

# Pregled metoda održive proizvodnje kao dijela društveno odgovornog poslovanja

---

**Pirović, Davor**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2010**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:261077>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-19**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet strojarstva i brodogradnje

# ZAVRŠNI RAD

Voditelj rada:

Prof. dr. sc. Predrag Čosić

Student:

Davor Pirović

Zagreb, 2010.

## ZADATAK

**IZJAVA:**

Ovim izjavljujem da sam diplomski rad radio samostalno, koristeći znanja stečena tokom školovanja te korištenjem navedene literature.

Davor Pirović

---

### ZAHVALE:

Zahvaljujem svom mentoru, Prof.dr.sc. Predragu Ćosiću, na pruženoj pomoći, strpljenju, korisnim savjetima i informacijama potrebnim za izradu ovog rada.

Također se zahvaljujem i kompaniji Procter&Gamble na pruženim informacijama koje su olakšale izradu ovoga rada.

## SAŽETAK

Neprekidnom razvitku čovječanstva gotovo da se i ne vidi kraj. Posljedice toga su i sve veće uništavanje i zagađivanje prirode kao i potrošnja neobnovljivih izvora energije. Ponude rješavanja ovog problema su zapravo vrlo jednostavne: ili trebamo promijeniti današnji način razvoja ili nam preostaje da se prilagodimo.

Ovaj rad ne razmatra drugu opciju kao izbor, te je usmjeren na prikazivanju ideja kojima je moguće smanjiti utjecaj čovjekova djelovanja u sektoru industrije. Uz kratak pregled ideja i koncepta ekološke proizvodnje, rad detaljno opisuje primjenu LCA (Life Cycle Assessment) metode kao jednog od izbora. Uz prikazane prednosti i mane te mogućnosti korištenja LCA analize pri upravljanju troškovima poslovanja, sam postupak provođenja takve analize detaljno je razrađen na odabranom primjeru. Na samom kraju rad se osvrće na zanimljive i nadasve korisne mogućnosti primjene LCA metode u današnje vrijeme.

## SADRŽAJ

ZADATAK.....	I
IZJAVA:.....	II
ZAHVALE:.....	III
SAŽETAK.....	IV
POPIS SLIKA .....	V
POPIS TABLICA.....	VI
POPIS STRANIH POJMOVA.....	VII
<b>1. UVOD.....</b>	<b>12</b>
1.1. DANAŠNJI TRENDОВИ? .....	12
1.2. ŠTO ZAGAĐUJE OKOLIŠ? [3] .....	13
1.3. POSLJEDICE LJUDSKOG DJELOVANJA? .....	14
<b>2. OSNOVE ODRŽIVOG RAZVOJA .....</b>	<b>19</b>
2.1. IDEJA ODRŽIVOG RAZVOJA.....	19
2.2. KONCEPT ODRŽIVOG RAZVOJA .....	20
2.3. ANALIZA ODRŽIVOSTI PODUZEĆA.....	21
2.4. INDIKATORI ODRŽIVOG RAZVOJA .....	24
<b>3. DRUŠTVENO ODGOVORNO POSLOVANJE - DOP.....</b>	<b>28</b>
3.1. DEFINICIJA DOP-a .....	28
3.2. DIMENZIJE DOP-a U PODUZEĆU .....	28
3.3. PREDNOSTI DOP-a.....	31
3.4. STANDARDI I UPRAVLJANJE DRUŠTVENOM ODGOVORNOSTI.....	31
<b>4. EKOLOŠKI PRISTUP PROIZVODNJI.....</b>	<b>34</b>
4.1. INDUSTRIJSKA EKOLOGIJA .....	34
4.2. EKOLOŠKI PRISTUP .....	36
4.3. ALATI I KONCEPTI.....	37
4.4. SUSTAV UPRAVLJANJA OKOLIŠEM (EMS).....	45
4.5. SUSTAV FINANCIRANJA .....	50
<b>5. LIFE CYCLE ASSESSMENT – Procjena životnog vijeka.....</b>	<b>52</b>
5.1. LCA KROZ POVIJEST .....	54
5.2. STANDARDI I PROPISI ZA PROVOĐENJE LCA .....	55
5.3. PROCEDURA ZA PROVOĐENJE LCA ANALIZE .....	56
5.4. OGRANIČENJA LCA .....	67
5.5. RAČUNALNE APLIKACIJE ZA PROVOĐENJE LCA .....	68
<b>6. LCA ANALIZA NA ODABRANOM PRIMJERU.....</b>	<b>72</b>
6.1. SVRHA I OPSEG LCA ANALIZE .....	73

6.2. FAZA POPISIVANJA .....	80
6.3. ODREĐIVANJE UTJECAJA NA OKOLIŠ .....	82
6.4. INTERPRETACIJA REZULTATA .....	83
6.5. KRITIKE LCA ANALIZE.....	89
<b>7. OSNOVE TOTAL COST ASSESSMENT - Procjene ukupnih troškova.....</b>	<b>90</b>
7.1. IMPLEMENTACIJA .....	91
7.2. PRIMJER KORIŠTENJA TCA PROGRAMA.....	91
<b>8. POTENCIJAL LCA U URBANIZMU .....</b>	<b>94</b>
<b>9. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>97</b>
<b>10. LITERATURA .....</b>	<b>99</b>
<b>11. PRILOZI.....</b>	<b>102</b>
PRILOG I – Izbor baze podataka .....	103
PRILOG II – Inventar LCI analize.....	108



## **POPIS SLIKA**

### POGLAVLJE I

Slika 1.1 Temperaturne anomalije kroz posljednjih 150 godina

Slika 1.2 Porast koncentracije CO<sub>2</sub> od 1870. – 2000.godine

Slika 1.3 Fotokemijski smog u New Yorku

### POGLAVLJE II

Slika 2.1 Dimenzije održivog razvoja

Slika 2.2 Veze poznate pod nazivom Pritisak-stanje-odgovor

Slika 2.3 Popis indikatora Europske Unije

### POGLAVLJE III

Slika 3.1 Znak «Priatelj okoliša»

Slika 3.2. UN-ov model upravljanja društvenom odgovornošću

### POGLAVLJE IV

Slika 4.1 Shematski prikaz eko-industrijskog parka u Kalundborgu

Slika 4.2 Evolucija industrijskih sistema

Slika 4.3 Shema ekološkog pristupa proizvodnji

Slika 4.4. Prikaz rasta iznosa ekološkog otiska u posljednjih 40 godina

Slika 4.5. Graf raspodjele iznosa ekološkog otiska po kontinentima

Slika 4.6 Usporedba klasičnog proizvodnog procesa i procesa oformljenog prema postavkama čišće proizvodnje

Slika 4.7 Faze implementacije čistije proizvodnje

Slika 4.8. Kriteriji za stvaranje proizvoda prema konceptu eko-efikasnosti

Slika 4.9 Doprinosi eko-dizajna okolišu

Slika 4.10. Primjeri uspješnih eko-dizajna, el.automobil, vjetrenjača, gradska svjetiljka

Slika 4.11 Sistem toka informacija u EMS sustavu

Slika 4.12 Sistem uvođenja ISO 14001 norme

Slika 4.13 Eko oznake

### POGLAVLJE V

Slika 5.1 Prikaz životnog vijeka proizvoda

Slika 5.2 Inputi i output pri proizvodnji 1kg aluminija

Slika 5.3. Grafički prikaz povezanosti sektora LCM upravljanjem

Slika 5.4 Faze LCA analize prema ISO normi

Slika 5.5 Primjer određivanja granice sustava

Slika 5.6 Sektori prikupljanja podataka za formiranje inventara LCA analize

Slika 5.7. Jedinični dio procesa sa svim inputima i outputima

Slika 5.8 Iskustvene podjele izvora baza podataka

Slika 5.9 Primjer koprodukcije el.energije i topline

Slika 5.10. Klasifikacija rezultata dobivenih LCI analizom

Slika 5.11 Pregled cjelokupne LCIA faze

Slika 5.12 Izrada stabla u Sima Pro softveru

Slika 5.13 Sastavni dijelovi Ecoinvent baze znanja

Slika 5.14 Grafički prikaz proizvodnog sustava u računalnoj aplikaciji GaBi

Slika 5.15 Izrada procesa u Team softweru

## POGLAVLJE VI

Slika 6.1. Oznaka ASE proizvoda

Slika 6.2. Postavljene granice promatranog sustava

Slika 6.3 Životni vijek proizvoda

Slika 6.4 Izrada životnog vijeka u TEAM softweru

## POGLAVLJE VII

Slika 7.1. Međusobni odnosi metoda procjene troškova

Slika 7.2 Promjena neto sadašnje vrijednosti za 3 scenarija tokom gotovo 7 godina

Slika 7.3 Prikaz dobivenih raspodijela vrijednosti prema vjerojatnosti

Slika 7.1. Japanski projekt kuće Nulte-emisije

## **POPIS TABLICA**

### POGLAVLJE I

- Tablica 1.1 Izvori substanci koje zagađuju okolinu
- Tablica 1.2 Posljedice zagađivanja

### POGLAVLJE II

- Tablica 2.1 Pokazatelji održivog razvoja vezani uz okoliš
- Tablica 2.2 Pokazatelji održivog razvoja društva u industriji
- Tablica 2.3 Pokazatelji održivog razvoja relevantni za ekonomski sektor industrije

