Broj rada: R1-17
DOI:10.46793/CIRED2026.R1-17_185

STVARANJE ZAKONODAVNOG OKVIRA I SAGLEDAVANJE MOGUĆNOSTI ZA UKLJUČIVANJE RECIKLAŽOM U CIRKULARNU EKONOMIJU SEKUNDARNIH SIROVINA IZ KOMPONENTI ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE NAKON ISTEKA NJIHOVOG ŽIVOTNOG VEKA

CREATING THE LEGISLATIVE FRAMEWORK AND THE POSSIBILITIES CONSIDERATION FOR INCLUSION INTO CIRCULAR ECONOMY OF SECONDARY RAW MATERIALS FROM THE ELECTRICITY DISTRIBUTION NETWORK COMPONENTS THROUGH RECYCLING AFTER THE END OF THEIR LIFE SPAN

Danijela JOVIĆ PIŠOT, Akcionarsko društvo Elektroprivreda Srbije, Beograd, Srbija*
Vladimir ŠILJKUT, Akcionarsko društvo Elektroprivreda Srbije, Beograd, Srbija
Radeta MARIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija
Bojan KUPREŠAN, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Ponuda i potražnja sekundarnih sirovina najčešće su nedovoljne ili neuravnotežene, kako u pogledu kvantiteta, tako i kvaliteta. Odnos cenâ i kvaliteta sekundarnih sirovina često je nepovoljan – cene su visoke, a kvalitet nizak, pa one nisu konkurentne primarnim sirovinama bez ciljanih ekonomskih podsticaja, povoljnog zakonodavnog okvira i snažnih mehanizama verifikacije i usklađenosti. Pored toga, tržište sekundarnih sirovina i otpada najčešće nije jedinstveno, nego je fragmentirano. Sve ovo dovodi do toga da je nedovoljno iskorišćavanje tj. uključivanje sekundarnih sirovina reciklažom u cirkularnu ekonomiju, što za posledice ima probleme sa njihovim daljim tretmanom i uglavnom negativan uticaj na životnu sredinu. Reciklaža, međutim, zahteva efikasne sisteme za prikupljanje otpada. Oni moraju „hvatati" sve nastale resurse otpada, bez obzira na njihov izvor, uz očuvanje vrednosti resursa u otpadu (npr. funkcionalnost i tehnička svojstva). Kvarovi sistemâ za prikupljanje mogu dovesti do nepovratnog gubitka vrednih resursa, kao što je rasipanje retkih i plemenitih metala (tzv. kritičnih sirovina) u otpadu, pogotovu iz električne i elektronske opreme. Naime, električni i elektronski uređaji, uključujući i elektroenergetsku opremu, sadrže brojne metale i minerale, koji se nakon izdvajanja iz ovih uređaja i odlaganja mogu ponovo iskoristiti kao sekundarne sirovine. Među komponentama koje su bogate kritičnim sirovinama ističu se baterije, transformatori, serveri i druga oprema. Evropski Zakon o kritičnim sirovinama (*Critical Raw Materials Act*, CRMA) prvi put uvodi obavezne ciljeve cirkularnosti za kritične sirovine u EU. On tretira električni i elektronski otpad (e-otpad) kao jedan od ključnih izvora za ostvarenje ciljeva reciklaže i cirkularnosti kritičnih sirovina. Ovaj rad donosi osvrt na ovaj zakon i drugu regulativu EU u oblasti cirkularne ekonomije i korišćenja sekundarnih sirovina, kao i na usklađenost nacionalnih propisa sa tom regulativom. Osim toga, u ovom radu je poseban akcenat stavljen na raspoznavanje one elektroenergetske opreme, koja se koristi u našem

* Danijela Jović Pišot danijela.jovic-pisot@eps.rs; Vladimir Šiljkut vladimir.siljkut@eps.rs; Radeta Marić radeta.maric@es.rs; Bojan Kuprešan bojan.kupresan@es.rs

sistemu za distribuciju električne energije (DSEE), čiji je životni vek istekao ili je pri kraju. Naime, ova oprema predstavlja značajan potencijalni resurs sekundarnih sirovina koje bi mogle biti reciklirane u procesima cirkularne ekonomije. Kao takve, one predstavljaju potencijalni dodatni prihod operatera distributivnog sistema.

Ključne reči: Cirkularna ekonomija, kritične sirovine, reciklaža, sekundarne sirovine, životni vek

ABSTRACT

The offer and demand for secondary raw materials are most often insufficient or unbalanced, both in terms of quantity and quality. The price-quality ratio of secondary raw materials is often unfavorable – prices are high and quality is low, making them not competitive with primary raw materials, at least without targeted economic incentives, a favorable legislative framework and strong verification and compliance mechanisms. Besides, the market for secondary raw materials and waste is most often not unified, but fragmented. These facts lead to insufficient utilization, i.e., inclusion of secondary raw materials through recycling in the circular economy, bringing the problems with their further treatment and a generally negative impact on the environment. Recycling, however, requires efficient waste collection systems. They must "capture" all generated waste resources, regardless of their source, while preserving the value of the resources in the waste (e.g. functionality and technical properties). Failures in collection systems can lead to the irreversible loss of valuable resources, such as the dissipation of rare and precious metals (so-called critical raw materials) in waste, especially from electrical and electronic equipment. Namely, electrical and electronic devices, including power equipment, contain numerous metals and minerals, which, after being separated from these devices and disposed of, can be reused as secondary raw materials. Among the components that are rich in critical raw materials, batteries, transformers, servers and other equipment stand out. The European Critical Raw Materials Act (CRMA) introduces mandatory circularity targets for critical raw materials in the EU, for the first time. It treats electrical and electronic waste (e-waste) as one of the key sources for achieving the recycling and circularity targets for critical raw materials. This paper reviews that law and other EU regulations in the field of circular economy and the use of secondary raw materials, as well as the compliance of the national legislation with them. In addition, this paper places special emphasis on identifying those electrical equipment used in our electricity distribution system whose life span has expired or is nearing its end. Namely, that equipment represents a significant potential resource of secondary raw materials that could be recycled in circular economy processes. As such, they represent potential additional income for Distribution System Operator.

