Analiza recikličnosti električnih kućanskih aparata

Lovrić, Ivan

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:200:980637

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 JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET

Stručni studij

ANALIZA RECIKLIČNOSTI ELEKTRIČNIH KUĆANSKIH APARATA

Završni rad

Ivan Lovrić, A3637

Osijek, 2017.

SADRŽAJ

1. UVOD.....1
1.1. Zadatak završnog rada.....1
2. POJMOVI RECIKLIRANJA I RECIKLIČNOSTI.....2
2.1. Recikliranje.....2
2.1.1. Rastavljanje.....3
2.2. Recikličnost.....5
2.3. Model vrednovanja recikličnosti.....6
2.3.1. Elementarni pokazatelji recikličnosti proizvoda.....7
2.3.2. Složeni pokazatelji recikličnosti proizvoda.....9
3. ANALIZA RASTAVLJANJA I VREDNOVANJE RECIKLIČNOSTI ODABRANIH KUĆANSKIH APARATA.....12
3.1. Postupak analize.....12
3.2. Analiza recikličnosti sušila za kosu.....13
3.3. Analiza recikličnosti glačala.....19
3.4. Analiza recikličnosti miksera.....24
4. MODEL EKONOMSKO-EKOLOŠKE ANALIZE.....29
4.1. Svrha ekonomsko-ekološke analize.....29
4.2. Ekonomsko-ekološka analiza sušila za kosu.....31
4.3. Ekonomsko-ekološka analiza glačala.....35
4.4. Ekonomsko-ekološka analiza miksera.....39
5. OSVRT NA REZULTATE ISPITIVANJA.....43
5.1. Preporuke za poboljšanje recikličnosti analiziranih uređaja.....44
6. ZAKLJUČAK.....45
LITERATURA.....46
SAŽETAK.....47
SUMMARY.....47
ŽIVOTOPIS.....48

FERIT
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK

Obrazac Z1S: Obrazac za imenovanje Povjerenstva za obranu završnog rada na preddiplomskom stručnom studiju

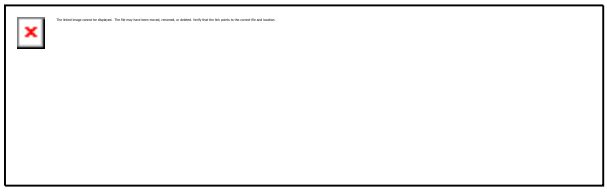
Osijek, 28.06.2017.

Odboru za završne i diplomske ispite

Imenovanje Povjerenstva za obranu završnog rada na preddiplomskom stručnom studiju

Ime i prezime studenta:	Ivan Lovrić
Studij, smjer:	Preddiplomski stručni studij Elektrotehnika, smjer Informatika
Mat. br. studenta, godina upisa:	A 3637, 13.09.2012.
OIB studenta:	50910203432
Mentor:	Doc.dr.sc. Anita Katić
Sumentor:	Dr.sc. Goran Rozing
Sumentor iz tvrtke:	
Predsjednik Povjerenstva:	Izv.prof.dr.sc. Dominika Crnjac-Milić
Član Povjerenstva:	Dr.sc. Goran Rozing
Naslov završnog rada:	Analiza recikličnosti električnih kućanskih aparata
Znanstvena grana rada:	**Elektrostrojarstvo (zn. polje elektrotehnika)**
Zadatak završnog rada	Na primjeru tri odbačena električna kućanska aparata analizirati recikličnost metodom izračuna stupnja recikličnosti (R). Predložiti mjere poboljšanja recikličnosti.
Prijedlog ocjene pismenog dijela ispita (završnog rada):	Dobar (3)
Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:	Primjena znanja stečenih na fakultetu: 2 bod/boda Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 2 bod/boda Jasnoća pismenog izražavanja: 2 bod/boda Razina samostalnosti: 1 razina
Datum prijedloga ocjene mentora:	28.06.2017.

Potpis mentora za predaju konačne verzije rada u Studentsku službu pri završetku studija:	Potpis:
	Datum:



IZJAVA O ORIGINALNOSTI RADA

Osijek, 13.07.2017.

Ime i prezime studenta:	Ivan Lovrić
Studij:	Preddiplomski stručni studij Elektrotehnika, smjer Informatika
Mat. br. studenta, godina upisa:	A 3637, 13.09.2012.
Ephorus podudaranje [%]:	13%

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom**: Analiza recikličnosti električnih kućanskih aparata**

izrađen pod vodstvom mentora Doc.dr.sc. Anita Katić

i sumentora Dr.sc. Goran Rozing

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija.
Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis studenta:

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK

IZJAVA

Ja, Ivan Lovrić, OIB: 50910203432, student/ica na studiju: Preddiplomski stručni studij Elektrotehnika, smjer Informatika, dajem suglasnost Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek da pohrani i javno objavi moj **završni rad**:

Analiza recikličnosti električnih kućanskih aparata

u javno dostupnom fakultetskom, sveučilišnom i nacionalnom repozitoriju.

Osijek, 17.07.2017.

_____

potpis

1. UVOD

U vremenu suvremene tehnologije i sve većeg tehnološkog napretka čovječanstva, kao posljedica pojavljuje se povećana količina svih vrsta otpada. Razvojem tehnologije i povećanom proizvodnjom nepovratno se iscrpljuju resursi i zalihe neobnovljivih izvora sirovina, što izravno utječe na buduće naraštaje i njihov opstanak. Da bi se zadovoljile potrebe sadašnjih naraštaja, ali isto tako sačuvali uvjeti za generacije koje dolaze, potrebno je razvijati se u smjeru održivog razvoja. Održivi razvoj je proces promjena koji se zalaže da ekonomski razvoj, odgovornost prema društvu i odgovornost prema okolišu budu u skladu, a da pri tome omogući ispunjavanje potreba potrošača. Neizbježna potreba za novim proizvodima vodi nas prema sve većem onečišćenju okoliša jer svaki proizvod, koji ima svoj vijek trajanja, mora se nakon uporabe odbaciti. Kako bi se sačuvao zdrav okoliš, smanjila potrošnja materijalnih dobara, ali i dalo priliku gospodarskom i tehnološkom razvoju, potrebno je reciklirati. Recikliranje dotrajalih proizvoda i materijala ima ekonomsku i ekološku korist. Preradom odbačenih materijala se dobiva sirovina koja se može upotrijebiti za proizvodnju novih uređaja te tako uštedjeti na korištenju toliko vrijednih zaliha neobnovljivih izvora sirovina.

U radu je provedena analiza rastavljanja i recikličnosti na primjeru tri električna kućanska aparata. Nakon utvrđivanja stupnja recikličnosti na odabranim aparatima, modelom ekonomsko-ekološke analize utvrđena je isplativost prerade dotrajalog proizvoda te su dane preporuke za poboljšanje recikličnosti, kako bi u konačnici štetnost za okoliš bila što manja.

1.1. Zadatak završnog rada

Na tri primjera odbačenih kućanskih aparata analizirati recikličnost metodom izračuna stupnja recikličnosti (R). Također, zadatak je provesti metodu ekonomsko-ekološke analize te predložiti mjere poboljšanja recikličnosti odabranih uređaja.

2. POJMOVI RECIKLIRANJA I RECIKLIČNOSTI

2.1. Recikliranje

Recikliranje dolazi od engleske riječi ***recycle*** što u prijevodu znači ponovno kruženje. Za recikliranje se može reći da je to oponašanje kruženja tvari u prirodi, te da predstavlja životni ciklus proizvoda. Životni ciklus proizvoda je vrijeme koje obuhvaća konstruiranje i razvoj proizvoda, transport i skladištenje te uporabu proizvoda i njegovu dotrajalost. Kako bi se pratio utjecaj proizvoda na okoliš u pojedinoj fazi životnog ciklusa, razvijena je analiza životnog ciklusa proizvoda.
Faze koje su obuhvaćene ovom analizom su sljedeće:

- iskapanje sirovina,
- prijevoz i prerada sirovina,
- proizvodnja materijala, dijelova i proizvoda namijenjenih tržištu,
- skladištenje i distribucija proizvoda do trgovine,
- uporaba i ponovna uporaba proizvoda,
- čišćenje i održavanje proizvoda,
- gospodarenje proizvodom nakon uporabe.

Rezultati ove metode koriste se kao smjernice u razvoju novih proizvoda, njihovom redizajnu i promjenama proizvodnih procesa, a sve u cilju kako bi se stvorili proizvodi koji su manje štetni za okoliš i kod kojih je smanjena potrošnja energije i sirovina [1].

Recikliranje (oporaba) je ponovna uporaba iskorištenih, odnosno odbačenih materijala i proizvoda u istu ili različitu svrhu, sa ili bez prethodne dorade. Uz recikliranje postoje još dvije vrste ponovne uporabe proizvoda ili materijala:

- ponovna uporaba rabljenog proizvoda ili njegovih dijelova u istoj (prvobitnoj) namjeni (*engl. reuse*),
- obnavljanje proizvoda koje podrazumjeva industrijski postupak kojim se dotrajali proizvod prerađuje u stanje "kao novo" (*engl. like new*). Ovaj postupak se sastoji od rastavljanja, čišćenja, razvrstavanja, zamjene dijelova, dotjerivanja, provjeravanja, sastavljanja i ispitivanja kvalitete proizvoda [2].

Važnost recikliranja očituje se u ekonomskom i ekološkom pogledu. Zaštita okoliša smanjivanjem količine deponiranog otpada u okolinu, očuvanje zaliha i resursa neobnovljivih izvora sirovina preradom odbačenih materijala te ušteda energije pri dobivanju materijala iz sekundarnih sirovina, najvažnije su prednosti recikliranja. Budući da svaki proizvod ima svoju vrijednost u obliku cijene na tržištu, ali i uporabnu vrijednost, koja je svojstvo proizvoda da se može reciklirati, postoji velika mogućnost ekonomske isplativosti recikliranja.

Recikliranje se kao tehnološki postupak sastoji od sljedećih aktivnosti:

- prikupljanje dotrajalih i/ili odbačenih proizvoda (tzv. „povratna distribucija“),
- rastavljanje,
- razvrstavanje komponenti / materijala,
- skladištenje,
- transport,
- prerada kojom se dobiva upotrebljivi materijal.

Suvremeni sustav recikliranja usmjeren je na povezivanje navedenih aktivnosti, tzv. *integrirano recikliranje*, od kojeg se očekuje snižavanje troškova prerade proizvoda.

2.1.1. Rastavljanje

Postupak rastavljanja dotrajalih proizvoda jedan je od najvažnijih aktivnosti u procesu recikliranja. Rastavljanje je sustavna metoda razdvajanja proizvoda na ugradbene elemente koje čine dijelovi, sklopovi i bezoblične tvari. Ono može biti djelomično ili cjelovito do najsitnijih komponenti.
Najvažniji razlozi rastavljanja su:

- obnavljanje i ponovna uporaba ispravnih dijelova i sklopova,
- odvajanje dijelova koji otežavaju recikliranje materijala,
- uklanjanje dijelova koji sadržavaju štetne ili opasne tvari,
- odvajanje dijelova ili sklopova prikladnih za recikliranje,
- odvajanje dijelova koji predstavljaju onečišćenje za recikliranje ostatka proizvoda.

