

METODOLOGIJA

za

ocenu uticaja uređaja za reciklažu komponenti ELV na životnu sredinu

Autori:

Prof. dr Slavko Arsovski, Prof. dr Danijela Tadić, Prof. dr Srećko Ćurčić, Prof. dr Lozica Ivanović

Sadržaj:

1. Uvod,
2. Osnove LCA metode,
3. Model uticaja uređaja za reciklažu na životnu sredinu,
4. Metodologija za ocenu uticaja uređaja za reciklažu na životnu sredinu,
5. Zaključak.

Recezeni:

1. Prof. dr Branko Tadić, Fakultet inženjerskih nauka, Kragujevac
2. Prof. dr Igor Budak, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

1. UVOD

Svaki proizvod pored osnovne funkcije korišćenja ima i određeni uticaj na životnu sredinu. Uređaji za reciklažu imaju dvostruki uticaj i to: (1) uticaj koji sledi iz njihovog stvaranja i korišćenja i (2) uticaj zbog reciklaže proizvoda na životnu sredinu.

Metode za ocenu uticaja su brojne, zasnivaju se na različitim fazama životnog ciklusa proizvoda (u ovom slučaju uređaja za životnu sredinu) i određenih aspekata uticaja na životnu sredinu. Ove metode se mogu dopunjavati drugim metodama iz grupe metoda nauke o odlučivanju, ekonometrijske metode, metode kvaliteta, ICT metode, itd.

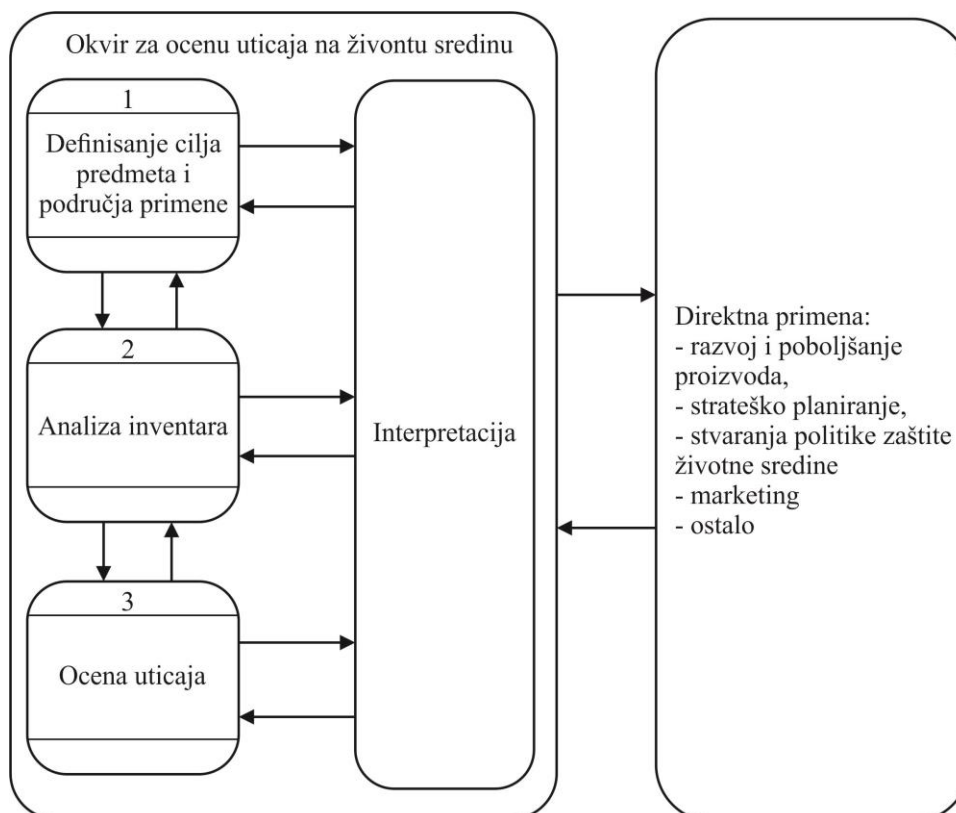
U skladu sa ciljevima i opsegom projekta TR35033 kao bazna metoda izabrana je LCA metoda koja je baza za razvoj metodologije za ocenu uticaja uređaja za reciklažu komponenti ELV na životnu sredinu. Kroz rad na ovom projektu posebno su proizvedeni (konstruktivno i tehnološki) uticaji uređaja za detoksikaciju vozila i reciklažu kablova. Rezultat je metodologija sa dovoljnim nivoom opštosti ali, što je još značajnije, dovoljnim nivoom aplikativnosti da bi se ocenili uticaji definisani ciljevima navedenog projekta.

Metodologija je strukturirana u 5 poglavlja. Posle uvoda u drugom poglavlju date su osnove LCA metode, a u trećem poglavlju model uticaja uređaja za reciklažu komponenti ELV na životnu sredinu. U četvrtom, ključnom poglavlju, date su osnovne predložene metodologije za ocenu uticaja uređaja za reciklažu komponenti ELV na životnu sredinu. Na kraju, u zaključcima su istaknute prednosti ove metodologije.

2. OSNOVE LCA METODE

LCA metoda nastala je kao rezultat promene različitih metoda i postupaka krajem XX veka i standarda, posebno standarda iz grupe ISO 1404X početkom ovog veka. Danas je ona praktično uključena u ove standarde, kroz četiri faze (sl.1) i to:

1. definisanje cilja i predmeta analize,
2. analiza inventara (LCI),
3. ocenjivanje uticaja (LCUA) i
4. interpretacije.



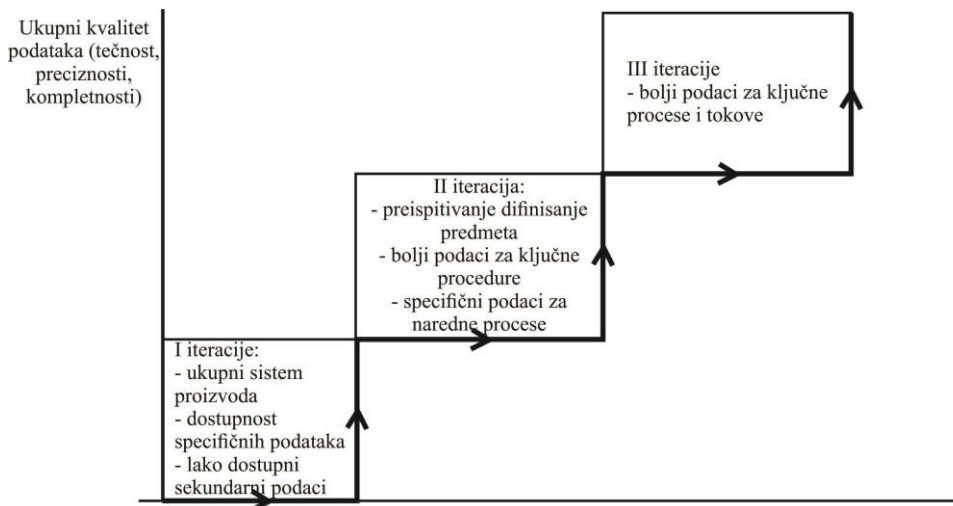
Sl.1 Osnovne faze LCA prema ISO 14040

Prva faza LCA metode je ključna jer se definišu cilj, predmet i područja primene. U tab.1 prikazane su vrste LCA studija u zavisnosti od granica sistema.

Tabela 1 – Vrste LCA studije u zavisnosti od granica sistema

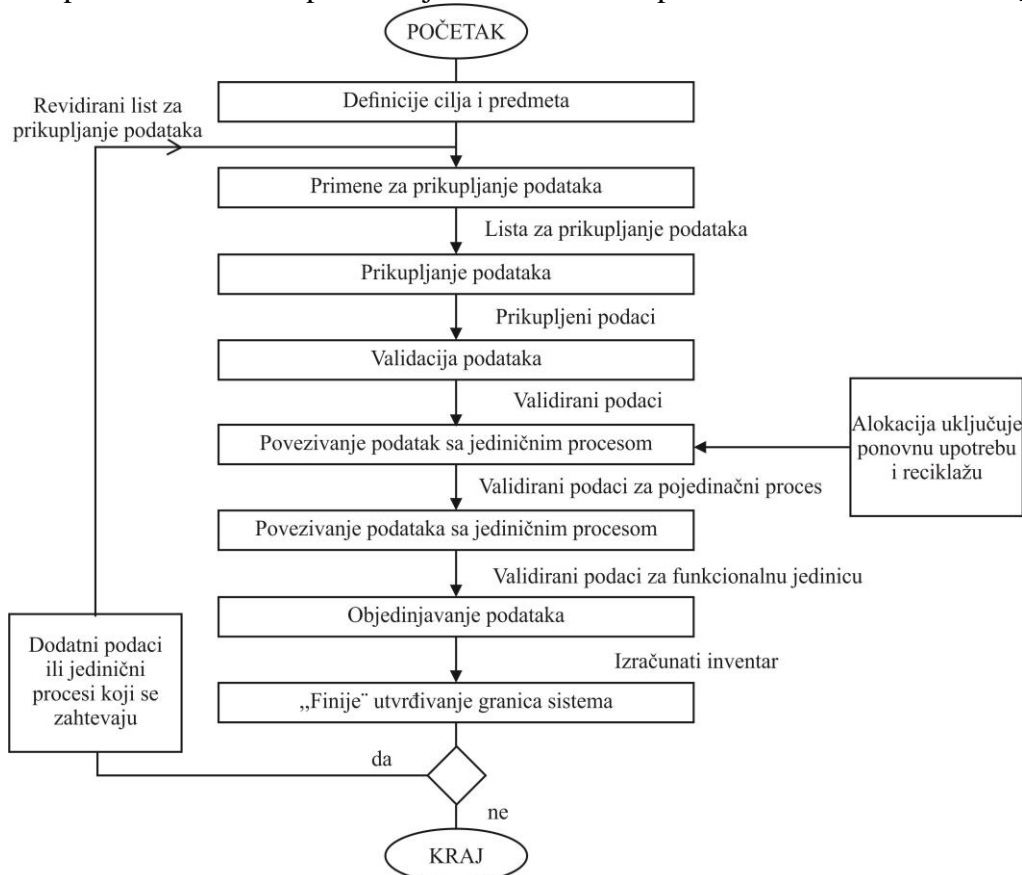
Vrsta LCA metoda	Opis
„od kolenke pa do groba“ (engl. cradle-to-grave)	Obuhvata celokupan životni ciklus
„od kolenke do kapije“ (engl. cradle-to-gate)	Obuhvata životni ciklus od sirovine do izlaza iz proizvodnje
„od kapije do kapije“ (engl. gate-to-gate)	Obuhvata samo jedan proces, od jedne do druge granice
„od kolenke do kolenke“ (engl. cradle-to-cradle)	Obuhvata poslednju fazu životnog ciklusa ili odlaganja proizvoda kroz proces reciklaže i početak (do kolenke)

