elektronskog otpada obuhvata sortiranje otpada na 5 kategorija, manuelnu separaciju komponenti koje je moguće odvojiti i mehaničkom tretmanu. U postrojenjima za pred-tretman, komponente koje su ručno izdvojene, poput baterija, katodnih cevi, matičnih ploča i slično, u zavisnosti od postojećih kapaciteta, šalju se u postrojenja za sekundarni tretman u Italiji ili se izvoze u inostranstvo radi dalje obrade. U postrojenjima u Italiji zastupljeni su mehanički tretmani poput usitnjavanja na šrederu, mlevenja u mlinovima, magnetni i druge vrste separatora, a postrojenja koja obavljaju tretman rashladnih uređaja takođe poseduju liniju za izdvajanje freona. Prema izveštaju Koordinacionog centra iz 2018. godine 59 postrojenja je ovlašćeno za tretman e-otpada, od čega je 14 akreditovano za tretman rashladnih uređaja, 47 za tretman velikih kućnih aparata, 19 za tretman televizora i monitora, 37 za tretman malih kućnih aparata i 11 za tretman opreme za osvetljenje.

“Stenatechnoworld” Verona

Kompanija Stena Technoworld obavlja tretman električnog i elektronskog otpada u skladu sa i prema modelima predviđenim Evropskom Direktivom 2002/96/CE i Zakonom Uredbom 49/14, na industrijskoj lokaciji u opštini Agnari (Verona). Aktivnosti koje se sprovode u kompleksu postrojenja obuhvataju linije tretmana:

- Linije za tretman e-otpada iz kategorije R1 (rashladni uređaji i klime)
- Linije za tretman e-otpada iz kategorije R2 (veliki kućni aparati)
- Linije za tretman e-otpada iz kategorije R3 (Tv i monitori)
- Linije za tretman e-otpada iz kategorije R4 (malikućni aparati)
- Linije za tretman e-otpada iz kategorije R5 (oprema za osvetljenje)
- Linije za separaciju baterija i tonera
- Linije za čišćenje i vatrogasnih aparata i rezervoara
- Linije za separaciju mlevenjem, granulacijom, aerauličnim i vlažnim odvajanjem u cilju koncentrisanja najviše iskorišćenih frakcija u homogenu i jasno definisanu klasu.

Svrha tretmana je prerada e-otpada sa ciljem njegovog raščlanjivanja na komponente pogodne za dalju direktnu ili indirektnu reciklažu izdvojenih materijala (metala, stakla, plastike, motora i dr.).

Količine dobijenih frakcija zavise od količine otpada iz kategorije rashladnih uređaja koja stigne u postrojenje. Sakupljanje se vrši sistemima „B2B“ pri čemu postrojenje dobija otpad iz preko 100 kompanija i „B2C“ gde postoji desetak glavnih kolektora od kojih postrojenje prima otpad. U narednoj tabeli prikazane su sakupljene količine svih kategorija otpada u 2018. godini.

Tabela 1 Sakupljene količine svih 5 kategorija e-otpada u 2018. godini

Kategorija otpada	Sakupljene količine [kg]
R1	7 109 065
R2	7 668 520
R3	3 931 447
R4	8 714 843
R5	452 024

Analizom masenog bilansa procesa tretmana pokazano je da pri tretmanu R1 kategorije otpada najveći procenat dobijenih frakcija čini gvožđe sa 45,5%, kompresori sa 14%, zatim plastika i PUR pena sa 13%. Najveći procenat izlaznih frakcija pri tretmanu R2 i R4 kategorije otpada čine metali koji se, nakon izlaska iz procesne linije, sakupljaju i pakuju u odgovarajuće kontejnere odakle se šalju u eksterna postrojenja na dalju obradu, dok glavni produkt procesnih linija R3 i R5 predstavlja staklo, sa kojim se nakon izlaska i procesne linije postupa kao E.O.W. (end of waste), pakuje se u odgovarajuće kontejnere i šalje u druga postrojenja na dalju reciklažu.

