

Načini zbrinjavanja elektroničkog otpada na području EU

Ćevid, Marko

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:015038>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-31**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKI PROMET

MARKO ČEVID

**NAČINI ZBRINJAVANJA ELEKTRONIČKOG OTPADA
NA PODRUČJU EUROPSKE UNIJE**

**METHODS OF ELECTRONIC WASTE DISPOSAL IN
THE EU**

Završni rad

Zagreb, 2019.

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKI PROMET

**NAČINI ZBRINJAVANJA ELEKTRONIČKOG OTPADA
NA PODRUČJU EUROPSKE UNIJE**

**METHODS OF ELECTRONIC WASTE DISPOSAL IN
THE EU**

Mentor: prof. dr. sc. Jasna Golubić

Student: Marko Čevid

JMBAG: 0135231670

Zagreb, 2019.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Tema i cilj rada	1
1.2. Korištene metode	1
1.3. Struktura rada.....	2
2. EKOLOŠKA POLITIKA I SUVREMENI TRENDovi U TELEKOMUNIKACIJAMA	3
3. DEFINICIJA I KLASIFIKACIJA ELEKTRONIČKOG I ELEKTRIČNOG OTPADA...	8
4. NAČINI ZBRINJAVANJA I RECIKLIRANJA ELEKTRONIČKOG I ELEKTRIČNOG OTPADA.....	12
4.1. Zbrinjavanje mobilnih terminalnih uređaja	12
4.1.1. Sastav mobilnih terminalnih uređaja	14
4.1.2. Recikliranje mobilnih terminalnih uređaja.....	18
4.1.3. Životni ciklus mobilnih terminalnih uređaja.....	19
4.2. Odlaganje i recikliranje EE-otpada	23
4.2.1. Koristi recikliranja EE-otpada.....	24
4.2.2. Proces recikliranja EE-otpada.....	24
5. TEMELJNI ZAKONSKI AKTI O ZBRINJAVANJU ELEKTRONIČKOG I ELEKTRIČNOG OTPADA	27
5.1. Evropske direktive u pogledu elektroničkog otpada.....	27
5.1.1. WEEE direktiva	27
5.1.2. Direktiva o ograničenjima za upotrebu opasnih materijala	28
5.1.3. Aktivnosti zbrinjavanja elektroničkog otpada na području europske unije 30	
5.2. Nacionalni zakonski akti i propisi	34
5.2.1. Zakon o Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost.....	34
5.2.2. Zakon o zaštiti okoliša.....	36
5.2.3. Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske	37
6. ZAKLJUČAK	39
LITERATURA	41
POPIS ILUSTRACIJA.....	43

1. UVOD

1.1. Tema i cilj rada

Tema ovog rada je način zbrinjavanja elektroničkog otpada u Europskoj uniji. Elektronički otpad podrazumijeva elektronički i električni otpad, zvan E-otpada, koji je s digitalnom revolucijom i modernim dobom postao zabrinjavajući problem i opasnost kako za okoliš tako i za stanovništvo.

EE-otpada jedan od najbrže rastućih vrsta otpada. Globalno, EE-otpada čini više od 5 posto cjelokupnog otpada i raste s porastom prodaje elektroničkih proizvoda u zemljama u razvoju. Primjerice, 2005. godine, generirano je oko 9 milijuna tona ovakvog otpada u zemljama članicama Europske unije, a do 2020. godine se predviđa da će biti generirano čak oko 12 milijuna tona godišnje. Posebni izazov kod EE-otpada čini njegov sastav.

Naime, EE-otpada u svom sastavu ima dragocjene materijale čijim bacanjem nastaje šteta u okolišu, a čijom uporabom i reciklažom možemo te materijale vratiti u opticaj i ponovo koristiti te na taj način ne samo zaštititi okoliš već i ostvariti znatne ekonomske koristi. Iz tog razloga iznimno je bitno imati efikasan sustav zbrinjavanja EE-otpada, te upoznati stanovništvo s mogućnostima njegovog pravilnog odlaganja ali i opasnostima koji prijete njegovim nepravilnim odlaganjem. Upravo je to i cilj ovog rada.

1.2. Korištene metode

Rad je nastao analizom dostupnih dokumenata, od izvještaja svjetskih organizacija poput Ujedinjenih naroda, preko direktiva Europskog parlamenta i

Europskog vijeća, te nacionalnih Zakona i Pravilnika, pa sve do informativnih letaka agencija i udruga koje imaju za zadaću skrbiti o okolišu. Pri analizi literature korištene su metode analize i sinteze te deduktivna metoda. Sama analiza je vršena *desk research* metodom kojom je naposljetku rad i napisan.

1.3. Struktura rada

Rad se sastoji od šest poglavlja. Prvo poglavlje je ovaj uvod u kojem se navodi tema i cilj rada, korištene metode te se definira struktura rada. Drugo poglavlje je posvećeno ekološkoj politici i suvremeni trendovima u telekomunikacijama, dok se u trećem poglavlju definiraju pojmovi elektroničkog i električnog otpada te se radi njihova klasifikacija.

Četvrto i peto poglavlje su centralni dijelovi rada. Četvrto poglavlje prezentira način zbrinjavanja i recikliranja elektroničkog i električnog otpada. U ovom poglavlju s posebnom pozornošću se predstavlja zbrinjavanje mobilnih terminalnih uređaja kao jedne od najčešćih vrsta EE-otpada i nečega što svaki pojedinac koji se odluči na čitanje ovog rada posjeduje, a možda rad čita koristeći svoj mobilni terminalni uređaj. Drugi dio ovog poglavlja posvećen je odlaganju i recikliranju EE-otpada. Peto poglavlje je analiza temeljnih zakonski akata o zbrinjavanju elektroničkog i električnog otpada. Posljednje, šesto poglavlje rada je zaključak u kojem se sumira cijeli rad..

2. EKOLOŠKA POLITIKA I SUVREMENI TRENDovi U TELEKOMUNIKACIJAMA

S obzirom da je informacijska i tehnološka revolucija eksponencijalno povećala upotrebu nove elektroničke opreme, posljedično je došlo do gomilanja sve veće količine zastarjelih proizvoda te je danas EE-otpad jedan od najbrže rastućih vrsta otpada. Globalno, EE-otpad čini više od 5 posto cjelokupnog otpada i raste s porastom prodaje elektroničkih proizvoda u zemljama u razvoju.¹ Električni i elektronički otpad koji nerijetko obuhvaća stare i pokvarene mobilne telefone, hladnjake, televizore, računala i slično, predstavlja jedan od gorućih problema u Europskoj uniji. Primjerice, 2005. godine, generirano je oko 9 milijuna tona ovakvog otpada u zemljama članicama Europske unije, a do 2020. godine se predviđa da će biti generirano čak oko 12 milijuna tona godišnje.²

U zemljama zapada, Sjedinjenih Američkih Država i zemljama Europske unije, najveći udio EE-otpada posljedica je brzog razvitka moderne tehnologije, primarno u vidu telekomunikacijskih uređaja poput mobitela ili računala, odnosno tableta i prijenosnih računala. Naime, tehnološki giganti poput Samsunga i iPhonea vode međusobnu bitku u kreiranju što inovativnijih rješenja, softvera i dizajna svojih uređaja, te kreiranjem novih softverskih rješenja nerijetko poništavaju funkcionalnost postojećih čime osiguravaju da će se njihovi najnoviji proizvodi kupovati. Tako svake godine izlaze najnoviji modeli mobitela, za čiju kupovinu stanovnici zapadnih zemalja nerijetko stoje u beskonačnim redovima. Isti trend se događa i u razvijenim zemljama Azije, posebice u mnogoljudnoj Kini. Količina EE-otpada koja se generira na godišnjoj razini samo na temelju telekomunikacijskih uređaja je iznimno velika te je njegovo odgovorno i sigurno odlaganje postalo pitanje kojim se bavi sve veći broj ekoloških udruga ali i svjetskih vlada.

¹ Gill, N.G. (2016). *Electronic waste*. Encyclopedia Britannica. Dostupno na: <https://www.britannica.com/technology/electronic-waste>, 10.08.2019.

² European Commission. *Waste Electrical and Electronic Equipment*. Dostupno na: https://ec.europa.eu/environment/waste/weee/index_en.htm, 11.08.2019.

EE-otpad predstavlja kompleksnu mješavinu materijala i komponenti koji zbog svojeg štetnog sadržaja, ako nisu pravilno zbrinuti, mogu uzrokovati ozbiljne ekološke i zdravstvene probleme. Složen sastav EE-otpada znači da njegovo nepravilno rukovanje ima štetne posljedice na zdravlje ljudi. Sve veći broj epidemioloških i kliničkih dokaza doveo je do povećane zabrinutosti zbog potencijalne prijetnje EE-otpada ljudskom zdravlju, posebno u zemljama u razvoju kao što su Indija i Kina. Primitivne metode koje koriste neregulirani dvorišni operatori (npr. Neformalni sektor) za ponovno prikupljanje, preradbu i recikliranje EE-otpadnih materijala izlažu radnike mnogim toksičnim tvarima. Koriste se procesi poput demontaže komponenti, vlažne kemijske obrade i spaljivanja, što rezultira izravnim izlaganjem i udisanjem štetnih kemikalija. Sigurnosna oprema poput rukavica, maski za lice i ventilatora gotovo je nepoznata, a radnici često ne znaju čime rukuju.

Postoji nekoliko specifičnih načina na koje recikliranje e-otpada može biti štetno za okoliš. Izgaranje radi dobivanja metala iz žica i kablova dovodi do emisije bromiranih i kloriranih dioksina, uzrokujući onečišćenje zraka. Ovi toksini uzrokuju povećan rizik od raka ako ih udahnu radnici i lokalni stanovnici. Toksični metali i otrov također mogu ući u krvotok tijekom ručne ekstrakcije i prikupljanja sitnih količina dragocjenih metala, a radnici su kontinuirano izloženi otrovnim kemikalijama i plinovima visoko koncentriranih kiselina. Recikliranje bakra spaljivanjem izoliranih žica uzrokuje neurološke poremećaje, a akutno izlaganje kadmiju, koji se nalazi u poluvodičima i otpornicima na žetone, može oštetiti bubrege i jetru te uzrokovati gubitak kostiju. Dugotrajno izlaganje olovu na tiskanim pločama, računalnim i televizijskim ekranima može oštetiti središnji i periferni živčani sustav i bubrege, a djeca su podložnija tim štetnim učincima.

