

Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

RENATA MARINIĆ

EKOLOŠKA VALORIZACIJA  
OFSETNOG TISKA KROZ ŽIVOTNI  
CIKLUS PROIZVODA

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Doc. dr. sc. Igor Majnarić

Student:

Renata Marinić

Zagreb, 2013

## **SAŽETAK**

Sirovina koja je potrebna za proizvodnju dolazi iz naše okoline. Međutim, nakon njene proizvodnje i uporabe kao nova sirovina (u izmjenjenom obliku) ponovo se vraća u okolinu. Opisani ciklus se još naziva od „kolijevke do groba“.

Procjena životnog ciklusa kao analitički „alat“ služi za postizanje čišće tehnologije prema načelima održivog razvoja. Pomoću ove analize radi se procjena utjecaja na okoliš svih faza i podfaza životnog ciklusa. Upravljanje životnim ciklusom proizvoda započinje analizom problema vezanih u svim fazama grafičke proizvodnje. Tada se analiziraju ključni problemi. Na bazi metode procjene životnog ciklusa, promatran je jedan grafički proizvod - papirnata vrećica i to od ulaza materijala do izlaza gotovog proizvoda primjenjujući načela i kriterije ISO standarda. Pritom je dan fokus na zbrinjavanju otpada, odnosno materijala koji se vraća u okoliš. U ovom radu prikazana je ekološka valorizacija ofsetnog tiska. Cilj je ekološka osviještenost iz koje proizlazi smanjenje onečišćenja odnosno odgovorno ponašanje prema okolišu.

**Ključne riječi:** Procjena životnog ciklusa, okoliš, ofsetni tisk, ISO standardi, otpad

## **ABSTRACT**

These papers are presenting a LCA (Life Cycle Assessment) as an analytic tool for creating a cleaner technology due to norms of sustainable development. With this analysis it is possible to make a prediction on how every phase and sub phase can influence on environment. Through this paper it is shown a LCA method that able a possibility to have an overview of the product life cycle and furthermore to see occurred problem. Then when a problem is located, it is crucial to go through analyze a problem in specific phase. This is a moment when a management of product life cycle starts. After that chapter related to the LCA method, it is analyzed a chosen product in a printing company from material inputs to product outputs and materials that are returning to the environment by using those norms and criteria's of ISO standards. The main point of view is taking care of waste or materials that are finishing back to the environment. With this work, an ecological valorization of offset print through a product life cycle is shown in two ways that has the same cause. The goal is to create ecological awareness that comes from reduction of pollution or we can say with adequate to environment.

Raw materials needed for the product production comes from environment and even after production and stage of usage of that product, the same raw material transferred in other form is refunding back to the environment. Described cycle is called "cradle to grave".

**Key words:** Life Cycle Assessment (LCA), environment, offset, ISO standards, waste

## **SADRŽAJ**

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO .....	2
2.1. Analiza i obilježja životnog ciklusa proizvoda.....	2
2.1.1. Pojmovno određenje životnog ciklusa .....	2
2.1.1. Povijesni razvoj životnog ciklusa proizvoda .....	5
2.1.1. Faze životnog ciklusa .....	6
2.1.1. Prednosti i nedostaci životnog ciklusa .....	8
2.1.1. Određivanje utjecaja na okoliš.....	9
2.2. Upravljanje kvalitetom .....	11
2.2.1. Definiranje kvalitete grafičkog proizvoda .....	11
2.2.2. Kontrola kvalitete grafičkog proizvoda .....	12
2.2.3. Definicija i ciljevi .....	13
2.2.4. Norma ISO 9001 .....	14
2.2.5. Norma ISO 14001 .....	14
2.3. Ekološki aspekti ofsetnog tiska .....	19
2.3.1. Prikaz LCA analiza proizvodnje knjige .....	26
2.3.2. Opća metodologija .....	28
2.3.3. Proizvodnja papira .....	29
2.3.4. Proizvodnja ofsetne boje .....	39
2.3.5. Distribucija proizvoda.....	42
3. EKSPERIMENTALNI DIO - IZRAČUN ŽIVOTNOG CIKLUSA PROIZVODA.....	44
3.1 Značajna obilježja tiskare Grafing.....	44
3.2. Metodologija i hipoteze istraživanja.....	47
3.3. Praćenje životnog ciklusa papirnate vrećice .....	47
3.3.1. Rezultati istraživanja papirnate vrećice .....	58

ZAKLJUČAK.....	62
LITERATURA .....	64

## **1. UVOD**

U današnjem svijetu jedan od najvećih problema je propadanje pojedinih ekosustava, koji nažalost loše utječu na stanje drugih sustava. Čovjek intenzivno iscrpljuje prirodna bogatstva čime dovodi u pitanje i vlastitu budućnost. Upravo zbog tih razloga povećava se interes za zaštitu okoliša i ekološku osviještenost zajedno sa negativnim utjecajima na proizvodnju i okolinu. Da bi se omogućio pregled učinaka stvoren je „alat“ nazvan Procjena životnog ciklusa (LCA). LCA analiza omoguće pregled životnog ciklusa proizvoda i otkrivanje problema u određenim proizvodnim fazama. U analizu ulaze podaci procesa od ulaznih sirovina pa do konačnog odlaganja gotovo proizvoda. Za analizu su ključne komponente definiranja cilja, analiza, ocjenjivanje i objašnjenje rezultata. Korištenjem zaključaka izvedenih na temelju analize, identifikacije i procjene postoji mogućnost smanjenja ekološkog utjecaja životnog ciklusa proizvoda. Alat se može koristiti u svrhu preporuke za donošenje boljih odluka vezane uz planiranje i politiku poslovanja grafičke tvrtke.

Uz LCA pozitivan utjecaj na rad i okoliš analizu mogu se imati ISO standardi. ISO (International Organization for Standardisation) je najpoznatija međunarodna organizacija za normizaciju koja prihvaca brigu o svjetskim normama. Normizacija omogućuje zadovoljstvo kupnje kvalitetnog proizvoda i time sprečava izradu nekvalitetnog proizvoda zajedno sa smanjenjem ekonomskog rizika. Norme brišu granice, štite zemlje koje su u razvoju i štite jedinstveno svjetsko tržiste. Širenje i prihvaćanje najnovijih tehničkih i tehnoloških znanja podrazumijeva brz razvoj svjetskog komunikacijskog sustava. Bitna norma za ljudski rod je upravo zatvaranje ekološkog planetarnog sustava. Striktna primjena ekoloških normi smanjuje, odnosno odgađa neizbjježnu ekološku katastrofu.

U ovom radu uzet je u obzir samo offset tisk i njegov utjecaj na okolinu. Pritom su korišteni LCA analiza, ISO standardi i FSC certifikati koji su vezani za proizvodnju osnovnih sirovina utrošenih energetika, potrošnje vode i zbrinjavanje proizvoda. Osnovni ciljevi gospodarenja sa otpadom su: izbjegavanje i smanjivanje nastajanja otpada, sprečavanje nekontroliranog postupanja, iskorištavanje vrijednih svojstava otpada, zbrinjavanje otpada na propisan način i sanacija otpadom onečišćenog okoliša.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Analiza i obilježja životnog ciklusa proizvoda

Zbog povećanog interesa u zaštiti okoliša i povećane svijesti o negativnim utjecajima procesa proizvodnje, razvijeno je nekoliko metoda. U tu svrhu razvila se tehnika koja se naziva Procjena životnog ciklusa (LCA).

#### 2.2.1. Pojmovno određenje životnog ciklusa

LCA je analitički alat industrijske ekologije koji predstavlja sustavni pregled na lokalnih, regionalnih i globalnih tokova koji su povezani s grafičkim proizvodima, proizvodnjom, procesima, te industrijskim i gospodarskim sektorima. LCA koristi sve više profesionalaca jer omogućuje sveobuhvatnu analizu okoline te posljedice proizvodnje kroz cijeli životni ciklus. U tom slučaju analiziraju se problematične faze i nakon čega što utječe na njih. Nakon LCA analize govorimo o upravljanju životnim ciklusom proizvoda (LCM=Life Cycle Management). LCA analiza nam koristi za procjenjivanje, a LCM analiza za upravljanje životnim ciklusom. [1]

Osim što se pomoću LCA metode nalaze najprihvatljivija ekološka rješenja, dobro se koristi i u marketinške svrhe. Koncept životnog ciklusa je jedan od najstarijih marketinških koncepata, koji je često predmet rasprave marketinških stručnjaka u praksi i znanosti.

LCA se sastoji od četiri ključne komponente: [2]

- a) definiranje cilja
- b) analiza
- c) ocjenjivanje
- d) objašnjenje dobivenih rezultata.

Proizvod se treba definirati i opisati kako bi se odredile smjernice pomoću kojih se lakše radi procjena. Odmah na početku, proizvod treba detaljno preispitivati. Potrebno je navesti zbog kojih razloga se radi LCA analiza, te koji je njezin krajnji cilj. Pritom treba imati točne rezultate analize kako bi se dalje mogao rješavati problem. U analizu ulaze podaci procesa kroz koji proizvod prolaze. Prilikom analize potrebno je postaviti granice sustava do kojih se analizira proizvod i granice sustava su postavljene tako da je kao ulazi i izlazi navode samo oni koji su važni za proizvod. Ne koriste se resursi koji minimalno utječu na rezultate. U istraživanju je dobro odrediti granicu do koje ide samo istraživanje. Izbor granice ovisi o troškovima, kvaliteti i dostupnosti podataka, o cilju analize, svrsi korištenja i samim korisnicima. [3]

Pri postavljanju granica potrebno je uzeti u obzir sljedeće čimbenike:

- nabavu sirovine
- ulazi i izlazi proizvoda
- uporaba energenata
- transport
- recikliranje otpada
- recikliranje proizvoda.

Definira se i kvantificira energija, voda i materijali koji su potrebni za nastanak proizvoda. Nažalost oni su ujedno i zaslužni za onečišćenja koja nastaju. To mogu biti: razne emisije u zraku, vodi i zemlji, ali i nastajanje otpada. U proizvodnji postoji nekoliko faza kroz koje proizvod mora proći. U tom trenutku pripisuju se utjecaji na okolinu pri izvođenju pojedinog procesa. To predstavlja problem jer ga je nemoguće odrediti za svaki proizvod. Postoje razne kategorije utjecaja na okolinu. One su povezane s ranijim fazama u životnog ciklusa proizvoda što će olakšati analizu. Podaci o proizvodnji proizvoda se mogu skupljati ili mogu biti izračunate. Samim time oni mogu nastati i procijenjivanjem, mjerjenjem ili izračunavanjem različitih veličina.

Zahtjevi za kvalitetom prikupljenih podataka obuhvaćaju: [4]

- vremenske okvire (podrazumijeva starost prikupljenih podataka)

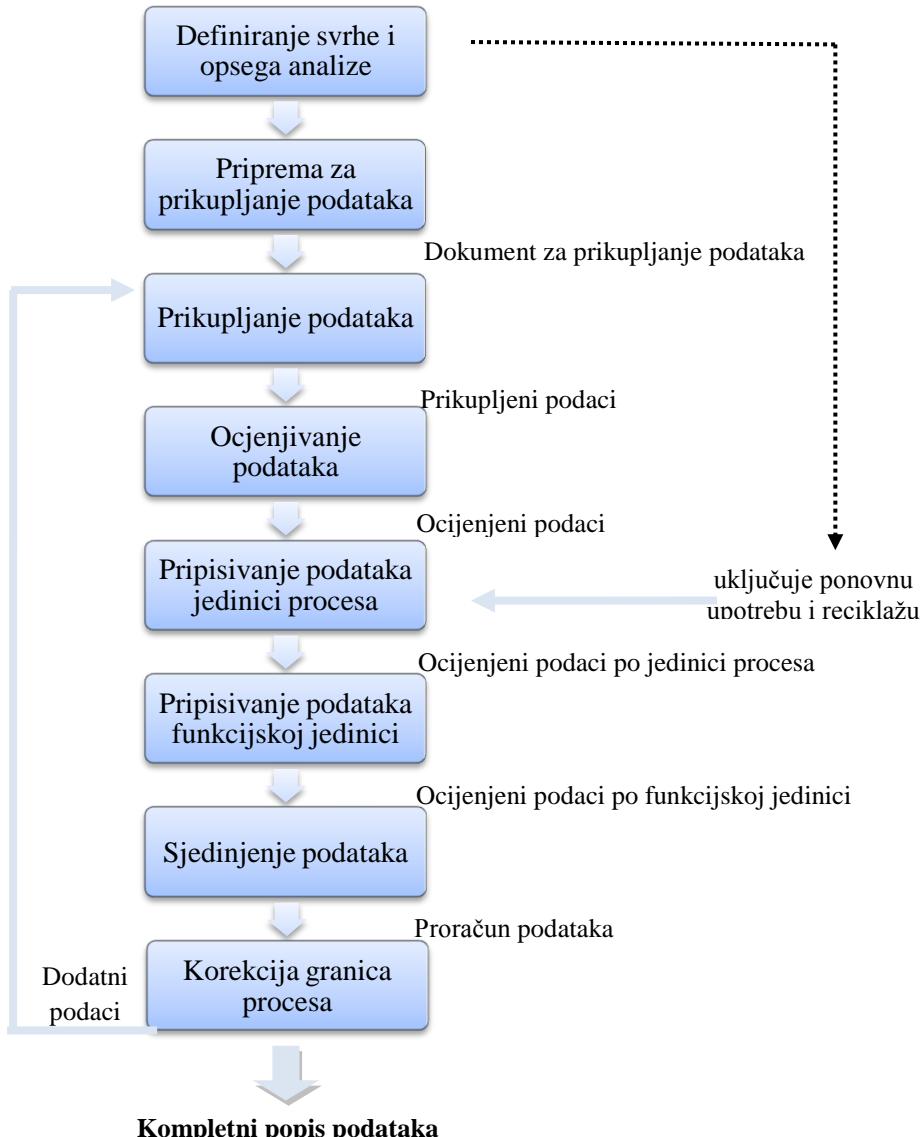
- geografsko područje na kojem su prikupljeni podaci
- preciznost podataka
- kompletност prikupljenih podataka u postotku
- procjena koliko kvalitetno prikupljeni podaci opisuju promatrani proizvod
- točnost podataka (kako su podaci prikupljeni).

Upravo kvalitetno prikupljanje podataka oduzima najviše vremena u LCA analizi. Zato se primjenjuje postojeća baza podataka koja će olakšati i ubrzati proces. U bazi podataka već postoje podaci koji su dobiveni na temelju već provedenih analiza te se mogu koristiti ako su kompatibilni sa promatranim procesom. Podaci isto tako mogu biti prikupljeni iz literature, znanstvenih radova i već postojećih izvještaja. Izmjereni i izračunati podaci su najtočniji. Da bi se mogao izvesti izračun podataka potrebno je prikupiti dovoljno podataka kako bi došli do ukupnog izračuna ulaznih ili izlaznih veličina.

U praksi LCA metoda je vrlo zahtjevna. Razlog tome je složeno prikupljene dokumentacije potrebno znanje za rukovođenje informatičkim sustavom. Ukoliko se želi potrošiti manje vremena i finansijski rezultati će biti nepouzdani. To ne znači da u suprotnom ako se potroši izuzetno puno vremena i novaca da dobit ćemo pouzdanije podatke. Najviše problema zadaje mjerjenje ekoloških utjecaja jer oni mogu biti izravni ili neizravni.

U nekim situacijama je nemoguće odrediti ekološke utjecaje koji su povezani sa proizvodom. Zatomoramo identificirati dodatne utjecaje koji su indirektno povezani sa proizvodom. Upravo zbog tih razloga LCA metoda se izbjegava jer je njome nemoguće pokazati željene rezultate. Razlog tome je što postoje mnoge alternative između proizvoda i procesa, te ne postoji jedinstveni pokazatelj u pokazivanju ekoloških šteta. Zato se proizvođači i potrošači ne mogu pouzdati u LCA metodu, što opet ne sprječava da se primjene druge zakonske metode. [5]

Na slici 1 prikazano je provođenje faze i prikupljanje podataka u određenim granicama sustava. To uključuje određivanje jedinica procesa koje su veza između procesa i izmjene energije s okolišem, odnosno veličina o kojoj ovisi ta izmjena.



*Slika 1: Postupak provođenja faze prikupljanja i analiza podataka*

Izvor: Dawson K., (2006). *Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guideline*, Geneva, str.11

### 2.1.2. Povijesni razvoj životnog ciklusa proizvoda

LCA analiza pojavljuje se 1963. godine u SAD-u. Do 1990. godine ova metoda razvijala se i primjenjivala u raznim institucijama koje su raznim metodama dolazile do podataka koji su bili iskazani nekompatibilnim jedinicama.

Prve analize rađene su za poduzeće *Coca-Cola* u svrhu procjene ekološkog utjecaja ambalaže. Tada je ta metoda bila poznata kao REPA (*Resource and Environmental Profile Analysis*) a cilj analize je smanjenje potrošnje energije i materijala, kao i uspješnija reciklaža otpada. Tada se u Europi razvijala slična metoda zvana *Ecobalance*. Kasnije su se razvijali raznorazni protokoli koji su sadržali niz pretpostavki koje će od strane EPA (*Environmental Protection Agency*) agencije za zaštitu okoliša vlade SAD-a. Primarni cilj bio je ušteda energije i smanjenje emisije stakleničkih plinova, te poticanje korištenja proizvoda koji štede energiju. Naravno toče se kasnije pokazati kao ključan razlog nastajanja najboljih i najtočnijih rezultata. Već početkom 80-tih godina provodi se LCA analiza na ambalaži u nekim Europskim zemljama. Rezultati su bili nepouzdani zbog različitih podataka koji su se teško dali usporediti.