Primena LCA metode je iterativnog karaktera, sa stalnim sukcesivnim primenama LCI i LCIA (sl.2).



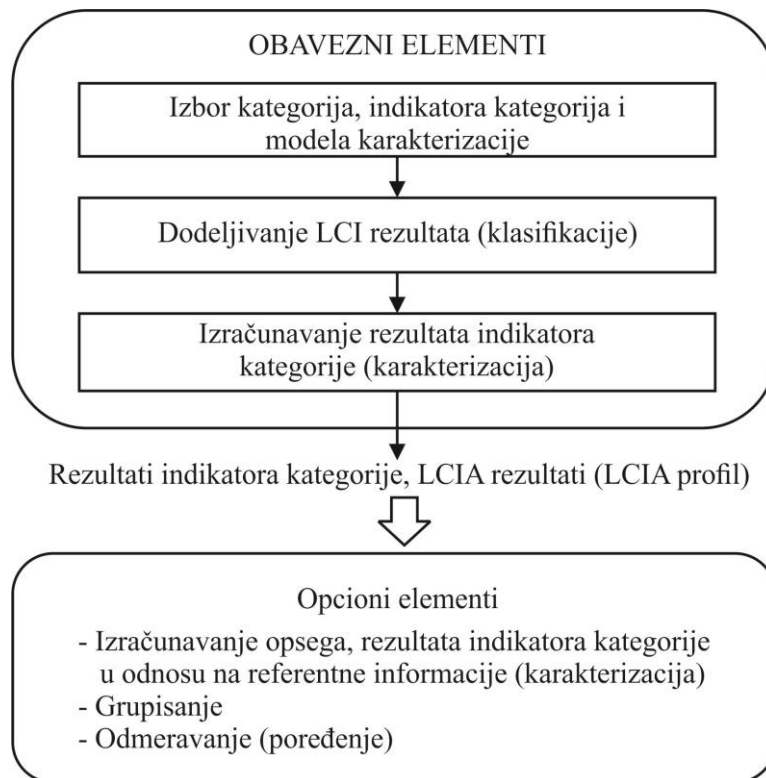
Sl.2 Iterativni karakter LCA [5]

Analiza inventora životnog ciklusa (LCI – Life Cycle Inventory) obuhvata prikupljanje podataka i procedure za proračunavanje uticaja relevantnih ulaza i izbora sistema proizvoda. Na sl.3 prikazan je tok ove analize prema standardu ISO 14044[3].



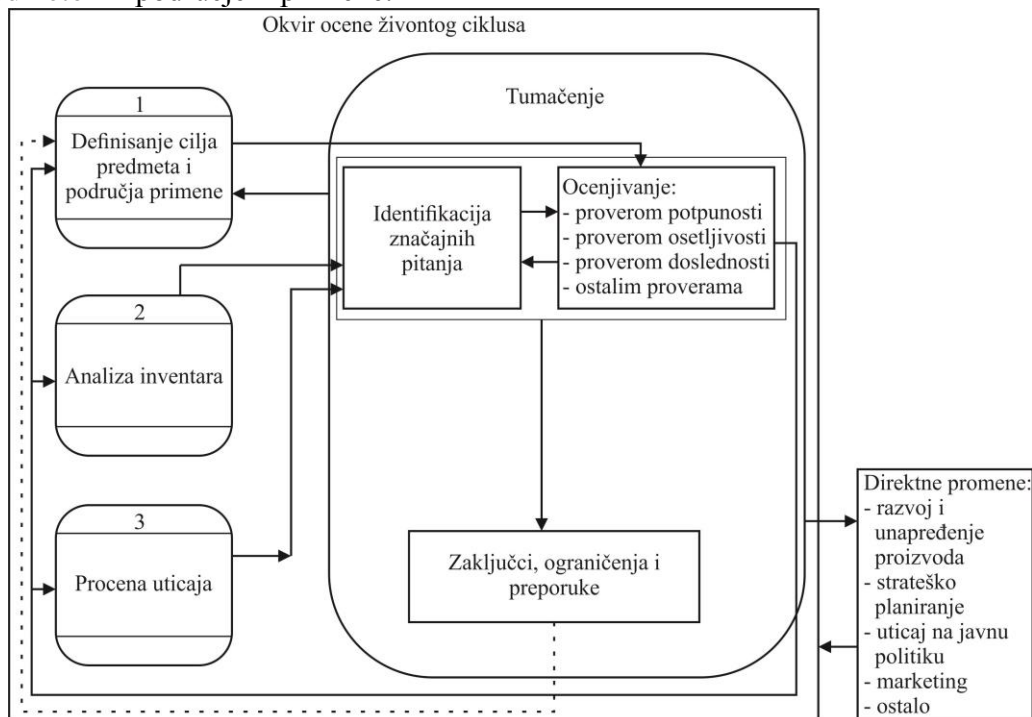
Sl. 3 Tok LCI prema ISO 14044[3]

Ocenjivanje uticaja životnog ciklusa (LCIA) vrši se na osnovu elemenata prikazanih na sl.4.



Sl.4 Osnovni elementi LCIA[2]

U fazi interpretacije centralno mesto zauzima tumačenje rezultata (sl.5). Interpretacija se konzistentno predstavljaju rezultati LCA, u skladu sa definisanim ciljem, predmetom i područjem primene.



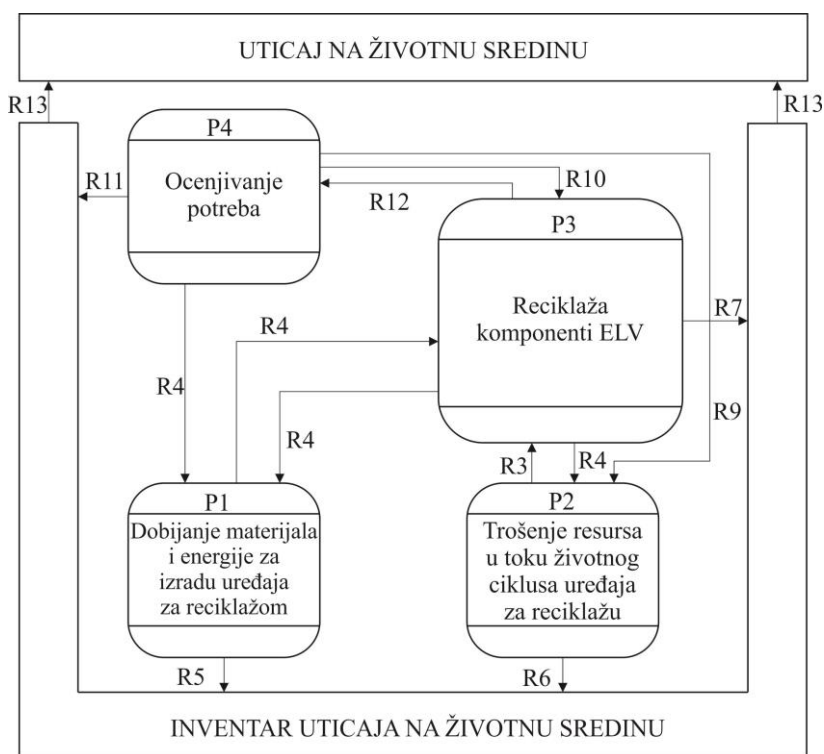
Sl.5 Osnovni elementi faze interpretacije i odnos sa ostalim fazama LCA[2]

Treba napomenuti da je interpretacija takođe iterativni proces i zato je isprekidanom linijom povezan tok izlaza i ulaza.

