

Analiza životnog vijeka proizvoda

Šterpin, Marko

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Rijeci, Filozofski fakultet u Rijeci**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:186:344877>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-18**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Humanities and Social Sciences - FHSSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
Sveučilišni preddiplomski studij politehnike

Završni rad
ANALIZA ŽIVOTNOG VIJEKA PROIZVODA

SVEUČILIŠTE U RIJECI
Sveučilišni preddiplomski studij politehnike

Završni rad
Analiza životnog vijeka proizvoda
Mentor: Izv. prof. dr. sc. Lidija Runko Luttenberger

Sveučilište u Rijeci
STUDIJ POLITEHNIKE
Povjerenstvo za završne i diplomske radove

U Rijeci, 3. travnja 2018. godine

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Pristupnik: Marko Šterpin

Naziv zadatka: Analiza životnog vijeka proizvoda

Rješenjem zadatka potrebno je obuhvatiti sljedeće:

Opisati koncept životnog vijeka proizvoda od sirovine do zbrinjavanja s aspekta troškova životnog vijeka (life-cycle costing – LCC) i procjene utjecaja životnog vijeka na okoliša (LCA), njihovu povezanost u pogledu integriranja eksternaliziranih troškova, te prikazati primjenu na primjeru proizvoda po vlastitom izboru.

U završnom se radu obavezno treba pridržavati **Uputa o izradi završnog rada.**

Zadatak uručen pristupniku: 3. travnja 2018.

Rok predaje završnog rada: 1. lipnja 2018.

Datum predaje završnog rada:

Koordinator povjerenstva:

Doc. dr. sc. Damir Purković



Mentorica:

Doc. dr. sc. Lidija Runko Luttenberger



SADRŽAJ

1.	Uvod	1
2.	Životni vijek proizvoda (Product-life-cycle).....	2
2.1.	Prva faza - faza uvođenja	3
2.2.	Druga faza - faza rasta.....	4
2.3.	Treća faza - faza zrelosti proizvoda.....	4
2.4.	Četvrta faza- faza opadanja proizvoda	5
3.	Troškovi životnog vijeka (Life-cycle-costing, LCC)	6
3.1.	Koncept LCC analize	6
3.1.1.	Prva faza – planiranje LCC analize	8
3.1.2.	Druga faza – priprema analize troškova	8
3.1.3.	Treća faza – provedba i praćenje rezultata	9
3.2.	Eksternalije.....	9
3.2.1.	Vrste eksternalija.....	10
3.2.2.	Javne mjere usmjerene na eksternalije	10
4.	Procjena utjecaja životnog vijeka proizvoda na okoliš (Life-cycle-assessment, LCA)	11
4.1.	Prva faza – određivanje svrhe i krajnjega cilja analize.....	12
4.3.	Treća faza - procjena utjecaja na okoliš	13
4.4.	Četvrta faza - analiza dobivenih rezultata	14
5.	LCC i LCA analiza na primjeru proizvoda	16
5.1.	LCC analiza: usporedba halogenih i LED žarulja	16
5.2.	LCA analiza proizvodnje papira.....	19
5.2.1.	Dobivanje celuloze konvencionalnim načinom kuhanja	21
5.2.2.	Dobivanje celuloze iz drvenog otpada.....	21
5.2.3.	Dobivanje papira	21
5.2.4.	Rezultati analize	23
6.	Zaključak.....	25
7.	Korištena literatura.....	26

POPIS SLIKA

Slika 1.	Životni vijek čovjeka [3].	2
Slika 2.	Grafički prikaz životnog vijeka proizvoda [16].	3
Slika 3.	Prikaz LCA procesa kroz faze [17].	11
Slika 4.	Shematski prikaz sustava LCA [7].	13
Slika 5.	Halogena (lijevo) i LED žarulja (desno) [11].	16
Slika 6.	Shematski prikaz granica sustava [15].	20
Slika 7.	Shematski prikaz konvencionalnog načina izrade papira [15].	22
Slika 8.	Shematski prikaz izrade korištenjem drvenog otpada [15].	22
Slika 9.	Ulazne i izlazne veličine za izradu papira korištenjem drvenog otpada [15].	23
Slika 10.	Utjecaj proizvodnje papira iz drvenog otpada i proizvodnja konvencionalnim načinom kuhanja na ljudsko zdravlje, kvalitetu ekosustava, klimatske promjene i resurse [15].	24

POPIS TABLICA

Tablica 1.	Segmenti LCC analize [4].	7
Tablica 2.	Praćenje troškova životnog vijeka proizvoda [4].	8
Tablica 3.	Glavne faze LCA analize.....	12
Tablica 4.	Uspoređivane vrijednosti [11].	18

POPIS OZNAKA

LCA – Life-cycle-assessment – Procjena utjecaja životnog vijeka proizvoda na okoliš

LCC – Life-cycle-costing – Troškovi životnog vijeka proizvoda

PLC – Product-life-cycle – Životni vijek proizvoda

LCI – Life-cycle-inventory – Inventar životnog ciklusa

SAŽETAK

U ovom radu opisan je koncept životnog vijeka proizvoda od sirovine do zbrinjavanja, koji je prikazan i objašnjen kroz svoje 4 faze. Životni vijek proizvoda s aspekta troškova (Life-cycle-costing, LCC) sljedeća je metoda obrađena u radu, te je usporedbom halogenih i LED žarulja provedena LCC analiza. Definiran je pojam eksternalija, odnosno eksternaliziranih troškova, te su navedene vrste eksternalija koje postoje. Obrađena je metoda procjene utjecaja životnog vijeka proizvoda na okoliš (Life-cycle-assessment, LCA) koja također obuhvaća sve faze životnog ciklusa proizvoda, te je na primjeru proizvodnje papira provedena LCA analiza i izneseni su rezultati analize. Uspoređivana su dva načina koja se koriste za proizvodnju papira – papir dobiven konvencionalnim načinom kuhanja, te papir dobiven korištenjem drvenog otpada kao temeljnog materijala.

Ključne riječi: životni vijek proizvoda, LCC, eksternalije, LCA, papir

SUMMARY

PRODUCT LIFE-CYCLE ANALYSIS

The paper analyses the concept of life-cycle of a product from raw material up to disposal, which is illustrated and explained through its 4 phases. Product life cycle from the aspect of costs – life-cycle-costing (LCC) is the next method discussed in this paper and LCC analysis was carried out by comparing halogen and LED bulbs. The concept of externality, such as externalized costs, and the types of externalities that exist are specified. Life Cycle Assessment (LCA) method, which also covers all phases of the product lifecycle is elaborated and demonstrated on the example of paper production. Two ways of producing the paper - paper obtained by conventional cooking methods - and paper obtained using wood waste as a base material were compared.

Key words: product-life-cycle, life-cycle-costing, externalities, life-cycle-assessment, paper production

1. Uvod

Stvar proizvedenu radom ili proizvodnim procesom definiramo kao proizvod. U širem smislu, proizvod ne mora nužno biti fizički opipljiv predmet već može biti i organizacija, ideja ili ponuđena usluga. No, u ovom će se radu autor osvrnuti na proizvod koji je fizički opipljiv.

Proizvode se može podjeliti na kratkotrajna i trajna dobra. Kratkotrajna dobra su proizvodi predviđeni za jednokratnu uporabu; to su proizvodi poput hrane i pića koji se moraju potrošiti u nekom određenom roku njihove uporabe; te proizvodi poput higijenskih potrepština ili jednokratnih pomagala, npr. štapići za održavanje higijene ušiju. Trajna dobra su proizvodi koji su namjenjeni i u stanju da traju duže no što je to slučaj sa kratkotrajnim dobrima, te su najčešće proizvođači takvih proizvoda obavezom vezani na jamstvo za proizvod na neko određeno vrijeme. To su proizvodi poput kućanskih aparata, automobila, namještaja i sl. [1].

U današnje vrijeme proizvodnja je bitan temelj svjetske ekonomije. Količina raznovrsnih proizvoda proizvedena od strane različitih proizvođača svakim se danom povećava, a svi proizvođači imaju samo jedan cilj - prodati što je moguće više.