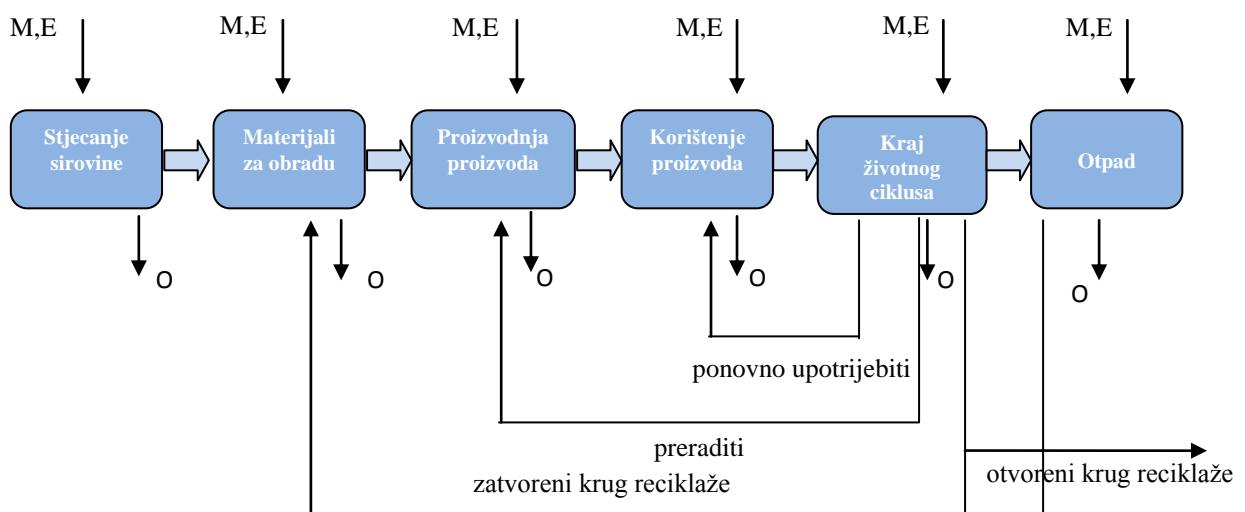
Nakon 1990. godine na konferenciji SETAC (*Međunarodno udruženje kemičara i toksikologije*) došlo je do sjedinjenja različitih analiza, Na konferenciji SETAC 1992. godine, stvaraju se smjernice za provođenje LCA analize, te je konačno 1997. godine izdan standard ISO 14041, 14042, 14043. Niz autora objavio je principe, iskustva, metodologije i postupke ove metode, uključujući i sisteme za ostvarivanje ove analize. Danas, raste interes za LCA, te je ona predstavlja bolju sistematizaciju za pristup razvoju metodologije za procjenu životnog ciklusa proizvoda. [6]

#### 2.1.3. Faze životnog ciklusa

LCA uspostavlja ekološki profil proizvodnog sustava razjašnjavanjem okolišnih aspekata (npr. potrošnja energije, potrošnje materijala i čvrstog otpada) povezanih s proizvodnim sustavom. Tada se takvi rezultati koriste za procjenu ekoloških i ljudskih utjecaja. LCA procjenjuje utjecaj na okoliš prema sljedećim glavnim fazama životnog ciklusa:

- 1.nabava sirovine ili stjecanje sirovine
- 2.materijali za obradu
- 3.proizvodnja proizvoda
- 4.korištenje proizvoda, održavanje i obnova
5. završno pozicioniranje, kraj životnog ciklusa.

Ove faze se mogu podijeliti u podfaze. Kao podfaza najčešće se koristi nabava materijala za proizvodnju (rudarstvo, bušenje za naftu, žetva) te obrada materijala (taljenje, polimerizacija). Sama proizvodnja može biti podijeljena nadviše dodatne podkomponente: izrada procesa i sustav montaže. Ulaz (npr. resursa i energije) i izlaz (npr. proizvoda, emisije i otpad) proizašli iz svake faze životnog ciklusa i interakcije između svakopojedine faze (npr. prijevoz). [1] Generički sustav proizvoda sa otvorenim i zatvorenim krugom reciklaže vidljiv je na slici 2.



M,E Ulaz materijala i energije u proces i njihova distribucija

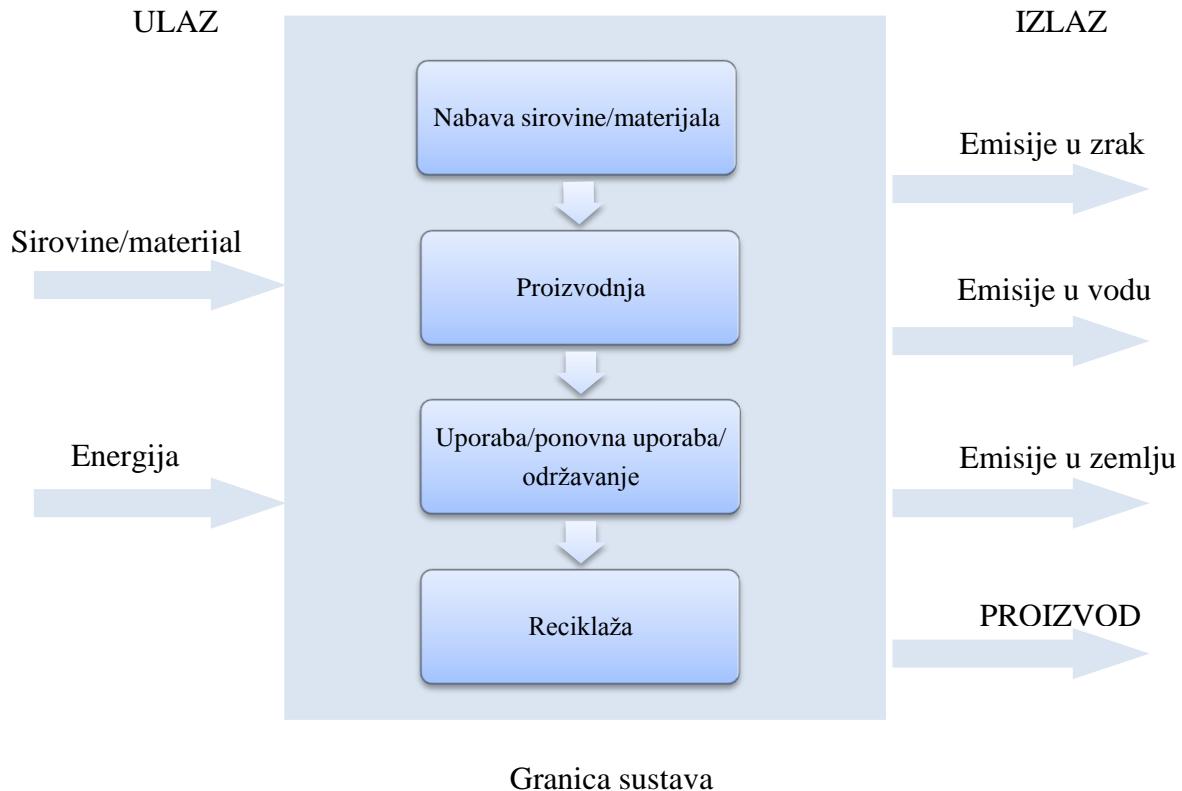
O Otpad (plinoviti, tekući, kruti)

→ Izlazi iz proizvoda, procesa i distribucije

Slika 2: Generički sustav proizvoda

Izvor: Kozak G., (2003). *Printes scholarly books and e-book redaing devices: A comparative life cycle assessment of two book options*, Michigan: University of Michigan, str. 11

Ciklus počinje vađenjem sirovine koja je potrebna (dolazi iz okoliša te završava kao materijal koji se vraća u okoliš). Takav ciklus se naziva od “kolijevke do groba”. Sve faze su međusobno povezane, što znači ako se utječe na jednu fazu to će djelovatina ostale faze. Prikaz faze životnog ciklusa najbolje je prikazano na slici 3. gdje se jasno vide granice između svih sustava.



*Slika 3: Faze životnog ciklusa sa pripadajućim ulaznim i izlaznim tokovima*

#### 2.1.4. Prednosti i nedostaci životnog ciklusa

Za tvrtke je danas vrlo važna ekonomičnost. Pritom mislimo na samu proizvodnju, ali i na organizaciju poslovanja.

Kao glavne prednosti LCA pristupa mogu se uočiti:

1. Mogućnosti poboljšanja ekoloških vrijednosti proizvoda u svakom identificiranom trenutku njihovog životnog ciklusa.
2. Mogućnost usporedbe rezultata različitih sustava proizvodnje uz uvjet da su prepostavke i sadržaj svakog istraživanja jednake.
3. LCA modeli imaju potencijal za razotkrivanje nepredvidivih situacija.
4. Olakšavaju razumijevanje složenih odnosa što se očituje kada se ispituje tehnologija u razvoju (kao što su elektronički uređaji za očitavanje).

Iako je od strane brojnih profesionalaca LCA sustav smatran kao iznimno snažan istraživački alat, kritičari iznose određene nedostatke. To su:

1. Poteškoće u dobivanju preciznih podataka. Potpuna preciznost podataka je ograničena (determinirana) od strane dostupnosti relevantnih podataka i podataka o kvaliteti.
2. Vremensko ograničenje i ograničenje resursa smanjuju mogućnost potpune sveobuhvatnosti i potpunosti LCA-a metode. S obzirom na navedeno, trenutačna studija je utemeljena upravo na vremenskom okviru i brojnim drugim čimbenicima određenog projekta. Vrijeme koje je potrebno za analizu proizvoda najčešće premašuje vrijeme razvoja samog proizvoda.
3. U konačnici donesene odluke i pretpostavke LCA (npr. postavljanje ograničenja istraživanja i rezultati izraženi kroz LCA interpretaciju) su često subjektivne naravi.
4. Troškovi mogu biti preveliki i mogu se primijetiti najviše kod malih poduzeća.
5. Osobe koje donose odluku na temelju analize često ne posjeduju stručnog znanja iz područja ekologije.

#### 2.1.5. Određivanje utjecaja na okoliš

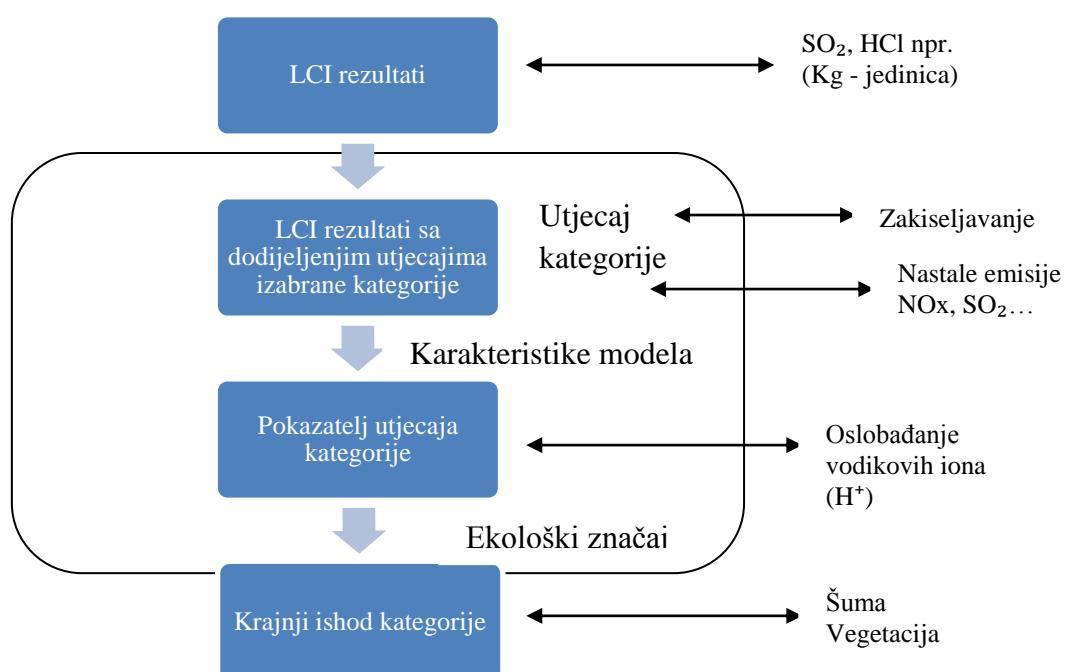
Jedna od bitnih faza životnog ciklusa je ocjenjivanje utjecaja životnog ciklusa. To se kraće naziva LCIA (Life Cycle Impact Assessment). Cilj LCIA je ispitivanje sistema proizvoda sa ekološkog gledišta uz primjenu LCI rezultata. Struktura faze LCIA se sastoji od nekoliko elemenata na temelju kojih se LCI rezultati mijenjaju. Koriste se podaci dobiveni analizom potrošnje resursa i emisija u okolišu dobivenih u prethodnoj fazi. Pod utjecajem se podrazumijeva i osiromašenje prirodnih resursa. LCIA je samo jedan dio ukupne studije LCA i mora se koordinirati sa drugim fazama LCA. Tako se povezuje proizvod (proces) i njihov utjecaj na okoliš. Ovisno o autorima procedura vođenja LCIA može se podijeliti u sedam glavnih koraka.

Prvi korak je izbor i definiranje kategorije utjecanja, te će kao takve biti promatrane kao dio LCA analize. Ovaj korak bi se trebao raditi u paralelno saprvom fazom analize u

kojoj se definira svrha i opseg analize. Time se olakšava prikupljanje podataka. Utjecaji se definira kao posljedice ulaznih i izlaznih tokova, odnosno izlaza i ulaza.

Kategorije utjecaja su negativno djelovanje na ljudsko zdravlje, biljni i životinjski svijet. Takvi utjecaji se dijele u tri kategorije: ljudsko zdravlje, zdravlje eko-sustava i osiromašenje izvora resursa.

Jedan dobar primjer kategorije može biti zakiseljavanje tla i globalno zatopljenje. Na slici 4 je prikazana odabrana kategorija zakiseljavanje tla, te njen utjecaj na okoliš.



Slika 4: Primjer koncepta pokazatelja odabrane kategorije

Izvor: Dawson K., (2006). *Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guideline*, Geneva,str. 21

Procjena životnog ciklusa proizvoda i procesa propisana je ISO normom 14044-2006. Tablica 1 daje primjere izraza korištenih u tom standardu. Važnost zaštite okoliša obuhvaća kvalitetnu procjenu stupnja povezanosti između rezultata utjecaja kategorije i krajnje točke ishoda.

Tablica 1: Primjeri najčešćih izraza koji se koriste u LCA

POJAM	PRIMJER
Utjecaj kategorije	Klimatske promjene
LCI rezultati	Količina emisije stakleničkih plinova po funkcijskoj jedinici
Karakteristike modela	Osnovni model međuvladinog odbora za klimatske promjene
Pokazatelj utjecaja kategorije	Infracrvene emisije (W/m <sup>2</sup> )
Svojstva utjecaja	Potencijal globalno zatopljenje (GWP <sub>100</sub> <sup>1</sup> ) za svaki staklenički plin (kg CO <sub>2</sub> - ekvivalent/kg plin)
Rezultat utjecaja kategorije	Rezultat je emisija CO <sub>2</sub> u kg – ekvivalent po funkcijskoj jedinici
Ishod (krajnja točka) kategorije	Koraljni greben, usjevi, šume
Važnost zaštite okoliša	Neki plinovi apsorbiraju pa emitiraju infracrveno zračenje sa istim valnim duljinama kao drugi staklenički plinovi. Nemoguće je odrediti doprinos pojedinog plina na staklenički utjecaj. Rezultat nazočnosti stakleničkih plinova je podignuta temperatura atmosfere, zbog čega je taj učinak odgovoran za održavanje života na Zemlji.

## 2.2. Upravljanje kvalitetom

### 2.2.1. Definiranje kvalitete grafičkog proizvoda

Kvaliteta je mjera odnosno pokazatelj iznosa uporabne vrijednosti nekog proizvoda kako bi se zadovoljila točno određene potrebe kupca. Kad se taj proizvod pronađe u društvenom procesu razmjene (na određenom mjestu i u određenom trenutku) može se reći da je to roba. Zbog sve veće konkurenциje među isporučiteljima kupac zahtjeva proizvod bez greške. Kvaliteta se mora preventivno osigurati konstantnim praćenjem samog nastanka proizvoda. Jasno je da se mora postaviti sustav osiguranja kvalitete kako bi se ostvario kvalitetan proizvod. Zato se uvođenjem certifikacija ISO 9001 ostvaruje konkurentna prednost koja služi i kao marketinški instrument. Zadovoljenje kupca postaje mjera za kvalitetu, te postaje najvažniji ljudski resurs. Više nije dovoljno samo zadovoljiti kupca sa kvalitetom proizvoda već je potrebno zajedničko planiranje i

<sup>1</sup> Global Warming Potentia: međunarodne kratice za potencijal na području globalnog zagrijavanja, te oštećivanja ozonskog omotača

praćenje zahtjeva kupca u pogledu kvalitete ali i povezivanje poduzeća u jedinstven proces nastanka samog proizvoda. Samo pomoću dokumentiranog i certificiranog sustava upravljanja kvalitetom može se postići povjerenje između kupca i proizvođača. [8]

### 2.2.2. Kontrola kvalitete grafičkog proizvoda

Lošija kvaliteta znači potencijalni izvor materijalnih gubitaka, onečišćivanje atmosfere, uništenje ozonskog zaštitnog sloja, eksperimentiranje sa genetikom i nuklearnom energijom. Zbog toga je došlo do definiranja vanjske kontrole kvalitete. Osim vanjske kvalitete postoji i unutarnja koju provodi sam proizvođač. [9]

Zahvaljujući normi ISO 9001 unutarnja kontrolna kvaliteta prerasta u integralni sustav za osiguranje i upravljanje kvalitetom. U svakoj grafičkoj tvrtki koja posjeduje certifikat postoji menadžer kvalitete koji je ujedno i savjetnik direktoru vezano za pitanja o kvaliteti. Takva djelatnost podrazumijeva sve od ugovaranja, razvoja, financiranja, školovanja, praćenja troškova pa sve do ispunjavanja sigurnosnih i ekoloških normi koji su vezani uz kvalitetu.

Prema postojećim trendovima razvoja sljedeća faza u razvoju je totalno upravljanje kvalitetom (TQM=Total Quality Management). To uključuje potpuno ovladavanje problematikom kvalitete za svakog tko se bavi proizvodnjom. Pošto se i TQM i ISO standardi povezuju sa kvalitetom važno je istaknuti bitne razlike između ta dva pojma. ISO standardi uklanjuju nekvalitetni proizvod, dok TQM ima zadatak unaprijediti kvalitetu iznad očekivanja kupaca. Rezultati TQM-a su veće zadovoljstvo kupaca, manje škarta, veća proizvodnja, manji troškovi i veća profitabilnost.

Trenutno postoje dva osnovna oblika vanjske kontrole: direktna i indirektna kontrola. Direktna kontrola se izvodi odmah te daje mogućnost ispravka greške prije nego što bude vidljiva prema kupcima. Podrazumijeva uvjek svjesno nametnute propise i zakone, te ujedno stvara zaštitu od lošije kvalitete. U tu vrstu vanjske kontrole izvode se stalne povratne informacije od strane korisnika. One govore o kvaliteti proizvoda,

normama i drugim zakonskim propisima, stalnoj kontroli rada dobavljača i partnera, te zahtjevima za poboljšanja i kvalitetu.

Kod indirektne kontrole se ne kontrolira prva faza djelovanja, već se pogreška vidi onda kada je nastala. Tada je upitno da li se greška može ispraviti te je potreban golemi trud ulaganje i vrijeme za izlaženje iz nastalog problema.

Konačno, današnje upravljanje kvalitetom uključuje i aspekte zaštite životne okoline. Sljedeći korak je primjena normi ISO 14000 ili usvajanje propisa EMAS (*Eco Management and Audit Scheme*). EMAS je deklaracija o očuvanju okoliša koja omogućuje transparentno prezentiranje poslovanja organizacije, te obvezuje da u narednim godinama provjeravaju samu certifikaciju sustava upravljanja zaštitom čovjekove okoline. [10]

#### 2.2.3. Definicije i ciljevi normizacija

U današnjem svijetu tržište je prezasićeno konkurencijom. U takvoj situaciji morala su se uvesti određena pravila, kako ne bi došlo do stvaranja entropije. Ta pravila su danas norme koje nam opisuju nastajanje proizvoda kroz pisane i prihvачene zakonske dokumente. Najčešće se pod normom podrazumijeva niz definicija, tehničkih specifikacija, kriterija, mjera, pravila i karakteristika koje opisuju sam proizvod. Normizacija omogućuje da proizvod zadovolji zahtjeve kupca, te sprječava da se izrađuju nekvalitetni proizvodi. To znači da se povećava kvaliteta proizvoda, procesa i sustava.

