Recikliranje klima uređaja

Kuzmić, Renato

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:200:413707

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURAJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET

Stručni studij informatike

RECIKLIRANJE KLIMA UREĐAJA

Završni rad

Renato Kuzmić

Osijek, 2017. godina

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1. Zadatak 2
2. KLIMA UREĐAJ 3
2.1. Povijesni razvoj klima uređaja 3
2.2. Vrste klima uređaja 4
2.3. Karakteristika i funkcija klima uređaja 6
3. MATERIJALI KOJI SE KORISTE U IZRADI KLIMA UREĐAJA 9
3.1. Polimer 10
3.2. Čelik 10
3.3. Bakar 10
3.4. Aluminij 10
3.5. Guma 11
4. ANALIZA RECIKLIČNOSTI NA PRIMJERU KLIMA UREĐAJA 12
4.1. Analiza rastavljanja klima uređaja 16
4.2. Analiza recikličnosti klima uređaja 18
4.3. Ekonomsko-ekološka analiza 22
5. PRIKAZ ZBRINJAVANJA ELEKTROTEHNIČKIH UREĐAJA U REPUBLICI HRVATSKOJ 28
5.1. Količina odbačenih uređaja 29
5.2. Postupci zbrinjavanja elektrotehničkog otpada 31
6. ZAKLJUČAK 34
7. POPIS LITERATURE 35
8. SAŽETAK 38
9. ŽIVOTOPIS 39

1. UVOD

Recikliranje nije samo prerada određenog materijala i ponovna upotreba u nekom drugom obliku, recikliranje je puno više od toga. To je svijet koji živimo, priroda koja nas okružuje, životinje, biljke, zrak, hrana, sve to znači recikliranje. Kada čovjek ne bi reciklirao i pazio napravio bi se zatvoreni krug koji vodi prema uništenju planete. Na primjer kada bi čovjek posjekao svo drveće na svijetu kako bi napravio dovoljan broj papira, bez reciklaže starih i nepotrebnih bilježnica, novina, itd. čovjek bi sam sebe uništio jer ne bi bilo drveća koje bi u procesu fotosinteze stvarale kisik koji je prijeko potreban za ljudski život. Nažalost, ljudi još uvijek nisu svjesni toga te smo svjedoci globalnog zatopljenja, klimatskih promjenama, uragana, topljenju ledenjaka, potresima i sličnim prirodnim nepogodama. Problem nastaje kada svaki pojedinac ovoga planeta ili barem velika većina smatra da ne može pridonijeti očuvanju prirode koja nas okružuje, recikliranjem. S recikliranjem bi se postigao život u puno čišćem i ljepšem svijetu nego je ovaj u kojem trenutno žive. Naravno da je to pogrešno razmišljanje jer kada bi svako krenuo od sebe i razvrstavao otpad, odvozio stare i nepotrebne stvari u predviđene pogone za recikliranje ili stari i pokidani elektrotehnički otpad rastavio i njegove dijelove pravilno rasporedio za ponovno recikliranje istih uvelike bi pomogao da žive puno sretniji i zdraviji na ovome svijetu. Elektronički i elektrotehnički otpad jedan je od najopasnije vrste otpada. To je vrsta otpada koja sadrži opasne i štetne tvari, a nažalost najveći dio takvog otpada završi na odlagalištu komunalnog otpada, spaljuje se ili ponovno iskorištava bez potrebne prerade. Iako je poznato da već postoje pogoni koji se bave otpremom takve vrste otpada iz domaćinstava, ona nažalost u velikoj većini slučajeva ne bude na pravilan način reciklirana. Ovim radom će se pokušati prikazati, na jednom od danas najzastupljenijih elektrotehničkih uređaja, na koji bi način bilo pravilno skladištenje neispravnih klima uređaja, prerada i sama reciklaža uređaja. Osim što je isplativa zbog očuvanja prirode, analizirati će se ekonomska isplativost. Prikazat će se koji su mogući nedostatci, a koje prednosti takvog procesa.

U prvom dijelu opisat će se mogući problemi i razlozi zbog kojih se uređaji ne recikliraju.

U drugom dijelu opisat će se što je klima uređaj, koje su njezine karakteristike i funkcije, koje vrste klima uređaja postoje.

U trećem dijelu će se prikazati od kojih se materijala izrađuju klima uređaji

U četvrtom dijelu provedena je analiza rastavljanja i određivanje stupnja recikličnosti na primjeru klima uređaja.
U petom poglavlju prikazani su načini zbrinjavanja uređaja u Republici Hrvatskoj.

1.1. Zadatak

Zadatak ovog rada je opisati karakteristike i funkciju klima uređaja te prikazati sastav s gledišta vrste materijala i spojeva. Iskazati količinu odbačenih uređaja i prikazati dostupne postupke zbrinjavanja recikliranja istih.

2. KLIMA UREĐAJ

2.1. Povijesni razvoj klima uređaja

Još 1830. godine pojavila se je ideja za izradu klima uređaja. Dr. John Gorrie, američki fizičar, iskoristivši kompresor izradio je stroj za pravljenje leda kojim je hladio svoje pacijente. Uređaj je puhao zrak kroz ledeni blok te je hladio sobe u kojima su ležali pacijenti. 1881. godine pomorski inženjeri konstruirali su kutiju koja je sadržavala odjeću natopljenu ledenom vodom, iznad koje je ventilator puhao čisti zrak. Ta konstrukcija uspjela je rashladiti prostor za 6 stupnjeva, ali je trošila pola milijuna kilograma leda godišnje. [1, 2, 3]

Otac modernih klima uređaja je američki inženjer Willis Haviland Carrier koje je 1902. godine dobio ideju i smislio jednostavno rješenje za početak klimatiziranja. Izradio je električni klima uređaj i nazvao ga „*Apparatus for Treating Air*“ (uređaj za tretiranje zraka). Uređaj je koristio rashladne zavojnice kako bi hladio zrak i spuštao vlagu. Razina vlage mogla se podešavati. Prva dva desetljeća 20. stoljeća Carrierov izum služio je samo za hlađenje strojeva, a ne ljudi. Carrier je poslije unaprijedio centrifugalni rashlađivač pa se 20-ih godina prošloga stoljeća proširila uporaba klima uređaja. U sljedećih nekoliko godina razvijao je svoj sustav klimatizacije kojeg je počeo koristiti i u velikim tvornicama kako bi rashladio prostorije i radnicima omogućio normalnije uvijete za rad. [1, 2, 3]

Nakon nekoliko godina usavršavanja klima uređaja došlo je do najvećeg napretka u proizvodnji istih. U već moderniziranim sustavima zamjenjuje se opasni plin amonijak i smanjuje se jedinica za klimatiziranje ugradnjom kompresora. Nakon toga počinje šira upotreba klima uređaja te se tako 1925. godine klima uređaj počeo koristiti u kino dvoranama i ta se godina smatra početkom široke upotrebe klima uređaja. Tijekom godina zbog sve većeg globalnog zatopljenja povećana je uporaba klima uređaja te se počelo raditi na ekološkom napretku i manjoj potrošnji energije. [1, 2, 3]

Carrier naravno nije jedini radio na razvoju klima uređaja. Jedan od važnijih ljudi za razvoj uređaja bio je i Thomas Midgley koji je izumio plin kloroflorokarbon, poznatiji pod komercijalnim imenom Freon koji je bio puno manje opasan za ljude nego amonijak, ali se kasnije pokazalo da je vrlo štetan za atmosferu. Do 2010. se trebala ugasiti proizvodnja uređaja sa Freonom, a do 2020. bi trebao biti potpuno uklonjen iz svih rashladnih uređaja. Danas se

uvelike koriste nove generacije plinova koje ne štete ozonu, a jedan od njih je poznat pod komercijalnim nazivom Puron. [1, 2, 3]

2.2. Vrste klima uređaja

Kako je napredovala tehnologija tako su se razvijali klima uređaji. Tako danas poznajemo više vrsta klima uređaja. Ona koja je najraširenija u svijetu je Split, a zove se tako jer split znači „odvojeno“ što je glavna karakteristika takvih klima uređaja. Sastoji se od dvije odvojene jedinice, jedne unutarnje i jedne vanjske. Međusobno su povezane plinskim i električnim instalacijama. Vanjska jedinca služi za odvođenje topline iz prostora i uzimanja zraka iz okoline kako bi mogla pomoću radne tvari proizvesti hladan zrak, dok unutarnja jedinica (isparivač) služi za puštanje hladnog zraka u prostoriju. [4, 5, 6, 7]



Slika 2.1. *Split klima uređaj s vanjskom i unutarnjom jedinicom* [6]

Unutar split sustava postoje još neke podjele. Kao što znamo postoje uređaji koji imaju samo jednu unutarnju i vanjsku jedincu, tako postoje i uređaji koji imaju jednu vanjsku jedincu, a više unutarnjih koji su naravno i puno veće snage i najčešće se koriste u tvornicama i većim prostorijama. [4, 5, 6, 7]



Slika 2.2. *Split klima uređaj s više unutarnjih jedinica* [7]

Sama izvedba unutarnjih jedinica razlikuje se na način kako se ugrađuje u prostoriju. Tako razlikujemo split klima uređaje koji su najraširenije i ugrađuju se na zid. Kanalne koje su idealne za sakrivanje ugradnje te se kod njih vidi samo vanjska rešetka. Potom postoje kazetne koje su prikladne za ugradnju u stropu te podno-stropne koje se ugrađuju na pod ili strop. [4, 7]



Slika 2.3. *Kazetni klima uređaj koji se ugrađuje u stropu* [8]

Pored split klima uređaja postoje i klima uređaji koji su prenosivi odnosno mobilni, oni se ne ugrađuju već u jednom uređaju ima vanjsku i unutarnju jedinicu koja se možete prenositi iz prostorije u prostoriju i zbog toga imaju svoju praktičnost. No većinom su manje snage pa služe za rashlađivanje manjih prostorija u odnosu na split verziju. [4, 8]