Obzirom na razvoj novih proizvodnih tehnologija, povećava se kvaliteta i kvantiteta proizvoda, te dostupnost raznih materijala. Danas nije teško proizvesti nešto i plasirati na tržište, već je problem određeni proizvod približiti kupcima, tj. krajnjim korisnicima, te ga zadržati na tržištu što je dulje moguće, kako bi se isplatila investicija u određeni proizvod te na kraju krajeva i stekla određena materijalna dobit.

Za procjenu ponašanja proizvoda na tržištu, provodi se se analiza životnog vijeka proizvoda – Product-Life-Cycle (PLC), koji će biti opisan u ovom radu. Ona obuhvaća sve faze života promatranog proizvoda – faza od kad je proizvod uveden na tržište, do posljednje faze kada se proizvod povlači sa tržišta.

Također, daje se i prikaz analize troškova životnog vijeka – Life-cycle-costing (u daljnjem tekstu LCC) na primjeru usporedbe halogenih i LED žarulja, te analize procjene utjecaja životnog vijeka proizvoda na okoliš – Life-cycle-assessment (u daljnjem tekstu LCA), koje će pokazati na primjeru proizvodnje papira konvencionalnim postupkom, te postupkom dobivanja papira korištenjem drvenog otpada kao temeljni materijal.

2. Životni vijek proizvoda (Product-life-cycle)

Kao što sve na svijetu ima svoj životni vijek, tako ima i svaki proizvod, a ovisno o vrsti proizvoda on može biti kratak, ali može biti i jako dug. Tako životni vijek proizvoda možemo usporediti sa životnim vijekom čovjeka ili bilo kojeg drugog živog bića, te je slikoviti životni vijek čovjeka prikazan slikom 1. O tome hoće li određeni proizvod imati dug ili kratak vijek trajanja na tržištu, ne ovisi samo o kvaliteti proizvoda, već i o utjecaju marketinških kadrova poduzeća koje plasira proizvod na tržište.



Slika 1. Životni vijek čovjeka [3].

Životni vijek proizvoda je koncept uveden 50-ih godina, a daje grafički prikaz povjesti proizvoda od kada je uveden na tržište, do onoga trenutka kada je povučen sa istog tržišta.

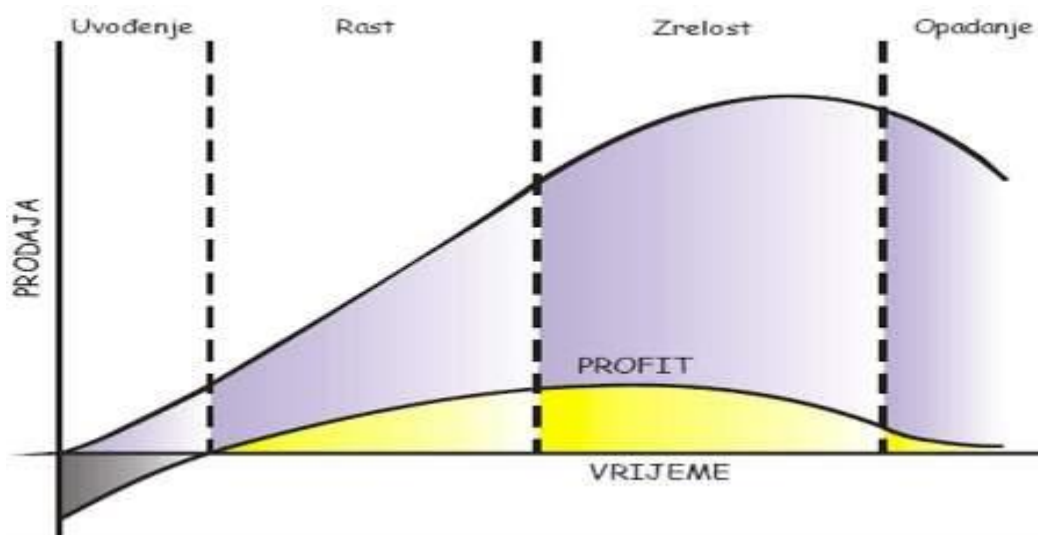
Kako bi taj vijek za svaki proizvod koji se namjerava plasirati na tržište bio što je moguće preciznije predviđen, tj. da bi se pravovremeno odustalo od proizvoda ukoliko se određenom metodom procjene pokaže da proizvod neće postići željeni efekt na tržištu ili su potrebne neke promjene u strategiji plasmana proizvoda, uveden je koncept “Životni vijek proizvoda“ ili “Product-life-cycle“ (u daljnjem tekstu PLC).

Dobre strane ovoga koncepta su uočavanje pravovremene potrebe za obnovom proizvoda, povećana mogućnost izlaska sa novim ponudama ili pak utvrđivanje optimalnog vremena za oglašavanje i promociju. Također, koncept omogućava uvid u dinamiku konkurentnosti proizvoda.

PLC prati 4 faze, a svaka faza ima sljedeća obilježja:

- Prva faza: Faza uvođenja
- Druga faza: Faza rasta
- Treća faza: Faza zrelosti
- Četvrta faza: Faza opadanja

Krivulja životnog vijeka proizvoda obično poprima oblik zvona, te se može reći da je to uobičajeni prikaz vijeka proizvoda, iako postoje proizvodi koji su već nakon prve faze – faze uvođenja povučeni sa tržišta, a također postoje i proizvodi koji se iznadprosječno dugo vremena drže u fazi zrelosti ili pak fazi rasta – što je svakako još rjeđa pojava. Grafički prikaz životnog vijeka proizvoda prikazan je slikom 2.



2.1. Prva faza - faza uvođenja

Prva faza je faza konceptualizacije i uvođenja proizvoda na tržište. To je ujedno i najzahtjevnija faza koju neko poduzeće ili tvrtka moraju odraditi uspješno, tj. faza u kojoj se proizvod predstavlja krajnjim potrošačima koji su svakim danom sve zahtjevniji, upravo zbog činjenice da u današnjem svijetu postoji veliki broj proizvođača koji se konstantno nadmeću u pogledu konkurentnosti svojih proizvoda. Ukoliko ova faza proizvoda ne doživi uspjeh, mogući su ogromni gubici za poduzeće koje je proizvod plasiralo na tržište.

Cilj prve faze je da se ispuni potreba potrošača za određenim proizvodom, što opet ovisi o vrsti proizvoda, učestalosti sličnih proizvoda na tržištu koji mu mogu konkurirati, te na koncu konca i samoj cijeni proizvoda koja je u većini slučajeva i prekretnica kod odlučivanja na kupnju kod potrošača.

Troškovi koji se javljaju u ovoj fazi najčešće su marketinške prirode, zbog toga što se najveći iznos novca troši na reklamu proizvoda, odnosno približavanje novog proizvoda krajnjim potrošačima, što često nije lak zadatak.

2.2. Druga faza - faza rasta

Faza rasta proizvoda uvelike ovisi o uspješnosti faze koja joj je prethodila. Ako je proizvod uspješno prihvaćen na tržištu, znači da su stvorene predispozicije za njegov rast, tj. da se polako gradi jedna vrsta lojalnosti potrošača prema proizvodu.

Na tim se temeljima obično razvija proizvod, te se tako i marka proizvoda promovira, a ujedno se i povećavaju šanse da će idući proizvod plasiran od strane iste tvrtke biti brže prihvaćen, odnosno da će biti uloženo manje financijskog i marketinškog napora, u čemu se uviđa jedna vrsta napretka.

U ovoj fazi je također vrijedno spomenuti komercijalizaciju proizvoda. Ona predstavlja trenutak u kojemu se proizvod počinje isplaćivati, tj. povrat sredstava koji su uloženi u razradu proizvoda, samu proizvodnju, te promociju iz prethodne faze.

Također, stvara se i profit koji je na kraju krajeva i cilj zbog kojega je određeni proizvod uveden, te se ovo smatra fazom u kojoj se može izvući maksimalna dobit, koja se kasnije usmjerava na širenje poduzeća i povećanje opsega rada istoga, naravno, ukoliko su izvršena odgovarajuća ulaganja.

2.3. Treća faza - faza zrelosti proizvoda

U predposljednjoj fazi može se reći da se je proizvod uspješno stabilizirao na tržištu, što označuje nastavak jednog mirnijeg razdoblja za njega. Tek se povremenim istraživanjima proizvod nastoji repositionirati u odnosu na konkurentske proizvode, tj. utvrditi mjesto na kojem se nalazi proizvod na zamišljenoj rang-listi međusobno konkurentskih proizvoda u svijesti potrošača.

