

POSTUPAK OCENJIVANJA ŽIVOTNOG CIKLUSA PROIZVODA*

ASSESSMENT PROCEDURE OF PRODUCT LIFE CYCLE

dr Slavko Arsovski¹⁾, Sonja Grubor²⁾, Nikola Tonic³⁾, Aleksandra Kokić Arsić⁴⁾, Katarina Kanjevac Milovanović⁵⁾

Apstrakt: *Life Cycle Assessment (LCA) je novi pristup za dizajn proizvoda, podčinjen zahtevima svih zainteresovanih strana, izražen direktivama RoHS, VEEE i mnogim međunarodnim standardima. Oni su potrebni radi uspostavljanje odgovarajućeg postupka u svakoj organizaciji za kreativno primenjivanje LCA u procesu dizajna.*

U ovom radu su prikazani fundamentalni LCA pristupi i neki elementi LCA procedura primenjenih u jednoj proizvodnoj organizaciji.

Ključne reči: *LCA, procedure, dizajn, proizvod, sigurnost*

Abstract: *Life Cycle Assessment (LCA) is new approach for product design respecting requests of all stakeholders expressed by directives RoHS, WEEE and many international standards. That needs establishing the appropriate procedure in each organization for creative application of LCA in design process.*

In this paper is presented fundamentals of LCA proach and some elements of LCA procedure applicated in one manufacturing organization.

Key words: *LCA, procedure, design, product, safety.*

1. UVOD

U standardima serije ISO 9000 razvoj proizvoda se posmatra kao jedna faza u životnom ciklusu proizvoda, koji se završava postupkom upravljanja izmenama. Nasuprot tome, u standardu ISO 14040:2008 posmatra se životni vek proizvoda, posebno iz ugla uticaja proizvoda na životnu sredinu. Sa treće strane, direktive Novog pristupa naglašavanja aspekt bezbednosti proizvoda, energetske efikasnosti i korišćenje neobnovljivih sirovina i energije. Dakle, ugao gledanja se proširuje pa je potrebno u procedure razvoja uključiti ove nove zahteve. To je bio i motiv za izradu ovog rada, bazirajući se na LCA metodi.

LCA (*Life Cycle Assessment*) je novi pristup u projektovanju proizvoda, koji respektuje zahteve svih stakeholdera izražene direktivama **RoHS**, **WEEE** i mnogim međunarodnim standardima. To zahteva uspostavljanje odgovarajuće procedure u svakoj organizaciji za kreativnu primenu LCA u procesu projektovanja.

U ovom radu su date osnove LCA pristupa i neki elementi LCA procedure primenjene u jednoj proizvodnoj organizaciji.

2. OPIS POSTUPKA

Ocenjivanje životnog ciklusa proizvoda (LCA) – QP.08.11:

1. Svrha

2. Odgovornost

3. Termini i definicije

Iz ISO 14040 : 2008

4. Opis postupka

- 4.1 Karakteristike LCA metode
- 4.2 Definicija cilja i opsega
- 4.3 Analiza životnog ciklusa (LCI)
- 4.4 Ocena životnog ciklusa (LCIA)
- 4.5 Interpretacija životnog ciklusa

1) dr Slavko Arsovski, Univerzitet u Kragujevcu, Mašinski fakultet Kragujevac, mail: cqm@kg.ac.rs

2) Sonja Grubor, Univerzitet u Kragujevcu, Mašinski fakultet Kragujevac, mail: sgrubor@ptt.rs

3) Nikola Tonic, Univerzitet u Kragujevcu, Mašinski fakultet Kragujevac, mail: tonic@kg.ac.rs

4) Aleksandra Kokić Arsić, Univerzitet u Kragujevcu, Mašinski fakultet Kragujevac, mail: akokic@kg.ac.rs

5) Katarina Kanjevac Milovanović, Univerzitet u Kragujevcu, Mašinski fakultet Kragujevac, mail: kanjevac@kg.ac.rs

*) Ovaj rad je nastao kao rezultat istraživanja na projektu TR 35033 koga finansira Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije.