Tijekom procesa recikliranja u neformalnom sektoru, jednostavno se odbacuju otrovne kemikalije koje nemaju ekonomsku vrijednost. Otrovni industrijski otpadni otpad izliva se u podzemne vodonosnike i ozbiljno utječe na kvalitetu podzemnih voda, čineći ju neprikladnom za prehranu ljudi ili za poljoprivredne svrhe. Onečišćenje atmosfere uzrokovano je aktivnostima demontaže jer čestice prašine napunjene teškim metalima i usporivačima plamena ulaze u atmosferu. Te se čestice ponovno

talože (vlažno ili suho taloženje) u blizini izvora emisije ili se, ovisno o njihovoj veličini, mogu transportirati na velike udaljenosti. Prašina također može ući u tlo ili vodene sustave i, uz spojeve koji se nalaze u vlažnim i suhim talozima, može iscuriti u zemlju i uzrokovati zagađenje tla i vode. Tla postaju toksična kada se tvari poput olova, žive, kadmija, arsena i polikloriranih bifenila (PCB) odlažu na odlagališta.³

Emisija isparenja, plinova i čestica u zrak, ispuštanje tekućeg otpada u vode i sustave odvodnje te odlaganje opasnog otpada doprinose degradaciji okoliša. Uz pooštrenu regulaciju recikliranja i odlaganja EE-otpada, postoji potreba za politikama koje proširuju odgovornost svih dionika, posebno proizvođača, izvan prodajnog mjesta i do kraja vijeka proizvoda.

Iako EE-otpad sadrži složene kombinacije izrazito toksičnih tvari koje predstavljaju opasnost po zdravlje i okoliš, mnogi proizvodi sadrže i obnovljive dragocjene te rijetke i skupe materijale, što ga čini drugačijom vrstom otpada u usporedbi s tradicionalnim komunalnim otpadom. Primjerice, oko 10% svjetskog zlata se rabi u proizvodnji elektronike, dok se taj postotak u Sjedinjenim Američkim Državama penje na čak 34%.⁴

Kako bi se poboljšalo gospodarenje ovakvim otpadom i dalo doprinos ekonomiji recikliranja, te poboljšalo učinkovitost resursa, reciklaža je od ključne važnosti. U cilju kreiranja zakonskog okvira za gospodarenje EE-otpadom, Europska unija je donijela dvije direktive:

- Direktiva o električnom i elektroničkom otpadu.
- Direktiva za ograničenu uporabu određenih štetnih supstanci u električnoj i elektroničkoj opremi.

³ Cesaro, A. et al. (2019). *A relative risk assessment of the open burning of WEEE*, Environ Sci Pollut Res, Vol 26, Izd. 11, str. 11043-11046

⁴ King, H.M. *The Many Uses of Gold*, Geoscience News and Information, Dostupno na: <https://geology.com/minerals/gold/uses-of-gold.shtml>, 12.08.2019.

Prva direktiva o električnom i elektroničkom otpadu, takozvana WEEE direktiva, stupila je na snagu u veljači 2003. godine.⁵ Direktiva je značila kreiranje kolekcije shema prema kojima potrošači potpuno besplatno vraćaju svoj elektronički otpad. Cilj ovakvih shema je bio povećati recikliranje i ponovnu uporabu elektroničko otpada. U prosincu 2008. godine Europska je komisija predložila revidiranje direktive kako bi se povećalo recikliranje elektroničkog otpada. Nova direktiva iz 2012. stupila je na snagu 12. kolovoza 2012. godine, te je postala učinkovita u potpunosti dvije godine kasnije, tj. 14. veljače 2014.⁶

Europska legislativa ograničila je uporabu štetnih supstanci u električnoj i elektroničkoj opremi i to još u veljači 2003. godine, a Direktiva je stupila na snagu u 2006. godini.⁷ Legislativa je postavila zahtjeve za gospodarenjem teškim metalima poput olova, kadmija i sl., ali isto tako i za retardantima poput bifenila ili etera koje se težilo zamijeniti sigurnijim alternativama.⁸ U prosincu 2008. Europska je komisija predložila revidiranje i ove Direktive. Tako je revidirana direktiva postala aktivna 3. siječnja 2013. godine.

Važno je napomenuti da se većina svjetskog EE-otpada reciklira u zemljama u razvoju, gdje su neformalni i opasni uređaji za vađenje i prodaju metala uobičajeni. Tvrtke za recikliranje u razvijenim zemljama suočavaju se sa strogim regulatornim režimima zaštite okoliša i sve većim troškovima odvoza otpada, stoga izvoz malim trgovcima u zemljama u razvoju profitira od recikliranja u njihovim zemljama. Također postoji značajno ilegalno prekogranično kretanje EE-otpada u obliku donacija i dobrotvorne pomoći bogatih industrijaliziranih zemalja u zemlje u razvoju. Profiteri od EE-otpada u slabije razvijenim zemljama mogu ostvariti znatnu zaradu zahvaljujući slabim zakonima o zaštiti okoliša, korumpiranim službenicima i slabo plaćenim

⁵ Direktiva 2002/96/EC Europskog parlamenta i Vijeća od 27. siječnja 2003 o električnom i elektroničkom otpadu. Dostupno na: <http://data.europa.eu/eli/dir/2002/96/2010-12-01>, 12.08.2019.

⁶ Direktiva 2002/96/EC, op.cit.

⁷ Direktiva 2011/65/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 8. lipnja 2011. o ograničenju uporabe određenih opasnih tvari u električnoj i elektroničkoj opremi, Dostupno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/ALL/?uri=CELEX:02011L0065-20160715>, 12.08.2019.

⁸ Direktiva 2011/65/EU, op.cit.

radnicima. Iz tog razloga, potrebna je globalna akcija za razvoj politika i strategija za sigurno odlaganje i recikliranje EE-otpada kako bi se postigla održiva budućnost.

3. DEFINICIJA I KLASIFIKACIJA ELEKTRONIČKOG I ELEKTRIČNOG OTPADA

Elektronički i električni otpad, zajedničkim imenom nazvan E-otpad ili EE-otpad (eng. *E-waste*), su razni oblici elektroničke i električne opreme koji su prestali vršiti svoju funkciju.⁹ E-otpad su svi električni i elektronički uređaji i oprema (EE oprema) koji za svoje pravilno funkcioniranje koriste električnu energiju ili elektromagnetsko polje, kao i oprema za proizvodnju, prijenos i mjerenje struje, a koje je njihov vlasnik odlučio odbaciti, bilo zbog kvara ili zamjene za novi uređaj. Prema mjestu nastanka EE-otpad se dijeli u dvije grupe:

1. EE-otpad iz kućanstva,
2. EE-otpad koji nastaje u gospodarstvu (industrija, obrt i slično).¹⁰

EE-otpad se može klasificirati i na temelju njegova sastava i sastavnih dijelova, koji su ujedno i temelj za njegovo pravilno razvrstavanje. Razlikuje se šest kategorija materijala koji čine sastav EE-otpada:

- obojeni metali,
- neobojeni metali,
- staklo,
- plastika,
- zagađivači i
- ostalo.¹¹

Željezo i čelik čine najveći udio u otpadnim električnim i elektroničkim materijalima, dok je udio plastike drugi po redu. Plemeniti materijali, uključujući bakar i aluminij, te plemeniti metali poput srebra, zlata i platine treći su u udjelu te imaju značajnu komercijalnu vrijednost. Toksični materijali uključuju olovo i kadmij u pločama, olovni oksid i kadmij u katodnim cijevima, živu u prekidačima i monitorima ravnog ekrana,

⁹ Gill, N.G., op.cit.

¹⁰ Spectra-Media d.o.o. – državni koncesionar za recikliranje EE otpada (2912). Električni i elektronički uređaji i oprema. Dostupno na: <https://ee-otpad.com/ee-otpad.php>, 09.08.2019.

¹¹ Gill, N.G., op.cit.

bromirana sredstva za usporavanje plamena na tiskanim pločama i plastične i izolirane kablove. Ako toksični materijali u svom udjelu premaše granične vrijednosti, smatraju se onečišćujućim tvarima ili zagađivačima te njihovo nepravilno odlaganje predstavlja iznimnu opasnost za okoliš.¹²

Najzastupljenija klasifikacija EE-otpada je ona nastala iz direktiva Europske unije, točnije WEEE direktive (eng. *Directive on Waste Electrical and Electronic Equipment*) prema kojoj se EE-otpad može podijeliti u deset kategorija prikazanih u tablici 3.1.

Tablica 3.1: *Klasifikacija EE-otpada*

R.br.	WEEE KATEGORIJA	POPIS PROIZVODA
1.	VELIKI KUĆANSKI UREĐAJI	veliki uređaji za hlađenje; hladnjaci; zamrzivači; ostali veliki uređaji koji se koriste za hlađenje, konzerviranje i skladištenje hrane; perilice rublja; sušilice za odjeću; strojevi za pranje posuđa; kuhanje; električne peći; električne grijače ploče; mikrovalne; drugi veliki uređaji koji se koriste za kuhanje i drugu preradu hrane; električni uređaji za grijanje; električni radijatori; drugi veliki uređaji za grijanje prostorija, kreveta, sjedećeg namještaja; električni ventilatori; klima uređaji; ostala oprema za ventilaciju, odvodnu ventilaciju i klimatizaciju
2.	MALI KUĆANSKI UREĐAJI	usisavači; sredstva za čišćenje tepiha; ostali uređaji za čišćenje; uređaji koji se koriste za šivanje, pletenje, tkanje i ostale obrade tekstila; glačala i ostali uređaji za glačanje, rukovanje i drugu njegu odjeće; toasteri; friteze; brusilice, aparat za kavu i oprema za otvaranje ili zatvaranje spremnika ili paketa; električni noževi; uređaji za šišanje, sušenje kose, pranje zuba, brijanje, masaža i drugi uređaji za njegu tijela; satovi i druga oprema za potrebe mjerenja, ukazivanja ili registracije vremena; vage
3.	OPREMA INFORMATIČKE TEHNIKE (IT) I OPREMA ZA TELEKOMUNIKACIJE	miniračunala; jedinice pisača; osobna računala (uključeni CPU, miš, zaslon i tipkovnica); prijenosna računala (uključeni CPU, miš, zaslon i tipkovnica); tableti; prijenosna računala; pisači; oprema za kopiranje; električni i elektronički pisači strojevi; džepni i stolni kalkulatori; ostali proizvodi i oprema za prikupljanje, pohranjivanje, obradu, predstavljanje ili komuniciranje informacija elektroničkim putem; korisnički terminali i sustavi; telefoni; bežični telefoni; mobiteli; telefonske sekretarice; ostali proizvodi ili oprema za prijenos telekomunikacija zvuka, slike ili druge informacije
4.	OPREMA ŠIROKE POTROŠNJE ZA RAZONODU	radio emiteri; TV prijemnici; video kamere; video snimači; hi-fi snimači; audio pojačala; glazbeni instrumenti; ostali proizvodi ili oprema u svrhu snimanja ili reprodukcije zvuka ili slike, uključujući signale ili druge tehnologije za distribuciju zvuka i slike, ali ne putem telekomunikacija

¹² Gill, N.G., op.cit.

nastavak tablice 3.1.

