

Onečišćenja uzrokovana električnim i elektroničkim otpadom i njihov utjecaj na okoliš

Marijanović, Nikola

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:366006>

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

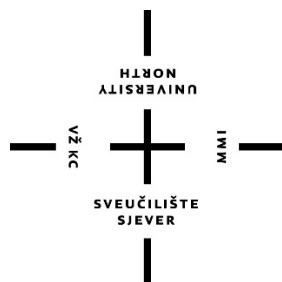
Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-24**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





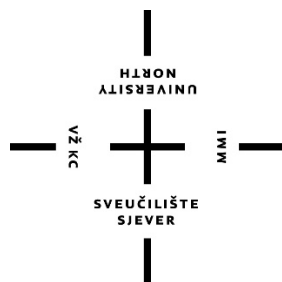
**Sveučilište
Sjever**

Diplomski rad br. 39/ARZO/2022

**Onečišćenja uzrokovana električnim i elektroničkim
otpadom i njihov utjecaj na okoliš**

Nikola Marijanović, 0016091399

Koprivnica, rujan 2022. godine



Sveučilište Sjever

Odjel za ambalažu recikliranje i zaštitu okoliša

Diplomski rad br. 39/AZRO/2022

Onečišćenja uzrokovana električnim i elektroničkim otpadom i njihov utjecaj na okoliš

Student

Nikola Marijanović, 0016091399

Mentor

izv. prof. dr. sc. Krunoslav Hajdek

Koprivnica, rujan 2022. godine

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za ambalažu, recikliranje i zaštitu okoliša		
STUDIJ	diplomski sveučilišni studij Ambalaža, recikliranje i zaštita okoliša		
PRISTUPNIK	Nikola Marijanović	MATIČNI BROJ	0016091399
DATUM	25.05.2022	KOLEGIJ	Reprodukcijski procesi u ambalažnoj industriji
NASLOV RADA	Onečišćenja uzrokovana električnim i elektroničkim otpadom i njihov utjecaj na okoliš		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Pollution caused by electrical and electronic waste and their impact on the environment		

MENTOR	dr. sc. Krunoslav Hajdek	ZVANJE	izvanredni profesor
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. izv.prof.dr.sc. Dean Valdec - predsjednik		
	2. prof.dr.sc. Božo Smoljan - član		
	3. izv.prof.dr.sc. Krunoslav Hajdek - mentor		
	4. izv.prof.dr.sc. Bojan Šarkanj - zamjenski član		
	5.		

Zadatak diplomskog rada

BROJ	39/ARZO/2022
OPIS	

Tržište elektroničke i električke opreme u posljednjem desetljeću doživjelo je ogroman rast. Samim razvojem tehnologije razvijala se ekonomija i gospodarstvo. U budućnosti se i dalje očekuju pozitivni pomaci i stope u razvoju tehnologije i gospodarstva i globalni rast općenito. Upravo taj rast donio je brojna pitanja i počeo razvijati svijest kod ljudi o mogućim štetnim utjecajima elektroničkog i električnog otpada na ljudsko zdravlje i okoliš. Postoje 4 glavne kategorije opasnog kućnog otpada, a u jednoj od njih upravo se nalazi i električni i elektronički otpad. Stvaranje i gomilanje električnog te elektroničkog otpada je veliki društveni problem i prijetnja okolišu.

U radu je potrebno:

- Obraditi teorijski dio rada vezan uz elektronički i električni otpad i utjecaj na okoliš
- Provesti istraživanje o korištenju i recikliranju električnog i elektroničkog otpada
- Prikazati rezultate provedenog istraživanja, provesti diskusiju rezultata te napraviti zaključak

ZADATAK URUČEN	26.5.2022.	POTPIS MENTORA	
----------------	------------	----------------	--



Sažetak

Tržište elektroničke i električne opreme u posljednjem desetljeću doživjelo je ogroman rast. Samim razvojem tehnologije razvijala se ekonomija i gospodarstvo. U budućnosti se i dalje očekuju pozitivni pomaci i stope u razvoju tehnologije i gospodarstva i globalni rast općenito. Upravo taj rast donio je brojna pitanja i počeo razvijati svijest kod ljudi o mogućim štetnim utjecajima elektroničkog i električnog otpada na ljudsko zdravlje i okoliš. Postoje 4 glavne kategorije opasnog kućnog otpada, a u jednoj od njih upravo se nalazi i električni i elektronički otpad. Stvaranje i gomilanje električnog te elektroničkog otpada je veliki društveni problem i prijetnja okolišu. U radu su objašnjeni koncepti upravljanja otpadom, a i načini na koji se u RH elektronički i električni otpad reciklira kod nacionalnog koncesionara za skupljanje svih vrsta EE-otpada. Osim teorijskog dijela u radu je prikazano istraživanje o informiranosti populacije o problemu gomilanja električnog i elektroničkog otpada. Prema dobivenim podacima istraživanja, a s odgovorima uglavnom sjeveroistočne Hrvatske moguće je vidjeti da ispitanici uglavnom veće električne i elektroničke uređaje odlažu na za to odgovarajuća mjesta (reciklažna dvorišta), dok se manji EE otpad odlaže u odgovarajuće kontejnere. Ispitanici se o novostima vezanima za odlaganje EE otpada i novim direktivama uglavnom informiraju iz društvenih mreža i portala što se i daje zaključiti s obzirom na korištenje i prisutnost ljudi na internetu.

Ključne riječi: recikliranje, električni i elektronički otpad, gospodarenje otpadom

Summary

Over the past decade, the market of electrical and electronic equipment has evolved rapidly. Therefore, technological development has had large impact on economy and government as well. There are predictions which include positive shifts (affirmative changes) and rates associated with progress in technology and different aspects (matters) of government that involve global growth. This growth has particularly stimulated many questions and begun to encourage common sense regarding to possible negative impact of electrical and electronic waste on human health and environment. Characterization and quantification of household hazardous waste gives four main categories and one of them is classified as electrical and electronic waste. Electrical and electronic waste accumulation and production is of the high concern because of the potential risks it poses to humans and the environment.

This paper gives the concepts of waste managing in Croatia along the methods of the electrical and electronic waste recycling cycle with national concessionaire who is responsible for collecting all types of waste. Apart from theoretical section, there has been presented the research that refers to common knowledge regarding to the problem of electrical and electronic waste accumulation. Based on the results of the research, which mainly contains respondents from North-East Croatia, it can be shown that examinee's mostly larger electrical and electronic devices dispose to recycling centres while smaller EE waste is being stored in waste containers. It was also concluded, that respondents regarding the news about EE waste collection, organization and management inform themselves on the social networks.

Popis korištenih kratica

EE	Električni i elektronički otpad
EEE	Električna i elektronička oprema
ABS	Akronitril – butadien-stiren
HIPS	Polistiren visoke udarne žilavosti
PC	Polikarbonat
PKO	Posebna kategorija otpada
FZOEU	Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost

Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Koncepti upravljanja otpadom	2
2.1.	Koncept sedam (ili osam) otpada	2
2.2.	Koncept otpada kao aktivnosti bez dodane vrijednosti	2
2.3.	Koncept očitog i manje očitog otpada.....	3
3.	Definicija i upravljanje otpadom	4
3.1.	Plan gospodarenja otpada Republike Hrvatske	4
3.2.	Vrste otpada.....	6
4.	Opasni kućni otpad	7
4.1.	Električni i elektronički otpad	7
4.1.1.	<i>Baterije i pregled stanja na tržištu</i>	<i>9</i>
4.1.2.	<i>Oznake na ambalaži EE uređaja</i>	<i>10</i>
4.2.	Materijali korišteni u EE uređajima	15
4.2.1.	<i>Kadmij.....</i>	<i>15</i>
4.2.2.	<i>Živa.....</i>	<i>15</i>
4.2.3.	<i>Olovo.....</i>	<i>16</i>
4.2.4.	<i>Krom.....</i>	<i>17</i>
4.2.5.	<i>Stakloplastika i PCB.....</i>	<i>17</i>
4.2.6.	<i>Izdvajanje kositra i bakra iz EE otpada</i>	<i>18</i>
5.	Električni i elektronički otpad u EU i stope recikliranja.....	21
5.1.	Gospodarenje EE otpadom u Hrvatskoj	23
5.2.	Načini zbrinjavanja i recikliranja EE otpada.....	26
5.2.1.	<i>Odvojeno sakupljanje.....</i>	<i>29</i>
5.2.2.	<i>Skladištenje i prijevoz.....</i>	<i>30</i>
5.2.3.	<i>Prateći list za otpad.....</i>	<i>30</i>
5.2.4.	<i>Rastavljanje i sortiranje</i>	<i>32</i>
5.2.5.	<i>Usitnjavanje i odvajanje.....</i>	<i>32</i>
5.3.	Odlaganje i ilegalna trgovina opasnim otpadom.....	36
6.	Istraživački dio.....	38
6.1.	Rezultati istraživanja	39
7.	Zaključak.....	44
8.	Literatura.....	45
	Prilozi.....	48

1. Uvod

Svakog dana u kućanstvu se upotrebljava sve više opasnog otpada kojeg možemo razvrstati u 4 kategorije. „Postoje četiri glave kategorije opasnog kućnog otpada, a za gospodarenje tim otpadom slijedi se načelo 4R“ [1]. Porastom upotrebe opasnog otpada u kućanstvu raste i zabrinutost za zbrinjavanje električnog otpada. Tijekom posljednja dva desetljeća globalno tržište električne i elektroničke opreme (EEE) nastavlja eksponencijalno rasti, a sam životni vijek tih proizvoda postaje kraći.

Električnu i elektroničku opremu danas upotrebljavamo u skoro svakom području našeg života. „Moguće ju je podijeliti u dvije skupine. Prva skupina odnosi se na visokotehnološku opremu kao što su računala, telekomunikacijska oprema, mobiteli, faksovi. Druga skupina odnosi se na velike aparate kao što su hladnjaci, perilice i manji aparati.“ [2].

Kako sama potražnja za takvom opremom raste, a životni ciklus se smanjuje predviđanja za 2010. godinu su se ostvarila već 2016. godine kada je procijenjena količina elektroničkog otpada iznosila je 45,7 milijuna tona, a iz godine u godinu ta brojka raste. „Tada je bilo 3 milijarde zastarjelih elektroničkih komponenti za koje je bilo potrebno napraviti sveobuhvatan pristup radi učinkovitog recikliranja takve opreme“ [3].

2. Koncepti upravljanja otpadom

Smanjenje otpada jedno je od glavnih načela smanjenja siromaštva u svijetu, ali da bi to načelo bilo opće prihvaćeno potrebno je razumijevanje svih nas oko koncepata koji ga grade. Postoje dvije različite vrste otpada. Otpad koji se odnosi na bilo koji otpad koji se može smanjiti bez stvaranja drugog oblika otpada i otpad koji se odnosi na bilo koji otpad koji se ne može smanjiti bez stvaranja drugog otpada [4].

2.1. Koncept sedam (ili osam) otpada

Otpad je podijeljen u sedam kategorija. Sličan koncept primijenjen je i u Toyotinom proizvodnom sustavu. Sedam kategorija odnosi se na: prekomjernu proizvodnju, čekanje, transport, defekte, nepotrebno kretanje, skladište te prekomjerno procesiranje. Iz navedenih sedam kategorija vidljivo je da se radi o otpadu koji se događa kod proizvođača.

Prekomjerna proizvodnja odnosi se na opremu/robu koja nema narudžbe. Čekanje opisuje odgađanje novih koraka u procesu, kvar strojeva ili ograničenja kapaciteta strojeva. Otpad kod transporta odnosi se na neučinkoviti prijevoz, seljenje materijala/robe između procesa proizvodnje. Defekti su završna roba (ili pak materijali) koji su na kraju kroz proces proizvodnje izašli s greškom. Nepotrebno kretanje opisuje sav trošak sirovina za premještanje proizvoda pri čemu svako skladište ima troškove održavanja, pakiranja i ispostave proizvoda. Prekomjerno procesiranje obuhvaća sve nepotrebne korake u procesu proizvodnje. Svaka od ovih kategorija ima neku od vrsta otpada koju je moguće smanjiti [4].

2.2. Koncept otpada kao aktivnosti bez dodane vrijednosti

Koncept sedam otpada ne prikazuje definiciju otpada. Umjesto toga predstavljeno je sedam kategorija koje u proizvodnom procesu predstavljaju neku vrstu otpada. Zahvaljujući prvom konceptu pomnim promatranjem moguće je podijeliti kretanje radnika na otpad i rad. U tom slučaju kretanje radnika promatra se kao bespotrebno, ponavljajuće kretanje kojima se usporavaju proizvodni procesi, a rad se može podijeliti u dvije skupine: rad bez dodane vrijednosti i rad s dodanom vrijednosti [4].

2.3. Koncept očitog i manje očitog otpada

Analogno poimanju koncepta otpada kao aktivnosti bez dodane vrijednosti i kod ovog koncepta, podjela u kategorije značajno je pomogla u identificiranju načina na koji se otpad može podijeliti. Kako bi se pobliže objasnio ovaj koncept, može se reći da su nepouzdana strojevi očiti otpad u proizvodnom procesu. Nepouzdanim strojem smatra se onaj koji usporava proizvodni proces svojim stalnim zastoјima, predugim vremenima postavljanja te preradama koje je moguće eliminirati [4]. Očito je da se kod ovog koncepta zapravo radi o sigurnosti i nesigurnosti radnika da procjeni što je očiti, a što manje očiti otpad. Stoga, ostaje pitanje koji je daljnji doprinos ovog koncepta u usporedbi s konceptom sedam otpada, gdje je sve podijeljeno u kategorije.

3. Definicija i upravljanje otpadom

Potreba za boljim i zdravijim načinom života trebala bi biti osnovna motivacija svakog čovjeka. Zbog te potrebe čovjeka, razvijaju se novi materijali, mijenja se način života, a samim time i proizvodni procesi te ljudska svijest. Nakon svake promjene eksponencijalno raste upotreba materijala i sirovina, što dovodi do glavnog pitanja, na koji način zbrinjavati i upravljati otpadom.

Otpad se može opisati kao bilo kakva odbačena tvar, proizvodi životinjskog i biljnog porijekla, nusprodukt proizvodnje, proizvodi koji više ne služe svrsi, odnosno sve štetno i neiskoristivo što nas okružuje. Definicija otpada prema Zakonu o održivom gospodarenju otpadom u RH (NN. 94/13) glasi: „Otpad je svaka tvar ili predmet koji posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti. Otpadom se smatra i svaki predmet i tvar čije su sakupljanje, prijevoz i obrada nužni u svrhu zaštite javnog interesa.“ U tom slučaju posjednik otpada je sami proizvođač otpada ili pravna i fizička osoba koja je u posjedu otpada. Otpad može imati pozitivnu ili pak negativnu tržišnu vrijednost. Pozitivnom vrijednošću smatra se ona u slučaju daljnje prerade i korištenja otpada ponovno u procesu proizvodnje, dok se negativnom podrazumijeva ona nakon plaćanja usluge njegovog zbrinjavanja. Ono što je važno napomenuti jest da otpad nije smeće, gomila neodgovorno odbačenih i u puno slučajeva iskoristih tvari. Kako bi se riješio sam problem gomilanja otpada potrebno je potaknuti globalnu svijest svih nas te informirati populaciju o konceptima upravljanja otpadom.

Na temelju članka 8. Zakona o otpadu (NN. 178/04) Hrvatski sabor je na sjednici 14. listopada 2005., donio Strategiju gospodarenja otpadom Republike Hrvatske, a sam plan za razdoblje 2017. – 2022. nastavno na strategiju donesen je u Hrvatskom saboru 5. siječnja 2017. godine.