Kako je prodaja proizvoda ostala na određenoj razini, tj. došlo je do zasićenja tržišta određenim proizvodom, ne može se očekivati da će doći do ikakvog povećanja prodaje. Zbog toga se pribjegava nekolicini strategija, kako bi proizvod ostao vitalan na tržištu; npr.

modifikacija tržišta (traženje novih tržišta) ili modifikacija proizvoda (poboljšavanje performansi postojećeg proizvoda).

2.4. Četvrta faza- faza opadanja proizvoda

Velikoj većini proizvoda nakon nekog vremena prodaja opadne, te oni tada ulaze u završnu fazu – fazu opadanja; iako postoje proizvodi megapopularnih svjetskih brandova koji svoj proizvod održavaju stotinama godina, kao npr. Coca-Cola Company.

To se događa iz više razloga, a neki od tih jesu tehnološki napredak, nova modna usmjerenja, strana konkurencija i zasićenje tržišta određenim proizvodom. Budući da je konkurencija jako velika, potrošači teško uočavaju razliku između proizvoda, te se tako odlučuju za jeftiniji proizvod.

No, na kraju životnog vijeka proizvoda, valja se usredotočiti na budućnost i na izradu novog proizvoda, koji će postići jednak ako ne i bolji uspjeh od svoga prethodnika, te tako nastaviti liniju proizvoda jednog proizvođača.

Kada u jednoj zemlji proizvod dostige svoju posljednju fazu – fazu opadanja, u nekoj drugoj zemlji može se dogoditi rast prodaje istog proizvoda. U svakoj je zemlji prihvaćanje proizvoda različito, pa tako jedan proizvod može u različitim zemljama doživjeti veći ili manji uspjeh. To ukazuje na činjenicu da osim domaćeg, postoji i međunarodni životni vijek proizvoda, čime se bave marketinški stručnjaci za globalna tržišta [2,3].

3. Troškovi životnog vijeka (Life-cycle-costing, LCC)

3.1. Koncept LCC analize

LCC se može opisati kao proces koji prati i zbraja troškove i prihode od vremena nastanka nekog proizvoda do napuštanja proizvoda, odnosno njegova zbrinjavanja. To naravno uključuje ukupni trošak tijekom cijeloga životnog vijeka proizvoda, uključujući troškove planiranja, projektiranja i nabave, te sve troškove koji se mogu pripisati posjedovanju ili korištenju sredstava za izradu.

Troškovi životnog ciklusa razlikuju se od klasičnog računovodstvenog sustava koji izvješćuje o isplativosti troškova objekta na kalendarskoj osnovi (npr. mjesečna, tromjesečna ili godišnja razina). To je, dakle, pristup koji se koristi za stvaranje dugoročne slike profitabilnosti izrade nekog proizvoda, te za dobivanje povratnih informacija o učinkovitosti proizvoda.

Također, ova metoda se smatra jako dobrim načinom za povećanje kontrole troškova proizvodnje. Važno je dakle analizirati i mjeriti troškove proizvodnje u svakom stadiju ciklusa životnog vijeka proizvoda.

Obilježja LCC analize su sljedeća:

- a) LCC objedinjuje praćenje troškova i prihoda proizvoda u više kalendarskih razdoblja tijekom životnog vijeka proizvoda.
- b) Izračun životnog vijeka proizvoda prati troškove istraživanja, projektiranja i razvoja te ukupnu količinu tih troškova za svaki stadij pojedinačno, te ga uspoređuje sa prihodom proizvoda.
- c) Svaku fazu životnog vijeka proizvoda prate različite teškoće, ali i mogućnosti koje mogu zahtijevati različite strateške poteze, te se oni mogu na vrijeme primjeniti.
- d) LCC se može produljiti pronalaženjem novih načina primjene proizvoda ili povećanjem konzumacije proizvoda postojećih potrošača.

LCC analiza nudi sljedeće prednosti:

- a) Primjenjujući ranije korake za generiranje prihoda ili manje troškove, mogu se uočiti pojedinosti koje se inače ne bi uočile, kako bi se povećala korist izrade proizvoda.
- b) Mogu se donositi bolje odluke sa preciznijom i realističnijom procjenom prihoda i troškova u određenom stadiju životnog ciklusa.
- c) Promiče se dugoročno nagrađivanje, suprotno kratkoročnom nagrađivanju.

- d) Pruža cjeloviti okvir za razmatranje ukupnih inkrementiranih troškova tijekom cijelog životnog ciklusa proizvoda.

Proces LCC analize prikazan tablicom 1. stastoji se od nekoliko segmenata koji su važni za provođenje analize, te bez kojih analiza ne bi bila moguća [4].

Segment provedbe	Obilježje segmenta
Istraživanje tržišta	Istraživanje tržišta je standardizirani postupak zasnovan na načelima znanstvene metode kojim se prikupljaju, analiziraju i interpretiraju podaci s ciljem dobivanja informacija potrebnih za optimalno poslovno odlučivanje i tržišno poslovanje. Ono će utvrditi koji proizvod kupac želi, koliko je spreman platiti za to te koliko će količinu kupiti.
Specifikacije	Faza koja će utvrditi podatke o tome koliko je očekivani životni vijek proizvoda, koliki su maksimalni troškovi održavanja, troškovi proizvodnje te očekivani učinak proizvoda.
Dizajn	Mora se izraditi projektna dokumentacija po kojoj će proizvod biti izrađen, te definirati raspored izvođenja određenih procesa.
Proizvodnja prototipa proizvoda	Iz crteža za izradu proizvoda izrađuju se prototipi proizvoda kojih će biti proizvedena zanemariva količina. Oni će se koristiti za razvoj i unaprijeđivanje proizvoda.
Razvoj	Testiranje i izmjene proizvoda nakon probnog plasiranja proizvoda. Prva verzija proizvoda rijetko zadovoljava standarde i zahtjeve, pa se testiranje i izmjene proizvoda izvode sve dok se ne udovolji zahtjevima.
Alati proizvodnje	Priprema za proizvodnju može zahtijevati uspostavu proizvodne linije, kupnju potrebnih alata i opreme koja često zahtjeva vrlo veliku početnu investiciju.
Proizvodnja	Proizvodnja uključuje kupnju sirovina i različitih komponenti, te troškove rada i proizvodnje.
Razgradnja	Kada proizvodnja nekog proizvoda završi, postrojenje koje se je koristilo u svrhu proizvodnje samoga proizvoda mora se prodati ili otpisati.

Tablica 1. Segmenti LCC analize [4].

Bitna stavka koja se mora spomenuti je i praćenje troškova životnog vijeka proizvoda koji se odvija u 3 faze prikazane u tablici 2.

Faza LCC analize	Opis faze
Prva faza	Planiranje životnih troškova koje uključuje planiranje analize, odabir i razvoj LCC modela i konačno snimanje te pregled dobivenih rezultata.
Druga faza	Faza pripreme za analizu troškova života proizvoda.
Treća faza	Praćenje analize troškova života proizvoda.

Tablica 2. Praćenje troškova životnog vijeka proizvoda [4].

Analiza LCC je multidisciplinarna aktivnost. Analitičar koji je uključen u praćenje troškova životnog ciklusa mora biti potpuno upoznat sa svakim pojedinim elementom troškova uključenih u životni ciklus, izvorom podataka o troškovima koji se prikupljaju i upoznat sa financijskim načelima koja će se ubuduće primjenjivati. Sve provedbe analize moraju biti detaljno dokumentirane kako bi olakšale tumačenje konačnog rezultata.

3.1.1. Prva faza – planiranje LCC analize

Proces praćenja životnog ciklusa proizvoda s gledišta troškova započinje razradom plana koji se bavi definiranjem svrhe i postavljanje granice opsega analize koja se namjerava izvršiti. Za planiranje vremenskog razdoblja potrebnog za provedbu svake faze, te za operativnu, tehničku i održivu podršku izrađuje se detaljni raspored. Također, prepoznavanje svih temeljnih uvjeta, pretpostavki i ograničenja raspona prihvatljivih opcija za procjenu vrlo je bitna stavka ove faze.