5.	RASVJETNA OPREMA	Žarulje za fluorescentne svjetiljke, osim svjetiljki u kućanstvima; ravne fluorescentne svjetiljke; kompaktne fluorescentne svjetiljke; visokointenzivne sijalice, uključujući natrijeve svjetiljke i metal; halogenidne svjetiljke; natrijeve žarulje niskog pritiska; ostala rasvjeta ili oprema za širenje ili kontrolu svjetlosti, osim žarulja sa žarnom niti
6.	ELEKTRIČNI I ELEKTRONIČKI ALATI	svrdla; pile; šivaćih strojeva; oprema za točenje, glodanje, brušenje, brušenje, piljenje, rezanje, rezanje, bušenje, izrada rupa, probijanje, presavijanje, savijanje ili slična obrada drveta, metala i drugih materijala; alati za zakivanje, zabijanje čavala ili odvijanje ili uklanjanje zakovica, čavala, vijaka ili slične svrhe; alati za zavarivanje, lemljenje ili slične svrhe; oprema za prskanje, širenje, raspršivanje ili drugo tretiranje tekućih ili gasovitih tvari drugim sredstvima; alate za košnju ili druge vrtlarske aktivnosti
7.	IGRAČKE, OPREMA ZA RAZONODU I ŠPORTSKA OPREMA	električni vlakovi ili setovi za utrke automobila; ručne konzole za video igre; video igre; računala za bicikliranje, ronjenje, trčanje, veslanje itd .; sportska oprema s električnim ili elektroničkim dijelovima; automati za kovanice
8.	MEDICINSKI UREĐAJI	oprema za radioterapiju; kardiologija; dijaliza; plućni ventilatori; nuklearna medicina; laboratorijska oprema za in vitro dijagnostiku; analizatori; zamrzivači; testovi oplodnje; drugi uređaji za otkrivanje, sprečavanje, nadgledanje, liječenje ili ublažavanje bolesti, ozljede ili invaliditeta
9.	INSTRUMENTI ZA NADZOR I UPRAVLJANJE	detektori dima; regulatori grijanja; termostata; uređaji za mjerenje, vaganje ili podešavanje za kućanstvo ili kao laboratorijska oprema; ostali instrumenti za nadzor i kontrolu koji se koriste u industrijskim instalacijama (npr. u upravljačkim pločama)
10.	SAMOPOSLUŽNI APARATI	automatski dozirnici za tople napitke; automatski dozatori za vruće ili hladne boce ili limenke; automatski dozatori za krute proizvode; automatski dozatori za novac; svi uređaji koji automatski isporučuju sve vrste proizvoda

IZVOR: Townsend, T.G. (2011). *Environmental Issues and Management Strategies for Waste Electronic and Electrical Equipment*, Journal of the Air & Waste Management Association, 61:6, 587-610, DOI: 10.3155/1047-3289.61.6.587

Iz tablice 3.1 vidljivo je da se EE-otpad klasificira na isti način kao i sama elektronička i električna oprema, odnosno uređaji. Njihova temeljna klasifikacija bazira se na njihovoj izvornoj svrsi i funkcionalnostima.

Sustav klasifikacije e-otpada trebao bi kategorizirati proizvode na temelju sličnih funkcija, s usporedivim sastavom materijala (u smislu opasnih tvari i vrijednih materijala) i srodnim atributima za njihovo iskorištavanje. Uz to, proizvodi unutar iste kategorije trebali bi imati sličnu prosječnu raspodjelu težine i životnog vijeka, što može

pojednostaviti kvantitativnu procjenu sličnih proizvoda. Konačno, veliki EE-otpadni proizvodi kao i oni koji imaju veliki utjecaj na okoliš trebaju imati zasebnu kategoriju. Trenutno postoji samo jedan klasifikacijski sustav koji ispunjava te kriterije, a to je klasifikacija koju je razvio UNU (eng. *United Nations University*), s 54 kategorija koje se sažimu u navedenih 10 kategorija Europske unije.¹³

¹³ Balde, C.P. et al. (2015). *E-waste statistics. Guidelines on classification, reporting and indicators*. The United Nations University, str. 12

4. NAČINI ZBRINJAVANJA I RECIKLIRANJA ELEKTRONIČKOG I ELEKTRIČNOG OTPADA

4.1. Zbrinjavanje mobilnih terminalnih uređaja

Postoji rašireno mišljenje i neslužbeni dogovor vlada zapada da odlagalište otpadne elektroničke i električne opreme nije prihvatljiva opcija upravljanja tom vrstom otpada. Preusmjeravanje s odlagališta, čini se kroz razne programe sakupljanja, što uvelike dovodi do recikliranja EE-otpada. To u konačnici znači obnavljanje velike količine metala koji se potom nanovo koristi.

U Strategiji gospodarenja otpadom Republike Hrvatske samo zbrinjavanje otpada naziva se „državnim interesom i obvezom“¹⁴. Strategija gospodarenja otpadom definira zbrinjavanje otpada kao „svaki postupak obrade ili odlaganja otpada u skladu s propisima“, te definira 15 kategorija zbrinjavanja:

- D1. „Odlaganje u ili na tlo (npr. odlagalište, itd.),
- D2. Obrada zemljišta, tj. obrada na tlu (npr. biološka razgradnja tekućina ili muljeva ispuštenih na tlo itd.),
- D3. Duboko injektiranje (npr. utiskivanje pumpabilnog otpada u bušotine, u rudnike soli, »prirodna« odlagališta itd.),
- D4. Površinski bazeni (npr. odlaganje tekućeg ili muljevitog ispusta u jame, jezera ili lagune itd.),
- D5. Posebno pripremljeno odlagalište (npr. odlaganje u pregratke/kazete izolirane podlogom i poklopcem, a koji su odvojeni i međusobno i od prirodnog okoliša),
- D6. Ispuštanje u vodene sredine (osim mora i oceana),
- D7. Ispuštanje u mora/oceane, uključujući i odlaganje na morsko dno,

¹⁴ Balde, C.P. et al., op.cit.

- D8. Biološka obrada koja nije specificirana nigdje drugdje u ovom popisu, a koja daje konačne spojeve i smjese koji se odlažu na jedan od načina navedenih pod brojevima D1 do D12,
- D9. Fizičko-kemijska obrada koja nije specificirana nigdje drugdje u ovom popisu, a koja daje konačne spojeve i smjese koji se odlažu na jedan od načina navedenih pod brojevima D1 do D12 (npr. (npr. isparavanje, sušenje, acija itd.),
- D10. Spaljivanje na kopnu,
- D11. Spaljivanje na moru,
- D12. Trajno skladištenje (npr. smještanje spremnika u rudnike itd.),
- D13. Stapanje ili miješanje prije podvrgavanja bilo kojem od postupaka pobrojanih od D1 do D12,
- D14. Prepakiranje prije bilo kojeg od postupaka navedenih pod br. D1 do D13,
- D15. Skladištenje prije ili tijekom bilo kojeg od postupaka navedenih pod br. D1 do D14 (osim privremenog skladištenja, te skladištenja otpada na mjestu nastanka prije skupljanja)¹⁵.

Električni i elektronički proizvodi koji imaju svoj radni vijek sadrže značajne količine tvari poput baznih metala, plemenitih metala, visokokvalitetne plastike i drugih komponente koje je potrebno obnoviti. Razne tehničke i organizacijske mjere za smanjenje količine EE-otpada već postoje. Metode sortiranja, demontaže i obrade EE-otpada usmjerene na ponovnu upotrebu već gotove robe, recikliranje komponenti EE-otpada i uporabu vrijednog materijala koje sadrži EE-otpad već su razvijene, ali još nisu u potpunosti implementirane.

Prema procjenama, u Hrvatskoj se godišnje baci između trideset i četrdeset i pet tisuća tona elektroničkog otpada što znači da prosječni stanovnik Republike Hrvatske godišnje baci između 6,67 i 10,11 kg elektroničkog otpada, te se ta količina kontinuirano povećava za prosječno 10% godišnje.¹⁶

¹⁵ *Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske* (pročišćeni tekst, Narodne novine 130/05)

¹⁶ *Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske*, op.cit.

Mobilni terminalni uređaji su trenutno jedan od rijetkih elektroničkih proizvoda, ako ne i jedini, koji imaju i uspješno tržište ponovne uporabe. U stvari, više mobitela se ponovno koristi nego reciklira. U tome pomažu i brojne kampanje privatnih kompanija. Tako primjerice Hrvatski telekom na svojim stranicama ima objavu o sakupljanju starih mobitela gdje navode kako u svim svojim centrima imaju osigurane uvjete „za prihvat i daljnje ekološko zbrinjavanje starih elektroničkih uređaja iz [svog] prodajnog asortimana (mobiteli i drugo) i njihovih pripadajućih baterija“¹⁷. Naime, korištenjem HT-ove usluge „Zamijeni i uštedi“ korisnik koji donese svoj stari mobilni uređaj u T-Centar ostvaruje popust za kupnju novog uređaja iz njihove ponude. Također tvrde kako su do sada ekološki zbrinuli više od 148.000 starih mobitela.¹⁸ Hrvatski telekom samo je jedan od primjera poduzeća koji promoviraju odgovorno zbrinjavanje EE-otpada kroz razne kampanje i sustav nagrađivanja.

U svijetu postoji ogroman porast potrošnje mobilnih telefona, što dovodi do stvaranja velike količine otpada mobilnim telefonima svake godine. Broj znanstvenih radova koji se bave temom zbrinjavanja mobilnih terminalnih uređaja raste iz godinu u godinu. Kroz te radove dokazano je da je obnavljanje ili recikliranje takvog otpada ekonomski održivo na ekološki prihvatljiv način, no kako bez odgovarajuće svijesti potrošača sustav recikliranja ne može postići svoju maksimalnu učinkovitost.

4.1.1. Sastav mobilnih terminalnih uređaja

Sektor mobilnih terminalnih uređaja napreduje vrlo brzo i zbog toga, zajedno sa smanjenjem početnih troškova, ljudi nadograđuju svoje telefone slično brzom brzinom. Trenutno, prosječni životni vijek mobilnog telefona u razvijenim zemljama iznosi oko dvije godine, a taj iznos godina se stalno smanjuje.¹⁹ To znači da se milijuni mobilnih

¹⁷ Hrvatski telekom. *Model zbrinjavanja mobitela*. Dostupno na: <https://www.t.ht.hr/drustvena-odgovornost/modal-zbrinjavanje-mobitela/>, 12.08.2019.

¹⁸ Ibidem.

¹⁹ Thomas, G.P. (2012). *Recycling of Mobile Phones*. AZO Clean Tech: Amsterdam.

telefona bacaju svaki dan, te time doprinose stvaranju EE-otpada, najbrže rastućeg otpada na svijetu.