3.1. Plan gospodarenja otpada Republike Hrvatske

Prema općim načelima EU, vezanu uz temu gospodarenja otpadom Republika Hrvatska mora uspostaviti pravni okvir čiji će osnovni cilj biti smanjenje količine otpada koji se proizvodi, a s druge strane održivo gospodariti otpadom koji nije moguće reciklirati [5].

„Samom strategijom određeni su prioriteti:

- Usklađivanje zakonske regulative s regulativom EU-a i osiguravanje njezine provedbe;
- Odgoj i obrazovanje za okoliš i gospodarenje otpadom;
- Izbjegavanje nastajanja otpada – smanjivanje količina i opasnih svojstava otpada;
- Povećanje naplativosti naknada za opterećenje okoliša otpadom;
- Sanacija postojećih odlagališta
- Povećanje kvalitete i opsega podataka o količinama i tokovima otpada;

- Gradnja građevina i uređaja za obradu otpada
- Povećanje udjela kontrolirano skupljanja i zbrinjavanja otpada [5].“

Gospodarenje otpadom u RH predstavlja veliki problem, u prvom redu, utoliko što neodgovorno gospodarenje otpadom ima direktan utjecaj na okoliš, a samim time i na ljudsko zdravlje. Posebice, zabrinjavajuće djeluje podatak o godišnjoj proizvodnji otpada prema kojem stanovnik RH u jednoj godini proizvede 2,97 tona, dok na državnoj razini ta brojka raste na 13,2 milijuna tona. Isto tako, prema podacima Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja u Hrvatskoj je prisutno 250 službenih neuređenih odlagališta, čija će sanacija doprinijeti rješavanju ovog problema.

„U tom pogledu definirani su sljedeći strateški ciljevi gospodarenja otpadom:

- Izbjegavanje nastajanja i smanjivanja količina otpada na izvoru te otpada koji se mora odložiti, uz materijalni i energetske oporabu otpada;

- Razvitak infrastrukture za cjeloviti sustav gospodarenja otpadom IVO (izbjegavanje, vrednovanje i odlaganje – stvaranje uvjeta za učinkovito funkcioniranje sustava)

- Smanjivanje rizika otpada;

- Doprinos zaposlenosti u Hrvatskoj;

- Edukacija upravnih struktura, stručnjaka i javnosti za rješavanje problema gospodarenja otpadom“ [5].

„Predviđa se da će se do 2025. organiziranim skupljanjem obuhvatiti 99% stanovništva, reciklirati 25% otpada, a odlagati 35% biorazgradivog otpada. Kvote oporabe 60% za ambalažni otpad, 85% za otpadna vozila, 70 do 80% za e-otpad i recikliranja nekih prioritarnih tokova otpada 55 do 60% za ambalažni otpad, 80% za otpadna vozila, 50 do 80% za e-otpad određene su na temelju EU-a, s pretpostavljenim vremenskim pomacima rokova za Hrvatsku “ [6].

3.2. Vrste otpada

Komunalni otpad proizvodi se u našim domovima pa je mješavina otpada od hrane koja je biorazgradiva, plastike koja to nije, ali je goriva, metala i stakla koji nisu ni biorazgradivi ni gorivi, no mogu se reciklirati, papira koji je biorazgradivi, goriv i može se reciklirati [7]. Proizvodni otpad nastaje u proizvodnim procesima i gospodarstvu što je navedeno u konceptu podjele otpada na 7 kategorija koje su uočene u Toyotinom proizvodnom procesu. Građevinski otpad i otpad od rušenja sadrži velik broj minerala. Takav otpad ne podliježe značajnim fizikalnim, kemijskim i/ili biološkim promjenama te se naziva inertni otpad.

Poljoprivredni i šumarsko-drveni otpad je otpad nastao u ratarstvu, stočarstvu, drvno-prerađivačkoj industriji i na šumskom tlu. Vrsta otpada koja ulazi u postrojenja za dobivanje energije iz otpada diktira koji će se proces za razgradnju koristiti. Toplinski procesi idealni su za čvrsti otpad, iako se određene kapljevine i plinovi mogu upotrijebiti ako su pogodni za izgaranje. Drveni otpad iz graditeljstva i od rušenja često je vrlo suh te samim time idealan za toplinske procese. Negorivi materijali kao što su metali, staklo i ostali inertni otpad nisu pogodni za energente na otpad i recikliraju se na drugi način. Tablica 1. prikazuje godišnju procjenu količine otpada u Republici Hrvatskoj [8].

Tablica 1 – Procjena godišnje količine otpada u RH [8]

Otpad	Količina, mil. t/god
Komunalni	1,2
Građevinski i otpad od rušenja	2,6
Proizvodni i rudarski	1,6
Poljoprivredni i šumarsko - drveni	7,1
Opasni	0,1
Odvojeno skupljeni	0,2
Drugi	0,4
Ukupno	13,2

4. Opasni kućni otpad

Svakog dana u kućanstvu se upotrebljava sve više opasnog otpada koji se može razvrstati u 4 kategorije. „Postoje četiri glave kategorije opasnog kućnog otpada, a za gospodarenje tim otpadom slijedi se načelo 4R [9]. Porastom upotrebe opasnog otpada u kućanstvu raste i zabrinutost za zbrinjavanje električnog otpada. Tijekom posljednja dva desetljeća globalno tržište električne i elektroničke opreme (EEE) nastavlja eksponencijalno rasti, a sam životni vijek tih proizvoda postaje kraći [1].

Zbrinjavanje opasnog otpada osobito je važan problem zbog neosiguranih mjera zbrinjavanja, što za posljedicu ima povećanje skladištenja kod proizvođača/ obrađivača, povećan izvoz te nekontrolirano odlaganje. Važan problem Hrvatske su i “divlja odlagališta” kojih ima, prema raspoloživim podacima, više od 3.000 te otpad s brodova (13.000 m³ krutog otpada na godinu i 24.000 m³ zauljene vode i kaljuže na godinu)

„Postoje 4. glavne kategorije opasnog kućnog otpada.

1. Boje premazi, otapala i slični proizvodi
2. Vrtne kemikalije i proizvodi za njegu kućnih ljubimaca.
3. Proizvodi iz motornih vozila (motorna ulja, antifriz, sredstva za podmazivanje i laštenje, akumulatori.)
4. Kemikalije i materijali koji se koriste u kućanstvu“ [1].

4.1. Električni i elektronički otpad

Razvijanjem tehnologije u posljednja dva desetljeća sve više se gomila električni i elektronički otpad. Razlog tome je njegov eksponencijalni rast, ali samo recikliranje nije se razvijalo jednakim tempom. U skupinu električnog ili elektroničkog otpada pripadaju svi veliki i mali aparati koji se koriste u domaćinstvu, informatička oprema, telekomunikacijska oprema i oprema široke potrošnje. Zbog mogućnosti da, nepropisnim prikupljanjem, utječe u velikoj mjeri na zagađenje i zdravlje ljudi, električni i elektronički otpad, u nastavku EE, potrebno je razdvajati od miješanog komunalnog otpada i ostalih vrsta otpada. Shodno tome, propisana su pravila i odredbe prema kojima je moguće:

1. Kupnjom EE uređaja isti zamijeniti po sistemu jedan za jedan u trgovini.
2. Korištenje univerzalnih punjača
3. Mogućnost ponovne uporabe ili servisiranje uređaja (produljenje garancije na uređaj)
4. Naručivanje besplatnog odvoza

Električnu i elektroničku opremu danas koristimo u najrazličitijim sferama našeg života, a kako je navedeno, spada u jednu od kategorija opasnog kućnog otpada. EE opremu, također, je moguće podijeliti na dvije skupine. Prva skupina odnosi se na visokotehnološku opremu kao što su računala, telekomunikacijska oprema, mobiteli i faksovi. Druga skupina obuhvaća velike aparate: hladnjake, perilice i manje aparate koji se koriste u kućanstvu.

„EE otpad važno je razdvajati od miješanog otpada jer određene komponente elektroničkih proizvoda sadrže otrovne tvari koje mogu stvoriti prijetnju za zdravlje ljudi i zagađenje okoliša. Televizori i monitori za računala sadrže opasne tvari kao što su *olovo*, *živa* i *kadmij*, a *nikal*, *berilij* i *cink* mogu se pronaći u ostaloj EE opremi “ [1].

EE otpad pripada skupini PKO. Kao što je navedeno dalje u radu sastoji se od više vrijednih metalnih i nemetalnih sirovina koje se mogu dobiti recikliranjem.

„EE otpad prema fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost moguće je podijeliti na

- Opremu za izmjenu topline
- Zaslone, monitori i oprema koja sadrži površine veće od 100cm²
- Žarulje
- Velika oprema (bilo koja vanjska dimenzija veća od 50cm)
- Mala oprema (nijedna vanjska dimenzija nije veća od 50cm)
- Mala oprema informatičke tehnike“ [9].

Kako bi se korisnicima EE uređaja omogućilo što lakši odvoz prodavatelji EE opreme s maloprodajom koja ima više 400m² prodajne površine za EE opremu obvezni su na ulazu kupce obavijestiti da preuzimaju EE otpad u poslovnici. Za to je predviđena naljepnica sa slike 1.



Slika 1 Oznaka za preuzimanje EE otpada [9]

4.1.1. Baterije i pregled stanja na tržištu

Baterija je pokretni izvor energije koji kemijsku energiju pretvara u električnu. Danas se bez baterija više ne može zamisliti funkcioniranje tranzistora, satova, alarma, fotografskih aparata, računala i druge prijenosne opreme. Baterije su nezamjenjive u slučajevima kada je nepredvidljivo snabdijevanje električnom energijom. Nadalje, obnovljivi izvori energije, kao vjetrene turbine i solarne jedinice, često koriste baterije za pohranu viška elektriciteta koji se onda može koristiti kada nema vjetera ili pak sunca [1].

Tablica 2. Količine baterija i akumulatora stavljenih na tržište RH, po vrstama, 2018. god [10]

Rb.	Vrsta baterije (akumulatora)	Proizvodnja (kg)	Uvoz (kg)	Izvoz (kg)	Stavljeno na tržište (kg)
1	Prijenosne baterije i akumulatori - olovne	1	129.469	1.294	128.175
2	Prijenosne baterije i akumulatori - nikal - kadmijeve	2	13.944	0	13.946
3	Prijenosne baterije i akumulatori - ostale	97	534.739	3.445	531.392
Ukupno prijenosnih baterija i akumulatora		100	678.152	4.739	673.513
4	Starteri	4.696	10.052.348	47	10.056.997
5	Industrijske baterije i akumulatori	17.621	2.540.908	507	2.558.022
Ukupno		22.417	13.271.408	5.293	13.288.532

Prema podacima Fonda, na tržište Republike Hrvatske u 2018. godini stavljeno je 13.288 tona baterija i akumulatora (22 tone proizvedeno, 13.271 tona uvezeno, 5 tona izvezeno) što je za 15% manje u odnosu na prethodnu godinu. S obzirom na vrste baterija i akumulatora, na tržište RH u 2018. godini stavljeno je 674 tone prijenosnih baterija, 10.057 tona automobilskih akumulatora (startera) i 2.558 tona industrijskih baterija i akumulatora vidljivih u tablici 1. Prijenosne baterije, sukladno Pravilniku (čl. 14), prema kemijskom tipu dijele se na *olovne*, *nikal-kadmijeve* i ostale baterije [10].

Tablica 3. Količine baterija i akumulatora stavljenih na tržište RH, po vrstama, od 2007. – 2018. godine [10]

Stavljeno na tržište RH (t)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Prijenosne baterije i akumulatori	707	454	398	401	332	407	394	347	266	395	568	674
Starteri	7049	7256	6768	6884	5854	6157	6896	6835	7729	9410	12519	10057
Industrijske baterije i akumulatori	1504	1286	1109	1129	1158	1132	1034	1615	1576	1819	2570	2558
Ukupno (t):	9260	8996	8275	8414	7344	7696	8324	8797	9571	11624	15657	13289

Edukacije Fonda održane inspektorima ministarstva financija, kao i identificiranje obveznika u svrhu plaćanja naknade, doprinijele su porastu prijavljenih količina baterija i akumulatora koje su postavljene na tržište te iste godine, a prikazane su u tablici 3. Tim edukacijama povećan je nadzor Carinske uprave. Isto tako, u 2017. godini Fond uz baterije i akumulatore stavljen na tržište navodi i količine koje su proizvođači prijavili, pri čemu su iste uvezli ugrađene u EE opremu i vozila dok se prethodnih godina taj podataka nije navodio [8].

4.1.2. Oznake na ambalaži EE uređaja

Propisi i norme vezani uz označavanje proizvoda (ambalaže) doneseni kao odgovor na objedinjenje hrvatskog i europskog zakonodavstva, primjerice označavanje sukladnosti. Promjene se odnose na povlačenje starih propisa i normi, zatim izmjenu postojećih ili pak donošenje novih zakona. Posljedično, smanjenje tržišta (globalizacija) rezultiralo je donošenjem novih propisa i normi za označavanje ambalaže za proizvođače i potrošače. Provedba svakog novog propisa ili norme morala je proći kroz niz rasprava kako bi se njenom regulacijom odredio put i komunikacija između proizvođača i potrošača [11].

Kako bi se pravilno odvajao otpad, potrebno je poznavati oznake na ambalaži. Ako postoji nesigurnost vezano uz razvrstavanje otpada, potrebno je potražiti oznake koje svaka ambalaža mora imati na sebi [12].

Varijanta znaka u nastajanju koji označava sukladnost proizvoda s Direktivom o ograničenju korištenja opasnih tvari (RoHS, eng. *Restriction of the use of hazardous substances*), a koji nije propisan ili pak normiran može se naći na različitim oblicima proizvoda i ambalaže. Korištenje štetnih tvari poput: *olova*, *žive*, *kadmija*, šesterovalentnog *kroma*, zatim usporivača gorenja poput *polibromiranih bifenila* (PBB) ili *polibromiranih difenil etera* (PBDE) rezultiralo je navedenom Direktivom. Navedene tvari predstavljale su potencijalnu opasnost za ljudsko zdravlje i okoliš.

Ova činjenica bila je povod za osnutak radne skupine čiji je osnovni cilj bio analiza problema i predlaganje rješenja za smanjenje opasnih tvari i njihovih spojeva u EE proizvodima kao i određivanje datuma kada će te mjere stupiti na snagu. Glavni ishod rada skupine bila je objava RoHS direktive u službenom glasilu EU 2003. godine prema kojoj se nakon 01.07.2006 na tržište u državama članicama EU ne smiju stavljati EE proizvodi koji sadržavaju opasne tvari i njihove spojeve. U nekim proizvodima njihova je prisutnost regulirana normama [11]. U nastavku, prikazani su neki od znakova ili izjava da proizvod ispunjava zahtjeve RoHS direktive:



Slika 2. Primjer 1. RoHS sukladan [11]



Slika 3. Primjer 2. RoHS sukladan [11]



Slika 4. Primjer 3. RoHS sukladan [11]

„Putovnica za slobodan protok roba na europskom tržištu“ sintagma je kojom se obično opisuje oznaka CE. Zapravo, ova je oznaka skraćenica francuskog naziva *Conformité Européene* (franc.), a odnosi se na slobodu izvoza proizvoda na kojima se nalazi, u države članice EEA (*European Economic Area*, engl.). Ovom oznakom naznačeno je da navedeni proizvod ispunjava propisane norme. Regulative se u najvećoj mjeri odnose na sigurnost potrošača i njihovo zdravlje, ali i zaštitu okoliša. S ciljem ispunjavanja zahtjeva i dobivanja CE oznake, za mnoge je proizvođače neophodna promjena dizajna proizvoda ili čak cjelokupnog proizvodnog procesa [11].