3. Model uticaja uređaja za reciklažu na životnu sredinu

Uređaji za reciklažu komponenti ELV utiču na životnu sredinu na tri načina:

- 1) korišćenjem materijala i energije za izradu komponenti i uređaja u celini,
- 2) potrošnjom resursa u toku životnog ciklusa uređaja za reciklažu i
- 3) reciklažom komponenti ELV (sl. 6)



Sl. 6 Osnovni model uticaja na životnu sredinu

Prvi proces (P1) se odnosi na dobijanje materijala i energije za izradu uređaja za reciklažu komponenti ELV. U relaciji R5 definisane su količine materijala i energije za izradu uređaja za reciklažu, dobijene na osnovu ocene potreba kroz relaciju R8. Ovaj proces (P1) povezan je relacijom R1 sa procesom P3, koja se odnosi na vezu uređaja za reciklažu i karakteristika komponenti ELV koja se recikliraju. Povratna relacija R2 odnosi se na korelaciju vrste količine materijala, zavisno od reciklažnih kapaciteta i vrste materijala komponenti ELV.

Drugi proces (P2) odnosi se na trošenje resursa u toku životnog ciklusa uređaja za reciklažu. Ovaj proces P2 povezan je sa procesom P3 relacijom R3, koji se odnose na intenzitet korišćenja uređaja za reciklažu u procesu reciklaže, kao i trošenja ostalih resursa u toku životnog veka uređaja za reciklažu. Povratna relacija R4 odnosi se na intenzitet reciklaže komponenti ELV.

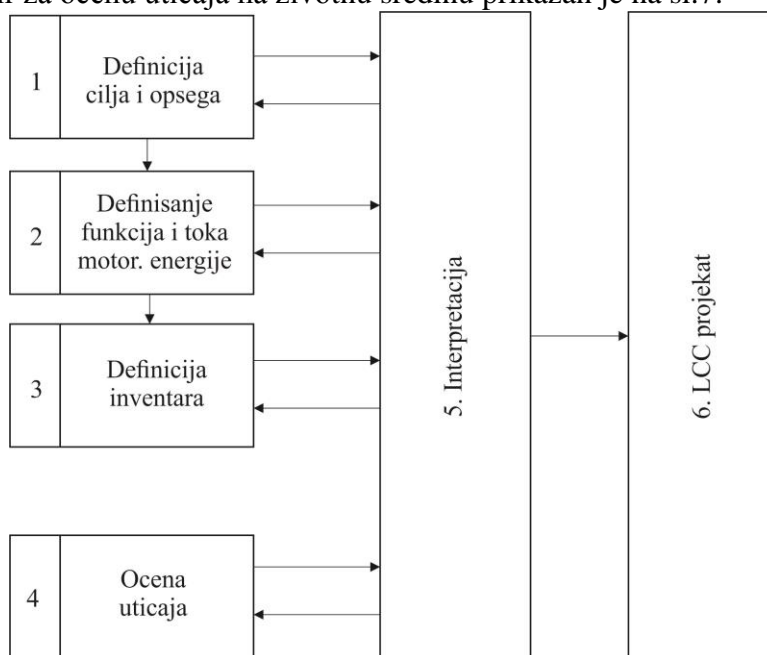
Pored ove relacije, postoji i relacija R9 kojom se na osnovu ocene potreba utiče na trošenje resursa u toku životnog ciklusa uređaja za reciklažu. Relaciju R6 definiše se inventar uticaja na životnu sredinu.

Treći proces P3 odnosi se na reciklažu komponenti ELV, na osnovu ocene potrebe (relacija R10). Veze ovog procesa sa ostalim procesima je prethodno opisana. Relacije R7 daje inventar ovog procesa na životnu sredinu, a relacije R12 korekciju potrebu na osnovu stanja reciklaže komponenti ELV.

Četvrti proces (P4) je ocenjivanje potreba za reciklažom, koji se ostvaruje na osnovu potreba društva i ostalih stejkholdera (proizvođača, investitora, uvoznika, tržišta materijala i delova itd.). U ovom procesu se takođe troše resursi, što za posledicu ima uticaj na životnu sredinu (relacija R11).

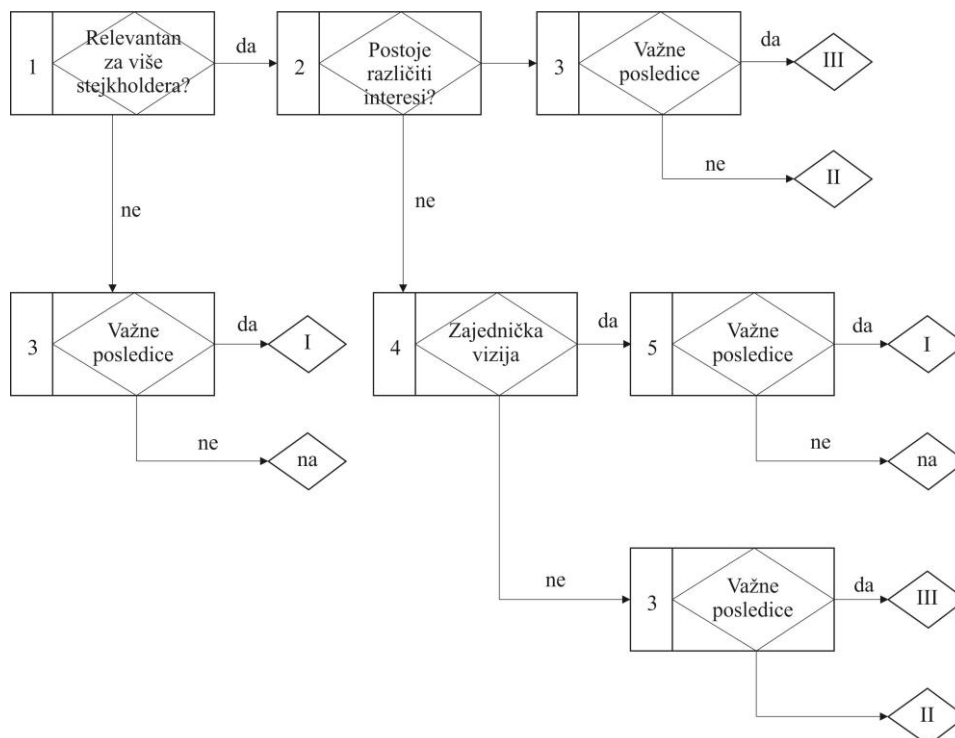
U sledećem koraku se, na bazi trošenja resursa, utvrđuje inventar uticaja na životnu sredinu i kasnije, u narednom koraku, uticaj na životnu sredinu (RB). Detaljniju opis relacija biće dat u narednom poglavlju.

Za modeliranje uticaja uređaja za reciklažu elemenata ELV na životnu sredinu kao osnova korišćena je LCA (Life Cycle Assessment) metoda, definisan standardom ISO 1404X. Okvir za ocenu uticaja na životnu sredinu prikazan je na sl.7.



Sl. 7 Postupak upravljanja LCA/LCC projektima

Pre nego se pristupi primeni LCA projekta mora se utvrditi kontekst procesa (sl. 8).



Sl. 8 Stablo odlučivanja za određivanje konteksta procesa za primenu LCA

Rimskim brojevima na slici su definisani sledeći konteksti procesa:

- I: malo različitih interesa, potencijalno jak uticaj
- II: mnogi različiti interesi, potencijalno slab uticaj,
- III: mnogi različiti interesi, potencijalno jak uticaj i
- Na: ne postoje podaci o interesima i uticaju.

Definicija cilja i opsega LCA projekta je od ključnog uticaja, jer utiče na nivo LCA studije, a time i stepen detaljnosti: za potrebe ovog projekta TR35033 cilj je da se utvrdi uticaj na životnu sredinu za sva četiri procesa prikazano na sl. 6.

Opseg LCA studije je saglasno ciljevima projekta TR 35033 definisanih na teritoriji Srbije i odnosi se na dve vrste uređaja i to:

- uređaja za detoksikaciju ELV i
- uređaja za reciklažu kablova iz ELV.

U narednoj (drugoj) fazi primene LCA sa sl.7, vrši se utvrđivanje funkcija, funkcijom jedinica, alternativa i referentnih tokova materijala i energije. To se ostvaruje kroz sledeće korake:

- 1: identifikovati sve funkcije, odnosno funkcijske jedinice komponenti ELV, koje se recikliraju,
- 2: definisati ključne parametre za rad funkcija i funkcijskih jedinica,
- 3: definisati jedinice mere za funkcije i količine funkcijskih jedinica,
- 4: definisati referentni sistem za izradu funkcije,
- 5: definisati alternativni sistem za izradu funkcije,
- 6: definisati referentni tok materijala i energije za funkciju i funkcijske jedinice.

Na osnovu prethodnog vrši se analiza inventara (treća faza na sl. 7), kroz sledeće korake:

- 1: određivanje granica eco-ekonomskog sistema,
- 2: izrada dijagrama toka,
- 3: utvrđivanje formata i kategorije podataka,
- 4: obezbeđenje kvaliteta podataka,
- 5: prikupljanje podataka i povezivanje podataka za jediničnim procesima,
- 6: validacija podataka,
- 7: skraćeni postupak za određivanje podataka,
- 8: utvrđivanje multifunkcionalnosti i alociranje i
- 9: utvrđivanje i primena metoda proračuna.