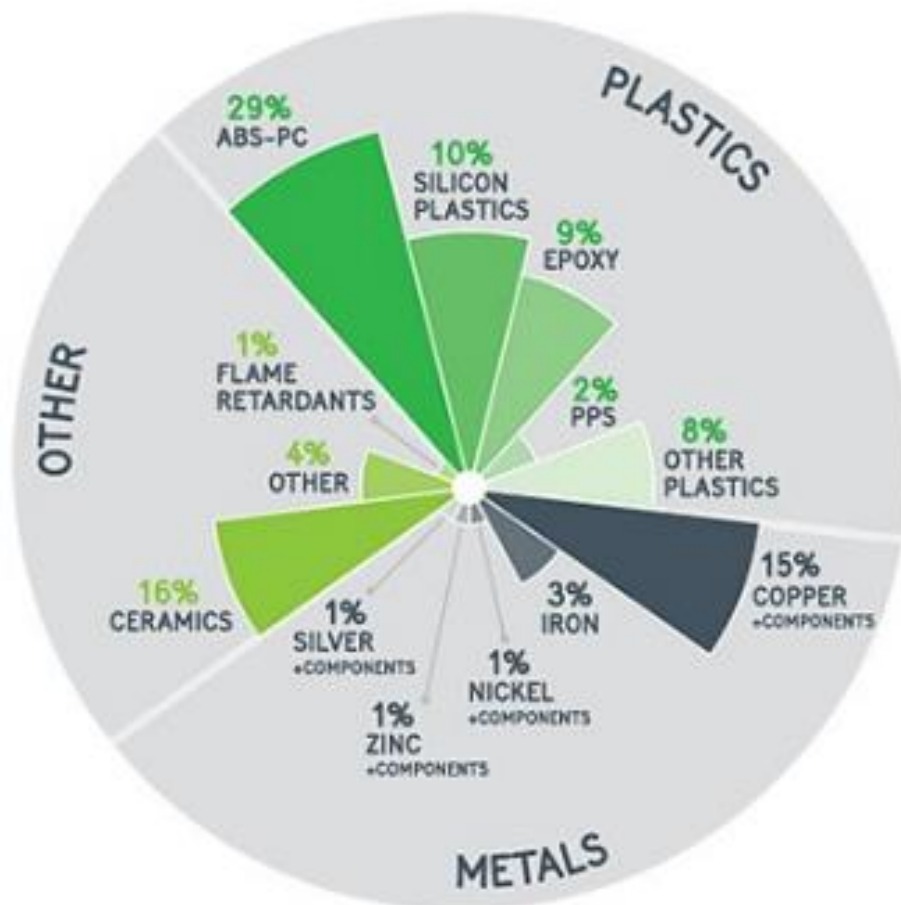
Problem s tom činjenicom je višestruki. Prvo, mobilni telefon koji se jednostavno baci na odlagalište opasan je za okoliš zbog kemikalija koje sadrže, a koje se mogu uvući u sustave podzemnih voda i utjecati na lokalne ekosustave i potencijalno pitku vodu. Drugo, odlaganje mobitela u smeće ogroman je gubitak resursa, jer svaki telefon sadrži rijetke i dragocjene metale. Iako je količina metala u jednom telefonu mala, ukupna bačena količina je ogromna. Primjerice, tona mobilnih telefona može sadržavati 300 grama zlata²⁰, što je u usporedbi s prosječnom tonom zlatne rude koja sadrži 5 grama zlata²¹, značajna količina. Kako bi se stvorila još jasnija slika o količini dragocjenih materijala koji se nalaze u mobilnim terminalnim uređajima, dobro je znati informaciju da oko 70% svih teških metala na odlagalištima u Sjedinjenim Američkim državama dolazi s mobilnih telefona.²² Mobilni telefoni su složeni strojevi i kao takvi sadrže mnoštvo raznolikih materijala koji se mogu ponovno upotrijebiti. Procjenjuje se da se do 80% mobilnog telefona može ponovo upotrijebiti. Najvrjedniji materijali u mobilnim telefonima su plemeniti metali, poput zlata, srebra i platine, koji se nalaze u sklopu pločica mobilnog telefona. Na slici 4.1. prikazan je sastav mobilnih terminalnih uređaja.

²⁰ Thomas, G.P., op.cit.

²¹ Ibidem.

²² Ibidem.

Slika 4.1: Sastav mobilnih terminalnih uređaja



IZVOR: Mobile Muster. *What is in mobiles*. Dostupno na:

http://www.mobilemuster.com.au/media/7844/mm_whats_in_mobiles.gif, 30.08.2019.

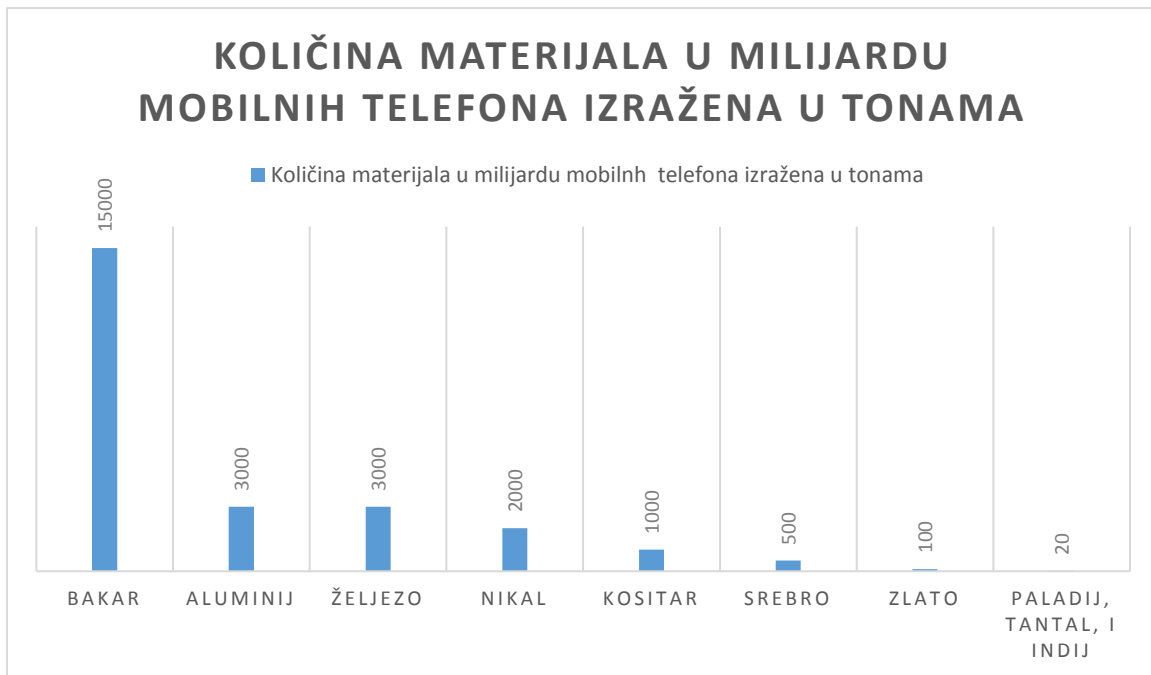
Prema slici mobilni uređaji su većim dijelom sastavljeni od različitih vrsta plastike, primjerice ABS plastike ima oko 29%. Potom slijedi bakar i bakra s 15 %. Željeza je oko 3%, dok elemenata kao što su nikal i spojevi nikla, cink i spojevi cinka, srebro i spojevi srebra, aluminij, kositar, olovo, zlato, mangan i slično ima oko 1%. Opasnih materijala ima 1%, i među njima je primjerice prigušivač plamena.

Baterija mobilnog telefona također sadrži mnogo korisnih materijala, koji se također mogu reciklirati, iako obično odvojeno. Baterije sadrže korisnu količinu bakra, kao i rjeđe elemente poput kadmija. U bateriji telefona se može pronaći i nikal, koji se može

preraditi u nehrđajući čelik. Od ostalih materijala, u mobilnim telefonima pristupni su i paladij, aluminij, litij i olovo.

Statistički podaci prikazanu u grafu 4.1. pokazuju raspodjelu metalnih komponenti u milijardu mobilnih telefona u 2010. godini.

Graf 4.1: Količina materijala u milijardu mobilnih telefona izražena u tonama



IZVOR: Statista Research Department. (2011). *Metal components of a billion mobile phones in 2010 (in tonnes)*. Dostupno na: <https://www.statista.com/statistics/273432/metal-parts-of-a-billion-mobile-phones/>, 30.08.2019.

Prema navedenim podacima u grafu, u 2010. godini milijardu mobitela je u prosjeku u sebi zadržava ukupno 15 tisuća tona bakra, 3 tisuće tona aluminija i željeza, 2 tisuće tona nikala, tisuću tona kositra, 500 tona srebra, 100 tona zlata te 20 tona paladija, tantala i indija.

4.1.2. Recikliranje mobilnih terminalnih uređaja

Recikliranje mobilnog telefona posljednjih je godina postalo izuzetno jednostavno. Mnogi će supermarketi, internetske kompanije, telekomunikacijske kompanije, dobrotvorne organizacije i trgovine mobilnim telefonima rado uzeti neželjeni mobilni telefon na recikliranje.

Prva tvrtka za recikliranje mobilnih uređaja bila je „Fonebak“, pokrenuta 2002. godine.²³ Većina mreža i telefonskih trgovina sada nude uslugu recikliranja. Također, ukoliko se telefon po ponovnoj uporabi vrati na mrežu kompanije koja ga je reciklirala, ta kompanija nerijetko donira dio sredstava nekoj dobrotvornoj udruzi kako bi nastavilo krug „davanja“.

Proces recikliranja mobilnih terminalnih uređaja

Prije davanja svog mobilnog uređaja na propisno zbrinjavanje korisnik bi trebao poduzeti slijedeća tri koraka:

1. ukloniti sve PIN brojeve ili lozinke,
2. ukloniti svoju SIM karticu,
3. ostaviti bateriju unutra i vratiti poklopac mobitel na mjesto.

Prije recikliranja mobilnih uređaja, baterije se vade i šalju na drugo mjesto na recikliranje. Telefon se zatim komada i zagrijava na oko 1100°C.²⁴ Uzorci se potom pretvaraju u prah i podvrgavaju daljnjoj kemijskoj obradi, prije nego što se odvoze u topionicu koja povlači relevantne metale za ponovnu upotrebu.

²³ Thomas, G.P., op.cit.

²⁴ Ibidem.

Za obnavljanje plastike iz komponenata mobilnog uređaja koristi se energija koja se stvara od spaljivanja. Plastika vanjskog tijela mobilnog uređaja obično se granulira, a zatim reformulira i stavlja u kalupe.²⁵

Ostali dijelovi telefona koji se mogu reciklirati su:

- antene
- konektori za baterije
- pločice
- LCD ekrani
- mikrofoni
- vijci
- zvučnici

U Europi recikliranje mobilnih telefona spada pod direktivu WEEE.