### POGLAVLJE IV

- Tablica 4.1 Faktori za izračun ekološkog otiska

### POGLAVLJE V

- Tablica 5.1. Skupine mogućih utjecaja proizvoda ili procesa na okolinu

### POGLAVLJE VI

- Tablica 6.1. Tržište deterdženata u usporedbi sa Arielovim brandom.
- Tablica 6.2 Navike korisnika deterdženata u 5 europskih zemalja
- Tablica 6.3 Usporedba formulacija tri Arielova proizvoda
- Tablica 6.4. Ušteda energije u ovisnosti o temperaturi pranja
- Tablica 6.5 Prosječne temperature pranja 2001. odnosno 2006.godine
- Tablica 6.5 Pokazatelji LCI i LCA analize
- Tablica 6.6 Načini zbrinjavanja vode
- Tablica 6.7 Rezultati LCI analize za Arielov proizvod (prašak) iz 2001.godine
- Tablica 6.8 Rezultati LCI analize za Arielov proizvod (prašak) iz 2006.godine
- Tablica 6.9 Rezultati LCI analize za Arielov proizvod (tekućina) iz 2001.godine
- Tablica 6.10 Rezultati LCI analize za Arielov proizvod (tekućina) iz 2006.godine
- Tablica 6.11 Rezultati LCIA analize za Arielov proizvod (prašak) iz 2001.godine
- Tablica 6.12 Rezultati LCIA analize za Arielov proizvod (prašak) iz 2006.godine
- Tablica 6.13 Rezultati LCIA analize za Arielov proizvod (tekućina) iz 2001.godine
- Tablica 6.14 Rezultati LCIA analize za Arielov proizvod (tekućina) iz 2006.godine
- Tablica 6.15 Utjecaj faza životnog vijeka na ukupni potencijal proizvoda po kategorijama
- Tablica 6.16 Normalizacijski faktori za oba Arielova proizvoda
- Tablica 6.16 Prikaz uštede novog Arielovog proizvoda u odnosu na zastarjeli

### POGLAVLJE VII

- Tablica 7.1. Podjela troškova prema TCA analizi

## POPIS STRANIH POJMOVA

### C

Cleaner production – čistija proizvodnja

### E

Eco-design – eko konstruiranje

Eco-efficiency – eko efikasnost

Eco-labeling – eko označavanje

Embodied energy, EE – ukupna energija

End-of-pipe - obrada i zbrinjavanje otpada nakon što je već stvoren

Environmental Assessment, EA – procjena okolišnih parametara

Environmental Management System, EMS – sustav upravljanja okolišem

Extended product – prošireni proizvod

Extended product responsibility, EPR – proširena proizvodna odgovornost

### G

Goal and scope definition – svrha i opseg provedbe LCA analize

Global Warming Potential, GWP – potencijal globalnog zagrijavanja

### I

Integrated Pollution Prevention and Control, IPPC – integrani pristup prevenciji i kontroli onečišćenja

### L

Land degradation – degradacija zemljišta

Life Cycle Assessment, LCA – procjena životnog ciklusa proizvoda

Life Cycle Costs, LCC – toškovi životnog ciklusa proizvoda

Life Cycle Impact Assessment, LCIA – određivanje utjecaja proizvoda na okoliš

Life Cycle Interpretation, LCI – faza interpretacije rezultata u LCA analizi

Life Cycle Inventory Analysis, LCI – faza popisivanja i analize podataka u LCA metodi

Life Cycle Management, LCM – upravljanje životnim ciklusom proizvoda

### O

Ozone Depletion Potentials, ODP – oštećivanje ozonskog omotača

### T

Total material requirement, TMR – ukupna potreba za materijalom

## 1. UVOD

Posljednjih godina dvadesetog stoljeća i početkom dvadeset i prvog stoljeća vidljiv je značajan porast interesa proizvođača za kvalitete proizvoda koje mogu uvelike smanjiti njihov utjecaj na okoliš tijekom njihovog životnog ciklusa. Dok je u prošlosti fokus bio na smanjenju utjecaja na okoliš isključivo prehrambenih proizvoda, danas je ideja o ekološki prihvatljivim proizvodima prisutna u gotovo svim oblicima proizvoda ili usluge. Mnoge tvrtke rade na unaprijeđenju upravljanja ekološkim posljedicama, dizajniranju eko-proizvoda i uvođenju čistijih tehnologija proizvodnje. Porast interesa za ekološke kvalitete proizvoda posljedično nameće i neka nova pitanja:

- Koje reperkusije proizvod ima na okolinu?
- Kako se one mjere?
- Jesu li različite posljedice proizvoda na okoliš usporedive?
- Kako se proizvodi različitih ekoloških kvaliteta mogu uspoređivati?

### 1. 1. DANAŠNJI TRENDVI? [1]

U prošleme stoljeću utjecaj čovjeka na okolinu bio je lokalnog karaktera, koncentriran pretežito u urbanim zajednicama, dok danas taj problem dijeli gotovo cijelo čovječanstvo. Razlog tomu je:

- **Konstantno povećanje opsega ljudskog djelokruga**

Posljednjih 40-ak godina svjedoci smo nevjerojatnog povećanja životnog standarda u razvijenim zemljama. Stupanj industrijalizacije u konstantnom je rastu, a kontinuiran rast ekonomije čini sve veći jaz između razvijenih zemalja i zemalja u razvoju. U isto vrijeme broj stanovnika eksponencijalno raste i prema istraživanjima UN-a očekuje se da će do 2050. godine njegov broj premašiti iznos od 11 milijardi. Kao rezultat takvog globalnog rasta proizvodnje generiraju se i sve veći negativni utjecaji na okoliš.

- **Korištenje velikog broja novih, za prirodu nepoznatih supstancija**

Posljednjih godina prošlog stoljeća došlo je do vrtoglavog rasta velikog broja kemikalija u sveopćoj uporabi. Unutar nekoliko desetljeća svijet kemikalija baziran na prirodnim tvarima zamijenjen je tvarima na bazi petrokemijskih elemenata, a one prouzrokuju neželjene učinke po okoliš.

- **Širenje ljudskih utjecaja na dotada nekorištenim dijelovima Zemlje**

Ljudske djelatnosti svojim širenjem na dotada netaknutim područjima donose sa sobom i sve njihove efekte negativne po okoliš. Takvog zagađivanja nije pošteđena ni sama unutrašnjost Zemlje iz koje čovjek crpi ugljen, naftu, plinove i druge sirovine.

Ipak postoje i bolji trendovi koji ukazuju na povećanje brige o zaštiti naše planete poput Kyoto protokola i ostalih COP<sup>1</sup> konferencija. Kyoto protokol nastao je 1997. godine sa ciljem

---

<sup>1</sup> Conferences of the Parties

da se zemlje potpisnice obvezuju sudjelovati u smanjenju emisije stakleničkih plinova prema zadanom scenariju:

- za svaku zemlju zadan je postotak smanjenja
- smanjenje se odnosi na razinu emisije 2012. g. u odnosu na referentnu razinu 1990. g.
- prosječno planirano smanjenje do 2012. g. je 5,2%

Do sada je 97 zemalja ratificiralo Kyoto protokol, koje sudjeluju u samo 37% ukupno planiranog smanjenja emisija.[2]

## 1. 2. ŠTO ZAGAĐUJE OKOLIŠ? [3]

Osnovne vrste zagađenja okoliša su [3]:

### a) Emisije štetnih plinova

- lokalnog utjecaja (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, CO, ...)
- toksični plinovi
- staklenički plinovi (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, CFC-11, CFC-12,...)
- plinovi štetni za ozonski omotač (CFC-11, CFC-12, CFC-113, trikloretilen, metilkloroform, haloni, ...)

### b) Otpad

- opasni industrijski otpad (azbest, kemikalije, ...)
- neopasni otpad (gradsko smeće)

### c) Ostalo

- utjecaj izgradnje i rada industrijskih postrojenja na biljke i životinje
- buka
- itd

Zagađivanje okoliša navedenim tvarima odvija se kroz tri vrste puteva:

1. Emisijom štetnih tvari u **zrak**,
2. Emisijom štetnih tvari u **vodu**,
3. Emisijom štetnih tvari u **tlo**.

- Neki od glavnih zagađivača su prikazani u slijedećoj tablici [3]:

TVARI	IZVORI
CO	Transportni sustavi i procesna industrija Izgaranja drva, dim od cigareta, šumski požari
NO <sub>x</sub>	Izgaranje goriva u elektranama, motornim vozilima, industrijskim kotlovima... Komercijalni i stambeni izvori izgaranja goriva
SO <sub>2</sub>	Izgaranje fosilnih goriva (benzin, nafta, prirodni plin) u rafinerijama nafte, termoelektranama
Aromatični ugljikovodici (benzen, toluen)	Izvori uključuju svako izgaranje goriva, ljepila, otapala... Glavni izvori su automobili
Ozon (O <sub>3</sub> )	Automobilski ispušni plinovi, emisije iz industrijskih tvornica, kejska otapala, benzinske pare
Koloidni sustavi	Dim, pepeo i čađa iz industrija
Olovo	Tvornice obrade metala, spalionice, proizvođači baterija

Tablica 3.1 Izvori substanci koje zagađuju okolinu [3]

### 1. 3. POSLJEDICE LJUDSKOG DJELOVANJA?

Svojim neodgovornim ponašanjem prema prirodi čovjek je željeći to ili ne, naučio da je Newton oduvijek bio u pravu. Da svaka akcija ima i svoju reakciju svakim nas danom podsjećaju sve očitije, gotovo opipljive promjene koje se događaju oko nas, a čiji smo krivci u velikoj mjeri mi sami.

Većina posljedica takvog nepromišljenog ljudskog djelovanja nose negativne posljedice po samoj prirodi ali i po zdravlju ljudi. Neke od njih dane su u tablici 1.2 [3]:

Primarni (emitirani) polutant	Sekundarni polutant	Vrsta utjecaja
ugljični dioksid (CO <sub>2</sub> )	-	globalno zagrijavanje
metan (CH <sub>4</sub> )	ozon, O <sub>3</sub>	smog, globalno zagrijavanje
didušik oksid (N <sub>2</sub> O)	-	globalno zagrijavanje
sumpor dioksid (SO <sub>2</sub> )	sulfatna kiselina, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> sulfatni aerosol, (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	utjecaj na zdravlje, kiselo taloženje, globalno zagrijavanje
dušik oksid (NO)	dušik dioksid, NO <sub>2</sub> nitratna kiselina, HNO <sub>3</sub> nitratni aerosol, (NH <sub>4</sub> )NO <sub>3</sub> ozon, O <sub>3</sub>	utjecaj na zdravlje, nitrifikacija, kiselo taloženje
čestice	-	utjecaj na zdravlje, taloženje

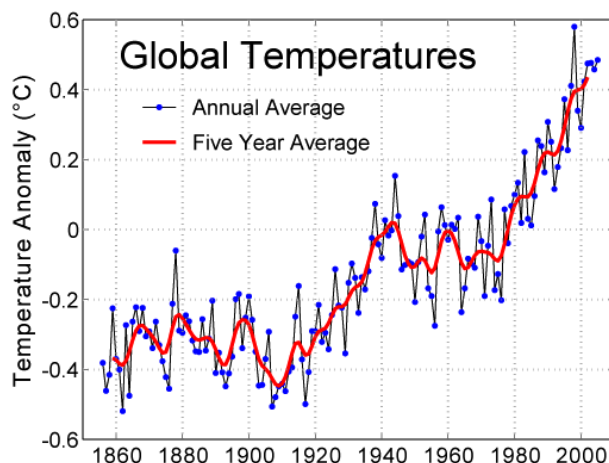
Tablica 1.2 Posljedice zagađivanja [3]

Mehanizmi glavnih i konstantno rastućih utjecaja biti će ukratko prikazani u narednom tekstu.