3.1.2. Druga faza – priprema analize troškova

Sljedeći korak analize je odabir ili razvoj LCC modela koji će u potpunosti zadovoljiti ciljeve analize. Model koji se odabire ili izrađuje ovisno o potrebi je u osnovi računovodstvena struktura koja omogućuje procjenu troškova sastavnih dijelova za LCC analizu.

Analiza troškova bitan je alat kojim se možemo poslužiti za upravljanje trajnim troškovima ili samo dijelom njih. Temelji se na modelu LCC koji je razvijen i primijenjen tijekom faze planiranja LCC analize, s jednom bitnom razlikom – koriste se podaci o stvarnim troškovima.

Priprema analize uključuje pregled i razvoj modela LCC kao mehanizam stvarnog upravljanja troškovima. Procjene troškova bit će zamjenjene stvarnim plaćanjima. Također se mogu zahtijevati promjene u strukturi troškova i elementima troškova kako bi se istaknule komponente koje treba pratiti.

Ciljevi su postavljeni za operativne troškove i njihovu učestalost pojavljivanja na temelju procjene korištene u fazi planiranja troškova. No, ti se ciljevi mogu s vremenom mijenjati dok se ne dobiju točniji podaci o stvarnim troškovima.

3.1.3. Treća faza – provedba i praćenje rezultata

Provedba analize troškova uključuje i kontinuirano praćenje stvarnog rezultata tijekom rada i održavanja kako bi se identificirala područja u kojima se mogu ostvariti neke uštede i dati povratne informacije za buduće slične aktivnosti planiranja troškova životnog vijeka proizvoda [4].

3.2. Eksternalije

Kada se govori o troškovima, nužno je osvrnuti se i na troškove koji ne utječu izravno na proizvođača nekog proizvoda, već na okolinu u kojoj se nekakav proces proizvodnje odvija.

Eksternalije su učinci koji mogu biti pozitivni ili negativni; nastaju kod jednih gospodarskih subjekata, a posljedica su djelovanja drugih gospodarskih subjekata. To su učinci kojima ne upravlja tržišni mehanizam, tj. strana koja uzrokuje nastanak pozitivnih eksternih učinaka ne dobivaju za to naknadu, a oni što uzrokuju negativne eksterne učinke ne snose troškove proizvodnje.

3.2.1. Vrste eksternalija

Učinci eksternalija mogu biti pozitivni i negativni. Ako se ne internaliziraju, vanjski učinci u oba slučaja iskrivljuju racionalnu alokaciju resursa. Pozitivne eksternalije nazivamo još i eksterne koristi, dok se negativne eksternalije nazivaju troškovima.

Kao primjeri vanjskih koristi spominju se preventivno liječenje od zaraznih bolesti, obrazovanje i izgradnja infrastrukture kojom se povećava vrijednost okolnog zemljišta. Negativne eksternalije su učestalije od pozitivnih, a to su najčešće problem zagađivanja okoliša, potrošnja i proizvodnja supstanci koje utječu na ugrožavanje ozonskog omotača, stvaranje buke, stvaranje neugodnih mirisa, itd.

3.2.2. Javne mjere usmjerene na eksternalije

Kada eksternalija uzrokuje da tržište postigne neučinkovitu alokaciju resursa, država može reagirati na dva načina. Prinude i zabrane izravno reguliraju ponašanje, tako da privatni donositelji odluka sami riješe problem.

Postoji još nekoliko načina kojima se može kontrolirati onečišćenje okoliša, tj. smanjiti eksternalije, a to su [5]:

- Regulatorna
- Ekološko oporezivanje
- Utržive dozvole za onečišćenje

4. Procjena utjecaja životnog vijeka proizvoda na okoliš (Life-cycle-assessment, LCA)

LCA je metoda procjene utjecaja proizvoda na okoliš koja obuhvaća sve faze životnog ciklusa proizvoda; od dobivanja sirovine za proizvodnju, same proizvodnje, distribucije, korištenje, održavanja i servisa te odlaganje ili recikliranje [6].



Slika 3. Prikaz LCA procesa kroz faze [17].

Ova je svojevrsna analiza nastala 1960-ih godina, kada je Harold Smith iznio svoj izračun kumulativnih energetskehtjeva za proizvodnju kemijskih proizvoda na Svjetskoj energetskoj konferenciji 1963. godine.

Fraza „od kolijevke do groba“ poznati je slogan ove metode zato što se proizvod prati od vremena dobivanja sirovina za izradu koji označava rođenje, tijekom životnog vijeka i na kraju zbrinjavanje proizvoda – koji označuje kraj života proizvoda.

Istraživači popularnog brenda i pića Coca-Cole, su 1969. godine pokrenuli istraživanja o utjecaju proizvoda na okoliš u njihovom životnom vijeku, te su tako nastala temelja za LCA analizu na području Sjedinjenih Američkih Država. Ishod istraživanja bilo je smanjivanje troškova nabave ambalaže, budući da je razvijen sustav povrata ambalaže koji je zahvaljujući tome reduciran za čak 90%.

LCA metoda objedinjuje sve utjecaje proizvoda na okoliš, negativne produkte pretvorbe energije koja je iskorištena za dobivanje sirovine, proizvodnje proizvoda, skladištenje i distri-

buciju, nuspojave korištenja samoga proizvoda na okoliš, te uključuje i uložene napore za zbrinjavanje, odnosno reciklažu proizvoda.

Budući da LCA objedinjuje veliki broj detaljnih podataka sakupljenih tijekom duljeg razdoblja, taj proces ne olakšava procjenu samo za svrhu praćenja ekonomskih veličina, već i za upravu na lokalnoj i državnoj razini, koji te podatke koriste za procjenu utjecaja na okoliš, usmjeravanje pozornosti na količinu pojedinih resursa koji se iskorištavaju te uvelike olakšavaju način gospodarenja otpadom.

Neka od glavnih obilježja LCA metode jesu:

- Održivost izrade proizvoda od prirodnih materijala
- Utjecaj izrade proizvoda na okoliš
- Utjecaj korištenja proizvoda na okoliš
- Utjecaj zbrinjavanja proizvoda na okoliš odlaganjem, spaljivanjem ili recikliranjem

Kako bi rezultat bio što je moguće više precizan i koristan za budućnost, svaka se detaljna analiza sastoji od nekoliko glavnih faza po kojima se izrađuju smjernice za nastavak rada, a koje su prikazane u tablici 3.

Faza LCA analize	Glavno obilježje faze
Prva faza	Određivanje svrhe i krajnjega cilja analize
Druga faza	Analiza inventara
Treća faza	Procjena utjecaja na okoliš
Četvrta faza	Analiza dobivenih rezultata

Tablica 3. Glavne faze LCA analize.

4.1. Prva faza – određivanje svrhe i krajnjega cilja analize

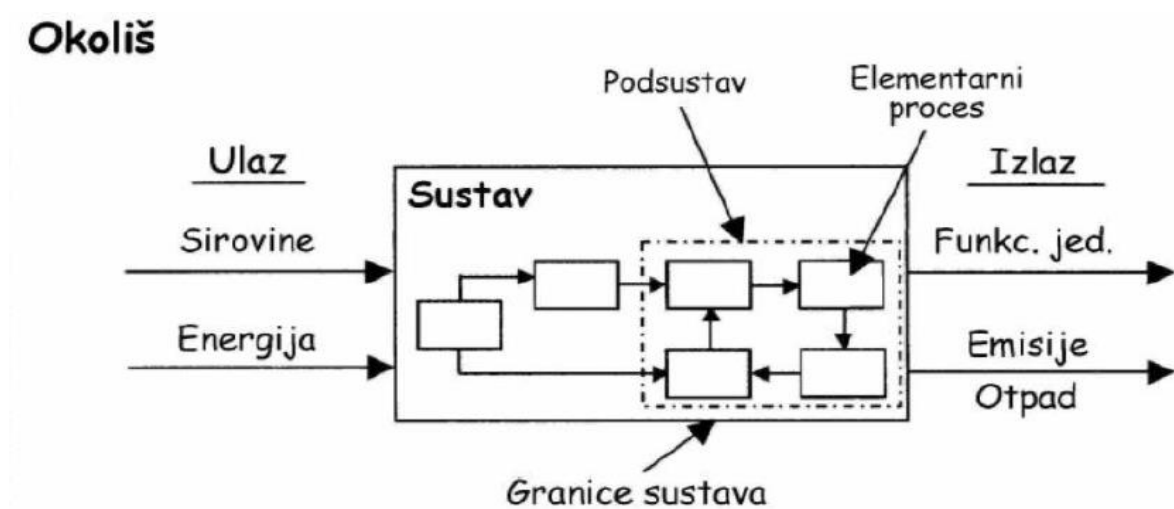
Prva faza mora jasno definirati svrhu provođenja analize i razloge zbog kojih se provodi. Također, navodi kome se dobiveni podaci trebaju proslijediti. Ovo je ključni korak, te samim time ISO standardi nalažu da cilj i opseg budu jasno definirana stavka.