- 4.6 Izveštavanje
- 4.7 Kritičko preispitivanje
- 4.8 Veza sa drugim standardima i pristupima
- 4.9 Primena *LCA*

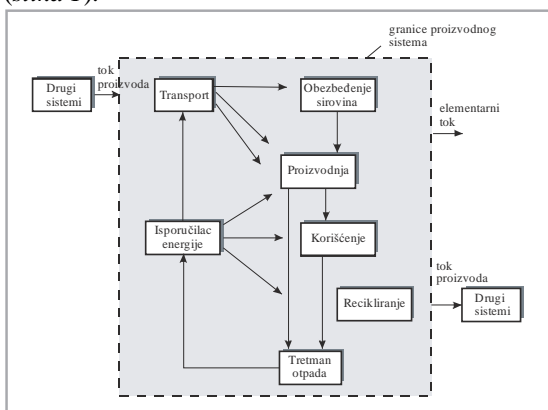
5. Veza sa drugim dokumentima

- 5.1 Procedura *RoHS*
- 5.2 Procedura *WEEE*
- 5.3 Dokumentacija *IMS*
- 5.4 Uputstvo *Iu. 01*

6. Veza sa neodređenim dokumentima

4. Opis postupka

Proizvod je izlaz iz procesa proizvodnje (slika 1).

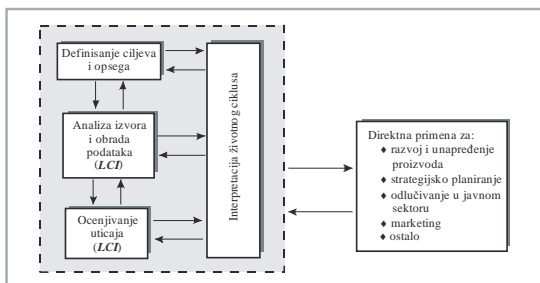


Slika 1 – Tok proizvoda u LCA konceptu

U ovom modelu ulaz komponenti u organizaciju (proizvodni sistem) je preko drugih sistema. Posle transformacije proizvoda i recikliranja, proizvodi se iz organizacije predaju drugim sistemima i/ili, preko sistema distribuiraju do krajnjih korisnika.

Karakteristike LCA metode

Da bi se ocenio uticaj proizvoda na životnu sredinu koristi se *LCA* metoda (*Life – Cycle – Assessment*), koji se sprovodi u koracima kao na slici 2.



Slika 2 – Koraci u primeni LCA

Glavne karakteristike *LCA* metode su:

- a) ocenjivanje prema *LCA* je na sistemski način, uključivanjem svih aspekata i uticaja na životnu sredinu,

- b) odnosi se na funkcionalne delove proizvoda,
- c) dubina analize i vreme za to zavise od cilja analize,
- d) zavisno od primene *LCA*, metoda omogućuje potreban nivo poverljivosti i autorskih prava,
- e) *LCA* je otvorena za nova saznanja i primenu novih metoda i tehnika,
- f) kada je potrebno, uključuju se specifični zahtevi, naročito za javnu upotrebu proizvoda,
- g) ne postoji jedinstveni metod za primenu *LCA*, a ona je dovoljno fleksibilna da omogući primenu različitih proizvoda,
- h) *LCA* je različita u odnosu na druge tehnike, kao što su ocena uticaja na životnu sredinu, ocena rizika itd., ali su one povezane preko zajedničkih informacija,
- i) *LCA* ne predviđa apsolutne ili precizne uticaje na životnu sredinu itd.

Definisanje cilja i opsega

Cilj i opseg LCA	Qz. 01												
<p>Na sastanku <i>Tima za razvoj</i> održanog _____ godine utvrđeni su ključni proizvodi sa prioritetima:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: left;"><i>proizvodi:</i></td> <td style="text-align: right;"><i>prioriteti:</i></td> </tr> <tr> <td>1. mašina za</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td>2. mašina za</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td style="text-align: right;">5</td> </tr> </table> <p>Prioritetno će se razmatrati mašine pod rednim brojevima 1 i 2. Primeniti <i>LCA</i> saglasno ISO 14040:2006 (E). Rok za izvođenje <i>LCA</i> studije, dobijen od strane direktora je 15. mart 2011. godine</p> <p>Da bi se ovaj zadatak izvršio, koristiće se sledeći izvori podataka:</p> <ul style="list-style-type: none"> • dokumentacija <i>IMS</i>-a, • projektna dokumentacija, • proizvodna dokumentacija, • dokumentacija dobavljača, • dokumentacija korisnika proizvoda, • zakoni, standardi i druga regulativa države korisnika proizvoda, • stručna i naučna literatura. <p>Prilog P: Cilj i opseg LCA</p>		<i>proizvodi:</i>	<i>prioriteti:</i>	1. mašina za	1	2. mašina za	2	3.	3	4.	4	5.	5
<i>proizvodi:</i>	<i>prioriteti:</i>												
1. mašina za	1												
2. mašina za	2												
3.	3												
4.	4												
5.	5												