Slika 5. Slovna oznaka CE [11]

Idući simbol je univerzalni simbol recikliranja, koji se isto tako može vidjeti na ambalaži električnih i elektroničkih proizvoda. „Simbol predstavlja Mobiusovu petlju koja sadrži tri povezane strelice u obliku trokuta sa zaobljenim kutovima. Sve tri se nadovezuju jedna na drugu i svaka od njih sugerira ciklus recikliranja“ [10].



Slika 6. Mobiusova petlja [12]

Simbol zelene točke implicira na činjenicu da je za gospodarenje ambalažnim otpadom uplaćena naknada na račun Organizacije. Ove novčane naknade služe kao doprinos Organizaciji za pravilno gospodarenje otpadom (primjerice izradu ili nabavu vrećica za otpad te kontejner-posuda za odlaganje smeća). U suštini, navedenim se znakom obavještava kupca o spomenutom financijskom doprinosu proizvođača u svrhu osiguravanja pravilnog gospodarenja otpadom. Simbolom se ne ukazuje na pogodnost spram recikliranja [12].



Slika 7. Simbol zelene točke [12]

Simbol precrtane kante za smeće na ambalaži proizvoda ukazuje na potrebu za odlaganjem svih EE proizvoda, kao što su primjerice baterije i akumulatori, nakon prestanka uporabnog vijeka na odvojena odlagališta. Spomenute je proizvode potrebno razvrstati te zatim odložiti na propisana mjesta. Dodatna selekcija primjenjuje se za proizvode u čijem se sastavu nalaze teški metali poput: žive, kadmija ili olova i to iznad granica određenih normama [12].



Slika 8. Simbol precrtane kane [12]

4.2. Materijali korišteni u EE uređajima

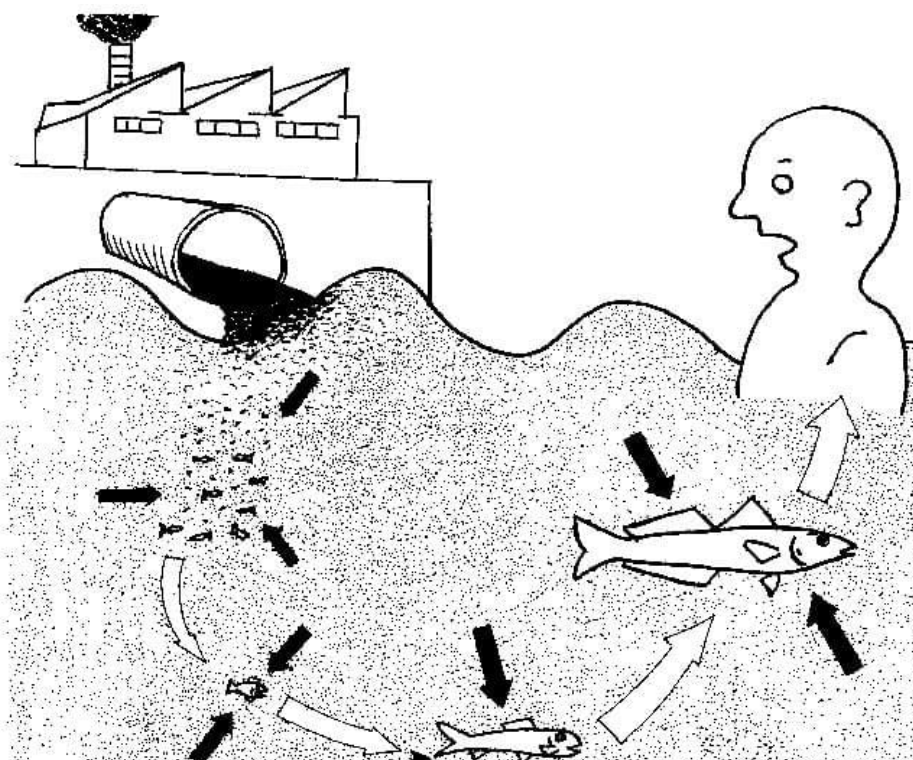
Prema ranije navedenim podacima, neki od materijala koji su se koristili u proizvodnji EE opreme su *olovo*, *živa*, *kadmij* i šestero valentni *krom* koji su štetni za ljudsko zdravlje, kao i za okoliš. Od 01.07.2006. godine EEE više ne smije sadržavati ove tvari i spojeve, odnosno potrebno ih je koristiti unutar granica definiranih normama.

4.2.1. Kadmij

Kadmij je teški metal široko rasprostranjen u zemljinoj kori s prosječnom koncentracijom od 0,1 mg/kg. Ovaj metal nema nikakav miris i okus, a vrlo je otrovan. Najveća razina *kadmijevih* spojeva u okolišu akumulira se u sedimentnim stijenama [13]. Iako je uporaba *kadmija* u baterijama posljednjih godina porasla, njihova je komercijalna primjena pala u razvijenim zemljama kao odgovor na zabrinutost za okoliš. Primjerice, u Sjedinjenim Državama dnevni unos *kadmija* iznosi oko 0,4 µg / kg, što je manje od polovice oralne referentne doze američkog EPA [14]. Ovaj pad povezan je s uvođenjem strogih ograničenja sadržaja otpadnih voda i u novije vrijeme s uvođenjem općih ograničenja na potrošnju *kadmija*. Vrijednosti *kadmija* u uzorcima krvi pušača, veće su 4-5 puta od koncentracije *kadmija* u krvi nepušača [15]. Ostali izvori *kadmija* uključuju emisije iz industrijskih pogona (rudarstvo, proizvodnja baterija, pigmenata i legura) [16].

4.2.2. Živa

Živa (Hg) je teški metal koji pripada seriji prijelaznih elemenata periodnog sustava elemenata. Jedinstven je po tome što postoji u tri oblika (elementarni, anorganski i organski), od kojih svaki ima svoj profil toksičnosti [17]. Na sobnoj temperaturi elementarna *živa* postoji u obliku tekućine koja ima visok tlak para isparavajući u okoliš. *Živa* se koristi u elektroindustriji (prekidači, termostati, baterije), stomatologiji (zubni amalgami, punjenja) te brojnim industrijskim procesima, uključujući proizvodnju kaustične sode, u nuklearnim reaktorima, kao fungicidno sredstvo u preradi drva, otapalo za reaktivne i dragocjene metale te konzervans farmaceutskih proizvoda [18]. Ljudi su izloženi svim oblicima *žive* uslijed onečišćenja okoliša, onečišćenja hrane, dok se kao glavni izvori kronične izloženosti *živi* navode zubni amalgami i konzumacija ribe. *Živa* ulazi u vodu kroz prirodni proces ispuštanja plinova iz zemljine kore, a također i kroz industrijsko zagađenje [19]. Alge i bakterije metiliraju *živu* koja se zatim kroz prehrambeni lanac probija do riba, školjaka i na kraju do ljudi.



Slika 9. Patogeneza trovanja metil živom [20]

4.2.3. Olovo

Olovo (Pb) je toksičan teški metal, globalno distribuiran, važan ali opasan za okoliš i ljude. Čini se kako njegova svojstva poput mekoće, podatnosti, gipkosti, loše provodljivosti i otpornosti na koroziju otežavaju odustajanje od njegove upotrebe. Zbog svoje nerazgradive prirode i kontinuirane primjene, njegova se koncentracija povećava u okolišu sa sve većim opasnostima po okoliš i u konačnici ljudsko zdravlje. Izloženost ljudi *olovu* i njegovim spojevima javlja se uglavnom u zanimanjima povezanim s procesima poput taljenja *olova* i njegovog izgaranja, proizvodnji keramike, brodogradnji, korištenju i proizvodnji boja te pigmenata na bazi *olova*. Iako je njegova široka upotreba u brojnim zemljama svijeta prekinuta, još uvijek se koristi u automobilskim industrijama, u proizvodnji i recikliranju baterija, rafiniranju, taljenju itd.

4.2.4. Krom

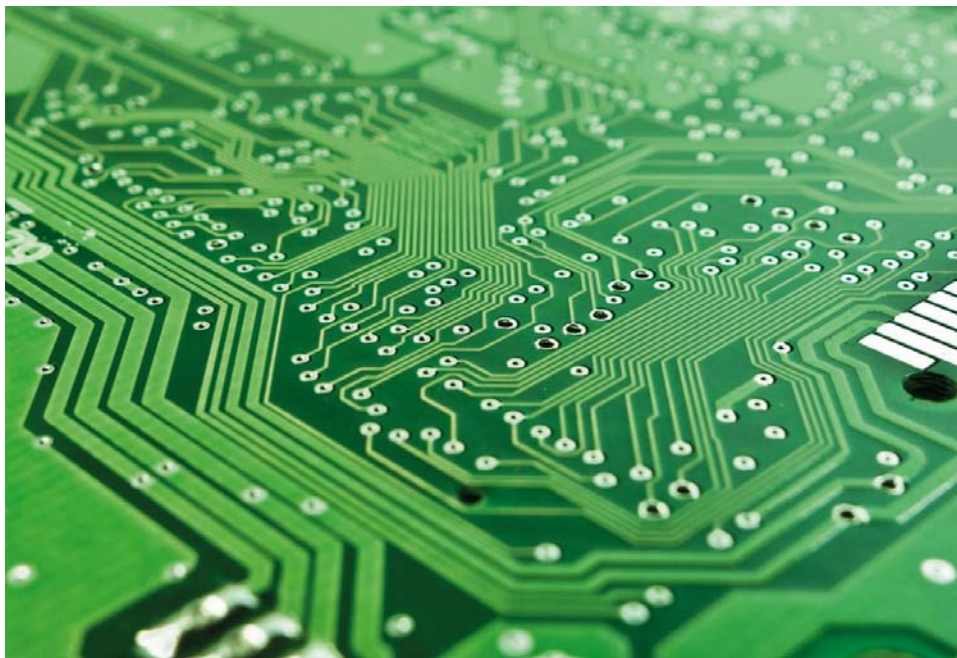
Krom (Cr) jedan je od najzastupljenijih elemenata u zemljinoj kori, s prosječnom koncentracijom od 125 mg/kg. Ima višestruka oksidacijska stanja, u rasponu od Cr (0) (elementarni *krom*) do Cr (VI) (šesterovalentni *krom*). Najčešći i najstabilniji oblik *kroma* je trovalentni oblik dok je sljedeći najstabilniji, šesterovalentni krom, koji se rijetko javlja u prirodi i uglavnom se industrijski proizvodi. Povećana industrijska primjena, dovodi do ispuštanja povećanih količina *kroma* u tlo, podzemnu vodu i zrak. Primarni izvor oralne izloženosti *kromu* za opću populaciju dolazi hranom i pitkom vodom. Zagađenje vode za piće *kromom* javnosti je prvi put predstavljeno u filmu *Erin Brockovich* (2000.), koji prikazuje grad Hinkley u Kaliforniji. Nadalje, studija u Kini izvijestila je o povećanoj smrtnosti od raka želuca na području s povišenim koncentracijama *kroma* u vodi za piće [21]. Nekoliko područja Grčke također je pretrpjelo posljedice pijenja vode kontaminirane *kromom* s značajno povećanom incidencijom smrtnosti od raka jetre, pluća, bubrega i drugih genitourinarnih organa kod žena.

4.2.5. Stakloplastika i PCB

Stakloplastika je najčešće korišteno ojačanje koje se koristi u proizvodnji složenih materijala s polimernim matricama. Matrica stakloplastike sastoji se od organskog termostabilnog *poliestera*, *vinilestera*, *fenola* i *epoksi smole*. Poliesterska smola čini oko 75% matrice. Plastika ojačana stakloplastikom ima važnu ulogu u automobilske, zrakoplovne industriji, građevinarstvu, kod elektroničkih i električnih uređaja u proizvodnji matičnih ploča te u biomehaničkom inženjerstvu [22]. PCB (*poliklorirani bifenili*) pripadnici su skupine organskih (sintetskih) kemikalija. Osnovni sastav ovih spojeva čine elementarne tvari poput ugljika, vodika i klora. Poznato je 209 vrsta PCB spojeva. Kemijska i fizikalna svojstva ovih spojeva posljedica su njihove strukture, odnosno različitog broja i rasporeda atoma klora. Široka primjena PCB spojeva rezultat je njihovih svojstava, u prvom redu njihove inertnosti koja proizlazi iz svojstva nezapaljivosti, kemijske stabilnosti, te sposobnosti električne izolacije. Navedene karakteristike doprinijele su njihovoj upotrebi u proizvodnji električnih i toplinskih vodiča, zatim proizvodnji plastike (plastifikatori) i drugoj industrijskoj primjeni. Postoje razni proizvodi koji mogu sadržavati PCB: izolacijski materijali (u transformatorima i kondenzatorima, kabelska izolacija), elektronička oprema (regulatori voltaže, prekidači, elektromagneti), razne vrste mazivih ulja, razni toplinski izolatori (pjena, stakloplastika), ljepljive trake, uljne boje, plastični materijali, brtve, lakovi za parket. Obzirom da u Republici Hrvatskoj postoji 250 identificiranih odlagališta koja je potrebno sanirati, različiti su načini na koje PCB mogu dospjeti u okoliš. Neki od karakterističnih primjera su

curenjem iz električnih transformatora, spaljivanjem otpada u čijem se sastavu nalazi PCB ili pak odlaganjem na mjesta koja nisu primjerena za obradu takve vrste otpada [23].

„PCB mogu uzrokovati razne negativne učinke na zdravlje, mogu uzrokovati karcinome (u većim koncentracijama) te mogu utjecati na imunitet, reproduktivne organe, živčani sustav, endokrini sustav i ostale organe. U organizam se mogu unijeti konzumacijom kontaminirane hrane (meso, riba, mlijeko i mliječni proizvodi), preko zagađenog zraka te kroz kožu. Lako se apsorbiraju u tijelu te se pohranjuju i akumuliraju u masnom tkivu“ [23].



Slika 10. Primjer tiskane matične ploče [24]

4.2.6. Izdvajanje kositra i bakra iz EE otpada

Kositrenje, to jest navlačenje *kositrene* prevlake odnosi se na nanošenje srebreno-bijelog mekanog metala koji je stabilan na zraku i vodi. Daje dobru zaštitu za *čelik*, *bakar*, *nikal* i druge legure. Veliki značaj ima u prehrambenoj industriji. Otpadna PCB pločica ili matična ploča je najvrjedniji dio elektroničkog i električnog otpada. Oko 40% vrijednog materijala nalazi se u matičnim pločama. „U 2014. godini oko 51% rafiniranog kositra iskorišteno je u električnoj i elektroničkoj proizvodnji, a također i u *olovnim* baterijama. Količina kositra u EE otpadu iznosi oko 35%. S obzirom na proizvodnju *kositra* koja u 2016. godini se procjenjivala između 280 000t – 4 700 000t, procjenjuje se da bi rezerve mogle biti iskorištene kroz 16 godina “[25].

Zbog toga je potrebno na pravilan način odlagati elektronički i električki otpad. Najučinkovitiji način razdvajanja metala od polimera još uvijek je grijanje. Tališna točka *kositrenih* leмова

odgovara temperaturnom intervalu od 183 – 280 °C. Takav materijal moguće je iskoristiti u daljnjoj proizvodnji. „Istraživanja navode da se termičkom obradom *polikloriranih bifenila* na temperaturama između 250 i 400 °C dolazi do formiranja *polikloriranih dibenzo-p-dioksina* i *dibenzofurana* (PCDD/Fs) te *polibromiranih dibenzo-p-dioksina* i *dibenzofurana* (PBDD/Fs). Pritom su u elektroničkom otpadu pronađeni teški metali poput *bakra*, *olova*, *kadmija* i *kroma* te postojeće organske onečišćujuće tvari (POPs). Stoga, potrebno je nastaviti s razvojem tehnologije s ciljem kontrole zagađenja“ [25].