Također, slijedeće tehničke pojedinosti moraju biti zadovoljene: funkcionalna jedinica koja definira predmet proučavanja i približava uslugu koju nudi proizvod, granice sustava koje definiraju procese koji će odabranim proizvodom biti uključeni u analizu, te pretpostavke i ograničenja.

4.2. Druga faza - analiza inventara

Inventar životnog ciklusa – Life-cycle-inventory, je faza u kojoj se sakupljaju podaci i postupci proračuna za brojčano iskazivanje važnih ulaza i izlaza sustava. Sastoji se od detaljnog praćenja svih tokova u sustavu proizvoda, uključujući sirovine ili materijale, energiju ovisno o vrsti, te ispuštanja u okolinu, tj. vodu, zemlju i/ili zrak.

Na slici 4. na kojoj je prikazan sustav LCA analize vidimo da su ulazni faktori sirovine i energija koji ulaze u tok sustava, koji je ograničen ranije spomenutim granicama sustava. Također, sustav je podjeljen na nekoliko podsustava. Kao izlazni faktori postavljene su funkcijske jedinice i emisije, te otpad kao odbačeni fizički proizvod.



Slika 4. Shematski prikaz sustava LCA [7].

Sveobuhvatno prikupljanje podataka nije ni malo lagan posao, stoga se moraju prikupiti kvantitativni i kvalitativni podaci. Dok je ulazne podatke, kao što su materijal i uložena energija relativno jednostavno prikupiti, izlazni su podaci puno sofisticiraniji i složenijeg tipa koji iziskuju više truda.

4.3. Treća faza - procjena utjecaja na okoliš

Procjena utjecaja proizvoda na okoliš temeljno je polazište u trećoj fazi LCA metode. U toj se fazi nastoji pobliže prikazati koji su utjecaji proizvoda na okoliš, a podaci se pritom temelje na potrošnji resursa i ispuštanja u okoliš.

Ova faza također pruža podatke o tome koliko je proizvod štetan s obzirom na fazu života u kojoj se nalazi, te se samim time i omogućuje usporedba sa nekim drugim proizvodom.

Kao primjer možemo u obzir uzeti potrošnju motora nekog vozila, te ispitati koliko će štetu izazvati proizvod (ukoliko znamo sastojke i postotne udjele određenih kemijskih elemenata koje motor koristi kao pogonsko gorivo) kada znamo njegovu prosječnu potrošnju u razdoblju od jednoga sata. Štetu možemo mjeriti u obliku onečišćenja zraka ili pak s obzirom na sve primjetnije globalno zagrijavanje. Iako je vrlo često rezultate teško izaziti u konkretnim i točnim brojkama, koristi se približna vrijednost kao najtočnija.

Postoje nadalje dvije vrste elemenata koji se uzimaju u obzir:

a) Obvezatni elementi

Razvrstavanje i karakterizacija podataka dobivenih u drugoj fazi analize inventara životnog ciklusa (Life-cycle-inventory) pomoću konverzijskih faktora.

b) Izborni elementi

Normalizacija je izražavanje potencijalnih utjecaja na način da se mogu uspoređivati, dok grupiranje uključuje sortiranje utjecaja na okoliš.

4.4. Četvrta faza - analiza dobivenih rezultata

Iznošenje dobivenih rezultata je zadnja faza LCA postupka. Ona uključuje obrađenu analizu dobivenih rezultata, objašnjenje ograničenja i pružanje povratnih informacija na temelju obrađenih podataka u sklopu procesa [6, 7, 8, 9].

Dobivene rezultate možemo izraziti u obliku:

- Identifikacije značajnih problema koji su temeljeni na rezultatima druge faze LCI analize.

To su rezultati dobiveni analizom koji u većoj mjeri odstupaju od zadanih granica u sklopu koje je rezultat prihvatljiv. Cilj identifikacije je ostvariti strukturalni pristup prema naknadnom vrednovanju podataka i informacija.

- Vrednovanjem:

Svrha je odrediti i povećati povjerenje i pouzdanost rezultata, uzimajući u obzir značajne probleme iz prethodnog koraka. Za vrijeme vrednovanja moraju se

izložiti svi mogući podaci i informacije, te biti dostupni radi toga da se ne izostave pojedini bitni podaci koji mogu biti od ključne važnosti za cijeli projekt.

- Zaključivanje analize:

Na temelju dosadašnjih rezultata kroz proces LCA analize donose se konačni zaključci, odluke i izvještaji koji su sadržani u cilju provedene analize.

Nekoliko korisnih alata kojima je moguće provođenje LCA analize jesu: Sima Pro (Pre Consultants BV), EcoCalculator (The Athena Institute), ECO-it 1.3 (Pre Consultants BV), Gabi 4 (PE Product Engineering GmbH), LCAIT 4 (Chalmers Industriteknik Ekologik) [6,7,8,9].

5. LCC i LCA analiza na primjeru proizvoda

5.1. LCC analiza: usporedba halogenih i LED žarulja

Električna žarulja je uređaj kojim se vrši pretvaranje električne energije u svjetlosnu i toplinsku energiju. U ovoj LCC analizi kao primjer uzete su svjetlosne žarulje; točnije halogene žarulje sa žarnom niti i LED žarulje, koje su prikazane na slici 5.



Slika 5. Halogena (lijevo) i LED žarulja (desno) [11].

Unutar žarulje sa “balonom“ ispunjenom najčešće halogenim plinom jodom i bromom (mogu biti i fluor, klor i astat), zagrijava se tanka nit od volframa, budući da je to materijal sa vrlo visokom temperaturom taljenja, te podnosi visoko zagrijavanje. Žarna nit nalazi se u prostoru u kojem je prisutan halogeni plin, kako ne bi došlo do sagorijevanja žarne niti. Ako kroz nit teče električna struja, ona se zagrijava te emitira svjetlosnu energiju, a samim time i toplinsku energiju. No, s vremenom se čestice volframa raspadaju, ali umjesto da se talože na ovojnicu, tzv. halogenim ciklusom uz prisustvo halogenog plina kojim je žarulja ispunjena, vraćaju se na žarnu nit te tako produljuju vijek trajanja žarulje. Vijek trajanja halogenih žarulja je od dva do pet puta dulji od vijeka trajanja tradicionalne žarulje koje su ispunjene vakuumom, a to je glavna odlika tih žarulja u odnosu na tradicionalne [10].

Svjetleća dioda ili LED (eng. Light Emitting Diode) imaju neusporedivo dulji vijek trajanja od klasičnih žarulja. Zbog svoje konstrukcije LED žarulja vrlo je otporna na mehanička oštećenja, ne sadrži živu te se odlikuje velikom uštedom energije. LED žarulje također odlikuje

mala emisija topline, čak do 80% manje u odnosu na halogene žarulje te neusporedivo bolja ravnomjernost svjetlosti u odnosu na ostale konvencionalne izvore svjetlosti. No, i LED rasvjeta ima svoje negativne strane od kojih se naglašava još uvijek visoka početna cijena nabave, osjetljivost na toplinu te slaba horizontalna disperzija [10].

Budući da se uspoređuju različite vrste žarulja, postoji mogućnost da na prvi pogled jedna vrsta žarulje bude skuplja pri samoj kupovini, dok će svoju iskoristivost i uštedu na potrošnji električne energije ili nekog drugog faktora pokazati tek kroz svoj životni vijek. To je ujedno i razlog više za provođenje analize usporedbe određenih proizvoda.

Proces analize troškova životnog vijeka – LCC predstavlja ukupan trošak sustava rasvjete koji obuhvaća sve troškove koji mogu nastati tijekom životnog procesa proizvoda. Analiza se može primjeniti na sve sustave u kojima se koriste svjetlosne žarulje; npr. kućanski aparati, automobili i sl.