### **Globalno zagrijavanje** [4]

Globalno zagrijavanje opisuje procjenu porasta prosječne temperature zraka na površini Zemlje i oceana od početka 20. stoljeća, te nastavka tog procesa u bližoj budućnosti. Prema nekim istraživanjima globalno-prosječna površinska temperatura je porasla za oko  $0,74 \pm 0,18 \text{ }^\circ\text{C}$  u toku perioda od 100 godina (1905-2005). Međuvladina komisija Ujedinjenih nacija za klimatske promjene (IPCC), koja svoje stavove objavljuje u godišnjim izvještajima, smatra da su antropogeni plinovi<sup>2</sup>, koji prouzrokuju efekt staklenika najodgovorniji za najveći dio porasta temperature od sredine 20. stoljeća do danas.

*Efekt staklenika* otkrio je Joseph Fourier 1824.godine, a prvi ga je kvantitativno istražio Svante Arrhenius 1896.godine. To je proces putem kojeg se, emisijom i apsorpcijom infracrvenih zraka i atmosferskih plinova, zagrijava donji dio atmosfere i površine planete. Tako IPCC smatra da prirodni staklenički plinovi imaju značajan efekat zagrijavanja od oko  $33 \text{ }^\circ\text{C}$ , bez kojih bi Zemlja bila nenastanjiva. Glavni staklenički plinovi su vodena para, koja uzrokuje oko 36-70% od stakleničkog efekta (ne uključujući oblake), ugljik dioksid ( $\text{CO}_2$ ), koji uzrokuje 9-26% efekta, metan ( $\text{CH}_4$ ), koji uzrokuje 4-9%; te ozon, koji uzrokuje 3-7% ukupnog efekta staklenika.

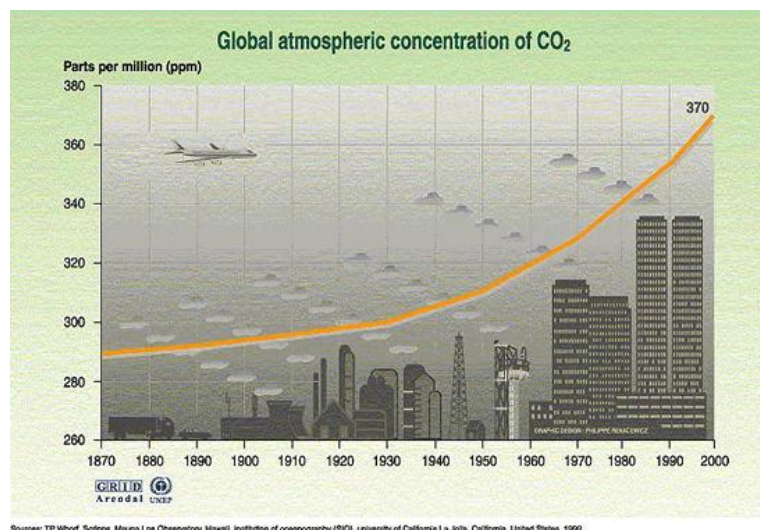


Slika 8.1 Temperaturne anomalije kroz posljednjih 150 godina [5]

Zadnjih godina čovječanstvo ispušta u atmosferu preko 8 milijardi tona  $\text{CO}_2$  godišnje. Jedan dio  $\text{CO}_2$  apsorbiraju šume i oceani (koji tako postaju kiseliji), a ostatak se gomila u atmosferi, pojačavajući tako efekt staklenika. Staklenički plinovi ostaju u atmosferi dugo – vjerojatno desetljećima. Od početka industrijske revolucije, prije 250 godina, količina  $\text{CO}_2$  u atmosferi povećala se 35%, a metana 148%. Kako je sastav zemljine atmosfere iz davne prošlosti prilično dobro poznat iz fosilnih uzoraka i iz uzoraka zraka iz mjehurića zarobljenih u ledu na polovima, pokazalo se da su  $\text{CO}_2$  i metan u današnjoj atmosferi, na najvišoj razini, barem u posljednjih 650.000 godina

<sup>2</sup> Plinovi uzrokovani djelovanjem čovjeka



Slika 1.2 Porast koncentracije CO<sub>2</sub> od 1870. – 2000.godine [5]

Neke od mogućih **posljedica globalnog zatopljenja** su [6]:

- dizanje razina mora i oceana zbog topljenja ledenjaka i glečera biti će prema nekim procjenama od 18-59 cm do kraja 21. stoljeća
- povećanje broja ekstremnih vremenskih događaja (više oluja, valova vrućina, poplava...)
- povećanje ozbiljnosti ekstremnih vremenskih događaja (razornije oluje, duži valovi vrućina, veće poplave, ...)
- topljenje glečera izazvati će isprva povećanje dotoka, a zatim nestašice vode u nekim dijelovima svijeta
- toplija okolina pogodovati će širenju raznih bolesti i time znatno utjecati na javno zdravlje

### **Zakiseljavanje okoliša** [ 4]

Zakiseljavanje je prepoznato kao veliki ekološki problem još tijekom kasnih 60-ih godina. Glavni spojevi koji pridonose zakiseljavanju okoliša su sumporni dioksid (SO<sub>2</sub>) i dušikovi oksidi (NO<sub>x</sub>) nastali uglavnom izgaranjem fosilnih goriva, te amonijak (NH<sub>3</sub>) koji nastaje iz poljoprivrednog sektora. Kada dospiju u atmosferu, ovi polutanti se transformiraju, transportiraju sve dok ne dospiju na zemljinu površinu. Zakiseljavanje šteti ekosustavima zemlje, vode i šume, a također djeluje korozivno na umjetne materijale. Zbog atmosferskog transporta na velike udaljenosti, zakiseljavanje je problem više regionalnog nego lokalnog karaktera. Ljudsko djelovanje prouzročilo je promjenu omjera različitih plinova i tvari u atmosferi, što je rezultiralo promjenom kiselosti padalina. Ova pojava šira je od tzv. “kiselih kiša” – naziv kojim se u javnosti ovaj problem najčešće naziva. Pravilniji naziv je zakiseljavanje ili kiselo taloženje.

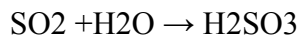
Dva su načina antropogenog zakiseljavanja okoliša:

- **mokri** - kiše, magla, oblaci
- **suhi** - česticama (sulfatne i nitratne soli).

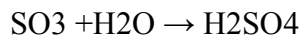
Antropogeni doprinos zakiseljavanju okoliša odvija se kroz emisije:

- oksida sumpora  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  -  $\text{SO}_x$
- dušikovih oksida  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$  -  $\text{NO}_x$
- amonijaka  $\text{NH}_3$

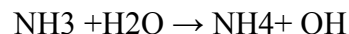
Sumporni i dušikovi oksidi u kontaktu s vodom stvaraju kiseline, dok amonijak djeluje kiselo posredno prilikom mikrobiološke oksidacije.



(sumporasta kiselina)



(sulfatna ili sumporna kiselina)



Utjecaji kiselih kiša:\*

- izravno zakiseljavanje (korozija materijala, oštećenje bilja)
- ispiranje Ca i Mg iz tla
- akumulacija sumpora i dušika u tlu
- oslobađanje Al iz prirodnih glina – alumosilikata

Kao mjera smanjenja kiselosti unosi se vapnenac u vodeni ekosustav

### **Obogaćivanje tla hranjivim tvarima** [5]

Obogaćivanje tla hranjivim tvarima posljedica je emisija tvari koje se koriste u različitim aktivnostima. Neke od njih su:

- $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  - višak navedenih spojeva posljedica je pretjeranog korištenja umjetnih gnojiva u poljoprivredi
- Dušični oksidi – posljedica su sagorijevanja fosilnih goriva

Posljedica viška navedenih tvari u prirodi je pretjerani rast određenih biljaka na štetu ostalih, odnosno dolazi do narušavanja prirodne ravnoteže.

### **Stvaranje fotokemijskog smoga** [5]

Fotokemijski smog nastaje reakcijom sunčevog zračenja sa dušikovim oksidima (uglavnom  $\text{NO}$ ) i lakohlapljivim organskim spojevima. Navedeni spojevi najčešće su produkti sagorijevanja fosilnih goriva. Rezultirajuća mješavina se sastoji od više od 100 spojeva među kojima su najvažniji ozon( $\text{O}_3$ ), peroksiacetonitril (PAN), dušikovi oksidi, aldehidi, ketoni i drugi.

Posljedice fotokemijskog smoga su: korozija metala, ubrzano starenje materijala, smanjenje vidljivosti, iritacija očiju i dišnog sustava, zakiseljavanje tla. Sama pojava fotokemijskog smoga vrlo je vidljiva, gotovo opipljiva što je i prikazano na slici 1.3.



**Slika 1.3 Fotokemijski smog u New Yorku [7]**

S povećanjem svijesti o navedenim problemima pojavljuju se i brojne organizacije koje ga na razne načine pokušavaju riješiti. Konačno je prepoznata ideja o održivom razvoju<sup>3</sup> kao jedinoj garanciji kvalitetnog života budućih generacija.