Slika 11. Kositar za lem [26]

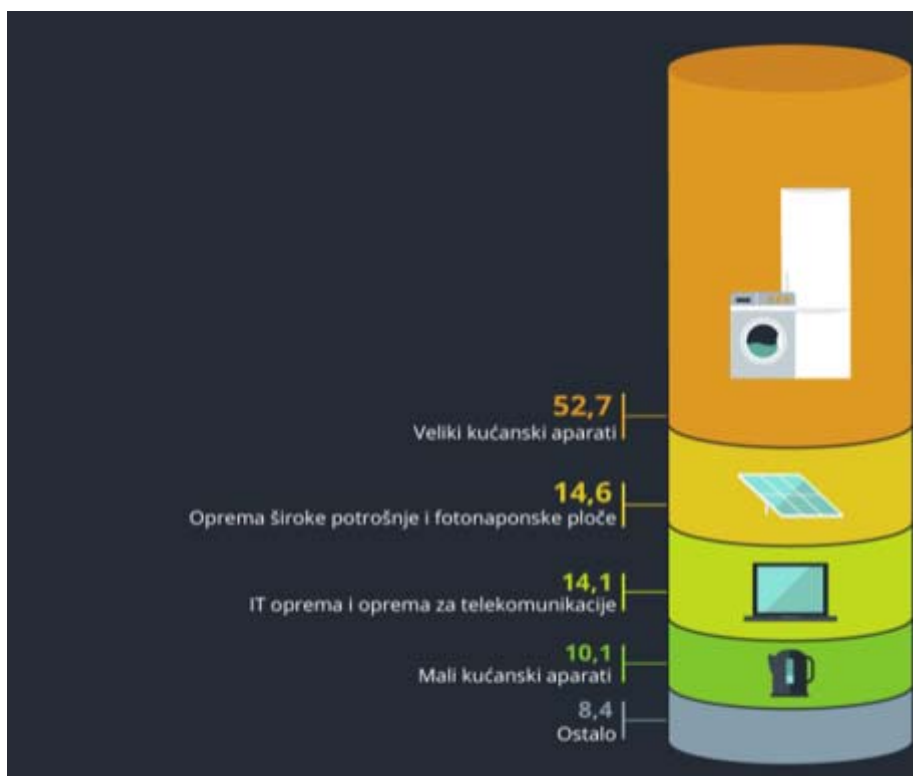
U prošlosti, tj. s prvim počecima razvoja tehnologije utjecaj teških metala bio je jako velik. Pri čemu se u najvećoj mjeri ističe upravo utjecaj *olova* (Pb). Najjače zračenja proizvodili su CRT monitori koji su koristili katodne cijevi dok je manji dio bio primijećen kod drugih uređaja. „CRT cijevi emitirale su oko 70% Pb-a od dopuštene količine, dok su mobilni telefoni emitirali oko 16 puta iznad dozvoljene granice“ [25].

Ista stvar odnosi se i na tehnologiju proizvodnje poluvodiča koja nije čista za okoliš. Prvenstveno se navedena tehnologija odnosi na energetske i ekološku proizvodnju *silicija*. Njegovo korištenje za izradu energetski učinkovitih poluvodiča također je štetno za okoliš jer koristi između 500 do 1000 različitih kemikalija. „Ova tehnologija ima ogromni potencijal za korist društva sa zanemarivim utjecajem na okoliš. Sama proizvodnja energetskih poluvodiča kao i bilo koje druge elektronike u industriji koristi stotine, čak i tisuće kemikalija od kojih su mnoge u značajnim količinama otrovne. Emisija od kemikalija ima negativan utjecaj na zrak, vodu i tlo, a također predstavlja opasnost za radnike u proizvodnji“ [27].

Zbog velikog utjecaja teških metala na okoliš, a i ljude u proizvodnji i recikliranju, potrebno je na pravilan način zbrinjavati elektronički i električki otpad. U slučaju nepropisnog odlaganja u okoliš se oslobađa velika količina teških metala. „otrovni metali poput *olova* (Pb), *žive* (Hg), *arsena* (As), *kadmija* (Cd), *selen* (Se), *barija* (Ba), *nikla* (Ni), *kobalta* (Co), *zlata* (Au), *srebra* (Ag) i *bakra* (Cu), *polivinil klorida* (PVC) i *policikličkih aromatskih ugljikovodika* (PAH) se oslobađaju u okoliš i mogu proizvesti značajne štete po zdravlje ljudi kao i okoliša“ [28].

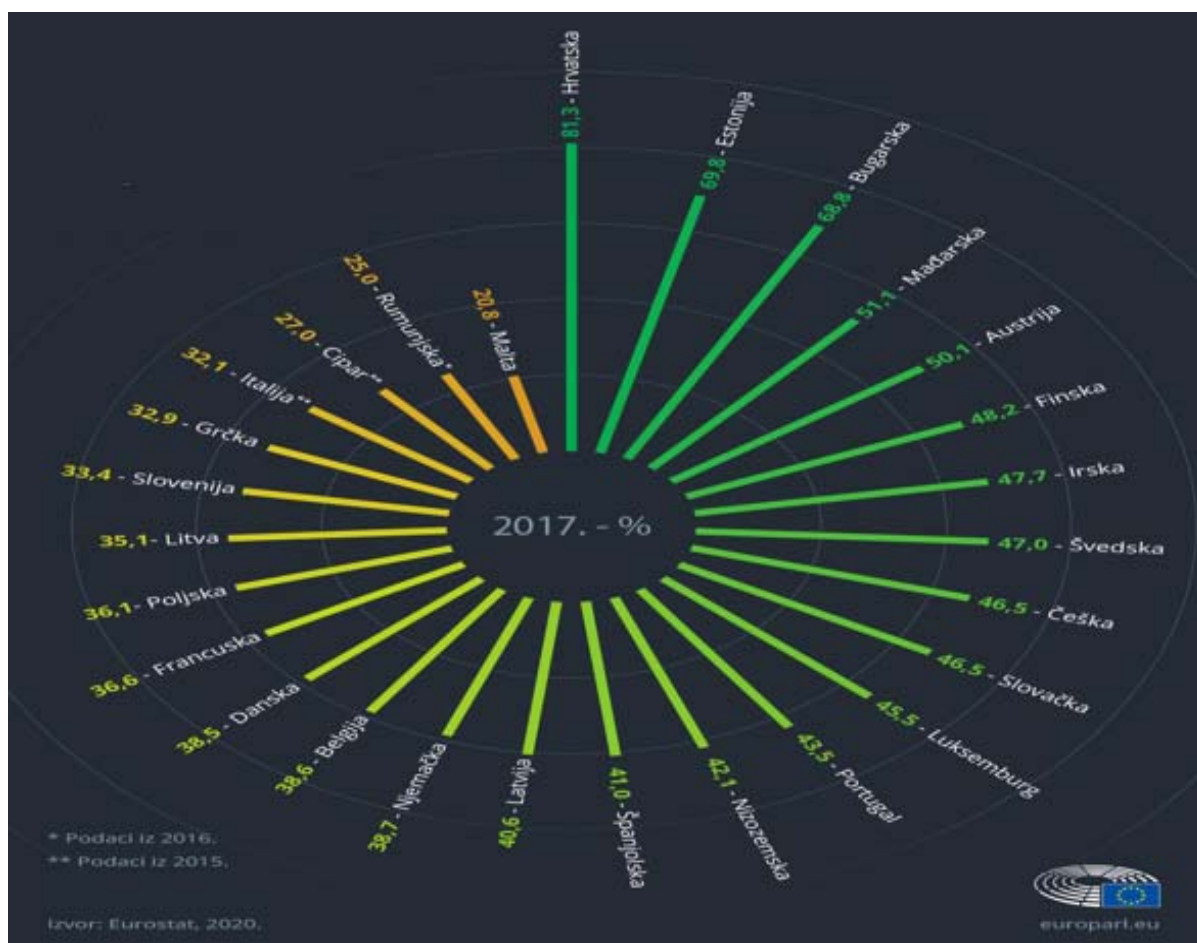
5. Električni i elektronički otpad u EU i stope recikliranja

RoHS direktivom sadržaj štetnih tvari u električnom i elektroničkoj opremi je minimaliziran, ali i dalje postoje potencijalno štetne tvari koje ugrožavaju ljudsko zdravlje i onečišćuju okoliš. Štetno djelovanje primijećeno je kod osoba koje se bave recikliranjem EE otpada. Uz „eko-mafiju“ i zemlje gdje se ne poštuju ljudska prava EU je donio zakon pomoću koje se sprječava uporaba određenih kemikalija i njihovih spojeva kao što je olovo. Kako bi se izbjegla nenamjerna potpora oružanih sukoba i kršenja ljudskih prava, zastupnici su donijeli pravila kojima se od europskih uvoznika rijetkih minerala zahtijeva provjera podobnosti dobavljača [29].



Slika 12. Ukupno prikupljena električna i elektronička oprema u EU-u [29]

Zbog loše infrastrukture i prebrzog razvoja tehnologije EU reciklira manje od 40% EE otpada dok ostatak otpada je nerazvrstan. Stope recikliranja EE otpada razlikuju se od države do države, a ovise o njezinoj infrastrukturi. Republika Hrvatska je 2017. godine imala 81,3% reciklirano EE otpada dok je Malta s druge strane imala samo 20,8%. Zbog razlika u stopama Europska komisija je u ožujku 2020. godine prikazala novi plan kojim potiče kružno gospodarstvo, razvoj infrastrukture i smanjenje EE otpada. Smanjenje EE otpada jedan je od ključnih prioriteta. U prijedlogu se izričito navode neposredni ciljevi kao što su pravo na popravak i veća mogućnost ponovne upotrebe uvođenja univerzalnog punjača i poticaji za recikliranje elektronike [29].



Slika 13. Stope recikliranja e-otpada u EU [29]

Oporaba materijala iz EE otpada smanjuje količinu resursa koje je potrebno rudariti, a samim time i energiju koja je za to potrebna. Zbog toga potrebna su znatna ulaganja u sigurnu infrastrukturu za recikliranje električnog i elektroničkog otpada. „Studije EPA i UNEP-a pokazuju rastuću potrebu za održivom upotrebom materijala iz EE otpada. SAD ostaje jedina država za razvijenom industrijalizacijom koja nije ratificirala Baselsku konvenciju o kontroli kretanja EE otpada i njegovog zbrinjavanja“ [29].

5.1. Gospodarenje EE otpadom u Hrvatskoj

„Trenutačno je na snazi Zakon o gospodarenju otpadom (NN 84/21) od 31.07.2021. Tima zakonom propisane su mjere u svrhu zaštite okoliša i ljudskog zdravlja sprječavanjem ili smanjenjem nastanka otpada, a također i uređuje se sustav gospodarenja otpadom“ [30].

„Sukladno članku 53. Zakona o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17, 14/19, 98/19) EE otpad smatra se posebnom kategorijom otpada za koju je uređen poseban način gospodarenja. Posebni uvjeti gospodarenja ovom kategorijom otpada propisani su Pravilnikom o gospodarenju otpadom električnom i elektroničkom opremom (NN 42/14, 48/14, 107/14, 139/14, 11/19 i 7/20). Sustav gospodarenja EE otpadom temelji se na programu proširene odgovornosti proizvođača kojim se kroz propisane naknade proizvođača proizvoda financira sakupljanje i uporaba otpada nastalog nakon što je proizvod iskorišten“ [31].

„Sukladno Pravilniku, kojim su propisane obveze proizvođača EE opreme i način njihova ispunjavanja, proizvođači i/ili uvoznici i/ili unosnici EE opreme odnosno pravne i fizičke osobe – obrtnici koji EE opremu stavljaju na tržište (uvoz/unos/proizvodnja) u Republici Hrvatskoj dužni su prijaviti količinu EE opreme koju su stavili na tržište te platiti naknadu gospodarenja EE otpadom FZOEU-u. Naknada gospodarenja EE otpadom je novčani iznos koji se plaća u svrhu pokrivanja troškova odvojenog sakupljanja i obrade EE otpada unutar sustava kojim upravlja FZOEU. Prema podacima FZOEU u 2019. godini na tržište Republike Hrvatske stavljeno je 61.592 t EE opreme“ [31].

Tablica 4. EE oprema stavljena na tržište RH prema kategorijama u 2019 godini, t [31]

Kategorija EEO	Naziv kategorije EEO	Uvoz	Proizvodnja	Izvoz	Stavljeno na tržište
1	Oprema za izmjenu topline	10.265,47	0,09	1.794,85	8.470,71
2	Zaslone, monitori i oprema koja sadrži zaslon površine veće od 100 cm ²	5.320,60	60,79	1.705,65	3.675,74
3	Žarulje	1.299,50	0,73	422,10	878,12
4	Velika oprema (svaka vanjska dimenzija veća od 50cm)	39.505,80	117,29	5.017,40	34.605,69
5	Mala oprema (nijedna vanjska dimenzija nije veća od 50cm)	11.481,90	154,11	1.241,83	10.394,18
6	Mala IT i oprema za telekomunikacije (nijedna vanjska dimenzija nije veća od 50cm)	3.998,98	0,13	431,99	3.567,12
	Ukupno	71.872	333	10.614	61.592

S obzirom na mjesto nastanka EE otpad se može grupirati pri čemu je najopćenitija podjela ona na dvije skupine: EE otpad iz kućanstva i industrijski EE otpad [28].

Prema podacima FZOEU u 2019. godini sakupljeno je ukupno 40.400 t EE otpada. U Tablici 3. prikazane su sakupljene količine EE opreme u 2019. godini po kategorijama. Kategorija s najmanjim udjelom odnosi se na kategoriju Žarulja kod koje je samo 878 t stavljeno na tržište [31].

Tablica 5. Sakupljene količine EE otpada putem sustava FZOEU U 2019 godini, t [31]

Broj kategorije	Kategorija	Sakupljeno
1	Oprema za izmjenu topline	6.462
2	Zaslони i monitori	10.749
3	Žarulje	123
4	Velika oprema	18.01
5	Mala oprema	2.323
6	Mala IT i telekomunikacijska oprema	2.733
	Ukupno	40.4

Tablica 6. Stopa uporabe i recikliranja za 2019. godinu po kategorijama EE uređaja i opreme, t [31]

Naziv kategorije EEO	Sakupljeno	Oporabljeno	Reciklirano	Stupanj uporabe	Stupanj recikliranja
Oprema za izmjenu topline	6.462	6.43	6.43	95,5%	95,5%
Zaslони, monitori i oprema koja sadrži zaslone površine veće od 100 cm ²	10.749	9.545	9.545	88,8%	88,8%
Žarulje	123	119	119	96,6%	96,6%
Velika oprema (svaka vanjska dimenzija veća od 50cm)	18.01	17.561	17.543	97,5%	97,4%
Mala oprema (nijedna vanjska dimenzija nije veća od 50cm)	2.323	2.168	2.168	93,3%	93,3%
Mala IT i oprema za telekomunikacije (nijedna vanjska dimenzija nije veća od 50cm)	2.733	2.099	2.099	76,8%	76,8%

Prema prikazanim podacima sustav gospodarenja EE otpadom u Hrvatskoj ide u dobrom smjeru. Ciljevi koji su zadani i propisani Direktivom ostvareni su za prošle godine što ukazuje da je sustav dobro organiziran. Ipak, dostignute stope mogu se djelomično pripisati činjenici da su prijavljene količine stavljene na tržište niže od realnih zbog nepotpunog obuhvata proizvođača, uvoznika i unovznika EE opreme. .Dozvolu za finalni postupak oporabe EE opreme u Republici Hrvatskoj posjeduju dvije poduzeća: poduzeće CE-ZA-R i SPECTRA MEDIA d.o.o. [31]. Preuzimanje EE otpada od posjednika moguće je ostvariti preko telefonskog poziva ili preko prijave ovlaštenom skupljaču. Ovlašteni skupljači u sustavu fonda su:

Flora VTC d.o.o. za sve vrste otpadnih električnih i elektroničkih uređaja i opreme iz dodatka I.B Pravilnika o gospodarenju otpadnim električnim i elektroničkim uređajima i opremom, mase od 30kg za cijelo područje Republike Hrvatske.