Rastavljanje proizvoda se može obavljati ručno ili mehaničkim putem. Prednost ručnog rastavljanja je veća čistoća reciklata u odnosu na odvajanje mehaničkim putem, dok se nedostatak očituje u visokim troškovima ljudskog rada. Nedostatak mehaničkog rastavljanja je, dakle, manja čistoća reciklata, a prednost je niža cijena što pogoduje većim količinama otpada. Najvažniji čimbenik metode rastavljanja je dubina rastavljanja proizvoda, koja utječe na konačnu dobit od postupka recikliranja. Dubina rastavljanja je razina do koje se dotrajali proizvod rastavlja, bilo djelomično na sklopove ili detaljno do najsitnijih dijelova pa tako razlikujemo:

- malu dubinu rastavljanja - iskoristivost slaba jer se odvajaju samo neki sklopovi koji se mogu ponovno koristiti (sa ili bez prethodnog obnavljanja), dok su ostali sklopovi neiskorišteni, a materijali nerazvrstani (daljnje iskorištenje traži daljnju preradu i ulaganje).
- veliku dubinu rastavljanja - rastavljeni svi sklopovi pa čak i oni koji se mogu nastaviti koristiti kao sklopovi. Pri tome je utrošeno puno skupog rada (vremena), a neki su dijelovi suvišno razdvajani (npr. više dijelova od istog materijala koji se materijalno reciklira).

Također, uspješnost rastavljanja dotrajalog proizvoda ovisi o strukturi proizvoda. Vrste spojeva, broj dijelova i broj veza u proizvodu utječu na težinu rastavljanja te u konačnici na kvalitetu reciklata i dobit od recikliranja proizvoda.

U cilju lakšeg prepoznavanja i razvrstavanja materijala koristi se simbol recikliranja, koji predstavlja svojstvo materijala ili proizvoda da se može preraditi nakon uporabe.
Simbol recikliranja je prepoznatljiv po tri strelice koje zatvaraju krug i predstavlja pristup koji se temelji na tri načela:

- smanjiti uporabu (engl. Reduce),
- ponovno upotrijebiti (engl. Reuse),
- reciklirati (engl. Recycle).

Simbol recikliranja (Sl.2.1.) poznat je još pod nazivom Mobiusova petlja te se koristi još od 1970. godine kada je izabran na natječaju za znak koji će predstavljati stalan rast brige potrošača za okoliš i biti simbolom obilježavanja Dana Zemlje. Međunarodna organizacija za normizaciju je utvrdila Mobiusovu petlju 1999.godine kao znak da se materijal može preraditi [1].



Slika 2.1. Simbol recikliranja [3]

Uz znak se upisuje brojčana i slovna oznaka ambalažnog materijala kako bi se otpadom lakše i učinkovitije gospodarilo.

2.2. Recikličnost

Recikličnost proizvoda je svojstvo proizvoda ili materijala koje ukazuje na njegovu prikladnost odvajanja iz otpada i njegovog vraćanja u ponovnu uporabu. Dotrajali proizvod moguće je iskoristiti kao funkcionalno ispravan dio, pri čemu se odvija proces recikliranja proizvoda ili kao sirovinu za izradu novog proizvoda što podrazumijeva recikliranje materijala. Tehnološko ili tržišno zastarijevanje, istrošenost i razna oštećenja neki su od razloga zašto svaki proizvod ima svoj vijek trajanja. Nakon uporabe proizvod je potrebno zbrinuti na odgovarajući način nekim od postupaka prerade, a to mogu biti:

- ponovna uporaba,
- održavanje,
- obnavljanje,
- recikliranje,
- odlaganje.

Način zbrinjavanja dotrajalog proizvoda najviše ovisi o konstrukciji i izvedbi proizvoda, postupku recikliranja te o prikladnosti proizvoda recikliranju [4]. Najvažnija stavka recikliranja koja se očekuje da bude ispunjena od strane proizvođača pri konstruiranju proizvoda je prikladnost proizvoda recikliranju, kako bi reciklat bio kvalitetan. Problemi koji se pojavljuju prilikom prerade otpada odnose se na raspršenost proizvoda na tržištu, jer je otežano njihovo prikupljanje, raznovrsnost tipova istih vrsta proizvoda te neprikladnost recikliranju vezanih materijala radi njihovog otežanog izdvajanja. Kako bi uspješnost recikliranja i kvaliteta reciklata bili na zadovoljavajućoj razini te da bi se postupci poput prikupljanja, rastavljanja, čišćenja i razvrstavanja proizvoda i dijelova obavljali što lakše i učinkovitije, potrebno je obratiti pozornost na sljedeće zahtjeve recikličnosti:

- smanjenje broja vrsta materijala,
- izbor materijala prikladnih recikliranju,
- smanjenje mase upotrijebljenih materijala,
- označavanje vrsta materijala na samom proizvodu,
- jednostavna izmjenjivost dijelova,
- primjena rastavljivih spojeva,
- izbjegavanje nerastavljivih spojeva [5].

2.3. Model vrednovanja recikličnosti

Kako bi se odredila vrijednost recikličnosti, odnosno potencijal iskoristivosti proizvoda, potrebno je napraviti analizu recikličnosti proizvoda. Proizvod je definiran kao osmišljen, dizajniran i izrađen predmet u svrhu stavljanja na tržište, odnosno uporabe potrošača te može biti sastavljen od manjeg ili većeg broja dijelova. Prvi korak strukturne analize proizvoda pri određivanju stupnja recikličnosti je rastavljanje proizvoda na dijelove ili elemente. Dotrajali proizvod je potrebno rastaviti na elemente kako bi se mjerenjem, istraživanjem i popisivanjem podataka došlo do elementarnih pokazatelja nužnih za ocjenu recikličnosti. Utvrđivanjem elementarnih pokazatelja dobiva se uvid u svojstva pojedinog dijela kao što su masa, vrsta materijala, vrijeme rastavljanja, recikličnost dijela te naziv i broj komada elementa u proizvodu. Završna faza analize sastoji se od izračuna složenih pokazatelja recikličnosti proizvoda pomoću dobivenih rezultata elementarnih pokazatelja.

2.3.1. Elementarni pokazatelji recikličnosti proizvoda

Elementarni pokazatelji predstavljaju strukturu proizvoda, a naziv su dobili jer se određuju na razini pojedinačnog dijela, odnosno elementa proizvoda. Obuhvaćaju sljedeća svojstva dijela proizvoda:

- *Naziv elementa, $i=1,...n$*

Ovaj pokazatelj ima ulogu identifikatora pojedinačnog dijela ili sklopa. Ovdje se koristi oznaka dijela <*i*> koja poprima vrijednost od 1 do n, pri čemu je <*n*> krajnji broj elemenata u promatranom proizvodu.

- *Masa elementa, m_i*

Masa materijala je jedan od najvažnijih pokazatelja koji neizravno upućuje na isplativost, ali i na ostale aspekte recikliranja poput logistike, organizacije i udjela mase materijala. Masa se utvrđuje vaganjem elemenata.

- *Broj komada, b_i*

Broj komada promatranog dijela u proizvodu. Podatak koji ukazuje na ponavljanje dijelova, a koristi se i kod računanja ukupne mase.

- *Vrsta materijala, $(vm)_i$*

Istodobno s vaganjem, određuje se i vrsta materijala od koje je element načinjen. Informacija o kvaliteti materijala uglavnom ne postoji. U praksi recikliranja uobičajeno je materijale razvrstavati u skladu s raspoloživim postupcima prerade. Najčešće se dijelovi razvrstavaju na sljedeće skupine materijala:

- željezne slitine (željezo, čelici),
- aluminij i slitine,
- bakar i slitine,
- ostale neželjene slitine,
- razvrstani polimeri,
- pomiješani polimeri,
- keramika,

- staklo,
- složeni materijali,
- ostali materijali.

- *Vrijeme rastavljanja*, $v_{i,}$ v_{k1}

  Vrijeme rastavljanja predstavlja mjerenjem dobiveni podatak o trajanju operacije rastavljanja proizvoda. Operacije se mogu podijeliti u dvije osnovne skupine: rastavljanje spojeva (v_{k1}), te odvajanje i odlaganje dijelova (v_i). Također, treba dodati pripremno-završno vrijeme (v_{pz}). Vrijeme rastavljanja i odvajanja dijelova je važan pokazatelj koji upućuje na isplativost recikliranja i organizaciju rada.

- *Recikličnost dijela*, r_i

Varijabla kojom se procjenjuje recikličnost za pojedine dijelove, odnosno za teško rastavljive sklopove. Ovaj pristup je subjektivan, ali nije rijetkost u ocjeni prikladnosti materijala preradi klasičnim tehnologijama. Od ocjenjivača se očekuje poznavanje raspoložive tehnologije recikliranja u svijetu i vlastite preradbene mogućnosti [2]. Kao pomoć se koriste tablice u kojoj su brojem označeni kriteriji vrednovanja recikličnosti (Tab.2.1.) i primjeri primjene vrednovanja recikličnosti pojedinih vrsta materijala (Tab.2.2.).

Tablica 2.1. Kriteriji vrednovanja recikličnosti

OCJENA	OPIS KRITERIJA
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 2.2. Primjeri primjene vrednovanja recikličnosti

OCJENA	OPIS KRITERIJA
0	tiskane pločice, katodne cijevi, kondenzatori (PCB), baterije, negoriva plastika, živin prekidač, dijelovi koji sadrže azbestna vlakna, živu (prekidači, žarulje), selen, LCD, toneri,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 + keramika, metal + plastika
5	željezo, bakar, aluminij i slitine, polimeri poznate vrste

2.3.2. Složeni pokazatelji recikličnosti proizvoda

Završna faza utvrđivanja recikličnosti proizvoda je određivanje složenih pokazatelja recikličnosti proizvoda ili skupine dijelova. Pokazatelji se odnose na razinu proizvoda te mogu poslužiti za usporedbu recikličnosti proizvoda međusobno, a to su sljedeći:

- *Broj elemenata, B*

  Pokazatelj koji predstavlja ukupan broj elemenata nekog proizvoda. Određuje se tijekom mjerenja mase. Veći je od broja pozicija, jer obuhvaća i ponavljanje pozicija. S pogleda složenosti rastavljanja poželjno je da broj elemenata bude što manji, radi manjih troškova i trajanja rastavljanja.

$$B = \sum_{i=1}^{n} b_i \qquad (2-1)$$

- *Ukupna masa proizvoda, M*

  Masa proizvoda predstavlja sumu masa pojedinačnih elemenata, a može se dobiti vaganjem sklopa ili zbrajanjem masa elemenata prema izrazu (2-2). Ovaj pokazatelj je važan kada dva različita proizvoda imaju isti pokazatelj recikličnosti proizvoda. Tada proizvod veće mase ima moguću veću financijsku dobit od recikliranja, drugačiji pristup transpotu i slično.

$$M = \sum_{i=1}^{n} b_i \cdot m_i \qquad (2-2)$$

- *Broj vrsta materijala/komponenti po proizvodu*, B_{vm}

  Broj vrsta materijala je mjera raznovrsnosti materijala u odbačenom proizvodu. Kako bi se postigli niži troškovi i veća čistoća reciklata, teži se što manjem broju različitih vrsta materijala.