Keywords: Circular Economy, Critical Raw Materials, Life Span, Recycling, Secondary Raw Materials

1 UVOD

U okolnostima sve većeg i negativnijeg uticaja čoveka i njegovih aktivnosti na životnu sredinu, intenzivnog trošenja neobnovljivih resursa (energenata, metala, mineralnih i drugih ključnih sirovina), kao i sveopšte krize u obezbeđivanju i snabdevanju energentima i energijom, aktuelizovao se čitav niz otvorenih pitanja, ali i mogućnosti. Ključno je makar usporiti i ublažiti ove negativne trendove i njihove posledice. Kao nužno, nametnulo se povećanje energetske efikasnosti, primena širokog spektra mera i tehnologija za smanjenje emisija štetnih materija i

uvođenje principa cirkularnosti u tehnološke procese i ekonomiju, generalno. U vezi s tim, jedna aktivnost od velikog značaja i uticaja jeste prikupljanje i razvrstavanje otpadnih materija, opreme i njenih komponenti, koje se mogu na bezbedan način tretirati i reciklažom ponovo iskoristiti, kao zamenske, sekundarne sirovine, u raznim tehnološkim i proizvodnim procesima. Na taj način se, za naredne generacije, štede primarni resursi sa kojima se u prirodi još uvek raspolaže, smanjuju se ukupna potrošnja energije i nivo zagađenja životne sredine. Međutim, ponuda i potražnja sekundarnih sirovina najčešće su nedovoljne ili neuravnotežene, kako u pogledu kvantiteta, tako i kvaliteta. Odnos cenâ i kvaliteta sekundarnih sirovina često je nepovoljan – cene su visoke, a kvalitet nizak, pa one nisu konkurentne primarnim sirovinama bez ciljanih ekonomskih podsticaja, povoljnog zakonodavnog okvira i snažnih mehanizama verifikacije i usklađenosti. Pored toga, tržište sekundarnih sirovina i otpada najčešće nije jedinstveno, nego je fragmentirano. Sve ovo dovodi do toga da je nedovoljno iskorišćavanje tj. uključivanje sekundarnih sirovina reciklažom u cirkularnu ekonomiju, što za posledice ima probleme sa njihovim daljim tretmanom i uglavnom negativan uticaj na životnu sredinu.

Osim toga, sama reciklaža zahteva efikasne sisteme za prikupljanje otpada. Oni moraju „hvatati" sve nastale resurse otpada, bez obzira na njihov izvor, uz očuvanje vrednosti resursa u otpadu, kakvi su, npr., funkcionalnost i tehnička svojstva. Kvarovi sistemâ za prikupljanje mogu dovesti do nepovratnog gubitka vrednih resursa, kao što je rasipanje retkih i plemenitih metala (tzv. kritičnih sirovina) u otpadu, pogotovu iz električne i elektronske opreme. S tim u vezi, cilj ovog rada je da ustanovi zahteve regulatornog okvira i istraži realne mogućnosti za primenu principa recikliranja i cirkularnosti u srpskoj elektroprivredi, s posebnim akcentom na elektrodistributivni sistem i delatnost. Naime, električni i elektronski uređaji, uključujući i elektroenergetsku opremu, sadrže brojne metale i minerale, koji se nakon izdvajanja iz ovih uređaja i odlaganja mogu ponovo iskoristiti kao sekundarne sirovine. Među komponentama koje su bogate kritičnim sirovinama ističu se baterije, transformatori, serveri i druga oprema. Ovaj rad donosi osvrt na regulativu Evropske unije (EU) u oblasti cirkularne ekonomije i korišćenja sekundarnih sirovina kao i na usklađenost nacionalnih propisa sa tom regulativom. Osim toga, u ovom radu je poseban akcenat stavljen na raspoznavanje one elektroenergetske opreme, koja se koristi u našem sistemu za distribuciju električne energije, čiji je životni vek istekao ili je pri kraju. Naime, ova oprema predstavlja značajan potencijalni resurs sekundarnih sirovina koje bi mogle biti reciklirane u procesima cirkularne ekonomije. Kao takve, one predstavljaju potencijalni dodatni prihod operatera distributivnog sistema (ODS).

2 EVROPSKA REGULATIVA O CIRKULARNOJ EKONOMIJI I SIROVINAMA

2.1 Direktiva 2012/19/EU o otpadnoj električnoj i elektronskoj opremi

Direktiva 2012/19/EU Evropskog parlamenta i Saveta, [1], doneta je 4.7.2012. godine i menjana je u dva navrata, 2018, [2], i 2024. godine, [3]. Ova direktiva tretira otpadnu električnu i elektronsku opremu (OEEO) i propisuje minimalne ciljeve njihovog tretmana, i to u prelaznom periodu (rezimirano i pregledno predstavljeno ovde u Tabeli I) i nakon njega (Tabela II).

2.1.1 Postupci oporavka opreme

Pojam „oporavak", naveden u zaglavlju tabela I i II, definisan je članom 3. – *Definicije*, tač. 15. iz Direktive 2008/98/EC o otpadu, [4], i podrazumeva bilo koji postupak čiji je glavni rezultat to što otpad služi korisnoj svrsi, zamenjujući druge materijale koji bi inače bili korišćeni za ispunjenje određene funkcije, ili pripremu otpada za ispunjenje te funkcije, u postrojenju ili u široj ekonomiji. Aneks II direktive [4] navodi jedan neiscrpan spisak postupaka oporavka, koji su grupisani na način sumiran i pregledno prikazan ovde u Tabeli III.