Norma je sve prisutna u društvu, te poznata i priznata mјera. Službena definicija norme prema uputama ISO glasi: Norma je isprava za opću i višekratnu namјenu, donesena i odobrena od priznate ustanove. Sadržava točno definirana pravila, upute i obilježja djelatnosti zajedno sa njenim rezultatima, te jamči najviši stupanj uređenosti u definiranim okolnostima. [10]

Potrebno je postići osnovne ciljeve kako bi se opravdao osnovni smisao internacionalizacije normi u globalnom smislu. Ti ciljevi obuhvaćaju izbjegavanje

protekcionizma. To znači da norma vrijedi i za najrazvijenije i za manje razvijene zemlje, čime se pruža maksimalna zaštita. ISO (International Organization for Standardisation) je danas najpoznatija međunarodna organizacija za normizaciju. Nastala je kao savez nacionalnih organizacija za norme i normizaciju, a njena zadaća je priprema, prihvatanje i briga o svjetskim normama. Njima se ujedno i smanjuje ekološki i sigurnosni rizik.

Međunarodna organizacija je godine 1987. izdala serije međunarodnih normi za osiguranje kvalitete (ISO 9000, 9001, 9002, 9003, 9004). To su međunarodne norme kojima je propisan minimalni zahtjev za kvalitetu proizvoda. Godine 1996. objavljene su norme ISO 14004 i ISO 14001 koje daju različita gledišta kako se utječe na zaštitu okoliša. U grafičkoj tehnologiji najvažnije su norme za kvalitetu ISO 9001 i okoliš 14001.

#### 2.2.4. Norma ISO 9001

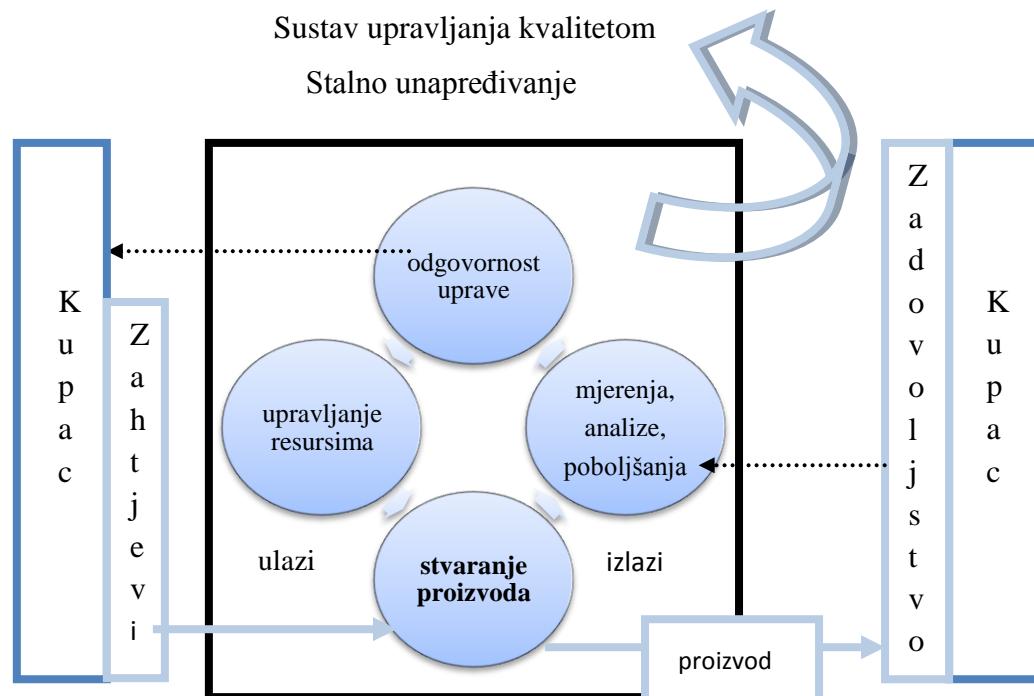
Norma ISO 9001 primjenjena je kada tvrtka radi i primjenjuje cjelokupni životni ciklus proizvoda. Drugim riječima, obuhvaća cijeli proizvodni proces (fazu projektiranja, konstrukcije, razvoj, proizvodnju, ugradnju i servis).

Korektno izrađen i implementiran sustav za osiguranje kvalitete tvrtke prema normi 9001 znači ostvarivanje unutarnje i vanjske dobit za tvrtku. Vanjski dobici su nepotrebno dokazivanje da ste u društvu najboljih, jer se dobivanjem certifika dokazuje kvaliteta poslovanja što svjetsko tržište priznaje i cjeni. Treba naglasiti da je dobit proporcionalan sa uspješnosti implementacije i angažmana svih zaposlenika. Samo po sebi se podrazumijeva da tvrtka sa certifikatom poštuje sve međunarodne i nacionalne norme vezane za kvalitetu i da redovito provjerava vlastiti sustav ocjenjivanjem kvalitete. Interesi kupca su maksimalno zaštićeni preko proizvoda zbog toga kupac nema razloga posumnjati na kvalitetu proizvoda. Unutarnji dobici su stvaranje i razvijanje svijesti o kvaliteti svih zaposlenih u tvrtki, jačanje kolektivnog duha, stvaranje zdravih odnosa i ponos sa svojim proizvodima i uslugom. Svi zaposleni u

tvrtki moraju biti upoznati sa normom ISO 9001. Iz tog razloga moraju funkcionirati kao tim te imati jasne i opće prihvачene ciljeve i načine kako doći do njih.

Ukoliko se ne poštuje bilo koji parametar vezan uz zahtjeve norme, automatski se gubi certifikat što može štetiti stvorenom imidžu tvrtke.

Procesni model upravljanja kvalitetom temelji se na odnosima s kupcima (Slika 5). Zahtjevi kupaca poticaj su za pokretanje procesa i poslovnih aktivnosti. S druge strane sve aktivnosti moraju biti zadovoljene kako bi krajnji rezultat bio proizvodi koji zadovoljava krajnje korisnike. [11]



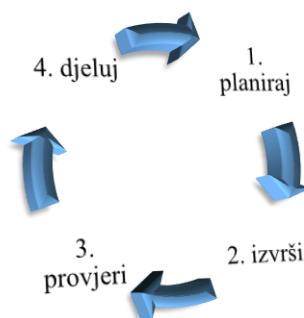
Slika 5: Procesni model upravljanja kvalitetom

Izvor: Skoko H., (2000) *Upravljanje kvalitetom*, Sinergija, Zagreb, str. 171

### 2.2.5. Norma ISO 14001

Svaki proizvod ima više ili manje utječe na okoliš. To se očituje u svim fazama životnog ciklusa proizvoda (počevši od sirovine korištene u proizvodnji, emisija proizvedenih otpadnim plinovima i goriva upotrebljenog tijekom prijevoza, korištenjem proizvoda, odbacivanjem ambalaže i odlaganje nakon upotrebe odnosno mogućem onečićenju podzemnih voda štetnim sastojcima otpada). Norma je bitna za poticanje razvoja novije tehnologije, proizvodnje i potrošnje proizvoda koji su manje štetni za okoliš. Samim time smanjuje se onečićenja okoliša, racionalnije se gospodari sirovinama i energijom što ima za posljedicu smanjenje štetnosti proizvoda.

Certifikat ISO 14001 je potvrda nezavisne certifikacijske organizacije koja utvrđuje da tvrtka koja ima certifikat vodi sustav upravljanja okolišem po pravilima i uputama. Tvrtka sa certifikatom garantira da su svi faktori koji utječu na okoliš prepoznati, nadzirani i usklađeni sa zakonom. Prepoznati negativni utjecaje se uklanjuju odnosno ublažuju ako ih je nemoguće trajno ukloniti. Dokazano je da certifikat pozitivno utječe na razvoj zaštite okoliša, sprječava daljnja onečićenja i štiti prirodne izvore vode. [8] Međunarodna norma ISO 14001 temelji se na metodologiji poznatoj kao Planiraj–Izvrši–Provjeri–Djeluj (PDCA=Plan-Do-Check-Act). Grafički se može prikazati i kao PDCA Demingov krug. To je proces koji omogućava uspostavu organizacije, primjenu i održavanje politike zaštite okoliša. [10]



*Slika 6: Demingov krug PDCA je proces*

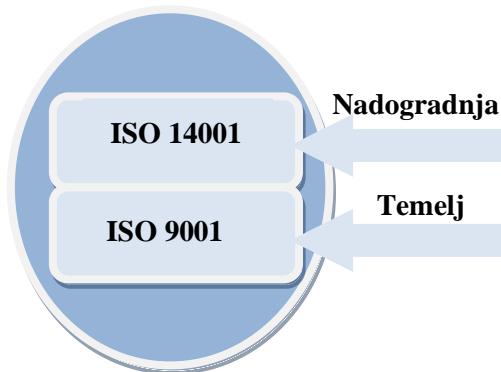
U fazi planiranja istražuje se postojeći proces, nakon čega akreditacijska organizacija mora uspostaviti sustav planiranja. Sustav planiranja postiže se prepoznavanjem svih

aspekta utjecaja na okoliš. Počevši od zakonskih zahtjeva koje se odnose na organizaciju, te do konačnog definiranja programa i ciljeva za realizaciju. Nakon planiranja slijedi izvedba procesa, gdje se prvo definira struktura, dodjeljuje odgovornost, educiraju zaposlenici za rad u sustavu okoliša te priprema dokumentacije. Pod fazom „Provjeri“ podrazumijeva se nadzor i mjerjenje proizvoda. Sve u skladu s definiranom politikom i postavljenim ciljem. Provodi se stalni nadzor, procjenjuje se usklađenost sa zakonskim regulativama, te je potrebno provoditi i preventivne radnje. Uz stalnu kontrolu treba težiti poboljšanju sustava, što znači da treba provoditi ocjenu sustava upravljanja zaštitom okoliša od strane najvišeg vodstva organizacije. Samo tako se može prepoznati prikladna područja za moguća poboljšavanja. Certifikacijom sustava upravljanja okolišem će u organizacijama definirati: ciljeve upravljanja okolišem, politiku upravljanja okolišem, ključne aspekte okoliša (povezane programe), te način usklađivanja sa postojećom zakonskom regulativom vezano uz zaštitu okoliša.

Sa stanovišta zaštite čovjekove okoline mogu se uočiti sljedeće prednosti certifikata ISO 14001: [3]

- Stvaranje sigurnosti za kupce, investitore, javnost i zajednicu pokazivanjem svog opredjeljenja za zaštitu okoliša,
- Smanjenje ekoloških incidenata,
- Poboljšanje imidža i konkurentnosti,
- Ušteda troškova kao posljedica sustavnog i proaktivnog razmišljanja i djelovanja
- Bolja organizacija zaštite okoliša u praksi,
- Zakonsko osiguranje putem sustavne identifikacije i procjene zakonskim ograničenja,
- Veće povjerenje klijenata zbog ekološkog poslovanja tvrtke.

Ukoliko tvrtka ima uveden sustav upravljanja kvalitetom prema normi ISO 9001, tada se samo nadograđuje sustav upravljanja okolišem ISO 14001. (Slika 7)



Slika 7: Uvođenje ISO 14001 kao nadogradnja na ISO 9001

U okvirima norme definirana su tri alata koju su jako bitna za formiranje samog sustava upravljanja okolišem. Jedan od njih je već spomenuta procjena životnog ciklusa proizvoda, dok su ostala dva alata procjena uspješnosti upravljanja okolišem i ekološko označavanje.

#### Ekološko označavanje

Svaki proizvod ima više ili manje nepovoljan utjecaj na okoliš. Počevši od pritom proizvodnje osnovnih sirovina pa do završnog proizvoda (gleđajući emisije otpadnih plinova i voda). Kupovinom proizvoda koji ne utječu na okoliš pridonosimo očuvanju okoliša. Pritom je bitno uvjeriti potrošače koliki utjecaj imaju ne ekološki proizvodi koji se kupuju. Zato sami potrošači odabirom između više proizvoda sa znakom zaštite okoliša čine dobar ekološki odabir te tako proizvođačima daju na znanje da će kupovati proizvode koji ne štete okolini. U današnje vrijeme ekološka prihvatljivost postala je dodatna kvaliteta proizvoda makar je cijena veća od drugih proizvoda.

Sustav dodjele znaka zaštite okoliša Republike Hrvatske uspostavljen je 1993. godine (Pravila o dodjeli znaka zaštite okoliša Narodne novine br. 64/96). [14]

Znak „Prijatelj okoliša“ će olakšati kupcu odabir jer dokazuje da je taj proizvod manje štetan za okoliš u usporedbi sa ostalim. Znak se dodjeljuje uz sudjelovanje stručnjaka na temelju utvrđenih kriterija. U Europskoj uniji ekološke oznake imaju značajan utjecaj na tržište. Eko cvijet na papirnatim proizvodima znači da je poduzeće koje

proizvod i ambalažu zadovoljila sve uvjete i smanjuje njihov negativan utjecaj. Oznaka eko cvijeta prikazana je slici 8a, dok je na slici 8b prikazan hrvatski znak zaštite okoliša.



Slika 8: Ekološki znakovi na ambalaži: a) Eko cvijet; b) Hrvatski znak zaštite okoliša

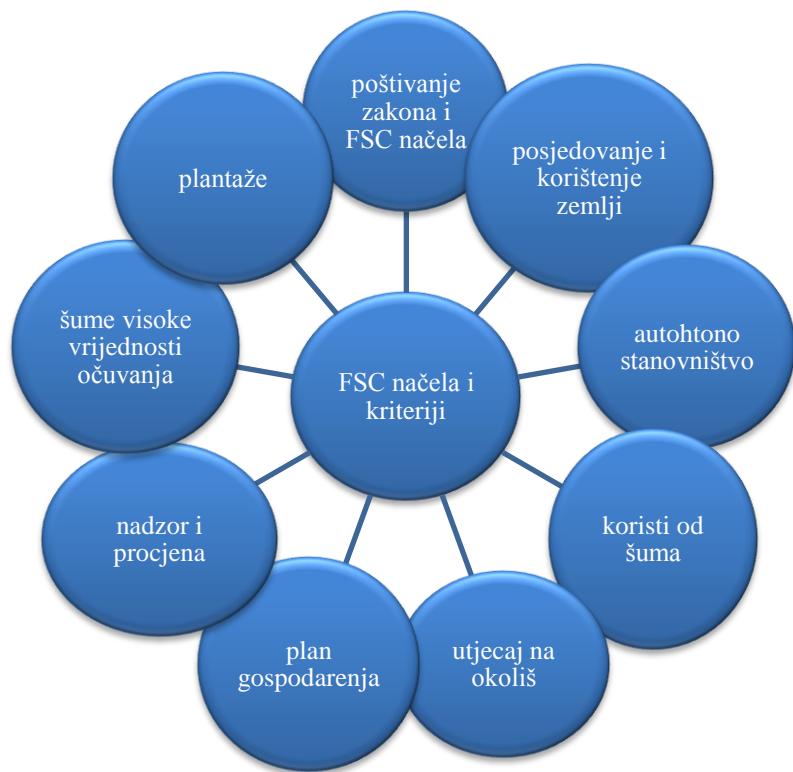
Bitno je spomenuti i simbol „Mobiusov krug“. On u svojoj deklaraciji sadržava potvrdu o prethodno izvršenoj reciklaciji ili sadržaju koji je pogodan za recikliranje. Primjer oznake prikazan je na slici 9. Značenje strelica je: reciklirati, ponovno prerađiti i upotrijebiti. [12]



Slika 9: "Mobiusov krug"

Dobiveni FSC certifikat i njegova primjena utječe na samu ekološku valorizaciju tiskare. FSC je standard koji je nastao na strogim kriterijima koji su osnovani radi

ekonomskog, socijalnog i ekološkog gospodarenja šumama. Glavna ideja FSC certifikacije je da klijent bude upoznat da je njegov proizvod odnosno sirovina za proizvod dobivena iz šuma u kojim se gospodari prema zakonima i propisima. FSC načela i kriteriji prikazani su na slici 10. Grafing odabirom FSC CoC (Chain of Custody) standarda je prihvatio obvezu obavljanja djelatnosti procesa proizvodnje proizvoda po međunarodnim standardima čiji je osnovni cilj: ekološki odgovorna, društveno korisna i ekonomski održiva proizvodnja. Certifikatom se garantira da nije direktno ili indirektno tiskara uključena u sljedeće: ilegalno skladištenje ili trgovina ilegalnog drva ili šumskega proizvoda, uništavanje tradicionalnih vrijednosti u šumarstvu, uništenje visoke zaštite vrijednosti u šumarstvu, značajne konverzije šuma u plantaže ili za potrebe koje nisu šumarske, uvođenje genetski modificiranih organizama u šumarstvu, kršenje osnovne konvencije ILO-a (Međunarodne organizacije rada) i njene ILO deklaracije o temeljnim načelima i pravima na radu sa drvom i šumom.



Slika 10: FSC načela i kriteriji

Prva tiskara u Hrvatskoj se certificirala prije tri godine. Javnost jako malo zna o prednosti certificiranog papira. Premalo se ulaže u reklamu i promociju sa strane države

FSC papir je normalna stvar, može se čak vidjeti na običnim računima u prodavaonicama, dok u Hrvatskoj je FSC materijal luksuz, jer poskupljuje proizvod.

### **2.3. Ekološki aspekt ofsetnog tiska**

Ofset tisk uz razmjerno povoljnu cijenu daje izvrsne rezultate u višebojnom i jednobojnom tisku. Ofset tisk spada u tehniku plošnog tiska i indirektna je tehnika tiska kod koje se boja s tiskovne forme prvo prenosi na offsetni cilindar, a zatim na podlogu. Tiskovni elementi i slobodne površine su istoj ravnini, a tisk se odvija na temelju četiri fizikalno kemijskih pojava: hidrofobnost, hidrofilnosti, oleofobnosti i oleofilnosti. Pritom se prvo nanosi otopina za vlaženje koja se prima na hidrofilne slobodne površine, nakon čega se nanosi bojilo na oleofilne tiskovne površine. Tiskovna jedinica se sastoji od tri cilindra: temeljni sa tiskovnom formom, offsetni sa prijenosnom gumenom navlakom i tiskovni sa tiskovnom podlogom. Ofsetni tisk trenutno u Hrvatskoj pokriva oko 60% svih potreba za tiskom. [13]

Utjecaj ofsetnog tiska kao procesa proizvodnje manifestira se na okoliš kroz cijeli niz čimbenika. Najčešće to su: utrošak materijala, utrošak energije, buka strojeva, zagađivanje zraka, zagađivanje voda i tla, recikliranje i zbrinjavanje iskorištenog proizvoda. Prilikom pripreme tiskovne forme, u ofsetu nastaju kromati i trovalentni i četverovalentni ioni (Cr (III) i Cr (VI)) koji se pojavljuju u otpadnim vodama. Njihov udio se vidi u KPK ( KPK=kemijska potrošnja kisika). Ona govori koliko je mg kisika potrebno za oksidaciju organske tvari u 1l vode (uz pomoć oksidacijskih sredstava). Iskorištenost pozitivskih razvijanih i negativskih razvijanih ploča je različit. Također, koncentracija polutanata ovisi o tome da li je postupak razvijanja ručni ili strojni. Ručni sadrži manju koncentraciju te se troši manje vode. Međutim, troši se nešto više razvijača. [14]

Razvijanje pozitivskih ploča temelji se na primjeni otopine za senzibilizaciju (koja sadrži amonij kromat), otopine za razvijanje (sadrži  $\text{CaCl}_2$ ), mliječne kiseline, vode, otopine za jetkanje ( $\text{FeCl}_3$ ), kloridna kiselina otopljene u etanolu,  $\text{CaCl}_2$ , otopine za

uklanjanje preostalog kopirnog sloja (sadrži razrijeđenu  $H_2SO_4$ ) i otopine za hidrofilizaciju koja sadrži gumiarabiku.