- *Ukupno vrijeme rastavljanja proizvoda, VR*

  Ukupno vrijeme rastavljanja se određuje zbrajanjem pojedinih operacija prema izrazu (2-3).

$$VR = \sum_{i=1}^{n} v_i + \sum_{k=1}^{g} \sum_{l=1}^{h} v_{kl} + v_{pz} \qquad (2-3)$$

gdje je:

VR- ukupno vrijeme rastavljanja proizvoda, s

v_i- vrijeme odvajanja i odlaganja *i*-tog dijela, s

i- oznaka dijela, *1,...n*

v_{kl}- vrijeme rastavljanja *l*-te veze *k*-tog spoja, s

k- oznaka spoja, *1,...g*

l- oznaka veze, *1,...h*

v_{pz}- pripremno-završno vrijeme, s

Pomoću ovih podataka može se provesti analiza rastavljivosti proizvoda, gdje spada odvajanje modula i sklopova.

- *Recikličnost proizvoda, R*

  Recikličnost proizvoda je ključni pokazatelj mogućnosti materijalne iskoristivosti dotrajalog proizvoda, te konačni cilj strukturne analize proizvoda. Određuje se kao odnos sume recikličnosti pojedinačnih dijelova idealne, odnosno maksimalne recikličnosti i mase proizvoda kao što je prikazano u izrazu (2-4).

Recikličnost proizvoda je bezdimenzionalni pokazetelj koji se može koristiti i za pojedine sklopove, a njegov iznos se kreće od 0 do 1.

$$\mathrm{R} = \frac{\sum_{i=1}^{n} b_i \cdot m_i \cdot r_i}{M \cdot r_{max}} \qquad (2-4)$$

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 pet

M- ukupna masa proizvoda, kg

Izračunatu vrijednost recikličnosti treba prihvaćati kao svojevrsni potencijal preradivosti proizvoda. Rezultat izračuna recikličnosti može se svrstati u tri kategorije, a to su:

- 0,75 - 1,00 - poželjna recikličnost,
- 0,50 - 0,74 - potrebna rekonstrukcija proizvoda ili selektivno rastavljanje (odvajanje ili slabo recikličnih ili vrsno recikličnih komponenti),
- ispod 0,50 - upućuje na down-cycling postupke (niža kvaliteta reciklata) ili odlaganje [2].

3. ANALIZA RASTAVLJANJA I VREDNOVANJE RECIKLIČNOSTI ODABRANIH KUĆANSKIH APARATA

Ovo poglavlje završnog rada obuhvaća analizu rastavljanja te provedbu modela vrednovanja recikličnosti na primjeru tri kućanska aparata. Uređaji koji su obrađeni u svrhu analize su sušilo za kosu, glačalo i mikser.

3.1. Postupak analize

Za početak analize utvrđeni su tehnički podaci o proizvodu te uzrok dotrajalosti. Nakon utvrđenih osnovnih podataka o uređaju pristupilo se rastavljanju uređaja na dijelove, kako bi se utvrdili elementarni pokazatelji potrebni za vrednovanje recikličnosti. Izmjereno je vrijeme rastavljanja svakog pojedinog dijela uređaja te je nakon toga pomoću digitalne vage (prikazane na slici 3.2.) izmjerena masa svih pojedinih dijelova. Unošenjem dobivenih vrijednosti u tablice, te izračunom pomoću izraza iz prethodnog poglavlja, određen je stupanj recikličnosti uređaja. Budući da su uređaji korišteni u analizi sve mali kućanski aparati, nije bio potreban neki poseban alat za rastavljanje. Korišten je alat koji je prikazan na slici 3.1.

Za provedbu analize bio je potreban:

- ručni alat i pribor (kombinirana kliješta, ravni i križni odvijač),
- mjerni pribor (digitalna vaga, štoperica),
- ostalo (mobitel, kalkulator, radni stol, pribor za pisanje, tablice,...).



Slika 3.1. Alat potreban za rastavljanje uređaja



Slika 3.2. Digitalna vaga

3.2. Analiza recikličnosti sušila za kosu

Analizirano je sušilo za kosu proizvođača FUEGO, model HD – 100, koje je prikazano na slici (3.3.). Godina proizvodnje je nepoznata, ali pretpostavlja se da se radi o sušilu starom nekoliko godina. Napajanje ovog uređaja je do 230 V, frekvencije ~ 50 Hz i snage 1800 W. Masa uređaja je 421 gram. Također, na uređaju se nalazi oznaka „CE“ što nam govori da je proizvod usklađen s propisima EU. Pojedini dijelovi rastavljenog uređaja s unutarnje strane imaju oznaku recikličnosti, što znači da su polimeri poznate vrste.



Slika 3.3.Sušilo za kosu marke „FUEGO“

Ono što treba napomenuti kod ovog proizvoda je to da nema standardne vijke, nego quadrex vijke. Upravo zbog toga bilo je potrebno koristiti prilagođeni odvijač koji je napravljen tako da je običan ravni odvijač na sredini izbrušen.

Rastavljanje sušila za kosu je obavljeno u nekoliko jednostavnih koraka koji su prikazani na slici 3.4. Nakon odvrtanja vijaka, kućište je razdvojeno te je izvađen kompletan unutrašnji dio, koji je rastavljen na elemente.

	
Odvajanje poklopca	**Unutrašnjost nakon skidanja poklopca**
	
Jednostavno rastavljanje kompletnog unutrašnjeg dijela sušila	**Rastavljen uređaj**

Slika 3.4. Faze rastavljanja na primjeru sušila za kosu

U tablici 3.1. prikazan je slijed operacija rastavljanja sušila za kosu s potrebnim vremenom odvajanja pojedinog dijela, kao i s kumulativnim vremenom odvajanja. Sve operacije rastavljanja uređaja na dijelove su odrađene bez poteškoća.

Tablica 3.1. Operacije rastavljanja sušila za kosu

		VRIJEME RASTAVLJANJA			El.teh.fak. Osijek 2011
	Naziv proizvoda:	Sušilo za kosu		Datum: 25.03.2017.	Izradio: A. Pintarić
Redni broj	Naziv operacije	Vrijeme odvajanja	Kumulativno vrijeme odvajanja	Alat	OPASKA
		Sek	Sek		
I		t_i			
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1.	Odvrtanje vijaka kućišta	0,8	0,8	Odvijač	Nestandardni vijci
2.	Odvajanje kućišta	1,6	2,4	Ručno	
3.	Odvajanje kompletnog unutrašnjeg dijela	0,9	3,3	Ručno	samo se izvuče
4.	Izvlačenje izolacije grijača (tinjca)	4	7,3	Ručno	
5.	Odvajanje "COOL" tipke	4,6	11,9	Ručno	1 tipka
6.	Odvajanje spojnice kućišta	3,2	15,1	Ručno	2 gumene spojnice
7.	Odvajanje kabela s utikačem	102,8	117,9	Kombinirana kliješta	
8.	Odvajanje poklopca ventilatora	35,5	153,4	Ravni odvijač	
9.	Odvajanje spirale grijača	43,8	197,2	Kombinirana kliješta	
10.	Odvajanje prekidača, elektromotora i nosača grijača	36,9	234,1	Kombinirana kliješta	Rezanje žica
11.	Odvajanje tipki glavnih prekidača	0,5	234,6	Ravni odvijač	2 tipke
12.	Odvajanje zaštite kabela od savijanja	7,9	242,5	Ručno	

Ukupno vrijeme rastavljanja sušila za kosu marke „FUEGO“ iznosi 4 minute i 2,5 sekunde. Budući da je uređaj rastavljen po prvi put, njegovim ponovnim rastavljanjem bi se smanjilo vrijeme pojedinih operacija, i tako utjecalo na konačnu dobit od recikliranja ovog uređaja.

Slika 3.5. prikazuje sve dijelove uređaja FUEGO HD-100 kojih ukupno ima 29, a poredani su redoslijedom prema tablici 3.2.



Slika 3.5. Svi dijelovi sušila za kosu

Nakon provedene analize rastavljanja sušila za kosu, podaci su unešeni u tablicu 3.2. u svrhu izračuna recikličnosti dotrajalog uređaja. Izmjerena je masa svakog pojedinog dijela uređaja, određena je vrsta materijala te je utvrđen broj komada pojedinog dijela proizvoda. Pomoću tablice 2.1. i tablice 2.2. iz potpoglavlja (2.3.1.) određen je stupanj recikličnosti pojedinog dijela uređaja, kako bi se izračunala ukupna recikličnost proizvoda.

Tablica 3.2. Analiza recikličnosti sušila za kosu

	Naziv proizvoda: Sušilo za kosu				Masa:		421 g	
	Proizvođač: FUEGO HD-100, Europe				Uzrok dotrajavanja:		Kvar	
	Godina proizvodnje: Nepoznato				Datum obrade:		25.03.2017.	
Redni broj	Naziv elementa	Vrsta elementa (SE, PE, SK)	Vrsta materijala	Masa elementa g/kom	Komada po proizvodu	Stupanj recikličnosti 0 … 5	Masa elemenata (5x6) Grama	Recikličnost elementa (8x9)
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.	Vijak	SE	Željezo	0,5	2	5	1	5
2.	Kućište	PE	Polimer "PS"	104	1	5	104	520
3.	Poklopac kućišta	PE	Polimer "PS"	41	1	5	41	205
4.	Glavne tipke prekidača	PE	Polimer "PS"	2	2	5	4	20
5.	Tipka "COOL"	PE	Polimer "PS"	1	1	5	1	5
6.	Spojnice kućišta	PE	Guma	0,5	2	2	1	2
7.	Poklopac ventilatora	PE	Polimer "PS"	9	1	5	9	45
8.	Izolacija kućišta	SK	Tinjac	4	1	2	4	8
9.	Žice	SK	Guma + Bakar	0,6	11	3	7	21
10.	COOL" prekidač	SK	Polimer + Metal	3	1	3	3	9
11.	Glavni prekidač spojen s tiskanom pločicom	SK	Polimer+Opasni otpad	18	1	0	18	0
12.	Spirala grijača	SE	Željezo	11	1	5	11	55
13.	Nosač grijača	SK	Tinjac	18	1	2	18	36
14.	Ventilator s elektromotorom	SK	Polimer+Metal	103	1	3	103	309
15.	Zaštita kabela	PE	Guma	11	1	2	11	22
16.	Kabel s utikačem	SK	Guma+Bakar	85	1	4	85	340
UKUPNO:					**29**		**421**	**1602**

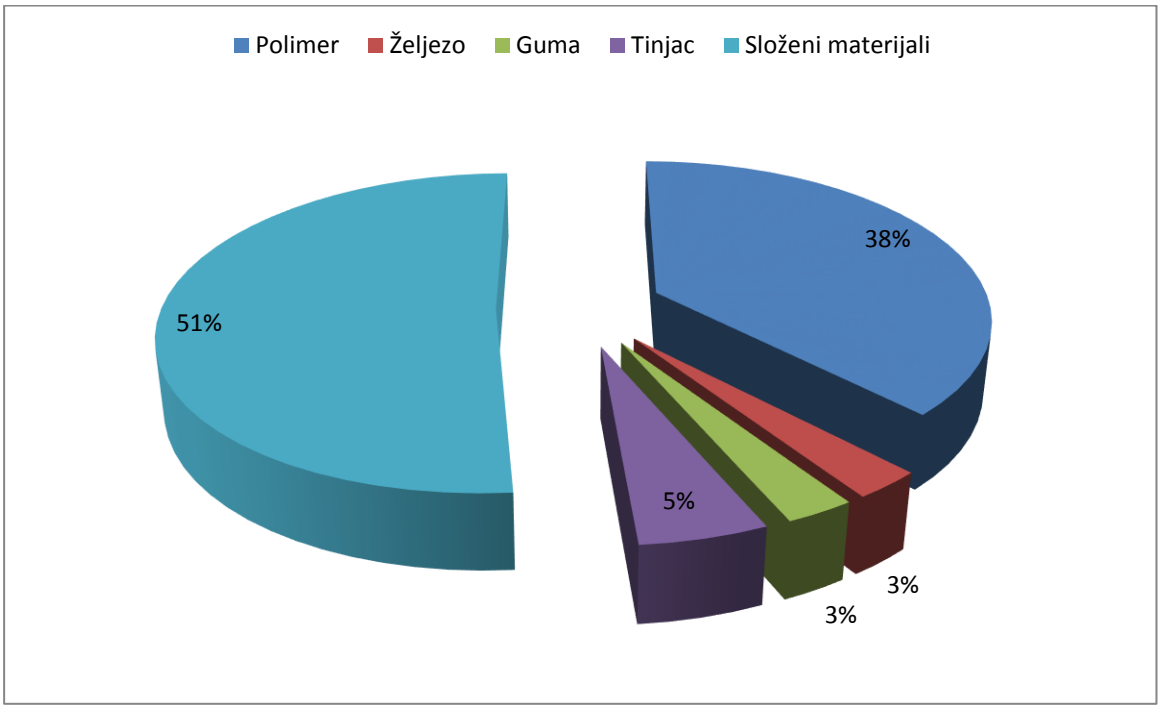
Nakon analize recikličnosti koja je vidljiva u gore navedenoj tablici 3.2. te pomoću relacije (2-4), može se izračunati recikličnost uređaja.