4.1.3. Životni ciklus mobilnih terminalnih uređaja

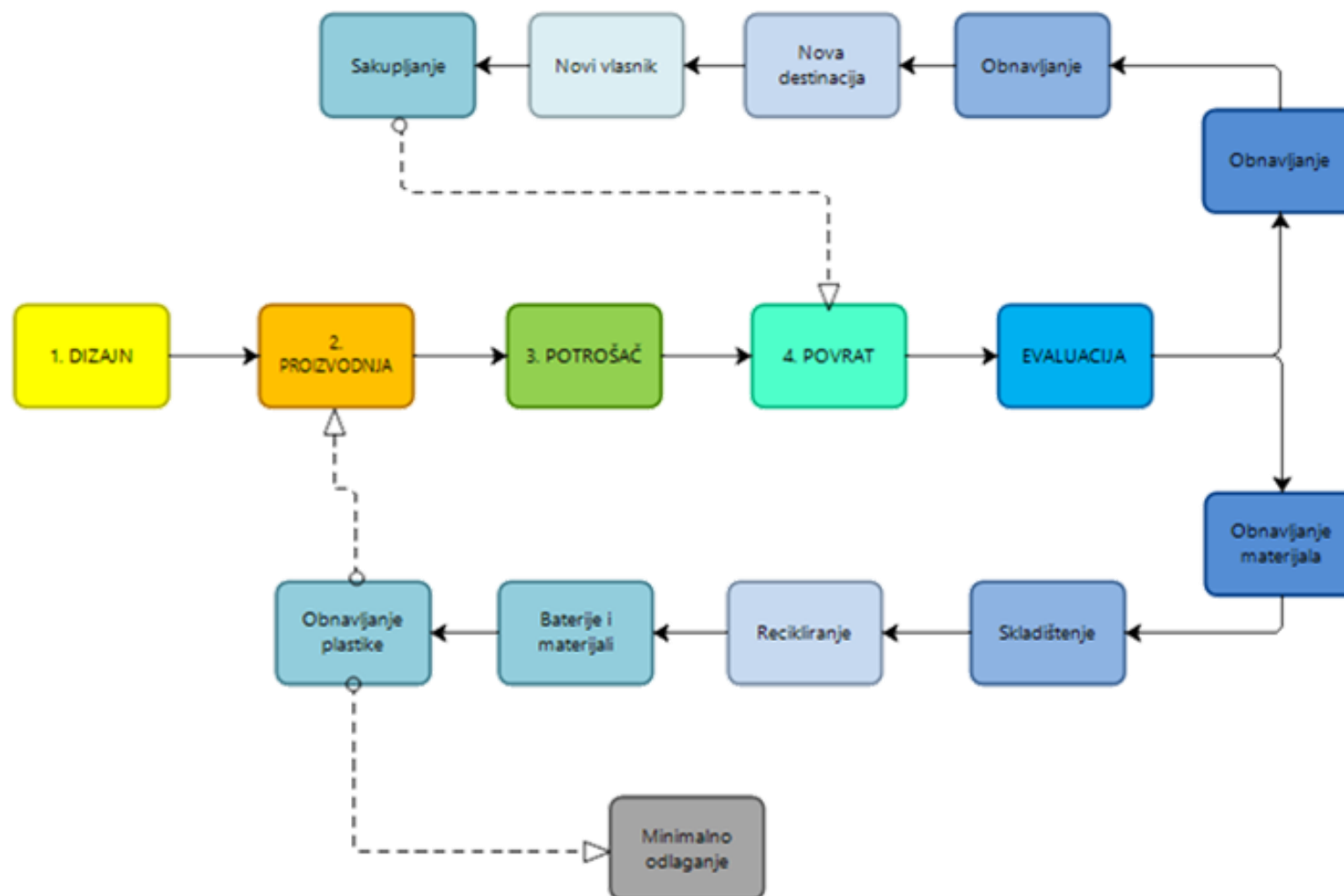
Na slici 4.2. prikazan je životni ciklus tipičnog mobilnog telefona od početnog dizajniranja, preko upotrebe, povrata, ponovne uporabe pa sve do kraja životnih procesa, poput recikliranja.

Životni ciklus mobilnih terminalnih uređaja započinje njegovim dizajnom. Već pri samom dizajniranju mobilnih uređaja zadnjih godina, vodi se računa o ekološkim pitanjima. Tako se pri njihovom dizajniranju implementiraju nove tehnologije koje osiguravaju energetske učinkovitost te se u što većoj mjeri eliminira korištenje opasnih materijala. Druga faza je proizvodnja u koja uključuje vađenje sirovina, njihovu obradu te montažu mobilnog uređaja. Nakon što je mobilni uređaj proizveden, njegovom kupovinom prelazi u fazu korištenja pri kojoj korisnik može činiti veliku razliku

²⁵ Thomas, G.P., op.cit.

u okolišu jednostavnim iskopčavanjem punjača iz struje kada ga ne koristi. Faza korištenja završava prestankom korištenja uređaja i odlaganjem. U ovoj fazi vlasnik može učiti veliku razliku za okoliš ako savjesno odloži mobilni uređaj koji više ne koriste. Ako se mobilni uređaj pravilno odloži slijedi faza evaluacije u kojoj se odlučuje da li se uređaj može popraviti i dati u daljnje korištenje ili ga treba poslati na recikliranje.

Slika 4.2: Životni ciklus mobilnih terminalnih uređaja



IZVOR: prema GSM ASSOCIATION (2012). *Mobile Phone Lifecycles: Use, Take-back, Reuse and Recycle*. London, str. 2-3

Po donošenju odluke, životni ciklus mobitela može krenuti u dva smjera. Prvi smjer ima za cilj njegovo ponovno korištenje. U tom cilju, mobitel se čisti od svih podataka, popravljiva se, prepakirava te se šaljem prodajnim centrima. Takvi korišteni mobiteli se najčešće prodaju u zemljama u razvitku.²⁶ U tim zemljama potrebno je također uspostaviti proces kojim će se korišteni mobitel moći ponovo vratiti u životni ciklus kroz proces sakupljanja.

Drugi smjer ima za cilj reciklažu. U tom procesu završavaju oni mobiteli za koje se evaluacijom ustanovilo da se ne mogu popraviti, ili da ih se ne isplati popravljati, ili da su prestari. Kod takvih mobitela koriste se njegovi dijelovi koji se mogu reciklirati. Kroz fazu sortiranja slušalice, baterije i dodaci u mobitelu se rastavljaju prema svom kemijskom sastavu i sastavu materijala.²⁷ Uređaji se mogu dalje demontirati i neke dijelove usitnjavati ili obrađivati kako bi se većina dijelova iskoristila. Baterije se sortiraju prema njihovom kemijskom sastavu. Topljenjem se reciklira plastika koja se može dalje koristiti za druge proizvode, dok se metal reciklira uporabom, poput zlata koji može postati nakit.²⁸ Materijali koji su uporabljivi ponovo se vraćaju u fazu proizvodnje, a preostali materijali se tope na visokim temperaturama na način da se minimizira isparavanje opasnih tvari, te se potom mogu koristi primjerice kao građevinski agregat. Zanimljivo je da od svih materijal koji uđu u ovaj proces pravilnim odlaganjem i zbrinjavanjem mobilnih terminalnih uređaja, samo 10% njih završe na zbrinjavanju, dok se ostatak uspješno ponovo koristi ili reciklira.²⁹

²⁶ GSM ASSOCIATION (2012). *Mobile Phone Lifecycles: Use, Take-back, Reuse and Recycle*. London, str. 3

²⁷ Ibidem, str. 2

²⁸ Ibidem.

²⁹ Ibidem, str. 10

4.2. Odlaganje i recikliranje EE-otpada

EE-otpad smeće je koje se stvara iz viška, razbijenih i zastarjelih elektroničkih i električnih uređaja. Njegovim pravilnim odlaganjem i recikliranjem može se zaštititi okoliš, ostvariti energetska efikasnost te dobiti materijali za kreiranje novih proizvoda. Recikliranje EE-otpada je proces obnavljanja materijala starih uređaja koji se potom koriste u novim proizvodima.

EE-otpad se stvara iznimno velikom brzinom. Razlog tomu je kratki rok trajanja električnih i elektroničkih uređaja, koji se po isteku svog roka trajanja pretvaraju u EE-otpad. Kako bi se dala slika o količini EE-otpada koji kola svijetom, dovoljno je reći da je procijenjeno kako se u domovima diljem svijeta do kraja 2015. nakupilo 422 milijuna neiskorištenih i neželjenih mobitela.³⁰

Nažalost, na kraju svog vijeka trajanja većina elektroničkih i električnih proizvoda završi na odlagalištima otpada, a tek mali postotak njih se ponovo vraća u opticaj kao novi uređaji. Prema UN-ovoj studiji, samo u 2014. godini u svijetu je odbačeno 41,8 milijuna³¹ tona elektroničkog otpada i električnog (EE-otpad), a samo se 10 do 40 posto³² zbrinjavanja se obavlja pravilno. Konkretno, prema navedenoj studiji, Europska Unija ima najbolji postotak pravilno zbrinutog EE-otpada u iznosu od 40%.³³

Elektronički i električni uređaji su prepuni vrijednih materijala, uključujući bakar, kositar, željezo, aluminij, fosilna goriva, titan, zlato i srebro. Mnogi materijali korišteni za izradu ovih uređaja mogu se oporabiti, ponovo upotrijebiti i reciklirati, uključujući plastiku, metale i staklo. Apple je u jednom od svojih izvješća otkrio kako je od

³⁰ Haque, T. (2018). *Introduction to Electronics (E-waste) Recycling*. Small Business. Dostupno na: <https://www.thebalancesmb.com/introduction-to-electronics-e-waste-recycling-4049386>

³¹ Balde, C.P. et al. (2015). *The Global E-waste Monitor 2014: Quantities, flows and resources*. The United Nations University, str. 8

³² Ibidem, str. 28

³³ Ibidem.

recikliranih iPhonea, Mac-a i iPada u 2015. prikupio 2.204 funte zlata, vrijednih 40 milijuna dolara.³⁴

4.2.1. Koristi recikliranja EE-otpada

Recikliranje EE-otpada ima različite ekološke i ekonomske koristi. Prema američkoj EPA-i (eng. – *Environmental Protection Agency*), recikliranjem milijun prijenosnih računala može se uštedjeti energetska ekvivalent električne energije koji može pokrenuti 3.657 američkih domaćinstava godišnje. EPA također navodi da se recikliranjem milijun mobitela može oporaviti 75 funti zlata, 772 funte srebra i 35.274 funti bakra te 33 funte paladija.³⁵

Recikliranje je važno i jer se 81 posto energije povezane s računalom koristi se tijekom proizvodnje, a ne tijekom rada.³⁶ Elektronika sadrži razne otrovne i opasne kemikalije i materijale koje se ispuštaju u okoliš ako ih se ne odlaže pravilno. Recikliranje EE-otpada omogućuje da se obnove različiti vrijedni metali i sirovine, da se štede prirodni resursi i energija, da se smanji zagađenje okoliša, da se očuvaju prirodna odlagališta i stvore nova radna mjesta. Sve to su koristi recikliranja.

4.2.2. Proces recikliranja EE-otpada

Recikliranje EE-otpada može biti izazovno jer su odbačeni EE uređaji sofisticirani uređaji proizvedeni iz različitih udjela stakla, metala i plastike. Postupak recikliranja

³⁴ Haque, T., op.cit.

³⁵ Environmental Protection Agency, EPA. *Cleaning Up Electronic Waste (E-Waste)*. Dostupno na: <https://www.epa.gov/international-cooperation/cleaning-electronic-waste-e-waste>, 21.08.2019.

³⁶ Haque, T., op.cit.

može varirati ovisno o materijalu koji se reciklira i korištenim tehnologijama, ali ovdje je općeniti pregled.