Razvijači predoslojenih pozitivskih ploča baziraju se od soli alkalijskih metala, silikatne i fosfatne kiseline. Polutanti u iskorištenom razvijaču su silikati i fosfati, hidroksid, vezivno sredstvo i alkoholi. U procesu razvijanja najviše se istražuje zagađenje aluminija pri maksimalnoj koncentraciji.

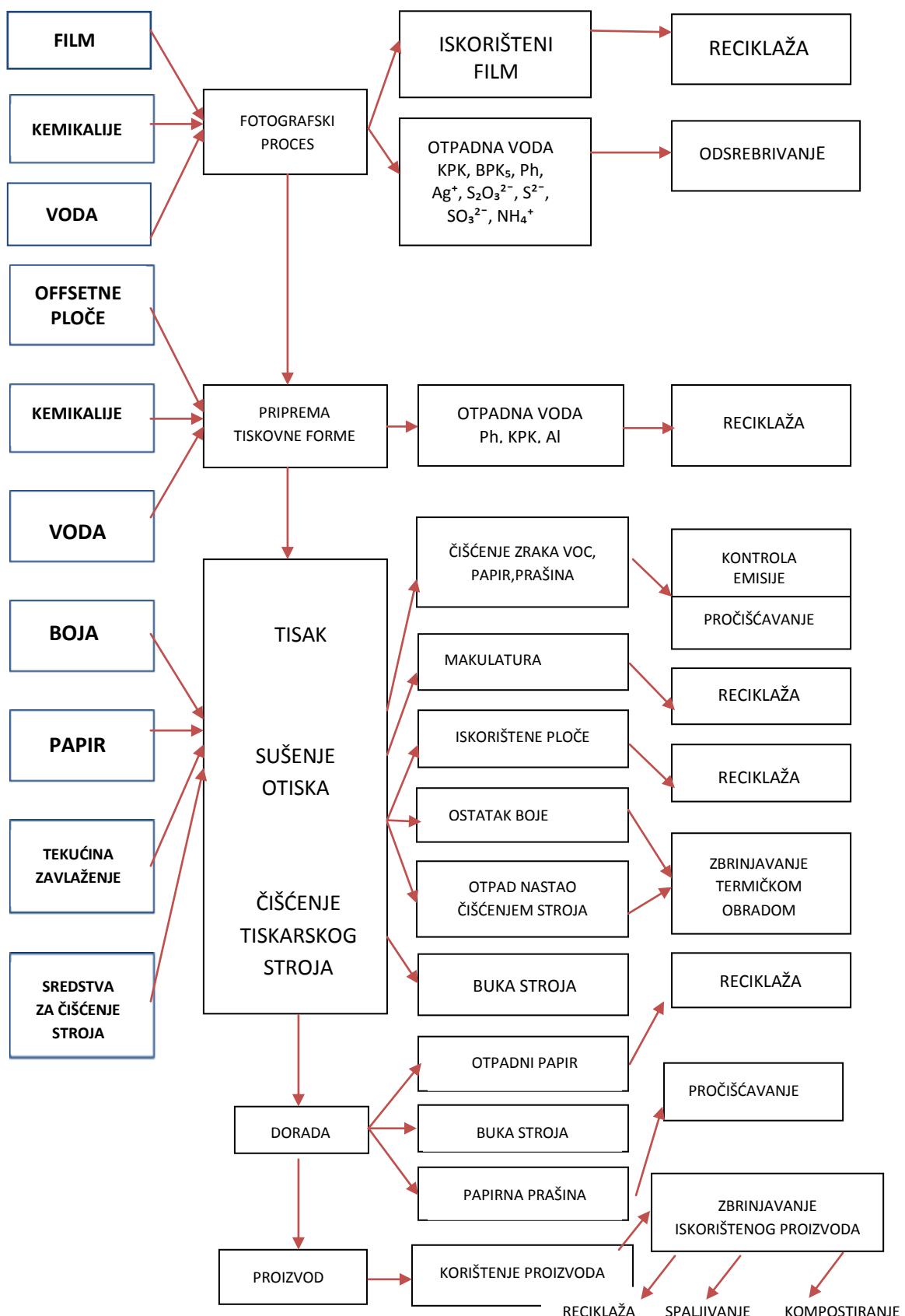
Razvijači negativskih ploča su najčešće na bazi alkohola i drugih organskih otapala. Uglavnom su to problematični organski spojevi. Pritom se povećavaju BPK5 vrijednost ( $BPK5 =$ biološka potrošnja kisika u pet dana). Time se može odrediti koliko je mg kisika potrebno za oksidaciju organske tvari u 1l vode (koristeći se pritom mikroorganizama koji djeluju tijekom pet dana na temperaturi od  $20^{\circ}C$ ). U odnosu na pozitivske ploče i KPK vrijednost koje se pojavljuju su: u manjoj mjeri silikati i fosfati, vezivno sredstvo, alkoholi, sapuni i aluminij. Pokazatelji onečišćenja i iskorištenih otopina razvijača predoslojenih pozitivskih i negativskih ploča su: silikati, fosfati, alkoholi, alkalnost, aluminij, pH vrijednost i ioni Cr (Cr (III)) i Cr (VI).

Iskorištene otopine razvijača kod pozitivskih ploča ne sadrže velike količine organske tvari jer se uglavnom sastoje od anorganskih supstanci. Tako imaju manju KPK vrijednost te je i razgradivost otpadnih voda dobra. Također nemaju toksično djelovanje na ribe što nije slučaj i za negativske ploče gdje postoji i velika koncentracija problematičnih organskih spojeva. Dokazano je da su otpadne vode negativnih ploča čak 250 puta toksičnije od pozitivskih. Za ispiranje je potrebna velika količina vode koju je potrebno reciklirati pomoću aktivnog ugljena. Prema propisima metoda obrade razvijačase ne koristi unutar poduzeća jer su metode skupe. Razlog tome je komplikiran način. Metode pročišćavanja voda koji se provodi u 5 faza: taloženje, flotacija, flokulacija, centrifugiranje i neutralizacija. [15]

### CTP tehnologija

Computer to plate, ili skraćeno CTP više nije novost u svijetu tiskarstva i grafičke pripreme. CTP uređaji su vrlo precizni strojevi koji uz pomoć optike i laserske zrake iscrtavaju po tiskovnoj formi sliku ili tekst. Sam postupak izrade tiskovne forme vrši se upravljanjem iz računala, odnosno CTP uređajem. Tijekom vremena razvijeni su brojni sustavi koji imaju isti cilj, nastajanje tiskovnih formi bez primjene filma. Takvim načinom uštedi se na grafičkim materijalima, ubrzava se postupak grafičke pripreme i doprinosi kvaliteti okoliša. Bitno je napomenuti da je kvaliteta ploča izrađena na CTP uređaju puno bolja. [16]

CTP tehnologijom se izbjegava tekući otpad dobiven ispiranjem filmova, istrošenih kupki razvijača, fiksira. Za svaki nerazvijeni kvadratni metar filma uštedi se općenito oko 0,5 l razvijača, 0,5 l fiksira i oko 30 l vode. Taj podatak je posebno interesantan kada se zna da istrošene kupke fiksira imaju KPK vrijednost oko 70 000 mg O<sub>2</sub>/l, te BPK5 oko 25.000 mg O<sub>2</sub>/l. Pritom se pH vrijednost kreće između 3,5 i 7,5 jer sadrže sulfite, tiosulfite, sulfate, amonij i srebro. U CTP tehnologiji nema fotografskih procesa jer su prisutni laseri koji troše samo energiju, koja ne utječe tako jako na okoliš kao klasični fotograski proces. Znači najveći izvor tehnološke otpadne vode (koja može uzrokovati onečišćenje voda) upravo nastaje tijekom pripreme tiskovne forme. Time se dokazuje koliku prednost danas ipak ima CTP uređaj. [17]



Slika 11. Shematski prikaz ekološkog aspekta offsetnog tiska kroz ulazne i izlazne parametre

Izvor: Bolanča Z., (2000). Zaštita okoliša *Acta Graph.*, 12, str. 127-129

### Otopina za vlaženje

Otopina za vlaženje se prihvata na slobodne površine ( $\text{Al}_2\text{O}_2$ ) čime se stvara preduvjet za nanošenje masnog bojila na tiskovne elemente.

Konvencionalna otopina za vlaženje sadrži:

1. Mekanu vodu (90 – 95%)
2. Pufer (2,5 – 10%)
3. Alkohol – 2 propanol (2,5 - 10%)
4. Glicerin (0,5%)
5. Ostala dodatna sredstva

Za kvalitetu tiska 2 propanol je od velike važnosti jer smanjuje površinsku napetost vode čime se valjci i tiskovna forma bolje može. Ako manje vode dospijeva u tiskovnu podlogu otisak će puno bolje izgleda i brže će se sušiti. Zbog bržeg isparavanja alkohola tiskovne forme i uređaj za bojenje se efikasnije hlađe te boja zadržava svoja svojstva. Hlapljenje alkohola zdrastveni je rizik za radnike u tiskari (zbog lako hlapljivih organskih spojevaka koji uzrokuju povećanje koncentracije ozona i općenito fotooksidansa u troposferi). Ako se poveća koncentracija 2-propanola i ugljikovodika postoji i opasnost od požara i eksplozije. Osim toga pod utjecajem sunčevog zračenja u kombinaciji sa polutantima iz atmosfere može doći do fotokemijskih reakcija u kojima nastaju dušikovi spojevi PAN, OZON i sl. U offsetnom tisku postoji zamjena za 2-propanol pod nazivom Subtifix (Heidelberg) koja nema mirisa, ni zdrastvenog rizika i što je najbitnije njegove komponente su potpuno razgradive. Da bi se dobila dobra kvaliteta treba koristiti mekanu vodu, s kontroliranom pH vrijednošću, električnom provodljivošću i temperaturom. Smanjenje dodatka alkohola može se postići korištenje specijalnih uređaja za vlaženje čime se postiže smanjenje sa 10% na 2-3%. Također se može koristiti i alternativni valjci od nehrđajućeg čelika koji su pokriveni slojem Ni-Cr/Ni-Al. Samim time će površina valjaka imati veću hidrafilnost. [17]

### Reciklaža tekućine za vlaženje

Nakon tiska, tekućina za vlaženje u offsetnom tisku osim svojih sastojaka čestosadrži nečistoće koje potječu iz bojila i papira. To mogu biti: celulozna vlakanca, puder,

prašina, punila, alge i bakterije. One mogu dugoročno smanjiti kvalitetu tiska pa se zato otopina za vlaženje filtrira, uvodi u reciklacijski kružni tok i po potrebi regenerira. Filterom se odvajaju netopljive čestice. Ako otopina nakon toga zadovoljava minimalne karakteristike potrebe ofsetnog tiska uvodi se u proizvodni cirkulacijski tok, a ako ne skuplja se u spremniku gdje se nakon toga primjenjuje mikrofiltracija. [15]

### Sredstva za pranje ofsetnih strojeva

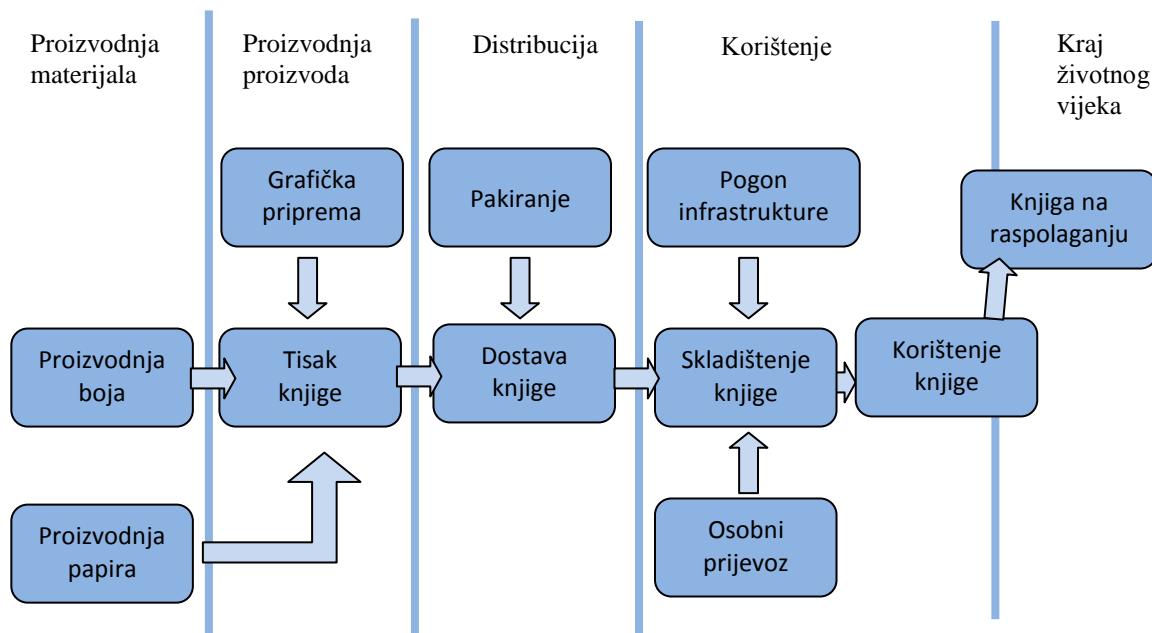
Za pranje u ofsetnom tisku nažalost se koriste specijalni benzini koji su ekološki nepovoljniji te zdrastveno rizični. Lako su zapaljivi te im je temperatura plamišta manja od 21°C. Njihove pare razaraju ozonski sloj i uzrokuju smog. U praksi postoje i testni benzini koji su manje zapaljivi zdrasveno su prihvatljiviji i sporije hlapaju (temperatura plamišta 21-55 °C). Kao takvi mogu se koristiti za čišćenja mineralnih i vegetabilna ulja čije je plamište veće od 100 °C. Sa ekološkog stajališta najbolje bi bilo da stroj ima svoj integrirani uređaj za pranje čime se precizno dozira sredstvo za pranje. [15]

#### 2.3.1. Prikaz LCA analize proizvodnje knjige

U prvom dijelu ovog istraživanja prikazana je analiza konvencionalne metode otiskivanja knjige. Pritom je uzeta jedana knjiga u nakladi od 40 komada, te nakon čega je definirana potrošnja energije i materijala, kao i njen utjecaj na okoliš. U drugom dijelu istraživanja prikazana je analiza realno otisnutog proizvoda u Republici Hrvatskoj (papirnata vrećica). Pritom će se izvršiti komparacija u odnosu na standarde (počevši od samog certificiranja do poštivanja pravila) sa ciljem za poboljšanjem u poslovanju.

LCA analiza konvencionalno otisnute knjige ili proizvoda koji su nastali konvencionalnim procesom tiskauključuju faze životnog ciklusa kao što su: nabava primarnih (ulaznih) materijala, obrada materijala, proizvodnja, izrada i montaža knjige, korištenje knjige, održavanje knjige, ponovna uporaba i konačno odlaganje (recikliranje). Svakako, same granice faza životnog ciklusa mogu biti modificirane ovisno o modernizaciji proizvodnog sustava. Same faze životnog ciklusa mogu se i razlikovati. Istražene su sljedeće: proizvodnja osnovnih materijala, proizvodnja

konačnog grafičkog proizvoda, distribucija knjiga, korištenje knjiga, kraj životnog vijeka knjiga (menadžment, završetak funkcije menadžmenta u proizvodnom procesu). Na slici 12 prikazan je slijed životnog ciklusa knjiga u fazama od nabave materijala za proizvodnju do kraja životnog ciklusa knjige. [1]



Slika 12. Model životnog ciklusa konvencionalno otisnute knjige

U ovaj LCA model su također uključene aktivnosti potrebne za kretanje materijala između faza tj. prijevoz sirovina te distribucija konačnog proizvoda. U konačnici životnog ciklusa knjige mogu se prikazati u pet faza:

1. Faze proizvodnja repro materijala: općenito, tiskane knjige se sastoje od papira i bojila. Ove komponente izrađene su iz različitih prirodnih resursa (vidi proizvodnju bojila, proizvodnju papira).
2. Proizvodnja konačnih proizvoda: proizvodnja tradicionalne knjige počinje odmah nakon izdavačke djelatnosti (čime se dobije originalni dokument). Dokument se digitalno montira tiska, potom savija i uvezuje, nakon čega je knjiga spremna za isporuku.

3. Distribucija proizvoda: nakon tiskanja knjiga, gotov proizvod se isporučuje u skladište veletrgovaca i na kraju maloprodaje. Pritom su dodatna opterećenja zaštite okoliša povezana sa proizvodnjom i pakiranjem knjiga.
4. Korištenje proizvoda: prije nego li knjiga dođe u knjižaru, prolazi kroz fazu skladištenja te se obrađuje pomoću bibliotekarskog operativnog sustava. Korisnik koji je zainteresiran za određeni primjerak knjige, odlazi u biblioteku ili ju kupuje u knjižari.
5. Kraj životnog vijeka: kada je knjiga fizički oštećena ili ako knjiga više nije sadržajno interesantna (više se ne prodaje i iznajmljuje). [1]

Komponente životnog ciklusa (LCI) uključuju prikupljanje i kvantificiranje repro materijala odnosno svih resurse ulaza i izlaza za određeni grafički proizvod kroz cijeli njegov životni ciklus. LCI predstavlja ekološki obračun značajnih ulaznih i izlaznih parametara proizvodnog sustava. Pritom se mjere opterećenja na okoliš te u tom slučaju uključuju svi potrebnim materijali, ukupna energija, oslobođene emisije polutanata koje su puštene u vodu, zrak te ukupno nastalikruti otpad koji je direktno povezan sa proizvodom i njegovim životnim ciklусom. Osnovni LCI podaci su normalizirani na temelju studije funkcije proizvoda, nastalog profila u četverogodišnjem vremenskom razdoblju. Za svaki proizvodni sustav postoji nekoliko elemenata koji se mogu uvijek primjeniti. Tako je i kod konvencionalnog načina otiskivanja (proizvodnje) knjiga: [1]

1. Metodologija i izvor podataka
2. Proizvodnja knjige
3. Ograničenja i nedostatci proizvodnih elemenata
4. Zaključak dobiven iz LCI podataka baziranog naproizvodnom sustavu knjige

### 2.3.2. Opća metodologija

Prikupljeni popis relevantnih podataka za svaku kategoriju uključuje: repro materijale koji su potrebni za proizvodnju, osnovnu ulaznu energiju, potrošnju vode, emisiju štetnih tvari koji odlaze u zrak, vodu te kruti otpad. Popis podataka je normiran za sve funkcionalne jedinice (u slučaju ulaznih materijala i emisije/krutog otpada) brojčano dok se energija izražava u MJ. Prikupljanje i objedinjavanje odgovarajućih podataka ostaje posao za LCA kalkulanta. Pri istraživanju primjenjuje se nekoliko pravila pomoću

kojih se određuju materijali i komponente kojise trebaju uključiti u ukupni životni ciklus knjige. Ulazni materijalikoji čine više od 1% od ukupne mase svakog proizvoda dobivaju prioritet tijekom prikupljanja podataka. Isto tako materijali ili komponente za koje se već zna ili se sumnja da su ekološki nepodobne, automatski uključujemo u ovu analizu. Zbog vremenskih ograničenja iz ovog istraživanja isključujemo sve materijale i komponente koje su manjeg udjela od 1% ukupne mase proizvoda. [1]

LCI podaci su prikupljeni od sekundarnih i primarnih izvora. Primarni izvori uključuju podatke koji su izravno dostupni (sirovina za proizvodnju papira ili podaci koje se dobivaju direktnim mjerjenjem). S druge strane sekundarni izvori uključuju podatke iz literature ili drugih LCA izvora. Tako je također moguće dobiti posjetomi telefonskom konzultacijom s predstavnicima maloprodaje, distributerima i trgovcima knjiga.