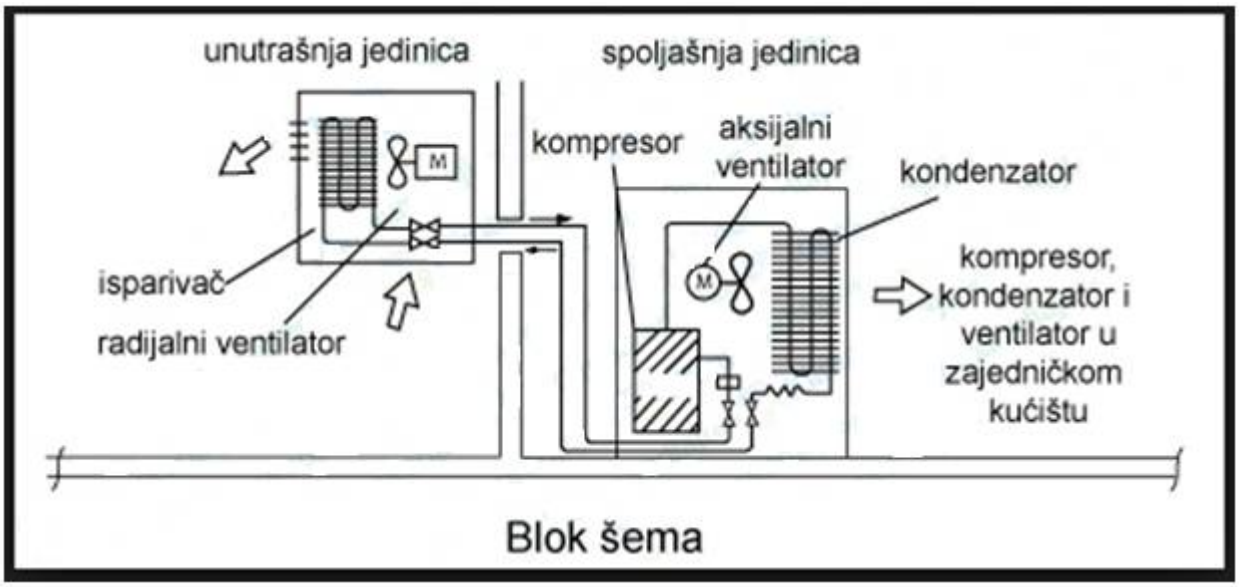
Slika 2.4. *Prikaz podne klime (slika lijevo) i prikaz mobilnog klima uređaja (slika desno)* [7, 10]

Dosta su bučne i nedostatak im je što se mora osigurati odvod toplog zraka iz prostorije, a samo guranje crijeva kroz prozor nije idealno rješenje pa se zbog toga ona više koriste u vikendicama i prostorima gdje nije potrebno svakodnevno korištenje klima uređaja već samo po potrebi. [4, 9]

2.3. Karakteristika i funkcija klima uređaja

Nakon odabira vrste i tipa jedinice klima uređaja, važna značajka je snaga uređaja. Slabi uređaj neće moći rashladiti prostoriju, dok će jaki uređaj imati učestale intervale paljenja i gašenja čime će se nepotrebno trošiti električna energija. [1, 4]

Kada uređaj hladi, kompresor tlači radnu tvar i komprimira zagrijanu radnu tvar u kondenzator u vanjskoj jedinici. Ventilator hladi radnu tvar koju kondenzira i postaje tekućina. Uslijed visokog pritiska prelazi iz vanjske jedinice u unutarnju. U unutarnjoj jedinici tekuća radna tvar isparava uslijed topline (energije) iz prostorije. Ventilator uvodi topli zrak i provodi ga kroz lamele kondenzatora gdje je ohlađeni zrak. Nakon toga hladan zrak se oslobađa u prostoriju.
Na kraju kompresor (u vanjskoj jedinici) usisava ispušne plinove iz unutarnje jedinice i tako završava rashladni krug. Kada zrak isparava u unutarnjoj jedinici, stvaraju se kapljice koje se odvode kroz cijev za odvod kondenzata. [11]



Slika 2.5. *Prikaz blok dijagrama* [12]

Uz hlađenje, odnosno grijanje i filtraciju prostora, mnoge klime imaju i dodatne funkcije. Postoje tako filtri protiv nečistoće koji pročišćavaju zrak od peludi i prašine, zatim elektrostatski filtri koji čiste zrak od sitnih čestica ili dima, filtri za osvježavanje prostorija i dr. [1, 4, 5]

Pojedine klime imaju ionizatore koji neutraliziraju negativne utjecaje magnetskog i električnog zračenja, a istovremeno pročišćavaju. Većina klima ima opciju odvlaživanja zraka, mogućnost vremenskog programiranja paljenja i gašenja. Neki klima uređaji opremljeni su Wi-Fi-om. Moderniji klima uređaji sadrže ugrađen sustav za brzo hlađenje ili grijanje, senzor pokreta i tih način rada. [1, 4, 5, 9]

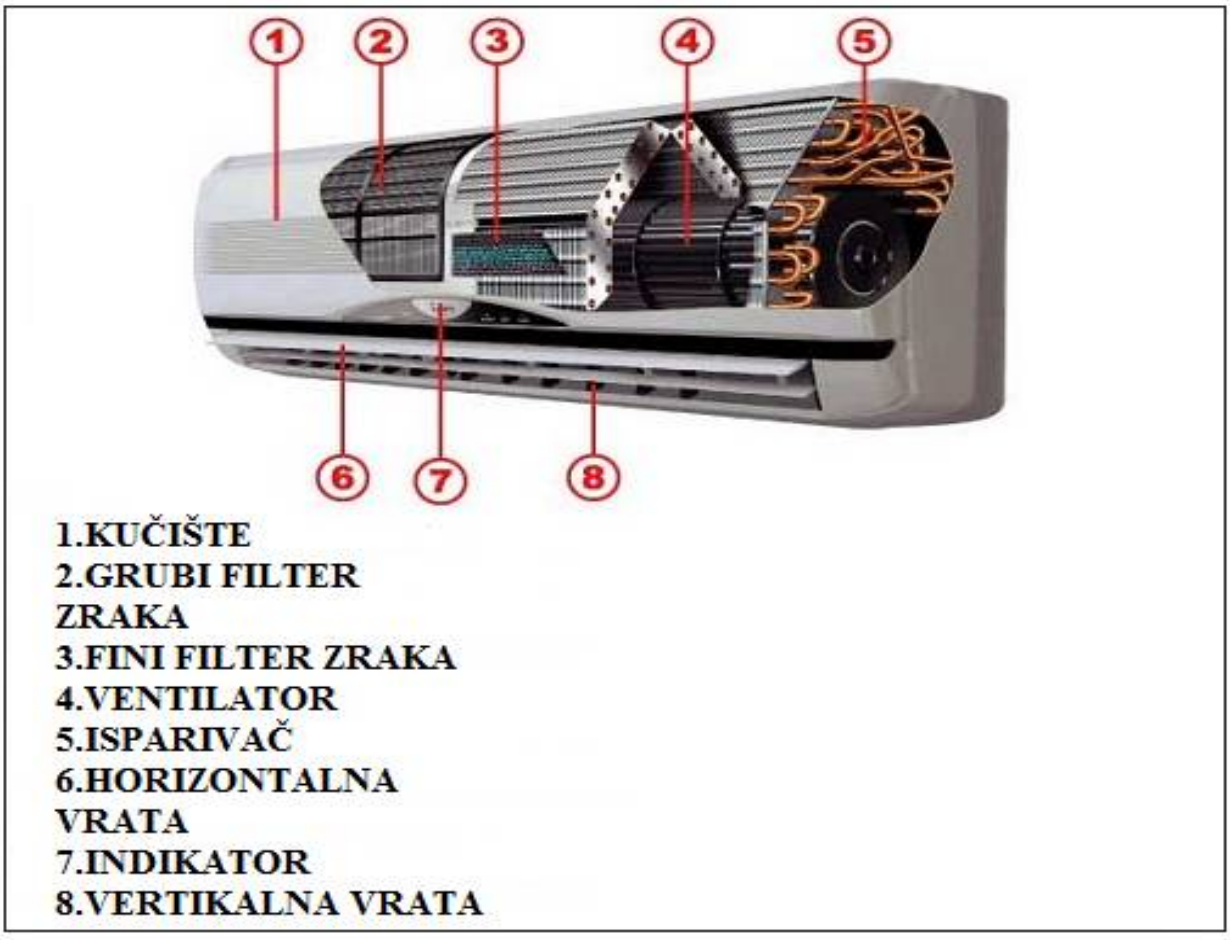
Sljedeća bitna funkcija klima uređaja je njena ekonomičnost, odnosno je li klima uređaj inverterski ili tzv. *fix speed*. Razlika između ova dva tipa je velika i uvelike pridonosi smanjenju potrošnje energije za rashlađivanje pojedinog prostora. Inverterska klima kod velikih temperaturnih razlika može na početku koristiti snagu i do 140 posto, međutim kako se približava željenoj temperaturi prostorije tako i njena snaga slabi pa može raditi i do 40 posto snage, i time uvelike pridonosi uštedi energije. Suprotno *fix speed* klima uređaj može raditi samo punom snagom ili ne raditi. Kod inverterskog klima uređaja izmjena topline je dinamička, što znači da se zrak u prostoru neprestano giba pa daje dojam da je nešto hladnije nego što stvarno jest. Klima uređaj nam pomaže ostvariti idealnu temperaturu životnog ili radnog prostora, kroz

cijelu godinu. Ako se uređaj pravilno koristi i ne pretjeruje sa razlikom temperature u prostoru i izvan njega, klima uređaj pripomaže zdravlju korisnika. [1, 4, 5, 9, 13]

Kako bi preživjeli ljetne vrućine, srčani bolesnici ugrađuju u domove klima uređaj. Uređaj ima filtre koji skupljaju prašinu, neki i elektronske filtre, koji uništavaju razne bakterije, a neki uređaji imaju i ionizatore, koji pročišćavaju zrak od neugodnih mirisa i proizvode ozon. Nakon svega nekoliko minuta od uključenja, ako je uređaj pravilno postavljen na dobro mjesto, u prostoriji se osjeti promjena temperature. Uz to moguće je vremenskim brojačem unaprijed podesiti paljenje ili gašenje uređaja. [1, 4, 5, 9, 13]

3. MATERIJALI KOJI SE KORISTE U IZRADI KLIMA UREĐAJA

Za izradu klima uređaja koristiti se više materijala. Određeni dijelovi klima uređaja tijekom rada se zagrijavaju ili hlade pa je potrebno prilagoditi materijal koji je otporan na skupljanje i širenje. Zbog mase i funkcije treba doći do rješenja kako bi se neki dijelovi napravili od lakšeg materijala. Ovisno o proizvođaču moguća su manja odstupanja u primijenjenim materijalima, ali većina koriste iste materijale za pravljenje pojedinih dijelova klima uređaja. Od najzastupljenijih materijala tu su svakako polimeri, a ostali materijali su bakar, čelik, guma, aluminij i drugi koji su zastupljeni u manjim količinama.