Tabela I – Otpadna električna i elektronska oprema i propisani minimalni ciljevi tretmana u prelaznom periodu

	Period	**Od 13.8.2012. do 14.8.2015.**		**Od 15.8.2015. do 14.8.2018.**	
	Vrsta opreme	**Oporavak**	**Recikliranje**	**Oporavak**	**Recikliranje**
1.	Veliki uređaji za domaćinstva	80%	75%	85%	80%
2.	Mali uređaji za domaćinstva	70%	50%	75%	55%
3.	Oprema IT i oprema za TK	75%	65%	80%	70%
4.	Oprema široke potrošnje i PV paneli	75%	65%	80%	70%
5.	Oprema za osvetljenje	70%	50%	75%	55%
5a.	Gasne svetiljke	-	80%	-	80%
6.	Električni i elektronski alati (osim velikih nepokretnih industrijskih alata)	70%	50%	75%	55%
7.	Igračke, oprema za razonodu i sportska oprema	70%	50%	75%	55%
8.	Medicinski proizvodi (osim implantiranih i inficiranih uređaja)	70%	50%	75%	55%
9.	Instrumenti za nadzor i upravljanje	70%	50%	75%	55%
10.	Samouslužni aparati	80%	75%	85%	80%

Tabela II – OEEO i propisani minimalni ciljevi tretmana posle prelaznog perioda

	Period	**Posle 15.8.2018.**	
	Vrsta opreme	**Oporav.**	**Priprema za ponovnu upotrebu i recikliranje**
1.	Oprema za razmenu toplotne energije	85%	80%
2.	Ekrani, monitori i oprema koja sadrži ekrane površine > 100 cm^2	80%	70%
3.	Svetiljke	-	80%
4.	Velika oprema (svake spoljašnje dimenzije > 50 cm)	85%	80%
5.	Mala oprema (svake spoljašnje dimenzije < 50 cm)	75%	55%
6.	Mala oprema IT i oprema za TK (svake spolj. dimenzije < 50 cm)	75%	55%

Tabela III – Postupci oporavka opreme (prema Aneksu II Direktive 2008/98/EC)

RB	**Ozn.**	**Postupak**
1.	R 1	Korišćenje otpada uglavnom kao goriva ili drugog načina dobijanja energije[1)]
2.	R 2	Obnavljanje/regeneracija otpadnih rastvarača
3.	R 3	Recikliranje/obnavljanje otpadnih organskih materija koje se ne koriste kao rastvarači (uključujući kompostiranje i druge procese biološke izmene)[2)]
4.	R 4	Recikliranje/obnavljanje otpadnih metala i spojeva metala
5.	R 5	Recikliranje/obnavljanje drugih otpadnih neorganskih materijala[3)]
6.	R 6	Regeneracija otpadnih kiselina ili baza
7.	R 7	Oporavak otpadnih sastojaka koji se koriste za smanjivanje zaprljanja
8.	R 8	Oporavak otpadnih sastojaka iz katalizatora
9.	R 9	Ponovna prerada otpadnih ulja ili drugi načini njihove ponovne upotrebe
10.	R 10	Tretiranje tla otpadom u svrhu poljoprivrednog ili ekološkog poboljšanja
11.	R 11	Oporavak otpada nastalog bilo kojim postupkom R 1 do R 10
12.	R 12	Razmena otpada radi primene bilo kog od postupaka oporavka R 1 do R 11[4)]
13.	R 13	Skladištenje otpada pre bilo kog od postupaka oporavka R 1 do R 12 (osim privremenog skladištenja na lokaciji na kojoj je otpad nastao, pre prikupljanja)[5)]

[1)] Postupci iz grupacije označene kao R1 odnose se na postrojenja za spaljivanje namenjena obradi krutog komunalnog otpada samo onda kada je njihova energetska efikasnost, *EE*, jednaka ili veća od:

- 0,60 za postrojenja u radu i odobrena u skladu s primenjivim zakonodavstvom EU pre 1. januara 2009;
- 0,65 za postrojenja koja su odobrena nakon 31. decembra 2008;

primenom sledeće formule:

$$EE = \frac{E_p - (E_f + E_i)}{0{,}97 \times (E_w + E_f)} \quad , \tag{1}$$

gde su:

E_p godišnja proizvodnja energije kao toplotne ili električne energije; izračunava se tako da se energija u obliku električne energije pomnoži sa 2,6, a toplotna energija proizvedena u komercijalne svrhe množi se sa 1,1 (GJ/godina);

E_f količina energije koja godišnje ulazi u sistem a dobijena je iz goriva i služi proizvodnji pare (GJ/godina);

E_w godišnja količina energije sadržana u obrađenom otpadu, izračunata primenom neto kalorične vrednosti otpada (GJ/godina);

E_i godišnja uvezena količina energije bez E_w *i* E_f (GJ/godina);

0,97 faktor obračuna gubitaka energije zbog pepela na dnu peći i isijavanja.

Formula (1) primenjuje se u skladu s referentnim dokumentom o najboljim dostupnim tehnikama (*Best Available Techniques*, BAT) za spaljivanje otpada, [5].

[2)] Postupci iz grupacije označene kao R3 obuhvataju gasifikaciju i pirolizu u kojima se sastojci upotrebljavaju kao hemikalije.

[3)] Postupci iz grupacije označene kao R5 obuhvataju čišćenje tla koje rezultira njegovim oporavkom i recikliranjem neorganskih građevinskih materijala.

[4)] Ako nijedna druga oznaka R nije odgovarajuća, grupacija R5 može obuhvatiti prethodne postupke pre oporavka, uključujući prethodnu obradu kao što su, među ostalim: rastavljanje, sortiranje, drobljenje, sabijanje, peletiranje, sušenje, usitnjavanje, kondicioniranje, prepakivanje, odvajanje, stapanje ili mešanje pre podvrgavanja bilo kojem od postupaka pod šifrom R1 do R11.

[5)] „Privremeno skladištenje" znači prethodno skladištenje u smislu tač. 10. čl. 3. direktive [4], po kojoj „prikupljanje" znači sakupljanje otpada, uključujući preliminarno sortiranje i preliminarno skladištenje otpada radi transporta do postrojenja za tretman otpada.

2.1.2 Kategorije i vrste opreme koje Direktiva 2012/19/EU tretira kao reciklabilnu

U Aneksu I i III direktive [1] navode se kategorije kao što su merni i kontrolni instrumenti, što obuhvata svu opremu koja služi za merenje električnih parametara. Aneks IV [1] definiše Kategoriju 4 – *Velika oprema*, kao svu opremu čija je bilo koja spoljna dimenzija veća od 50 cm, i koja uključuje, između ostalog, instrumente za nadzor i upravljanje. Takođe, Aneks IV sadrži nepotpun spisak EEO koja spada u kategorije navedene u Aneksu III (otvoreni opseg), shodno čl. 2. st. 1b). Aneks III ne sadrži spisak uređaja, već samo njihove kategorije/vrste.