Određuje se kao odnos sume recikličnosti pojedinačnih dijelova i idealne (maksimalne) recikličnosti koja iznosi „5“ i ukupne mase proizvoda.

$$R = \frac{\sum_{i=1}^{n} b_i \cdot m_i \cdot r_i}{M \cdot r_{max}} = \frac{1602}{2105} = 0{,}7610 = 0{,}76 = 76\% \qquad (2-4)$$

Recikličnost sušila za kosu iznosi R = 0,76.
Iz potpoglavlja (2.3.2.) može se zaključiti da je ovo poželjna recikličnost te da je sušilo za kosu ove vrste proizvod prikladan za recikliranje.

Slika 3.6. daje uvid u udio materijala u proizvodu, gdje je vidljivo da su najzastupljeniji materijali polimeri i složeni materijali.



Slika 3.6. Udio materijala u proizvodu

Najviše su zastupljeni složeni materijali, koji imaju nizak stupanj recikličnosti, što u konačnici snižava ukupnu recikličnost proizvoda. Tu bi se trebala obratiti pozornost, prilikom konstrukcije proizvoda, kako bi recikličnost bila veća.

3.3. Analiza recikličnosti glačala

Na slici 3.7. može se vidjeti izgled glačala za rublje na kojem se radila analiza. Glačalo je marke Silva, model DB 14. Nije poznato u kojoj državi je proizvedeno glačalo, jer nije naznačeno. Napajanje proizvoda je 230 V, frekvencije 50Hz, snage 1400 W. Na proizvodu se nalaze oznake plastike PC+ABS što znači da je to kombinacija polimera (polikarbonat i akrilonitril-butadien stiren). Također, na proizvodu je oznaka „CE“, što govori da je proizvod usklađen s propisima EU.



Slika 3.7. Glačalo marke Silva prije rastavljanja

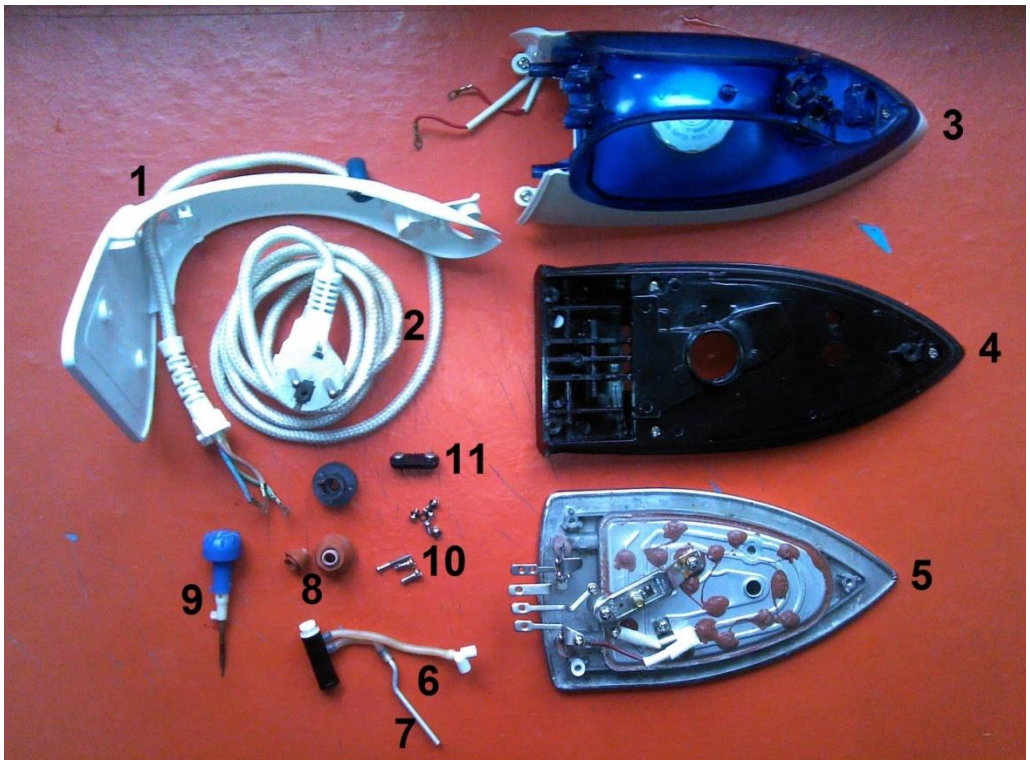
U tablici 3.3. može se vidjeti redoslijed rastavljanja proizvoda, vrijeme koje je bilo potrebno za rastavljanje i alat koji se koristio. Za rastavljanje je bilo potrebno ukupno 158 sekundi što iznosi 2 minute i 38 sekundi. Iz vremena koje je bilo potrebno za rastavljanje, može se zaključiti da rastavljanje ovog proizvoda nije kompliciranog.

Tablica 3.3. Operacije rastavljanja glačala

		VRIJEME RASTAVLJANJA			Elektroteh.fak. Osijek 2011
	Naziv proizvoda:	Glačalo		Datum: 12.04.2017.	Izradio: A. Pintarić
Redni broj	Naziv operacije	Vrijeme odvajanja	Kumulativno vrijeme odvajanja	Alat	OPASKA
		Sek	sek		
I		t_i			
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1.	Odvrtanje vijaka kućišta	17	17	Ravni odvijač	2x
2.	Odvajanje regulatora za vodu i paru	4	21	Ručno	Zakrenuti i povući
3.	Odvrtanje vijka gornje ručke	11	32	Križni odvijač	1x
4.	Odvajanje gornje ručke	4	36	Ručno	
5.	Odvrtanje vijaka držača kabela	13	49	Ravni odvijač	2x
6.	Odvrtanje vijka donje ručke	6	55	Ravni odvijač	
7.	Odvrtanje vijaka kućišta	12	67	Ravni odvijač	2x
8.	Odvajanje kućišta	8	75	Ručno	Povući
9.	Odvrtanje vijaka od žica	48	123	Križni odvijač	5x
10.	Odvrtanje vijaka donje ploče	15	138	Križni odvijač	3x
11.	Odvajanje donje i gornje ploče	14	152	Ručno	Povući
12.	Odvajanje guma sa donje ploče	2	154	Ručno	Povući
13.	Odvajanje mehanizma za korištenje vode i pare	4	158	Ručno	Povući

Postupak rastavljanja glačala na dijelove, kao i u prethodnom slučaju obavljen je bez puno poteškoća, pomoću odvijača i ručno.

Slika 3.8. daje prikaz svih dijelova glačala marke Silva kojih ukupno ima 25, a poredani su redoslijedom prema tablici 3.4.



Slika 3.8. Svi dijelovi glačala

Provedenom analizom rastavljanja glačala, utvrđeni su podaci o vremenu potrebnom za pojedinu operaciju, koji se kasnije koriste za izračun troškova i dobiti od recikliranja uređaja. Nakon provedene analize rastavljanja glačala, podaci su unešeni u tablicu 3.4. u svrhu izračuna recikličnosti glačala.

Tablica 3.4. Analiza recikličnosti glačala

	Naziv proizvoda: Glačalo			Masa:		1098g		
	Proizvođač: Silva			Uzrok dotrajavanja:		Kvar (curi voda)		
	Godina proizvodnje: Nepoznato			Datum obrade:		12.04.2017.		
Redni broj	Naziv elementa	Vrsta elementa (SE, PE, SK)	Vrsta materijala	Masa elementa	Komada po proizvodu	Stupanj recikličnosti	Masa elemenata (5x6)	Recikličnost elementa (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.	Gornja ručka	PE	Polimer	50	1	5	50	250
2.	Kabel sa utikačem	SK	Guma + Bakar	174	1	4	174	696
3.	Glavno kućište	PE	Polimer	194	1	5	194	970
4.	Gornja ploča	PE	Polimer	166	1	5	166	830
5.	Donja ploča	SK	Al + Fe + Keramika	486	1	3	486	1458
6.	Pumpa za paru i vodu	SK	Polimer + Guma	6	1	2	6	12
7.	Cjevčica od pumpe	SE	Aluminij	1	1	5	1	5
8.	Gume od donje ploče	PE	Guma	4	1	2	4	8
9.	Regulator pare i vode	SK	Polimer + Metal	6	1	4	6	24
10.	Vijci	SE	Metal	0,66	15	5	10	50
11.	Držač kabla	PE	Polimer	1	1	5	1	5
UKUPNO:					**25**		**1098**	**4308**

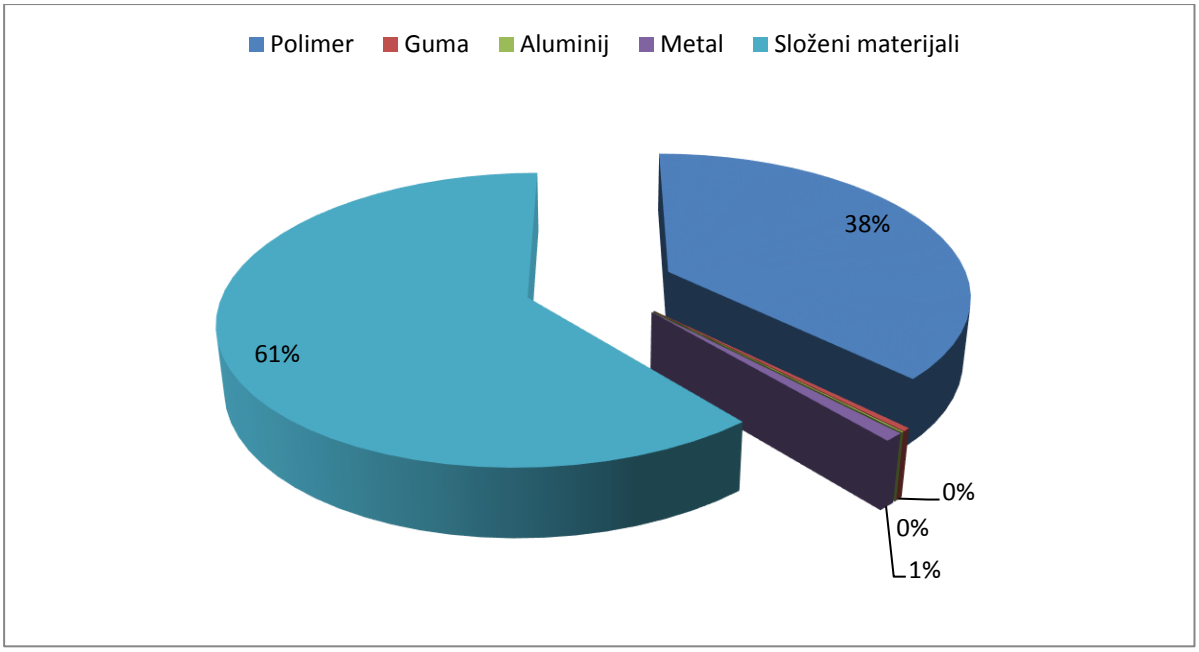
Nakon provedene analize rastavljanja obavljena je analiza materijala, kako bi se utvrdilo od kojih je materijala proizvod napravljen te je napravljena analiza recikličnosti prema podacima u tablici 3.4.