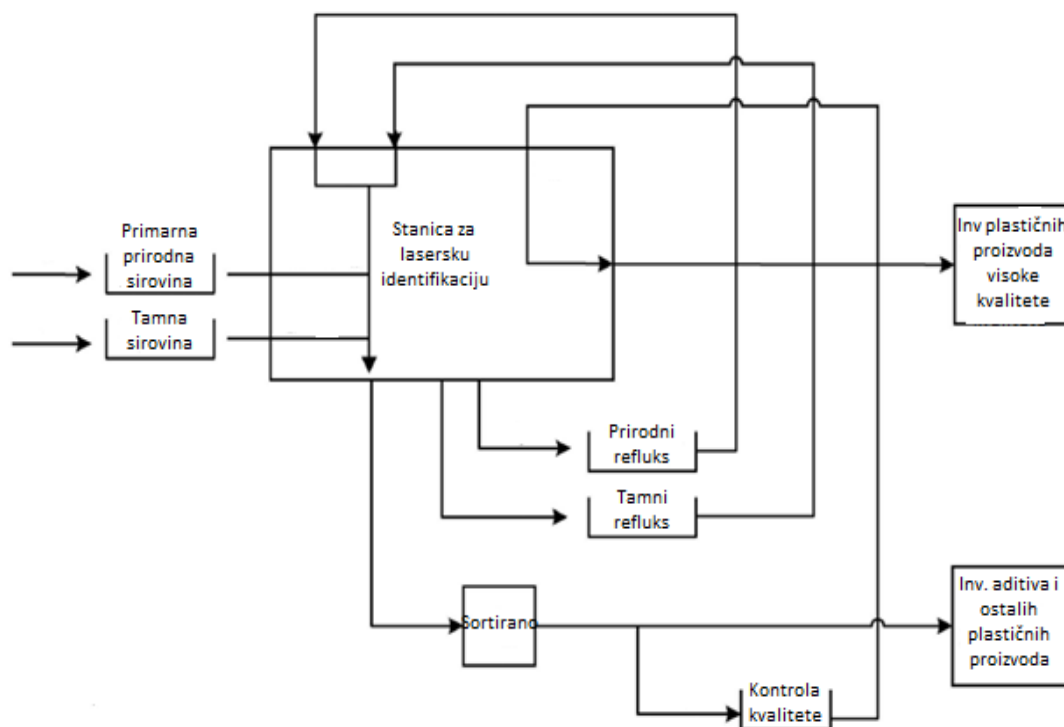
CE-ZA-R d.o.o. za preuzimanje samo velikih kućanskih uređaja, mase veće od 30kg, na području Grada Zagreba, Zagrebačke i Krapinsko-zagorske županije.

METIS d.o.o. za preuzimanje velikih kućanskih uređaja mase veće od 30kg, na području Primorsko-goranske, Istarske i Ličko-senjske županije.

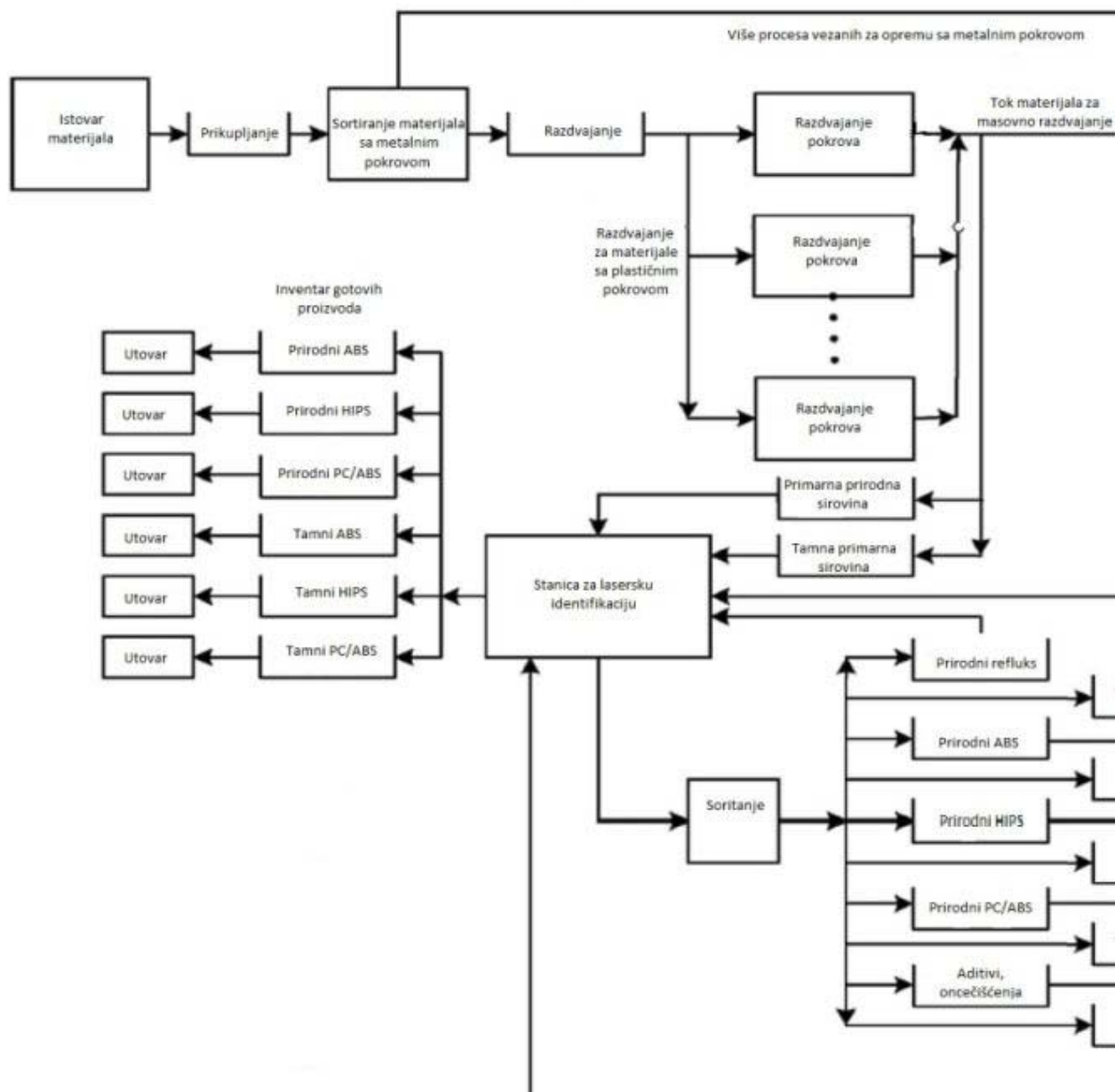
Svaki EE otpad koji se predaje skupljaču mora biti u stanju iz kojeg je vidljivo da nije prethodno rastavljan radi vađenja zasebnih komponenti (ekrani kompjutora, elektromotora, crpki ili kompresora i slično) EE otpad sakupljač je dužan preuzeti najduže unutar 30 dana od poziva, a skupljanje i prijevoz EE otpada obavlja se bez naplate. Osim iznad navedenih ovlaštenih sakupljača EE otpad moguće je predati osobno u sabirne centre koji su raspoređeni po županijama. U svakoj županiji postoji više sabirnih centri koji kasnije otpad predaju ovlaštenom sakupljaču [32].

5.2. Načini zbrinjavanja i recikliranja EE otpada

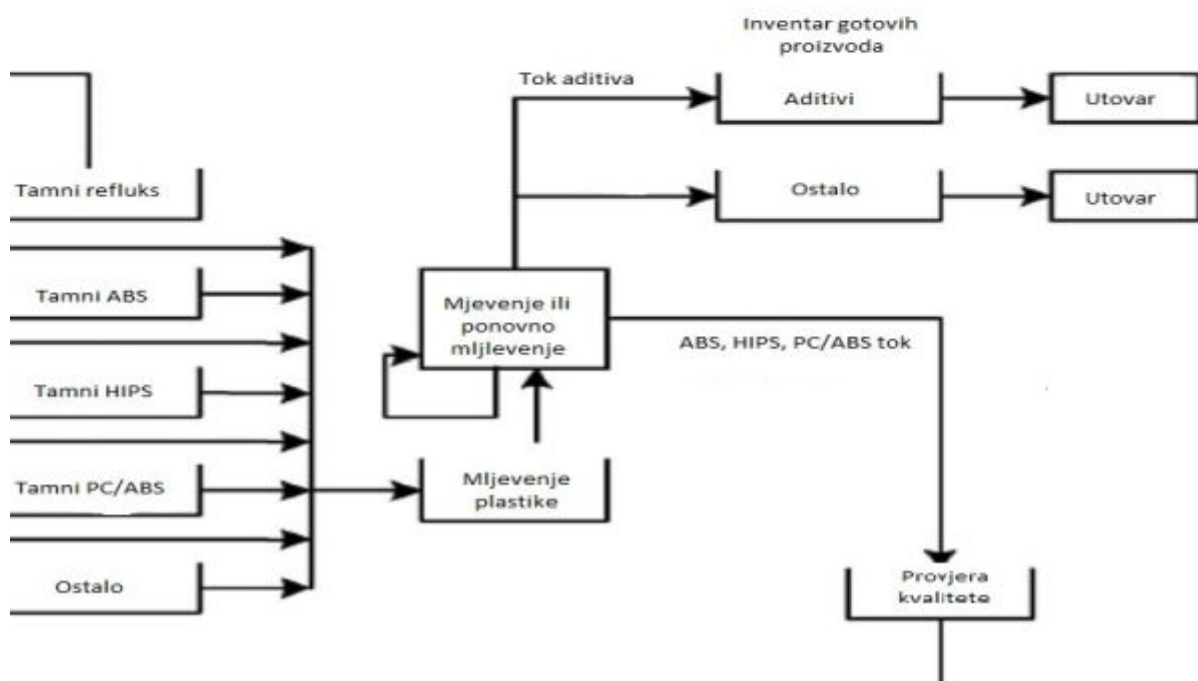
Nakon prikupljanja elektroničkog otpada u reciklažnim dvorištima isti je potrebno i sortirati jer su napravljeni od više materijala. Na *slici 1.* prikazan je centar za recikliranje EE s mogućnošću razdvajanja plastike. Centri za recikliranje nastoje spustiti troškove prikupljanja i skladištenja EE otpada. „Unutar svakog centra postoji jedinica spektroskopske identifikacije koja razdvaja plastiku i šalje ju na drobljenje. Sustav bi trebao primati oko 190 000 jedinica. To bi iskoristilo 70–90% njegova kapaciteta. Postoje dvije vrste sustava: sa sortiranjem boje i bez sortiranja boje [30]. Nakon prikupljanja EE otpada, sortiranje se odvija u dva toka: EE otpad koji je prekriven metalom i EE otpad koji nije prekriven metalom. Nakon uklanjanja metalnog pokrova EE otpad u jedinicama odlazi do laserskog identifikatora kako bi se plastika u uređajima mogla razdvojiti. Nakon identifikacije, plastika se u tom procesu razvrstava u 10 različitih procesnih tokova (struja). Osim od deset tokova čeka prikupljanje plastičnih materijala te ti materijali odlaze u procese usitnjavanja. Preostala dva toka nakon prikupljanja „prirodne plastike“ i „tamne plastike“ čekaju na ponovnu identifikaciju. Sama identifikacija je jako važna jer postoje razni materijali plastike kao što su: ABS – *akrilonitril- butadien- stiren*, PC – *polikarbonat* i HIPS – *polistiren visoke udarne žilavosti*. Nakon usitnjavanja plastika odlazi do QC- centra za kontrolu kvalitete.



Slika 14. Detaljni prikaz toka Stanice za lasersku identifikaciju [33]



Slika 15. Prikaz 1 centra za recikliranje EE s mogućnošću razdvajanja plastike [33]



Slika 16. Prikaz 2 centra za recikliranje EE s mogućnošću razdvajanja plastike [33].

5.2.1. Odvojeno sakupljanje

Iz gore navedenih podataka sama organizacija prikupljanja i stopa uporabe i recikliranja kreću se u dobrom smjeru. Da bi se ostvario zacrtani cilj građani osim predaje ovlaštenom sakupljaču mogu osobno predati EE otpad i u sabirne centre. Besplatni odvoz naručuje se preko telefonskog broja ili ispunjavanjem obrazaca na internet stranicama ovlaštenih sakupljača.

Tvrtka FLORA-VTC iz Virovitice koja ima koncesiju za sakupljanje EE otpada za cjelokupni teritorij Republike Hrvatske, otvorila je pozivni centar iz kojeg se zaprimljeni zahtjevi za odvoz EE otpada distribuiraju na područne sakupljače. Zahtjevi su distribuirani na osnovu poštanskog broja grada odnosno mjesta, koji, jednom unesen u internetski program, određuje kojem područnom skupljaču će zahtjev za odvoz biti dodijeljen. Ukupno je 11 područnih ovlaštenih (pod)sakupljača koji su organizirani na županijskim nivoima kako bi se smanjili troškovi transporta jer u EE otpadu ima puno velikih, kabastih uređaja, a moraju se koristiti vozila manjeg kapaciteta zbog npr. uskih ulica, problema parkiranja ili zabrane ulaska velikim vozilima u pješačke zone [34].



Slika 17. Sabirni centar [35]

5.2.2. Skladištenje i prijevoz

Kako EE otpad sadrži materijale koji su opasni za okoliš i ljudsko zdravlje sam prijevoz i skladištenje mora udovoljavati propisima iz područja sigurnosti za opasan otpad. Kontejneri moraju biti u kontroliranim uvjetima gdje neće biti pod utjecajem vremena, a također važna je i nepropusna podloga radi curenja opasnih tvari.



Slika 18. Kontejner za električnu i elektronsku opremu [36]

5.2.3. Prateći list za otpad

Oporaba EE otpada vrši se način da potrošač otpadnih EE uređaja uz posjedovanje pratećeg lista prosljeđuje opremu ovlaštenom sakupljaču koji ju onda predaje poduzeću koje vrši završnu uporabu. Tok otpada prati se preko baze podataka koju je razvilo poduzeće Spectra Media d.o.o. kao ovlašteni sakupljač i poduzeće koje vrši uporabu. Podaci iz baze predaju se Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. Radi vođenja daljnje statističke evidencije podaci se uspoređuju s podacima Hrvatske gospodarske komore (HGK). Razlika u podacima između HGK i poduzeća

Spectra Media d.o.o. predstavlja poduzeća koja nemaju reguliran sustav za gospodarenje otpadnim materijalom. „Sve tvrtke koje posjeduju otpadnu EE opremu, dužne su posjedovati Prateći list za otpad jer jedino tim dokumentom mogu u slučaju inspekcijskog nadzora dokazati da je otpadna EE oprema zbrinuta na zakonom propisani način“ [34].