7. NEDOSTACI U SISTEMU UPRAVLJANJA I PREPORUKE ZA POBOLJŠANJE

Problemi koji su identifikovani kao glavni u sistemu upravljanja OEE u Srbiji mogu se podeliti na one koji se odnose na infrastrukturu sistema, zakonski okvir i sistem izveštavanja i prikupljanja podataka.

Nedostaci koji se odnose na infrastrukturu pre svega jesu i dalje nerazvijene šeme za sakupljanje otpada, zatim nedovoljan broj reciklažnih dvorišta, sakupljačkih centara za e-otpad, kao i postrojenja za tretman. Potrošači, čak i na mestima gde postoje, ne odlaze e-otpad na adekvatan način, nego on biva u najvećmeripomešan i odlagan sa komunalnim otpadom. Isto tako, prodavci električne i elektronske opreme ne žele uvek da prime e-otpad od potrošača. Postrojenja za pred-tretman e-otpada u Srbiji suočavaju se sa problemom profitabilnosti i nedostatka kapaciteta za tretman opasnih komponenti iz otpada.

Što se tiče zakonskog okvira, glavni problem je nepostojanje nacionalnog koordinacionog tela koje bi bilo odgovorno za ispunjavanje svih ciljeva datih u zakonskim uredbama i implementacije produžene odgovornosti proizvođača u potpunosti.

Značajan broj uvoznika i proizvođača elektronske i električne opreme ne poštuje obaveze o izveštavanju o količinama opreme stavljene na tržište ili ne prijavljuju adekvatne količine, čime se otežava monitoring i planiranje sistema upravljanja. Informacije od kompanija koje vrše tretman ovog toka otpada suviše su opšte i često

nisu konzistentne, a podaci o pred-tretmanu, reciklaži, izlaznim tokovima takođe nedostaju.

Preporuke za poboljšanje

Srbija bi trebala da u kratkoročnom i dugoročnom periodu prilagodi i izmeni svoj sistem upravljanja elektronskim i električnim otpadom u smislu pravnog i logističkog okvira, kako bi sustigla države članice EU. Kratkoročno, Srbija bi trebala da se fokusira na unapređenje postojećeg sistema za prikupljanje elektronskog otpada, odnosno da uspostavi mrežu sabirnih centara na opštinskom nivou, što može da uključuje javne zgrade, prodavnice e-opreme, tržne centre i druge komercijalne ustanove. Zatim, srednjoročno, zakonodavni sistem koji uključuje definisanje nagrada/kaznenih politika, trebao bi biti usvojen. Kada se uzmu u obzir trenutne cene sirovina na globalnom tržištu i trenutni kapacitet obrade e-otpada, jasno je da se Srbija suočava sa problemom profitabilnosti postrojenja za tretman, stoga ih je potrebno dodatno subvencionisati za tretiranje opasnih komponenti, kako bi bili u mogućnosti za uvođenje novijih i adekvatnijih tehnologija. Takođe, kako cene na tržištu vremenom variraju, preporučljivo je razmotriti uvođenje depozitnog sistema. U dugoročnom periodu, uvođenje nacionalnog operatera, koji bi nadgledao i koordinisao aktivnosti između aktera u vezi sa uspostavljanjem sistema produžene odgovornosti proizvođača i postizanja ciljeva Drekative 2012/19, je ključno za poboljšanje trenutnog sistema upravljanja OEE.

8. ZAKLJUČAK

Sistem sakupljanja u Srbiji je, u poređenju sa Italijom, dosta nerazvijen. Glavni razlog jeste nedostatak reciklažnih dvorišta, sabirnih centara za odlaganje e-otpada, kao i postrojenja za tretman. U Italiji postoji jasno definisana strategija za pravilno postupanje elektronskim otpadom, shodno postojanju i razvoju postrojenja za reciklažu i sakupljačkih centara za odlaganje otpada u urbanim sredinama i na nivoima svih opština i regiona u državi. Postoji čitava mreža različitih reciklažnih centara i operatera, a čitav sistem upravljanja nadgledan je i kontrolisan od strane nacionalne agencije u kojoj su registrovane sve opštine države i na taj način usaglašene njihove aktivnosti.