---

<sup>3</sup> Održivi razvoj- opširnije u poglavlju 2 "Osnove održivog razvoja"

## 2. OSNOVE ODRŽIVOG RAZVOJA

U prijašnjem poglavlju iznesene su gotovo sve negativne posljedice ljudskog djelovanja na okolinu. Mnogi će razlog tomu vidjeti u činjenici da se tehnološka dostignuća konstanto unaprijeđuju bez odgovornosti pojedinaca prema vlastitom okruženju. Privlačnost same ideje stalnog gospodarskog rasta nesumljivo je očita. No znači li to da je izlaz za čovječanstvo prestanak razvitka i iskoristivosti svog čovjekovog potencijala? Jednoznačni odgovor mora biti NE. Moderne tehnologije same po sebi ne doprinose uništavanju i zagađivanju ekosistema, no djelujući u sklopu sa čovjekom čiji duhovno-moralni razvoj zaostaje i ne sustiže tehnološke mogućnosti, njihov se utjecaj na budućnost i nasljeđe nepovoljno i drastično mijenja. Izlaz iz takve teške situacije nudi nam ideja Održivog Razvoja.

### 2. 1. IDEJA ODRŽIVOG RAZVOJA [8]

*“Čovječanstvo je sposobno provoditi razvoj na način da zadovolji svoje današnje potrebe a da ne kompromitira sposobnost budućih generacija da zadovolje svoje potrebe.” [1]*

Ovim je riječima 1987.godine Gro Harlem Brundtland voditelj istoimene komisije postavljene od strane UN-a opisao pojam održivi razvoj u kasnijoj publikaciji «Naša zajednička budućnost».

Komisija je ustanovila mnoge negativne posljedice koje su isključivo bile vezane uz razvoj čovječanstva i tehnologije. Porastom same populacije, korištenjem novih mnogobrojnih kemikalija u sklopu proizvodnje i širenjem ljudskih djelatnosti na sve većim, dotada nekorisćenim područjima Zemlje, donedavne lokalne promjene ekosustava poprimile su globalne razmjere. Održivost se većim djelom odnosila na sam ekosustav te je stoga koncept održivost postavio smjernice za očuvanje:

- Izvora materijala, obnovljivih i neobnovljivih
- Biološke raznolikosti i
- Okoliša

Na rezultate UN-ove komisije vežu se i sva kasnija obrazloženja pojma. Neke od novijih definicija navedene su u daljnjem tekstu:

*“Održivi razvoj je strateški gospodarski razvoj od kojega koristi imaju i okoliš i kvaliteta življenja”*

Ministarstvo energetike SAD-a (2001.)

*“Održivi razvoj je trend smanjenja današnje potrošnje energije, resursa i otpada u svrhu opstanka prirodnih sustava o kojima će ovisiti buduće generacije, kako bi i njih ti sustavi mogli snabdijevati resursima i apsorbirati otpad.”*

Local Government management Bord of UK

*“Održivi razvoj je razvoj koji nudi osnovne ekološke, socijalne i ekonomoske usluge svim članovima zajednice, ne ugrožavajući pritom vitalnost prirodnih, umjetnih i socijalnih sustava o kojima te usluge ovise.”*

International Council for Local Environmental Initiatives

“Održivi razvoj je ekonomski i socijalni razvoj koji zadovoljava potrebe živeće generacije, ne podrivajući pritom potrebe budućih generacija.”

Program nacionalne strategije održivog razvoja Velike Britanije (2000.)

Održivi razvoj kao dominantna filozofija u globalnom gospodarskom razvoju mora objediniti:

- usuglašenu uporabu resursa,
- usuglašeno investiranje,
- usuglašen tehnički razvoj i
- usuglašene institucionalne promjene.

Kako bi provođenje Održivog razvoja bilo uspješno ono se mora shvatiti kao dinamički proces koji će se temeljiti na promjenama načina na koji funkcioniramo kako bi postigli bolju kvalitetu življenja. Tu su potrebu odavno shvatili i neki veliki umovi svijeta:

“Glavni problemi s kojima se susrećemo ne mogu se riješiti na istoj razini razmišljanja na kojoj smo bili kad smo ih stvarali“

Albert Einstein.

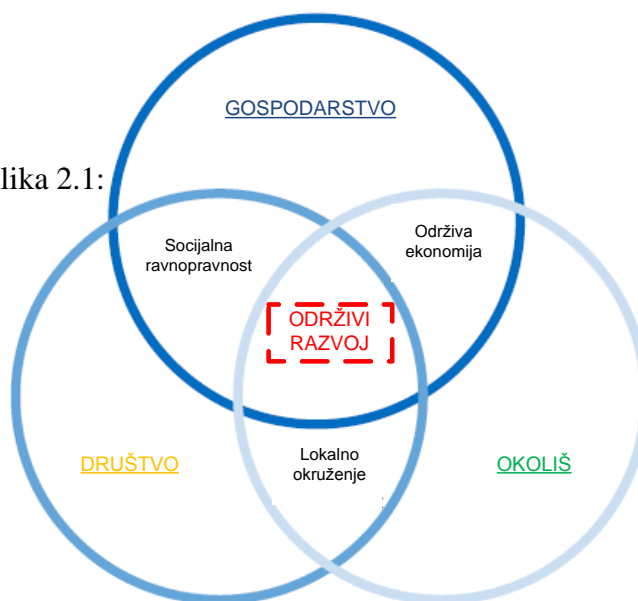
## 2. 2. KONCEPT ODRŽIVOG RAZVOJA [8]

Održivi razvoj je koncept koji integrira gospodarski uspjeh, kvalitetu okoliša i društvenu odgovornost. Temelji se na šest osnovnih principa:

1. Stvaranje sistema (stvaranje zajedništva društva i prirode);
2. Jednakost (održavanje pravednosti između i unutar sistema);
3. Trans-regionalna i trans-generacijska jednakost);
4. Učinkovitost(stvoriti više sa manje);
5. Dostatnost(da li stvarno to trebamo?);
6. Primjerenost(pravilan izbor) i uočavanje sklopnosti(isticanje važnosti međusobne interakcije društva i prirode).

Održiv razvoj odnosi se na tri dimenzije, slika 2.1:

- gospodarsku,
- okolišnu,
- društvenu



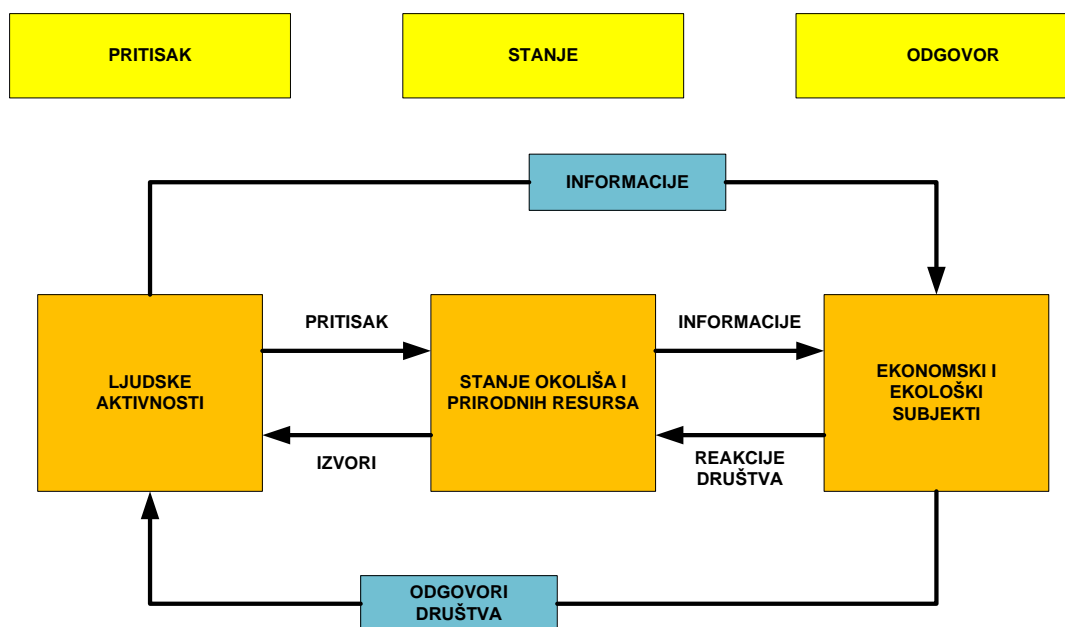
Slika 9.1 Dimenzije održivog razvoja

Napredak u zaštiti okoliša zahtijeva takve promjene koje će potaknuti i povećati produktivnost resursa, a to je upravo ono što zahtijevaju novi izazovi globalnog nadmetanja. Gospodarska dimenzija uključuje zaposlenje, plaće, investicije, trgovinu, inovacije, poduzetništvo...

Socijalna odgovornost korporacije znači smanjivanje štetnog utjecaja kompanije na društvo. Društvena dimenzija održivog razvoja trebala bi osigurati zdravlje, riješeno stambeno pitanje, školovanje, prevenciju kriminala, demokraciju, slobodno vrijeme...

Društvena odgovornost poduzeća mora biti popraćena i održivom potrošnjom, promjenom potrošačkih potreba i odgovornošću za samim produktom. Održiv razvoj moguć je samo ukoliko razvijamo, cijenimo i održavamo prednosti okoliša. Društvena odgovornost poduzeća očituje se u brizi za kvalitetom zraka, vode i tla, zaštitom divljih staništa, djelotvornim korištenjem i ponovnom uporabom prirodnih resursa i energije...

Sve tri dimenzije međusobno se preklapaju, a njihova međusobna interakcija je posebno važna za dobivanje integralnog koncepta održivog razvoja. Unutar Ujedinjenih Naroda te su međusobne ovisnosti faktora prikazane u sklopu FDES-a<sup>4</sup> poznatom vezom Pritisak-stanje-odgovor. [9]



Slika 2.2 Veze poznate pod nazivom Pritisak-stanje-odgovor [9].

Slika prikazuje najčešći primjenjeni način organiziranja indikatora unutar FDES-a. Vidljivo je da pokazatelji održivosti proizlaze iz informacija dobivenih iz kategorije ljudskih aktivnosti, proučavanja njihova utjecaja na okoliš te vladinih i individualnih odgovora na te utjecaje.