Knjige otisnute sa primarnim komponentama (npr. papir i bojilo) dobiveni su od papira na bazi drva i bojila na bazi ulja. LCI za industrijsku proizvodnju papira i bojiladaju sve negativne aspekte na okoliš povezana sa podrijetlom sirovina. Dakle, ova studija analizira i sve utjecaje na okoliš počevši od izrade celulozne sirovine za kasniju grafičku preradu. U sljedećem poglavljju biti će prikazane opisane aktivnosti koje se mogu pripisati proizvodnji uljnih bojila i prozvodnji vlakanaca koja su osnova za izradu papira. [1]

### 2.3.3. Proizvodnja papira

Papir je glavna komponenta svake knjige. Proizvodni koraci u današnjoj proizvodnji papira, opisani su raznim radovima različitih znanstveno istraživačkim instituta za papir i celulozu. U svima njima pri proizvodnji jednog arka papira potrebno je izvršiti sedam faza:

#### 1.. Priprema drvne sirovine

Poslije faze skladištenja drvna sirovina ide na odkoravanje, a zatim na usitnjavanje (sjekira stroj). Pritom se dobiva sječika veličine nekoliko centimetara.

## 2. Odstranjivanje lignina

Nakon usitnjavanja slijedi faza odstranjivanja lignina iz drvne mase. Glavni cilj ovog procesa je razdvojiti celulozu od hemiceluloze tako da se vlakna što manje uništavaju. Postupak se zaustavlja u onom trenutku kada u sastavu celuloznih vlakanaca ostane maksimalno 5% preostalog lignina. Oni će se u potpunosti ukloniti izbijeljivanjem natrijevim hidroksidom i natrijevim sulfatom.

## 3. Izbijeljivanje

Proces izbijeljivanja odstranjuje se već spomenuti lignin i ostale raspadnute smolne produkte. Izbijeljivanjem se odvija u nekoliko stupnjeva ovisno o primjenjenim kemikalijama. Postupak izbijeljivanja može biti kiseli ili lužnati. Sredstva za izbijeljivanje mogu biti:  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  (natrijev hidrosulfit) ili  $\text{H}_2\text{O}_2$  (vodikov peroksid). Konačna bjelina je po ISO standardu 88-92%.

## 4. Pročišćavanje

Rafiniranje slijedi čišćenje gdje se pulpa ispire u bazenima vode. Nakon toga slijedi miješanje punilima. Kašasta tvorevina dovodi se u kontakt sa vrućim valjcima pri čemu se uklanja samo voda. Izbijeljena pulpa prolazi kroz niz nazubljenih metalnih diskova. Ovaj proces omogućuje formiranje budućeg papirapri čemu će doći i do povezivanja celuloznih vlakanaca.

## 5. Sušenje, kalandiranje, premazivanje

Sušenjem se uklanja voda koja je vezana uz vlaknastu tvorevinu. Sam proces se temelji na isparavanju vode pri čemu se papirna traka vodi preko zagrijanih valjaka. Završna faza je hlađenje papira kako bi se postigla temperatura papira od 25-30°C (zbog elastičnosti papira i smanjenog elektrostatičkog naboja papira). Satiniranje se izvodi na sekciji (dijelu) zvanom kalander. Kalander se sastoji o niza čeličnih cilindara različitih promjera koji mijenjaju strukturu papirne površine, a sam rezultat satiniranja ovisi o: vazi u papiru, sastavu papira, količini i vrsti punila. Premazani papiri su posebna grupa papira čija je površina oplemenjena slojevima premaza. Premazivanjem se poboljšava kvaliteta površine što je rezultat veća bjelina. Premazivanje se može vršiti valjkom ili mlaznicama.

## 6. Rezanje i pakiranje

Posljednja faza u proizvodnji papira je rezanje i pakiranje. Papir se prvo reže na manje role, te se tada dodatno reže na standardni format. Svaka rola i formirani arci zavijuse u zaštitnu ambalažu i označavaju deklaracijom na kojoj se deklarira: gramatura, tip papira, širina, smjer toka vlakanaca, težina i proizvođač.

Analizirani uzorci u istraživanju su bili: papir za knjižni blok i karton za korice. Pritom se za svaki tip papira izrađuje LCI model. Prvi model koji je uzet može se pridodati papiru za knjigu. Razvio je Gard. Njegov model objedinjuje sve komponente životnog ciklusa počevši od: sječe drva, prijevoz trupaca, skidanje kore, usitnjavanje i proizvodnja papira. Pritom se razlika između vađenja sirovine i obrade materijala(u smislu utjecaja na okoliš) nije se mogla utvrditi. Samim time ovo istraživanje analizira kombinaciju dobivanja (nastajanje) sirovine i obrade materijale te njihovo utjecanje na zaštitu okoliša. Temelji na proizvodnji jedne tone osnovnih nepremazanih papira. Za kartonske korice korišten je model EPA 2000<sup>2</sup> koji se pri izradi LCI profila (za proizvodnju papira) uključuje sječa stabala, prijevoz trupaca, skidanje kore i usitnjavanje te proizvodnju celuloze i papira koristeći primarna vlakna. US EPA standard nažalost ne uključuje LCI zahtjeve za sirovinu. Umjesto toga, zahtjevi za sirovinu se određuju pomoću baze podataka za analizu i upravljanjem okoliša (DEAM). Pritom je pri proizvodnji kartona kalkulirano da je nastao bijeljenjem sa sulfatom.

Da bi izračunali ukupnu masu papira za knjižni blok potrebno je definirati četiri parametra: [1]

1. Veličina arka papira – industrijski pojам koji se odnosi na površinske dimenzije papira. Iako se knjige proizvode u raznim veličinama, ovo istraživanje primjenjuje veličinu jednog arka 700 x 1000 mm.
2. Osnovna težina - odnosi se na težinu 500 standardnih araka papira. Osnovna težina iznosi 27,3 kg pri čemu je uzeta varijabla koja se može mijenjati (tablici 3).

---

<sup>2</sup> EPA, SAD stranice vladine agencije za zaštitu okoliša, "Environmental Protection Agency" Dostupno na:  
<http://www.epa.gov/sustainability>, (20.svibanj.2012)

3. Veličina arka – Odnosi se na veličinu standardnih araka papira B1 (700 x 1000 mm)
4. Broj listova po udžbeniku- ovo istraživanje definira prosječan broj od 500 stranica ili 250 listova po udžbeniku. Model korištenih varijabli se može podesiti pomoću proračunske tablice. One se odnose na dio koji ne sadrži puni tekst, uključujući završne stranice, naslov, informacije o izdavaču, predgovor, priznanja, sadržaj i priloge (tablica 3).

*Tablica 3: Specifikacija knjige*

OPIS	STRANICE BEZ TEKSTA	LISTOVI BEZ TEKSTA
Zadnji listovi	4	2
Naslovница, informacije o izdavaču	6	3
Predgovor	2	1
Pregled sadržaja	4	2
Prilozi	20	10
<b>Ukupno</b>	<b>36</b>	<b>18</b>

Primjer:

$$\text{Listovi sa tekstrom} + \text{listovi bez teksta} = 250 + 18 = 268 \text{ listova}$$

*Masa papira za knjige određena je pomoću izračuna parametra prikazana u nastavku:*

$$\text{Standardna masa arka} = \frac{27,2155 \text{ kg}}{500 \text{ stranica}} = 0,054 \text{ kg}$$

$$\text{Masa listova} = (0,054 \text{ kg}) \times \left( \frac{700 \times 1000 \text{ mm}}{2900 \times 4100 \text{ mm}} \right) = 0,0032 \text{ kg/list}$$

$$\text{Masa papira knjige} = (0,0032 \text{ kg}) \times (268 \text{ listova udžbenika}) = 0,86 \text{ kg}$$

Proizvodnja papira uključuje proizvodnju osnovnog materijala potrebnog za izradu knjige. Za ovo istraživanje pretpostavlja da se papir za izradu knjige i ostalih kartonskih materijala proizvode u istom pogonu. Udžbenik se sastoji i od kartona koji se specificiraju debljinom. Debljina kartona za knjigu je 0,2032 mm. Osim što je deblji od papira, kartoni se općenito sastoje od recikliranih vlakanca proizvedenih na sličan način kao i papir. Dimenzija više nije 700 x 1000 mm nego 725 x 1025 mm.

U fazi završne dorade procesa, formirat će se knjiga lijepljenjem spajajući tako knjižni blok i korice. Nakon te završne faze imamo gotovu knjigu. Proizvodnja jedne tone pulpe potrebne za izradu valovite ljepenke predstavlja veliki ekološki teret. LCI kod valovitog kartona uključuje berbu stabala, dostavljanje kore, obradu, proizvodnju

nebijeljenog kartona te prijevoza. EPA ne uključuje podatke vezane za sirovinu, već se za to brine Ecobalance DEAM softver koji svoje podatke temelji na proizvodnji 1000 kg valovite ljepenke. Korica knjige posjeduje sjajnu plastiku koja je presvučena preko kartona (ljepila C-1S). Međutim, plastifikacija i proizvodnja ljepila nisu uključena u istraživanje jer njihova masa iznosi manje od jedan posto, te zbog toga one nemaju značajan utjecaj za okoliš. [1]

*Koristeći standard za korice knjige (725 x 1025 mm) masa iznosi: 0,192 kg*

*Kombinirajući masu korica sa masom knjižnog bloka dobije se masa knjiga od: 1.052 kg, odnosno sveukupno: (1.052 kg) x (40) = 42,08 kg*

Nakon izrade papira, papir se izravno isporučuje u proizvodni pogon tj. tiskaru. Tako je međufazno skladištenje isključeno. Za transport koristi se dizel viličar. Budući da se koristi dizel gorivo, emisija će se izračunati na temelju dizelskog izgaranja. Valja napomenuti da težina materijala za pakiranje kao i njegov transport iz tvornice papira do tiskare nije uzet u obzir. Variable modela prijevoza papira mogu se vidjeti iz sljedećeg primjera. [1]

1. Udaljenost puta: odnosi se na udaljenost između lokacije tvornice papira i proizvodnje. Ovaj model je promjenjiv, te se za naš primjer pretpostavlja udaljenost od 805 km.
2. Ukupna masa: definirana je kao 42.1 kg
3. Franklin Associates u svom izvješću daje da za dizelski kamion sa prikolicom je potrebno 26,32 l/km i 0,004 kWh energije (za prijevoz jedne tone).

Sva energija izračunava se formulom:

$$\begin{aligned} \text{Energija (MJ)} &= \text{ukupna masa (tona)} \times \text{udaljenost (km)} \times \text{energetska intenzivnost (kWh)} \\ &\times 0,001055 \text{ MJ} \end{aligned}$$

LCI podaci i izračuni koji su potrebni za proizvodnju papira za knjigu i sam tisak, potrošnja energije i emisija nastalih tijekom transporta i podatke koji pokazuju iznos dizelskog goriva potrebnog za prijevoz danisu tablici 4.

*Tablica 4: LCI podaci proizvodnje papira*

Komponenta	Ulagani materijali (kg)	Potrošnja energije (MJ)	Emisije u zraku (kg)	Potrošnja vode (l)	Emisije u vodi (g)	Kruti otpad (kg)
Proizvodnja papira	100	1.342	87	3.071	374	2
Proizvodnja Kartona	12	240	8	86	155	2
Prijevoz papira*	1	71	3	17	32	0

\*uključeni su podaci za proizvodnju dizela i podaci vezani za njegovo izgaranje

#### Izvori za prikupljanje podataka i njihova kvaliteta

Organizacija EPA nastala je suradnjom između Triangle Institute (RTI) i EPA ureda za istraživanje. Franklin Associates i Roy F. Weston razvili su način prikupljanja podataka u izvešćima koji se pojavljuju iz proizvođača primarnih i sekundarnih izvora u Sjevernoj Americi i Europi. Budući da je točnost tih informacija teško odrediti, EPA smatra da su ti LCI podaci jedan prosjek.

Standardne informacije o težini i veličini papira lako su dostupne iz niza industrijskih izvora. To upućuje na to da su podaci vrlo vjerodostojni.

Uvjeti za proizvodnju sirovine koja je potrebna za proizvodnju 1000 kg valovitog kartona i bijeljenog papira, kao i LCI podataka za dizel gorivo, su izrađeni od strane Ecobalance-a, Inc. TEAM softvera i njihove prateće baze podataka DEAM. DEAM ulazni i izlazni podaci izraženi su u obliku mase ili neke druge izvedene jedinice (npr. kg ili MJ). DEAM softver koristi više od sto organizacija diljem svijeta (npr. FORD, General Motors, Chrysler, Volkswagen, BMW, Hewlett-Packard, Xerox, Dow Corning,

British Steel i US Department of Energy=Nacionalni laboratorij obnovljivih izvora energije). [5]

Životni ciklusi i podaci o prijevozu energije i emisija uzeti su iz izvješća od Franklin Associates. Energija koja se koristi za kamione sa prikolicom težine veće od 14,000 kg je izračunata na temelju sljedećih podataka: [1]

*Prosječna potrošnja l/km= 45 L/100 km*

*Maksimalno opterećenje kamiona sa prikolicom je 45,000 kg.*

Kvaliteta prikupljenih podataka koje govore o emitiranoj tvari polutanata rangirana je od izvrsne do loše. Primjerice, fosilno gorivo sagorjevanjem oslobađa emisije ugljičnog dioksida, te se tim podacima dodjeljuje DQI kvaliteta samim time je to i najviša moguća kvaliteta dobivenih podataka. Ovi podaci nastali su od prikupljanjem različitih stručnjaka i temeljene se na realnim i provjerenim mjerjenjima. S druge strane za emisiju Antimona<sup>3</sup> dodijeljen je DQI indeks E sugerirajući da je kvaliteta loša. Ovaj podatak predstavlja stariji i nekvalificiraninačin procjene uzorka koji su nepotpuni i metodologija je nepoznata. Zbog te razlike u kvaliteti prikupljanja podataka ovo opisno istraživanje LCI podataka biti će prosječne kvalitete.

Tijekom klasifikacije relevantnih učinka, izabrane su sljedeće emisije: emisija ugljičnog dioksida ( $\text{CO}_2$ ), metana ( $\text{CH}_4$ ) i emisija  $\text{CH}_4$ . Sve one pripadaju u skupinu spojeva koji utječu na stvaranje stakleničkih plinova (GWP) odnosno nastajanje ozona. Prikazuju se zbirno kao CIR (Category Indicator Result – pokazatelj rezultata kategorije). Pri njegovom izračunavanju uzima se utjecaj svake kategorije, tj. krajnji rezultat nastaje zbrajanjem svake vrijednosti oslobođene emisije (P) pomnožene s odgovarajućim faktorom (CF) za tu kategoriju. Cilj je dobiti ujednačenu relativnu veličinu za sve potencijalne ekološke utjecaje zajedno sa njihovom potrošnjom. U kategoriji indikator, prikazani rezultati se odnose na već postojeće informacije, što je obično izvedene iz sveukupnih društvenih aktivnosti. Referentni podaci tako su dobiveni od sveukupnih potencijalnih utjecaja za određeno promatrano područje (podijeljen sa brojem građana u

---

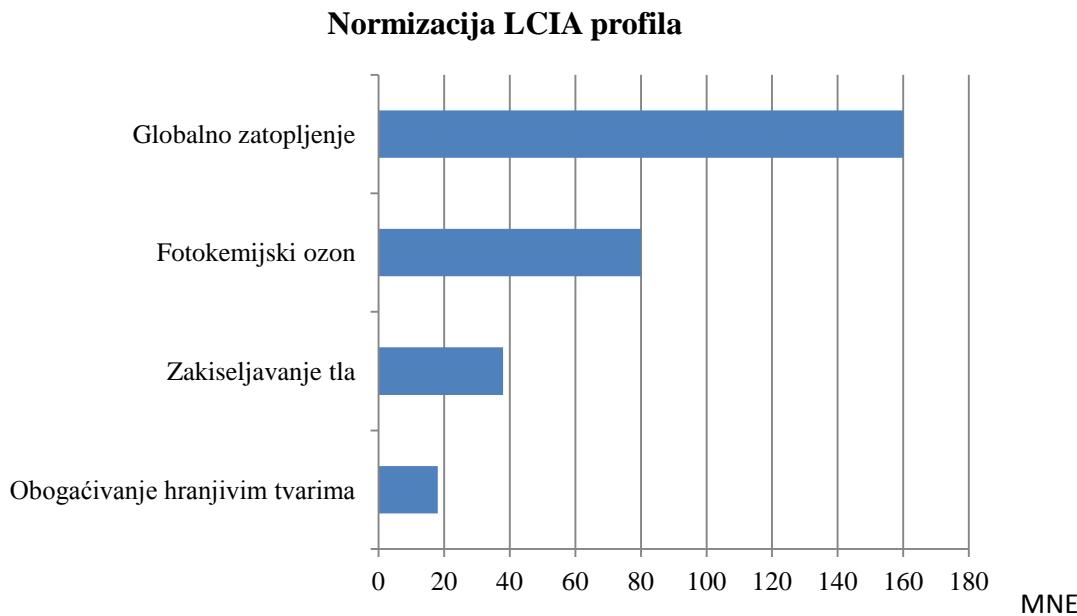
<sup>3</sup> Antimon je hemijski element koji u periodnom sustavu elemenata nosi simbol Sb, atomski broj mu je 51, a atomska masa mu iznosi 121.760(1)

toj regiji). Normiranost za globalno zatopljenje za godinu 1990 iznosilo je 8700 kg CO<sub>2</sub> (dobiveno dijeljenjem ekvivalenta sa osobama na godišnjoj bazi). To znači da je 1990 godine po stanovniku emitirano 8700 kg CO<sub>2</sub> u zrak. U Tablici 5 prikazane su najvažnije kategorije koje nastaju tijekom proizvodnje grafičkih proizvoda. [18]

*Tablica 5: Kategorije utjecaja na okolinu prilikom proizvodnje jednu tonu tiskanih proizvoda*