U ovom slučaju postoje dva razloga za provođenje analize proizvoda:

- Usporedba različitih sustava
- Utvrđivanje isplativije investicije

Podaci o proizvodima uzeti su sa internet stranice tvrtke Shrack Tehnick koja se bavi distribucijom i prodajom električnih komponenti pokrivajući sklopnu opremu, elektrotehničke proizvode za aplikacije u industriji i zgradarstvu, proizvode rasvjetne tehnologije, proizvode sigurnosne rasvjete te fotonaponske tehnologije. Korišten je internetski katalog proizvoda, uključujući cijenu i ostale specifikacije [11].

Uspoređuju se halogena HALOLUX 64541 i Phillips CorePro LED žarulja.

Karakteristike halogene žarulje HALOLUX 64541 jesu:

- Broj komada: 5
- Nazivni napon: 230 [V]
- Snaga: 20 W = 0.02[kw]
- Svjetlosni tok: 235 [lm]
- Životni vijek: 2 000 [h]
- Potrošnja: 0.02 [kwh]
- Potrošnja na 10 000 radnih sati:

Snaga= 0.02 [kW]

Broj sati= 10 000 [h]

$$\text{Potrošnja} = 0.02 \times 10\,000 = 200 \text{ [kWh]}$$

Slijede karakteristike Phillips CorePro LED žarulje:

- Broj komada: 5
- Nazivni napon: 230 [V]
- Snaga: 20 W = 0.02[kw]
- Svjetlosni tok: 235 [lm]
- Životni vijek: 2 000 [h]
- Potrošnja: 0.02 [kwh]
- Potrošnja na 10 000 radnih sati:

$$\text{Snaga} = 0.006 \text{ [kW]}$$

$$\text{Broj sati} = 10\,000 \text{ [h]}$$

$$\text{Potrošnja} = 0.006 \times 10\,000 = 60 \text{ [kWh]}$$

Cijena električne energije uzeta je s obzirom na trenutnu cijenu jednog kWh u Republici Hrvatskoj, uzimajući kao mjerodavnu nižu dnevnu tarifnu stavku, budući da se žarulje uglavnom koriste za vrijeme trajanja niže tarife naplate koja iznosi 0.41 kn/kWh. U konačni trošak dobiven usporedbom nije uljučen trošak za eventualnu potrebu zamjene žarulje. Računa se učinak proizvoda na 10 000 radnih sati. Usporedba vrijednosti prikazana je u tablici 4.

Korišteni parametri:	Halogena žarulja	LED žarulja
Snaga: [kW]	0,02	0,006
Broj potrebnih žarulja:	5	1
Potrošnja energije na 10 000 radnih sati: [kWh]	200	60
Životni vijek:[h]	2000	15 000
Cijena komada:	19,22	96,81
Cijena potrošene električne energije:[kn]	82	60

Tablica 4. Uspoređivane vrijednosti [11].

Ukupnu vrijednost pojedine žarulje računamo po slijedećoj formuli:

$$\text{Ukupno} = A + (B * C)$$

gdje je:

A... cijena potrošene električne energije

B... cijena jednog komada žarulje

C... broj komada

Stoga za halogenu žarulju vrijedi:

$$\text{Ukupno} = 82 + (19.22 * 5) = 178.1 \text{ kn}$$

Izračun za LED žarulju:

$$\text{Ukupno} = 60 + (96.81 * 1) = 156.81 \text{ kn}$$

Konačna razlika u cijeni:

$$\text{Konačno} = \text{Ukupno(halogena žarulja)} - \text{Ukupno (LED žarulja)}$$

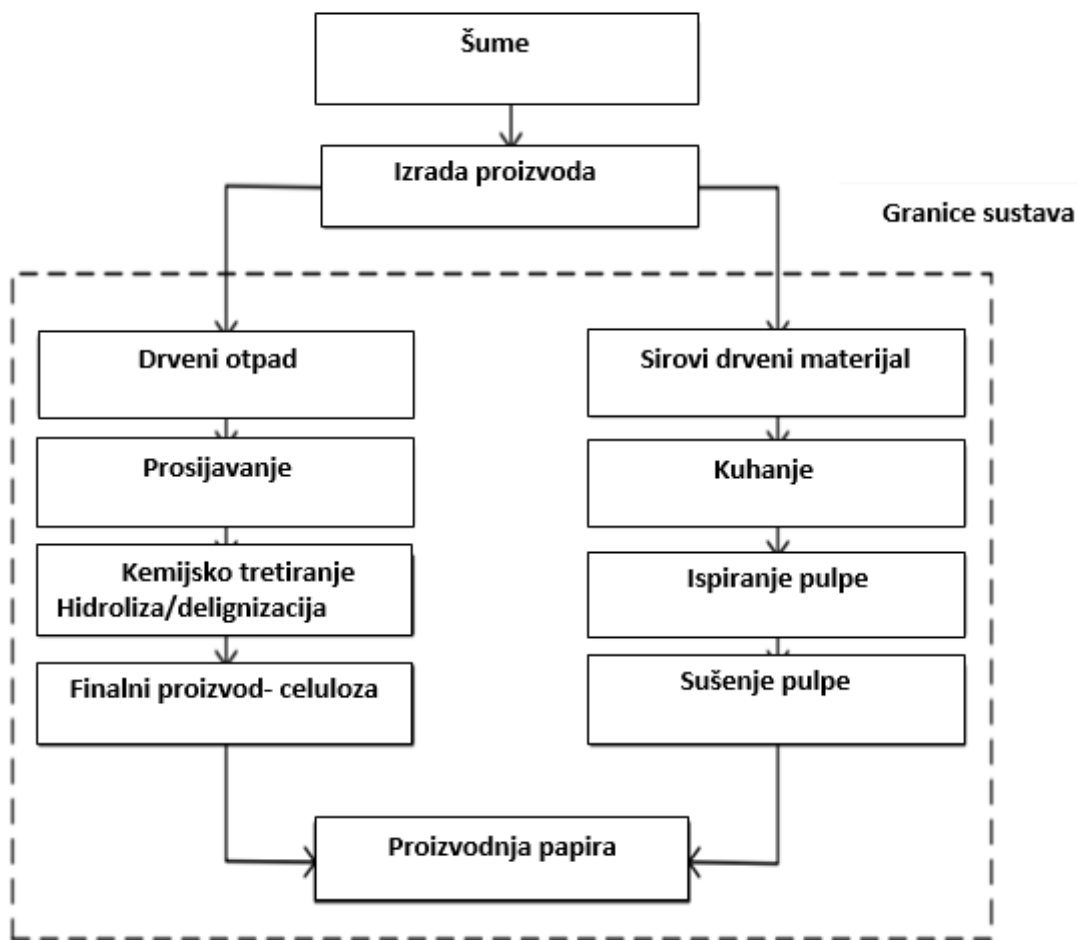
$$\text{Konačno} = 178.1 - 156.81 = 21.29 \text{ kn}$$

Iz dobivenih rezultata slijedi da je razlika u ukupnim troškovima 21.29 kn, u korist LED žarulje koja se je pokazala kao efikasnija i sigurnija investicija. Tim više što bi za 10 000 radnih sati trebali promijeniti 5 halogenih žarulja, dok bi jedna LED žarulja mogla biti u uporabi još 50% više vremena od promatranog, vidimo da je i sa aspekta ekologije LED žarulja prihvatljivije rješenje, zbog manje količine proizvedenog otpada na kraju korištenja. Na opisanom primjeru je pokazano na koji se način može provesti LCC analiza proizvoda.

Električne žarulje se u Republici Hrvatskoj kategoriziraju pod električni otpad, te je za posjednika električnog otpada zbrinjavanje besplatno. Ovlaštene tvrtke sakupljači ili njihovi ovlaštene podsakupljači preuzet će elektronički otpad od posjednika i zbrinuti ga na siguran način [14].

5.2. LCA analiza proizvodnje papira

Ova analiza provedena je na primjeru proizvodnje papira za čiju se izradu koristi drveni otpad kao primarni materijal za proizvodnju. Svrha analize je pokazati iskoristivost drvenog otpada koji se koristi za proizvodnju papira u odnosu na klasični način proizvodnje papira, te pritom na vrši nikakvu drugu funkciju. Granice sustava kojega promatramo prikazane su na slici 6. Promatrana količina proizvodnje je 1. tona papira.