U četvrtoj fazi primene LCA projekta vrši se ocena uticaja na životnu sredinu, kroz sledeće korake:

- 1: izbor kategorija uticaja,
- 2: izbor metoda karakterizacije, tj. indikatora kategorija, modela karakterizacije,
- 3: ocena iscrpljenosti neživih resursa,
- 4: ocena iscrpljenosti životnih resursa,
- 5: ocena konkurentnosti zemljišta,
- 6: ocena gubitaka biodiverziteta,
- 7: ocena gubitka životnih funkcija,
- 8: ocena isušivanja,
- 9: ocena klimatskih promena,
- 10: ocena nivoa ozona u stratosferi,
- 11: ocena toksičnosti za ljude,
- 12: ocena eko-toksičnosti u lukama
- 13: ocena eko-toksičnosti na kopnu
- 14: ocena eko-toksičnosti sveže vode na sedimentima
- 15: ocena eko-toksičnosti sedimenta u lukama
- 16: ocena formiranja oksida,
- 17: ocena kiselosti,
- 18: ocena eutrophication-a,
- 19: ocena otpadne toplote,
- 20: ocena malodours vode,
- 21: ocena malodours vazduha,
- 22: buke,
- 23: ocena uticaja jonizujućeg zračenja,
- 24: ocena ostalih uzroka,
- 25: ocena intervencija koje nedostaju,
- 26: ekonomski tokovi koji ne prate granice sistema,
- 27: klasifikovanje,
- 28: karakterizacija,
- 29: normalizacija
- 30: grupisanje i
- 31: određivanje težinskih faktora.

U petoj fazi vrši se interpretacija rezultata kroz sledeće korake:

- 1: provera konzistentnosti,
- 2: provera kompetentnosti,
- 3: analiza doprinosa,
- 4: analiza poremećaja,

- 5: analiza osetljivosti i neizvesnosti,
- 6: zaključci i preporuke.

U šestoj fazi vrši se određivanje troškova primenom LCC metode.

4. Metodologija za ocenu uticaja uređaja za reciklažu komponenti ELV (URKELV) na životnu sredinu

Polazeći od postavljenog modela, datog u poglavlju 3, metodologije za ocenu uticaja uređaja za reciklažu komponenti ELV na životnu sredinu obuhvata sledeće faze:

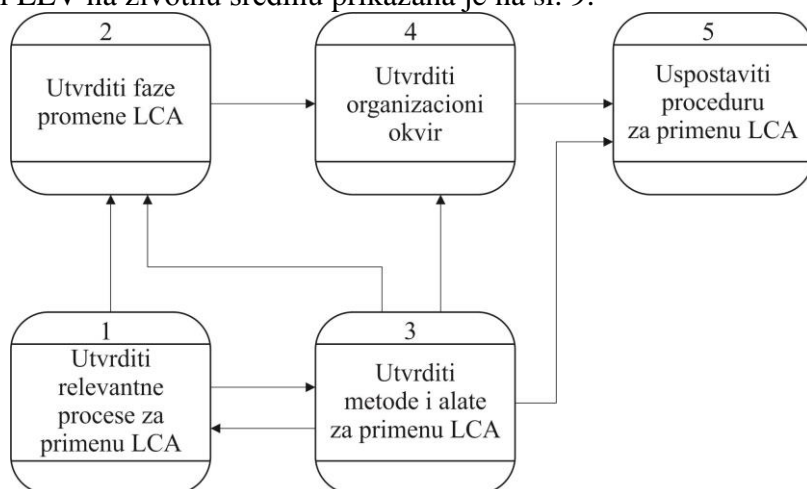
1. Analizu procesa reciklaže (P1-P4), uključujući relacije između njih,
2. Za svaki od uvedenih procesa utvrđuje se kontekst, cilj i opseg primene LCA,
3. Za svaki od procesa definišu se funkcije, funkcijske jedinice i tokovi materijala i energije, primenom odgovarajućih metoda i alata,
4. Za svaki od procesa vrši se ocena inventara uticaja na životnu sredinu primenom odgovarajućih metoda i alata,
5. Za svaki od procesa vrši se interpretacija rezultata ocene uticaja na životnu sredinu, primenom odgovarajućih metoda i alata,
6. Ocena efekata primene uređaja za reciklažu sa aspekta korišćenja drugih resursa (ljudskih, ekonomskih, socijalnih, itd.)
7. Korišćenje metode i alati:
 - Metode i alati:
 - o Opšte metode istraživanja,
 - o Metode i alate kvaliteta (histrogrami, korelacije, analiza trendova, uzrok-posledica, Pareto analize, itd.),
 - o Metode predviđanja (Delfi, ekonometrijske metode, metode nominalne grupe, itd.),
 - o Metode simulacije,
 - o Metode iz teorije sistema,
 - o Metode operacionih istraživanja, itd.
 - o Metode iz domena informacionih sistema, itd.

Metodologija obuhvata i:

- Procedure:
 - o Za modeliranje i analizu procesa,
 - o Za optimizaciju procesa,
 - o Za ocenu inventara uticaja na životnu sredinu,
 - o Za ocenu uticaja na životnu sredinu,

- Za ocenu interpretacije rezultata primene LCA metode,
- Za ocenu pogodnosti modela za potrebe primene LCC metode.
- Organizacioni okvir za primenu metodologije, koji obuhvata:
 - Organizaciju projekta,
 - Organizaciju odvijanja procesa.
- Procedure P1-P4 za upravljanje procesima:
 - Odgovornost za proceduru za ocenu uticaja na životnu sredinu,
 - Organizacioni okvir na mezo i makro planu.

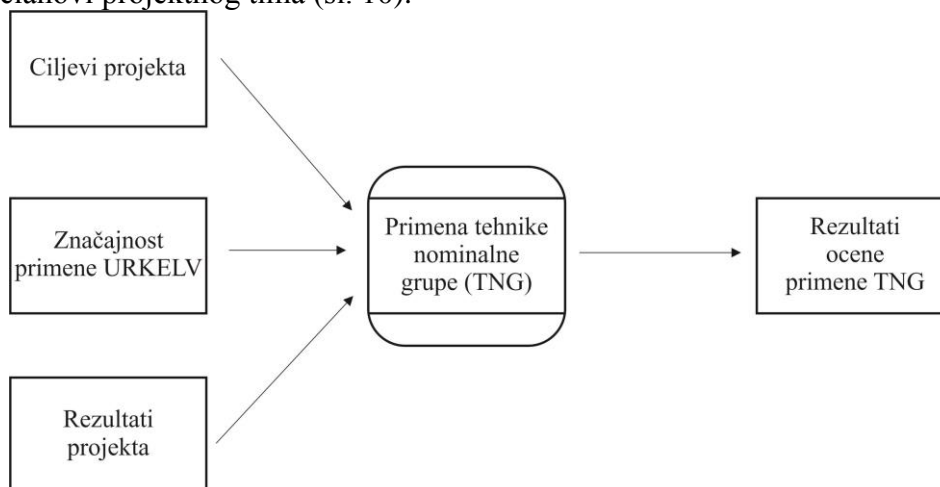
Na osnovu prethodnog, metodologije za ocenu uticaja uređaja za reciklažu komponenti ELV na životnu sredinu prikazana je na sl. 9.



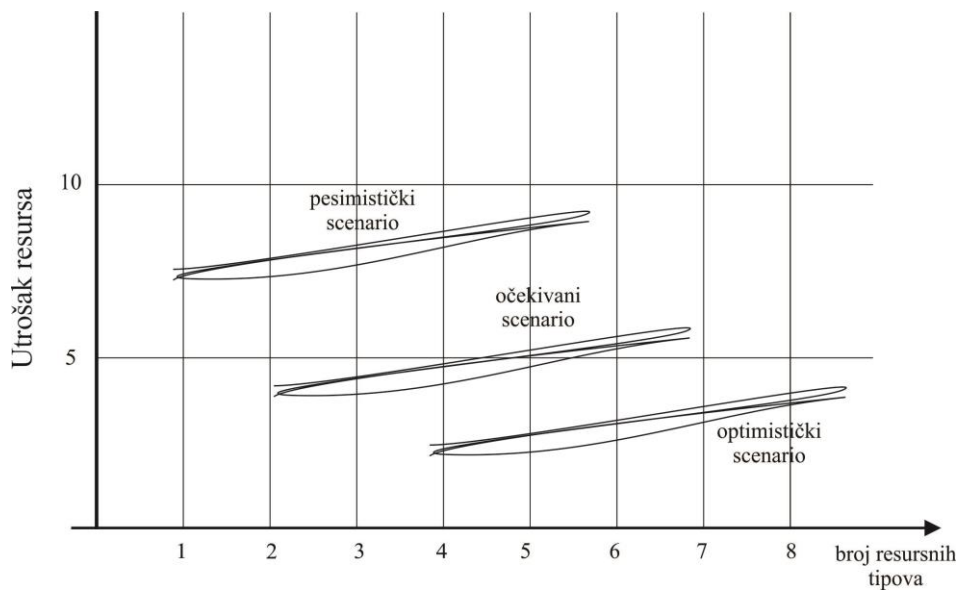
Sl. 9 Metodološke osnove za ocenu uticaja uređaja za reciklažu na životnu sredinu

4.1. Analiza procesa reciklaže

Ocena uticaja URKELV na životnu sredinu određuje se posebno za svaku fazu životnog ciklusa. S obzirom na ciljeve projekta i značajnost primene URKELV, odluka o primenjenim metodama je izvršena na konceptu nominalne grupe, koju su činili članovi projektnog tima (sl. 10).