Dodatak XII

Obrazac PL-O

PRATEĆI LIST ZA OTPAD

POŠILJKA OTPADA (A)										BROJ PL-O	
KLJUČNI BROJ										KOMUNALNI ☐ PROIZVODNI ☐	
OPASNA SVOJSTVA HP 1 ☐ HP 2 ☐ HP 3 ☐ HP 4 ☐ HP 5 ☐ HP 6 ☐ HP 7 ☐ HP 8 ☐ HP 9 ☐ HP 10 ☐ HP 11 ☐ HP 12 ☐ HP 13 ☐ HP 14 ☐ HP 15 ☐										OPASNI ☐ NEOPASNI ☐	
FIZIKALNA SVOJSTVA praš ☐ krutina ☐ pastozno ☐ muljevito ☐ tekućina ☐ plinovito ☐ ostalo ☐											
PAKIRANJE OTPADA resulo ☐ posuda ☐ kanta ☐ kanister ☐ kontejner ☐ bačva ☐ kutija ☐ vreća ☐ ostalo ☐ BROJ PAKIRANJA											
OPIS											
PORIJEKLO KOMUNALNOG OTPADA (ispunjava samo davatelj javne usluge)											
POŠILJATELJ (B)						TOK OTPADA (F)					
NAZIV OSOBE						VLASNIK OTPADA PRI PREDAJI					
OIB/B.P.						IZVJEŠĆE: DA ☐ NE ☐ NAMJENA: OPORABA ☐ ZBRINJAVANJE ☐					
NKD RAZRED (2007)						POLAZIŠTE					
KONTAKT OSOBA						ODREDIŠTE					
KONTAKT PODACI						KOLIČINA m ³ kg VAGANJE ☐ PROCJENA ☐					
						VRJEME PREDAJE					
						PREDAO					
PRILJEVOZNIK (C)						NAČIN PRILJEVOZA					
TVRTKA						cestovni ☐ željeznički ☐ morski ☐					
OIB						zračni ☐ unutarnjim plovnim putem ☐					
OVLAST ZA PRIJEVOZ						REGISTARSKA OZNAKA					
KONTAKT OSOBA						PREUZEO					
KONTAKT PODACI						VRJEME PREDAJE					
						PREDAO					
PRIMATELJ (D)						PREUZEO					
TVRTKA											
OIB											
OVLAST ZA PREUZIMANJE						VRJEME VAGANJA					
KONTAKT OSOBA						PREUZETA KOLIČINA kg					
KONTAKT PODACI											
POSREDNİK ILI TRGOVAC (E)						OBRAĐIVAČ (G)					
TVRTKA						TVRTKA					
OIB						OIB					
OVLAST:						OVLAST ZA OBRADU					
KONTAKT OSOBA						OBRADA ZAVRŠENA DANA					
KONTAKT PODACI						POSTUPAK OBRADE					
						POTVRDIO					
NAPOMENE I PRILOGI (H)											

Slika 19. Prikaz pratećeg lista [37]

5.2.4. Rastavljanje i sortiranje

Kako je prikazano u prošli dijagramima EE otpad zapravo se sastoji od više materijala i na neki način moguće ga je prikazati kao kompozit. Osim materijala koji se u potpunosti mogu reciklirati EE uređaji također sadrže i opasne tvari koje se moraju posebno odvojiti i na poseban način reciklirati, a te tvari su: kondenzatori koji sadrže PCB, oprema koja sadrži živu, razne vrste baterija, toneri, azbestni otpad, katodne cijevi.



Slika 20. Rastavljanje i sortiranje računala [38]

5.2.5. Usitnjavanje i odvajanje

Nakon rastavljanja i sortiranja prema kategorijama ovlaštenog sakupljača EE otpad je potrebno usitniti i ponovo odvojiti ili sortirati. Cjelokupno upravljanje postrojenjem za oporabu EE otpada automatizirano je i upravlja se iz jednog centra.

„Primarno obrađeni EE otpad se stavlja na transportnu traku koja nosi materijal do prvog usitnjivači (tzv. šreder, od engleske riječi *shredding*-usitnjavanje) veličine noževa 78mm. Tako usitnjeni materijal se magnetnim separatorom razdvaja na željezne i ostale materijale. Željezo se odvaja u posebne kontejnere, preša u hidrauličnoj preši i tako prešano u bale (tzv. nešrederirano željezo) prodaje se na tržištu kao sekundarna sirovina“ [38].



Slika 21. Prikaz postrojenja u Donjoj Bistri kraj Zagreba za oporabu EE otpada [34]



Slika 22. Prikaz stavljanja EE otpada u postrojenje za oporabu [34]

Ostali materijali kao što su teški metali ili željezo ručno se uklanjaju sa trake i odvajaju u posebne kontejnere. Nakon ručnog odvajanja vrijedan materijal koji je spreman za recikliranje dolazi do drobilice koji usitnjava materijal na 28mm. Prolaskom kroz traku magneti izdvajaju željezo koje se kasnije pakira i stavlja na tržište kao sekundarna sirovina.



Slika 23. Prikaza usitenjog EE otpada na traci [34]

Ostatak materijala koji se smatra vrijednom sirovinom prenosi se dalje do strujnog separatora EDDY koji pomoću magnetnog polja odvaja aluminij, bakar i mesing od plastike. Isto je prikazano na dijagramu na slici 13. Plastika se zbog svojim opasnih sastojaka transportira dalje do centara za daljnju uporabu ili spaljuje. Materijal koji nije željezni transportnom trakom dalje se šalje do čekićara kako bi se dodatno usitnio i da se dobiju frakcije bakra i aluminija koje su prikazane na slikama



Slika 24. EDDY strujni separator [34]

Frakcije bakra (slika 25) i aluminija (slika 26) stavljaju se na tržište kao sekundarna sirovina.



Slika 25. Prikaz frakcije bakra [34]



Slika 26. Prikaz frakcije aluminija [34]

5.3. Odlaganje i ilegalna trgovina opasnim otpadom

Danas je ilegalna trgovina opasnim otpadom jaka raširena na području južne Italije i okolici Napulja. Cijelom svijetu poznat je naziv „Eko mafija“ koja je sve više prisutna, a to je vidljivo iz istraživanja Instituta Sbarro na Sveučilištu u Philadelphiji i višeg liječnika Guilia Tarra.. U svom istraživanju naveli su da „Camorra“ ilegalno odlaže otrovni otpad u područjima sjevernog i južnog Napulja, što je izravno povezano s visokom stopom raka dojke, čak 47% iznad državnog prosjeka. Iznad državnog prosjeka za tu regiju još su različite vrste raka pluća, jetre i gastrointestinalnog trakta raka. Osim odlaganja na par mjesta sjeverno od Napulja na divljim odlagališta, poznatima pod nazivom „Trokut smrti“ svake noći je vidljivo stotine malih plamena [39].

Poznati je primjer broda Probo Koala, usidrenog u luci Abidjan u kolovozu 2006. godine koji se koristio za ilegalni izvoz opasnog otpada u zemlje Trećeg svijeta. Kroz cijeli primjer vidljivo je da kod izvoza sudjeluje više aktera kao što su , poduzeća, državne institucije, inspeksijske službe, pa i sama država. U nekoliko navrata odvezano je 500 tona otpada na više lokacija bez ikakve provjere ili pregleda u Obalu Bjelokosti. Zbog odlaganja na nepropisan način ozlijeđeno je tisuću ljudi a 17 ih je izgubilo život. Dokaz da se radi o organiziranom kriminalu možemo vidjeti iz činjenica da je vlasnik broda bilo grčko poduzeće, a brod registriran u Panami. Najmoprimac je bila Švicarsko-Nizozemsko poduzeće sa sjedištem u Velikoj Britaniji, a posada i operater su bili rusi. Takva raširena mreža pokazuje poduzeća i drugi operateri imaju dobar odnos sa držanim institucijama. Eko-mafija u svojim nezakonitim aktivnostima diljem svijeta koristi iste metode i mrežu ljudi kao i kod ostalih roba. Europol procjenjuje da njihov prihod od tih aktivnosti se kreće između 18-26 milijardi eura pod godini. Prema angažiranom odjelu Eurola (OCTA), nezakonit promet opasnim otpadom uključuje mrežu kriminalaca s jasnom podjelom uloga na: sakupljanje, transport, odlaganje ili pravnu pomoć [39].

Opasnim otpadom iz EU trguje se na području južne, jugoistočne Europe i zapadnog Balkana. (Rumunjska, Mađarska i Albanija), ali o ostalih država na tom području. Italija je postala tranzitna točka za električni i elektronički otpad koji se odvozi u Afriku i Aziju, a u posljednje tri godine talijanska je carina zaplijenila više od 40000 tona opasnog otpada koji se pokušao ilegalno prevesti i trajno zbrinuti u zemljama jugoistočne Azije (Kina i Hong Kong), ali i u siromašnije dijelove Afrike [39].

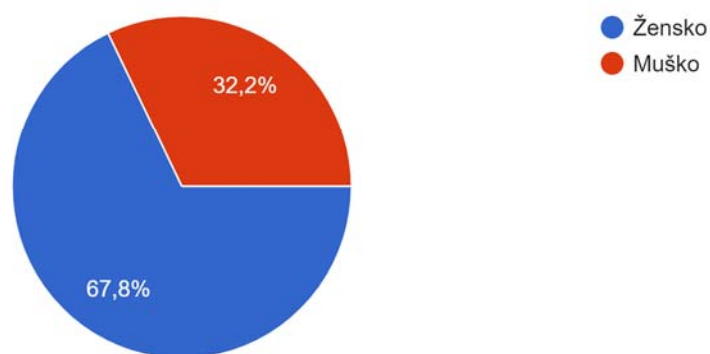
U Republici Hrvatskoj trenutno stanje u vezi s opasnim otpadom nije zadovoljavajuće. Razlog tome je što je ne postoje stvari podaci o stvarnim količinama, ali i nedostatka infrastrukture za njegovo zbrinjavanje. Nakon požara u tadašnjoj spalionici PUTO u Zagrebu Hrvatska izvozi otpad na spaljivanje u neke od zemalja EU koje imaju postojeću infrastrukturu i spalionice. Količine otpada rastu iz godine u godinu, a samo 2011e godine dosegnule su 21.049 tona. Iako se broj smanjio radi direktiva EU još uvijek postoji velik broj divljih odlagališta otpada koja predstavljaju prijetnju za zdravlje ljudi i životinja. Dodatnu opasnost predstavlja i Schengenski režim koji bi mogao dodatno ugroziti sigurnost RH. Iseljavanje iz ruralnih područja, mobilizacija i općenito loša ekološka situacija dodatno podupiru organizirano bavljenje ilegalnim prometom otpada. [39]

6. Istraživački dio

Otpadnu elektroničku i električnu opremu, skraćeno EE otpad označava sva EE oprema koju je potrošač iste uklonio, a da pritom ne postroji namjera ponovne upotrebe. Uz navedenu opremu ovdje pripadaju i sve sastavnice, podsklopovi te potrošni materijali. Zabrinjavajući je podatak da kao jedna od najbrže rastućih industrija u EU, a proizvodi EE opremu koja sadrži opasne tvari za ljudsko zdravlje i okoliš mali dio EE otpada reciklira ili odlaže na adekvatan način. Kako je to jedna od najbrže rastućih industrija napravljeno je istraživanje s ciljem ispitivanja svjesnosti potrošača EE opreme i način na koji su upoznati sa prikupljanjem i odvozu iste. Istraživanje je napravljeno online anketiranjem preko Google alata (*Google forms*) za izradu, provedbu i analizu podataka, a samo istraživanje podijeljeno je i preko društvenih mreža. Anketni upitnik sastoji se od 11 pitanja koja su navedena u prilogima. Podijeljena su u dvije dijela: demografski i dio pitanja koji je vezan uz istraživanje. Anketa je bila dostupna od 07.08.2022. do 31.08.2022., a ispunilo ju je 171 ispitanik. Podaci ispitanika kod samog odgovaranja na pitanja se nisu prikupljali.

Spol

171 odgovor



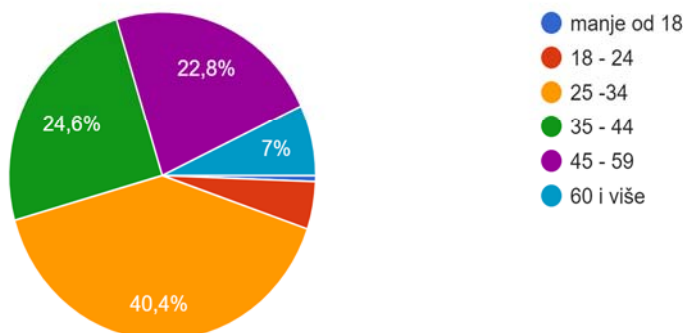
Slika 27. Spol ispitanika

U istraživanju je sudjelovalo 171 ispitanika od kojih je 116 (67,8%) žena i 55 (32,2%) muškaraca.

6.1. Rezultati istraživanja

Dob

171 odgovor

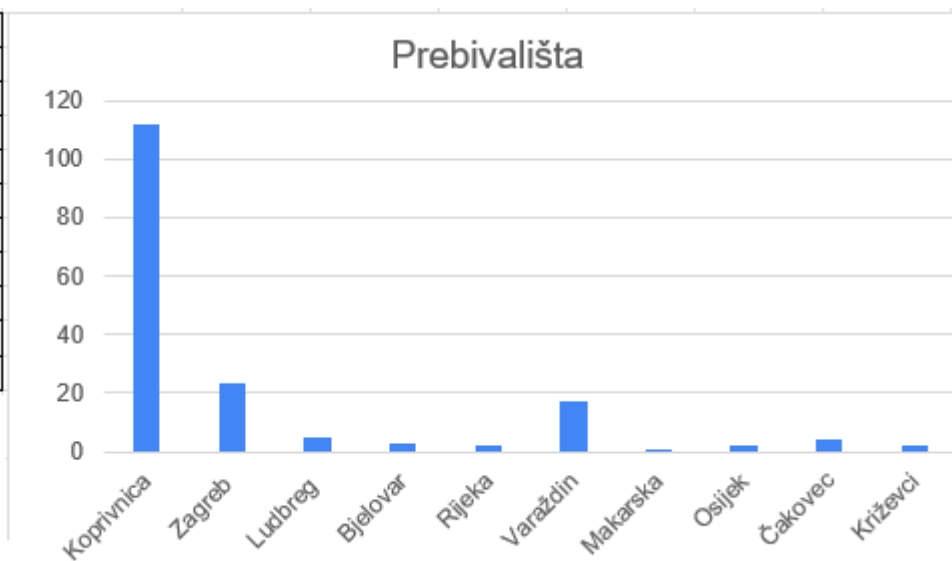


Slika 28. Dob ispitanika

Najviše odgovora njih 69 (40,4%) čini dobnu skupinu od 25 do 34 godine. Dobnu skupinu od 18 do 24 čini 8 (4,7%), zatim od 35 do 44 čini 42 (24,6) ispitanika, od 45 do 59 čini 39 (22,8) ispitanika. Najmanje ispitanika imaju dobne skupine manje od 18 (1 ispitanik 0,6%) i dobna skupina 60 i više 12 (7%) ispitanika.

Pitanje broj 3 zahtijevalo da ispitanici navedu svoje prebivalište. Velik broj ispitanika navelo je svoje prebivalište kao prigradska naselja i sela. Da bi se dobio grafikon filtrirani su rezultati i prigradska naselja i sela pridružena su gradovima pod koje pripadaju. U nastavku se nalazi grafikon prebivališta nakon filtriranih rezultata.