Prema izrazu (2-4) izračunata je recikličnost proizvoda koja iznosi 0,78, odnosno 78 %.

$$\mathbf{R} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \boldsymbol{b_i} \cdot \boldsymbol{m_i} \cdot \boldsymbol{r_i}}{\boldsymbol{M} \cdot \boldsymbol{r_{max}}} = \frac{\mathbf{4308}}{\mathbf{5490}} = \mathbf{0,78469} = \mathbf{0,78} = \mathbf{78\%} \qquad (\mathbf{2-4})$$

Može se zaključiti da je u ovome slučaju poželjna recikličnost te da je glačalo ove vrste prikladan proizvod za recikliranje.

Proizvod je većinom izrađen od polimera označenih u unutrašnjosti uređaja što znači da je polimer poznate vrste. Udio pojedinog materijala u glačalu vidljiv je na slici 3.9.



Slika 3.9. Udio materijala u proizvodu

Iako se glačalo najvećim dijelom sastoji od složenih materijala, što uključuje i donju ploču, koja zauzima gotovo polovicu mase uređaja, recikličnost uređaja spada u poželjnu recikličnost.

3.4. Analiza recikličnosti miksera

Zadnji proizvod koji je bio rastavljen u svrhu analize je mikser proizvođača Gorenje. Na proizvodu nije označeno puno informacija, tako da nije bilo moguće utvrditi puno karakteristika ovog uređaja. Napajanje iznosi 220 V, frekvencije 50 Hz i snage uređaja 130 W. Tip miksera je M 202. Uređaj se uglavnom sastoji od metala i polimera. Uređaj prije rastavljanja se može vidjeti na slici 3.10.



Slika 3.10. Mikser marke Gorenje prije rastavljanja

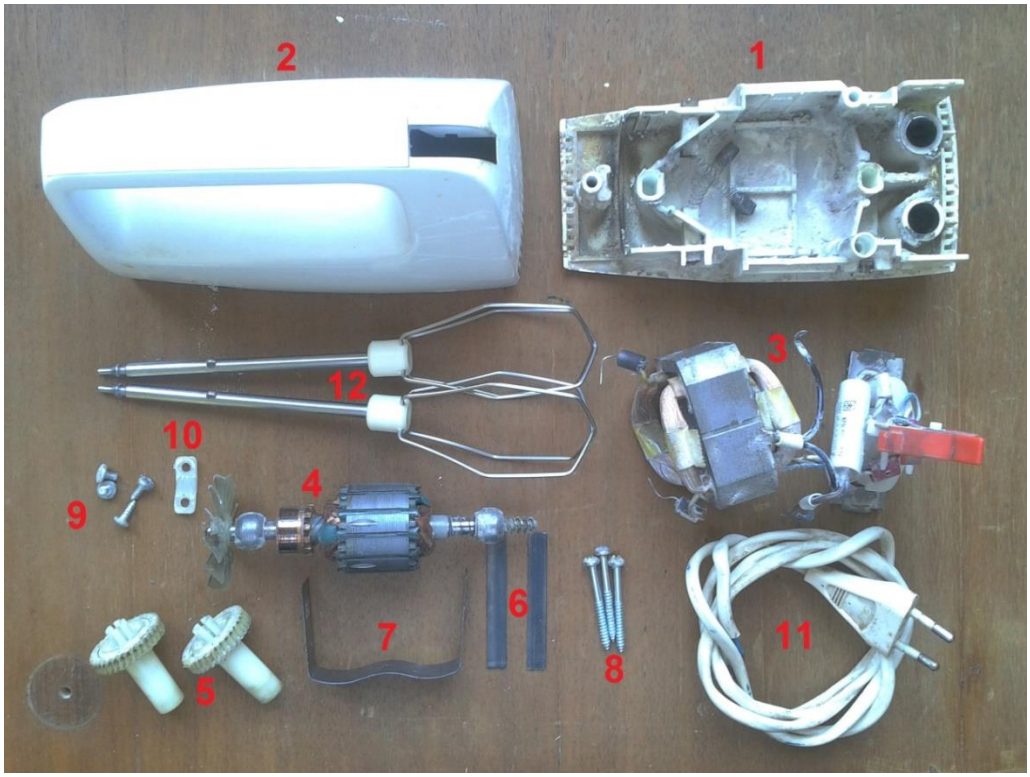
U tablici 3.5. prikazan je slijed operacija rastavljanja miksera te je izmjereno vrijeme za svaku pojedinu operaciju. Budući da je riječ o jednostavnom kućanskom aparatu, rastavljanje ovog uređaja je obavljeno bez poteškoća uporabom osnovnog alata te ručno.

Tablica 3.5. Operacije rastavljanja miksera

		VRIJEME RASTAVLJANJA			Elektroteh.fak.Osijek 2011
	Naziv proizvoda:	Mikser		Datum: 21.04.2017.	Izradio: A. Pintarić
Redni broj	Naziv operacije	Vrijeme odvajanja	Kumulativno vrijeme odvaianja	Alat	OPASKA
		sek	Sek		
I		t_i			
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1.	Odvrtanje vijaka kućišta	31	31	Križni odvijač	3 vijka
2.	Odvajanje kućišta	1	32	Ručno	
3.	Odvrtanje vijaka držača kabla	30	62	Križni odvijač	4 vijka
4.	Odvajanje poluge od rotora motora	2	64	Ravni odvijač	Princip poluge
5.	Odvajanje mehanizma za brzinu vrtnje	2	66	Ručno	Povući lijevo,desno i prema gore
6.	Odvajanje zubčanika za vrtnju	3	69	ručno	
7.	Odvajanje druge poluge od rotora motora	2	71	Ravni odvijač	Princip poluge
8.	Odvajanje poluge koja drži stator	19	90	Ravni odvijač	Pritisnuti
9.	Odvajanje kompletnog motora	9	99	Kombinirana kliješta	

Prilikom rastavljanja miksera izvršeno je ukupno 9 operacija rastavljanja. Za njegovo rastavljanje bilo je potrebno 99 sekundi tj. 1 minuta i 39 sekundi.

Na slici 3.11. mogu se vidjeti svi dijelovi miksera, kojih ukupno ima 20, a poredani su redoslijedom u tablici 3.6.



Slika 3.11. Svi dijelovi miksera

Tablica 3.6. popunjena je podacima koji prikazuju masu elemenata, stupanj recikličnosti te broj komada u proizvodu. Ukupna masa miksera iznosi 1020 grama.

Tablica 3.6. Analiza recikličnosti miksera

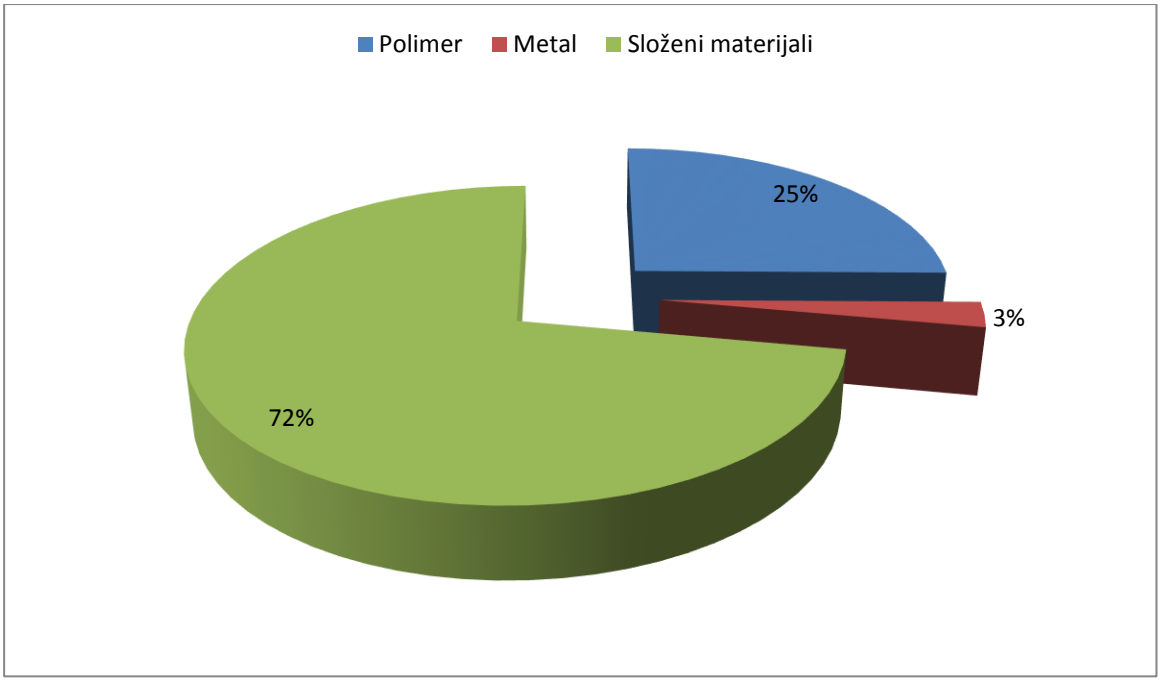
	Naziv proizvoda: Mikser			Masa:		1020 g		
	Proizvođač: Gorenje			Uzrok dotrajavanja:		Kvar		
	Godina proizvodnje: Nepoznato			Datum obrade:		21.04.2017.		
Redni broj	Naziv elementa	Vrsta elementa (SE, PE, SK)	Vrsta materijala	Masa elementa	Komada po proizvodu	Stupanj recikličnosti	Masa elemenata (5x6)	Recikličnost elementa (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.	Donje kućište	PE	Polimer	120	1	5	120	600
2.	Gornje kućište	PE	Polimer	120	1	5	120	600
3.	Stator motora	SK	Metal + Polimer + Op. Otpad	386	1	3	386	1158
4.	Rotor motora	SK	Metal + Bakar +Polimer	216	1	4	216	864
5.	Zupčanici	PE	Polimer	8	2	5	16	80
6.	Držači rotora	SE	Metal	2	2	5	4	20
7.	Držač statora	SE	Metal	10	1	5	10	50
8.	Vijci kućišta	SE	Metal	3	3	5	9	45
9.	Ostali vijci	SE	Metal	1	4	5	4	20
10.	Držač kabla	PE	Polimer	1	1	5	1	5
11.	Kabel sa utikačem	SK	Bakar + Guma	62	1	4	62	248
12.	Mješalice	SK	Metal + Polimer	36	2	4	72	288
UKUPNO:					**20**		**1020**	**3978**

Analizom podataka iz tablice 3.6. određene su vrste materijala koje sadrži ovaj proizvod, izmjerena je masa svih dijelova miksera te je određen stupanj recikličnosti pojedinog dijela . Prema relaciji (2-4) izračunata je recikličnost proizvoda, a ona iznosi 78 %.

$$R = \frac{\sum_{i=1}^{n} b_i \cdot m_i \cdot r_i}{M \cdot r_{max}} = \frac{3978}{5100} = 0{,}78 = 78\% \qquad (2-4)$$

Kao što se može vidjeti u potpoglavlju (2.3.2.) koje govori o recikličnosti proizvoda, vidljivo je da iznos recikličnosti miksera spada u poželjnu recikličnost.