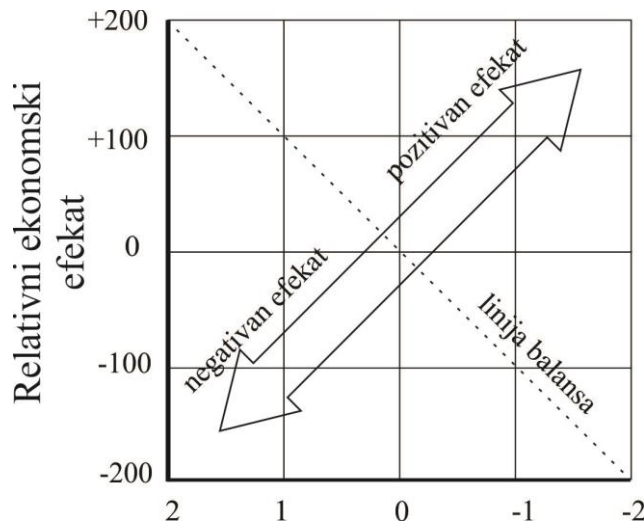


Sl. 10 Postupak ocene primene metode
Polazi se od postojećeg stanja (sl. 11)



Sl. 13 Utrošak resursa u procesu proizvodnje prototipa

- utrošak resursa za redovnu proizvodnju i izvoz URKELV zavisi od tražnje (sl. 14), što treba uzeti u obzir
- reciklaža resursa primenom URKELV ima dominantan pozitivan efekat na životnu sredinu (sl. 15).



Sl. 14 Relativni uticaj na životnu sredinu (Eco Ind. 99/t)

Prema (Bahne R. 2005) ukupan uticaj na životnu sredinu iznosu:

$$u = \sum_t U_j * w_{j,t}, \quad \text{gde su:}$$

- U – ukupan uticaj u godini t ,
- $W_{j,t}$ – količina frakcije otpada u tonama,
- U_j – uticaj na životnu sredinu frakcije otpada po toni otpada.

Ako se u proračunu uključi i varijabla r_i koja se odnosi na alternative tretmana otpada, tada je:

$$U = \sum_i * \sum_t * U_j * r_i * w_{j,t}$$

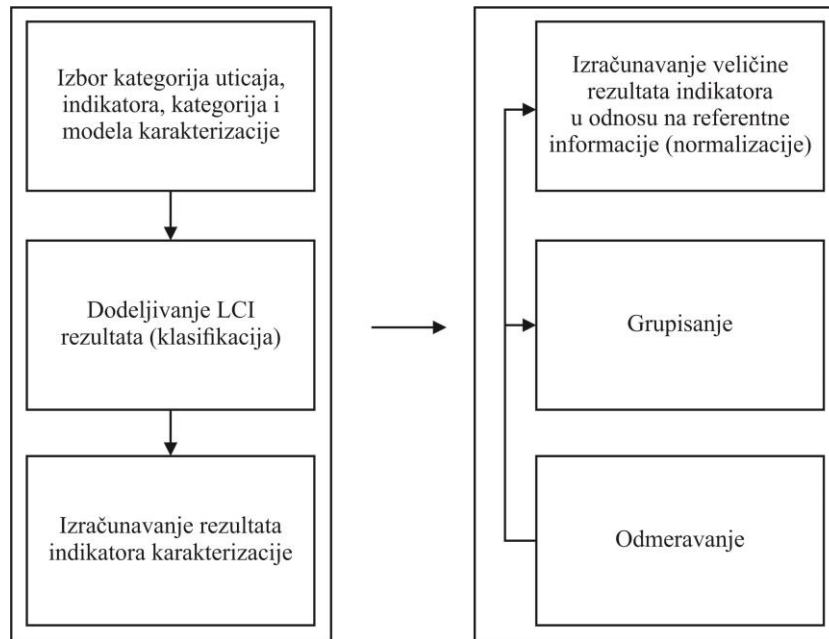
Eko-efikasnost (EE) određuje se kao odnos:

$$EE = \frac{\Sigma \text{ troškovi}}{\Sigma \text{ uticaj na životnu sredinu}}$$

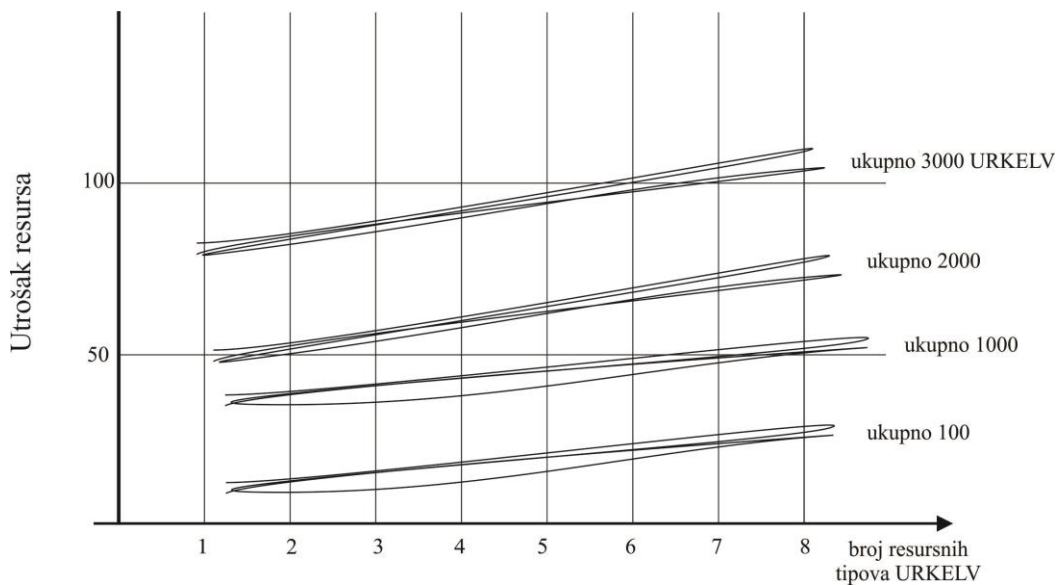
U odnosu na postojeće rešenje iznosi:

$$\Delta EE = \frac{\Sigma \text{ troškovi} - \Sigma \text{ troškovi postojećeg rešenja}}{\Sigma \text{ uticaj na životnu sredinu} - \Sigma \text{ uticaj na životnu sredinu i postojeće rešenje}}$$

Polaz za ocenu svake faze u životnom ciklusu URKELV na životnu sredinu je dat na sl.15.



Sl. 15 Elementi primene LCIA



Sl. 16 Utrošak resursa za redovnu proizvodnju URKELV

4.2. Kontekst primene LCA

Na osnovu marketinčkih analiza, za svaki tip URKELV utvrđuje se tržišna količina na domaćem i ino-tržištu. S obzirom da su to promenljive i tržišno uslovljene količine, analiza se najpre sprovede na nivou jednog uređaja. Na taj način ukupna količina materijala za ispitivane URKELV iznosi:

- za mobilnu presu: __ t,
- za uređaj za detoksikaciju ELV: __ t,
- za uređaj za reciklažu kablova: __ t.

Za svaki od navedenih uređaja se utvrđuju ulazni podaci za LCA (tab.2).

Tab. 2

Ukupna količina ELV	a) broj ELV/stanovniku ____ b) težina ELV/stanovniku ____ c) količine ELV/stanovnika.god. ____		
Faktor otpada	Ukupna težina ELV/god.		
Struktura materijala u otpadu	Guma		
	Metal		
	Motorno ulje		
	Hidraulično ulje		
	Staklo		
	Plastika		
	Tekstil		
	Ostalo		
	Ukupno		100%
Opcija na kraju životnog ciklusa	Reciklaža	Ostali oblici obnavljanja materijala (ponovno korišćenje, spaljivanje)	Odlaganje
%	30	20	50
Ciljne vrednosti	<ul style="list-style-type: none"> - Reciklaža 50% - Odlaganje 20% - Ostali oblici 30% 		

U narednoj fazi se utvrđuje uticaj svakog materijala iz URKELV na životnu sredinu (tab.3).

Tab. 3 Podaci o uticaju otpadnog ulja na životnu sredinu

Ukupno generisan otpad po vrsti materijala	Ulje u ELV: ___ t/god.			
	Ulje u servisima: ___ t/god.			
	Ukupno generisano ulje u Srbiji: ___ t/god.			
Opcije tretmana	Odlaganje	Reciklaža za druge namene	Reciklaža kao sirovina za novo ulje	Reciklaža radi ponovnog korišćenja u MV
Tekuće učešće	N/A	N/A	N/A	N/A
Moguće učešće	do 20	do 50	do 30	do 80
Uticaj na životnu sredinu	Zauzimanje zemljišta	Male i srednje koristi: - Za zaštitu drveta, - Za uljne premaze metala - Kao komponenta nekih proizvoda	Male i srednje koristi: - Pirolizom do komponenti ulja	Velika neto korist (zamenjuje novo ulje)
Barijere za površno korišćenje i recikliranje	<ul style="list-style-type: none"> - Zahtevi proizvođača motora ugrađenih u ELV - Tehnološki nivo reciklera 			
Mogući pokretači za ponovno korišćenje i reciklažu	<ul style="list-style-type: none"> - Dizajn novih URKELV - Tražnja za URKELV - Podsticaj države zbog zahteva zaštite životne sredine - Smanjenje uvoza zbog trgovačkog balansa uvoz/izvoz 			

Na sličan način utvrđuju se podaci o uticaju metala iz ELV kablova iz ELV na životnu sredinu.