Analizom odredbi [1] može se zaključiti da se u njenom obuhvatu nalazi sva oprema koja:

- radi na ≤ 1.000 V AC;
- zavisi od električne energije za rad;
- generiše, prenosi ili meri električne struje.

Dakle, ukoliko posmatramo elektrodistributivne delatnost, sistem i njegove komponente, shodno odredbama [1], njima tretirana OEEO karakteristična za distributivni sistem razvrstana je u kategorije prema Aneksu I (do 2018) i Aneksu III (posle 2018) ove direktive. U pitanju je sva oprema na niskom naponu (≤ 1 kV), koja služi za:

- merenje,
- prenos (u širem smislu te reči, misli se i na distribuciju – *prim. aut.*),
- upravljanje,
- komunikaciju,
- monitoring,
- konverziju električne energije.

To znači da, kada je reč o mogućoj reciklaži, direktiva [1], nažalost, uopšte ne tretira one elemente i komponente koji imaju najveće masene udele, a to su:

- energetski transformatori SN/NN i VN/SN;
- naponski i strujni merni transformatori;
- kablovi VN i SN;
- provodnici nadzemnih vodova VN i SN;
- sva ostala VN i SN oprema.

2.1.3 Selektivna obrada materijala i komponenti OEEO

Selektivna obrada materijala i komponenti OEEO definisana je u čl. 8. st. 2. direktive [1], na način kako je to u daljem tekstu izloženo.

1. Iz odvojeno prikupljene OEEO treba ukloniti barem sledeće materije, mešavine i komponente:
   - kondenzatore koji sadrže polihlorisane bifenile (PCB) u skladu s Direktivom 96/59/EZ o odlaganju polihlorisanih bifenila i polihlorisanih terfenila (PCB/PCT), [6];
   - komponente koje sadrže živu, kao što su prekidači ili svetiljke za pozadinsko osvetljenje;
   - baterije;
   - štampane pločice mobilnih telefona, generalno, i drugih uređaja ukoliko je površina štampane pločice veća od 10 cm^2,
   - patrone tonera, tekućeg i u obliku paste, kao i patrone tonera u boji;
   - plastiku koja sadrži bromirane usporivače gorenja;
   - azbestni otpad i komponente koje sadrže azbest;
   - katodne cevi;
   - hlorofluorougljenike (CFC), hlorofluorougljovodonike (HCFC) ili fluorisane ugljovodonike (HFC), ugljovodonike (HC);
   - gasne svetiljke;
   - ekrane s tekućim kristalima (zajedno s njihovim kućištima gdje je to primereno), površine veće od 100 cm^2, i sve ekrane s pozadinom osvetljenom gasnim svetiljkama;
   - spoljašnje električne kablove;

- komponente koje sadrže vatrostalna vlakna kako je opisano u Direktivi Komisije 97/69/EZ, [7], o prilagođenju tehničkog napretka Direktive Saveta 67/548/EEZ o usklađivanju zakona i drugih propisa u odnosu na razvrstavanje, pakovanje i označivanje opasnih materija, [8];
- komponente koje sadrže radioaktivne materije, izuzimajući komponente koje su ispod pragova izuzeća utvrđenih u čl. 3. Priloga I Direktive Saveta 96/29/Euratom o utvrđivanju osnovnih sigurnosnih normi za zaštitu zdravlja radnika i javnosti od opasnosti od jonizujućeg zračenja, [9];
- elektrolitne kondenzatore koji sadrže zabrinjavajuće materije (visina >25 mm, dijametar >25 mm ili razmerno sličan volumen).

Te se materije, mešavine i komponente zbrinjavaju ili oporavljaju u skladu s direktivom [4].

2. Sledeće komponente OEEO koja se prikuplja odvojeno obavezno treba obraditi kako je navedeno:
   - katodne cevi – fluorescentni premaz obavezno treba odstraniti;
   - oprema koja sadrži gasove koji oštećuju ozonski omotač ili imaju potencijal globalnog zagrevanja (GWP) iznad 15, kao što su oni sadržani u penama i rashladnim krugovima – gasove obavezno treba pravilno ekstrahovati i obraditi; gasove koji oštećuju ozonski omotač obavezno treba obraditi u skladu s Uredbom (EC) br. 1005/2009, [10];
   - gasne svetiljke – živa se uklanja.

3. Uzimajući u obzir pitanja životne sredine i poželjnost pripreme za ponovnu upotrebu i recikliranje, tačke 1. i 2. se primjenjuju na takav način da se ne ometa za životnu sredinu prihvatljiva priprema za ponovnu upotrebu i recikliranje komponenata ili celih uređaja.

2.1.4 Tehnički zahtevi za mesta skladištenja i mesta obrade OEEO

Tehnički zahtevi za mesta skladištenja i mesta obrade OEEO definisani su u čl. 8. st. 3. direktive [1], na način opisan kako sledi.

1. Mesta za skladištenje (uključujući privremeno skladištenje) OEEO-a pre obrade (ne dovodeći u pitanje zahteve iz Direktive Saveta 1999/31/EC o odlagalištima otpada, [11]):
   - nepromočiva površinska zaštita primerenih prostora opremljenih uređajima za prihvat tekućih disperzija, dekanterima i čistačima-odmašćivačima;
   - nepropusni pokrov za odgovarajuće površine.

2. Mesta za obradu OEEO-a:
   - vage za merenje mase obrađenog otpada;
   - nepromočiva površinska zaštita primerenih prostora opremljenih uređajima za prihvat tekućih disperzija, dekanterima i čistačima-odmašćivačima;
   - primereno skladište za demontirane rezervne delove;
   - primereni spremnici za skladištenje akumulatora, kondenzatora koji sadrže PCB-e/PCT-e i ostalog opasnog otpada kao što je radioaktivni otpad;
   - oprema za prečišćavanje voda, uključujući kišnicu, u skladu sa zdravstvenim propisima i propisima iz oblasti zaštite životne sredine.