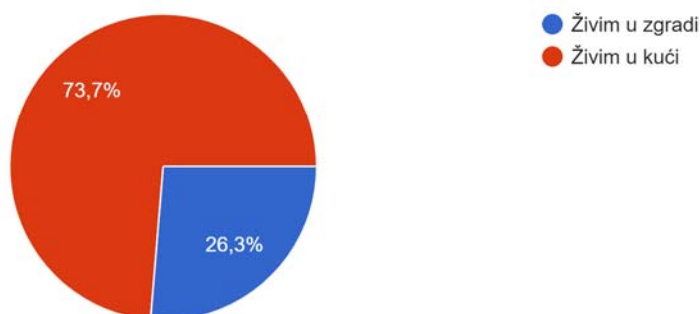
Koprivnica	112
Zagreb	23
Ludbreg	5
Bjelovar	3
Rijeka	2
Varaždin	17
Makarska	1
Osijek	2
Čakovec	4
Križevci	2
Ukupno	171



Slika 29. Prikaz prebivališta

Živate li u zgradi ili kući

171 odgovor

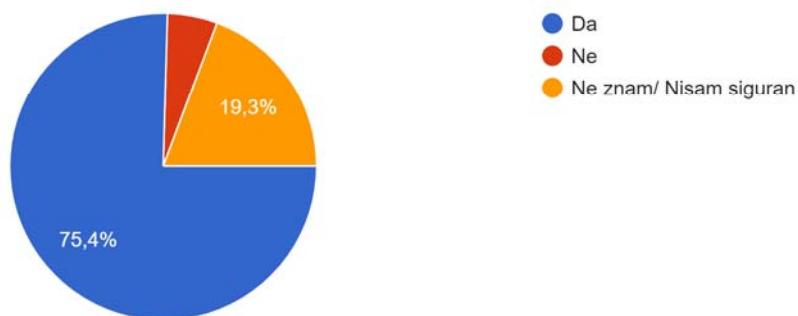


Slika 30. Živate li u zgradi ili kući

Jedno od pitanja koje je iznimno važno radi same organizacije prikupljanja otpada u naseljima. U kući živi 126 (73,7%) ispitanika dok 45 (26,3%) ispitanika živi u zgradi.

1. Zbate li gdje je potrebno predati/odložiti stare električne i elektroničke uređaje kako bi oni bili ekološki zbrinuti?

171 odgovor

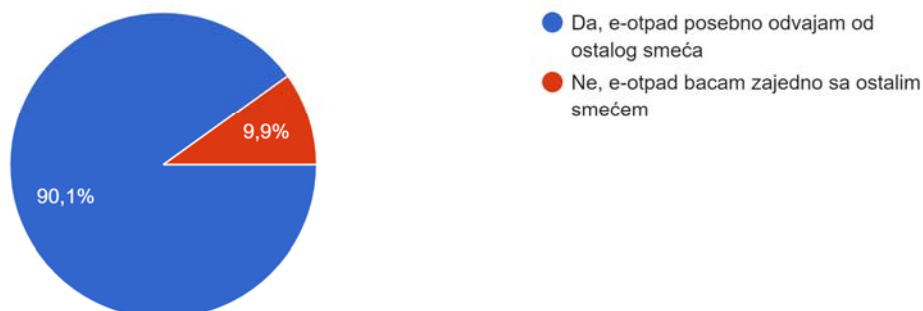


Slika 31. Zbate li gdje je potrebno predati/odložiti stare električne i elektroničke uređaje kako bi oni bili ekološki zbrinuti?

O pitanju informiranosti ljudi gdje je potrebno predati/odložiti stare električne i elektroničke uređaje moguće je vidjeti iz sljedećih rezultata. Njih 129 (75,4%) znaju gdje je potrebno predati odložiti EE otpad, dok 33 (19,3%) ispitanika ne zna ili nisu sigurni. Samo 9 ispitanika (5,3 posto) ne zna gdje je potrebno predati/odložiti stare EE uređaje.

2. Odvajate li e-otpad od ostalog smeća

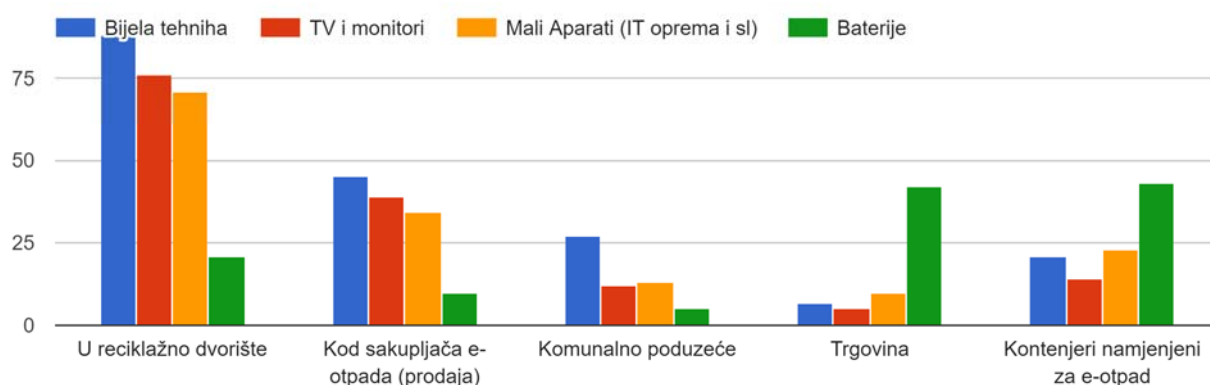
171 odgovor



Slika 32. Odvajate li e-otpad od ostalog smeća

Iz ovog pitanja moguće je vidjeti da se zapravo rezultati ovog i prošlog pitanja približno slični. Čak 154 ispitanika (90,1%) odvaja posebno e-otpad od ostalog smeća dok njih 17 (9,9%) e-otpad baca zajedno sa ostalim smećem.

3. Ako je odgovor na pitanje broj 2 "Da", gdje najčešće predajete/odlažete sljedeće kategorije otpada?

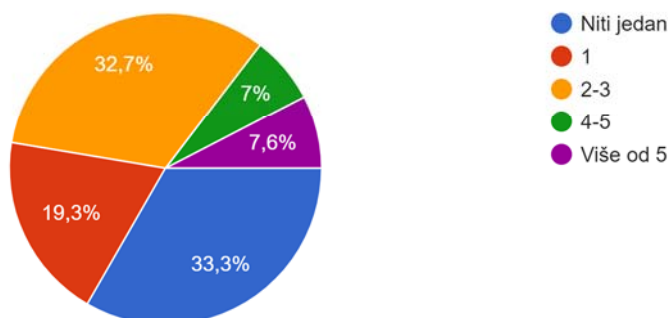


Slika 33. Prikaz grafikona odlaganja EE otpada

Iz samog grafikona vidljivo je da e-otpad većih dimenzija predaje u reciklažna dvorišta i kod ovlaštenih sakupljača dok se mala i velika oprema te IT oprema predaje u trgovinama kontejnerima i za to predviđena mjesta. Na ovo pitanje mogli su odgovoriti samo ispitanici koje su na pitanje pod rednim brojem 2 u drugoj kategoriji odgovorili sa "Da".

4. Koliko trenutno u Vašem domu imate neaktivnih uređaja?

171 odgovor

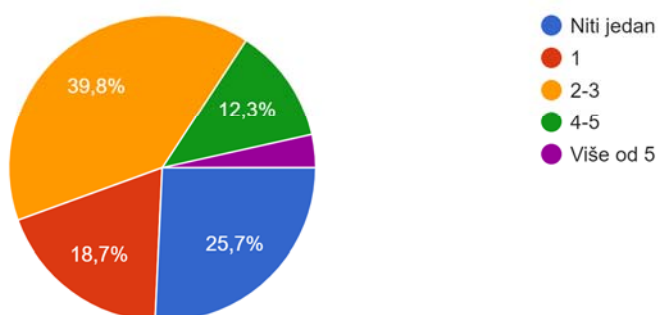


Slika 34. Broj neaktivnih uređaja u kućanstvu.

Da ispitanici odlažu neaktivne uređaje vidljivo je iz sljedećih rezultata. Čak njih 57 (33,3%) nema niti jedan neaktivni uređaj u domu. Njih 56 (32,7%) ima od 2-3 neaktivna uređaja koje je potrebno predati na recikliranje, dok 33 ispitanika (19,3%) imaju jedan neaktivan uređaj. Najmanje odgovora odnosi se na ispitanike koji imaju od 4 do 5 neaktivnih uređaja (12 ispitanika, 7%) i više od 5 neaktivnih uređaja njih 13 (7,6%)

5. Prema Vašoj procjeni, koliko ste u ovoj godini predali/odložili starih e-uređaja?

171 odgovor

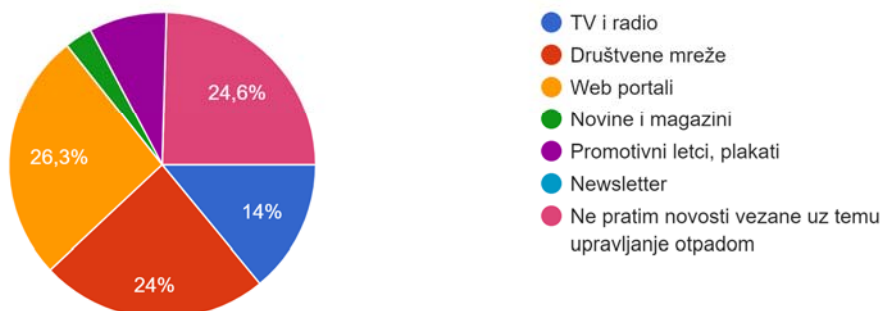


Slika 35. Prikaz procjene godišnjih odlaganja EE uređaja

Da se EE otpad redovno odlaže i predaje na to predviđena mjesta vidljivo je iz grafikona na slici. Prema procjeni 68 (39,8%) ispitanika odlaže 2 do 3 uređaja godišnje dok od 4 do 5 uređaja odlaže njih 21 (12,3%). Više od 5 uređaja odlaže samo 6 ispitanika (3,5%). Jedan uređaj godišnje odlaže 32 ispitanika (18,7%), a niti jedan uređaj ove godine nije predalo 44 ispitanika (25,7%).

6. Na koji način pratite novosti vezane uz temu upravljanje e-otpadom?

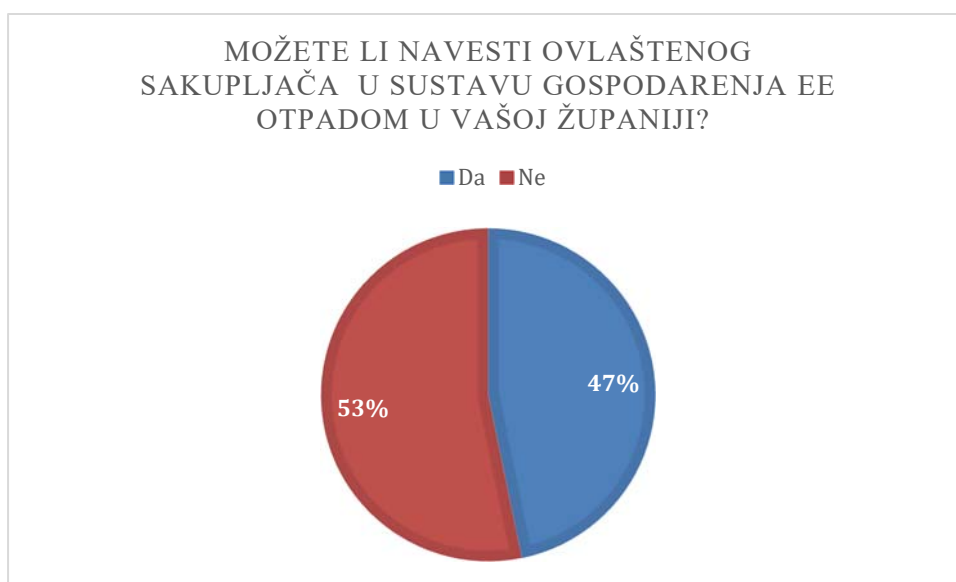
171 odgovor



Slika 36. Prikaz praćenja novosti vezanih za temu upravljanje e-otpadom

Iz dobivenih rezultata vidljivo je da 45 (26,3%) ispitanika novosti prati preko web portala, dok njih 41 (24%) prati preko društvenih mreža. Čak 42 ispitanika (24,6%) ne prati novosti vezane uz temu upravljanja otpadom. Najmanji postoci odnose se na odgovore vezane uz TV i radio, 24 ispitanika (14%), novine i magazine, 5 ispitanika (2,9%) i promotivni letci, plakati, 14 ispitanika (8,2%). Niti jedan ispitanik ne prati novosti preko newsletter-a.

Na zadnje pitanje provedenog u istraživanju ispitanici su trebali navesti ovlaštenog sakupljača otpada u svojoj županiji. Da bi dobili točne rezultate potrebno je napraviti filtriranje rezultata prema tablici [toj u kojoj su navedeni ovlašteni sakupljači e-otpada.



Slika 37. Možete li navesti ovlaštenog sakupljača u sustavu gospodarenja EE otpadom u Vašoj županiji?

7. Zaključak

Kako sama potražnja za električnom i elektroničkom opremom raste, a životni ciklus se smanjuje predviđanja za 2010. godinu su se ostvarila već 2016. godine kada je procijenjena količina elektroničkog otpada iznosila 45,7 milijuna tona, a iz godine u godinu ta brojka raste. Tada je bilo 3 milijarde zastarjelih elektroničkih komponenti za koje je bilo potrebno napraviti sveobuhvatan pristup radi učinkovitog recikliranja takve opreme. Zbog toga postignut je čitav niz multilateralnih sporazuma između država, a ona najvažnija je konvencija u Baselu koja se usredotočuje na prevenciju, smanjenje, oporavak i konačno odlaganje. Sporazum je potpisalo 178 zemalja. EU kroz brojne programe nastoji smanjiti elektronički i električki otpad metodama ponovne primjene, produljenjem garancije te upotrebom univerzalnih punjača. Također primijenjeni su brojni standardi i poticaji. U medijima sve više se vide oglašavanja o elektroničkom otpadu kako bi se probudila svijest kod ljudi koji ga koriste i odbacuju na neodgovaran način.

Prema dobivenim podacima istraživanja, a s odgovorima uglavnom sjeveroistočne Hrvatske moguće je vidjeti da ispitanici uglavnom veće električne i elektroničke uređaje odlažu na za to odgovarajuća mjesta (reciklažna dvorišta), dok se manji EE otpad odlaže u odgovarajuće kontejnere. Ispitanici se o novostima vezanima za odlaganje EE otpada i novim direktivama uglavnom informiraju iz društvenih mreža i portala što se i daje zaključiti s obzirom na korištenje i prisutnost ljudi na internetu.

Iako postoje teorije s obzirom na ilegalno odlaganje otpada da je dio podataka za EE otpad uporabu i recikliranje lažiran. S obzirom na broj reciklažnih dvorišta i broj ovlaštenih sakupljača Hrvatska se kreće u dobrom smjeru. Potrebno je ulagati u infrastrukturu i opremu kako bi se zadovoljili kriteriji, a s time naš okoliš bio čišći i zdraviji.

8. Literatura

- [1] ŠVOB, Ana. Opasni kućni otpad. Polimeri: časopis za plastiku i gumu, 2004, 25.1-2: 33-36
- [2] BHUTTA, M. Khurram S.; OMAR, Adnan; YANG, Xiaozhe. Electronic waste: a growing concern in today's environment. Economics Research International, 2011, 2011.
- [3] YANG, Congren, et al. Recycling Tin from electronic waste: A problem that needs more attention. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 2017, 5.11: 9586-9598.
- [4] THÜRER, Matthias; TOMAŠEVIĆ, Ivan; STEVENSON, Mark. On the meaning of 'waste': review and definition. Production Planning & Control, 2017, 28.3: 244-255.
- [5] KALAMBURA, Sanja. Strategija gospodarenja otpadom i uloga Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. Arhiv za higijenu rada i toksikologiju, 2006, 57.3: 267-274.
- [6] https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005_11_130_2398.html dostupno 02.09.2022
- [7] <https://vlada.gov.hr/UserDocsImages//2016/Sjednice/Arhiva//90-03.pdf> dostupno 02.09.2022.
- [8] RUJNIĆ-SOKELE, Maja. Otpad – vrijedan izvor energije. Polimeri: časopis za plastiku i gumu, 2009, 30.2: 93-96.
- [9] <https://www.fzoeu.hr/hr/elektricni-i-elektronicki-otpad/7747> dostupno 02.09.2022.
- [10] Ministarstvo zaštite okoliša i energetike. Pregled podataka o otpadnim baterijama i akumulatorima u 2018. godini
- [11] BAČUN, Dubravka. Priručnik o znakovima na proizvodima i ambalaži. Hrvatski poslovni savjet za održivi razvoj, 2009
- [12] <https://zeleni-val.com/oznake-na-ambalazi/> dostupno 28.08.2022.
- [13] World Health Organization. (1980). IMCO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP: report of the eleventh session, Dubrovnik, Yugoslavia, 25-29 February 1980. In IMCO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP: report of the eleventh session, Dubrovnik, Yugoslavia, 25-29 February 1980
- [14] CAO, Yang, et al. Postnatal cadmium exposure, neurodevelopment, and blood pressure in children at 2, 5, and 7 years of age. Environmental health perspectives, 2009, 117.10: 1580-1586.
- [15] MUNISAMY, Raagheni; ISMAIL, Sharifah Norkhadiah Syed; PRAVEENA, Sarva Mangala. Cadmium exposure via food crops: a case study of intensive farming area. Am J Appl Sci, 2013, 10.10: 1252-1262.
- [16] Faroon O, Ashizawa A, Wright S, Tucker P, Jenkins K, Ingerman L, et al. Toxicological profile for cadmium. 2013.