4.3. Funkcije i tokovi materijala i energije u procesima reciklaže

Za utvrđivanje funkcija, funkcijskih jedinica koristi se metoda analize vrednosti (VA – Value ANALYSIS), a za ocenu tokova materijala metode iz domena Decision Science, metode simulacije tokova, itd. Kao alati za ove namene koriste se i alati kvaliteta, pre svega sedam osnovnih i sedam dopunskih alata, a od metoda i tehnika koriste se:

- Dinamičko modeliranje,
- Statističke tehnike,
- Metode inženjerstva kvaliteta,
- Metode energetskog algoritma,
- Metoda cost/benefit itd.

4.4. Ocena inventora uticaja na životnu sredinu

U ovoj fazi procenjuje se uticaj svake komponente utrošenog resursa na životnu sredinu i to za svaki proces posebno. U tab.3-7 prikazani su ovi uticaji.

Tab. 4 Inventar uticaja materijala i energije utrošenih za izradu uređaja za reciklažu

Tab. 5 Inventar uticaja trošenjem resursa u toku životnog ciklusa uređaja za reciklažu

Tab. 6 Inventar uticaja reciklažom komponenti ELV

Tab. 7 Inventar uticaja na životnu sredinu kroz faze 1, 2 i 3

4.5. Ocena uticaja projekta URKELV na životnu sredinu

Uzimajući u obzir specifičnosti uticaja URKELV na životnu sredinu, u ovoj fazi vrši se kroz sledeće korake:

1. izbor kategorije uticaja (metal, ulje, gorivo, itd.),
2. izbor modela karakterizacije na osnovu indikatora kategorije,
3. ocena iscrpljenosti neživih resursa,
4. ocena konkurentnosti zemljišta,
5. ocena toksičnosti za ljude,
6. ocena otpadne toplote,
7. ocena buke i
8. određivanje težinskih faktora.

Korak 1 je praktično definisan kroz tab. 2.

Korak 2 se odnosi na indikatore kategorija uticaja (na zemlju, vodu i vazduh), što je dato u tab. 8 za fazu marketinga i projektovanja URKELV.

Tab. 8 Indikatori kategorija uticaja na životnu sredinu

Redni broj	Naziv	Veličina indikatora	Utrošeni resursi
1	Transport automobilima	$29 \cdot 10^{-3}/1000 \text{ km}$	
2	Grejanje postrojenja	$1.6 \cdot 10^{-3}/\text{MJ}$	
3	Komunalni otpad	$N_1 \cdot 10^{-3}/\text{kg}$	
4	Potrošnja PVC ambalaže	$2.8 \cdot 10^{-3}/\text{kg}$	
5	Potrošnja el. energije	$35 \cdot 10^{-3}/\text{MJ}$	
6	Ostalo		
	UKUPNO		

Dobijene veličine indikatora treba pomnožiti sa utrošenim resursima i na taj način dobija se ukupan uticaj na životnu sredinu.

Za faze proizvodnje prototipa i redovnu proizvodnju URKELV indikatori kategorija se dopunjuju potrošnjom materijala (osnovnih pomoćnih (tab.9)).

Množenjem potrošenih resursa za svaku fazu (u kg i MJ) dobijaju se ukupni itucaji za svaku fazu.

Tab. 9 Dominantni indikatori uticaji na životnu sredinu

Redni broj	Naziv	Veličina indikatora	Utrošeni resursi
1	Transport kamionima	$34 \cdot 10^{-3}/1000 \text{ km}$	
2	Proizvodnja delova	$+3.8 \cdot 10^{-3}/\text{kg}$	

3	Ušteda materijala zbog dorade	$-0.84 \cdot 10^{-3}/\text{kg}$	
4	Reciklaža plastike	$-200 \cdot 10^{-3}/\text{kg}$	
5	Reciklažu stakla	$-15 \cdot 10^{-3}/\text{kg}$	
6	Reciklaža Fe komponenti	$-70 \cdot 10^{-3}/\text{kg}$	
7	Reciklaža AC	$-720 \cdot 10^{-3}/\text{kg}$	
8	Reciklaža gume	$-240 \cdot 10^{-3}/\text{kg}$	
9	Reciklaža papira i kartona	$-30 \cdot 10^{-3}/\text{kg}$	

4.6. Interpretacija rezultata analize

Ova faza vrši se kroz sledeće korake:

- 1: Provera konzistentnosti

Konzistentnost se odnosi na procese, kategorije uticaja, indikatore kategorija uticaja i utroške resursa (ISO 14043) u procesu projektovanja i primene projektovanih URKELV ,

Konzistentnost treba potvrditi na osnovu ekspertskih ocena ili poređenjem sa rezultatima drugih studija.

- 2: Provera kompetentnosti

Provera kompetentnosti članova LCA tima, kompetentnosti relevantnih informacija, provera kompetentnosti metodologije i projektnih faza. Tehnički eksperti mogu proveriti kompletnost tehničkih elemenata i odgovarajućih parametara za ocenjivanje.

- 3: Analiza doprinosa

U ovom koraku vrši se analiza svakog rezultata sa aspekta doprinosa ukupnog uticaja na životnu sredinu, a prema ISO 14043. To se odnosi na analizu:

- Uticaja svakog procesa,
- Uticaja grupe procesa,
- Uticaja svake faze,
- Profila uticaja na životnu sredinu,
- Kvaliteta ulaznih podataka,
- Kompletnosti ulaznih podataka i metodologije i
- Rezultata.

- 4: Analiza poremećaja

Ova analiza omogućuje da se utvrde efekti promene nekog elementa sistema na rezultate LCA. Efekti se proračunavaju simultano za sve takve u sistemu, uključujući i finansijski tok. Analiza se može sprovesti za sve nivoe agregacije: tabela inventora, indikatori rezultata normalizovani indikatori rezultata. Za

razliku od prethodne analize, ovde se uzimaju u obzir na samo tokovi koji utiču na životnu sredinu, već i drugi tokovi, kao npr. ekonomski tokovi.

Ova analiza može biti vrlo značajna kao osnova za analizu unapređenja i analizu osetljivosti.

- 5: Analiza osetljivosti i neizvesnosti

Da bi se dobile osnove za odlučivanje menadžmenta potrebne su relevantne informacije koje se odnose na robusnost rezultata. Pri tome se posebno analiziraju uticaji varijacije podataka o procesu, izboru modela i druge promenljive. Rezultat mora biti ocena uticaja svake od promena na ukupan rezultat LCA.

- 6: Zaključci i preporuke

U ovom, poslednjem, koraku sažimaju se rezultati svih prethodnih koraka, daje opšti zaključak i preporuke za unapređenje sa aspekta LCA. To se mora uraditi u odnosu na prvobitno postavljeni cilj i oseg LCA studije, iz isticanja pretpostavki, ograničenja i promena u procesima na koje se odnosi LCA.

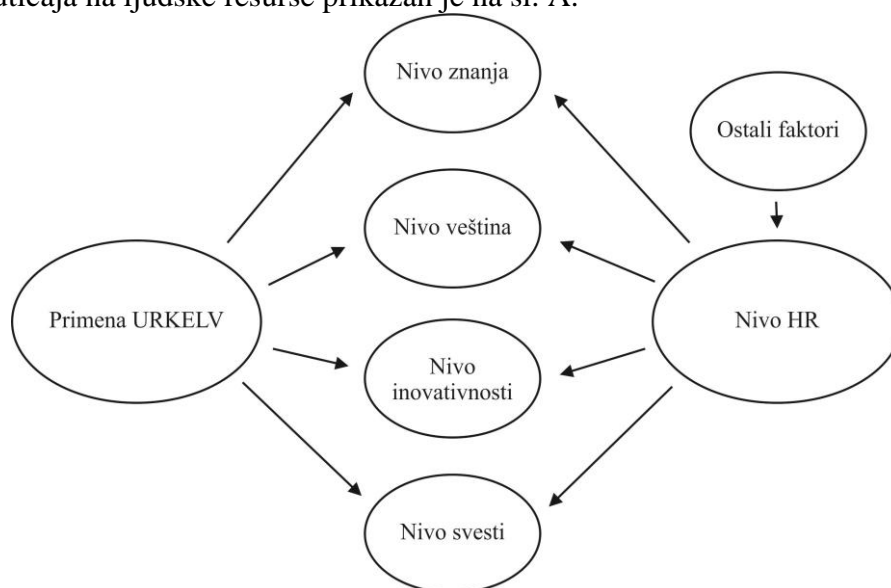
4.7. Ocena efekata primene URKELV sa aspekta korišćenja drugih resursa

4.7.1. Ocena efekata na ljudske resurse

Primena URKELV utiče na ljudske resurse u pogledu:

- Povećanja nivoa znanja i veština,
- Povećanja broja zaposlenih ,
- Povećanja svesti o značaju životne sredine,
- Povećanja svesti o ograničenju prirodnih resursa.

Model uticaja na ljudske resurse prikazan je na sl. A.