## 2. 3. ANALIZA ODRŽIVOSTI PODUZEĆA [10]

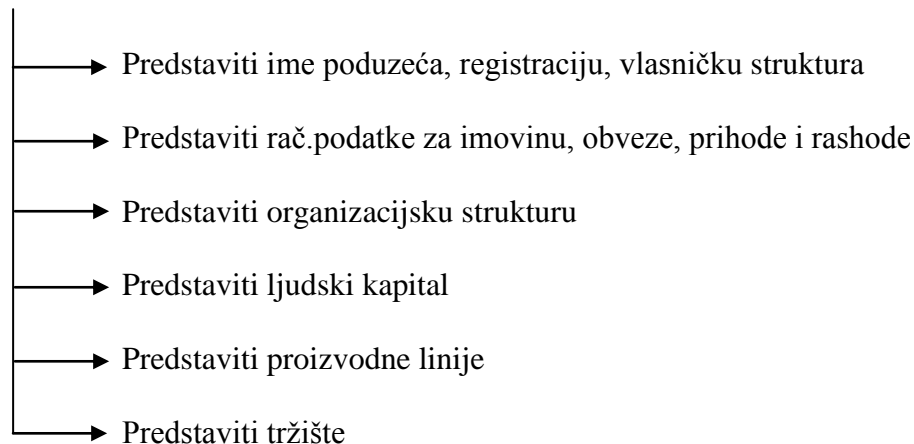
Podloga za stvaranje metodologije za uvođenje održivog razvoja u jednom poduzeću bilo je istraživanje koje je provedeno od strane Tehničkog Sveučilišta – Sofija na području Bugarske, Italije i Njemačke. Istraživanje je obuhvaćalo procjenu indikatora održivog razvoja vezanih uz tri glavne dimenzije (društvo, gospodarstvo i okoliš). Pristup analizi sastojao se od

<sup>4</sup> The United Nations Framework for the DEvelopment of Environmental Statistics

šest glavnih koraka koji su zahtjivali provođenje raznih aktivnosti uz korištenje većeg broja metoda i tehnologija.

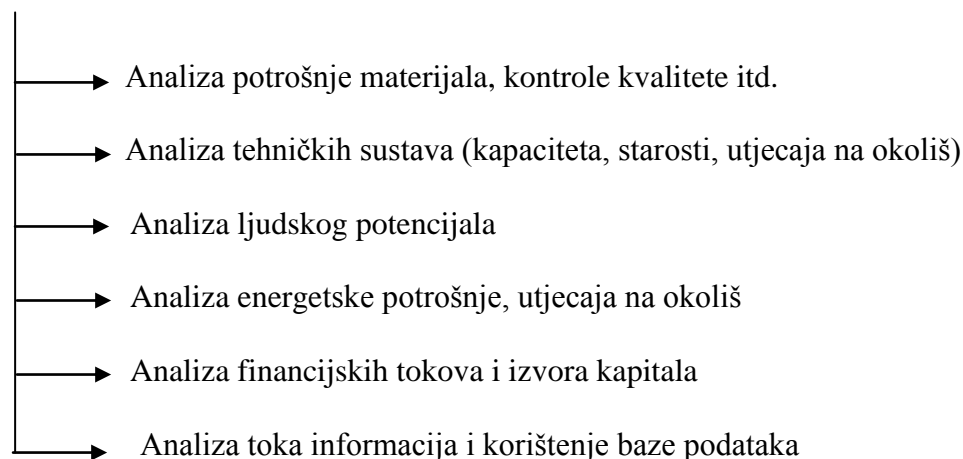
1.korak

PRIKAZ PODUZEĆA



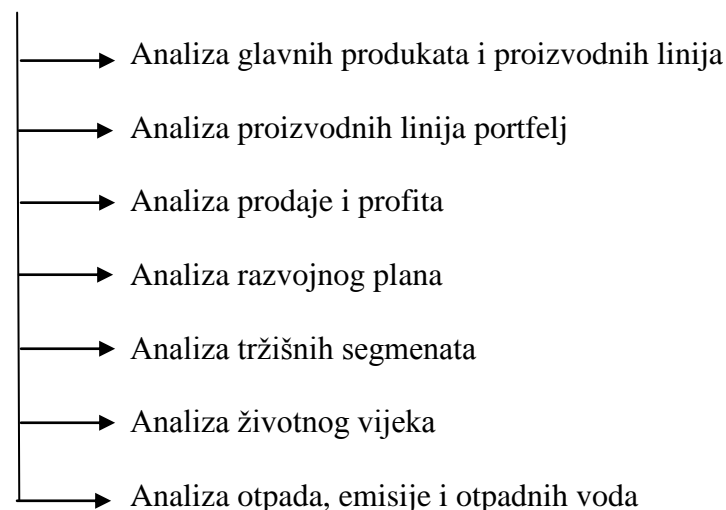
2.korak

ANALIZA RESURSA



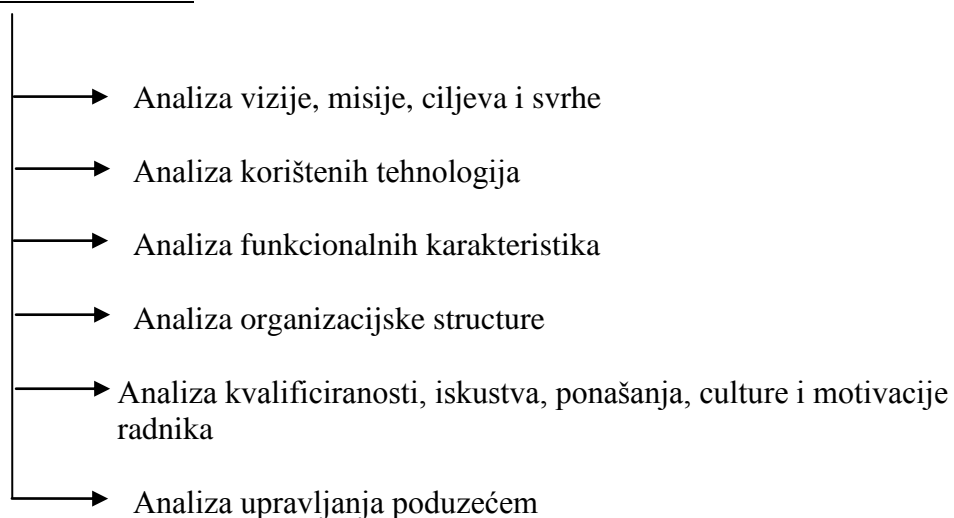
3.korak

ANALIZA REZULTATA PODUZEĆA



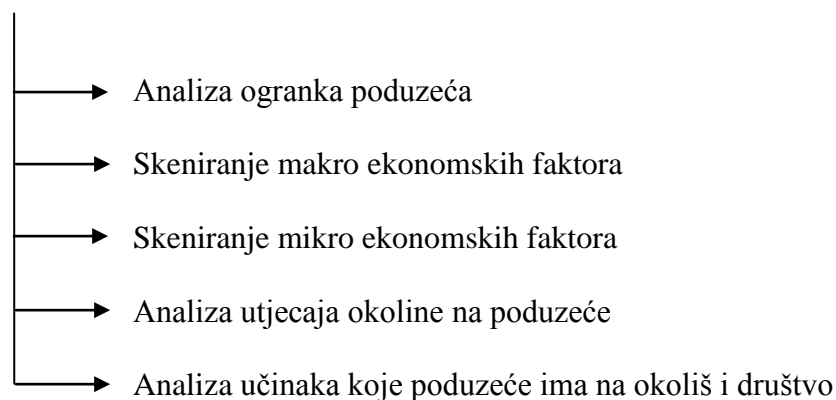
4.korak

ANALIZA SISTEMA



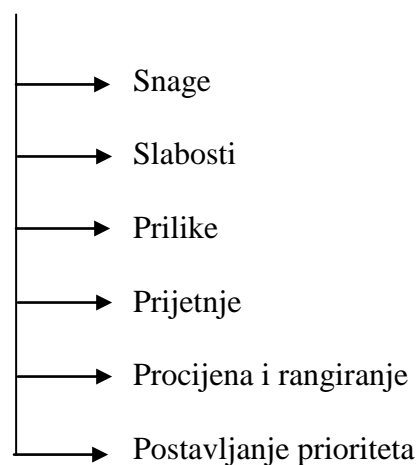
5.korak

SKENIRANJE OKOLIŠNIH PRILIKA



6. korak

SWOT ANALIZA





## 2. 4. INDIKATORI ODRŽIVOG RAZVOJA [9], [11]

Gotovo je nemoguće postaviti jedinstveni popis svih pokazatelja održivog razvoja. Ipak gotovo sva istraživanja, nacionalna i internacionalna, uključuju neke ili sve od navedenih elemente od kojih se stvara baza podataka:

- populacija (rast, migracije)
- potrebe društva (zdravlje, prehrana, prebivanje, obrazovanje, jednakost, sigurnost, itd.)
- obnovljive i neobnovljive prirodne izvore
- ekološke kvalitete (zrak, voda, zemlja)
- ekosustavi (zakiseljavanje, eutrofikacija, bioraznolikost)
- gospodarske djelatnosti (njihov utjecaj koji uključuje zračenje, iskorištavanje prirodnih izvora, proizvodnju i potrošnju, tehnologije)
- prirodne i umjetne katastrofe
- globalne ekološke promjene (klimatske promjene, uništavanje ozonskog omotača)
- globalizacija
- institucije

Slika 2.3 prikazuje primjer popisa indikatora održivog razvoja u ovom slučaju vezanih uz okoliš postavljenih od strane Europske Unije 2004.godine. [9]

<i>Environmental issue</i>	<i>Indicator</i>	<i>EVALUATION</i>
<b>Tackling climate change</b>		
Emissions of greenhouse gases	Trend in emissions and distance to 2008-2012 Kyoto target	⊖
<b>Nature and biodiversity – protecting a unique resource</b>		
Forest resources	Annual tree fellings	⊕
Land resources	Land take and fragmentation of large habitats	⊖
Emissions of acidifying substances	Trend in emissions and distance to 2010 EU target	⊕
<b>Environment and health</b>		
Emissions of ozone precursors	Trends in emissions and distance to 2010 EU target	⊖
Urban air quality	Exceedance of ozone, fine particles, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub>	⊖
Freshwater pollution	Concentration of phosphate and nitrate in rivers	⊖
<b>Sustainable use of natural resources and management of wastes</b>		
Material consumption	Total material requirement (vs. GDP)	⊖
Fish stocks	Spawning stock biomass of the North Sea cod stock	⊖
Urban waste generation	Trends in levels of municipal waste collected	⊕
Water use	Water exploitation index	⊖
Land take by development	Trends in built-up area, population and road network density	⊖