Prema slici 3.12. može se vidjeti zastupljenost pojedinih materijala u mikseru, koji je korišten u svrhu analize.



Slika 3.12. Udio materijala u proizvodu

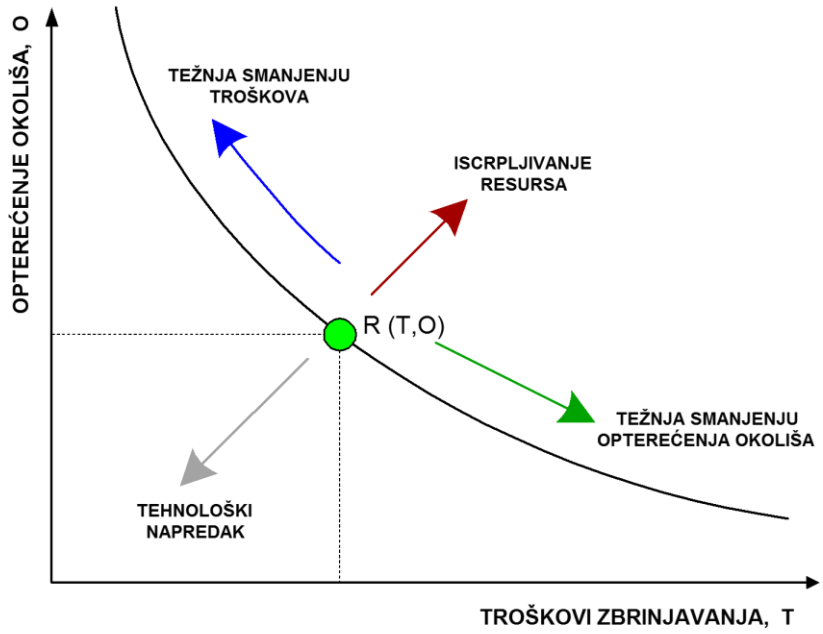
Unatoč činjenici da su pojedini dijelovi ovog uređaja sastavljeni od više vrsta materijala, njegova ukupna recikličnost je dobra te spada u poželjnu recikličnost proizvoda. Razlog tome je u zastupljenosti metala i polimera poznate vrste, koji imaju visoki stupanj recikličnosti.

4. MODEL EKONOMSKO-EKOLOŠKE ANALIZE

Model ekonomsko-ekološke analize temelji se na izračunu troškova i dobiti te za pretpostavljeni način zbrinjavanja pruža korisniku podatke o apsolutnoj i relativnoj dobiti. Ovaj model predstavlja dobru pomoć u vrednovanju različitih varijanti zbrinjavanja, kako bi se ispunila ekonomska i ekološka opravdanost recikliranja. Model prikazuje dobru pokrivenost ekoloških i ekonomskih utjecaja procesa zbrinjavanja proizvoda [2], iako bi postupci poput izbjegavanja nastajanja otpada, ponovne uporabe ili energetskog iskorištavanja imali povoljniji ekološki i ekonomski ishod.

4.1. Svrha ekonomsko-ekološke analize

Da bi se dotrajali uređaj ili proizvod reciklirao, on za to mora imati ekološko, ali i ekonomsko opravdanje. To znači da se od recikliranja nekog proizvoda može očekivati određena dobit. Ta dobit se najčešće očituje u smanjenju potrošnje materijala, energije te smanjenju otpada i utjecaja na okoliš.



Slika 4.1. Utjecaj recikliranja na troškove i opterećenje okoliša

Na slici 4.1. je prikazan utjecaj recikliranja na troškove i opterećenje okoliša u odnosu na referentni postupak recikliranja R s parametrima (T,O). Vidljivo je da postoje četiri temeljna pravca koristi od recikliranja. Smanjenje opterećenja okoliša zahtjevat će povećanje troškova i obrnuto. Usavršeni postupci recikliranja pružaju mogućnost smanjenja utjecaja na okoliš uz iste troškove. Najmanje su povoljni postupci koji stvaraju štetu i od kojih u konačnici nema dobiti.

Ukupni troškovi zbrinjavanja prema izrazu (4-1) predstavljaju sumu troškova rastavljanja, usitnjavanja, recikliranja i odlaganja [2].

$$\mathbf{T = T_{ra} + T_u + T_r + T_o} \qquad (4\text{-}1)$$

gdje su:

-T_{ra}- troškovi rastavljanja

-T_u- troškovi usitnjavanja

-T_r- troškovi recikliranja

-T_o- troškovi odlaganja

Prihodi od recikliranja prema izrazu (4-2) sastoje se od tri stavke.

$$\mathbf{P = P_r + P_{\Delta e} + P_E} \qquad (4\text{-}2)$$

gdje su:

-P_r- prihodi od prodaje reciklata

-$P_{\Delta e}$ - prihod od uštede energije

-P_E- prihod od smanjenja emisija

Apsolutna dobit recikliranja, (prema izrazu 4-3) razlika je ukupnih prihoda i ukupnih troškova.

$$\mathbf{D_A=(P_r + P_{\Delta e} + P_E) – (T_{ra} + T_u + T_r + T_o)} \qquad (4\text{-}3)$$

Relativna dobit recikliranja je dodatna informacija koja se računa ako postoje dva ista iznosa apsolutne dobiti. U tom slučaju povoljnije je reciklirati proizvod koji ima veću relativnu dobit. Relativna dobit predstavlja odnos ukupnih prihoda i ukupnih troškova prema izrazu (4-4).

$$\mathbf{D_r} = \frac{(\mathbf{P_r+P_{\Delta e}+P_E})}{(\mathbf{T_{ra}+T_u+T_r+T_o})} \qquad (4\text{-}4)$$

4.2. Ekonomsko-ekološka analiza sušila za kosu

U svrhu izračuna konačne dobiti od recikliranja sušila za kosu, provedena je ekonomsko-ekološka analiza, koja uključuje izračun troškova rastavljanja, recikliranja, odlaganja te usitnjavanja. Dobiveni podaci o ukupnim troškovima uspoređuju se s prihodima od recikliranja te se računa apsolutna i relativna dobit.

Tablica 4.1. daje uvid u troškove rastavljanja, koji su izračunati na osnovu podataka o trajanju pojedinih operacija i cijeni rastavljanja. Na dnu tablice se nalazi zbroj ukupnog vremena, koji iznosi 0,067 sati. Uz cijenu rastavljanja od 12 €/h dobiju se troškovi rastavljanja koji iznose 0,8€.

Tablica 4.1. Troškovi rastavljanja sušila za kosu

Redni broj	Naziv operacije	Vrijeme odvajanja,s
1	**2**	**3**
1.	Odvrtanje vijaka kućišta	0,8
2.	Odvajanje kućišta	1,6
3.	Odvajanje kompletnog unutrašnjeg dijela	0,9
4.	Izvlačenje izolacije grijača (tinjca)	4
5.	Odvajanje "COOL" tipke	4,6
6.	Odvajanje spojnice kućišta	3,2
7.	Odvajanje kabela s utikačem	102,8
8.	Odvajanje poklopca ventilatora	35,5
9.	Odvajanje spirale grijača	43,8
10.	Odvajanje prekidača, elektromotora i nosača grijača	36,9
11.	Odvajanje tipki glavnih prekidača	0,5
12.	Odvajanje zaštite kabela od savijanja	7,9
Ukupno vrijeme, t_r, h		**0,067**
Cijena rastavljanja, c_r, €/h		**12,00**
Troškovi rastavljanja, T_{ra}, €		**0,8**

Troškovi recikliranja prema tablici 4.2. izračunati su pomoću podataka o masi recikliranih materijala te o cijeni recikliranja. Troškovi recikliranja iznose 0,1333 €.

Tablica 4.2. Troškovi recikliranja

naziv i-te komponente	masa, kg	$(c_r)_i$, €/kg	$(T_r)_i$, €
Željezo	0,012	0,65	0,0078
Polimer	0,159	0,65	0,1034
Guma	0,012	0,65	0,0078
Tinjac	0,022	0,65	0,0143
Ukupna masa, m_r, kg	**0,205**		
Ukupni troškovi recikliranja, T_r, €			**0,1333**

Troškovi odlaganja nisu bili veliki jer je masa opasnog otpada jako mala, skoro i zanemariva. Troškovi odlaganja prema podacima u tablici 4.3. iznose 0,0072 €.

Tablica 4.3. Troškovi odlaganja

naziv i-te komponente	masa, kg	$(c_d)_j$, €/kg	$(T_d)_j$, €
Opasni otpad	0,018	0,40	0,0072
Ukupna masa, m_d, kg	**0,018**		
Ukupni troškovi odlaganja, T_d, €			**0,0072**

Ukupni troškovi usitnjavanja prema tablici 4.4. iznose 0,0990 €. Postupak usitnjavanja se primjenjuje kod elemenata koji se sastoje od više vrsta materijala. U ovome slučaju to su žice, kabel s utikačem, prekidač i ventilator s elektromotorom.

Tablica 4.4. Troškovi usitnjavanja

naziv i-te komponente	masa, kg	c_u, €/kg	T_u, €
Polimer + Metal	0,106	0,50	0,0530
Guma + Bakar	0,092	0,50	0,0460
Ukupna masa, m_u, kg	**0,198**		
Ukupni troškovi usitnjavanja, T_u, €			**0,0990**

Tablica 4.5. daje uvid o ukupnim troškovima, potrebnim da bi se odradio postupak recikliranja sušila za kosu, koje je korišteno za analizu.

Tablica 4.5. Rekapitulacija troškova

Troškovi rastavljanja, T_{ra}, €	0,8040
Ukupni troškovi recikliranja, T_r, €	0,1333
Ukupni troškovi odlaganja, T_d, €	0,0072
Ukupni troškovi usitnjavanja, T_u, €	0,0990
UKUPNI TROŠKOVI, €	1,04

Najmanji troškovi su kod odlaganja i iznose 0,0072 €, ali kod njega je prisutna i najmanja masa proizvoda. Najveći troškovi su kod postupka rastavljanja. Ukupni troškovi iznose 1,04 €.

Prihod od recikliranja računa se prema podacima iz tablice 4.6. Analizom podataka može se vidjeti da je ukupni prihod od recikliranja sušila za kosu 0,33€.