Sl. A Uticaj primene URKELV na HR

5. ZAKLJUČAK

Razvijena metodologija za ocenu uticaja uređaja za reciklažu komponenti ELV ima sledeće karakteristike:

- uzima u obzir celokupni životni ciklus uređaja, od projektovanja do reciklaže istog,
- bazirana je na primeni LCA definisanog u ISO 1404X,
- dodatno uključuje različite metode i tehnike u određenim fazama primene metode,
- zasnovana je na procesnom pristupu koji je osnova serije standarda ISO 9000 za kvalitet organizacije,
- s obzirom na uključivanje procesnog pristupa, vrlo lako je mogu izrađivati specifične LCA studije za uticaj određenih procesa na životnu sredinu,
- s obzirom na prethodno, metodologija je otvorena za primenu drugih metoda i pristupa, posebno LCC i ICT podršku.

LITERATURA

SRPS ISO 14040:2008 Upravljanje zaštitom životne sredine – Ocenjivanje životnog ciklusa – Principi i okvir, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd, 2008

SRPS ISO 14044:2009 Upravljanje zaštitom životne sredine – Ocenjivanje životnog ciklusa – Zahtevi i uputstva za primenu, Institut za standardizaciju Srbije, Beograd, 2009

ILCD International Reference Life Cycle Data System (ILCD) handbook. General guide for life cycle assessment-detailed guidance – first edition. European Commission Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, 2010

Бр. 01-1/4938

14. 12. 2015 год.

Датум: децембар 2015. год.

**Предмет: Мишљење о испуњености критеријума за признање
техничког решења**

На основу достављеног материјала, у складу са одредбама *Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитавном исказивању научноистраживачких резултата истраживача*, који је донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије («Службени гласник РС», бр. 38/2008,) рецензент проф. др Бранко Тадић оценио је да су испуњени услови за признање својства техничког решења следећем резултату научноистраживачког рада:

**Назив: ОЦЕНУ УТИЦАЈА УРЕЂАЈА ЗА РЕЦИКЛАЖУ КОМПОНЕНТИ ЕЛВ НА
ЖИВОТНУ СРЕДИНУ**

Аутори:

др Славко Арсовски ред. проф, др Данијела Тадић ред. проф., др Срећко Ћурчић ред. проф.,
др Лозица Ивановић ред. проф.

Категорија техничког решења: М84

Битно побољшан постојећи производ или технологија (уз доказ) ново решење проблема у области микроекономског, социјалног и проблема одрживог просторног развоја рецензовано и прихваћено на националном нивоу (уз доказ).

Образложење

Предложено решење урађено је за:

Технички факултет „Михајло Пупин“ Зрењанин Универзитета у Новом Саду, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, Факултет техничких наука у Чачку Универзитета у Крагујевцу - За потребе пројекта са ев. бр. ГР 35033 „**Одрживи развој технологија и опреме за рециклажу моторних возила**”, руководилац пројекта: проф. др Милан Павловић.

Субјект који решење користи је:

О&М ИНЖЕЊЕРИНГ ГРОУП а.д., Зрењанин

Субјект који је решење прихватио и примењује:

О&М ИНЖЕЊЕРИНГ ГРОУП а.д., Зрењанин

Предложено решење се користи на следећи начин:

Оцену утицаја компоненти ЕЛВ на животну средину

Област на коју се техничко решење односи је:

Машинство-рециклажа.

Проблем који се техничким решењем решава:

Овим техничким решењем унапређује се процес рециклаже компоненти ЕЛВ уз минималне утицаје на животну средину.

Стање решености тог проблема у свету:

Постојећа решења, како у Србији, тако и у свету, су генерализована и углавном се односе на подршку, увођењу *LCA/LCIA*, само у завршној фази животног циклуса производа. Ово решење је знатно шире, јер обухватају и утицај на животну средину, који је настао као последица трошења ресурса за израду компоненти уређаја за рециклажу.

LCA метода настала је као резултат промене различитих метода и поступака крајем XX века и стандарда, посебно стандарда из групе ИСО 1404X почетком овог века. Данас је она практично укључена у ове стандарде, кроз четири фазе и то:

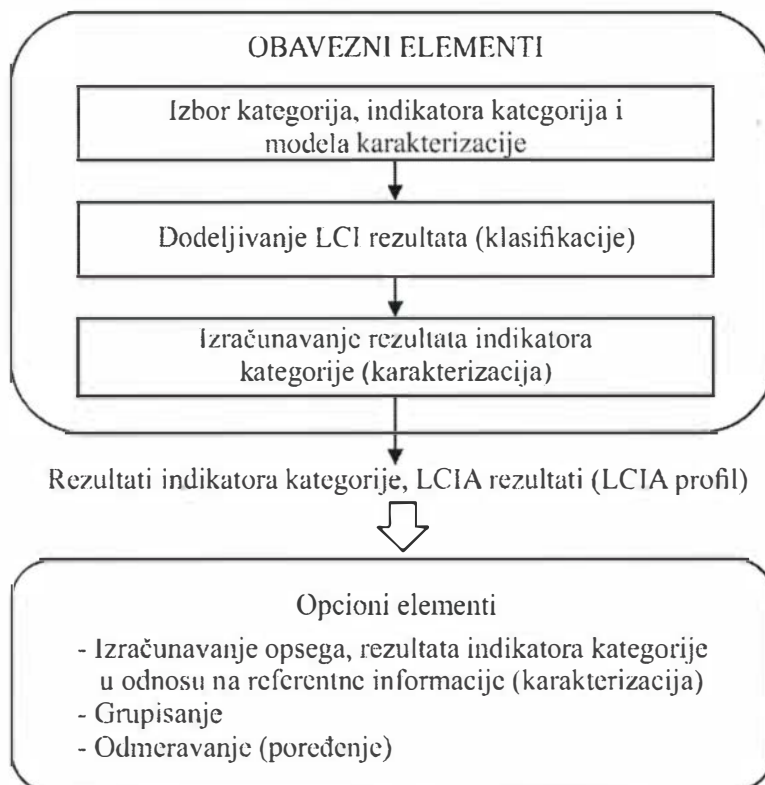
1. дефинисање циља и предмета анализе,
2. анализа инвентара (*LCI*),
3. оцењивање утицаја (*LCIA*) и
4. интерпретације.

Прва фаза *LCA* методе је кључна јер се дефинишу циљ, предмет и подручја примене.

Примена *LCA* методе је итеративног карактера, са сталним сукцесивним применама *LCI* и *LCIA*.

Анализа инвентара животног циклуса (*LCI – Life Cycle Inventory*) обухвата прикупљање података и процедуре за прорачунавање утицаја релевантних улаза и избора система производа.

Оцењивање утицаја животног циклуса (*LCIA*) врши се на основу елемената приказаних на сл.1.



Сл.1 Основни елементи *LCIA*

У фази интерпретације централно место заузима тумачење резултата. Интерпретација се конзистентно представљају резултати *LCA*, у складу са дефинисаним циљем, предметом и подручјем примене.

Карактеристике предложеног техничког решења су следеће:

Полазећи од постављеног модела, датог у поглављу 3, методологије за оцену утицаја уређаја за рециклажу компоненти ЕЛВ на животну средину обухвата следеће фазе:

1. Анализу процеса рециклаже (П1 - односи се на добијање материјала и енергије за израду уређаја за рециклажу компоненти ЕЛВ, П2 - односи се на трошење ресурса у току животног циклуса уређаја за рециклажу, П3 - односи се на рециклажу компоненти ЕЛВ, П4 - оцењивање потреба за рециклажом), укључујући релације између њих,
2. За сваки од уведених процеса утврђује се контекст, циљ и опсег примене *LCA*,
3. За сваки од процеса дефинишу се функције, функцијске јединице и токови материјала и енергије, применом одговарајућих метода и алата,
4. За сваки од процеса врши се оцена инвентара утицаја на животну средину применом одговарајућих метода и алата,
5. За сваки од процеса врши се интерпретација резултата оцене утицаја на животну средину, применом одговарајућих метода и алата,
6. Оцена ефеката примене уређаја за рециклажу са аспекта коришћења других ресурса (људских, економских, социјалних, итд.)
7. Коришћење методе и алата:
 - Методе и алата:
 - Опште методе истраживања,
 - Методе и алата квалитета (хистраграми, корелације, анализа трендова, узрок-последича, Парето анализе, итд.),
 - Методе предвиђања (Делфи, економетријске методе, методе номиналне групе, итд.),
 - Методе симулације,
 - Методе из теорије система,
 - Методе операционих истраживања, итд.
 - Методе из домена информационих система, итд.

Методологија обухвата и:

- Процедуре:
 - За моделирање и анализу процеса,
 - За оптимизацију процеса,
 - За оцену инвентара утицаја на животну средину,
 - За оцену утицаја на животну средину,
 - За оцену интерпретације резултата примене *LCA* методе,
 - За оцену погодности модела за потребе примене *LCC* методе.
- Организациони оквир за примену методологије, који обухвата:
 - Организацију пројекта,
 - Организацију одвијања процеса.
- Процедуре П1-П4 за управљање процесима:
 - Одговорност за процедуру за оцену утицаја на животну средину,
 - Организациони оквир на мезо и макро плану.

Могућности примене предложеног техничког решења:

Могућност примене овог техничког решења су бројне и могу се поделити на:

- ужу примену у области рециклажних технологија за ЕЛВ и
- ширу примену у области рециклаже.