Slika 3.1. *Prikaz unutarnje jedinice s označenim pojedinim dijelovima* [14]

Kondenzator i isparivač djeluju kao izmjenjivači topline u klimatizacijskim sustavima i izrađeni su od bakrenih ili aluminijskih cijevi savijenih u obliku zavojnice kako bi se povećala udaljenost kroz koju radi radna tekućina. [15]

3.1. Polimer

Korištenjem različitih postupaka pri obradi polimera, dobije se velik broj različitih plastičnih masa. Većina plastičnih masa otporna je djelovanju vode, dok određene plastične mase nisu postojane na povišenim temperaturama. Zbog relativno niske cijene i lakoće proizvodnje, plastične mase se koriste u velikom broju proizvoda. Zbog svojstva i mogućnosti oblikovanja plastični materijali zamijenili su velik broj drugih materijala i njihova proizvodnja je u stalnom porastu. Polimer je materijal koji se u velikoj mjeri koristi u izradi klima uređaja. Koristi se za oblikovanje i izradu kućišta, horizontalnih i vertikalnih vrata te mnogih drugih sitnijih dijelova u klima uređaju. [16, 17]

3.2. Čelik

Čelik je legura željeza i ugljika s ostalim elementima te se koristi zbog svoje čvrstoće i niske cijene. Odlikuju se velikom tvrdoćom, mogućnosti lijevanja i mehaničke obrade te velikom elastičnošću. Koristi se za izradu vijaka kojima se pričvršćuju dijelovi klima uređaja. [18]

3.3. Bakar

Zahvaljujući svojim osobinama, otpornosti prema hrđi i dobrih mehaničkih svojstava, bakar ima vrlo široku primjenu. Koristi se zbog električne vodljivosti i toplinske izdržljivosti. Ima vrlo široku primjenu naročito u elektrotehnici, stoga se više od 50% današnjeg proizvedenog bakra upotrebljava u industriji kabela za električne vodiče, u gradnji generatora, motora i transformatora. Bakar je materijal koji se koristi zbog svoga svojstva jer može izdržati promjene visokih i niskih temperatura koje su potrebne iz razloga što nam klima uređaj služi kako bi ugrijali ili ohladili prostoriju. Isto tako od njega se rade i električni kabeli zbog dobre električne provodnosti. [19]

3.4. Aluminij

Aluminijske ploče su izbušene i oblikovane na stroju za prešanje kako bi se napravili valovi u ploči. Valovi povećavaju termodinamički prijenos topline između radne tekućine i suprotnog medija. Obzirom na vrlo malu gustoću aluminij se koristi u situacijama kad se proizvodima i predmetima nastoji reducirati masa. Specifične osobine pojedinih vrsta legura aluminija su otpornost prema koroziji i kemijskim utjecajima, sposobnost oblikovanja i lijevanja, mogućnost povećanja čvrstoće, tvrdoće te sposobnost postizanja velikog sjaja poliranjem. [20]

3.5. Guma

Guma može biti prirodna ili umjetna. Prirodna guma, naziva se još i indijska guma ili kaučuk. Ona se intenzivno koristi u većini proizvoda, kao što je sintetička guma te je obično vrlo rastezljiva, fleksibilna i iznimno vodootporna masa. Podnosi temperature od -30°C do 100°C, a u otopinama se ne otapaju. [21, 22]

Postoje i mnogi drugi materijali koji služe za izradu klima uređaja, ali su oni u manjoj mjeri zastupljeni ili su u kombinaciji s nekim od gore navedenih materijala i služe u izradi manjih segmenata klima uređaja kao što su indikator svjetla i drugi.

4. ANALIZA RECIKLIČNOSTI NA PRIMJERU KLIMA UREĐAJA

Riječ 'recikliranje' potječe od latinske riječi '*cyclus*' što znači krug. Sama riječ u svom uskom značenju govori da se radi o neprestanom kruženju. Dakle, recikliranje određenog otpada ili iskorištenog materijala možemo definirati kao ponovno korištenje u istu ili neku drugu svrhu. Danas se sve više upozorava na pravilno zbrinjavanje otpada vodeći se za činjenicom da nije sav otpad smeće, naglašavajući kako se veliki dio otpada može reciklirati, odnosno ponovno upotrijebiti.

Imamo tri osnovne vrste ponovne upotrebe:

1. **Ponovna uporaba proizvoda** – daljnja uporaba rabljenog proizvoda ili njegovih dijelova u istoj (prvobitnoj) namjeni
2. **Obnavljanje proizvoda** – industrijski postupak kojim se dotrajali proizvod prerađuje u stanje "kao novo"
3. **Ponovna uporaba materijala** – predstavlja materijalno iskorištavanje dotrajalog proizvoda, pri čemu se on koristi kao sirovina. U proizvodnji materijala obično se sastoji od rastavljanja radi razvrstavanja i prerade



Slika 4.1. *Primjeri simbola recikliranja* [23]

Uz ove tri osnovne vrste ponovne upotrebe, postoje još četiri dobro poznate vrste recikliranja, a to su:

1. ***Downcycling*** - Opisuje recikliranje otpada u slučaju kada je reciklirani materijal lošije kvalitete i funkcionalnosti od originalnog materijala. Na primjer, čelični otpad s vozila s oštećenjem, često je onečišćen bakrom od žice i kositrom od premaza. Ovaj onečišćeni otpad daje sekundarni čelik koji ne zadovoljava specifikacije za automobilski čelik i stoga se uglavnom primjenjuje u građevinskom sektoru. *Downcycling* može pomoći pri smanjenju potrošnje sirovina i kako bi se izbjegla upotreba energije, emisije stakleničkih plinova, onečišćenje zraka, onečišćenje vode, primarne proizvodnje i izvlačenja resursa. [24]
2. ***Upcycling*** - Učinkovitiji način recikliranja i predstavlja ponovnu uporabu djelomično dotrajalog proizvoda, sa ili bez dorade. To je proces transformacije nusproizvoda, otpadnih materijala, beskorisnih ili neželjenih proizvoda u nove materijale ili proizvode bolje kvalitete ili bolje ekološke vrijednosti. [25]
3. ***Open-Loop Recycling*** - Dok *downcycling* podrazumijeva gubitak kvalitete pojam *open-loop recycle* označava situaciju u kojoj se sekundarni materijal koristi u drugačijem proizvodnom sustavu nego izvorni materijal. Ona tako obuhvaća i upcycling i downcycling. [26]
4. **Energetsko recikliranje** - Najniži stupanj upotrebljivosti dotrajalog proizvoda, tj. njegova pretvorba u energiju. Energetsko recikliranje je proces obnove energije korištenjem energije koja bi inače bila izgubljena, pretvarajući ga u električnu ili toplinsku energiju. Proces energetskog recikliranja koristi se u proizvodnim pogonima, elektranama i velikim institucijama kao što su bolnice i sveučilišta i značajno povećava učinkovitost, istodobno smanjujući troškove energije i onečišćenje stakleničkih plinova. Postupak je poznat zbog mogućnosti ublažavanja globalnog zatopljenja. [27]

Recikličnost određenog proizvoda govori o materijalnoj iskoristivosti dotrajalog proizvoda te pomaže u pronalasku metode koja je najbolje prihvatljiva za recikliranje tog proizvoda. Sama recikličnost proizvoda ovisi o njegovoj strukturi, sastavu materijala i vrstama spojeva i veza. Recikličnost proizvoda računa se kao omjer sume recikličnosti pojedinih dijelova određenih masom u odnosu na maksimalnu recikličnost proizvoda. Rezultat je bezdimenzionalni pokazatelj čiji se iznos kreće od 0 do 1.

Formula za računanje recikličnosti glasi:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^{n} b_i \cdot m_i \cdot r_i}{M \cdot r_{\mathrm{MAX}}} \quad (4\text{-}1)$$

gdje je:

- b_i - broj ponavljanja i-tog dijela u proizvodu
- m_i - masa i-tog dijela, kg
- r_i - ocjena recikličnosti i-tog dijela
- r_{max} - najveća ocjena recikličnosti, koja ovdje iznosi 5
- M - ukupna masa proizvoda, kg

Rezultat recikličnosti može se svrstati u jednu od tri kategorije, a to su:

- 0,75 do 1,00 - povoljna recikličnost
- 0,50 do 0,74 - potrebna rekonstrukcija proizvoda ili selektivno rastavljanje (odvajanje slabo recikličnih ili vrsno recikličnih komponenti).
- ispod 0,50 - upućuje na *down-cycling* postupke (niža kvaliteta reciklata) ili odlaganje gdje se proizvod upotrebljava za druge namjere niže vrijednosti u odnosu na prvobitnu.