Slika 2.3 Popis indikatora Europske Unije [9]

Jedno od novijih istraživanja provedeno je i u zajedničkom radu Tehničkog Sveučilišta Sofije, Sveučilišta u Genovi i Tehničkog Sveučilišta u Dresdenu koje je proučavalo politiku i praksu više od stotinjak industrijskih poduzeća. Cijelo je istraživanje provedeno smjernicama koje je postavljeno od GRI (Global Reporting Initiative) organizacije. Rezultati istraživanja dani su u tablicama 2.1, 2.2 i 2.3 [11]:

Kategorija	Podkategorija	Primjer
Pokazatelji radnih performansi	Materijali	Korištenje(ukupno po vrsti, izvoru, karakteru), recikliranje, ponovno korištenje
	Energija	Korištenje(ukupno po vrsti, izvoru, karakteru), inicijative za poboljšanje energetske učinkovitosti i korištenje obnovljivih izvora
	Potporne usluge	Značajni utjecaji na okoliš kaoposljedica čišćenja, zbrinjavanja otpada, hortikulture, komunikacija, transporta, edukacije...
	Tehnički sustavi	Nesreće, vlasništvo zemlje za proizvodnju, korištenje opreme i održavanje
	Nabava	Ekološke karakteristike dobavljača
	Proizvodi	Značajni utjecaji naokoliš, mogućnost recikliranja i ponovnog korištenja, bio-razgradivost, potrošnja energije pri uporabi, životni vijek proizvoda
	Usluge	Značajni utjecaji na okoliš
	Emisije	Emisije stakleničkih plinova (CO <sub>2</sub> ), korištenje spojeva koji uništavaju ozonski omotač (CFCs), zračenje acidifikacijskih spojeva (No <sub>x</sub> , So <sub>x</sub> ), VOC, HFCs, PFCs
	Otpadne vode	Ispusti otpadnih voda: teški metali, N, PBOD, COD, organski spojevi
	Ostali otpadi	Iznos (ukupni, po vrsti, izvoru, karakteru)
Pokazatelji upravljačkih performansi	Usklađenost sa zakonom i regulativima	Broj povrijeđenih zakona na godinu i sudski sporovi vezani uz njihovo kršenje
	Ekološki ciljevi	Broj ciljeva koje poduzeće želi postići i objašnjenja zašto neki nisu postignuti
	Praksa upravljanja okolišem	Struktura sustava upravljanja (npr. Odgovornosti, procedure) i alata u uporabi (npr. Revizija zaštite okoliša), integracija s drugim sistemima za upravljanje poslovnim sustavima
	Troškovi vezani uz ostavrenje ekoloških ciljeva	Iznos (ukupni, po vrsti, smjeru, karakteru)
Pokazatelji stanja okoliša	Zrak	Koncentracija substanci, miris mjeran na određenoj udaljenosti od tvornice, fine čestice
	Voda	Koncentracija zagađivača, broj kloroformnih bakterija po litri vode
	Zemlja	Prirodna staništa, zaštićena područja, tla onečišćena teškim metalima, pesticidima
	Flora	Izumrle i ugrožene vrste
	Fauna	Izumrle i ugrožene vrste
	Ljudi	Očekivani životni vijek, epidemije, koncentracija otrova u krvi
	Kultura	Spomenici prirode

Tablica 2.1 Pokazatelji održivog razvoja vezani uz okoliš [11]

Kategorije	Podkategorije	Primjeri
Dobavljači	Kriteriji kupnje	Minimalni socijalni standardi na radnim mjestima
	Društvene performanse	Revizija dobavljača i praćenje promjena na socijalnoj osnovi
Ljudski resursi	Rad djece	Politike, procedure, programi ... za isključenje rada djece, sustavi nadgledanja i praćenja rezultata, broj djece koja rade
	Prisiljeni rad	Politike, procedure, programi ... za isključenje prisilnog rada, sustavi nadgledanja i praćenja rezultata
	Sigurnost i zdravlje (SIZ)	Politike, procedure, programi ... za rješavanje SIZ problema, standardi kod ozljeda, izgubljeni radni dani, ukupan broj nesreća, bolesti, kvaliteta zraka i radnih mjesta, buke, broj sigurnosnih inspekcija učestalost nesreća i bolesti
	Sloboda udruživanja i pregovaranja	Politike, procedure, programi ... za rješavanje ovog problema, sustavi nadgledanja i praćenja rezultata
	Tolerancija	Politike, procedure, programi ... za prevenciju svih oblika diskriminacije
	Disciplina	Prakse pritužbi
	Radni sati	Politike, procedure, programi ... za izbjegavanje prekovremenog rada prosječan broj radni sati tjedno, broj prekovremenih radnih sati
	Naknade	Nagrade zaposlenicima, minimalne plaće
	Radna snaga, upravljanje	Zapošljavanja, struktura upravljanja, , broj naučnika, radnici iz manjina, radnici sa stupnjem invalidnosti
	Sigurnost	Obuka i treninzi
	Ljudska prava	Osiguranja, procedure, programi za zaštitu na radnom mjestu
	Trening i učenje	Broj radnika koje je prošlo socijalnu edukaciju ili edukaciju za zaštitu okoliša, ukupan broj sati treninga godišnje, ulaganja u edukaciju
	Zadovoljstvo	Rezultati ispitivanja zadovoljstva radnika
Potrošači	Informacije o proizvodu	Informacije o sastavu, izvorima, načinu korištenja i mogućim opasnostima i nuspojavama koje proizvod nosi
	Marketing	Markentiške komunikacije, djelovanje prema standardima, politika
	Zadovoljstvo	Mehanizmi prilagođavanja potrebama korisnika, politika, procedure, sistemi upravljanja
Javnost	Odnosi s javnošću	Programi za rad protiv korupcije i lobiranja
	Odnosi s dioničarima	Sastanci sa dioničarima
	Prepoznavanje I nagrađivanje	Nagrade za promoviranje socijalnih etičkih i okolišnih ciljeva

Tablica 4.2 Pokazatelji održivog razvoja društva u industriji [11]

Kategorije	Podkategorije	Primjeri
Financije	Prihodi	Prodaje, prihodi
	Rashodi	Izdaci, troškovi ((direktni: troškovi sirovina, rada, kapitalni troškovi i troškovi proizvodnje; potencijalni skriveni; prihodi recikliranja, troškovi zaliha; nematerijalni: ozljede radnika i troškovi jamstva
	Financijski rezultati	Dobitak ili gubitak
	Brutto marža	Neto cijena minus troškovi prodane robe ili usluge
	Dodane vrijednosti	Neto cijena minus troškovi kupljenih dobara ili usluga
	Porezi	Iznos (ukupni, po vrsti, izvoru, karakteru)
	Donacije	Iznos (ukupni, po vrsti, namjeri, karakteru)
	Ulaganja	Iznos (ukupni, po vrsti, smjeru, karakteru)
	Imovina i obveze	Iznos (ukupni, po vrsti, izvoru, karakteru)
Socio-ekonomija	Socio-efikasnost	Vrijednost dodana utjecajima na društvo
Eco-ekonomija	Eco-efikasnost	Vrijednost dodana utjecajima na okoliš

**Tablica 2.3** Pokazatelji održivog razvoja relevantni za ekonomski sektor industrije [11]

### 3. DRUŠTVENO ODGOVORNO POSLOVANJE - DOP

„Nijedna institucija ne postoji sama za sebe i nije sama sebi cilj. Sve su organ društva i postoje radi društva. Poslovanje nije iznimka. Bilo kakva slobodna inicijativa se ne može opravdati argumentom da je dobra za poslovanje. Može se opravdati da je dobra za društvo“

Peter Drucker

Moderni poslovni sistemi, zbog sve izraženije interakcije u kompleksnom i nestabilnom okruženju, šire su uključeni u društvo – oni, pored ekonomske misije, imaju društvenu odgovornost. Društvena odgovornost uključuje obavezu menadžmenta da poduzme mjere zaštite i unapređenja interesa organizacije ali uz apsolutnu dobrobit naspram društva. To znači da menadžer mora težiti postizanju kako organizacijskih, tako i društvenih ciljeva. Društvena odgovornost postaje poslovni imperativ, a globalna ideja o odgovornom poslovanju i održivom razvoju prerasta u svjetski pokret.

Društvo današnjice postalo je presloženo da bi funkcioniralo birokratskim upravljanjem odozgo i zasnivalo se samo na sumnjivom sistemu kolektivnih vrijednosti. Povećana odgovornost biznisa za procese u društvu pokazuje se nužnošću i preduvjetom sreće, razvoja i opstanka.

#### 3. 1. DEFINICIJA DOP-a [12]

Globalizacija poslovanja, degradacija okoliša te pojačan pritisak na potrebu zaštite ljudskih prava sve snažnije utječu na uvjete poslovanja poduzeća. Razvoj društvene svijesti dovodi do jačanja i širenja mreža civilnih udruga koje dodatno vrše pritisak na poslovni sektor, a takva uvjetovana promjena poslovanja dovodi do razvoja društveno odgovornog poslovanja (DOP). DOP ili CSR (Corporate social responsibility) označuje dakle korporativni oblik samoregulacije integrirane u poslovni model. Idealno, DOP politika bi funkcionirala kao izgrađeni samoregulacijski mehanizam kojim bi se pratilo poslovanje i unutar njega osiguravalo poštivanje zakona, etičkih standarda i međunarodnih normi. Poslovni sustavi moraju prihvatiti odgovornost za utjecaj svojih aktivnosti na okoliš, potrošače, zaposlenike, zajednice, interesnih skupina i svih ostalih članova javne sfere. Takvi sustavi imaju obavezu promicati i javni interes zajednice, potičući njen rast i razvoj, te dobrovoljno eliminirati prakse koje štete društvu, bez obzira na zakonitosti.

#### 3. 2. DIMENZIJE DOP-a U PODUZEĆU [12],[13],[14]

##### INTERNE DIMENZIJE

Unutar poduzeća, socijalno (društveno) odgovorna praksa uključuje zaposlenike i odnosi se na područja kao što su investiranje u ljudski kapital, zdravlje i sigurnost te upravljanje promjenama. Odgovorna praksa u sferi zaštite okoliša odnosi se uglavnom na upravljanje prirodnim resursima koji se upotrebljavaju u proizvodnji.