- [17] CLARKSON, Thomas W.; MAGOS, Laszlo; MYERS, Gary J. The toxicology of mercury—current exposures and clinical manifestations. *New England Journal of Medicine*, 2003, 349.18: 1731-1737.
- [18] Bhan A, Sarkar N. Mercury in the environment: effect on health and reproduction. *Reviews on environmental health*. 2005;20(1):39-56.
- [19] DOPP, E., et al. Environmental distribution, analysis, and toxicity of organometal (loid) compounds. *Critical Reviews in Toxicology*, 2004, 34.3: 301-333.
- [20] <https://www.minamatadiseasemuseum.net/10-things-to-know> dostupno 20.08.2022
- [21] ZHANG, J. D.; LI, X. L. Chromium pollution of soil and water in Jinzhou. *Zhonghuayu fang yixue za zhi [Chinese Journal of Preventive Medicine]*, 1987, 21.5: 262-264.
- [22] LÓPEZ, F. A., et al. Thermolysis of fibreglass polyester composite and reutilisation of the glass fibre residue to obtain a glass–ceramic material. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 2012, 93: 104-112.
- [23] <https://www.bioinstitut.hr/blog/kemija/poliklorirani-bifenili-pcb-97/> dostupno 30.08.2022
- [24] <https://www.auspienterprises.com/pcb/> dostupno 05.09.2022
- [25] KEITH, Ashley, et al. Assessment of Pb, Cd, Cr and Ag leaching from electronics waste using four extraction methods. *Journal of Environmental Science and Health Part A*, 2008, 43.14: 1717-1724
- [26] https://www.sigmat.hr/5532-home_default/pasta-za-meko-lemljenje-cu-roplus.jpg dostupno 05.09.2022
- [27] JAVIER HURTADO ALBIR, Francisco; ANTONIO CARRASCO HERNÁNDEZ, José. Environmental Aspects of Manufacturing and Disposal of Power Electronics Equipment. *EPE Journal*, 2011, 21.3: 5-13
- [28] ALABI, Okunola A.; BAKARE, Adekunle A. Genotoxicity and mutagenicity of electronic waste leachates using animal bioassays. *Toxicological & Environmental Chemistry*, 2011, 93.5: 1073-1088.
- [29] <https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/society/20201208STO93325/e-otpad-u-eu-u-cinjenice-i-brojke-infografika> dostupno 30.08.2022
- [30] <https://www.zakon.hr/z/2848/Zakon-o-gospodarenju-otpadom> 30.08.2022
- [31] Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja. Izvješće o gospodarenju otpadnom električnom i elektroničkom opremom u 2019. godini
- [32] https://www.fzoeu.hr/docs/kontakti_i_adrese_sakupljackih_centara_ee_2015_v1.pdf dostupno 05.09.2022
- [33] WILLIAMS, J. A. S., et al. A switching rule for plastics identification in electronics recycling. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 2008, 21.6: 730-743.

- [34] <https://ee-otpad.com/ee-otpad-u-hrvatskoj.pdf> 05.09.2022 dostupno 05.09.2022
- [35] https://www.spectra-media.hr/img/Bistra_21_MG_5482.jpg dostupno 05.09.2022
- [36] <https://i1.wp.com/www.biznisinfo.ba/wp-content/uploads/2017/12/e-otpad-44.jpg?resize=700%2C336&ssl=1> dostupno 05.09.2022
- [37] <https://recolo.hr/wp-content/uploads/2022/02/Prateci-list-za-otpad.jpg> dostupno 05.09.2022
- [38] <https://i.ytimg.com/vi/nkU6XXKWNHc/mqdefault.jpg> dostupno 05.09.2022
- [39] Obradović, M., Kalambura, S., Smolec, D., & Jovičić, N. (2014). Dumping and illegal transport of hazardous waste, danger of modern society. *Collegium antropologicum*, 38(2), 793-803.

Zbrinjavanje električnog i elektroničkog otpada



Poštovani,

Iz ljubazno Vas molimo za par minuta Vašeg vremena za ispunjavanje anketnog upitnika.

Istraživanje se provodi za potrebe izrade diplomskog rada pod nazivom: **"Onečišćenja uzrokovana električnim i elektroničkim otpadom i njihov utjecaj na okoliš"**.

Vaši odgovori bit će korišteni isključivo u znanstvene svrhe i u potpunosti su tajni. Molimo Vas da, prilikom popunjavanja upitnika, budete što iskreniji i objektivniji, kako bi i sami rezultati istraživanja bili vjerodostojniji.

Bez naslova

Opis (po izboru)

Spol *

- ☐ Žensko
- ☐ Muško

Dob *

- ☐ manje od 18
- ☐ 18 - 24
- ☐ 25 - 34
- ☐ 35 - 44
- ☐ 45 - 59
- ☐ 60 i više

Navedite prebivalište *

Tekst kratkog odgovora

Živate li u zgradi ili kući *

☐ Živim u zgradi

☐ Živim u kući

1. Zna li gdje je potrebno predati/odložiti stare električne i elektroničke uređaje kako bi oni bili ekološki zbrinuti? *

☐ Da

☐ Ne

☐ Ne znam/ Nisam siguran

2. Odvajate li e-otpad od ostalog smeća *

☐ Da, e-otpad posebno odvajam od ostalog smeća

☐ Ne, e-otpad bacam zajedno sa ostalim smećem

...

3. Ako je odgovor na pitanje broj 2 "Da", gdje najčešće predajete/odlažete sljedeće kategorije otpada?

	Bijela tehnika	TV i monitori	Mali Aparati (IT op...	Baterije
U reciklažno dvoriš...	☐	☐	☐	☐
Kod sakupljača e-o...	☐	☐	☐	☐
Komunalno poduz...	☐	☐	☐	☐
Trgovina	☐	☐	☐	☐
Kontenjeri namjenj...	☐	☐	☐	☐

4. Koliko trenutno u Vašem domu imate neaktivnih uređaja? *

- ☐ Niti jedan
- ☐ 1
- ☐ 2-3
- ☐ 4-5
- ☐ Više od 5

5. Prema Vašoj procjeni, koliko ste u ovoj godini predali/odložili starih e-uređaja? *

- ☐ Niti jedan
- ☐ 1
- ☐ 2-3
- ☐ 4-5
- ☐ Više od 5

...

6. Na koji način pratite novosti vezane uz temu upravljanje e-otpadom? *

- ☐ TV i radio
- ☐ Društvene mreže
- ☐ Web portali
- ☐ Novine i magazini
- ☐ Promotivni letci, plakati
- ☐ Newsletter
- ☐ Ne pratim novosti vezane uz temu upravljanje otpadom

7. Možete li navesti ovlaštenog sakupljača u sustavu gospodarenja EE otpadom u Vašoj županiji? *

Tekst kratkog odgovora

.....

Sveučilište Sjever



SVUČILIŠTE
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU I SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, NIKOLA HARIJANOVIC (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom ONČEŠĆENJA UROKOVIMA ELEKTROMI I ELEKTROMIČKIM OTADOM (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Harijanovic Nikola
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, NIKOLA HARIJANOVIC (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom ONČEŠĆENJA UROKOVIMA ELEKTROMI I ELEKTROMIČKIM OTADOM (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Harijanovic Nikola
(vlastoručni potpis)



Your changes have been saved.

4.1%

PlagScan by Turnitin Results of plagiarism analysis from 12. 09. 2022. 09:31

Onečišćenja uzrokovana električnim i elektroničkim otpadom i njihov utjecaj na
okoliš_2.docx

Date: 12. 09. 2022. 09:19

* All sources 100 | Internet sources 73 | Organization archive 10 | Plagiarism Prevention Pool 7

☒	[1]	www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjescja/ostalo/Izvjescje EE otpad_2019_final_WEB.PDF	0.6%	38 matches
☒	[2]	narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_04_42_782.html	0.7%	22 matches
☒	[3]	narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005_11_130_2398.html	0.4%	27 matches
☒	[4]	vlada.gov.hr/UserDocsImages//2016/Sjednice/Arhiva//90-03.pdf	0.3%	26 matches
☒	[5]	mingor.gov.hr/UserDocsImages/NASLOVNE FOTOGRAFIJE I KORIŠTENI LOGOTIPOVI/doc/prijedlog_pravilnika.pdf	0.6%	19 matches
☒	[6]	core.ac.uk/download/pdf/197871829.pdf	0.3%	26 matches
☒	[7]	hrcak.srce.hr/file/7476	0.2%	20 matches
☒	[8]	www.udruga-gradova.hr/wordpress/wp-content/uploads/2021/03/ZGO-8.2.2021_za-TDU-čistopis-002.docx	0.3%	20 matches
☒	[9]	esavjetovanja.gov.hr/ECon/MainScreen?entityId=15318	0.3%	19 matches
☒	[10]	www.zakon.hr/z/2848/Zakon-o-gospodarenju-otpadom	0.2%	20 matches
☒	[11]	docplayer.rs/213747686-Analiza-mogućnosti-kraja-životnog-vijek-a-otpadnih-fluorescentnih-lampi.html	0.2%	16 matches
☒	[12]	narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2021_07_84_1554.html	0.2%	18 matches
☒	[13]	travelsdocbox.com/Eastern_Europe/79725311-Xiii-medunarodni-simpozij-gospodarenje-otpadom.html	0.1%	19 matches
☒	[14]	www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjescja/OTP_Pregled gospodarenja otpadnim baterijama i otpadnim aku	0.7%	21 matches
☒	[15]	esavjetovanja.gov.hr/Econ/MainScreen?EntityId=19157	0.0%	19 matches
☒	[16]	dku.hr/wp-content/uploads/2016/09/Zbomik-radova-2013.pdf	0.1%	18 matches
☒	[17]	www.udruga-gradova.hr/wordpress/wp-content/uploads/2020/09/ZGO-28_8_2020.docx	0.2%	16 matches
☒	[18]	vlada.gov.hr/UserDocsImages//2016/Sjednice/2021/srpanj/70 sjednica VRH//70 - 13 Prijedlog.DOCX	0.5%	13 matches
☒	[19]	esavjetovanja.gov.hr/ECon/MainScreen?entityId=16319	0.5%	13 matches
☒	[20]	narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2019_01_11_230.html	0.2%	13 matches
☒	[21]	dokumenti.azo.hr/Dokumenti/PGO_Opcine_Veliko_Trgovisce_2017_2022.pdf	0.3%	17 matches
☒	[22]	www.fzoeu.hr/docs/smjernice_za_ponovnu_uporabu_v2.pdf	0.2%	13 matches

- ✓ [23] <zir.nsk.hr/islandora/object/fpz:1179/datastream/PDF/view>
0.2% 13 matches
- ✓ [24] www.sabor.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/lzvjesca/OTP-baterije_2021.pdf
0.4% 14 matches
- ✓ [25] www.sabor.hr/sites/default/files/uploads/sabor/2019-09-19/163502/IZVJ_OKOLIS_2013-2016.pdf
0.1% 15 matches
- ✓ [26] [from a PlagScan document dated 2020-02-17 16:41](#)
0.3% 12 matches
- ✓ [27] <narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/298762.html>
0.5% 7 matches
1 documents with identical matches
- ✓ [29] <zir.nsk.hr/islandora/object/etfos:1484/preview>
0.1% 10 matches
- ✓ [31] ["Mineta Ebaji-diplomski rad.docx" dated 2021-09-06](#)
0.1% 11 matches
1 documents with identical matches
- ✓ [33] dokumenti.azo.hr/Dokumenti/Plan_gospodarenja_otpadom_-_Grad_Zupanja_2009-2017.pdf
0.3% 9 matches
- ✓ [34] <www.doccity.com/sr/zbrinjavanje-otpadnih-elektricnih-i-elektronickih-ure-aja-i-opreme-ee-otpad/568908/>
0.1% 8 matches
- ✓ [36] <mingor.gov.hr/?id=7593>
0.1% 8 matches
- ✓ [37] <core.ac.uk/download/pdf/232991216.pdf>
0.1% 9 matches
- ✓ [38] <core.ac.uk/download/pdf/197902563.pdf>
0.3% 9 matches
- ✓ [39] <www.fzoeu.hr/hr/propisi-8379/8379>
0.1% 7 matches
- ✓ [42] <mingor.gov.hr/print.aspx?id=7593&url=print>
0.1% 6 matches
- ✓ [46] <zir.nsk.hr/islandora/object/etfos:1211/datastream/PDF/download>
0.2% 8 matches
- ✓ [47] <repozitorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz:1917/datastream/PDF/view>
0.1% 5 matches
- ✓ [53] <core.ac.uk/download/pdf/198162455.pdf>
0.1% 6 matches
- ✓ [57] <www.vecernji.hr/lifestyle/kako-biste-pravilno-odvajali-otpad-saznajite-sto-znaci-koja-oznaka-na-ambalazi-1462987>
0.1% 4 matches
- ✓ [58] <www.ekologija.gov.rs/sites/default/files/2021-01/strategija-upravljanja-otpadom.pdf>
0.2% 4 matches
- ✓ [61] <www.jutamji.hr/domidizajn/savjeti/sto-znace-simboli-na-ambalazi-4618433>
0.1% 3 matches
- ✓ [64] <esavjetovanja.gov.hr/ECon/EconReport?entityId=4046>
0.1% 4 matches
- ✓ [95] <www.facebook.com/eeotpad.ri/photos/a.463033764231489/463031474231718/?type=3>
0.0% 2 matches
- ✓ [97] <www.doccity.com/sr/reciklaza-elektronskog-otpada-seminarski-rad-logistika-elektrotehnika/258371/>
0.0% 2 matches
- ✓ [103] ["Marina Plušćec 3.doc" dated 2021-06-24](#)
0.1% 2 matches
- ✓ [114] <www.getim.hr/prodaja/zbrinjavanje-informatickog-otpada>
0.1% 1 matches

☒ [119]

eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=NIM:215537
 0.0% 1 matches

☒ [120]

Your changes have been saved
 0.0% 1 matches

☒ [121]

"diplomski radna verzija.docx" dated 2022-06-27
 0.0% 1 matches
 1 documents with identical matches

59 pages, 9566 words

A very light text-color was detected that might conceal letters used to merge words.

PlagLevel: 4.1% selected / 79.9% overall

537 matches from 123 sources, of which 79 are online sources.

Settings

Data policy: *Compare with web sources, Check against organization repository, Check against the Plagiarism Prevention Pool*

Sensitivity: *Medium*

Bibliography: *Consider text*

Citation detection: *Reduce PlagLevel*

Whitelist: --