2.2 Direktiva o ograničavanju upotrebe određenih opasnih supstanci u električnoj i elektronskoj opremi

Direktiva o ograničavanju upotrebe određenih opasnih supstanci u električnoj i elektronskoj opremi, [12], ograničava upotrebu određenih opasnih supstanci (olovo, živa, kadmijum, heksavalentni hrom, i dr.) u električnoj i elektronskoj opremi (EEO), a radi zaštite zdravlja i životne sredine, uključujući oporavak i odlaganje otpadne EEO na ekološki prihvatljiv način.

Iako ne uređuje upravljanje otpadom, njenom primenom se obezbeđuje lakše recikliranje električne i elektronske opreme, bezbedniji tretman otpada pa i smanjenje opasnog otpada. Primenjuje se uporedo sa direktivom [1], kao deo jedinstvenog regulatornog okvira za smanjenje opasnih materija i upravljanje otpadom od EEO.

2.3 Zakon o kritičnim sirovinama

Evropski Zakon o kritičnim sirovinama (*Critical Raw Materials Act*, CRMA), [13], donet je 2024. godine i uspostavlja regulatorni okvir kako bi se osigurao bezbedan i održiv pristup EU kritičnim sirovinama (KS), koje su neophodne za zelene tehnologije, digitalne industrije, odbranu i vazduhoplovstvo. Stoga ovaj zakon predstavlja kamen temeljac industrijske i zelene strategije EU. Njegov je cilj da obezbedi održivo i otporno snabdevanje KS-ama za EU do 2030. godine, smanjujući zavisnost od pojedinačnih dobavljača van EU i jačajući njene kapacitete za ekstrakciju, preradu i reciklažu. Tako ovaj zakon, po prvi put u EU, uvodi obavezne ciljeve cirkularnosti za kritične sirovine u EU. On promoviše održivost i cirkularnost u lancima snabdevanja sirovinama, kao i inicijative cirkularne ekonomije, podstičući oporavak KS-â iz ekstraktivnog otpada i proizvodâ na kraju njihovog životnog veka. Stoga ovaj zakon tretira i električni i elektronski otpad (e-otpad) kao jedan od ključnih izvora za ostvarenje ciljeva reciklaže i cirkularnosti kritičnih sirovina. Naime, jedan od ciljnih kriterijuma do 2030. godine jeste i onaj u domenu reciklaže – trebalo bi najmanje 25% strateških sirovina obnoviti reciklažom.

2.4 Akt o cirkularnoj ekonomiji

Zakon o cirkularnoj ekonomiji (*Circular Economy Act*, CEA), čije je usvajanje planirano za jesen 2026. godine, vodeća je inicijativa EU usmerena na stvaranje jedinstvenog tržišta sekundarnih sirovina, povećanje ponude i potražnje za visokokvalitetnim recikliranim materijalima i negovanje cirkularnih rešenja širom EU. Osmišljen je da ubrza prelazak EU na cirkularnu ekonomiju harmonizacijom pravila, podsticanjem upotrebe recikliranog materijala i jačanjem industrijske konkurentnosti. Zasad su dostupne preporuke za politiku u ovom domenu, [14]. One odražavaju ambiciju EU da udvostruči stopu upotrebe cirkularnih materijala na oko 24% do 2030. godine i poboljša ekonomsku otpornost. Ciljevi su:

- harmonizovati pravila u državama članicama kako bi se smanjila regulatorna fragmentacija i olakšala prekogranična trgovina cirkularnim proizvodima i sekundarnim materijalima;
- promovisati industrijsku dekarbonizaciju i efikasnost resursa podsticanjem upotrebe recikliranih i obnovljenih materijala;
- podržati ekonomsku sigurnost i konkurentnost smanjenjem zavisnosti od uvoznih sirovina i stvaranjem vodećih tržišta za cirkularne proizvode;
- stimulisati ulaganja u cirkularne tehnologije i infrastrukturu, uključujući reciklažu, upravljanje bio-otpadom i čistu proizvodnju.

Ključne mere politike CAE su:

- uvođenje proširene odgovornosti proizvođača (*Extended Producers Responsibility*, EPR) i šemâ vraćanja depozita (*Deposit Return Schemes*, DRS), kako bi se osiguralo da proizvođači finansiraju sakupljanje, sortiranje i reciklažu ambalaže i drugih proizvoda;
- utvrđivanje ciljeva za reciklirani sadržaj radi povećanja uključivanja sekundarnih materijala u nove proizvode;
- utvrđivanje kriterijuma za prestanak statusa otpada i uspostavljanje centara za cirkularnost radi olakšavanja ponovne upotrebe i reciklaže materijala u regionima;
- usklađivanje sa inicijativama EU kao što su Uredba o eko-dizajnu za održive proizvode, Uredba o ambalaži i ambalažnom otpadu i Zakon o kritičnim sirovinama, [13];
- promovisanje prekogranične kompatibilnosti cirkularnih pravila, metrikâ i trgovinskih odredbi kako bi se privukle investicije i proširili cirkularni poslovni modeli na globalnom nivou.

Uspostavljanjem ovakvih, jasnih pravila, podsticanjem cirkularnih praksi i harmonizacijom standardâ u državama članicama EU, CEA će težiti da cirkularnost učini centralnim stubom industrijske politike EU i globalnim merilom za održivi ekonomski razvoj.

3 NACIONALNA REGULATIVA U SRBIJI

3.1 Zakon o upravljanju otpadom

Zakon o upravljanju otpadom, [15], predstavlja okvirni sistemski zakon u Republici Srbiji kojim se uređuje upravljanje svim vrstama otpada, uključujući posebne tokove otpada, među kojima je i otpad od električne i elektronske opreme. Da bi se pristupilo pravilnom razvrstavanju i sakupljanju otpada i da bi se odabrali postupci ili metode odlaganja ili ponovnog iskorišćenja otpada, otpad se mora identifikovati i klasifikovati prema članovima 7. i 8. ovog zakona. Ispitivanje, klasifikovanje i razvrstavanje otpada se detaljnije propisuje podzakonskim aktom navedenim u potpoglavlju 3.2.3.