Stupanj recikličnosti je varijabla kojom se procjenjuje recikličnost za pojedine dijelove ili sklopove. Kao pomoć koriste se tablice 4.1. i 4.2. u kojoj je brojem označena prikladnost recikliranju pojedinih vrsta materijala. [28, 29]

Tablica 4.1. *Ocjena recikličnosti materijala* [29]

OCJENA	OPIS MJERILA
0	dio ili sklop koji sadrži opasne tvari, zahtjeva posebno postupanje
1	materijal s nepoznatom tehnologijom reciklaže
2	organski materijal, može se koristiti kao izvor energije, ali se ne može reciklirati
3	materijal je tehnološki moguće reciklirati, ali to zahtjeva dodatnu obradu, te razvoj postojećih procesa i materijala
4	materijal se tehnološki može reciklirati, ali oprema nije dostupna
5	materijal je recikličan, postupak recikliranja poznat i uspješno se primjenjuje

Tablica 4.2. *Ocjena recikličnosti materijala*

OCJENA	OPIS MJERILA
0	tiskane pločice, katodne cijevi, kondenzatori (PCB), baterije, negoriva plastika, živin prekidač, dijelovi koji sadrže azbestna vlakna, živa (prekidači, žarulje), selen, LCD, itd.
1	duroplasti, viskeri, nerazvrstani usitnjeni otpad, kompoziti
2	polimeri nepoznate vrste, materijali na bazi celuloze (energetski iskoristivo)
3	željezo-bakar pomiješani, elektromotori, mješavina polimera
4	kabeli i izolirani vodiči, željezo i keramika, metal i polimer
5	željezo, bakar, aluminij i slitine, polimeri poznate vrste

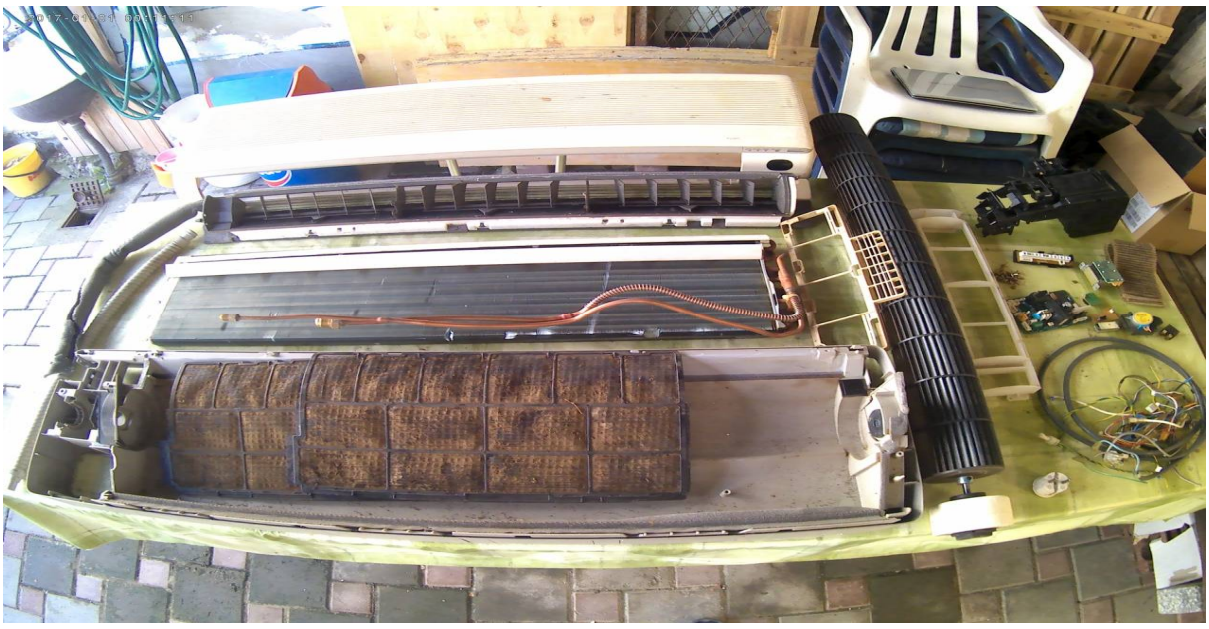
4.1. Analiza rastavljanja klima uređaja

Kako bi se odredio stupanj recikličnosti nekog uređaja, neophodno je uređaj rastaviti na sastavne dijelove. Unutarnja jedinica klima uređaja Toshiba rastavljena je i razvrstana na sitne dijelove koji su osnova za daljnju analizu. Nakon provedene analize rastavljanja, dobiveni podaci uneseni su u tablicu 4.3.

Za rastavljanje ovog klima uređaja bio je potreban slijedeći alat: razni odvijači (križni, ravni, manji i veći), kliješta, nož i dr.



Slika 4.2. *Unutarnja jedinica korištena za rastavljanje*



Slika 4.3. *Rastavljena unutarnja jedinica klima uređaja*

Tablica 4.3. *Prikaz operacija rastavljanja klima uređaja s potrebnim vremenom pojedine operacije kao i kumulativnim vremenom*

	Naziv proizvoda: Klima uređaj, marke Toshiba (unutarnja jedinca)				Datum:20.7.2017.
Redni broj	Naziv operacije	Vrijeme odvajanja	Kumulativno vrijeme odvajanja	Alat	OPASKA
		sek	sek		
i		t_i			
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	Uklanjanje vratašca za regulaciju zraka	8	8	Ruke	Jednostavno uklonjeno
2	Odvajanje kućišta klime	90	98	Križni odvijač, ruke	Jednostavno uklonjeno
3	Uklanjanje filtra prašine	6	104	Ruke	Lagano
4	Odvajanje filtra zraka	85	189	Križni odvijač, ruke	Jednostavno uklonjeno
5	Uklanjanje indikatora svjetla	41	230	Ruke	Jednostavno uklonjeno
6	Rastavljanje gornjeg dijela kućišta elektronike	9	239	Ruke	Jednostavno uklonjeno
7	Rastavljanje hladnjaka klime	392	631	Križni odvijač, ruke	Teže uklonjeno
8	Uklanjanje zaštite na bakrenoj cijevi	140	771	Ravni odvijač, ruke	Manje poteškoće
9	Rastavljanje elektronike klime	192	963	Odvijač, kliješta, ruke	Teže uklanjanje

10	Rastavljanje utikača za struju	46	1009	Križni odvijač	Jednostavno uklonjeno
11	Uklanjanje kabela elektronike	243	1252	Nož, odvijač, ruke	Teže uklanjanje
12	Uklanjanje prekidača ON/OFF	12	1264	Ruke	Lagano
13	Rastavljanje motora za vratašca	9	1273	Križni odvijač	Jednostavno uklonjeno
14	Rastavljanje ploča i kabela	232	1505	Odvijač, nož, kliješta	Manje poteškoće
15	Uklanjanje donjeg dijela kućišta klima uređaja	18	1523	Ruke	Lagano
16	Rastavljanje motora klime uređaja	129	1652	Križni odvijač, ruke	Manje poteškoće
17	Uklanjanje crijeva za vodu	51	1703	Ravni odvijač, ruke	Jednostavno uklonjeno
18	Rastavljanje donjeg dijela kućišta	164	1868	Križni odvijač, ruke	Jednostavno uklonjeno

Kao što se vidi u tablici 4.3., za rastavljanje klima uređaja bilo je potrebno 1868 sekundi. Uz bolji alat, određenu rutinu i više tehnike, smanjilo bi se vrijeme rastavljanja, što bi znatno utjecalo na troškove rastavljanja.

4.2. Analiza recikličnosti klima uređaja

Tijekom rastavljanja klima uređaja marke Toshiba mjerene su mase pojedinih elemenata (m_i). Na osnovu dobivenih rezultata o ukupnom broju elemenata (b_i) i njihovih pojedinačnih masa (m_i) dobivena je ukupna masa pojedinih elemenata. Pojedinim elementima uređaja dodijeljen je stupanj recikličnosti prema tablicama 4.1. i 4.2. Najviši stupanj recikličnosti imaju elementi koji su od iste vrste materijala kao što je u ovom slučaju: **željezo**.

Tablica 4.4. *Rezultati provedenog pokusa određivanja recikličnosti klima uređaja*

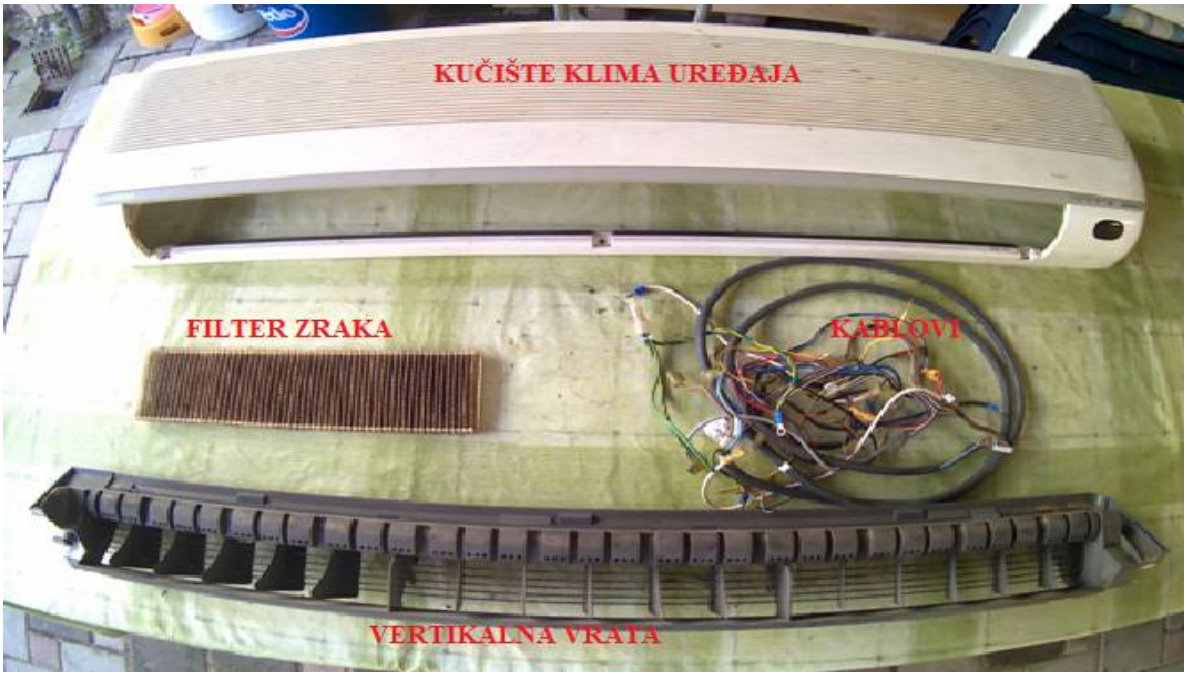
	Naziv proizvoda: Klima (unutarnja jedinica) Masa: 12312 g							
	Proizvođač: Toshiba Uzrok dotrajalosti: neispravan motor							
	Godina proizvodnje nepoznata Datum obrade : 20.7.2017							
Redni broj	Naziv elementa	Vrsta elementa (SE,PE,SK)	Vrsta materijala	Masa elementa	Komad po proizvodu	Stupanj recikličnosti	Masa Elemenata (5x6)	Recikličnost Elemenata (8x9)
				g/kom	kom	0....5	grama	
i			vm_i	m_i	b_i	r_i	m_i*b_i	$m_i*b_i*r_i$
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
1	Vrata za regulaciju zraka	PE	POLIMER	106	2	2	212	424
2	Kućište klime	PE	POLIMER	1745	1	2	1745	3490
3	Filtar prašine	PE	POLIMER	46	2	2	92	184
4	Kućište filtra zraka	PE	POLIMER	148	1	2	148	296
5	Filtar	SK	SLOŽENI MATERIJAL	12	1	3	12	36
6	Indikator svijetla	SK	SLOŽENI MATERIJAL	12	1	3	12	36
7	Kućište indikatora	PE	POLIMER	9	1	2	9	18
8	Kućište elektronike gornji dio	PE	POLIMER	89	1	2	89	178
9	Grijač/ Hladnjak	SK	SLOŽENI MATERIJAL	2564	1	3	2564	7692