Tablica 4.6. Prihod od recikliranja

Vrsta reciklata	Masa reciklata, kg	Cijena reciklata, C_r, €	Prihod od prodaje reciklata, P_r, €	Ušteda energije ostvarena recikliranjem, Δ e. €/kg	Prihod od uštede energije, $P_{\Delta e}$, €	Smanjenje emisije, E, kg/kg	Pristojba za emisiju, p_E, €/kg	Prihod od smanjenja emisije, P_E, €	**UKUPNI PRIHOD, P, €**
1	2	3	4=2x3	5	6=2x5	7	8	9=2x7x8	4+6+9
Željezo	0,012	0,20	0,0024	0,300	0,0036	4,5	0,80	0,0432	0,0460
Polimer	0,159	0,09	0,0143	0,020	0,0031	1,7	0,80	0,2162	0,2374
Guma	0,012	0,09	0,0010	0,020	0,0002	1,7	0,80	0,0163	0,0212
Tinjac	0,022	0,09	0,0019	0,020	0,0004	1,7	0,80	0,0299	0,0322
UKUPNO									**0,3368**

Tablica 4.7. daje uvid u ukupne troškove i prihode od recikliranja sušila za kosu. Također, korištenjem izraza iz potpoglavlja 4.1. dolazi se do podatka o apsolutnoj i relativnoj dobiti.

Tablica 4.7. Dobit od recikliranja sušila za kosu

Ukupni troškovi, T, €	1,04
Ukupni prihodi, P, €	0,33
Dobit, P-T, €	-0,71
Relativna dobit, P/T, €	0,31

Analizom podataka utvrđeno je da kod recikliranja sušila za kosu nije ostvarena dobit, a to znači da su ukupni prihodi manji od ukupnih troškova. Relativna dobit je pozitivna i iznosi 0,31 €.

4.3. Ekonomsko-ekološka analiza glačala

Tablica 4.7. daje uvid u troškove rastavljanja glačala. Pomoću podataka o vremenu potrebnom za svaku operaciju rastavljanja i cijeni rastavljanja, izračunati su troškovi rastavljanja glačala.

Tablica 4.7. Troškovi rastavljanja glačala

Redni broj	Naziv operacije	Vrijeme odvajanja,s
1	**2**	**3**
1.	Odvrtanje vijaka kućišta	17
2.	Odvajanje regulatora za vodu i paru	4
3.	Odvrtanje vijka gornje ručke	11
4.	Odvajanje gornje ručke	4
5.	Odvrtanje vijaka držača kabela	13
6.	Odvrtanje vijka donje ručke	6
7.	Odvrtanje vijaka kućišta	12
8.	Odvajanje kućišta	8
9.	Odvrtanje vijaka od žica	48
10.	Odvrtanje vijaka donje ploče	15
11.	Odvajanje donje i gornje ploče	14
12.	Odvajanje guma sa donje ploče	2
13.	Odvajanje mehanizma za korištenje vode i pare	4
Ukupno vrijeme, t_r, h		**0,044**
Cijena rastavljanja, c_r, €/h		**12,00**
Troškovi rastavljanja, T_{ra}, €		**0,53**

Nakon obavljenog rastavljanja može se vidjeti da troškovi rastavljanja iznose 0,53 €. Vrijeme potrebno za rastavljanje iznosilo je 0,044 sata.

Troškovi recikliranja prema podacima iz tablice 4.8. iznose 0,2757 €. Podatak o troškovima recikliranja izračunat je pomoću podataka o masi recikliranih materijala te o cijeni recikliranja.

Tablica 4.8. Troškovi recikliranja

naziv i-te komponente	masa, kg	$(c_r)_i$, €/kg	$(T_r)_i$, €
Polimer	0,409	0,65	0,2659
Željezo	0,010	0,65	0,0065
Guma	0,004	0,65	0,0026
Aluminij	0,001	0,65	0,0007
Ukupna masa, m_r, kg	**0,424**		
Ukupni troškovi recikliranja, T_r, €			**0,2757**

Glačalo nije sadržavalo opasni otpad, tako da nije bilo troškova odlaganja.

Troškovi usitnjavanja prema tablici 4.9. iznose 0,336 €. Dijelovi glačala koji su korišteni u postupku usitnjavanja su kabel s utikačem, donja ploča te pumpa i regulator za paru i vodu.

Tablica 4.9. Troškovi usitnjavanja

naziv i-te komponente	masa, kg	c_u, €/kg	T_u, €
Bakar + Guma	0,174	0,50	0,087
Al + Fe + Keramika	0,486	0,50	0,243
Polimer + Guma	0,006	0,50	0,003
Polimer + Metal	0,006	0,50	0,003
Ukupna masa, m_u, kg	**0,672**		
Ukupni troškovi usitnjavanja, T_u, €			**0,336**

Ukupni troškovi prema tablici 4.10. iznose 1,14 €. Najveći troškovi su se pojavili prilikom rastavljanja glačala. Postupak odlaganja nije korišten, jer nije bilo opasnog otpada u glačalu.

Tablica 4.10. Rekapitulacija troškova

Troškovi rastavljanja, T_{ra}, €	0,53
Ukupni troškovi recikliranja, $T_{r,}$ €	0,28
Ukupni troškovi odlaganja, $T_{d,}$ €	0,00
Ukupni troškovi usitnjavanja, $T_{u,}$ €	0,33
UKUPNI TROŠKOVI, €	1,14

Analizom podataka prema tablici 4.11. utvrđen je prihod od recikliranja glačala. Ukupni prihod iznosi 0,65 €.

Tablica 4.11. Prihod od recikliranja

Vrsta reciklata	Masa reciklata, kg	Cijena reciklata, C_r, €	Prihod od prodaje reciklata, P_r, €	Ušteda energije ostvarena recikliranjem, Δ_e, €/kg	Prihod od uštede energije, $P_{\Delta e}$, €	Smanjenje emisije, E, kg/kg	Pristojba za emisiju, p_E, €/kg	Prihod od smanjenja emisije, P_E, €	**UKUPNI PRIHOD, P, €**
1	2	3	4=2x3	5	6=2x5	7	8	9=2x7x8	4+6+9
Polimer	0,409	0,09	0,0368	0,020	0,00818	1,7	0,80	0,55624	0,60122
Željezo	0,010	0,20	0,0020	0,300	0,0030	4,5	0,80	0,036	0,041
Guma	0,004	0,09	0,0003	0,020	0,00008	1,7	0,80	0,00544	0,00582
Aluminij	0,001	0,20	0,0002	0,300	0,0003	4,5	0,80	0,0036	0,0041
UKUPNO	**0,424**								**0,6521**

Tablica 4.12. daje uvid u ukupne troškove recikliranja glačala te podatak o ukupnom prihodu.

Tablica 4.12. Dobit od recikliranja glačala

Ukupni troškovi, T, €	1,14
Ukupni prihodi, P, €	0,65
Dobit, P-T, €	-0,49
Relativna dobit, P/T, €	0,57

Analizom podataka utvrđeno je da je dobit negativna pa se može zaključiti da rastavljanje ovog uređaja nije isplativo. Ukupni troškovi su veći nego ukupni prihodi.

4.4. Ekonomsko-ekološka analiza miksera

Provedenom ekonomsko-ekološkom analizom miksera, kao i u prethodna dva slučaja utvrđeni su podaci o ukupnim troškovima recikliranja, prihodu od recikliranja te o ukupnoj dobiti.

Tablica 4.13. daje uvid u troškove rastavljanja miksera, a izračunati su pomoću podataka o trajanju pojedine operacije rastavljanja te o cijeni rastavljanja.

Tablica 4.13. Troškovi rastavljanja miksera

Redni broj	Naziv operacije	Vrijeme odvajanja,s
1	**2**	**3**
1.	Odvrtanje vijaka kućišta	31
2.	Odvajanje kućišta	1
3.	Odvrtanje vijaka držača kabla	30
4.	Odvajanje poluge od rotora motora	2
5.	Odvajanje mehanizma za brzinu vrtnje	2
6.	Odvajanje zubčanika za vrtnju	3
7.	Odvajanje druge poluge od rotora motora	2
8.	Odvajanje poluge koja drži stator	19
9.	Odvajanje kompletnog motora	9
Ukupno vrijeme, t_r, h		**0,0275**
Cijena rastavljanja, c_r, €/h		**12,00**
Troškovi rastavljanja, T_{ra}, €		**0,33**

Ukupno vrijeme koje je bilo potrebno za rastavljanje miksera je 0,0275, a troškovi rastavljanja prema tablici 4.13. iznose 0,33 €.

U tablici 4.14. mogu se vidjeti troškovi recikliranja materijala koji iznose 0,1723 €. Troškovi su izračunati pomoću podataka o masi recikliranih materijala i o cijeni recikliranja.

Tablica 4.14. Troškovi recikliranja

naziv i-te komponente	masa, kg	$(c_r)_i$, €/kg	$(T_r)_i$, €
Polimer	0,249	0,65	0,1619
Željezo	0,016	0,65	0,0104
Ukupna masa, m_r, kg	**0,265**		
Ukupni troškovi recikliranja, T_r, €			**0,1723**

Ukupni troškovi odlaganja prema tablici 4.15. iznose 0,1544 €. Budući da ručnim rastavljanjem nije moguće izdvojiti opasni otpad kod statora motora, veliki dio ukupne mase proizvoda koristi se kod postupka odlaganja.

Tablica 4.15. Troškovi odlaganja

naziv i-te komponente	masa, kg	$(c_d)_j$, €/kg	$(T_d)_j$, €
Metal + Polimer + Op. otpad	0,386	0,40	0,1544
Ukupna masa, m_d, kg	**0,386**		
Ukupni troškovi odlaganja, T_d, €			**0,1544**

Ukupni troškovi usitnjavanja prema podacima u tablici 4.16. iznose 0,1570 €. Sklopovi korišteni u postupku usitnjavanja su rotor s motorom, kabel s utikačem te mješalice miksera.

Tablica 4.16. Troškovi usitnjavanja

naziv i-te komponente	masa, kg	c_u, €/kg	T_u, €
Metal + Bakar +Polimer	0,216	0,50	0,1080
Bakar + Guma	0,062	0,50	0,0310
Metal + Polimer	0,036	0,50	0,0180
Ukupna masa, m_u, kg	**0,314**		
Ukupni troškovi usitnjavanja, T_u, €			**0,1570**

Tablica 4.17. daje uvid u ukupne troškove recikliranja miksera. Najveći troškovi su se pojavili kod postupka rastavljanja, a najmanji troškovi su troškovi odlaganja.

Tablica 4.17. Rekapitulacija troškova

Troškovi rastavljanja, T_{ra}, €	0,3300
Ukupni troškovi recikliranja, $T_{r,}$ €	0,1723
Ukupni troškovi odlaganja, $T_{d,}$ €	0,1544
Ukupni troškovi usitnjavanja, $T_{u,}$ €	0,1570
UKUPNI TROŠKOVI, €	0,8137

Analizom i obradom podataka iz tablice 4.18. utvrđen je ukupni prihod od recikliranja miksera, koji iznosi 0,43 €.