##### **3.2.1 Upravljanje ljudskim resursima**

Jedan od velikih izazova pred današnjim poduzećima je kako privući i zadržati zaposlenike koji imaju odgovarajuće znanje i vještine. U tom kontekstu, odgovarajuće mjere mogu uključivati cjeloživotno učenje i osnaživanje zaposlenika; bolji protok informacija unutar poduzeća; bolju uravnoteženost između rada, obitelji i slobodnog vremena, jednake plaće i uvjeti za napredovanje žena; sigurnost na poslu itd. Aktivno praćenje zaposlenika koji

ne mogu raditi zbog invaliditeta ili povrede na radu, također je dio DOPa, koje ujedno doprinosi smanjenju troškova.

Odgovorno ponašanje pri zapošljavanju, uključujući nediskriminirajuću praksu koja doprinosi zapošljavanju pripadnika manjina, starijih radnika, žena, nezaposlenih duže vremena te ljudi s posebnim potrebama doprinosi postizanju ciljeva Europske strategije zapošljavanja te smanjenju nezaposlenosti i borbi protiv socijalne isključenosti. U odnosu na cjeloživotno učenje, poduzeća imaju važnu ulogu na nekoliko razina: prepoznavanje potreba za edukacijom svojih radnika te kroz partnerstva s lokalnim trening organizacijama, kako bi prilagodili edukacijske programe; podupiranje prijelaza mladim ljudima iz škole na posao kroz osiguravanje pripravničkih mjesta; osiguravanje povoljnog radnog okruženja i ohrabrivanje cjeloživotnog učenja zaposlenika, naročito onih manje obrazovanih, s manje vještina i starijih.

### 3.2.2 Zdravlje i sigurnost na poslu

Zdravlje i sigurnost na poslu tradicionalno se rješava propisima i obveznim mjerama. Poduzeća, vlade te poslovne organizacije i udruženja sve više pokušavaju iznaći dodatne načine promocije zdravlja i sigurnosti, bilo kao element u marketingu ili vodeći računa o tome pri kupnji proizvoda drugih kompanija. Na taj se način promovira i kultura prevencije. S druge strane, povećava se potražnja za mjerenjem, dokumentiranjem i komuniciranjem tih kvaliteta u marketinškim materijalima. Ti su elementi uključeni i u certificiranje i označavanje.

*Primjer iz prakse:* Dodjeljivanje znaka «Prijatelj okoliša» za proizvode u Hrvatskoj koji su povoljniji za okoliš od sličnih proizvoda. Dodjeljuje ih Ministarstvo zaštite okoliša. Znakom zaštite okoliša Republike Hrvatske pokazuje se pozitivan odnos nekog proizvoda prema okolišu.



Slika 10.1 Znak «Prijatelj okoliša» [15]

### 3.2.3 Prilagođavanje promjenama

U svijetu je sve više prisutno restrukturiranje poduzeća, s ciljem smanjenja troškova, povećanja produktivnosti, povećanja kvalitete te usluga za potrošače. To često znači zatvaranje pogona i/ili otpuštanje radnika što dovodi do socijalnih, ali i političkih kriza u zajednicama.

Restruktuiranje na socijalno odgovoran način znači pronaći ravnotežu i uzeti u obzir interese i brige onih na koje te odluke i promjene utječu. Restruktuiranje mora biti pažljivo planirano, uz uključivanje svih potencijalnih rizika, ukalkuliranje svih troškova, donošenja alternativnih strategija i sl. Pri tome trebaju biti uključeni svi dionici – poduzeća, predstavnici zaposlenika i

vlast. Upravo kroz uključivanje u lokalni razvoj i strategije tržišta rada kroz partnerstva na lokalnoj razini (npr. Privatnojavno ulaganje), poduzeća mogu umanjiti negativan utjecaj na lokalnu zajednicu prilikom restrukturiranja.

### **3.2.4 Upravljanje utjecajima na okoliš i prirodne resurse**

Utjecaj na okoliš može biti smanjen racionalnom upotrebom resursa, smanjenjem emisija u zrak, tlo, vode te smanjivanjem količine otpada kroz odvojeno sakupljanje otpada i recikliranje. Takva praksa smanjuje ujedno i troškove poduzeća.

*Primjer iz prakse:* Projekti INE u funkciji ekoefikasnosti

Od ukupnog broja projekata za razdoblje 2000-2002.godine, 30 % je primarno u funkciji zaštite okoliša (ekološki projekti financirani iz zajma Europske banke za obnovu i razvoj, EBRD), dok se 16 % odnosi na započete aktivnosti investiranja u projekte „Čistije proizvodnje“ kao preventivne strategije zaštite okoliša. Ostvarenje ovih projekata odrazit će se na povećanje ekoučinkovitosti poslovanja u segmentima proizvodnje i prerade. Premda su ostali projekti (54 %) vezani primarno za ekonomsku dobrobit tvrtke (povećanje iscrpaka energenata, kvalitetnijih proizvoda i usluga, uz smanjenje ukupnih troškova odnosno dostizanja europske razine poslovanja), istodobno će se uz uvažavanje zahtjeva sigurnosti rada djelatnika u proizvodnji i korisnika proizvoda i usluga ostvariti i ekološka poboljšanja u okruženju navedenih aktivnosti.

### **EKSTERNE DIMENZIJE**

Društveno odgovorno poslovanje proteže se i izvan samog poduzeća – na lokalnu zajednicu i različite dionike (pored zaposlenika i dioničara): poslovne partnere i dobavljače, potrošače, javnu upravu, lokalne udruge i sl.

### **3.2.5 Lokalne zajednice**

Pojam DOP-a obuhvaća i proteže se na integriranje poduzeća u okruženje u kojem djeluju. Poduzeća doprinose lokalnim zajednicama kroz osiguranje radnih mjesta ili plaćanje poreza. S druge strane, poduzeća ovise o zdravstvenom stanju radne snage, stabilnosti i prosperitetu zajednice u kojima rade. Zainteresirana su za znanje i vještine lokalne radne snage, a često su im i klijenti iz okruženja. Stoga je vrlo važan ugled poduzeća kao proizvođača i poslodavca, ali i aktera na lokalnoj sceni. Mnoga poduzeća su stoga uključena u život lokalne zajednice, osiguravajući prekvalifikaciju ili dokvalifikaciju, pomažući u očuvanju okoliša, zapošljavajući ljude s posebnim potrebama, partnerstvom sa zajednicama, sponzoriranjem lokalnih sportskih klubova i kulturnih manifestacija, donacijama u humanitarne svrhe i sl. Na taj način raste i socijalni kapital.

### **3.2.6 Globalna briga za okoliš**

Mnoga poduzeća su akteri na međunarodnom i globalnom planu te tako utječu na globalni okoliš. Sve se više govori o ulozi poslovnog sektora u postizanju održivog razvoja. Generalni tajnik UNa je pokrenuo inicijativu «Global Compact» (Globalni sporazum) – čiji je cilj potaknuti poduzeća da budu partneri u poboljšanju stanja u društvu i okolišu. Upute OECDa<sup>5</sup> za multinacionalne kompanij također promoviraju održivi razvoj.

<sup>5</sup> Organisation for Economic Co-operation and Development

### 3.2.7 Poštivanje ljudskih prava

Područje ljudskih prava je kompleksno obuhvaća političke, pravne i moralne dimenzije. Pored poštivanja ljudskih prava tu spada poštivanje radnih standarda i radnog prava, a obuhvaća i elemente zaštite okoliša. Tu spada i borba protiv korupcije, kao bitnog problema razvoja, što zahtijeva transparentno Pod pritiskom udruga i potrošačkih grupa, poduzeća sve više usvajaju kodekse ponašanja koji uključuju uvjete rada, ljudska prava i zaštitu okoliša, uzimajući u obzir i podugovarače i dobavljače.

### 3.2.8 Odnos s partnerima, dobavljačima i potrošačima

Odnosi se grade kroz sticanje povjerenja, fer odnose i poštivanje želja i potreba partnera, dobavljača i potrošača te dobrom kvalitetom proizvoda. Stvaranje partnerstva može rezultirati fer cijenama, poštivanjem rokova izrade i dobave te kvalitete proizvoda i usluga. Na taj se način može postići DOP u cijelom dobavljačkom lancu.

## 3. 3. PREDNOSTI DOP-a [12] ],[14]

Uz osjećaj da činite nešto ispravno uvođenje DOP-a u poduzeće može donijeti i više funkcijske benefite bez obzira na to je li riječ o malom ili velikom poduzeću. DOP nam može pridonijeti na 3 načina:

- Može unaprijediti prodaju, odnosno poslovanje
- Može razviti ljudske potencijale
- Može izgraditi povjerenje u poduzeće kao cjelinu

Iznimno je važno uvidjeti kako je uvođenje DOPa proces stvaranja koristi i za poduzeće, i za društvo. To je situacija u kojoj sve strane ostvaruju dobit.

S druge strane verifikacija poduzeća kao društveno odgovornog stvara podlogu za kreiranje konkurentnosti. Konkurentnost kreirana DOP-om teško se može kopirati i stvara jedinstvenu percepciju poduzeća koja služi izgradnji reputacije. Ona se više ne temelji samo na resursima koje poduzeće ugrađuje u svoj proizvod ili uslugu već proizlazi iz potencijala zaposlenika, korporativne kulture, sustava koji potiče inovacije, poslovnog vodstva koje potiče i podržava stalne promjene

## 3. 4. STANDARDI I UPRAVLJANJE DRUŠTVENOM ODGOVORNOŠĆU [12],[13],[14]

Zbog raširenosti samog pojma DOP-a danas još ne postoji opće prihvaćen standard za njegovo uvođenje i upravljanje, no postoji veliki broj inicijativa koje pokrivaju neka od područja u kojima bi društveno odgovorno poslovanje trebalo biti prisutno. U ovom poglavlju ukratko će se opizati najznačajnije inicijative.