Развијена методологија за оцену утицаја уређаја за рециклажу компоненти ЕЛВ има следеће карактеристике:

1. узима у обзир целокупни животни циклус уређаја, од пројектовања до рециклаже истог,
2. базирана је на примени *LCA* дефинисаног у ИСО 1404X,
3. додатно укључење различите методе и технике у одређеним фазама примене методе,
4. заснована је на процесном приступу који је основа серије стандарда ИСО 9000 за квалитет организације,
5. с обзиром на укључивање процесног приступа, врло лако је могу израђивати специфичне *LCA* студије за утицај одређених процеса на животну средину,
6. с обзиром на претходно, методологија је отворена за примену других метода и приступа, посебно *LCC* и *ICT* подршку.

На основу свега, претходно наведеног као рецензент оцењујем да резултат научноистраживачког рада под називом: „ОЦЕНУ УТИЦАЈА УРЕЂАЈА ЗА РЕЦИКЛАЖУ КОМПОНЕНТИ ЕЛВ НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ” представља научни резултат који поред стручне компоненте, пружа оригинални научноистраживачки допринос и по важећим критеријумима може се сврстати у категорију М84.

 Рецензент:

Проф. др Бранко Тадић, редовни професор
Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Бр. 01114938-1

14.12. 2011 год.

КРАГУЈЕВАЦ

Датум: децембар 2015. год.

**Предмет: Мишљење о испуњености критеријума за признање
техничког решења**

На основу достављеног материјала, у складу са одредбама *Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитавном исказивању научноистраживачких резултата истраживача*, који је донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије («Службени гласник РС», бр. 38/2008,) рецензент проф. др Игор Будак оценио је да су испуњени услови за признање својства техничког решења следећем резултату научноистраживачког рада:

**Назив: ОЦЕНУ УТИЦАЈА УРЕЂАЈА ЗА РЕЦИКЛАЖУ КОМПОНЕНТИ ЕЛВ НА
ЖИВОТНУ СРЕДИНУ**

Аутори:

др Славко Арсовски ред. проф, др Данијела Тадић ред. проф., др Срећко Турчић ред. проф.,
др Лозица Ивановић ред. проф.

Категорија техничког решења: М84

Битно побољшан постојећи производ или технологија (уз доказ) ново решење проблема у области микроекономског, социјалног и проблема одрживог просторног развоја рецензовано и прихваћено на националном нивоу (уз доказ).

Образложење

Предложено решење урађено је за:

Технички факултет „Михајло Пупин“ Зрењанин Универзитета у Новом Саду, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, Факултет техничких наука у Чачку Универзитета у Крагујевцу - За потребе пројекта са ев. бр. ТР 35033 „Оцену утицаја уређаја за рециклажу компоненти ЕЛВ на животну средину”, руководилац пројекта: проф. др Милан Павловић.

Субјект који решење користи је:

О&М ИНЖЕЊЕРИНГ ГРОУП а.д., Зрењанин

Субјект који је решење прихватио и примењује:

О&М ИНЖЕЊЕРИНГ ГРОУП а.д., Зрењанин

Предложено решење се користи на следећи начин:

Оцену утицаја компоненти ЕЛВ на животну средину

Област на коју се техничко решење односи је:

Машинство-рециклажа.

Проблем који се техничким решењем решава:

Овим техничким решењем унапређује се процес рециклаже компоненти ЕЛВ уз минималне утицаје на животну средину.

Стање решености тог проблема у свету:

Сваки производ поред основне функције коришћења има и одређени утицај на животну средину. Уређаји за рециклажу имају двоструки утицај и то: (1) утицај који следи из њиховог стварања и коришћења и (2) утицај због рециклаже производа на животну средину.

Методе за оцену утицаја су бројне, заснивају се на различитим фазама животног циклуса производа (у овом случају уређаја за животну средину) и одређених аспеката утицаја на животну средину. Ове методе се могу допуњавати другим методама из групе метода науке о одлучивању, економетријске методе, методе квалитета, *ICT* методе, итд.

У складу са циљевима и опсегом пројекта TP35033 као базна метода изабрана је *LCA* метода која је база за развој методологије за оцену утицаја уређаја за рециклажу компоненти ЕЛВ на животну средину. Кроз рад на овом пројекту посебно су произведени (конструктивно и технолошки) утицаји уређаја за детоксикацију возила и рециклажу каблова. Резултат је методологија са довољним нивоом општости али, што је још значајније, довољним нивоом апликативности да би се оценили утицаји дефинисани циљевима наведеног пројекта.

Методологија је структурирана у 5 поглавља. После увода у другом поглављу дате су основе *LCA* методе, а у трећем поглављу модел утицаја уређаја за рециклажу компоненти ЕЛВ на животну средину. У четвртом, кључном поглављу, дате су основне предложене методологије за оцену утицаја уређаја за рециклажу компоненти ЕЛВ на животну средину. На крају, у закључцима су истакнуте предности ове методологије.

Карактеристике предложеног техничког решења су следеће:

Уређаји за рециклажу компоненти ЕЛВ утичу на животну средину на три начина:

- коришћењем материјала и енергије за израду компоненти и уређаја у целини,
- потрошњом ресурса у току животног циклуса уређаја за рециклажу и
- рециклажом компоненти ЕЛВ.

Први процес (П1) се односи на добијање материјала и енергије за израду уређаја за рециклажу компоненти ЕЛВ. У релацији Р5 дефинисане су количине материјала и енергије за израду уређаја за рециклажу, добијене на основу оцене потреба кроз релацију Р8. Овај процес (П1) повезан је релацијом Р1 са процесом П3, која се односи на везу уређаја за рециклажу и карактеристика компоненти ЕЛВ која се рециклирају. Повратна релација Р2 односи се на корелацију врсте количине материјала, зависно од рециклажних капацитета и врсте материјала компоненти ЕЛВ.

Други процес (П2) односи се на трошење ресурса у току животног циклуса уређаја за рециклажу. Овај процес П2 повезан је са процесом П3 релацијом Р3, који се односе на интезитет коришћења уређаја за рециклажу у процесу рециклаже, као и трошења осталих ресурса у току животног века уређаја за рециклажу. Повратна релација Р4 односи се на интензитет рециклаже компоненти ЕЛВ.

Поред ове релације, постоји и релација Р9 којом се на основу оцене потреба утиче на трошење ресурса у току животног циклуса уређаја за рециклажу. Релацију Р6 дефинише се инвентар утицаја на животну средину.

Трећи процес ПЗ односи се на рециклажу компоненти ЕЛВ, на основу оцене потребе (релација Р10). Везе овог процеса са осталим процесима је претходно описана. Релације Р7 даје инвентар овог процеса на животну средину, а релације Р12 корекцију потребу на основу стања рециклаже компоненти ЕЛВ.

Четврти процес (П4) је оцењивање потреба за рециклажом, који се остварује на основу потреба друштва и осталих стејхолдера (произвођача, инвеститора, увозника, тржишта материјала и делова итд.). У овом процесу се такође троше ресурси, што за последицу има утицај на животну средину (релација Р11).

У следећем кораку се, на бази трошења ресурса, утврђује инвентар утицаја на животну средину и касније, у наредном кораку, утицај на животну средину (РБ).

За моделирање утицаја уређаја за рециклажу елемената ЕЛВ на животну средину као основа коришћена је *LCA (Life Cycle Assessment)* метода, дефинисан стандардом *ISO 1404X*.

Могућности примене предложеног техничког решења:

Ова методе врши се кроз следеће кораке:

1. Провера конзистентности
2. Провера компетентности
3. Анализа доприноса
4. Анализа поремећаја
5. Анализа осетљивости и неизвесности
6. Закључци и препоруке

Могућност примене предложеног техничког решења су бројне, а истичу се посебно:

- може се користити за квалитетну и квантитативну анализу утицаја на животну средину,
- Може се, са малим изменама, применити и на друге компоненте,
- Може се користити и за оцену ефикасности поступака рециклаже са аспекта утицаја на животну средину.

На основу свега, претходно наведеног као рецензент оцењујем да резултат научноистраживачког рада под називом: „ОЦЕНУ УТИЦАЈА УРЕЂАЈА ЗА РЕЦИКЛАЖУ КОМПОНЕНТИ ЕЛВ НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ” представља научни резултат који поред стручне компоненте, пружа оригинални научноистраживачки допринос и по важећим критеријумима може се сврстати у категорију М84.

Рецензент:

Проф. др Игор Будак, ванредни професор
Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
Факултет инжењерских наука
Број: ТР-91/2015
24. 12. 2015. године
Крагујевац

Наставно-научно веће Факултета инжењерских наука у Крагујевцу на својој седници од 24. 12. 2015. године на основу члана 205. Статута Факултета инжењерских наука, донело је

О Д Л У К У

Усвајају се позитивне рецензије техничког решења „Оцена утицаја уређаја за рециклажу компоненти ЕЛВ на животну средину“, чију су аутори: проф. др Славко Арсовски, проф. др Данијела Тадић, проф. др Срећко Ђурчић и проф. др Лозица Ивановић.

Решење припада класи М84, према класификацији из Правилника о поступку, начину вредновању, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача („Сл. Гласник РС“ - бр. 38/2008).

Рецензенти су:

1. **Др Бранко Тадић**, редовни професор, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу,
Уже научне области: Производно машинство, индустријски инжењеринг,
2. **Др Игор Будац**, ванредни професор, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду,
Уже научне области: Производно машинство, метрологија, квалитет, прибори и еколошки-инжењерски аспекти.

Достављено:

- Ауторима
- Архиви



Др Мирослав Живковић, редовни професор