Slika 6. Shematski prikaz granica sustava [15].

Temeljni materijal u proizvodnji papira je pulpa. Pulpa je vlaknasti materijal koji proizlazi iz složenih proizvodnih procesa koji uključuju kemijsku i mehaničku obradu različitih vrsta biljnog materijala. U današnje je vrijeme drvo osnova za proizvodnju oko 90% pulpe koja se koristi za izradu papira, dok ostalih 10% čine ostale biljke. Ono je jedna od najkvalitetnijih sirovina koji se koristi kao glavna komponenta u proizvodnji papira i kartona. Pulpa dobivena kemijskom obradom koristi se i za ostale primjene kao što su tekstilna industrija te u proizvodnji biogoriva.

5.2.1. Dobivanje celuloze konvencionalnim načinom kuhanja

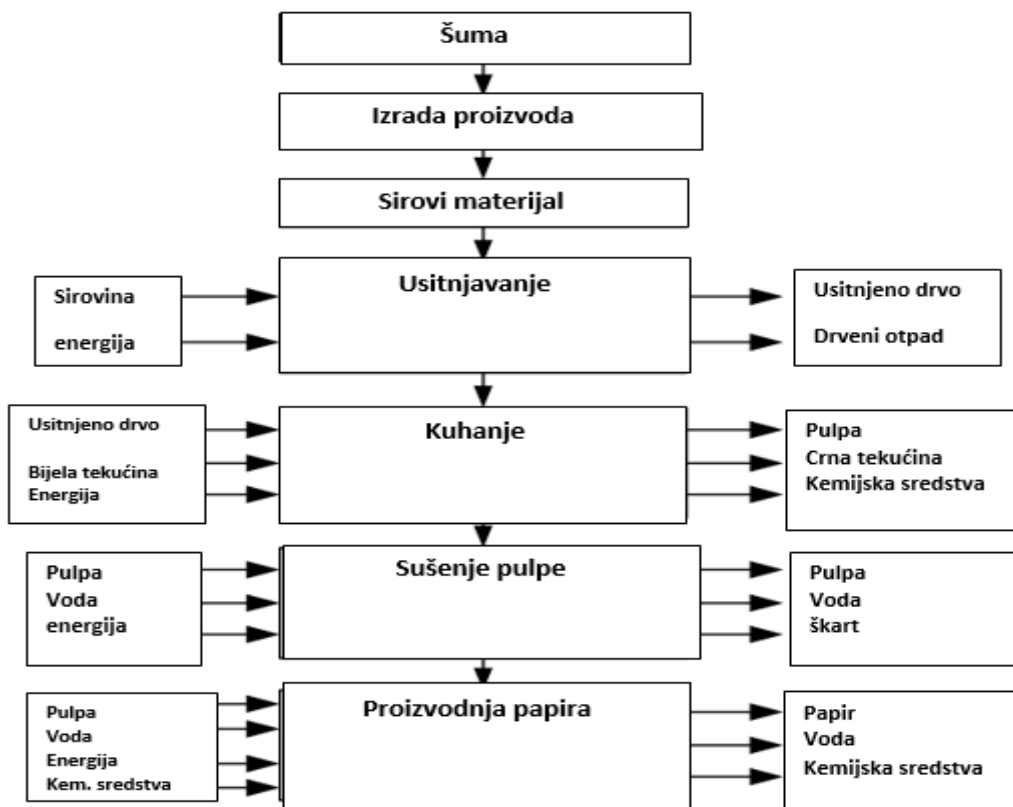
Drvo je načinjeno od celuloznih vlakana koja su zajedno zaljepljena ligninom. Da bi iz tog spoja dobili pulpu, vlakna moraju biti odvojena. Proizvodnja celuloze kuhanjem vrši se kemijskim otapanjem lignina između vlakana drva. Ovom metodom se vodena otopina koja sadrži strugotinu drva i potrebne kemikalije kuha u posudi pod tlakom koja radi neprekidno ili u prekidima – ovisno o izboru metode. Posuda se puni sa strugotinom odozgo te se dodaju potrebna kemijska sredstva. Nakon dovršetka kuhanja pritisak se smanjuje, a delignificirano tijesto se ispušta u posudu za pražnjenje.

5.2.2. Dobivanje celuloze iz drvenog otpada

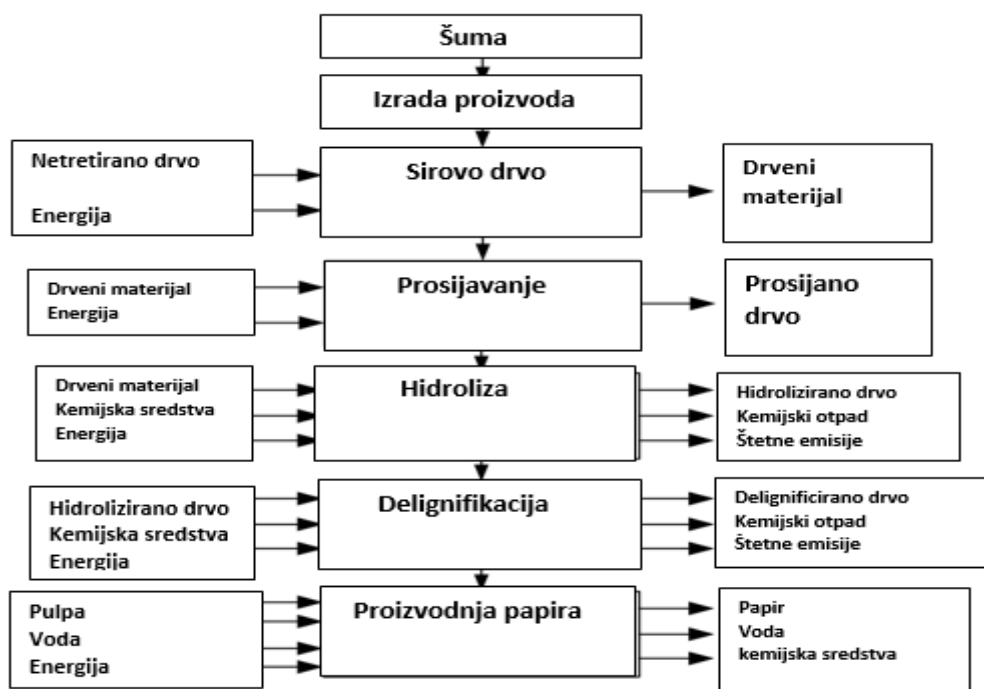
Ljepljeni drveni otpad se kemijski obrađuje sa otopinama sumporne kiseline kako bi se uklonile hemiceluloze, dok su uzastopne operacije pranja potrebne za uklanjanje celuloze. Osnovna razlika između hemiceluloze i celuloze je u tome što hemiceluloza sadrži mnogo različitih monomernih šećera, dok celuloza sadrži samo bezvodnu glukozu. Dobivena kemijska pulpa zatim se tretira s natrijevim hidroksidom za uklanjanje veziva lignina. Tada se pulpa šalje na sušenje.

5.2.3. Dobivanje papira

Dobivena pulpa se postavlja na pomičnu traku na “mokrom” kraju stroja gdje operater prati brzinu kretanja i količinu vode. Prolaskom vode i filtrata kroz tkaninu, ostaje samo mreža vlakana. Tijesto prolazi između nekoliko različitih valjaka koji istiskuju vodu i zrak iz vlakana. Tijesto koje ulazi obično sadrži oko 97% vode. Djelovanjem filtracije u kombinaciji sa usisnim sustavom postaje moguće izvući veći dio vode i oblikovati list. List potom prelazi u odjeljak za sušenje gdje se uklanja preostala količina vode iz lista. Nakon sušenja, listovi se režu i skladište nakon čega su spremni za transport. Na slikama 7. i 8. prikazan je shematski prikaz koraka dobivanja papira konvencionalnom metodom i metodom korištenja drvenog otpada. Slika 9. prikazuje ulazne i izlazne veličine pojedinih postupaka.



Slika 7. Shematski prikaz konvencionalnog načina izrade papira [15].