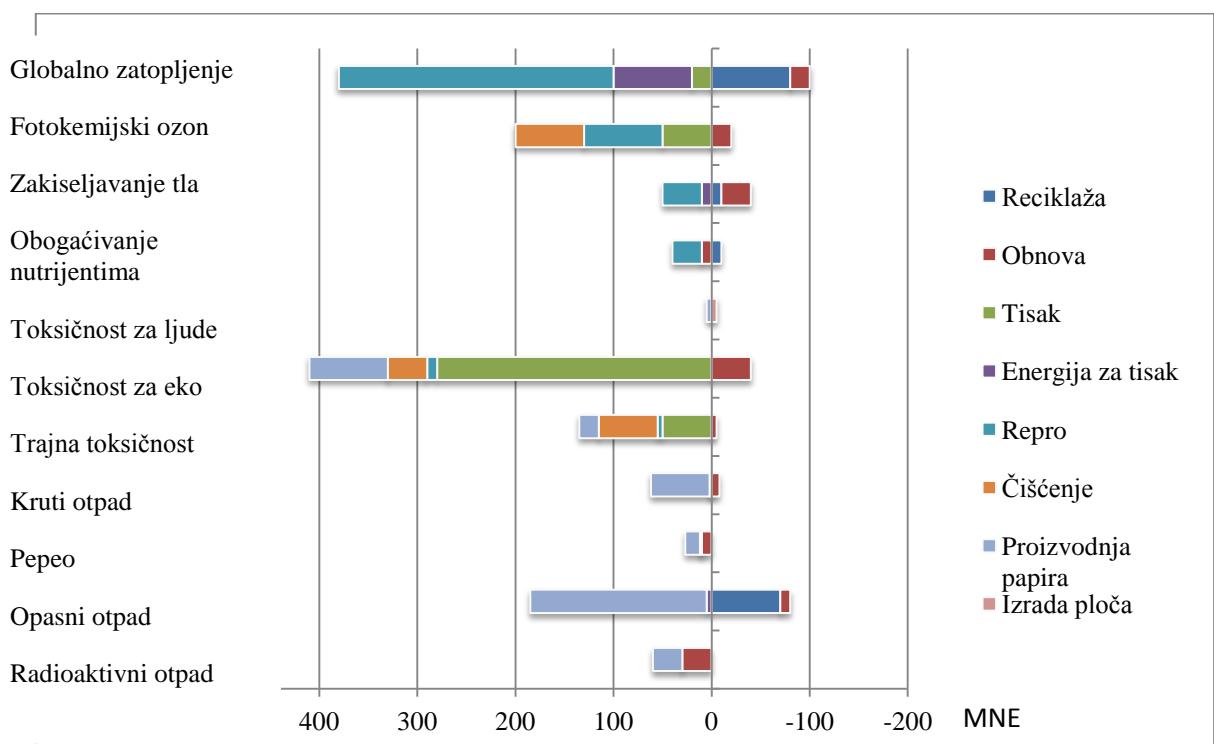
Kategorija utjecaja na oklinu	Iznos	Jedinica
<b>Globalno zagrijavanje</b>	1 400 000	Gram CO <sub>2</sub>
<b>Fotokemijski ozon</b>	1600	Gram C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
<b>Zakisljavanje tla</b>	4 000	Gram SO <sub>2</sub>
<b>Obogaćivanje hranjivim tvarima</b>	5 400	Gram NO <sub>3</sub>

Podaci potrošenih resursa dobivaju se dijeljenjem potrošenih resursa s ukupnim pokazateljima kategorija koji odgovaraju normizaciji (NR Normalisation Reference= normiziran podatak). Normizirani rezultati su izraženi jedinicom ekvivalenta po osobi PE (Person equivalents= ekvivalent po osobi). EDIP97 metodom se množi sa 1000 čime se dobiva milliperson-ekvivalent (MPE). Pojednostavljeni primjer LCIA normalizacije prikazan je na slici 13, te pokazuje rezultate normiranih pokazatelja svih relevantnih kategorija za proizvedenu jednu tonu tiskanih proizvoda.



*Slika 13. Normizacija LCIA profila*

Na slici 13 prikazan je dominantan utjecaj globalnog zatopljenja na opasni otpad i njegovu toksičnosti. Ekotoksičnost se procjenjuje da iznosi oko 400 mili-MPE. Pritom grafička industrija utječe sa 240 MPE dok proizvodnja papira 80MPE. Od ukupne vrijednost od 240 MPE na globalno zatopljenje najviše utječe otiskivanje papira 170 MPE pri čemu je potrošnje energije u tvrtci iznosi oko 60 MPE. Opasni otpad čini oko 160 MPE i gotovo u potpunosti dominira proizvodnju papira (150 MPE). Toksični otpada ukupno iznosi 140 MPE pri čemu se ističe čišćenje (66 MPE), tisak (43MPE) i proizvodnja papira (24 MPE). Ako se pri proizvodnji koristi reciklirani papir vidljivo je da se utjecaj globalnog zagrijavanja smanjuje sa 71% na 43% (Slika 13).



Slika 14: Utjecaj kategorija na okoliš

#### Ograničenja i nesigurnosti metoda

Prosječni opseg knjiga može se značajno razlikovati po tematskim područjima. Stoga, ukupna masa od 500 stranica jednostavno je poslužila kao temelj za ovaj model. US EPA podaci životnog ciklusa za knjigu uključuju proizvodnju od role papira na dalje. Zbog nedostatka podataka, procesi kao što su rezanje, savijanje, sabiranje i pakiranjem nisu uključeni u analize. Međutim, treba napomenuti da su ti navedeni procesi potrošili puno manje energije u usporedbi sa proizvodnjom sirovina koje prolaze faze nabave sirovine, grijanja, miješanja, ispiranja, valjanja i sušenja. Iako je veliki postotak znanstvenih članaka dostupna u mekom uvezu, većina knjiga dostupni su u tvrdom uvezu.

US EPA podaci životnog ciklusa ne uključuju LCI podatke za zahtjeve sirovine koje su potrebne za izradu knjige. Do tog podatka može se doći pomoću Ecobalance-ove DEAM baze podataka koja daje određene uvjete za proizvodnju 1000 kg valovitog kartona i izbijeljenog papira.

Ecobalance podaci su izvedene iz sekundarnih izvora. Na primjer, neki podaci potječu iz Europe, neki iz Sjedinjenih Država, a neki iz Europe. Dakle, dostupni podaci nisu ovisni o geografskom i vremenskom podrijetlu. Međutim, podaci o proizvodnji materijalno predstavljaju samo jedan dio cjelokupnog LCI procesa za tiskane knjige. Nadalje, Ecobalance podatci koriste se u cijelom svijetu (Ecobilan 1999), što sugerira da ta ograničenja nisu jedinstvena, sa drugim LCI podacima. Razlike nastaju kod odabira transportnih vozila, jer tiskare mogu birati između nekoliko veličina dostavnih vozila. Očito je da manje vozilo troši manje energije po kilometru čime i proizvode manje štetnih emisija.

U idealnom slučaju, tiskara i dostavljači vršili bi dostavu pri punom kapacitetu kamiona. Međutim, to nije uvijek logistički izvedivo. U ovom primjeru se pretpostavlja da kamion ispunjava u potpunosti i ostaje u takvom stanju do konačne isporuke, samim time se može tvrditi da se ukupna masa tereta povećava. [1]

#### 2.3.4. Proizvodnja offsetne boje

U pastoznim tiskarskim bojilima nalaze se tri osnovne komponente bojila. To su: veziva, pigmenti i dodaci. Pigmenti su praškaste čestice koje daju osnovno obojenje. Mogu nastati prirodnim ili umjetnim putem. Oni su vezani sa vezivom koje ima svojstvo vezivanja za tiskovnu podlogu. Pigment za offsetna bojila daje obojenje pri čemu mora zadovoljiti glavno svojstvo a to je netopivo u vodi. Ostala svojstva također su bitna. To su: dispergiranje u vezivima, povoljna tekstura, kvašenje u vezivima, te otpornost na kiseline, alkalije i razna otapala. Za izradu bojila važno je i zadovoljiti specifičnosti tehnike tiska i tiskovne podloge.

Veziva su tekuća komponenta grafičke boje. Osim što veže pigmentne čestice svrha veziva je da daje plastičnost i tečnost masi, te na samom kraju veže pigmentne čestice za podlogu. Veziva mogu biti izrađena od lanenog ili mineralnog ulja. Ukoliko je korišteno vezivo laneno ulje, boja će se sušiti nekoliko sati. Uz dodatak sušila, na konačnom otisku formirati će se tanki suhi film. Mineralna ulja su produkt nafte, a suše isključivo penetracijom u papir.

Osim pigmenta i veziva offsetna bojila sadrže punila koja donekle zamjenjuju pigmente (povećavaju masu bojila). Najvažnije punilo je aluminijev hidrat koje se dobiva taloženjem aluminijevog sulfata ili alauna u sodi. Otapala se nalaze u bojilima kako bi bojila ostala u tekućem stanju. Do momenta otiskivanja ne mijenjaju agregatno stanje nakon čega tada hlače. Dodaci su u bojilu bitni, jer mogu poboljšati neka svojstva. Njima se najčešće pospješuje sušenje. Kao dodaci koriste se: voskovi, sapuni, ulja, masti, odpjenjivači itd.

### Opis modela i rezultati LCI tiskanih medija

Papir i bojilo obuhvaćaju glavne komponente u proizvodnji knjige. Dok su podaci o proizvodnji papira svima dostupni, podaci o proizvodnji bojila nažalost nisu. To je dodatni razlog zbog kojeg se nije izvršilo istraživanju utjecaja bojila.

Postoje razni studiji koji istražuju kako knjiga utječe na okoliš. Rezultati pokazuju da je oko 7,92 kg bojila i 1220 kg papira potrebno za tonu knjiga. To iznosi manje od 1% te je iz tog razloga isključena iz analize. Rezultati potječu iz istraživanja LCA sustava.

Prikazani projekt istražio je koliki je udio tiskanog materijala na okoliš kroz cijeli životni ciklus. Na temelju rezultata utvrđeno je da za otiskivanje knjige potrebno 0,77 MWh/t struje, 0,72 MWh/t ulja, a 1,19 MWh/t prirodnog plina. Treba naglasiti da je spomenuta struja, loživo ulje i prirodni plin potrebni za grijanje objekta, opremu, rasvjetu itd. Ove varijable se mogu podesiti pomoću proračunske tablice. Na bazi prethodnog primjera (ukupna masa je 34,4 kg), struja koja je potrebna za otiskivanje 500 stranica četrdeset knjiga je izračunata na sljedeći način:

### **STRUJA**

$$\frac{0,77 \text{ MWh}}{\text{tona}} \times \frac{34,4 \text{ kg}}{\text{ukupna masa}} \times \frac{1 \text{ tona}}{1 \text{ kg}} \times \frac{3600 \text{ MJ}}{1 \text{ MWh}} = 95,4 \frac{\text{MJ}}{\text{ukupna masa}}$$

### **BENZIN**

$$\frac{1,19 \text{ MWh}}{\text{tona}} \times \frac{34,4 \text{ kg}}{\text{ukupna masa}} \times \frac{1 \text{ tona}}{1000 \text{ kg}} \times \frac{1000,004 \text{ kWh}}{1 \text{ MWh}} \times \frac{28,31 \text{ l}}{0,30 \text{ kW}} = \frac{2,52 \text{ kg}}{\text{ukupna masa}}$$

Izvor: Kozak, G. (2003) *Printes scholarly books and e-book reading devices: A comparative life cycle assessment of two book options*, Michigan: University of Michigan, str. 34

*Tablica 6. LCI podaci: Potrošnja energije, loživog ulja i plina*

Komponenta	Ulazni materijali (kg)	Potrošnja energije (MJ)	Emisije u zraku (kg)	Potrošnja vode (l)	Emisije u vodi (g)	Kruti otpad (kg)
<b>Električna energija za tisk</b>	16	464	37	6	10	74
<b>Loživo ulje</b>	2	99	7	20	77	0
<b>Prirodni plin</b>	3	162	20	0	0	0

#### Izvor i kvaliteta podataka

Godine 1995. Izvršeno je LCA istraživanje od strane finskog nacionalnog istraživačkog centra za grafičku industriju (GAT). Pritom je korišten programski alat ECO s kojim su pokazani svi važniji LCA podaci. Na bazi dostupnosti podataka i resursa određuje se tip projekta, zajedno sa opsegom i granicom. Pritom je svaka faza uključena u istraživanje, uključujući i dodatnu obradu. U LCA je također uključena potrošnja energije koja je potrebna za izradu knjige, odnosno proizvodnju, transport materijala i proizvoda. LCA podaci su kompatibilni sa industrijskim mjerenjima što je dokaz da su vjerodostojni. Popis podataka o električnoj energiji nastaloj na klasičan način (hidroelektrane) sastavljen je sa strane Ecobalance Inc softvera koji je integriran sa DEAM bazom podataka. Ovaj model elemenata korišten je iz podataka LCA koji potječu iz Finske. Jasno je da postoji razlika u podacima između Europe i Sjeverne Amerike. Isto tako nova tehnologije (CTP i digitalni tisk) nisu uzete u obzir zbog nedostatka podataka, iako su te tehnologije brzo prihvачene u grafičkim tvrtkama.

### 2.3.5. Distribucija proizvoda

Distribucije proizvoda je vezan uz aktivnosti dostave tiskanih knjiga u odgovarajuće pripremljeno skladište. Kako bi se pojednostavio model kalkulacije definirane su sljedeće pretpostavke.

Nakon proizvodnog procesa, knjige su direktno poslane iz tiskare u knjižnice. S obzirom da tiskara manipulira s velikim količinama materijala i relativno niskom cijenom otiska, pretpostavlja se da su ekološke posljedice skladištenja otisnutih materijala na vrlo niskoj razini. Takva vrsta skladištenja izuzete su iz modela kalkulacije.

Prilikom otpreme složenijih i masom težih knjiga na veće udaljenosti koriste se dizelski kamioni sa prikolicom. Kako je dominantna vrsta goriva upravo dizel, te će se kalkulacija zasnivati na dizelskom sagorijevanju.

Težina materijala za pakiranje također je izuzeta iz modela kalkulacije. Time se ne sugerira da je potrebno u potpunosti zanemariti važnost procesa pakiranja proizvoda, već samo onih jednostavnijih. Razlog tome su iznimno mali utjecaj na konačni proizvod odnosno na ekološke posljedice uzrokovane samim procesom tiska i proizvodnje knjiga. Upravo iz tih razloga elementi procesa pakiranja proizvoda i odlaganja paketa nisu samostalno prikazani u modelu. Pritom su najvažnije varijable procesa transporta knjiga izražene na temelju proračunskog modela ulaza.

- \* *Udaljenost destinacije:* odnosi se na udaljenosti između tiskare i knjižnice. Iako se varijable procese izražavaju na temelju proračunske tablice, za ovaj primjer pretpostavlja se prosječna udaljenost od 1200 kilometara.
- \* *Ukupna masa:* iznos je 42,1 kg
- \* Na temelju postojećih podataka prosječna potreba za gorivom i energijom pri transportu za kamion s prikolicom iznosi u prosjeku 31,4 l/100 km i 0,004 KWh. [1]

U tablici 7 nalaze se podaci vezani uz ukupnu potrošenu energiju i svih emisija nastalih tijekom transporta. Oni su izraženi kroz vrijednost ukupne mase za klasično otisnuto

knjigu. Također, u tablici 7 nalazi se i LCA podaci ukupno nastalih plinova dobivenih na temelju izgaranja dizela tijekom procesa transporta.

*Tablica 7 LCI podaci: Emisije nastale kod transporta*

Komponenta	Ulazi – materijali (kg)	Primarna energija	Emisija plinova (kg)	Potrošnja vode (l)	Tekući otpad (g)	Kruti otpad (kg)
Proces dostave knjiga*	1	112	5	55	57	0

\* Uključuje podatke vezane uz korištenje dizel goriva i podatke njegovog sagorijevanja

Klasično otisnutu knjigu ponekad tiskara dostavi skladištu veletrgovine nakon čega se one distribuiraju maloprodajnim knjižarama. S obzirom da su troškovi i potrošnja energije posredničkih skladišta vrlo niska (kao i period zadržavanja knjiga u njima) utrošena energija se svodi na vrlo nisku razinu. Zbog toga je proces skladištenja isključen iz LCI-a analize.

*Tablica 8: Faze životnog ciklusa*

	Proizvodnja materijala	Proizvodnja	Distribucija	Uporaba	TOTAL
<b>Ulazi (kg)</b>	113	21	1	15	151
<b>Potrošnja vode (L)</b>	3,174	26	55	500	3,754
<b>Energija (MJ)</b>	1,653	724	112	1,305	3,794
<b>Emisije u zraku (g)</b>	99	64	5	55	222
<b>Emisije u vodi (g)</b>	562	87	57	523	1,229
<b>Čvrsti otpad (kg)</b>	4	75	0	16	94

Uzet primjer knjige planira se koristi u školama u vremenskom periodu od četiri godine. Kako knjiga sadrži 500 stranica, tijekom četiri godine za jedan razred potrebno je otisnuti 40 knjiga, te ta naklada teži 60 kilograma. Sve u svemu, knjiga proizvedena na klasičan način zahtjevati će: sirovinu, trošiti će vodu, trošti će energiju, oslobađati će se emisije u zrak i vodu, te formirati će se kruti otpad. U tablici 9 prikazano je da sirovina utrošena u proizvodnim fazama, gdje je čak 55% ulaza drvna sirovina. Iz tog podatka može se zaključiti da je proizvodnja papira najviše zaslužna za štetne emisije, odnosno

za onečišćenje okoliša. Isto tako gotovo 85% vode je utrošeno pri proizvodnji papira. Bitno je napomenuti da je 92% energije utrošeno za osobni prijevoz.

### **3. EKSPERIMENTALNI DIO - IZRAČUN ŽIVOTNOG CIKLUSA PROIZVODA U TISKARI**

Tiskara „Grafić“ je ekološki osviještena, što se vidi u tehnologiji primjena tiskovne forme (CTP uređaja koji zamjenjuje stari način tiskovne forme). Osim primjenjenih ISO standarda oni posjeduju i FSC certifikatom koji dodatno doprinosi očuvanju životnog okoliša. Cilj ovog rada je odrediti životni ciklus grafičkih proizvoda prizvedenih u Republici Hrvatskoj. Pritom će se uvažiti specifičnosti tog područja, odnosno kao grafički proizvod odabrana je papirna vrećica.

#### **3.1. Značajna obilježja tiskare „Grafić“**

Tiskara „Grafić“ posluje uspješno već dugi niz godina, te trenutno pruža visokokvalitetne usluge tiskanja i dorade. Izgrađuju zaposlenici kvalitetan odnos s mnogim klijentima, te je tako tiskara postala stabilan, brz i pouzdan partner. Od tehnika tiska raspolažu sa: ofsetnim tiskom, sitotiskom, tampon tiskom i foliotiskom.

Posjeduju najmoderniju opremu i strojeve (4-bojni ofsetni tiskarski stroj, rezači stroj, pancer), a ono što je najnovije je MGI meteor 8700 XL (digitalni četverobojni tiskarski sustav koji ima sposobnost tiskanja na papiru i plastici do formata 330 x 650 mm). Navedena oprema omogućava proizvodnju različitih grafičkih proizvoda na različitim podlogama. Također raspolažu s opremom za grafičku pripremu i dizajn, kao i tehniku digitalnog probnog tiska. Pored svega navedenog imaju i integriranu CTP (computer-to-plate) tehnologiju, koja jamči vrhunsku uslugu izrade tiskovne forme te veću krajnju

kvalitetu grafičkog proizvoda. Sa CIP sustavom povezani su svi proizvodni procesi kontrole od ulaza do izlaza čime dolazi do kompletног grafičkog proizvoda.