10	Zaštita bakrenih cijevi	SK	SLOŽENI MATERIJAL	14	1	3	14	42
11	Elektronika klime	SK	SLOŽENI MATERIJAL	1356	1	0	1356	0
12	Utičnica	SK	SLOŽENI MATERIJAL	42	1	4	42	168
13	Kabeli	SK	SLOŽENI MATERIJAL	372	1	4	372	1488
14	Prekidač ON / OFF	SK	SLOŽENI MATERIJAL	16	1	4	16	64
15	Motor za vrata klime	SK	SLOŽENI MATERIJAL	63	1	3	63	189
16	Tiskane pločice	SK	SLOŽENI MATERIJAL	529	1	0	529	0
17	Kućište elektronike donji dio	PE	POLIMER	332	1	2	332	664
18	Valjak	PE	POLIMER	442	1	2	442	884
19	Motor klime	SK	SLOŽENI MATERIJAL	1732	1	3	1732	5196
20	Donji dio kućišta klime	PE	POLIMER	1425	1	2	1425	2850
21	Crijevo za vodu	SE	GUMA	117	1	2	117	234
22	Usmjerivač puhanja zraka	PE	POLIMER	956	1	2	956	1912
23	Vijci	SE	ČELIK	1,375	24	5	33	165
	UKUPNO			12.128	48		12.312	26.210

Prema tablici 4.4 i prema formuli (4-1) izračunali smo recikličnost klima uređaja:

$$R = \frac{\Sigma(b_i \times m_i \times r_i)}{M \times r_{max}} = \frac{26210}{12312 \times 5} = 0{,}426$$

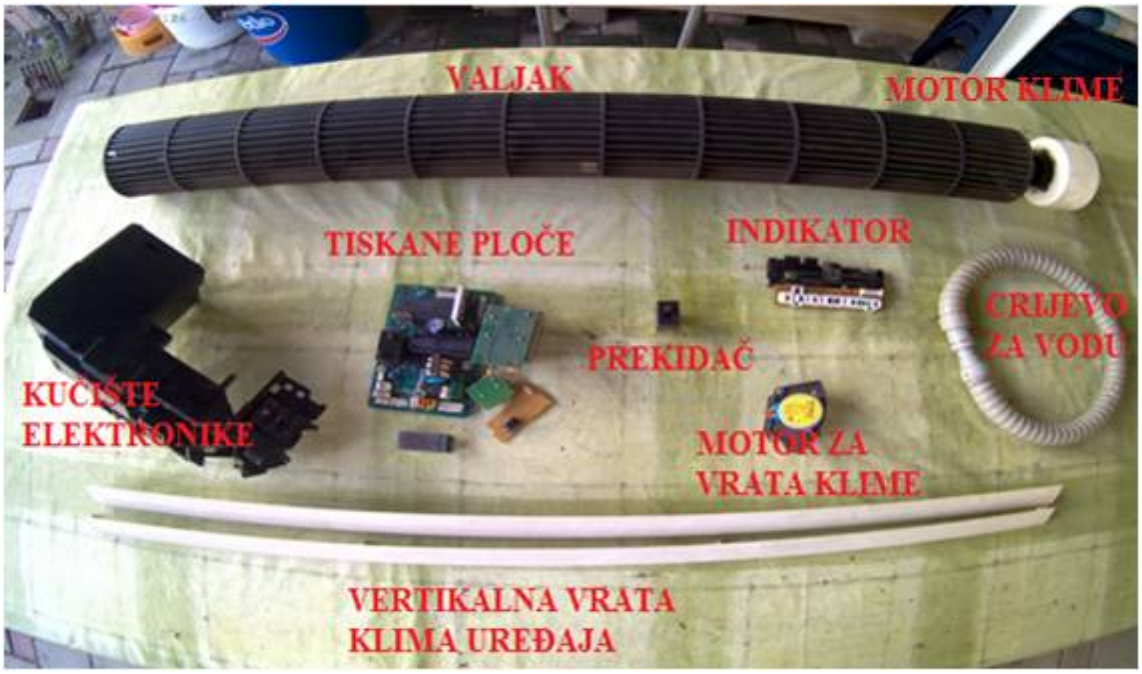
Recikličnost klima uređaja iznosi R=0.426 što upućuje na *downcycling* postupke (niža kvaliteta reciklata) ili odlaganje gdje se proizvod upotrebljava za druge namjere niže vrijednosti u odnosu na prvobitnu.



Slika 4.4. *Dijelovi klima uređaja*



Slika 4.5. *Pojedini sklopovi klima uređaja*



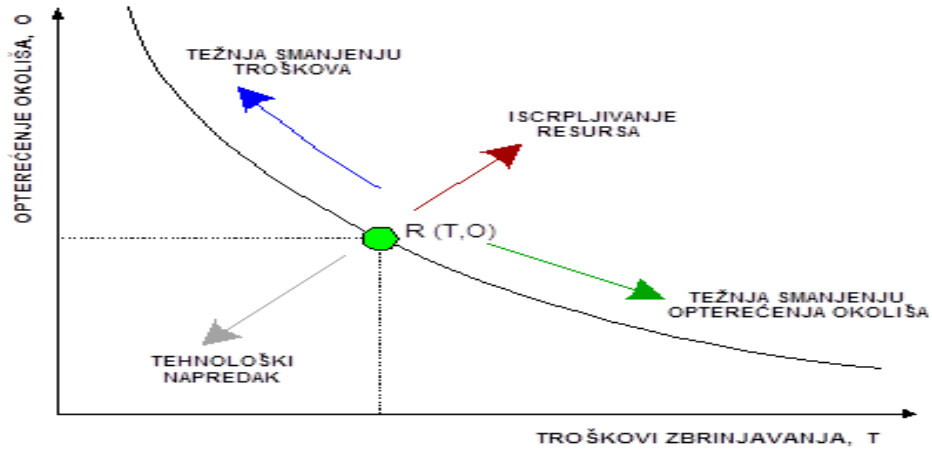
Slika 4.6. *Prikaz pojedinih rastavljenih dijelova klima uređaja*

4.3. Ekonomsko-ekološka analiza

Pri samom recikliranju i odluci hoće li nešto reciklirati ili ne, ne smije se ograničiti samo na pokazatelje recikličnosti jer oni slabo odražavaju ekonomsku, kao i ekološku stranu recikliranja. A upravo su te dvije strane gotovo najvažniji aspekt recikličnosti pri odluci što reciklirati, a što ne. Recikliranje svakog proizvoda nije nužno isplativo i korisno. Recikliranjem bi se trebalo postići sljedeće:

1. smanjenje potrošnje materijala
2. smanjenje potrošnje energije
3. smanjenje emisija
4. smanjenje otpada

No u pravilu se pri recikliranju ostvaruju samo prvi i četvrti učinak, dok preostala dva učinka po određenim uvjetima mogu čak i porasti. Stoga, postavlja se pitanje u kojim će slučajevima recikliranje biti učinkovito? Recikliranje će biti prikladno kada se omogući „opterećenje okoliša“ i „troškovi recikliranja“. Što bi značilo da se treba omogućiti i ekološka (smanjenje otpada, tj. čista okolina) i ekonomska korist (smanjenje potrošnje materijala; 'financijska dobit').



Slika 4.7. *Utjecaj recikliranja na troškove i opterećenje okoliša*

Slika 4.7. prikazuje utjecaj recikliranja na opterećenje okoliša i troškove na referentni postupak recikliranja R s parametrima (T,O).
Postoje četiri temeljna pravca:

a) težnja smanjenju troškova

b) iscrpljivanje resursa

c) tehnološki napredak

d) težnja smanjenju opterećenja okoliša

Kao što je već napomenuto, da bi neki proizvod bio isplativ za recikliranje mora imati ekološko, ali i ekonomsko opravdanje. Što bi značilo da bi prije samog recikliranja proizvoda trebali provesti detaljniju analizu recikličnosti proizvoda koja će nam pokazati pogoduje li proizvod za recikliranje ili ne. Takva analiza se provodi na način da se pomoću svih podataka o tom proizvodu izračunaju ukupni troškovi i ukupni prihodi recikliranja.
Ukupni troškovi zbrinjavanja su:

$$T = T_{ra} + T_u + T_r + T_o \qquad (4\text{-}2)$$

gdje su:

- $\mathbf{T_{ra}}$ - troškovi rastavljanja
- $\mathbf{T_u}$ - troškovi usitnjavanja
- $\mathbf{T_r}$ - troškovi recikliranja
- $\mathbf{T_o}$ - troškovi odlaganja

Prihod od recikliranja:

$$P = P_r + P_{De} + P_E \quad (4\text{-}3)$$

gdje su:

- **P_r** - prihod od prodaje reciklata
- **P_{De}** - prihod od uštede energije
- **P_E** - prihod od smanjenja emisija

Apsolutna dobit je razlika ukupnih prihoda i ukupnih troškova:

$$D_A=(P_r + P_{De} + P_E) – (T_{ra} + T_u + T_r + T_o) \quad (4\text{-}4)$$

Relativna dobit dodatna je informacija ako postoje dva ista iznosa apsolutne dobiti. Povoljnije je reciklirati proizvod koji ima veću relativnu dobit. Izraz relativne dobiti je:

$$D_r = \frac{(P_r+P_{De}+P_E)}{(T_{ra}+T_u+T_r+T_o)} \quad (4\text{-}5)$$

Tablica 4.5. *Analiza prihoda za klima uređaj*

PRIHOD OD RECIKLIRANJA										
Vrsta reciklata	Masa reciklata, kg	Cijena reciklata, C_r, €	Prihod od prodaje reciklata , P_r, €	Ušteda energije ostvarena Recikliranjem ,Λ e,€/kg	Prihod od uštede energije , $P_{Λe}$, €	Smanjenje emisije ,E, kg/kg	Pristojba za emisiju, pe , €/kg	Prihod od smanjenja emisije , Pe , €	**UKUPNI PRIHOD , P, €**	
1	2	3	4=2x3	5	6=2x5	7	8	9=2x7x8	4+6+9	
Polimer	5,450	0,09	0,4905	0,20	1,0900	1,7	0.80	7,4120	8,9925	
Čelik	0,033	0,20	0,0066	0,30	0,0099	4,5	0.80	0,1188	0,1353	
Guma	0,117	0,01	0,0012	0,02	0,0023	1,7	0.80	0,1591	0,1626	
UKUPNO	5,600							UKUPNO	9,29	

Iz tablice 4.5. može se zaključiti da je kod rastavljanja ovog klima uređaja ostvaren prihod od 9,29 € što znači da su ukupni prihodi nešto malo veći od ukupnih troškova. Razlog tomu su veliki troškovi rastavljanja.