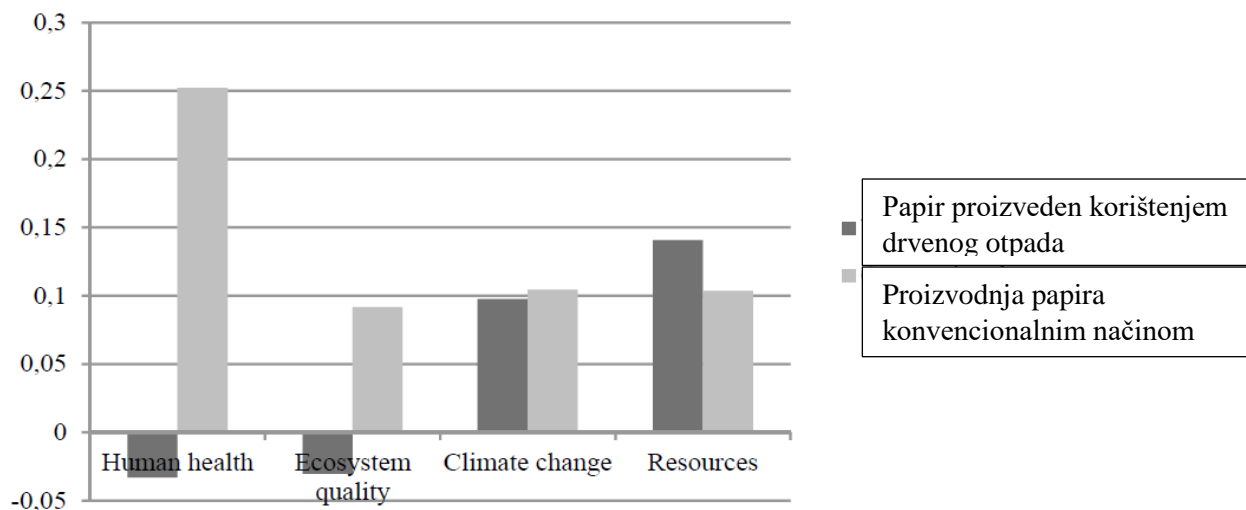
Slika 8. Shematski prikaz izrade korištenjem drvenog otpada [15].

Faza LCA analize	Ulazni podatci	Izlazni podatci	Reference	
Dobivanje materijala	Drveni otpad	1.35 ton	Drveni materijal	1.2825 ton
	Električna energija	562.45 kwh	Ostatci drva	0.0675 ton
Prosijavanje	Dobiveno drvo	1.2825 ton	Prosijano drvo	1.2504 ton
			Drvo	0.0321 ton
Hidroliza	Prosijano drvo	1.2504 ton	Hidrolizirano drvo	1.12536 ton
	Sulfidna kiselina	7182 kg	Kemijski otpad	1373.198 kg
	El.energija- zagrijavanje	487.5 kwh	Emisije plinova	215.46 kg
	El. Energija- sušenje	3.6 KWh	Organski otpad	5716.15 kg
Delignifikacija	Hidrolizirano drvo	1.12536 ton	Delignificirano drvo	1.028 ton
	Natrijev hidroksid	1080 kg	Otpadne vode	472.2 kg
	El. Energija- zagrijavanje	648.375 kwh	Emisije plinova	108 kg
Proizvodnja papira	El. Energija- sušenje	3.6 KWh	Kemijski otpad	609.52 kg
		1.028 ton	Papir	1 ton
	Celuloza	100 m ³	Voda	100 m ³
	Voda	5000 kwh	Otpad	0.028 ton

Slika 9. Ulazne i izlazne veličine za izradu papira korištenjem drvenog otpada [15].

5.2.4. Rezultati analize

Slika 10. prikazuje rezultate LCA analize na kojoj se može vidjeti kako proizvodnja papira konvencionalnim načinom kuhanja ima više negativnih utjecaja na okoliš od papira dobivenog kemijskom obradom drvenog otpada. Utjecaji povezani s klimatskim promjenama i resursima predstavljaju problem kod obje vrste papira. S druge strane, papir dobiven obradom drvenog otpada je povoljniji u smislu kvalitete ekosustava i ljudskog zdravlja. Vidljiva je velika razlika između utjecaja na okoliš koji je negativan za konvencionalan papir i pozitivan za papir iz otpada za kategoriju ljudskog zdravlja [15].



Slika 10. Utjecaj proizvodnje papira iz drvenog otpada i proizvodnja konvencionalnim načinom na ljudsko zdravlje, kvalitetu ekosustava, klimatske promjene i resurse [15].

6. Zaključak

Obzirom da se čovječanstvo u današnje vrijeme suočava sa sve izraženijim problemom onečišćenja okoliša, metode poput LCA i LCC analize, svakako su koristan alat kojim se nastoji predvidjeti nepovoljan rezultat plasiranja nekog proizvoda na tržište te tako suzbiti nepotrebno iskorištavanje sirovina, kao i ulaganje financijskih sredstava u neki projekt koji vjerovatno nikada neće zaživjeti.

U svakoj se analizi koristi velik broj podataka koji su potrebni za pravilno izvođenje, te je zbog toga vrlo teško dobiti rezultate koje možemo sa sigurnošću prihvatiti kao točne i sigurne smjernice za planiranje daljnjeg poslovanja i planiranja proizvodnje. No, budući da ekologija svakim danom postaje sve bitniji faktor u životu ljudi, za pretpostaviti je da će se metode i dalje razvijati, te da će se samim time ovakvi alati poboljšavati i unaprjeđivati, s ciljem poboljšanja kvalitete analize.

7. Korištena literatura

1. Wikipedia; Naslov članka: Proizvod; S interneta: URL: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Proizvod>, pristup stranici 3.6.2018.
2. Previšić, Jozo; Ozretić Došen, Đurdana ; Međunarodni marketing, MASMEDIA, Zagreb,1999.god.
3. Pehar, Sara; “ Životni ciklus proizvoda“; Završni rad; Požega, 2017.godine
4. Mohan, Archana; “ Life Cycle Costing: Meaning,Characteristics and Everything Else; S interneta; URL: <http://www.accountingnotes.net>; pristup stranici 1.6.2018.
5. Selan, Dizi; “ Javna dobra i eksternalije“ ; Diplomski rad; Rijeka, 2013.godine
6. Life-cycle assesment, Wikipedia, S interneta, URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Life-cycle_assesment#Life_cycle_inventory, Pristup stranici: 1.6.2018.
7. Belošević, Dario; “ LCA analiza staklene boce“; Završni rad; Varaždin, 2015.godine
8. Pinturić, Davor ; “ Procjena utjecaja životnog ciklusa proizvoda na okoliš“; Diplomski rad; Zagreb, 2015.godine
9. Čorluka, Željko; “ Utjecaj životnog vijeka proizvoda na okoliš“; Završni rad; Zagreb, 2010.godine
10. Art- rasvjeta, S interneta: URL: <https://art-rasvjeta.hr/rasvjeta-savjeti/svjetlost/sto-je-halogen-zarulja>, pristup stranici: 1.6.2018.
11. Halogeni izvori svjetla, Shrack techink, S interneta, URL: <https://www.schrack.hr> , pristup stranici: 1.6.2018.
12. Kruz, Velimir; “ Tehnička fizika za tehničke škole“, “Školska knjiga“ Zagreb, 1969.godine
13. Umjetni izvori svjetla; Wikipedia, S interneta: URL: https://hr.wikipedia.org/wiki/Umjetni_izvori_svjetla; pristup stranici 10.6.2018.
14. Gospodarenje otpadom, Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, s interneta URL: <http://www.fzoeu.hr>, pristup stranici 13.6.2018.
15. M`hamdi;Asmae Ismaili, Kandri; Noureddine Idrissi, International Scientific Conference , “ Environmental And Climatit Technologies“, Connect 2017. s interneta: URL: <https://www.sciencedirect.com>, pristup stranici: 13.6.2018.
16. Životni vijek proizvoda, Seminarski-diplomski, s interneta URL: <http://www.seminarski-diplomski.co.rs>, pristup stranici 1.6.2018.
17. Prikaz LCA proces kroz faze, S interneta URL: <https://www.oneclicklca.com>, pristup stranici 1.6.2018.

18. Ismaili M'hamdi A, Idrissi Kandri N, Zerouale A, Gusca J, Blumberga D. Treatment and physicochemical characterization of red wood sawdust .
19. SimaPro. Ecoinvent inventory database. Simapro software. Pre Consultants, Amersfoort; 2007.