Tiskara teži povećanju zadovoljstva klijenata na način da zadovolji njegove zahtjeve. Ti zahtjevi su najčešće u grafičkoj industriji brzina, kvaliteta i cijena. Kako bi zadovoljili visoku kvalitetu proizvoda i ekološku osvještenost uveli su sljedeće certifikate:

- ISO normu 9001: međunarodna norma koja opisuje sustav upravljanja kvalitetom,
- ISO normu 14001: međunarodna certifikat koji postavlja zahtjeve za planiranje, uspostavu, primjenu i nadzora sustava upravljanja okoliшem, a istovremeno daje potrebno usmjerjenje kako se on postiže.
- FSC (The Forest Stewardship Council) standard koji je zasnovan na načelima i kriterijima za uravnoteženu brigu o ekonomskim, socijalnim i ekološkim komponentama gospodarenja šumama.

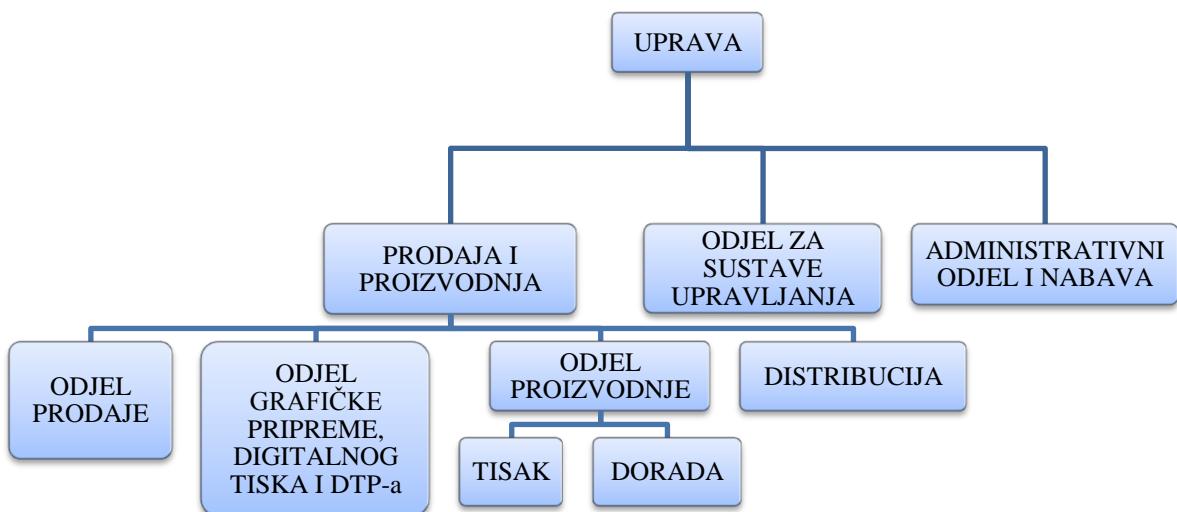


Slika 15: Logotipi certifikata ISO 9001, ISO 14 001 i FSC

Tiskara je osim uspјešnog implementacije sustava kvalitete i certifikatima potvrdila iste što je vidljivo od strane certifikatorske kuće. Samim time je utvrđeno da tiskara u svojoj praksi udovoljava zahtjevima norme u pogledu: sustava upravljanja kvalitetom, dokumentacije kvalitete, opredijeljenosti uprave za održavanjem kvalitete, upravljanja resursima, realizacije proizvoda, mjerjenja, analize i poboljšanja proizvodnje.

Prema normi tiskara je specificirala procese koji su potrebni za sustav upravljanja kvalitetom. Prilikom proizvodnje pritom bio je dovoljan samo jedan identificirani proces iako je postojala mogućnost da ih ima i više. Pri certificiranju određen je slijed i međusobno djelovanje tih procesa. Ako se u organizaciji identificira više procesa, nužno je odrediti njihovu međusobnu ovisnost (način na koji započinje jedan proces odnosno kada završava drugi proces) osim toga uspostavljena je i povratna veza među njima

čime je osigurano da procesi mogu odvijati istodobno ili pojedinačno. Pri tomu je potrebno odrediti redoslijed njihova odvijanja u vremenskom periodu. Osim određivanja samih procesa i njihovih međuvisnosti potrebno je definirati metode. To uključuje imenovanje predstavnika, opis procesa i dostupnost dokumentacije o procesima. Dijelovi procesa se odvijaju na različitim lokacijama tiskare. Pomoću shematske strukture i sistematizacije slijedi se raspored poslova u svim procesnim koracima.(Slika 16)



*Slika 16: Struktura tiskare Grafing*

Nažalost, dio procesa obavljaju vanjski dobavljači, odnosno, suradnici tiskare koji nude usluge koje Grafing ne može odraditi. Certifikat traži da tiskara surađuje samo sa najboljima, što dokazuje sustavno ocjenjivanje dobavljača. Tiskara koja ima certifikate mora raditi čitavo vrijeme u skladu sa propisima.

### **3.2. Metodologija i hipoteze istraživanja**

Ovaj diplomski rad prikazuje kvalitativno istraživanje kojeg će se prikupljenim podacima metodom promatranja i analize dokumentacije odabranog grafičkog proizvoda unutar tiskare Grafing. Promatran proizvod je papirnata vrećica koja je izabrana na temelju stručne procjene. Važno je napomenuti da ovakav grafički proizvod svojim karakteristikama predstavlja izvrstan primjer sa stanovita ekoloških vrijednosti tiskare.

Proizvod praćen dokumentacijom koja prati slijed proizvodnje proizvoda. Radi se o pisanim tragu od ulaza sirovina (dostavnica materijala) prateći list i radni nalog (prati proizvod do kraja realizacije), zapisi o narudžbi i potrošnji materijala, tablice praćenja ponuda, planiranih isporuka i reklamacija. Uz proizvodnju također je tako vežu prateći listovi za repromaterijal koji je potreban u ofset tisku.

U istom vremenskom periodu izvodilo se certificiranje tiskare ISO certifikatima u skladu sa ISO normom za kvalitetu 9001 i okoliš 14 001, te FSC certifikatu. FSC certifikat je jako bitan za ovaj diplomski rad jer u konačnici doprinosi životnom ciklusu proizvoda.

Tijek proizvodnje popraćen dokumentacijom prikazan je u tablici 9.

Tablica 9: Faze proizvodnje tiskare *Grafić*

AKTIVNOST	TKO	ŠTO	UPUTE (KAKO)	OBRASCI
<b>PLANIRANJE</b>	Tehnički Direktor	Planiranje proizvodnje	Zaprimanje pratećeg lista radnog naloga od prodajnog savjetnika-tehnologa sa traženim rokovima isporuke i vremenom potrebnim za realizaciju naloga.  Provjera slobodnih proizvodnih kapaciteta i izrada plana rada proizvodnje kojim se obuhvaća grafička priprema, tisak, dorada i isporuka.	Prateći list radnog naloga  Radni nalog  Evidencija o naručenom papiru  Plan rada
<b>TEHNOLOŠKA PRIPREMA</b>	Tehnolog	Izrada radnog naloga	Otvaranje radnog naloga prema prihvaćenoj ponudi, ispunjavanje pratećeg lista sa satnicama svih proizvodnih faza, provjera lagera i papira i narudžba te predaja naloga u grafičku pripremu. Obavezna naznaka da li je papir FSC.	Radni nalog
<b>IZRADA TISKOVNE FORME</b>	Ctp operater Dtp operater	Izrada ploče Izrada probnog otiska	Zaprimanje radnog naloga na kojem stoje sve potrebne informacije za izradu tiskovne forme. Provjera file-ova dobivenih od klijenta, snimanje ploča za tisak na CTP-u.	Radni nalog
<b>TISKANJE</b>	Offset strojari Digitalni operater	Tisak proizvoda prema radnom nalogu	Prema radnom nalogu slijedi: postavljanje i podešavanje ploča, podešavanje bojanika (eventualno mijenjanje boja), priprema stroja za tisak i tiskanje. Tiskar ostavlja primjerak od svakog otisnutog arka u arhivi, u smislu kontrole kvalitete. Svaki tiskar upisuje svoj dio otisnutih araka i satnicu na poledini radnog naloga i ovjerava svojim potpisom.  Obavezna naznaka da li je papir FSC.  Digitalni stroj – MGI: nakon zaprimanja naloga, upisuju se postavke sa naloga na 2 ekrana na printeru, upisivanje postavki u RIP na računalu, nakon čega slijedi ulaganje papira u ulagači stol, printanje i kontrola otiska.	Radni nalog
<b>DORADA</b>	Djelatnici dorade	Doradni poslovi prema radnom nalogu	Provođenje doradnih poslova prema radnom nalogu (rezanje, savijanje araka, klamanje, štanjanje, lijepljenje, pakiranje i ostala dorada). Doradni djelatnici upisuju na poledini radnog naloga svaku fazu procesa u doradi i potpisom odgovorna osoba odgovara za određenu fazu dorade.	Radni nalog
<b>ISPORUKA</b>	Voditelj distribucije	Isporuka gotovih proizvoda	Voditelj distribucije isporučuje proizvod prema planu rada sa planom isporuke. Kod isporuke za svaki proizvod ima pripadajuću dostavnicu koju kod primitka klijent potpisuje.  Potpisano dostavnicu predaje odjelu administracije.	Plan rada  Dostavnica

Za potrebe istraživanja proizvodnje papirnate vrećice postavljene su tri hipoteze:

1. Da li postoji povezanosti ekoloških aspekata i životnog ciklusa proizvoda.
2. Da li se korištenjem FSC-a i ISO standarda uspješno smanjuje negativni utjecaj na okoliš.
3. Da li je uvođenjem nove tehnologije uspješno smanjen negativni utjecaj na okoliš.

Na temelju hipoteze 1 nastoji se pokazati pozitivna korelacija ekoloških aspekata i životnog ciklusa odabranog proizvoda u tiskari. Povezanost se nastoji dokazati analizom svake pojedine faze životnog ciklusa proizvoda. Unutar svake faze istraživanjem će se nastojati iskazati svi pozitivni ali i negativni čimbenici koji utječu na okoliš.

Prepostavka je da ISO standardi unaprjeđuju kvalitetu poslovanja. Tako se praćenjem kvalitete proizvoda eliminiraju negativni ekološki utjecaji. Upravo iz tih razloga navedena hipoteza prepostavlja uspješnu implementaciju ekoloških aspekata što će se utvrditi istraživanjem unutar tiskare „Grafing“.

Uvođenjem novih tehnologija u grafičkoj industriji trebala bi pokazati da je novija tehnologija koju koristi tiskara „Grafing“ ekološki prihvatljivija od konvencionalnih metoda koje su prikazane u teoretskom dijelu. Kroz životni ciklus papirnate vrećice u tiskari pokušati će se povezati prethodno prikazani primjer te prikazati sve pozitivne i negativne čimbenike na okoliš.

### **3.3. Praćenje životnog ciklusa papirnate vrećice**

Prvi proizvod koji je u tiskari Grafing certificiran sa FSC oznakom bila je papirna vrećica. Pritom je klijentu bitno da se naglasi da je tvrtka ekološki osviještena i kroz otisnuti promotivni materijal. Odabran je papir sa certifikatom dobavljača, što je zabilježeno na svim ulaznim dokumentima sa oznakom FSC papira. FSC papir može biti napravljen i od recikliranog papira, što je u ovom slučaju. Specifikacija vrećice je prikazana u tablici 10.

Tablica 10: Specifikacija vrećice

<b>Naziv proizvoda:</b>	Vrećica
<b>Dimenzija:</b>	240 x 330 x 98 mm
<b>Vrsta papira:</b>	FSC reciklirani flora Avorio 250 g/m <sup>2</sup>
<b>Tisak:</b>	2/0
<b>Proizvodac:</b>	Fedrigoni
<b>Dorada:</b>	izrada vrećice – lijepljenje i stavljanje špage
<b>Količina:</b>	1000 kom
<b>Dodatak:</b>	200 araka

Kao što je vidljivo iz specifikacije izostavljena je stavka plastifikacije, koja je do nedavno bila normalna stavka. To je još jedan dokaz osviještenosti te da je moguće izraditi dobar i kvalitetan proizvod koji je manje štetan za okoliš. Za proizvod se ispunjava radni nalog (ispisivanje cijele specifikacije proizvoda), izrada proračuna potrošnje papira, određivanje dodatka potrebnog za tisak. Pošto se radi na novim tiskarskim strojevima dodatak koji je potreban za pripremu stroja je manji. Izračunata potrošnja FSC papira se evidentira u tablici.

Na postojeću pripremu montira se FSC logo koji dokazuje izvornost papira. Ploče se izrađuju na CTP (*Computer to Plate*) uređaju Kodak Magnus 400. (slika 17) Najvažniji razlog odluke u investiranje CTP-a tehnologije je upravo radi ekologije, kvalitete izrade tiskovnih formi i smanjenje troškova za repromaterijal koji je bio izrazito velik kod klasične izrade tiskovnih formi (tablica 11).



Slika 17: CTP Kodak Magnus 400

Tablica 11: Specifikacija CTP uređaja

Model	Kodak Magnus 400
Karakteristike	800 nm termalni osvjetljivač ploča
Ulaganje	Kontinuirano ulaganje/izlaganje
Propusnost (2400 dpi/ploča)	Najmanje 17 ploča/h, najviše 38 ploča/h
Rezolucija	2032/3048 dpi
Linijatura	Max. 250 lpi
Veličina ploča	Min 300 x 228 mm, Max. 685 x 762 mm
Energija	3,5 kWh

Otiskivanje vrećice izvršeno je na ofsetnom četverobojnom stroju Speedmasteru 74-4-H (Slika 18). Maksimalan format stroja je B2 (700 x 500 mm), dok je maksimalna gramatura kartona 350 g/m<sup>2</sup>. Stroj je predviđen za velike naklade, poslove koji zahtijevaju visoku kvalitetu izrade na standardnim i po potrebi otiskivanja na različitim tiskovnim podlogama. Stroj je u potpunosti automatiziran i posjeduje besprijeckornu kontrolu pomoću CIP 3 napredne tehnologije. Maksimalna brzina otiskivanja je 15000 arka/h. Međutim produktivna brzina određena je uvjetima rada i vrsti papira koji se koristi.



Slika 18: Ofset stroj Speedmaster 74-4-4

Tablica 12: Specifikacija ofsetnog stroja

Model	Speedmaster 74-4
Maksimalni format	530 x 740 mm
Minimalni format	210 x 280 mm
Debljina tiskovne podloge	0,03 – 0,6 mm
Maksimalna brzina	15 000 ar/h
Minimalna brzina	3 000 ar/h
Dimenzije	Visina 1,93 m, širina 2,9 m, duljina 7,93 m
Nivo buke prema EN13023	80dB(A)
Energija	43,5 kWh

Bojila koja su se koristila za tisak su ofsetne boje na biljnoj bazi. Proizvođač boje je Flint Gruop Germany GmbH. Ona se odlično ponašaju u bojanicima i na valjcima, idealna je za sjajne i mat papire, te brzo suše. Agregatno stanje bojila je tekuće, te se nanosi isključivo ručno na bojanik ofset stroja. Bojila nisu klasificirane kao opasne za zdravlje. Udisanjem bojila od strane radnika, međutim eventualno udisanje aerosola može izazvati nadražaj. Isto tako ne očekuje se mogući nadražaj na koži. Kod osjetljivijih tipova kože može doći do crvenila, sušenja i pucanja kože. Miris je ugodan (po esterima i manganovom karboksilat). Nema podataka o štetnosti za organizme u vodi i u tlu, kao ni na biljke i kopnene životinje. Nije ni zabilježeno oštećenje bakterija aktivnog mulja, nema podataka o kemijskoj potrošnji kisika (KPK)  $MGO_2/KG$ , biokemijske potrošnje kisika (BPK<sub>5</sub>)  $MGO_2/KG$  te samim time ni odnos BPK<sub>5</sub>/KPK.

Tehnički listovi ne isključuju važnost odlaganja u posebnim spremnicima i zbrinjavanje pod određenim uvjetima. Boje se moraju koristiti samo u dobro provjetrenim prostorijama, daleko od mogućeg toplinskog izvora što je jedan od razloga zabrane pušenja u proizvodnom prostoru.

Osim bojila, bitna stavka su puferi koji se dodaju otopini za vlaženje. Njihov udio je 8 – 10 %. Sastojci koji pridonose opasnosti tekućine za vlaženje je dodatak 2 propanol i etadiola (dodaje se od 5-15 %). Etandiol ima oznaku opasnosti u slučaju ingestije, 2-propanol je lako zapaljiv, nadražuje oči, a njegovo isparavanje može izazvati pospanost ili vrtoglavicu. Samim time tekućina za vlaženje je blago obojena s mirisom alkohola i ne sadrže poznate podatke o otrovnosti ili štetnosti za okoliš. (Tablica 13)

*Tablica 13: Tehnička specifikacija izopropilnog alkohola*

<b>Naziv</b>	<b>Izopropilni alkohol</b>
<b>Proizvodač</b>	Shell Chemicals Europe B.V. Nizozemska
<b>Upotreba</b>	Alkohol koji se dodaje otopini za vlaženje
<b>Identifikacija opasnosti</b>	Na ljudsko zdravlje: izaziva vrtoglavicu, slabost, usporenost reakcija, izaziva iritaciju kože i očiju Na okoliš: lokalno štetno za vodene organizme
<b>Sastojci</b>	2-propanol (99,5%)

Nakon otiskivanja ponekad je potrebno primjeniti sredstvo za pranje uređaja za vlaženje. Sredstvo za čišćenje se dodaje direktno u sistem za vlaženje u offset stroju. Nakon čega se sve ispire vodom. (Tablica 14)

*Tablica 14: Tehnička specifikacija sredstva za pranje sistema za vlaženje*

<b>Naziv</b>	<b>Schvego fix 8110</b>
<b>Proizvodač</b>	Bernd Schwegmann GmbH&Co, Njemačka
<b>Upotreba</b>	sredstvo za pranje sistema za vlaženje
<b>Identifikacija opasnosti</b>	Na ljudsko zdravlje: izaziva opekotine. U dodiru s kožom može izazvati preosjetljivost Na okoliš: nema podataka
<b>Sastojci koji pridonose opasnost</b>	alfa, alfa', alfa" – trimetil-1,3,5, (2H, 4H, 6H) trietanol (dodaje se od 9,5 do 9,7%), natrijev hidroksid (od 1 do 5%), piridin-2-tiol-1-oksid i natrijeva sol ( dodaje se od 0,1 do 0,3%)

Osim sredstva za pranje sistema za vlaženje u tiskari se koristi i sredstvo za čišćenje uređaja za obojenje i sustava cilindara od ostataka boja i prljavštine (Tablica 15). Sredstvo se nanosi krpom gdje se pritom skida zasušena boja. Nakon čišćenja zaprljana krpa baca u poseban spremnik za opasni otpad koji se naknadno zbrinjava. Sredstvo za pranje sadrži benzin, aceton i 2-propanol te udisanjem para se može izazvati pospanost i vrtoglavicu. Ako dođe do ingestije može se izazvati oštećenje pluća. Na okoliš može djelovati dugoročno tj. pogubna je za vodene organizme. Pošto su pare teže od zraka lako su zapaljive, te postoji opasnost od eksplozije. Zbog toga je potrebno pažljivo rukovanje, zaštitna odjeća i prozračnost prostorija.