Slika 3 – Lista za utvrđivanje cilja i opsega LCA

Cilj *LCA* zavisi od:

- nameravane upotrebe,
- namere sprovođenja studije,
- korisnika studije ili
- javne prezentacije uticaja na okruženje

Opseg *LCA* se odnosi na:

- sistem proizvoda
- funkcionalne jedinice proizvoda (podsklopovi),
- granice sistema,
- procedure alokacije,
- izabrane kategorije uticaja i metodologija za ocenu uticaja, kao i način interpretacije rezultata,
- zahtevani podaci,
- pretpostavke,
- ograničenja,
- inicijalni zahtevi za kvalitet podataka,
- tip kritičnog preispitivanja i
- tip i format izveštaja.

Za proizvode jedne organizacije cilj i opseg se za svaki ključni proizvod analiziraju na sastanku Tima za razvoj proizvoda i unose u Qz. 01 (slika 3).

Prilog: Cilj i opseg LCA za mašine za izradu papirnih maramica i salveta.

red. br.	Karakteristika	Opis
1	Sistem proizvoda	Prilog P1
2	Funkcionalne jedinice	<ul style="list-style-type: none"> • elektronske i električne komponente, • podsklopovi, • broj salveta/kwh, • delovi izrađeni od opasnih materijala
3	Granice sistema	od prijema materijala do distribucije proizvoda, uključujući odlaganje i tretman otpada
4	Procedure alokacije	kroz IMS
5	Izabrane karakteristike	prema ISO 14031:2003
6	Zahtevani podaci	Izvori podataka definisani u Qz. 01.
7	Pretpostavke	<ul style="list-style-type: none"> • regulativa se ne menja iznenada, • dostupnost odgovarajućih komponenti/materijala • raspoloživi energetske izvori
8	Ograničenja	nije predviđena reciklaža na lokaciji korisnika iz ekonomskih razloga
9	Kvalitet podataka	LCA studija (Prilog P2)

Analiza izvora i obrada podataka

Analiza izvora i obrada podataka obuhvata:

- prikupljanje podataka i
- obradu podataka.

Prikupljanje podataka

Prikupljanje podataka se vrši za:

- ulaze:
 - √ energetske ulaze,
 - √ ulaze materijala i polufabrikata,
 - √ ostali značajni ulazi,
 - √ ostali fizički ulazi.
- proizvode, koproizvode i škart:
- emisiju u vazduh, tle i vodu,
- ostale aspekte životne sredine

Prikupljanje podataka je vrlo intenzivan proces koji zahteva organizovanje ljudskih i informatičkih resursa. Tim za razvoj organizuje ovaj korak i podatke unosi u Qz. 02.

Preispitivanje podataka se vrši najmanje jednom godišnje, na osnovu priloga koji sadrži izvore i aktuelne podatke.

Podaci za LCA	Qz. 02
Podaci o ulazima: <ul style="list-style-type: none"> • energetski ulazi: <ul style="list-style-type: none"> - potrošnja energije za proizvodnju mašine (prilog 1) - potrošnja materijala po jednoj mašini, po vrstama materijala, a prema strukturnoj sastavnici (prilog 2) - potrošnja SNP po jednoj mašini (prilog 3) - potrošnja alata po jednoj mašini (prilog 4) - potrošnja vode po jednoj mašini (prilog 5) - potrošnja goriva po jednoj mašini (prilog 6) • proizvodi, koproizvodi i škart: <ul style="list-style-type: none"> - poluproizvodi i delovi (prilog 7) na osnovu strukturne sastavnice - koproizvodi istog procesa proizvodnje (prilog 8) kao varijante istog proizvoda - škart: <ul style="list-style-type: none"> ☞ proizvoda isporučioća na ulazu (prilog 9) ☞ proizvodnje (prilog 10) ☞ u procesu transporta (prilog 11) • emisija u životnu sredinu: <ul style="list-style-type: none"> - emisija u vazduh (prilog 12) - emisija u vodu (prilog 13) - emisija u zemlju (prilog 14) • ostali aspekti životne sredine: <ul style="list-style-type: none"> - buka i vibracije (prilog 15) - požari (prilog 16) - ostali aspekti (prilog 17) 	

Slika 4 – List za utvrđivanje podataka iz LCA

Na osnovu podataka iz ovih priloga pristupa se sledećem koraku: obradi podataka.