3.2 Uredbe i pravilnici u oblasti

3.2.1 Uredba o proizvodima koji posle upotrebe postaju posebni tokovi otpada. Ovom uredbom, [16], električni i elektronski proizvodi su izričito svrstani u posebne tokove otpada. Njome su propisane obaveze vlasnika otpada u pogledu finansiranja, sakupljanja, tretmana i reciklaže.

3.2.2 Uredba o visini i uslovima za dodelu podsticajnih sredstava za upravljanje otpadnom električnom i elektronskom opremom. Ovom uredbom, [17], regulišu se uslovi pod kojima operateri i kolektivni sistemi mogu ostvariti pravo na podsticaje za tretman ove opreme. Ova uredba je stavljena van snage 26. decembra 2025. godine a međuvremenu je izrađen *Predlog Uredbe o vrsti, kriterijumima, visini, elementima, uslovima i načinu dodele podsticajnih sredstava operaterima koji vrše ponovnu upotrebu i ponovno iskorišćavanje otpada u svrhu dodele podsticajnih sredstava u periodu 2026-2028.* Ovaj Predlog Uredbe je u trenutku pisanja ovog rada bio u fazi usaglašavanja.

3.2.3 Pravilnik o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada. Otpad se razvrstava prema Katalogu otpada, u skladu sa Pravilnikom o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada, [18].

Katalog otpada je zbirna lista neopasnog i opasnog otpada prema mestu nastanka, poreklu i prema predviđenom načinu postupanja s njim. **Klasifikacija** je postupak određivanja vrste otpada prema poreklu, karakteristikama i sastavu otpada, u skladu sa Katalogom otpada. **Opasan otpad** se klasifikuje prema poreklu, karakteristikama i sastavu koji ga čine opasnim. U Katalogu otpada, opasan otpad označava se zvezdicom (*) koja se stavlja posle indeksnog broja.

Navedeni propisi [15]-[18], uz novousvojeni Program razvoja cirkularne ekonomije u Republici Srbiji za period 2026–2030. godine, [19], predstavljaju osnov za usklađivanje nacionalnog zakonodavstva sa pravnim tekovinama EU u oblasti upravljanja otpadom od EEO, u cilju uspostavljanja principâ cirkularnosti i održivosti u industriji i ekonomiji, generalno.

4 MOGUĆNOSTI RECIKLAŽE U ELEKTRODISTRIBUTIVNOJ DELATNOSTI

U Prilogu 1 ovog rada dat je tabelarni prikaz sa detaljnijim pregledom OEEO od interesa za elektroenergetiku, koja je obuhvaćena i tretirana direktivom [1]. Iz ovog pregleda lako se može ustanoviti koja se oprema i sredstva mogu pojaviti kao izvor sekundarnih sirovina pogodnih za reciklažu, a koriste se i od strane operatera distributivnog sistema (ODS) Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd (EDS), u njegovim elektroenergetskim i poslovnim objektima.

U skladu sa članom 35. zakona [15], EDS klasifikuje otpad u smislu i radi:

- pribavljanja izveštaja o ispitivanju otpada;
- utvrđivanja sastava i opasnih karakteristika otpada, kao i otpada koji prema poreklu, sastavu i karakteristikama može biti opasan otpad;
- obnavljanja otpada u slučaju promene tehnologije, promene porekla sirovine i drugih aktivnosti koje bi uticale na promenu karaktera otpada;
- eventualne reciklaže otpadne opreme, otpada ili njihovih komponenti/elemenata.

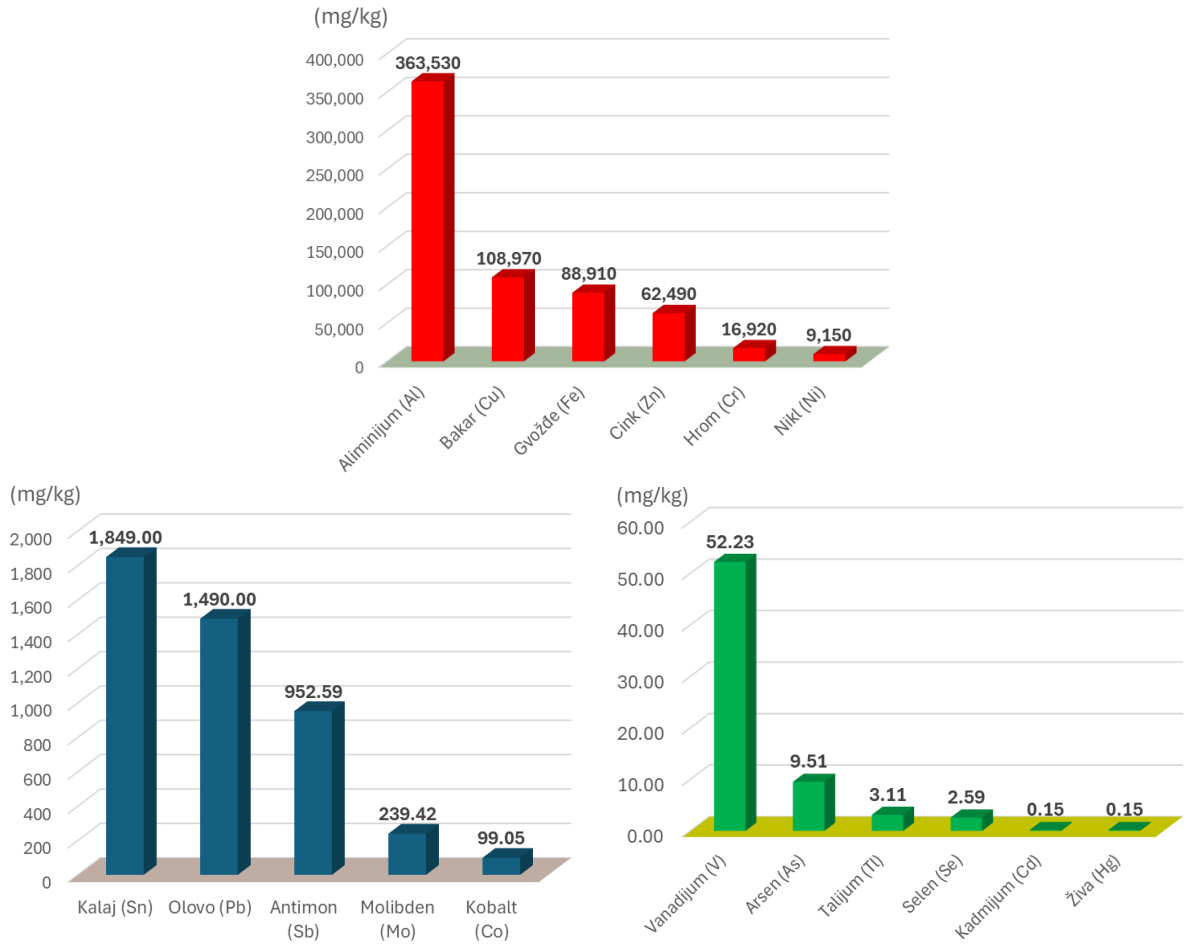
Izveštaji o ispitivanju otpada čuvaju se pet godina, nakon čega je EDS dužan da pribavi nov izveštaj o ispitivanju otpada.