*Tablica 15: Tehnička specifikacija sredstva za pranje sistema za obojenje*

<b>Naziv</b>	<b>Neubol 111</b>
<b>Proizvodač</b>	Brentag Zagreb
<b>Upotreba</b>	sredstvo za pranje sistema za obojenje
<b>Identifikacija opasnosti</b>	Na ljudsko zdravlje: izaziva vrtoglavicu, slabost, usporenost reakcija, izaziva iritaciju kože i očiju Na okoliš: lokalno štetno za vodene organizme
<b>Sastojci</b>	Nafta, destilat nafte, laki aromati

Odlaganje otpadnih tekućina izvodi se u posebnim spremnicima koji su smješteni izvan proizvodnog prostora. (Slika 18)



*Slika 19: Zbrinjavanje sredstva za pranje*

Pravilnikom o zbrinjavanju svih vrsta otpada utvrđuju se vrste otpada koje nastaju tijekom odvijanja tehnološkog procesa. Pritom se uređuje postupak s otpadom od njegovog nastajanja (njegovo sabiranje po vrstama, vođenje očeviđnika, prijavljivanje, nadzor nad postupanjem i trajnim uklanjanjem iz lokacije tiskare, te imenovanje radnika i odgovornih osoba koji postupaju sa otpadom). Zakonom o otpadu definiran je proizvođač otpada. To je svaka osoba koja svojom aktivnošću stvara otpad i koja prethodnom obradom, miješanjem ili drugim postupkom mijenja sustav ili svojstva otpada. Samim time gospodarenje otpadom u tiskari je skup aktivnosti, odluka i mjera usmjerenih na:

1. Sprečavanje nastanka otpada, smanjivanje količine otpada i njegova štetnog utjecaja na okoliš
2. Skupljanje i zbrinjavanje otpada zajedno sa nadzorom nad obavljenim djelatnosti Na taj način ne dovodi se u opasnost ljudsko zdravlje i postupcima se ne utječe na okoliš. Time se izbjegava rizik: onečišćenja voda, tla, zraka, pojave buke, pojave neugodnih mirisa i nastajanje eksplozija ili požara.

Opasni tehnološki otpad koji ima svojstva „zapaljivo“ nastaje tijekom ofset tiska. Radi se o otpadu koji nastaje uklanjanjem bojila ili lakova koji sadrže organska otapala ili druge opasne tvari. Međutim, ambalaža također sadrži ostatke opasnih tvari ili je onečišćena opasnim tvarima. Na slici 20 prikazani su posebni spremnici koji su označeni tehničkim brojevima, podacima o skupljaču otpada i opisom otpada.



Slika 20: Otpad u odgovarajućim spremnicima

Tiskara Grafing svoj otpad može ponovno iskoristiti. Pritom je obvezna razvrstati odmah na mjestu nastanka (skupljati ga vrstama i osigurava uvjete skladištenja od njegove ponovne obrade). Opasni otpad se privremeno skladišti u označenim spremnicima opasnog otpada, a po zapunjenošći spremnika se predaje na zbrinjavanje ovlaštenom skupljaču opasnog otpada.

Tijekom tehnološkog procesa nastaje i otpad prilikom sortiranja papira i kartona za reciklažu. Papirni otpad odlaže se u postavljeni spremnik. On nastaje tijekom procesa obrezivanja tiskovine u definiranu dimenziju, pri čemu se obrezani dio odlaže kao neopasni otpad. U kontejner (zapremnine 5 m<sup>3</sup>) ovog otpada odlaže se odbačena tiskanica (Slika 21). Svaki radnik na svom radnom mjestu dužan je tijekom radnog vremena razvrstati otpad, te smjestiti ga u namjenske spremnike. Pri tome se strogo zabranjuje miješanje različitih vrsta otpada, jer se time umanjuje mogućnost iskorištenja vrijednih svojstava otpada.



Slika 21. Spremnik za otpad od papira

Tiskara kao proizvođač otpada je dužna ovlaštenom skupljaču dati pri svakoj predaji otpada priložiti pravovaljano ispunjeni obrazac Pratećeg lista. Razlikujemo dvije vrste otpada: opasni i neopasni. Pošto je papir neopasni otpad, za njega je potrebno ispuniti Prateći list PL-No (za neopasni otpad). U slučaju opasnog otpada tiskara je dužna uz prateći list predati skupljaču (obradivaču opasnog otpada) izvješće o ispitanim fizikalnim i kemijskim svojstvima otpada.

U slučaju velikih količina otpada razvija se program pomoću kojeg se uspostavlja cilj i angažiraju ljudi (definiraju se zadaci i aktivnosti, ovlaštaju se osobe, definiraju potrebni resursi, te vrijeme koje je za to potrebno). (tablica 16)

Tablica 16: Program zaštite okoliša

Politika	Opći cilj	Pojedinačni cilj	Program	Akcije
<b>Emisije opasnih tvari</b>	Smanjenje emisije opasnih tvari	15 % manje emisije VOC spojeva u godini dana	Smanjenje VOC-a Odlaganje otpada	Kontrola
	Dizajn za čistije sirovine	Smanjiti uporabu opasnih spojeva za 20%	Dizajn	Educiranje dizajnera i tehnologa
	Čistija tehnologija	25 % manje ispuštanja tvari	CTP stroj Magnus 400 Digitalni stroj MGI	Edukacija zaposlenika

Odgovorna osobna u tiskari dužna je: nadzirati nastajanje otpada, pravovremeno i propisno odlagati proizvedeni otpad. Uz nadzor odgovorna osoba organizira predaju proizvedenog otpada ovlaštenom skupljaču otpada u skladu sa zakonom o zbrinjavanju otpada. Ukoliko se u proizvodnom prostoru dogodi iznenadno zagađenje, otklanja se uzrok i sprječava širenje zagađenja. Nakon toga izvodi se sanacija i uklanjuju posljedice zagađenja, odnosno otpad nastao nakon sanacije zbrinjava se prema napucima ovlaštenog skupljača otpada.

Nakon izvršenog otiskivanja proizvoda i zbrinjavanja svih otpadnih sredstava slijedi dorada odnosno izrada vrećice. Izrada vrećice se vrši kod tvrtke partnera koji je provjerен i dugogodišnje ocjenjivan od strane uprave te se kao takav pokazao pouzdan i kvalitetan suradnik. Gotov proizvod vraća se u tiskaru Grafing te pakira u reciklirani omotni papir (slika 17).



Slika 17: Papirnata vrećica

### 3.3.1. Rezultati istraživanja papirnate vrećice

Ispunjavanjem radnog naloga započinje tijek proizvodnje papirne vrećice. Na radnom nalogu određuje se: količina papira za nakladu, dodatak za tisak, vrijeme otiskivanja, broj ploča koji je potreban za tisak, boje koje se koriste, te dorada. Papiri najčešće dolaze u B1 formatu (1000 x 700 mm). Na offsetnom tiskarskom stroju Heidelberg Speedmaster 74-4 otiskuje se maksimalni format B2 (700 x 500 mm). Format B1 reže se na tiskovni format B2 na rezačem stroju Perfecta 92. Dimenzija željene vrećice je 240 (širina) x 330 (visina) x 98 (dubina) mm. Iz gotove dimenzije vrećice možemo izračunati plašt vrećice:

$$\text{Širina: } 480 \text{ mm} + 196 \text{ mm} + 20 \text{ mm} = 696 \text{ mm}$$

$$\text{Visina: } 330 \text{ mm} + 98 \text{ mm} + 20 \text{ mm} = 448 \text{ mm}$$

Otvoreni plašt papirnate vrećice je 696 x 448 mm. It tog podatka zaključujemo da je tiskovni format B2 (700 x 500 mm). Za nakladu 1000 kom vrećica potrebno je 500 araka B1 formata. Pritom dodajemo 100 araka za pripremu tiska i doradu, te je tada ukupna količina potrebnog papira 600 araka B1 formata. (Tablica 17)

Tablica 17: Proračun papira za tisk

Naklada	Vrsta papira, Format	Tiskovni format (mm)	Proračun papira	Ukupno	Dodatak	Ukupno
1000 kom	FSC reciklirani, Flora Avorio 250 g/m <sup>2</sup> , B1	700 x 500 mm	1x2=2x1=2	500 araka B1 format	100 araka	600 araka

Iz već poznatih podataka o količini i gramaturi papira izračuna se ukupna masa papira.

$$\text{Ukupna masa} = P \times g \times n$$

$$P = a \times b \text{ (m}^2\text{)}$$

$$g = \text{gramatura (g/m}^2\text{)}$$

$$n = \text{broj araka}$$

$$\text{Ukupna masa} = 0,7 \text{ m}^2 \times 250 \text{ g/m}^2 \times 600 \text{ araka}$$

$$\text{Ukupna masa papira: } 105 \text{ kg}$$

Nakon rezanja papira za tisk sljedeća faza je izrada ploča. Za otiskivanje potrebne su dvije ploče jer se otiskuje sa dvije boje. U odjelu grafičke pripreme izrađuje se montaža, nakon koje se pomoću CTP uređaja izrađuju ploče. Koriste se bezprocesne ploče koje se razvijaju na samom tiskarskom stroju, a osvjetljene su digitalno na termalnom osvjetljivaču ploča. Vrijeme i energija koja je potrebna za izradu ploča može se prikazati na sljedeći način:

$$\text{Prosjek izrade ploče} = 22 \text{ ploča/h}$$

$$\text{Izrada dvije ploče} = 5,45 \text{ min}$$

$$\text{Utrošena energija za izradu ploča} = 0,20 \text{ kW}$$

Na isti način će se izračunati energija potreba za otiskivanje papirne vrećice. Na nalogu osim izračuna papira potrebno je navesti sljedeće: opseg, bojila koja se koriste (CMYK, Pantone, CMYK + Pantone) i broj ploča. Osim toga radi planiranja proizvodnje bitno je iskazati potrebno vrijeme za pripremu stroja, otiskivanje i pranje. (Tablica 18). Kao u prethodnom slučaju tako će se i u ovom zanemariti potrošnja bojila

za nakladu.

*Tablica 18: Specifikacija tiska papirne vrećice*

<b>Tiskak</b>	<b>2/0 (K, Pantone Cool Grey 09U)</b>
<b>Broj ploča</b>	2
<b>Vrijeme pripreme</b>	15 min
<b>Vrijeme tiska</b>	15 min
<b>Vrijeme pranja</b>	1h

$$\text{Prosjek brzine otiskivanja} = 7\,000/\text{h}$$

$$\text{Tiskak papirne vrećice} = 15 \text{ min}$$

$$\text{Utrošak energije/h} = 43,5 \text{ kWh}$$

$$\text{Utrošena energija za tiskak} = 43,5 \text{ kWh} \times 0,25\text{h} = 10,88 \text{ kW}$$

Za tiskak vrećice predviđen je dodatak papira od 200 tiskovnih araka. Od toga za pripremu stroja utrošeno je 140 tiskovnih araka papira (B2 format). Taj isti papir ne može se iskoristiti za nakladu papirne vrećice, nego je krajnji slučaj odlaganje u već predviđeni spremnik za papir. Izračunom prikazujemo ukupnu masu papira koji je neiskoristiv.

$$\text{Ukupna masa} = P \times g \times n$$

$$\text{Ukupna masa} = 0,7 \text{ m}^2 \times 250 \text{ g/m}^2 \times 70 \text{ araka}$$

$$\text{Ukupna masa papira za recikliranje nakon tiska: } 12,25 \text{ kg}$$

Kao što je već navedeno, izrada vrećica izrađuje se kod vanjskog suradnika koji dolazi po otisnute arke i vraća gotov proizvod. Za doradu vrećice predviđa se 60 tiskovnih araka. Nakon izrade ostaje 10 vrećica više. Klijentu se isporučuje višak od osam komada, a ostatak se sprema u nalog kao uzorak. Iz toga zaključuje se da je dobavljač za izradu iskoristio 50 tiskovnih araka papira (B2 format).

$$\text{Ukupna masa} = P \times g \times n$$

$$\text{Ukupna masa} = 0,7 \text{ m}^2 \times 250 \text{ g/m}^2 \times 35 \text{ araka}$$

*Ukupna masa papira za recikliranje nakon dorade: 6,13 kg*

$$\begin{aligned} \text{Ukupna masa papira nakon tiska} + \text{Ukupna masa papira nakon dorade} &= 12,25 \text{ kg} + \\ 6,13 \text{ kg} &= 18,38 \text{ kg} \end{aligned}$$

Vrećice se pakiraju u pakete recikliranim papirom i označavaju deklaracijom na kojoj su podaci o proizvodu (ime klijenta, ime tvrtke, naziv artikla, količina i datum). Nakon pakiranja slijedi dostava koja se vrši dostavnim vozilom (Renault Kangoo).

*Udaljenost od tiskare Grafing do klijenta: 2,6 km*

*Prosječna potrošnja goriva: 7l/100 km*

*Potrošnja goriva za dostavu: 0,182 l*

#### **4. ZAKLJUČAK**

Promatrajući cjeloukupni proces izrade papirne vrećice (počevši od nabave papira koji je certificiran i ujedno recikliran, proizvodnje i završne proizvodnje) može se zaključiti da su svi uvjeti poštivani kako nalažu certifikati ISO 9001 i 14001. Rezultat toga je propisano rukovanje otpadom.

Povezanost ekoloških aspekata i životnog ciklusa proizvoda potvrđena je na temelju provedenog istraživanja. Potvrdila se koleracije svake faze životnog ciklusa proizvoda. To znači da se koriste repromaterijali koji imaju manje negativnih utjecaja na okoliš. Papir je recikliran, boja je na biljnoj bazi i eliminirana je opcija plastifikacije tijekom doradnog procesa. U posljednjoj fazi životnog ciklusa je zapažena povezanost u pogledu korištenja dizelskog goriva za koje je potvrđeno da manje emitira štetne plinove za razliku od vozila koja koriste benzin.

ISO standard i FSC certifikat smanjuju negativan utjecaj na okoliš. Otpad se odlaže izvan pogona u specijalno zaštićenim kantama što prije certifikacije nije bio slučaj. Uvođenjem i FSC certifikata, povećana je ekološka osviještenost kupca. Ona je sada na većoj razini zbog ekološke osviještenosti iz prethodnih, ali i zbog prezentiranih informacija kako je proizvodnja papira najveći uzrok uništenja šuma.

Redovnim servisom strojeva i mjernih instrumenata utječe na ekološku valorizaciju offsetnog proizvodnog procesa kroz životni ciklus proizvoda, jer se koristi samo kvalitetna sirovina koja ne utječe na okoliš. Uredno servisirani strojevi uz pomoć mjernih instrumenata neće imati potrebu za velike dodatke papira. Po radnom nalogu dodaci nakladi smanjili su se za 30%.

Novim tehnologijama smanjuje negativan utjecaj na okoliš. Korištenjem CTP uređaja izbacuju se faze koje su znatno utjecale na zagađenje okoliš. Osim toga primjenom digitalne tehnologije (MGI meteor 8700 XL) više nisu potrebne ploče za tisk a kvaliteta otiska se može mjeriti sa offsetnim otiskom.

Prikupljanjem LCI podataka u našem primjeru glavni doprinos ostvario je tisak i proizvodnja papira, pri čemu je faza čišćenja stroja jedan od najvećih uzroka onečišćenja okoliša. Globalnim istraživanjem je utvrđeno da će korištenje recikliranog papira smanjiti utjecaj globalnog zagrijavanja sa 71% na 43%.

U tiskari Grafing primjenjena su najprihvatljivija ekološka rješenja uz pomoć marketinškog stručnjaka. To uključuje zbrinjavanje otpada prema propisima, dobrim marketingom gdje se promoviraju „eko materijali“.

Klijenti dobro prihvaćaju prijedlog ekoloških materijala, jer upravo ti materijali prikazuju tvrtku odnosno vlasnika kao ekološki odgovornu osobu. Sprječava se mogućnost nastajanja pogrešaka koje se mogu dogoditi prilikom odlaganja otpada, a ujedno je porasla i ekološka svijest svakog zaposlenika tiskare. To je rezultiralo da se u tiskari Grafing svakodnevno izrađuje plan isporuke gotovih proizvoda kako bi se mogla izvršiti štednja u potrošnji goriva. Tako se u jedan dio grada odlazi jednom dnevno, čime se isporuke vrše pet puta na dan (skraćeno je vrijeme dostave i potrošnja benzina).

## LITERATURA

1. Kozak G., (2003). *Printes scholarly books and e-book redaing devices: A comparative life cycle assessment of two book options*, Michigan: University of Michigan, str.11
2. Osa, *Life Cycle Assessment*, dostupno na: [www.osa.com](http://www.osa.com) (20. Veljača. 2012)
3. Eleos, *Put do certifikata*, dostupno na: [www.eleos.hr](http://www.eleos.hr) (20. Veljača. 2012)
4. Dawson K., (2006). *Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guideline*, Geneva
5. Pašalić, Ž. Mrnjavac, Ž. (2000). *Razvoj i politika okoliša*, Split, Ekonomski fakultet u Splitu, str. 11-14
6. Glumpak I., (2009) *Improvement application oft he LCA method in practice*, Zagreb, Sveučilište U Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje
7. Injac N., (1998). *Mala enciklopedija kvalitete*, 1. Dio, Osckar, Zagreb, str. 64.
8. Lazibat T., (2005). *Poznavanje robe i upravljanje kvalitetom*, Sinergija, Zagreb, str. 105-127
9. Baković T., (2012). *Upravljanje kvalitetom*, predavanje na Ekonomskom fakultetu, Zagreb
10. Skoko H., (2000) *Upravljanje kvalitetom*, Sinergija, Zagreb, str. 171
11. Baćun D., (2009) *Priručnik o znakovima na proizvodima i ambalaži, Hrvatski poslovni savjet za održivi razvoj*, Zagreb, str. 17-18
12. Brošura: „Kanton Sarajevo Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša UNV/UNDP Udruženje za zaštitu i unapređenje okoliša, prirode i zdravlja Ekotim”
13. Bolanča, Z., (1996). *Zaštita okoliša Acta Graph.* 10, str. 39-41
14. Bolanča, Z., (1999). *Zaštita okoliša Acta Graph.* 11, str. 193-195
15. Bolanča, Z., (2000). *Zaštita okoliša, Acta Graph.* 12, str. 127-129
16. Bolanča, Z., (1996). *Zaštita okoliša Acta Graph.* 10, str. 179-181
17. Kosić, T. (2008). *Osnove grafičkih materijala i tiskarskih tehnika* Grafički fakultet u Zagrebu, str. 4-60.

18. Larsen, H. F., Hansen, M., Hauschild, M. (2008). *Life cycle assessment of offset printed matter with EDIP97: How important are emissions of chemicals?* Njemačka str 121
19. Wenzel; H.,Hauschild, M.Alting, L (1997). *Environmental Assessment of Products (Vol.1)'Methodology, tools and case studies in product development"* Chapman & Hall.
20. Vodič za okoliš, <http://okolis.net/tiskare> (30.travanj 2013.)