Nedostatak i nepouzdanost raspoloživih podataka predstavlja jedan od značajnijih problema u sistemu upravljanja e-otpadom u Srbiji koji je potrebno rešiti, kako bi se omogućilo postizanje ciljeva propisanih Evropskim direktivama, a koje je nacionalno zakonodavstvo usvojilo.

Kako bi unapredila postojeći sistem upravljanja e-otpadom, Srbija bi trebala da uspostavi mrežu sabirnih centara na opštinskom nivou radi učinkovitijeg sakupljanja, zatim da usvoji zakonodavni sistem koji će uključivati definisanje nagrada/kaznenih politika. Takođe, potrebno je dodatno subvencionisati postrojenja za tretman, kako bi bila u mogućnosti za uvođenje novijih i adekvatnijih tehnologija. Na kraju, za poboljšanje sistema upravljanja ovom vrstom otpada, ključno je uvođenje nacionalnog operatera, čija bi uloga bila nadgledanje i koordinisanje aktivnosti između aktera u vezi sa uspostavljanjem sistema produžene odgovornosti proizvođača i postizanja ciljeva Drekative 2012/19.

9. LITERATURA

- [1] Schafer, T., van Looy, E., Weingart, A. & Pretz T. 2003. Automatic separation devices in mechanical recycling processes. In: Proc. International Electronics Recycling Congress, 13–15 January
- [2] Duygan, M., Meylan, G., 2015. Strategic management of WEEE in Switzerland— combining material flow analysis with structural analysis. *Resour. Conserv. Recycl.* 103, 98–109.
- [3] Cucchiella, F., D'Adamo, I., Koh, S.C.L., Rosa, P., 2015. Recycling of WEEEs: an economic assessment of present and future e-waste streams. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 51, 263–272.
- [4] Cao, J., Chen, Y., Shi, B., Lu, B., Zhang, X., Ye, X., Zhai, G., Zhu, C., Zhou, G., 2016. WEEE recycling in Zhejiang Province, China: generation, treatment, and public awareness. *J. Cleaner Prod.* 127, 311–324.
- [5] GWMO – Global Waste Management Outlook. United Nations Environment Programme, 2015
- [6] B. H. Robinson, E-waste: An assessment of global production and environmental impacts, *Science of The Total Environment*, 408 (2), 183-191, 2009
- [7] Zhang, S. & Forssberg, E. (1997) Mechanical separation-oriented characterization of electronic scrap. *Resources, Conservation and Recycling*, 21, 247–269.
- [8] Baldé, C.P., Wang, F., Kuehr, R., Huisman, J. The global e-waste monitor – 2014, United Nations University, IAS – SCYCLE, Bonn, Germany, 2015, p. 80
- [9] European Commission. Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the New WEEE Directive; European Commission: Brussels, Belgium, 2017
- [10] R. Isernia, R. Passaro, I. Quinto, A. Thomas - The Reverse Supply Chain of the E-Waste Management Processes in a Circular Economy Framework: Evidence from Italy; April 2019
- [11] Batinić B., Stanisavljević N., Marinković T., Berežni I., Current state and challenges in WEEE recycling industry in Serbia – case study, International Conference on Environmental Science and Technology, Rhodes, Greece, 2019.
- [12] CdCRAEE (WEEE Coordination Centre): Annual Report 2018, Collection and treatment of waste electrical and electronic equipment in Italy., 12-24.

Kratka biografija:



Isidora Berežni rođena je 6. aprila 1996. godine u Sremskoj Mitrovici. Osnovnu školu završila je u Sremskoj Mitrovici, kao i srednju medicinsku školu „Draginja Nikšić“, farmaceutski tehničar, 2014. godine. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, smer inženjerstvo zaštite životne sredine upisala je 2014. godine, isti smer i diplomirala 2018. godine. Master studije na Fakultetu tehničkih nauka, takođe smer inženjerstvo zaštite životne sredine upisala je 2018. godine.



Bojan Batinić rođen je 1981. godine u Zagrebu. Master studije na studijskom programu inženjerstvo zaštite životne sredine na Fakultetu tehničkih nauka iz Novog Sada je završio 2008. godine. Doktorirao je 2015. godine na Fakultetu tehničkih nauka i iste godine izabran je u zvanje docenta.