Otpad se i u EDS-u identifikuje i klasifikuje shodno čl. 7. i 8. Zakona [15], a razvrstava u svemu prema Katalogu otpada i u skladu s pravilnikom [18]. U EDS je jasno definisan način upravljanja otpadom za svaki od navedenih indeksnih brojeva iz Kataloga otpada, u smislu njegovog obeležavanja i privremenog skladištenja do predaje ovlašćenim operaterima koji imaju dozvole nadležnog ministarstva za sakupljanje, transport, skladištenje i/ili tretman konkretnih vrsta i kategorija otpada. U Tabeli IV dat je prikaz prometa odabranih vrsta otpada u 2025. u distributivnim područjima (DP) EDS-a Beograd i Kraljevo.

Tabela IV – Promet pojedinih vrsta otpada u 2025. godini u DP Beograd i DP Kraljevo

Red. br.	Vrste otpada	Magacinska šifra	Distributivno područje	Količina [kg]
1	Otpadna brojila	710000122	Beograd	341,230
2	Aluminijumski kablovi otpad	710000380	Beograd	2,863
3	Bakarni kablovi otpad	710000006	Beograd	3,500
4	Al-Če uže otpad	710000381	Beograd	33,434
5	Stari elektronski uređaji	710000023	Kraljevo	39,210

Na Slici 1 dat je, kao ilustracija, grafički prikaz rezultata ispitivanja jednog relevantnog uzorka električnog i elektronskog otpada. Ovo ispitivanje je, za potrebe EDS-a kao generatora otpada i radi propisanog tretmana ove vrste otpada (klasifikovanog kao opasan otpad), u maju 2024. godine izvršila jedna, za to akreditovana, laboratorija. Uzorak je uzet na lokaciji za privremeno skladištenje otpada EDS-a. Iz mase od oko 500 kg električnog i elektronskog otpada, uključujući i štampane ploče, uzorak je uzet po standardnoj akreditovanoj metodi uzorkovanja.



Slika 1 – Prisustvo metala u uzorku električnog i elektronskog otpada iz maja 2024. godine; crvena serija – najzastupljeniji metali, plava – srednje zastupljeni, zelena – najmanje zastupljeni

Uparivanjem odgovarajućih podataka iz kompletnih tabela sličnih Tabeli IV i podataka iz svih izveštajâ o ispitivanjima otpada, poput onih sa Slike 1, uz poznavanje jediničnih cena sa tržišta sekundarnih sirovina, moguće je proceniti potencijalni dodatni prihod EDS-a po ovom osnovu.

5 ZAKLJUČAK

U ovom radu izložena je analiza regulative EU u domenu razvrstavanja i tretmana otpada i ekstrakcije reciklabilnih sekundarnih sirovina iz njega, s akcentom na otpadnu električnu i elektronsku opremu. Konstatovano je da ova regulativa tretira isključivo opremu na niskom naponu. Čak i sa tom osobenošću, neophodno je dalje usklađivanje domaće regulative u ovoj oblasti s evropskom. Osim toga, potrebno je stalno unapređivanje tehničkih, tehnoloških i organizacionih aspekata upravljanja otpadom koji nastaje u elektrodistributivnoj delatnosti, kako bi se reciklažom ostvarili princip cirkularnosti i dodatni prihod EDS-a po tom osnovu.

LITERATURA

[1] Directive 2012/19/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012, on waste electrical and electronic equipment (WEEE)

[2] Directive (EU) 2018/849 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018, amending Directives 2000/53/EC on end-of-life vehicles, 2006/66/EC on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators, and 2012/19/EU on waste electrical and electronic equipment

[3] Directive (EU) 2024/884 of the European Parliament and of the Council of 13 March 2024, amending Directive 2012/19/EU on waste electrical and electronic equipment (WEEE)

[4] Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008, on waste and repealing certain Directives

[5] Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration, Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control), 2019, https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/075477b7-329a-11ea-ba6e-01aa75ed71a1/language-en

[6] Council Directive 96/591EC of 16 September 1996 on the disposal of polychlorinated biphenyls and polychlorinated terphenyls(PCB/PCT)

[7] Commission Directive 97/69/EC of 5 December 1997 adapting to technical progress for the 23rd time Council Directive 67/548/EEC, https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/df32951b-d53e-43b5-97bf-fb6b1b486d90/language-en

[8] Council Directive of 27 June 1967 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substances (67/548/EEC)

[9] Council Directive 96/29/Euratom of 13 May 1996 laying down basic safety standards for the protection of the health of workers and the general public against the dangers arising from ionizing radiation

[10] Regulation (EC) No 1005/2009 of the European Parliament and of the Council of 16 September 2009 on substances that deplete the ozone layer

[11] Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste

[12] Consolidated text: Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council of 8 June 2011 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (recast) (Text with EEA relevance), http://data.europa.eu/eli/dir/2011/65/2025-01-01