Generalno govoreći, procesi recikliranja EE-otpada može se podijeliti na četiri faze:

1. Prikupljanje
2. Transport
3. Rezanje, sortiranje i razdvajanje
4. Priprema za prodaju recikliranog materijala.

Sakupljanje i transport dvije su početne faze svakog procesa recikliranja, pa tako i procesa recikliranja EE-otpad. U cilju sakupljanja osnivaju se reciklažna dvorišta na koja se postavljaju kante za prikupljanje EE-otpada ili elektroničke kabine za odvoz. Nakon prikupljanja, sakupljeni otpad se transportira u postrojenja za reciklažu.

Nakon prikupljanja i transporta u pogone za recikliranje, EE-otpad mora biti obrađen i razdvojen istovjetne materijale koji se može koristiti za izradu novih proizvoda. Učinkovito odvajanje materijala temelj je recikliranja elektroničke i električne opreme. Početno usitnjavanje EE-otpada olakšava razvrstavanje i odvajanje plastike od metala i unutarnjeg strujnog kruga. U tu svrhu, EE-otpad se isjecka na komade od 100 mm kako bi se pripremio za daljnje razvrstavanje.³⁷ Potom se metali, poput željeza i čelika odvajaju od ostatka izrezanih komada korištenjem snažnog nadzemnog magneta.³⁸ Odvojeni čelični materijali zatim se pripremaju za prodaju u obliku recikliranog čelika. Daljnja mehanička obrada odvaja aluminijske, bakrene i pločice od strujnog kruga koji je danas većinom plastičan. Zatim se za odvajanje stakla od plastike koristi tehnologija odvajanja vodom.³⁹ Tehnika odvajanja stakla i plastike vodom zasniva se na razlici u gustoći, naime plastika u vodi pluta dok staklo tone. U nastavku, vizualnim pregledom i ručnim sortiranjem ocjenjuje se kvaliteta izdvojenih materijala.⁴⁰

³⁷ Haque, T., op.cit.

³⁸ Ibidem.

³⁹ Ibidem.

⁴⁰ Ibidem.

Nakon završetka faze rezanja, sortiranja i odvajanja, odvojeni materijali pripremaju se za prodaju kao korisne sirovine za proizvodnju nove elektronike ili drugih proizvoda.

Danas je posao reciklaže elektroničkog i električnog otpada u svim dijelovima razvijenog svijeta veoma rasprostranjen i brzo se razvija. Sistemi, tehnologije i tehnike za preradu EE-otpada su se dodatno razvili u posljednjih nekoliko godina, nakon povećane regulatorne, javne i komercijalne inicijative, a usporedno s time je narastao i poduzetnički interes.

Ipak, i recikliranje EE-otpada ima svoje negativne strane, odnosno izazove. Prvi je činjenica da veliki broj sakupljenog EE-otpada u razvijenim zemljama završava na recikliranju u nerazvijenim zemljama gdje ne postoje zakone regulative kojima se reguliraju reciklažna postrojenja, uvjeti radnika, i zdravlje okoliša. Trenutno, čak 50 do 80% EE-otpada koji se prikupi za recikliranje završava u manje razvijenim zemljama, pa čak i na ilegalan način. Drugi izazov je pad u kvaliteti EE-otpada. Naime, iako EE-otpada ubrzano raste, njegova kvaliteta opada. Također, neki od uređaja jednostavno nisu dizajnirani za recikliranje i ponovu uporabu. Naposljetku, unatoč svim dosada poduzetim mjerama, većina EE-otpada i dalje završava na prirodnim odlagalištima.

5. TEMELJNI ZAKONSKI AKTI O ZBRINJAVANJU ELEKTRONIČKOG I ELEKTRIČNOG OTPADA

5.1. Evropske direktive u pogledu elektroničkog otpada

Na području Europske unije sve se više daje pozornosti ekološkoj održivosti, te samim time i EE-otpadu. Pitanje zbrinjavanja EE-otpada na području Europske unije riješeno je poprilično dobro, te Europska unija sa 40% trenutno drži vodstvo u postotku EE-otpada koji se prikuplja na oporabu, ponovo korištenje ili reciklažu. U cilju poduzimanja daljnjih mjera za što sigurnije i efektivnije zbrinjavanje EE-otpada, Europska unija je kreirala dvije direktive. Direktiva o električnom i elektroničkom otpadu, takozvana WEEE direktiva, stupila je na snagu u veljači 2003. godine., a tri godine kasnije na snagu je stupila i Direktiva o ograničenjima za upotrebu opasnih materijala.⁴¹

5.1.1. WEEE direktiva

Takozvana WEEE direktiva je Direktiva Europske zajednice o otpadnoj električnoj i elektroničkoj opremi (WEEE) koja postavila ciljeve prikupljanja, recikliranja i uporabe za sve vrste električne opreme, s minimalnom stopom od 4 kilograma po glavi stanovnika godišnje.⁴²

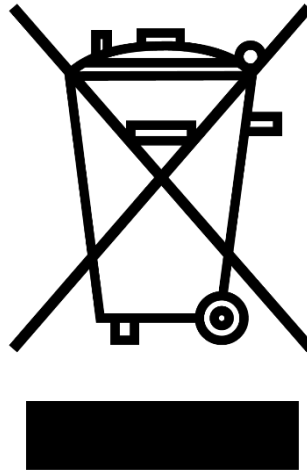
Simbol koji je usvojilo Europsko vijeće za predstavljanje otpadne električne i elektroničke opreme sadrži precrtanu kantu sa kotačima sa ili bez jedne crne crte ispod simbola. (Slika 5.1.) Crna crta označava da je roba stavljena na tržište nakon 2005.

⁴¹ Direktiva 2002/95/EC Europskog parlamenta i Vijeća od 27. siječnja 2003 o ograničenju uporabe određenih opasnih tvari u električnoj i elektroničkoj opremi. Dostupno na: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:037:0019:0023:EN:PDF>, 12.08.2019.

⁴² Direktiva 2002/96/EC Europskog parlamenta i Vijeća od 27. siječnja 2003 o električnom i elektroničkom otpadu, op.cit.

godine, kada je Direktiva stupila na snagu. Roba bez crne linije proizvedena je između 2002. i 2005. U takvim se slučajevima one tretiraju kao „povijesna WEEE“ i podliježu povratu putem shema usklađenosti s proizvođačima.

Slika 5.1: WEEE simbol



IZVOR: Google

Opći cilj Direktive je bio da EU reciklira najmanje 85% električne i elektroničke opreme za otpad do 2016. godine. No to nije uspjelo te je 2012. uvedene revidirana metoda uz prijelazno razdoblje od sedam godina.⁴³ Nakon završetka ovog prijelaznog razdoblja od sedam godina, države članice Europske unije pojedinačno će odabrati stvarne mogućnosti prikupljanja koje žele koristiti.

5.1.2. Direktiva o ograničenjima za upotrebu opasnih materijala

Direktivu o ograničenjima za upotrebu opasnih tvari, Direktiva 2002/95/EC usvojio je u veljači 2003. godine Europski parlament te Europsko vijeće, a stupila je na snagu 1. srpnja 2006.⁴⁴ Ovom se direktivom ograničava (s iznimkama) uporaba šest opasnih

⁴³ Direktiva 2002/96/EC Europskog parlamenta i Vijeća od 27. siječnja 2003 o električnom i elektroničkom otpadu, op.cit.

⁴⁴ Direktiva 2002/95/EC Europskog parlamenta i Vijeća od 27. siječnja 2003 o ograničenju uporabe određenih opasnih tvari u električnoj i elektroničkoj opremi, op.cit.

materijala u proizvodnji različitih vrsta elektroničke i električne opreme. Usko je povezana s Direktivom električnom i elektroničkom otpadu (WEEE) 2002/96/EC koja postavlja ciljeve prikupljanja, recikliranja i oporabe električne opreme i dio je zakonodavne inicijative za rješavanje problema ogromnih količina toksičnog elektroničkog otpada.

Ova Direktiva se često naziva "direktivom bez olova", ali ograničava upotrebu sljedećih deset tvari:

- Olovo
- Živa
- Kadmij
- Šestvalentni krom
- Polibromirani bifenili
- Polibromirani difenil eter

Kasnije, 2015., na popis su dodani i Bis (2-etilheksil) ftalat, Butil benzil ftalat, Dibutil ftalat, Diizobutil ftalat.

Polibromirani bifenili i Polibromirani difenil eter su usporivači plamena koji se koriste u nekoliko plastičnih masa. Šestovalentni krom upotrebljava se za kromiranje, kromatske prevlake i prajmere te za kromatsku kiselinu. Najveće dopuštene koncentracije u proizvodima (koji nisu na popisu iznimki) su 0,1% , osim kadmija, koji je ograničen na 0,01%. Postavljena ograničenja su na svaki homogeni materijal u proizvodu, što znači da se ograničenja ne odnose na težinu gotovog proizvoda ili čak na neku komponentu, već na svaku pojedinačnu tvar koja bi se (teoretski) mogla mehanički odvojiti - na primjer, plašt na kablju ili kalamiranje na kablju komponenata.

Baterije nisu obuhvaćene ovom Direktivom. Međutim, u Europskoj uniji su baterije regulirane Direktivom o baterijama Europske komisije iz 1991. (91/157 / EEZ).

Ova Direktiva je s vremenom razvila svoj znak, prikazan na slici 5.1., čija prisutnost na proizvodima potvrđuje da je proizvod u skladu s Direktivom.

Slika 5.2: Znak Direktive RoHS



IZVOR: Google

Znak je akronim engleskog nazive Direktive „The Restriction of Hazardous Substances Directive“.

5.1.3. Aktivnosti zbrinjavanja elektroničkog otpada na području europske unije

Program LIFE

Jedan od najznačajnijih programa za gospodarenje električnim i elektroničkim otpadom je i LIFE. Program LIFE je jedan od glavnih instrumenata Europske unije za financiranje različitih ekoloških akcija. Od 1992. godine ovaj program financira inovativne programe kako bi se poboljšala implementacija i razvoj ekološke politike i legislative Europske unije.⁴⁵ Sukladno tome, oko 50 projekata iz programa LIFE fokusira se na menadžment i prevenciju štetnih utjecaja u gospodarenju električnim i elektroničkim otpadom.

⁴⁵ European Commission. *LIFE programme*. Dostupno na. <https://ec.europa.eu/easme/en/life>, 10.08.2019.

Ovi projekti osigurali su inovativne pristupe koji su pomogli implementaciji europske legislative, te su pomogli razviti cirkularnu ekonomiju. LIFE projekti donijeli su generalna rješenja kako bi se podigla svijest u općoj javnosti o potrebi za skupljanjem električnog i elektroničkog otpada, kako bi se testirale nove mogućnosti reciklaže, kako bi se optimiziralo gospodarenje i recikliranje, kako bi se iskoristio maksimum recikliranog materijala i komponenti, kako bi se razvili standardi kvalitete i evaluacije, kako bi se osigurala obuka profesionalaca, te kako bi se razvili informativni sistemi i razmjena.