Tablica 4.6. *Troškovi rastavljanja*

TROŠKOVI RASTAVLJANJA	
Naziv zahvata	trajanje, s
Uklanjanje vratašca za regulaciju zraka	8
Odvajanje kućišta klime	90
Uklanjanje filtra prašine	6
Odvajanje filtra zraka	85
Uklanjanje indikatora svjetla	41
Rastavljanje gornjeg dijela kućišta elektronike	9
Rastavljanje hladnjaka klime	392
Uklanjanje zaštite na bakrenoj cijevi	140
Rastavljanje elektronike klime	192
Rastavljanje utikača za struju	46
Uklanjanje kabela elektronike	243
Uklanjanje prekidača ON/OFF	12
Rastavljanje motora za vratašca	9
Rastavljanje ploča i kabela	232
Uklanjanje donjeg dijela kućišta klime	18
Rastavljanje motora klime uređaja	129
Uklanjanje crijeva za vodu	51
Rastavljanje donjeg dijela kućišta	164
Ukupno vrijeme , t_r , h	0,52
Cijena rastavljanja , c_r, €/h	10,00
Troškovi rastavljanja , T_{ra}, €	5,20

U prikazanoj tablici 4.6. mogu se vidjeti nazivi operacija i trajanje tih operacija u sekundama. Pri samom dnu tablice nalazi se zbroj ukupnog vremena u satima. Ukupno vrijeme iznosi 0,52 sata. Korištena je cijena od 10 €/h za rastavljanje uređaja. Troškovi rastavljanja iznose 5,20 €.

Tablica 4.7. *Troškovi recikliranja*

TROŠKOVI RECIKLIRANJA			
Naziv i-te komponente	Masa, kg	$(C_r)_{i,}$ €/kg	$(T_r)_{i,}$ €
Polimer	5,450	0,09	0,4905
Čelik	0,033	0,20	0,0066
Guma	0,117	0,01	0,0012
Ukupna masa, m_r, kg	5,600		
Ukupni troškovi recikliranja, $T_{r,}$ €			0,4983

U tablici 4.7. može se vidjeti iznos ukupnih troškova recikliranja za klima uređaj Toshiba koji iznosi 0,4983 €. Recikliraju se komponente od čelika, gume i polimera čija masa iznosi 5,6 kg

Tablica 4.8. *Troškovi odlaganja*

TROŠKOVI ODLAGANJA			
Naziv i-te komponente	Masa, kg	$(C_d)_{j,}$ €/kg	$(T_d)_{j,}$ €
Opasni otpad (tiskane pločice , elektronika)	1,885	0,40	0,754
Ukupna masa, m_d, kg	1,885		
Ukupni troškovi recikliranja, $T_{d,}$ €			0,754

Složeni sklopovi (opasni otpad) napravljeni od više različitih materijala mogu se zbrinuti postupcima usitnjavanja i razvrstavanja, a ukupni trošak iznosi 0,754 €.

Tablica 4.9. *Troškovi usitnjavanja*

TROŠKOVI USITNJAVANJA			
Naziv i-te komponente	Masa, kg	C_u ,€/kg	$T_{u,}$ €
Složeni materijal	4,827	0,50	2,414
Ukupna masa, m_u, kg	4,827		
Ukupni troškovi recikliranja, $T_{u,}$ €			2,414

Složenijim sklopovima pristupilo se rastavljanjem i usitnjavanjem, a ukupni trošak iznosi 2,414 €, dok ukupna masa složenih sklopova iznosi 4,827 kg.

Tablica 4.10. *Rekapitulacija troškova*

REKAPITULACIJA TROŠKOVA	
Troškovi rastavljanja, T_{ra}, €	5,20
Ukupni troškovi recikliranja, T_r, €	0,4983
Ukupni troškovi odlaganja, T_d, €	0,754
Ukupni troškovi usitnjavanja, T_u, €	2,414
UKUPNI TROŠKOVI, €	8,8658

U tablici 4.10. prikazani su ukupni pojedini troškovi. Najmanji troškovi su kod odlaganja koji iznose 0,754 €. Troškovi rastavljanja klima uređaja Toshiba su najveći. Razlog tomu je velik broj koraka uz „dugo“ vrijeme rastavljanja za svaki korak.

Tablica 4.11. *Rezultati provedenog pokusa određivanja recikličnosti klima uređaja*

	VAR 1
Ukupni troškovi, T, €	8,8658
Ukupni prihodi, P, €	9,29
Dobit, P-T, €	0,4242
Relativna dobit , P/T, €	1,0478

Analizirajući ukupne troškove i ukupne prihode dolazi se do rezultata koji su prikazani u tablici 4.11. Ukupni troškovi rastavljanja iznose 8,8658 €. Relativna dobit je pozitivna i iznosi 1,0478 €, dok je apsolutna dobit 0,4242 €.

5. PRIKAZ ZBRINJAVANJA ELEKTROTEHNIČKIH UREĐAJA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Zbog opasnih komponenti koje sadrži, kao što su živa, kadmij, krom, brom, olovo, arsen, azbest, spojevi silicija, berilija, fosfor i drugi, cjelokupni EE otpad ide u red opasnog otpada. EE otpad ne smije nikako završiti niti u glomaznom niti u komunalnom otpadu. On se mora sakupljati odvojeno od ostalih vrsta otpada kako bi se štetni dijelovi izdvojili i zbrinuli na odgovarajući način, a dijelovi poput metala, plastike i sličnih ponovno iskoristili. [30, 31]

Građani mogu EE otpad osobno odvesti u najbliže reciklažno dvorište. EE otpad, sakupljen na području Grada Zagreba, dovozi se u sabirni centar u Strmcu Samoborskom kraj Zagreba, odakle se velikim kontejnerima odvozi u Viroviticu gdje se nalazi pogon primarne obrade. Pogon sekundarne obrade nalazi se u Donjoj Bistri, gdje se sortirani otpadni EE uređaji odvoze se kamionima. [30, 31]

Unatoč činjenici što glavnina općina i gradova u Hrvatskoj ima organizirana reciklažna dvorišta ili se EE otpad kao manje prihvatljiva varijanta može predati u dane odvoza glomaznog otpada, veliki dio EE otpada zbog neznanja i/ili nemara završava u potocima, šljunčarama, šumama i sl. Osim estetski neprihvatljive slike o krajoliku, ovakvo postupanje s otpadom predstavlja potencijalni zdravstveni problem. Povremene akcije čišćenja divljih deponija su korisne, ali dugoročno neodržive jer javnost nije dovoljno educirana o problematici zbrinjavanja otpada i posljedicama takvog ponašanja. Uspješan sustav zbrinjavanja EE otpada nije moguće realizirati ako se promatra samo s tehno-ekonomskog aspekta te ako se zanemari dimenzija i uloga ekološke edukacije. Ekološkom edukacijom omogućit će se stjecanje ekoloških znanja s ciljem povećanja razine svijesti svakog pojedinca za učinkovito sudjelovanje u provođenju sustava zbrinjavanja otpada. Provedba ekološke edukacije u pojedincu razvijati će nova saznanja i izgrađivati nove vrijednosti koje će ga upućivati na promjene u ponašanju. Stoga su potrebne bitne promjene u socijalnom, gospodarskom, obrazovnom i kulturnom smislu, kroz edukaciju, promidžbene aktivnosti u vrtićima, osnovnim i srednjim školama, fakultetima, tvrtkama, tijelima lokalne i državne uprave i kućanstvima. [30, 31, 32]

5.1. Količina odbačenih uređaja

Prema podacima Fonda za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost u 2014. godini na tržište Republike Hrvatske stavljeno je 45 709,22 tona EE opreme, sakupljeno 17 518,38 tona EE otpada (od kućanstava i ostalih posjednika), a obrađeno 16 808,42 tona istoga, od čega je 4 091,75 tona dijelova EE otpada izvezeno. [32, 33]

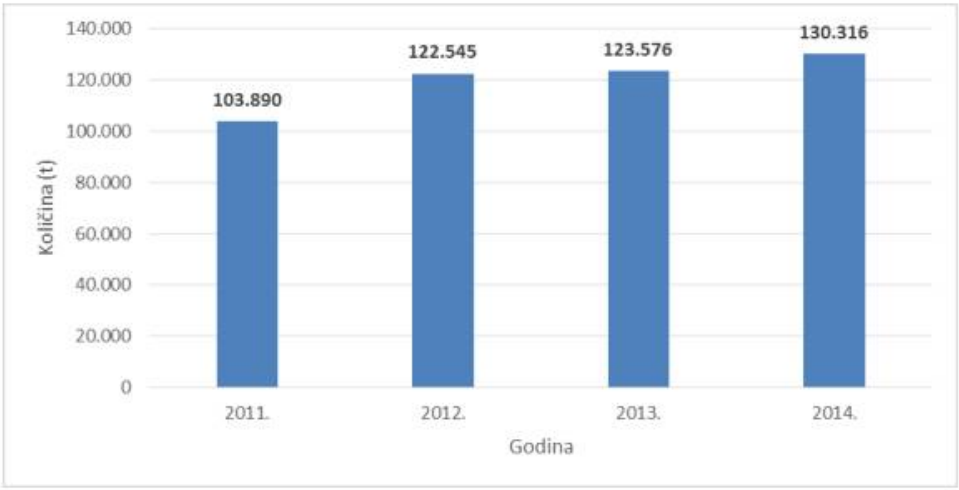
Za količine EE otpada koje su sakupljene u 2011. godini FZOEU je ovlaštenim sakupljačima isplatio 45 665 687,34 kuna, a za količine EE otpada koje su obrađene u istoj godini FZOEU je ovlaštenim obrađivačima isplatio 26 445 060,85 kuna. [32, 33]