[13] Regulation (EU) 2024/1252 of the European Parliament and of the Council of 11 April 2024 establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials and amending Regulations (EU) No 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1724 and (EU) 2019/1020, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401252

[14] Circular Economy Act – Policy Recommendations, Postition Paper, February 2025, www.zerowasteeurope.eu

[15] Zakon o upravljanju otpadom („Sl. gl. RS”, br. 109/2025)

[16] Uredba o proizvodima koji posle upotrebe postaju posebni tokovi otpada, obrascu dnevne evidencije o količini i vrsti proizvedenih i uvezenih proizvoda i godišnjeg izveštaja, načinu i rokovima dostavljanja godišnjeg izveštaja, obveznicima plaćanja naknade, kriterijumima za obračun, visini i načinu obračunavanja i plaćanja naknade. („Sl. glasnik RS”, br. 54/2010, 86/2011, 15/2012 , 41/2013 - dr. pravilnik i 3/2014)

[17] Uredba o visini i uslovima za dodelu podsticajnih sredstava za upravljanje otpadnom električnom i elektronskom opremom („Sl. glasnik RS”, br. 88/2009, 67/2010, 101/2010, 86/2011 i 35/2012)

[18] Pravilnik o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada („Sl. glasnik RS”, br. 56/2010, 93/2019, 39/2021, 65/24)

[19] Program razvoja cirkularne ekonomije u Republici Srbiji za period 2026–2030. godine („Sl. gl. RS”, br. 41/2026 od 5.5.2026)

PRILOG 1 – Detaljniji pregled otpadne električne i elektronske opreme od interesa za elektroenergetiku, predviđene Direktivom 2012/19/EU

	Oprema	**Referent. deo Direktive**	**Kategorija opreme**
1.	Oprema za proizvodnju električne energije	Čl. 3. st. 1. tač. (a)	Energetska oprema*
2.	Oprema za prenos (i distribuciju)* el. energije	Čl. 3. st. 1. tač. (a)	Energetska oprema*
3.	Oprema za merenje električne struje	Čl. 3. st. 1. tač. (a)	Merna oprema*
4.	Oprema za merenje magnetskog polja	Čl. 3. st. 1. tač. (a)	Merna oprema*
5.	Oprema koja je deo velikih fiksnih postrojenja	Čl. 2. st. 4. tač. (c)	Energetska i merna opr.*
6.	Klima-uređaji	Aneks III, tač. 1; Aneks IV, tač. 1.	Oprema za razmenu toplote
7.	Toplotne pumpe	Aneks IV, tač. 1.	
8.	Sušači vazduha	Aneks IV, tač. 1.	
9.	Uljni radijatori i sl.	Aneks IV, tač. 1.	
10.	Električni radijatori i dr. el. uređaji za grejanje	Aneks IV, tač. 1.	Veliki uređaji za domaćinstva (i poslovne prostore)*
11.	Veliki rashladni uređaji	Aneks II, tač. 1.	
12.	Električni ventilatori, klima-uređaji i dr. VAC	Aneks II, tač. 1.	
13.	PV paneli	Aneks II, tač. 4.	Oprema široke potr. i PV
14.	Mala oprema	Aneks III, tač. 5.	Razna
15.	(Mala) IT i TK oprema	Aneks III, tač. 6.	Oprema informacione tehnike (IT) i oprema za telekomunikacije (TK)
16.	Veliki, mali i personalni računari sa mišem, tastaturom i ekranom	Aneks II, tač. 3.	
17.	Laptopovi, Notebooks, Notepads	Aneks II, tač. 3.	
18.	Štampači, skeneri i fotokopir-aparati	Aneks II, tač. 3.	
19.	Telefonski aparati, faks- i teleks-uređaji i dr.	Aneks II, tač. 3.	
20.	Bežični i mobilni telefoni	Aneks II, tač. 3.	
21.	Ruteri	Aneks IV, tač. 6.	
22.	Štampane ploče za mobilne telefone	Čl. 8. st. 2; Aneks VII, tač.1, alineja 4	
23.	Ekrani sa tekućim kristalom	Aneks VII, tač. 1, alin. 11.	
24.	Video-kamere i snimači	Aneks II, tač. 4.	
25.	Detektori dima	Aneks II, tač. 9.	Instrumenti za nadzor i upravljanje
26.	Termostati i regulatori grejanja	Aneks II, tač. 9.	
27.	Uređaji za merenje, vaganje ili podešavanje za laboratorije	Aneks II, tač. 9.	
28.	Ostali uređaji za nadzor i upravljanje u postr.	Aneks II, tač. 9.	
29.	(Fluorescentne) svetiljke sa živom	Čl. 5, st. 1; čl. 7. st. 6; Aneks VII, tač. 1, alin. 2; Aneks VII, tač. 2, alin. 3.	Rasvetna oprema
30.	Rasvetna tela za fluorescentne sijalice	Aneks II, tač. 5.	
31.	Ravne fluorescentne sijalice	Aneks II, tač. 5.	
32.	Kompaktne fluorescentne sijalice	Aneks II, tač. 5.	
33.	Sijalice sa izbijanjem (uklj. sijalice visokog pritiska sa Na-parama i sa metalnim parama)	Aneks II, tač. 5.	
34.	Na-sijalice niskog pritiska	Aneks II, tač. 5.	
35.	Ostala rasvetna oprema (osim sijalica sa užarenim vlaknom / užarenom niti)	Aneks II, tač. 5.	
36.	Bušilice	Aneks II, tač. 6.	Električni i elektronski alati
37.	Testere	Aneks II, tač. 6.	
38.	Oprema za obradu metala i dr. materijala	Aneks II, tač. 6.	
39.	Alati za zavarivanje i lemljenje	Aneks II, tač. 6.	
40.	Alati za zakivanje, spajanje, raskivanje i sl.	Aneks II, tač. 6.	
41.	Oprema za prskanje, nanošenje, raspršivanje i sličnu obradu tekućih ili gasovitih materijala	Aneks II, tač. 6.	
42.	Alati za košenje i ostalo održavanje lokacija	Aneks II, tač. 6.	

* Nije kao takvo eksplicitno navedeno u Direktivi, ali se može tumačiti da se podrazumeva