Dvije pozitivne prakse projekata u LIFE programu su sljedeće:

- WEEELABEX: WEEE Label of Excellence, europski standardi za gospodarenje i recikliranje električnim i elektroničkim otpadom, te za monitoring tvrtki koje se bave gospodarenjem električnim i elektroničkim otpadom. Ovaj je projekt razvijen kako bi se razvili novi standardi reciklažnih procesa, te kako bi se obučilo sve sudionike u svrhu osiguranja da se potrebnim standardima precizno pristupilo, te da ih se komuniciralo kroz novi WEEE Label of Excellence. WEEE menadžment sve više i više postaje aktivnost koja se proteže i izvan granica uz značajne konkurentske prednosti. S harmonizacijom standarda diljem Europe, sheme za prilagođavanje mogu olakšati ugovore između onih koji se bave reciklažom i onih koji se bave gospodarenjem. Harmoniziranje seta zahtjeva znači da oni koji se bave gospodarenjem trebaju se samo baviti sa administracijom i tehničkim zahtjevima koji dolaze od strane WEEELABEX kupaca, tj. radije nego širokim spektrom ugovornih specifikacija. Drugi dio projekta se fokusira na harmoniziranje specifikacija. Tako su se unutar projekta razvili softwari i različiti alati kako bi se ostvarili svi potrebni ciljevi. Također je otvoren i središnji ured u Pragu kako bi se i srednjoeuropske zemlje potaknulo na recikliranje električnog i elektroničkog otpada. Formalna verifikacija ovog projekta se provela u Francuskoj, Nizozemskoj, Italiji i Španjolskoj. Također, standardi su dostupni na engleskom, francuskom, njemačkom, španjolskom, talijanskom, portugalskom i poljskom.⁴⁶

⁴⁶ European Commission. *LIFE programme*. Dostupno na: <https://ec.europa.eu/easme/en/life>, 10.08.2019.

- Slovenia WEEE campaign: podizanje svijesti o važnosti gospodarenja električnim i elektroničkim otpadom na između različitih ciljnih skupina u Sloveniji. Glavni cilj ovog projekta bio je podići svijest o gospodarenju i reciklaži elektroničkog i električnog otpada u Sloveniji. U sklopu projekta su se i organizirale i četiri kampanje za podizanje svijesti. Od toga su dvije bile u školama. Jedna se fokusirala na slovenske općine, a druga na internet. Uz pomoć WEEE projekta, zrak, energija, te klima su bili predstavljeni sa specijalnim didaktičkim materijalima o važnosti pravilnog gospodarenja WEEE otpadom koji su bili namijenjeni za školsku djecu i lokalna društva. Tako su se organizirala 24 nacionalna dana na lokalnoj i regionalnoj razini, posebno u suradnji s lokalnim vlastima, EEE proizvođačima, glavnim prodavačima, te javnim tijelima koja su odgovorna za gospodarenje sa WEEE. Za vrijeme otvorenih dana, sudionici su mogli odložiti njihov električni i elektronički otpad, te su u realnom vremenu mogli pristupiti procesima recikliranja i naučiti kako se treba pravilno gospodariti električnim i elektroničkim otpadom. Dva su glavna postignuća ovog projekta. To je promotivno vozilo ili E- Transformer, te interaktivni terminal koji se upotrijebio za informiranje opće javnosti i školske djece kako pravilno gospodariti različitim vrstama elektroničkog otpada, te kako i gdje isti odlagati. Za vrijeme različitih događaja koji su se organizirali za vrijeme trajanja projekta, više od 1000 tona električnog i elektroničkog otpada se skupilo, te uputilo na recikliranje.⁴⁷

U okviru prvog projekta organizirao se i cijeli niz manjih projekata od kojih se ističu ECO-VITRIUM-TRC koji predstavlja integralni menadžment model baziran na katodnom staklu i koji zatvara reciklažni proces, WEEE- NET koji je zapravo inovativna ICT platforma koja služi kao alat za potporu održivog menadžmenta kada se radi o gospodarenju otpadom, te IDENTIS WEEE koji zapravo predstavlja određivanje identifikacije integriranih sistema za WEEE. U okviru drugog projekta su značajni R.E.P.T. koji predstavlja alat za potporu ekološkoj politici, ELECTROVALUE koji se sastoji od alternativa za električne i elektroničke klasične proizvode, te ECORAE što

⁴⁷ European Commission. *LIFE programme*. Dostupno na. <https://ec.europa.eu/easme/en/life>, 10.08.2019.

je zapravo demonstracija reciklažnih procesa u skladu s legislativnim procesima u skladu sa zakonom Europske unije.

5.2. Nacionalni zakonski akti i propisi

Propisi koji na nacionalnoj razini reguliraju problematiku zbrinjavanja električnog i elektroničkog otpada su:

- Zakon o fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost
- Zakon o zaštiti okoliša
- Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske
- Pravilnik o gospodarenju otpadnom električnom i elektroničkom opremom.

5.2.1. Zakon o Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost

Zakonom o fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost osnovao se Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, te se njime uređuje njegovo ustrojstvo, djelatnost, izvori sredstava, namjena i način korištenja sredstava Fonda te druga pitanja u svezi s ostvarivanjem djelatnosti Fonda. Fond je zadužen za djelatnosti u području „očuvanja, održivog korištenja, zaštite i unaprjeđivanja okoliša, te energetske učinkovitosti i korištenja obnovljivih izvora energije“⁴⁸.

U obavljanju svoje djelatnosti Fond promiče ciljeve i načela zaštite okoliša radi postizanja sustavnog i cjelovitog očuvanja kakvoće okoliša, očuvanja prirodnih zajednica i racionalnog korištenja prirodnih dobara i energije kao osnovnih uvjeta održivog razvoja te ostvarivanja prava građana na zdrav okoliš. Fond zapravo služi kao centralno mjesto za prikupljanje izvanproračunskih sredstava koji se mogu koristiti za projekte i programe koji imaju za cilj zaštitu okoliša i prirode te promociju održivog razvoja. Sredstva Fonda koriste se za financiranje zaštite okoliša i energetske učinkovitosti, a osobito za sljedeće:

- „zaštitu, očuvanje i poboljšanje kakvoće zraka, tla, voda i mora te ublažavanje klimatskih promjena i zaštitu ozonskog omotača,

⁴⁸ *Zakon o Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost* (pročišćeni tekst, Narodne novine 107/03, 144/12)

- saniranje odlagališta otpada, poticanje izbjegavanja i smanjivanja nastajanja otpada, obradu otpada i iskorištavanje vrijednih svojstava otpada,
- poticanje čistije proizvodnje, odnosno izbjegavanje i smanjenje nastajanja otpada i emisija u proizvodnom procesu,
- zaštitu i očuvanje biološke i krajobrazne raznolikosti,
- provedbu nacionalnih energetske programe,
- poticanje korištenja obnovljivih izvora energije (sunce, vjetar, biomasa i dr.),
- poticanje održive gradnje,
- poticanje čistijeg transporta,
- poticanje održivog korištenja prirodnih dobara,
- poticanje održivog razvoja ruralnog prostora,
- poticanje održivih gospodarskih djelatnosti, odnosno održivoga gospodarskog razvoja,
- unaprjeđivanje sustava informiranja o stanju okoliša, praćenja i ocjenjivanja stanja okoliša te uvođenje sustava upravljanja okolišem,
- poticanje obrazovnih, istraživačkih i razvojnih studija, programa, projekata i drugih aktivnosti, uključujući i demonstracijske aktivnosti,
- ostvarivanje djelatnosti Fonda.⁴⁹

Fond se sastoji od Upravnog odbora, koji upravlja Fondom, i direktora Fonda, koji zastupa Fond u pravnim poslovima te ga predstavlja u javnosti. Za svaku poslovnu godinu Upravni odbor Fonda donosi Program rada i Financijski plan. U programu rada i financijskom planu izdvojeno se prikazuju programi i projekti te financijska sredstva za područje zaštite okoliša i područje energetske učinkovitosti sukladno odredbama članka 2. stavka 2. Zakona o Fondu.⁵⁰

Fond svoja sredstva može osigurati iz namjenskih prihoda poput naknada onečišćivača okoliša, naknada na opterećivanje okoliša otpadom, naknada korisnika okoliša te posebnih naknada za okoliš na vozila na motorni pogon. Kao svoja sredstva

⁴⁹ *Zakon o Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost*, op. cit.

⁵⁰ *Zakon o Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost*, op.cit.

Fond može ostvariti i iz proračuna jedinica lokalne i regionalne samouprave kroz zajedničke programe, temeljem bilateralnih i multilateralnih suradnji, donacija i pomoći te od prihoda i primitaka od upravljanja vlastitim slobodnim novčanim sredstvima.⁵¹

Sredstvima Fonda prvenstveno se financiraju programi, projekti i slične aktivnosti utvrđeni sukladno Nacionalnoj strategiji zaštite okoliša i Nacionalnom planu djelovanja za okoliš, Strategiji energetske razvitka i Programu provedbe strategije energetske razvitka te nacionalnim energetske programima.⁵² U financiranju programa, projekata i sličnih aktivnosti utvrđenih sukladno stavku Zakonu o Fondu, Fond surađuje s bankama i drugim financijskim institucijama. Sredstva Fonda se dodjeljuju temelj javnih natječaja, a mogu se dodijeliti pravnim i fizičkim osobama putem donacija, pomoći, subvencija ili besamatnih zajmova. Dodijeljena sredstva su uvijek namjenska te se samo kao takva mogu koristiti. Dosad je Fond za Programe zaštite okoliša dodijelio 2.374.888.060,89 kuna, a za Programe energetske učinkovitosti 309.442.112,78 kuna.⁵³

5.2.2. Zakon o zaštiti okoliša

Zakonom o zaštiti okoliša uređuju se načela zaštite okoliša u okviru koncepta održivog razvitka, zaštita sastavnica okoliša i zaštita okoliša od utjecaja opterećenja, subjekti zaštite okoliša, dokumenti održivog razvitka i zaštite okoliša, instrumenti zaštite okoliša, praćenje stanja u okolišu, informacijski sustav zaštite okoliša, osiguranje pristupa informacijama o okolišu, sudjelovanje javnosti u pitanjima okoliša, osiguranje prava na pristup pravosuđu, odgovornost za štetu u okolišu, financiranje i instrumenti opće politike zaštite okoliša, upravni i inspekcijski nadzor, te druga pitanja s tim u vezi.

⁵¹ Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. *Izvori financiranja*. Dostupno na: http://www.fzoeu.hr/hr/koristenje_sredstava/izvori_financiranja/, 15.08.2019.

⁵² Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. *Izvori financiranja.*, op.cit.

⁵³ Fond za zaštitu okoliša. *Financijski izvještaj za 2018. godinu*. Dostupno na: http://www.fzoeu.hr/docs/financijski_izvjestaj_2018_v1.pdf, 12.08.2019.

Zaštitom okoliša osigurava se cjelovito očuvanje kakvoće okoliša, očuvanje bioraznolikosti i krajobrazne raznolikosti te georaznolikosti, racionalno korištenje prirodnih dobara i energije na najpovoljniji način za okoliš, kao osnovni uvjet zdravog života i temelj koncepta održivog razvitka. Okoliš je dobro od interesa za Republiku Hrvatsku i ima njezinu osobitu zaštitu. Zahvatima u okoliš smije se utjecati na kakvoću življenja, zdravlje ljudi, biljni i životinjski svijet u okvirima održivog razvitka. Cjelovito upravljanje zaštitom okoliša provodi se na način da se ostvari održivi razvitak sukladno ovom Zakonu i posebnim propisima.