Obrada podataka

Obrada podataka obuhvata:

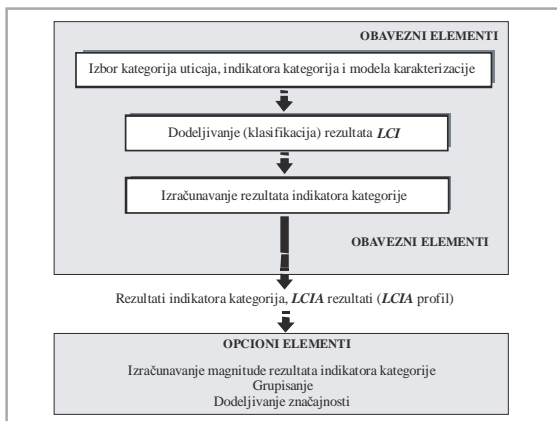
- validaciju prikupljenih podataka (prilog 18),
- povezivanje podataka sa jediničnim procesima (prilog 19),
- povezivanje podataka sa referentnim iznosom kod funkcionalne jedinice (referentna vrednost performansi proizvoda), (prilog 20).

Obrađeni podaci su osnova za ocenjivanje uticaja, a na osnovu korišćenja i alternativnih materijala, izvora energije, motora i aktuatora.

Ocenjivanje uticaja u životnom veku

Ocenjivanje uticaja u životnom veku (LCIA – Life Cycle Impact Assessment) se koristi za vrednovanje značajnosti potencijalnih uticaja na životnu sredinu, koristeći rezultate prethodne faze. Ova faza se ostvaruje kao iterativni proces za prethodne dve faze, u slučaju promene ciljeva, opsega, kao i izvora podataka.

Tok LCIA je prikazan na slici 5.



Slika 5 – Elementi LCIA

Ocenjivanje uticaja u životnom ciklusu vrši menadžer IMS-a, formirajući Qz. 03 (tabela 1).

Tabela 1 – LCIA profil

Red. Br.	Proces	Kategorija uticaja	Indikator kategorije	LCIA profil
1	Transport	emisija gasova		
		Potrošnja goriva		
2	Obezbeđivanje sirovina	Potrošnja čelika		
		Potrošnja plastike		
		.		
3	Proizvodnja	Potrošnja el. energije		
		Potrošnja SHP		
		Potrošnja vode		
		škart		
4	Korišćenje	Potrošnja el. energije		
		Potrošnja rez. delova		
		Potrošnja ulja i maziva		
5	Recikliranje	Recikliranje el. delova		
		Recikliranje metalnih delova		
		Recikliranje plastike		
6	Tretman otpada	Odlaganje		
		Uklanjanje		
		Ponovno korišćenje		

Interpretacija životnog ciklusa

Ova faza primene LCA metode treba da omogući sagledavanje rezultata u odnosu na prve tri faze, objasni rezultate i davanje preporuka za poslovanje. Pri tome treba uzeti u obzir značaj ove LCA analize za donošenje poslovnih odluka.

Izveštavanje

Strategija izveštavanja je deo LCA metodologije, pri čemu se izveštavaju stakholderi, uključujući sertifikaciono/notifikovano telo o:

- LCI rezultatima,
- opisu kvaliteta podataka (aspekt životne sredine),

- kategorije krajnje tačke radi zaštite životne sredine,
- izbor kategorija uticaja,
- modeli karakterizacije,
- faktori i mehanizmi zaštite životne sredine,
- profil indikatora rezultata.

Ovi izveštaji su deo LCA studije Qz. 04), koja se u elektronskom obliku izlaže stakholderima preko web sajta organizacije (www. _____).

- [3] DTI, Code of Practice for Collection of WEEE from Designated Collection Facilities, URN 07/657, February 2007.
- [4] Davis K. Socolot M., Guidelines for the Procurement, Use and end-of-life management of Electronic Equipment, State of California, Integrated Waste Management Board, May 2003.
- [5] Curran M., Life Cycle Assessment: Principles and Practice, Scientific Application Internation (SAIC), VA, May 2006.
- [6] Ishii K., Design for Environment and Recycling: Overview of Research in the United States, CIRP 5th International Seminar on Life – Cycle Engineering, Sept. 16-18, 1998, pp. 1-10.
- [7] SRPS ISO 14040:2008 ., Upravljanje zaštitom životne sredine – ocenjivanje životnog ciklusa – Principi i okvir, II izdanje, 2008.