Tablica 4.18. Prihod od recikliranja

Vrsta reciklata	Masa reciklata, kg	Cijena reciklata, C_r, €	Prihod od prodaje reciklata, $P_{r,}$ €	Ušteda energije ostvarena recikliraniem. Δ e, €/kg	Prihod od uštede energije, $P_{\Delta e,}$ €	Smanjenje emisije, E, kg/kg	Pristojba za emisiju, p_E, €/kg	Prihod od smanjenja emisije, P_E, €	**UKUPNI PRIHOD, P, €**
1	2	3	4=2x3	5	6=2x5	7	8	9=2x7x8	4+6+9
Polimer	0,249	0,09	0,0224	0,020	0,0049	1,7	0,80	0,3386	0,3659
Željezo	0,016	0,20	0,0032	0,300	0,0048	4,5	0,80	0,0576	0,0656
UKUPNO	**0,265**								**0,4315**

Tablica 4.19. daje uvid u ukupne troškove i prihod od recikliranja miksera. Također, primjenom izraza iz potpoglavlja 4.1. izračunata je apsolutna te relativna dobit od recikliranja.

Tablica 4.19. Dobit od recikliranja miksera

Ukupni troškovi, T, €	0,81
Ukupni prihodi, P, €	0,43
Dobit, P-T, €	-0,38
Relativna dobit, P/T, €	0,53

Može se primjetiti kako su ukupni troškovi veći od ukupnih prihoda pa je zbog toga negativna dobit, odnosno, ona iznosi -0,38 €. Relativna dobit iznosi 0,53 €.

U tablice su unešene vlastite procjene o visinama cijena troškova i prihoda pa se na taj način vjerojatno unijela određena pogreška u ishode analiza kućanskih uređaja.

5. OSVRT NA REZULTATE ISPITIVANJA

Zadnje poglavlje završnog rada sadrži ukratko napisan osvrt na rezultate ispitivanja triju dotrajalih električnih kućanskih aparata, koji su rastavljeni u svrhu analize recikličnosti.

Prvi uređaj koji se analizirao je sušilo za kosu. Uređaj ukupne mase od 421 grama, rastavljen je na dijelove za što je bilo potrebno nešto više od četiri minute. Ukupan broj dijelova od kojih je sušilo sastavljeno iznosio je 29, a broj operacija rastavljanja iznosio je 12. Sve operacije rastavljanja obavljene su poprilično jednostavno uz pomoć odvijača i kombiniranih kliješta te ručno. Jedinu poteškoću predstavljali su nestandardni vijci koji su izvađeni prilagođenim odvijačem. Nakon rastavljanja utvrđeno je da se uređaj sastoji od velikog broja materijala te da sadrži neke dijelove u kojima je zastupljena guma i opasni otpad, što je u konačnici rezultiralo nižom recikličnosti proizvoda. Provedenom analizom recikličnosti na uređaju, može se vidjeti da je uređaj ove vrste dobar proizvod za recikliranje, jer njegova recikličnost iznosi 76 %. Nakon provedene ekonomsko-ekološke analize uređaja dobiveni rezultati prikazuju negativnu dobit.

Glačalo za rublje marke Silva, drugi je rastavljeni uređaj. Proces rastavljanja je sveukupno trajao 158 sekundi, a cjelokupna masa uređaja iznosila je 1098 grama. Rastavljanje je obavljeno uz samo 13 operacija, upotrebom odvijača i ručno. Uređaj se sastoji uglavnom od materijala koji imaju visoki stupanj recikličnosti, najviše od polimera poznate vrste tako da je njegova recikličnost u konačnici iznosila 78 %, što spada u poželjnu recikličnost nekog uređaja. Također, i ovdje je ostvarena negativna dobit recikliranja nakon utvrđivanja rezultata te provedene ekonomsko-ekološke analize uređaja.

Treći i posljednji uređaj koji se analizirao je mikser proizvođača Gorenje, ukupne mase 1020 grama. Uređaj je rastavljen u samo 9 operacija rastavljanja. Izračunata recikličnost dotrajalog miksera iznosi 78 %, što spada u poželjnu recikličnost nekog proizvoda. Mikser sadrži stator motora načinjen od metala, polimera i opasnog otpada. Ručnim rastavljanjem nije moguće rastaviti ovaj sklop uređaja, tako da se trećina ukupne mase uređaja ne može reciklirati, odnosno, koristi se u postupku odlaganja. Trebala bi se napraviti rekonstrukcija proizvoda ili selektivno rastavljanje kako bi se povećala recikličnost. Kao i kod prethodnih dvaju uređaja, dobivena je negativna dobit.

5.1. Preporuke za poboljšanje recikličnosti analiziranih uređaja

Kod sušila za kosu može se vidjeti kako uređaj u sebi ima zastupljen velik broj različitih vrsta materijala. Kada bi se prilikom konstruiranja uređaja pojednostavnila izvedba ventilatora s elektromotorom, odnosno kada bi se olakšalo njegovo rastavljanje, recikličnost bi bila još bolja. Budući da ovaj dio uređaja ima najveću masu, a stupanj recikličnosti ventilatora s elektromotorom iznosi tri, vjerojatno postoji mogućnost za bolju izvedbu kako bi se povećala recikličnost uređaja.

Analiza glačala je pokazala vrlo dobru recikličnost ovog proizvoda, jer je sastavljeno uglavnom od polimera poznate vrste. Jedan od problema koji se ovdje pojavljuje je taj što je donja ploča, koja je ujedno i najteži dio uređaja, sastavljena od više materijala, što utječe na recikličnost proizvoda. Napredak je, također, moguće napraviti i u smanjenju vremena rastavljanja, što utječe na troškove recikliranja.

Analizom miksera utvrđena je recikličnost od 78 %, što spada u poželjnu recikličnost nekog proizvoda. Razlog zašto vrijednost recikličnosti miksera nije još veća, je u tome što se najteži dijelovi uređaja sastoje od više vrsta materijala. Također, stator motora nije moguće rastaviti ručno pa se taj sklop koristi u postupku odlaganja. Selektivnim rastavljanjem bi se postigla veća recikličnost, ali bi se povećali troškovi rastavljanja, što opet utječe na dobit od recikliranja.

Na sva tri uređaja u cilju povećanja stupnja recikličnosti, kao jedno od mogućih rješenja bila bi rekonstrukcija proizvoda radi lakšeg, bržeg i isplativijeg rastavljanja. Smanjenjem broja vrsta materijala u nerastavljivim sklopovima, smanjenjem dijela mase pojedinih dijelova, te označavanjem vrsta materijala na proizvodu, može se povećati recikličnost uređaja. Općenito, kako bi se povećala recikličnost proizvoda, najveća odgovornost je na proizvođačima, koji prilikom konstruiranja trebaju obratiti pozornost na prikladnost uređaja recikliranju. To znači da bi trebali osigurati da se postupci poput rastavljanja, čišćenja, razvrstavanja, usitnjavanja, itd. obavljaju što lakše i efikasnije, kako bi se u konačnici povećala ekonomska i ekološka dobit od recikliranja odbačenih uređaja.

6. ZAKLJUČAK

Smjer kojim se svijet razvija, velikom brzinom nam donosi sve veće onečišćenje okoliša i sve veću količinu otpada. Jedan od načina da se to zaustavi, ili barem smanji taj utjecaj, je da se razvijamo u skladu s održivim razvojem. Tako će se zadovoljiti sve naše potrebe te će se očuvati zalihe neobnovljivih izvora sirovina za generacije iza nas. Ponovna uporaba, održavanje, obnavljanje, recikliranje i odlaganje mogućnosti su kojima možemo preraditi dotrajali proizvod te tako dobiti korist iz, već jednom potrošenih sirovina i energije. Provedenom analizom rastavljanja, određivanjem stupnja recikličnosti uređaja i modelom ekonomsko-ekološke analize tri dotrajala proizvoda, napravljen je model kako se može reciklirati neki dotrajali proizvod.

Nakon provedene analize recikličnosti na primjeru tri različita uređaja iz kućanstva, može se zaključiti da su sva tri uređaja imala poželjnu recikličnost proizvoda. Budući da se mali kućanski aparati uglavnom sastoje od polimera poznate vrste te materijala koji imaju visoki stupanj recikličnosti, uređaji ove vrste prikladni su za recikliranje.

Izradom modela ekonomsko-ekološke analize utvrđeno je da su dobiti od recikliranja ovih uređaja negativne, odnosno da ekonomska isplativost recikliranja ovih uređaja nije opravdana. Relativna dobit od recikliranja je najveća kod glačala, koje je imalo i najveće troškove recikliranja, a najmanja relativna dobit je kod sušila za kosu. U radu su se koristile vlastite procjene o visinama cijena troškova i prihoda pa se samim time, moguće unijela i određena pogreška u ishod samih rezultata.

S obzirom da metoda ručnog rastavljanja ova tri uređaja iz kućanstva nije dala pozitivnu dobit, način rastavljanja bi se trebao promijeniti. Preporučljivije bi bilo koristiti kombinaciju ručnog i mehaničkog rastavljanja, u cilju povećanja brzine rastavljanja analiziranih uređaja i ostvarivanja ekonomske dobiti.

LITERATURA:

[1] https://www.scribd.com/doc/152869887/Priru%C4%8Dnik-oznaka-i-simbola-na-ambala%C5%BEi, 21.04.2017, 21:13

[2] Kljajin M.,Opalić M.,Pintarić A., *Recikliranje električnih i elektroničkih proizvoda*, Sveučilišni udžbenik, Slavonski Brod, Zagreb, Osijek, 2006

[3] http://www.getim.info/sites/getim/informaticka-oprema/recikliranje-ee-otpada, 21.04.2017, 21:14

[4] http://www.ss-pts-zg.skole.hr/dokumenti?dm_document_id=304&dm_dnl=1, 21.04.2017, 21:19

[5] http://titan.fsb.hr/~tfiletin/pdf/rec_proiz_zg94.pdf, 21.04.2017, 21:21

SAŽETAK

U ovom završnom radu ispitano je, je li metoda ručnog rastavljanja dotrajalih malih kućanskih aparata isplativa. Prikazano je rastavljanje kućanskih uređaja na njihove elemente. Opisana je metoda vrednovanja recikličnosti. Upotrebljen je model ekonomsko-ekološke analize na sva tri proizvoda koji se temelji na računu troškova i dobiti. Na kraju je predložen postupak zbrinjavanja dotrajalih proizvoda. Rezultati su pokazali da ručno rastavljanje ovih proizvoda nije isplativo i da treba primijeniti neku drugu vrstu, a kao prijedlog je preporučeno mehaničko rastavljanje zbog bržeg i jednostavnijeg rastavljanja, a samim time i isplativijeg.

SUMMARY

In this final paper is tested, if the method of manual dismantling of dilapidated small household appliances cost-effective. The dismantling of household appliances on their elements is showen. A method of evaluating recyclability is described. A model of economic and environmental analysis is used on all three products based on the account of costs and benefits. At the end is the proposed procedure for disposal of used goods. The results showed that manual disassembly of these products is not profitable and that a different type should be applied, as the proposal is recommended mechanical disassembly for faster and easier disassembly, and therefore cost-effective.

ŽIVOTOPIS

Ivan Lovrić, rođen 29. rujna 1988. godine u Đakovu. Osnovnu školu „Ivan Goran Kovačić“ završava 2004. godine u Đakovu. Iste godine upisuje „Strukovna škola Braće Radića“ u Đakovu koju završava 2008. godine i upisuje stručni studij elektrotehnike smjera Informatika na Elektrotehničkom fakultetu u Osijeku.