5.2.3. Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske

Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske (u daljnjem tekstu: Strategija) točku 2.3.9. posvećuje EE-otpadu navodeći kako većina e-otpada spada u skupinu opasnog otpada zbog opasnih komponenti koje takvi uređaji sadrže. Strategija navodi kako su troškovi otpadne elektronike iznimno visoki, te je posebni problem što se ne odlaže pravilno već ju se nerijetko može pronaći i u komunalnom i industrijskom laptopu.

Prema Strategiji, prvi pilot-projekt izdvojenog skupljanja i oporabe otpadne elektronike iz domaćinstava započeo je Grad Zagreb još potkraj 1998. Ipak, ovaj se otpad i danas odvozi iz reciklažnih dvorišta za građane ili sabirališta u sklopu „akcija skupljanja glomaznog otpada ili redovitog odvoza komunalnog otpada i završava, najčešće, na odlagalištima“⁵⁴. Međutim, Strategija i navodi da je vidljivo kako sve veći broj gospodarskih subjekata vodi računa o EE-otpadu te ga prikuplja i skladišti, što je zasigurno veliki napredak. Strategija zaključuje kako je za održivije gospodarenje e-otpadom, a posebno elektroničkim, potreban cjelovit sustav oporabe, a kao prepreke za njegov razvitak identificiraju:

- „nedostatne zakonske regulative i nedovoljnog nadzora toka elektroničkog otpada,
- nenadziranog uvoza elektroničke tehnike (s velikim potencijalom otpada),

⁵⁴ *Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske*, op.cit.

- nerazvijenog tržišta za otkup iskoristivih dijelova otpadne elektronike,
- nepostojanja obveze kompenzacijskog procesa otpadne elektroničke opreme u bilanci prodaje nove opreme,
- neplaćanje naknade za zbrinjavanje⁵⁵.

Također, Strategija daje smjernice za unapređivanje sustava gospodarenja e-otpadom koje podrazumijevaju (1) odvojeno skupljanje EE-otpada na dostupna sakupljališta kako bi se upotrebljivi dijelovi (metal, plastika i sl.) izdvojili i ponovo iskoristili, a opasni zbrinuli na odgovarajući način, (2) uvođenje naknade na uvoz i proizvodnju, zbrinjavanje ostatka (uglavnom opasnog otpada) na propisan način, (3) odvojeno prikupljanje rashladnih plinova i zbrinjavanje na propisan način, te (4) izvoz otpada koji se ne može zbrinuti ili iskoristiti u Hrvatskoj.⁵⁶

⁵⁵ *Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske*, op.cit.

⁵⁶ *Ibidem*.

6. ZAKLJUČAK

Danas je EE-otpad jedan od najbrže rastućih otpada te čini 5% cjelokupnog otpada. Samo je u Europskoj uniji, 2005. godine, generirano je oko 9 milijuna tona ovakvog otpada u zemljama članicama Europske unije, a do 2020. godine se predviđa da će biti generirano čak oko 12 milijuna tona godišnje. U zemljama zapada, Sjedinjenih Američkih Država i zemljama Europske unije, najveći udio EE-otpada posljedica je brzog razvitka moderne tehnologije, primarno u vidu telekomunikacijskih uređaja poput mobitela ili računala, odnosno tableta i prijenosnih računala.

Primarni izazov kod EE-otpada uzrok je njegova sastava. Naime, EE-otpad predstavlja kompleksnu mješavinu materijala i komponenti koji zbog svojeg štetnog sadržaja, ako nisu pravilno zbrinuti, mogu uzrokovati ozbiljne ekološke i zdravstvene probleme.

Iako EE-otpad sadrži složene kombinacije izrazito toksičnih tvari koje predstavljaju opasnost po zdravlje i okoliš, mnogi proizvodi sadrže i obnovljive dragocjene te rijetke i skupe materijale, što ga čini drugačijom vrstom otpada u usporedbi s tradicionalnim komunalnim otpadom. Postoji rašireno mišljenje i neslužbeni dogovor vlada zapada da odlagalište otpadne elektroničke i električne opreme nije prihvatljiva opcija upravljanja tom vrstom otpada. Preusmjeravanje s odlagališta, čini se kroz razne programe sakupljanja, što uvelike dovodi do recikliranja EE-otpada. Kako bi se poboljšalo gospodarenje ovakvim otpadom i dalo doprinos ekonomiji recikliranja, te poboljšalo učinkovitost resursa, reciklaža je od ključne važnosti. Uz reciklažu, iznimno bitna u je ponovna uporaba.

Mobilni uređaji čine jedan od najvećeg udjela u ukupnoj količini EE-otpada. Naime, sektor mobilnih terminalnih uređaja napreduje vrlo brzo i zbog toga, zajedno sa smanjenjem početnih troškova, ljudi nadograđuju svoje telefone slično brzom brzinom. Trenutno, prosječni životni vijek mobilnog telefona u razvijenim zemljama iznosi oko dvije godine, a taj iznos godina se stalno smanjuje. Iz tog razloga, važno je

osvijestiti stanovništvo o važnosti odlaganja starih mobilnih uređaja na zato predviđeno mjesto, bilo u reciklažno dvorište ili kod neke od brojnih kompanija koje nude uslugu besplatnog zbrinjavanja starih mobilnih uređaja. Mobilni terminalni uređaji su trenutno jedan od rijetkih elektroničkih proizvoda, ako ne i jedini, koji imaju i uspješno tržište ponovne uporabe. U stvari, više mobitela se ponovno koristi nego reciklira. Procjenjuje se da se do 80% mobilnog telefona može ponovo upotrijebiti. Zanimljivo je da od svih materijal koji čine sastavne dijelove mobilnog uređaja, a koji uđu u proces reciklaže, pravilnim odlaganjem i zbrinjavanjem mobilnih terminalnih uređaja, samo 10% njih završe na zbrinjavanju, dok se ostatak uspješno ponovo koristi ili reciklira.

Mobilni terminalni uređaji predstavljaju pozitivnu praksu zbrinjavanja EE-otpada te bi trebali služiti kao primjer kako pristupiti zbrinjavanju i reciklaži i drugih EE proizvoda. Uz to, potrebno je poduzeti mjere kako bi održao životni vijek mobilnih uređaja, ali i drugih EE uređaja, te tako doprinijeti zdravijem i čistijem okolišu, kao i ekološki efikasnijem i održivijem življenju modernog čovjeka u jeku digitalne revolucije.

LITERATURA

Knjige, radovi i časopisi

1. Balde, C.P. et al. (2015). *E-waste statistics. Guidelines on classification, reporting and indicators*. The United Nations University
2. Balde, C.P. et al. (2015). *The Global E-waste Monitor 2014: Quantities, flows and resources*. The United Nations University
3. Cesaro, A. et al. (2019). *A relative risk assessment of the open burning of WEEE*, Environ Sci Pollut Res, Vol 26, Izd. 11.
4. Gill, N.G. (2016). *Electronic waste*. Encyclopedia Britannica. Dostupno na: <https://www.britannica.com/technology/electronic-waste>, 10.08.2019.
5. GSM ASSOCIATION (2012). *Mobile Phone Lifecycles: Use, Take-back, Reuse and Recycle*. London
6. Thomas, G.P. (2012). *Recycling of Mobile Phones*. AZO Clean Tech: Amsterdam
7. Townsend, T.G. (2011). *Environmental Issues and Management Strategies for Waste Electronic and Electrical Equipment*, Journal of the Air & Waste Management Association, 61:6, 587-610, DOI: 10.3155/1047-3289.61.6.587

Online izvori

1. Environmental Protection Agency, EPA. *Cleaning Up Electronic Waste (E-Waste)*. Dostupno na: <https://www.epa.gov/international-cooperation/cleaning-electronic-waste-e-waste>, 21.08.2019.
2. European Commission. *LIFE programme*. Dostupno na: <https://ec.europa.eu/easme/en/life>, 10.08.2019.
3. European Commission. *Waste Electrical and Electronic Equipment*. Dostupno na: https://ec.europa.eu/environment/waste/weee/index_en.htm, 11.08.2019.
4. Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost. *Izvori financiranja*. Dostupno na: http://www.fzoeu.hr/hr/koristenje_sredstava/izvori_financiranja/, 15.08.2019.
5. Fond za zaštitu okoliša. *Financijski izvještaj za 2018. godinu*. Dostupno na: http://www.fzoeu.hr/docs/financijski_izvjestaj_2018_v1.pdf, 12.08.2019.

6. Haque, T. (2018). *Introduction to Electronics (E-waste) Recycling*. Small Business. Dostupno na: <https://www.thebalancesmb.com/introduction-to-electronics-e-waste-recycling-4049386>
7. Hrvatski telekom. *Model zbrinjavanja mobitela*. Dostupno na: <https://www.t.ht.hr/drustvena-odgovornost/modal-zbrinjavanje-mobitela/>, 12.08.2019
8. King, H.M. *The Many Uses of Gold*, Geoscience News and Information, Dostupno na: <https://geology.com/minerals/gold/uses-of-gold.shtml>, 12.08.2019.
9. Mobile Muster. *What is in mobiles*. Dostupno na: http://www.mobilemuster.com.au/media/7844/mm_whats_in_mobiles.gif, 30.08.2019.
10. Spectra-Media d.o.o. – državni koncesionar za recikliranje EE otpada (2912). Električni i elektronički uređaji i oprema. Dostupno na: <https://ee-otpad.com/ee-otpad.php>, 09.08.2019.
11. Statista Research Department. (2011). *Metal components of a billion mobile phones in 2010 (in tonnes)*. Dostupno na: <https://www.statista.com/statistics/273432/metal-parts-of-a-billion-mobile-phones/>, 30.08.2019.

Zakoni, pravilnici i regulative

1. Direktiva 2002/96/EC Europskog parlamenta i Vijeća od 27. siječnja 2003 o električnom i elektroničkom otpadu. Dostupno na: <http://data.europa.eu/eli/dir/2002/96/2010-12-01>, 12.08.2019.
2. Direktiva 2011/65/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 8. lipnja 2011. o ograničenju uporabe određenih opasnih tvari u električnoj i elektroničkoj opremi, Dostupno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/ALL/?uri=CELEX:02011L0065-20160715>, 12.08.2019.
3. *Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske* (pročišćeni tekst, Narodne novine 130/05)
4. *Zakon o Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost* (pročišćeni tekst, Narodne novine 107/03, 144/12)

POPIS ILUSTRACIJA

Popis slika

Slika 4.1: Sastav mobilnih terminalnih uređaja	16
Slika 4.2: Životni ciklus mobilnih terminalnih uređaja.....	21
Slika 5.1: WEEE simbol.....	28
Slika 5.2: Znak Direktive RoHS	30

Popis tablica

Tablica 3.1: Klasifikacija EE-otpada	9
--	---

Popis grafova

Graf 4.1: Količina materijala u milijardu mobilnih telefona izražena u tonama.....	17
--	----