Tablica 5.1. *Popis sabirnih centara elektrotehničkog otpada u Republici Hrvatskoj* [33]

Popis sabirnih centara za EE otpada nastao od svih vrsta EE opreme (područje sakupljanja: RH) ŽUPANIJE I GRAD ZAGREB	**SABIRNI CENTRI**
ZAGREBAČKA	FLORA VTC d.o.o. SPECTRA MEDIA d.o.o. MLADEN FRKOVIĆ - obrt
KRAPINSKO-ZAGORSKA	AUDIO TV SERVIS JURINJAK - obrt
SISAČKO-MOSLOVAČKA	FLORA VTC d.o.o. AUTO SERVIS PIT STOP - obrt
KARLOVAČKA	AUTO SERVIS PIT STOP - obrt MLADEN FRKOVIĆ - obrt
VARAŽDINSKA	DUMA ELEKTRONIKA - obrt AUDIO TV SERVIS JURINJAK - obrt
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	FLORA VTC d.o.o.
BJELOVARSKO-BILOGORSKA	FLORA VTC d.o.o.
PRIMORSKO-GORANSKA	MLADEN FRKOVIĆ - obrt FRIGOMATIC - obrt
LIČKO-SENJSKA	MLADEN FRKOVIĆ – obrt FRIGOMATIC - obrt

	SIROVINA ODLAGALIŠTE d.o.o.
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	FLORA VTC d.o.o. EKO-MOBILE - obrt
POŽEŠKO-SLAVONSKA	FLORA VTC d.o.o. EKO-MOBILE - obrt
BRODSKO-POSAVSKA	FLORA VTC d.o.o. EKO-MOBILE - obrt
ZADARSKA	SIROVINA ODLAGALIŠTE d.o.o.
OSJEČKO-BARANJSKA	METAL ZEC d.o.o. EKO-MOBILE - obrt

Opasni otpad je otpad koji posjeduje jedno ili više opasnih svojstava određenih u ZOGO-u. U 2014. godini evidentirano je 130.316 tona opasnog otpada, što je 25% više nego 2011. godine kada je količina opasnog otpada iznosila 103.890 tona. [32, 33]



Slika 5.1. *Količina opasnog otpada u Republici Hrvatskoj od 2011. do 2014.* [33]

Prema podacima za 2014. godinu, opasni otpad od posebnih kategorija čini najveći dio ukupnih količina opasnog otpada. Otpadna vozila i otpadni EE uređaji i oprema čine čak 38% ukupnih količina opasnog otpada, a zajedno s građevnim otpadom koji sadrži azbest čak 52% opasnog otpada. Uz posebne kategorije otpada veliki udio u opasnom otpadu ima kemijski otpad (17%). [32, 33]

Procjenjuje se da u Hrvatskoj godišnje nastaje od 30 000 do 45 000 tona e-otpada (6,7 -10,1 kg/stanovniku; u EU oko 14 kg) te da njegove količine rastu čak oko 10% godišnje. [32, 33]

Tablica 5.2. *Prikaz sakupljenog otpada od 2006 g. do 2015 g.* [33]

Posebna kategorija otpada	Sakupljeno									
	2006	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.
Ambalažni otpad (t)	198.189	247861	272.135	231.239	178.112	125.258	118.493	116.794	110.217	140.441
Otpadna vozila (t)	-	6.737	7.887	16.617	22.756	35.104	32.109	28.816	17.894	16.945
Otpadne baterije i akumulatori (t)	-	6.484	10.737	7.180	8.290	8.480	7.165	7.296	6.965	5.596
Otpadne prijenosne baterije (t)	-	37	111	68	116	89	112	76	72	98
EE otpad (t)	-	-	5.719	13.522	17.748	17.518	16.187	15.025	15.482	23.758
Otpadna ulja-maziva (t)	-	6115	7.068	6.784	6.640	6.391	5.835	5.678	5.753	5.390
Otpadna ulja-jestiva (t)	-	1132	1.606	2.145	1.260	1.196	911	718	721	759
Otpadne gume (t)	13.130	22.265	21.224	20.234	19.917	18.509	18.305	19.346	17.514	18.674
Građevni otpad koji sadrži azbest (t)	-	-	0,004	1.660	3.283	3.637	8.985	11.673	9.284	9.476,67
Građevni otpad (t)*	275.323	266.457	194.406	131.863	362.567	579.240	717.382	872.782	761.312	882.256
Otpadni PCB (t)*	-	-	-	-	-	227	59	133	64	38
Medicinski otpad (t)	-	-	-	-	3.663	3.507	3.317	3.118	3.842	4.232
Otpadni mulj iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda (tona suhe tvari)	-	6.551	17.674	20.983	21.315	18.570	18.457	18.626	18.766	20.452

5.2. Postupci zbrinjavanja elektrotehničkog otpada

Gdje god je to moguće prednost u obradi otpada potrebno je dati metodama oporabe uz recikliranje, dok je odlaganje i spaljivanje otpada bez oporabe energije, na najnižoj razini hijerarhije u postupanju s otpadom. [32, 33, 34]

U pogonu primarne obrade (rastavljanje) u Virovitici vrši se rastavljanje otpadnih uređaja i opreme i izdvajanje opasnih komponenti kao na primjer: katodnih cijevi, baterija i akumulatora,

tonera, elektrolitskih kondenzatora, živinih prekidača, plastike koja sadrži bromirane usporivače gorenja (BFRs). Nadalje, izdvajaju se vrijedne komponente kao što su transformatori, vanjski električni kabeli, štampane ploče, elektromotori, tvrdi diskovi – CD/DVD - ROM. [32, 33, 34]



Slika 5.2. *Postrojenje EE otpada u Virovitici* [33]

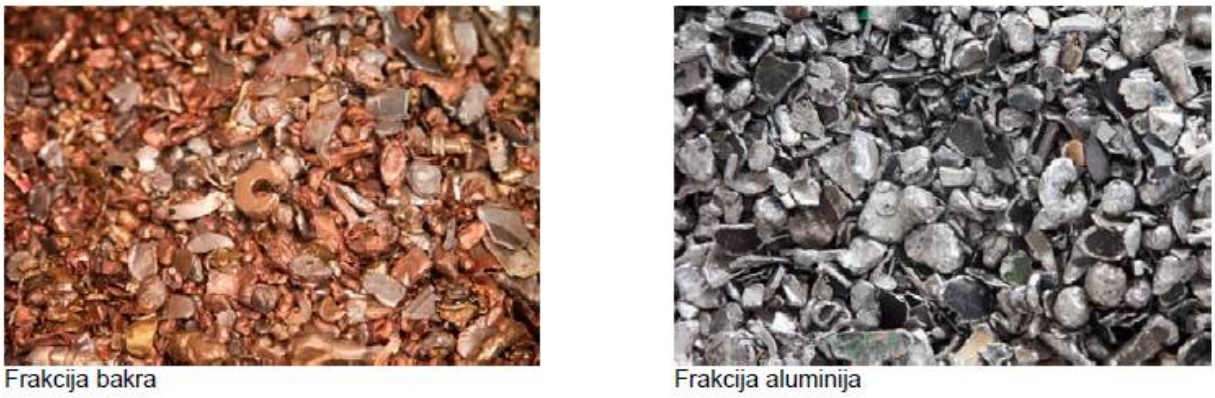
Sekundarna obrada (mehanička oporaba) je rastavljanje i sortiranje otpadnih EE uređaja koji se odvoze kamionima u pogon u Donjoj Bistri. Postrojenje za oporabu EE otpada u Donjoj Bistri kraj Zagreba službeno je otvoreno 22. travnja 2009. godine na Dan planete Zemlje. [31, 33, 35]



Slika 5.3. *Postrojenje EE otpada u Donjoj Bistri* [31]

Prije navedenog datuma, pogon je bio šest mjeseci u probnom radu. Cjelokupno upravljanje postrojenjem je automatizirano i vrši se iz upravljačkog centra. Nazivna snaga je 350 kW sa kapacitetom od 4 000 kg/sat. Kapaciteti oba pogona u jednoj smjeni su 18.000 tona godišnje. [31, 33, 35]

Primarno obrađeni EE otpad se stavlja na transportnu traku koja nosi materijal do prvog usitnjivača (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 prodaje se na tržištu kao sekundarna sirovina. Iz ostalih materijala, među njima još uvijek ima željeza, na transportnoj traci ručno se odvajaju eventualno preostale opasne komponente od vrijednih komponenti. Materijal po traci dolazi do 4-osovinskog usitnjivača koji ga usitnjava na veličinu 28mm. Magnetnim separatorima se izdvaja preostalo željezo koje se ovako obrađeno plasira na tržište sekundarnih trgovina. Preostali materijal prenosi se slijedećom transportnom trakom na *EDDY* strujni odjeljivać gdje se pomoću brzo mijenjajućeg magnetnog polja odvajaju neželjezni metali (aluminij, bakar i mesing) od plastike. Plastika se zbog svojih opasnih sastojaka (BFRs) pakira i transportira u inozemstvo gdje se spaljuje na 1 200ºC kako se ne bi oslobađao otrovni plin dioksin. Neželjezni metali transportnim elevatorima idu u mlin čekićar koji ih oblikuje u kuglice približno iste veličine. Te kuglice padaju na sito koje ih odvaja po veličini od 3mm i veće. Tako separirane kuglice padaju na zračni separator koji odvaja lakšu frakciju (aluminij) i težu frakciju (bakar i mesing). Ovako dobivene frakcije se plasiraju na tržište sekundarnih sirovina. [31, 33, 35]



Slika 5.4. *Frakcija bakra i aluminija* [35]

U Hrvatskoj se za sada ne rade viši stupnjevi oporabe EE otpada. Takva vrsta oporabe obuhvaća složenije procese kao. npr. izdvajanje plemenitih metala (zlato i srebro) iz štampanih ploča putem kemijskih procesa, dodatna oporaba bromirane plastike, spaljivanje na visokim temperaturama i sl. [35]

6. ZAKLJUČAK

Ovim završnim radom dana je analiza rastavljanja i recikliranja klima uređaja. Analiza je provedena na neispravnom klima uređaju marke Toshiba. Vrijeme potrebno za rastavljanje klima uređaja je 1868 sekundi. Analizom je zaključeno da je recikličnost klima uređaja opisanog u radu 0,426 i spada u kategoriju recikličnosti ispod 0,50. Recikličnost klima uređaja bila bi veća kada bi vrijeme rastavljanja bilo manje. Proces rastavljanja klima uređaja smanjio bi se kada bi ga radila obučena i stručna osoba te kada bi koristila alate i strojeve koji su predviđeni za rastavljanje klima uređaja.

Pomoću analize koja je napravljena vidljivo je, ne samo da se recikliranjem čuva priroda, smanjuje iskorištavanje prirodnih dobara nego je ono i financijski isplativo. Kada bi čovjek razvrstavao i reciklirao odbačene ili neispravne elektrotehničke uređaje, smanjila bi se potrošnja sirovina, jer bi se isti ponovno upotrijebili. Očuvao bi se okoliš i priroda koja nas okružuje bi bila ljepša za život.

Republika Hrvatska u svakoj županiji ima nekoliko pogona i odlagališta elektrotehničkog otpada gdje se mogu odnijeti neispravni elektrotehnički uređaji kako bi bili pravilno odloženi i reciklirani. Količine elektrotehničkog otpada i zagađenje našeg okoliša ubrzano raste, a štetnost odbačenih elektrotehničkih uređaja je na visokoj razini jer u sebi sadrže opasne tvari te je zbog toga recikliranje elektrotehničkih uređaja bitno za čovjeka i okoliš koji ga okružuje. Zbog toga bi se trebalo educirati ljude jer ukoliko nastave zagađivati okoliš, bacati i ne reciklirati elektrotehničke uređaje, potrošit će se resursi i sirovine prijeko potrebne za život.

7. POPIS LITERATURE

[1] Arija nova d.o.o., http://www.arijanova.hr/sve-o-klima-uredjajima/ , (20.7.2017)

[2] Klimatizacija, 9.9.2014 https://klimauredaj.wordpress.com/2014/09/09/razvoj-klima/a-uredaj , (20.7.2017)

[3] Profitiraj.hr, 14.0.2017 http://profitiraj.hr/ovo-je-povijest-klima-uredaja-tehnologije-bez-koje-danas-ne-mozemo/ (20.7.2017)

[4] Ilija Matanović, Jutarnji life, Tehnologija, Vodič za kupnju klima uređaja, 26.6.2013 http://www.jutarnji.hr/life/tehnologija/vodic-za-kupnju-klima-uredaja-inverter-je-u-startu-skuplji-ali-je-i-tisi-stedljiviji-i-ugodniji/1156319/ , (19.9.2017)

[5] Wikipedija, Klima uređaj, 25.2.2017 https://hr.wikipedia.org/wiki/Klima_ure%C4%91aj , (19.9.2017)

[6] Dom.com.hr, Koji klima uređaj odabrati http://www.dom.com.hr/uredjaji-i-aparati/klima-uredjaji/koji-klima-uredjaj-odabrati.dom (22.7.2017)

[7] Telix Tuzla, Vrste klima uređaja http://telix.ba/kategorija/vrste-klima-uredaja/ , (22.7.2017)

[8] Haier klima uređaji, Tipovi unutarnjih jedinica http://www.haier.com.hr/hr/clanak/tipovi-unutarnjih-jedinica/12/ , (22.7.2017)

[9] Frigo-kor klima i hlađenje, O klima uređajima http://www.frigo-kor.hr/Saznajvi%C5%A1e/Oklimaure%C4%91ajima/tabid/328/Default.aspx (22.7.2017)

[10] Klimatizacija.hr, Kako odabrati klima uređaj http://klimatizacija.hr/kako-odabrati-idealni-klima-uredaj/ , (22.7.2017)

[11] Toshiba, Hlađenje http://www.toshiba.hr/karakteristike-proizvoda/princip-rada-klima-uredaja/99 , (21.9.2017)

[12] Klima uredjaji, Klima uređaji princip rada, 10.8.2016 https://klimauredjaji.com/klima-uredjaji-princip-rada , (19.9.2017)

[13] Elmont klima centar, Najčešća pitanja o klima uređajima http://www.elmont-zadar.hr/Naj%C4%8De%C5%A1%C4%87a_pitanja_o_klima%20_ure%C4%91ajima (19.9.2017)

[14] Konditsionera
https://www.calc.ru/Ustroystvo-Konditsionera.html , (19.9.2017)
[15] Air conditioner, 9.6.1997
http://www.madehow.com/Volume-3/Air-Conditioner.html , (20.9.2017)
[16] Wikipedija, Plastika, 22.10.2015
https://bs.wikipedia.org/wiki/Plastika , (20.9.2017)
[17] Wikipedija, Plastika, 22.5.2017
https://sh.wikipedia.org/wiki/Plastika , (20.9.2017)
[18] Wikipedija, Čelik, 13.6.2016
https://bs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Celik (21.9.2017)
[19] Wikipedija, Bakar, 2.4.2017
https://hr.wikipedia.org/wiki/Bakar_(element) (20.9.2017)
[20] Strojopromet Zagreb, Aluminij
http://www.strojopromet.com/aluminij/ , (20.9.2017)
[21] Naukica, Guma, 24.3.2012
https://naukica.wordpress.com/2012/03/24/guma/ (20.9.2017)
[22] Guma kao sirovina, Kako nastaje guma
http://msuclubwaterpolo.weebly.com/ , (20.9.2017)
[23] Marijana Galović, Jutarnji list, Što znače simboli na ambalaži, 17.8.2016
http://www.jutarnji.hr/domidizajn/savjeti/sto-znace-simboli-na-ambalazi/4618433/ ,
(22.7.2017)
[24] Wikipedija, Downcycling, 13.9.2017
https://en.m.wikipedia.org/wiki/Downcycling , (20.9.2017)
[25] Wikipedija, Upcycling, 17.9.2017
https://en.m.wikipedia.org/wiki/Upcycling , (20.9.2017)
[26] Wikipedija, Downcycling, 4.9.2017
https://en.wikipedia.org/wiki/Downcycling (20.9.2017)
[27] Wikipedija, Energy recycling, 20.9.2017
https://en.m.wikipedia.org/wiki/Energy_recycling#History (21.9.2017)
[28] Antun Pintarić, Tomislav Filetin, Analiza recikličnosti proizvoda, 8.2.2004
http://titan.fsb.hr/~tfiletin/pdf/rec_proiz_zg94.pdf , (29.7.2017)
[29] Antun Pintarić, Vrednovanje recikličnosti elektrootpada, 4.21.2015
http://hugo.com.hr/wp-content/uploads/2015/04/21.pdf , (29.7.2017)

[30] Registar ovlaštenih osoba
http://reg.azo.hr/ , (19.9.2017)
[31] Zbrinjavanje otpadnih električnih i elektrotehničkih uređaja i opreme, 10.2.2010
http://os-gornjevrapce-zg.skole.hr/upload/os-gornjevrapce-zg/images/static3/1275/attachment/Zbrinjavanje_otpadnih_elektricnih_i_elektronickih_ure_aja_i_opreme_(EE_otpad).pdf , (19.9.2017)
[32] Agencija za zaštitu okoliša, Izvješće o električnom i elektroničkom otpadu, 20.12.2011
file:///C:/Users/rkuzmic/Downloads/Izvjesce%20o%20elektricnom%20i%20elektronickom%20otpadu_2010_web.pdf , (19.9.2017)
[33] Agencija za zaštitu okoliša, Izvješće o EE otpadu, 17.12.2012
file:///C:/Users/rkuzmic/Downloads/Izvjesce_EE_otpad_2011.pdf , (19.9.2017)
[34] Dragutin Šantošić, Virovitica.net, Elektronički otpad, 26.5.2009
http://www.virovitica.net/elektronicki-otpad-virovitici-donio-50-novih-radnih-mjesta/10839/ (19.9.2017)
[35] Agencija za zaštitu okoliša, Pregled podataka o električnom otpadu, 5.11.2014
file:///C:/Users/rkuzmic/Downloads/Zbrinjavanje%20i%20recikla%C4%BEa%20EE%20otpada.pdf (19.9.2017)

8. SAŽETAK

U ovom radu prikazan je razvoj klima uređaja kroz povijest, koje vrste klima uređaja postoje, njihova funkcija i karakteristika te prednosti i nedostatci. Prikazani su razni materijali za izradu klima uređaja te je opisan model vrednovanja ocjene recikličnosti proizvoda koji se temelji na strukturnoj analizi proizvoda. Na samom kraju opisane su količine odbačenih elektrotehničkih uređaja te rješenje zbrinjavanja istih. U Republici Hrvatskoj postoje mnogi pogoni i odlagališta elektrotehničkog otpada te najveći takav pogon se nalazi u Virovitici.

Ključne riječi : recikliranje, klima uređaj, elektrotehnički otpad

ABSRTACT

This paper presents the development of the air conditioner through history, what kind of types of air conditioners exist, their function and characteristics, the advantages and disadvantages. Various materials for air conditioner design are described and a model of evaluation of product recycle ratings based on structural product analysis is described. At the very end, it is shown the quantities of discarded electrical appliances and the solution for their disposal. There are many companies and waste disposal of electrical engineering waste in the Republic of Croatia and the largest such plant is located in Virovitica.

Key words: recycling, air conditioner, electrical engineering waste

9. ŽIVOTOPIS

Renato Kuzmić, rođen 13. rujna 1990. godine u Osijeku. Osnovnu školu završava u Osijeku 2005. godine. Nakon toga upisuje I. Gimnaziju u Osijeku i u drugom razredu prelazi u Strojarsko tehničku školu u Osijeku koju sam završava 2009. godine. Iste godine upisuje stručni studij informatike na Elektrotehničkom fakultetu u Osijeku.