### **AccountAbility 1000**

AccountAbility 1000 (AA1000) je inicijativa koju je u studenom 1999. Pokrenuo Institut za društvenu i etičku odgovornost AccountAbility). AccountAbility ima sjedište u Velikoj Britaniji, a osnovan je 1996. Godine kao organizacija s međunarodnim članstvom koje ubraja poduzeća, stručne savjetnike, revizore te predstavnike



državnih tijela, nevladinih udruga i akademske zajednice. Svrha mu je poticanje etičkog ponašanja u poduzećima i neprofitnim organizacijama, a ostvaruje ga promicanjem najbolje prakse vezane uz računovodstvo, reviziju i izvještavanje na području društvene odgovornosti i etičnosti, kao i razvojem standarda i akreditacijskih postupaka. AA1000 je zamišljen kao standard koji služi kao okvir kojim se organizacije mogu koristiti radi boljeg razumijevanja i unapređivanja svoje uspješnosti na području etičnosti, ali i kao sredstvo na temelju kojeg drugi mogu ocjenjivati valjanost njihovih tvrdnji o etičnosti. Isto tako, organizacijama bi trebao poslužiti kao pomagalo u utvrđivanju općih i posebnih ciljeva, mjerenju napretka postignutog u odnosu na postavljene ciljeve, revidiranju i izvještavanju o ostvarenim rezultatima te uspostavi mehanizama za pružanje povratne informacije. Sudjelovanje svih zainteresiranih strana, tzv. "dionika", smatra se presudnim za uspješno provođenje u neki sustav.

### **Društvena odgovornost 8000**

Društvena odgovornost 8000 (*Social Accountability 8000 – SA8000*) je standard koji je razvila Međunarodna organizacija za društvenu odgovornost (*Social Accountability International – SAI*), donedavno poznata kao Vijeće za gospodarske prioritete i akreditacijska agencija. SAI je neprofitna ispostava Vijeća za gospodarske prioritete (CEP). CEP ima sjedište u SAD-u, a osnovan je 1969. Kao javna znanstveno-istraživačka ustanova. Bavi se analizom ekoloških i socijalnih podataka o poduzećima, koje stavlja na raspolaganje potrošačima, ulagačima, donositeljima političkih odluka i gospodarstvenicima. SA8000 se promiče kao neobvezni, opći standard namijenjen poduzećima koje zanima revidiranje i certificiranje prakse na području radnih odnosa i uvjeta u njihovim prostorima i prostorima njihovih dobavljača. SA8000 je u praktičnoj primjeni, a podupiru ga poduzeća čiji prihodi od prodaje, ukupno gledano, iznose 75 milijardi USD.

### **OECD: Smjernice za multinacionalna poduzeća**

Organizacija za gospodarsku suradnju i razvoj (*The Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD*) se opisuje kao klub zemalja istomišljenika. Radi se o 30 zemalja članica iz Europe, Sjeverne i Srednje Amerike, Oceanije i Istočne Azije. Vladama tih zemalja OECD služi kao forum za raspravu i razvoj gospodarske i socijalne politike. OECD-ove Smjernice za multinacionalna poduzeća (Smjernice) zamišljene su radi jačanja osnova za uzajamno povjerenje između poduzeća i društava u kojima djeluju te radi povećavanja doprinosa multinacionalnih poduzeća održivom razvoju. Smjernice sadrže preporuke vlada multinacionalnim poduzećima. U lipnju 2000. Godine usvojile su ih vlade zemalja članica OECD-a (uključujući britansku vladu) i drugih država. Radi se o neobvezujućim načelima i standardima odgovornog poslovanja. Smjernice obuhvaćaju poglavlja o područjima opće politike (uključujući) ljudska prava, mogućnosti zapošljavanja i izobrazbe, korporativno upravljanje itd.), objavljivanju podataka, zapošljavanju, radnim odnosima i zaštiti okoliša. Vlade koje se pridržavaju Smjernica potiču poduzeća koja djeluju na području njihovih zemalja da ih poštuju gdje god poslovala, uz vođenje računa o posebnim okolnostima u svakoj domaćinskoj zemlji.

### **ISO – korak u budućnost**

Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO) u svojim dokumentima, generalizira pojam *društvene odgovornosti*, te na taj način želi istaći generičku prirodu standarda, *važjećeg za sve organizacije, a ne samo preduzeća*.<sup>6</sup> Naime, ISO je pokrenuo razvoj

<sup>6</sup> Đurić, M.; Filipović, J.: Model društvene odgovornosti preduzeća -Corporate social responsibility model, AOS- Nacionalna konferencija o kvalitetu, Kragujevac, 8 – 11. maj, 2007.

buduće norme ISO 26000 koja će davati dobrovoljne upute o društvenoj odgovornosti.<sup>7</sup> Namijenjena je svim vrstama organizacija i u javnom i u privatnom sektoru, i u razvijenim zemljama i u zemljama u razvoju. Treba da omogući ostvarivanje dodatne vrijednosti za postojeći rad na društvenoj odgovornosti time što će se: (1) razviti međunarodni konsenzus o tome što društvena odgovornost znači i kojim se pitanjima u vezi s njom organizacije trebaju baviti, (2) dati smjernice o prevođenju načela u učinkovite radnje i (3) sažeti najbolju praksu koja je već razvijena te proširiti je globalno za dobrobit međunarodne zajednice.<sup>8</sup>



Slika 3.2. UN-ov model upravljanja društvenom odgovornošću [12]

<sup>7</sup> Norma ISO 26000 ne sadržava zahtjeve nego smjernice, pa se stoga neće primjenjivati kao norma za certifikaciju, kao norme ISO 9001:2000 i ISO 14001:2004.

<sup>8</sup> <http://www.iso.org/iso/newsandmedia/magazines/iso-management-systems.htm>

## 4. EKOLOŠKI PRISTUP PROIZVODNJI

U prijašnjim poglavljima navedeni su svi problemi koje si je čovjek sam priskrbio svojim bezrezervnim djelovanjem na okolinu ali dane su smjernice za spas čovječanstva u obliku održivog razvoja. Ovo će poglavlje prikazati više funkcionalnih metoda koje nam omogućuju proizvodnju artikala jednakih kvaliteta uz značajno smanjenje zagađivanja i iskorištavanja prirodnih resursa. Kako bi se taj cilj ostvario potrebna je duboka promjena klasičnih načina proizvodnje uz prilagodbu navika konzumanata. Ekološki prihvatljiva proizvodnja osim smanjenja utjecaja na okoliš može ostvariti i ekonomski prinos (npr. Čišće proizvodnje povećavaju efikasnost korištenja sirovina).

### 4. 1. INDUSTRIJSKA EKOLOGIJA [16]

Razvoj industrijske ekologije je pokušaj stvaranja jednog novog koncepta za razumijevanje utjecaja industrije na okoliš. Takav bi nam okvir omogućio pravilan odabir i primjenu odgovarajućih alata za procjenu i smanjenje štetnih utjecaja.

Neka istraživanja navode da se pojam industrijska ekologija prvi puta spominje ranih 60-ih godina dvadesetog stoljeća u radovima<sup>9</sup> profesora Jay Forrestera provedenom na MIT-u. Iako su od tada provedena mnoga istraživanja i studije do danas još ne postoji opće prihvaćena definicija industrijske ekologije. Ipak, većina definicija ind.ekologije opisuje sljedeće karakteristike:

- Sistematičan pogled međusobnih veza industrije i ekologije
- Studij toka i pretvorbe materijala i energije
- Multidisciplinarni pristup
- Orijentiranost ka budućnosti
- Promjena sa linearnog (otvorenog) procesa na ciklički (zatvoreni) sustav, gdje je otpad jedne industrije ulazni materijal druge industrije
- Pokušaj smanjenja utjecaja industrija na okolinu
- Ideja korištenja efikasnijih i čistih tehnologija u proizvodnji
- Identifikacija svih međusobno zavisnih elemenata industrijskog i prirodnog sistema za pronalaženje dijelova gdje je moguće intervencijom poboljšati funkciju takvog stema

Metode kojima se proučava takav sustav na razini proizvoda ili procesa mogu biti LCA<sup>10</sup> ili LCD<sup>11</sup>, o kojima će više govora biti u narednim poglavljima.

Primarni cilj ind.ekologije je u promoviranje održivog razvoja na globalnoj, regionalnoj i lokalnoj razini, pa kao takva bazira se na istim načelima kao OR.

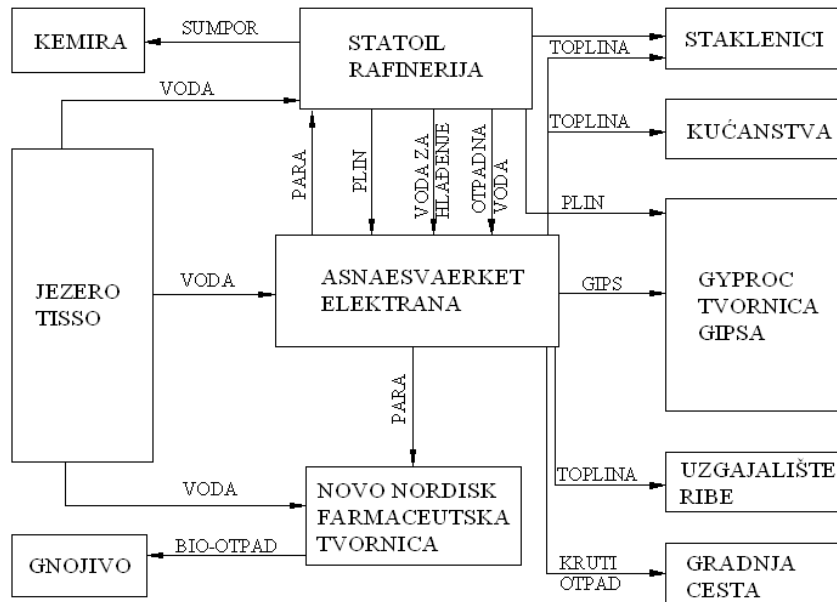
Ključni koncepti kojima se industrijska ekologija bavi su **analiza sistema, određivanje toka i transformacije materijala i energija, i evolucija industrijskog sistema.**

Prilikom analize sistema potrebno je odrediti veze između ljudskih aktivnosti i time uzrokovanih ekoloških problema. Jedan se sistem može proučavati sa više razina. Na primjer, u proučavanje jednog proizvodnog sistema moraju se odrediti veze između svih institucija ali i veze unutar i između pojedinih faza životnog vijeka proizvoda. Rezultat uspješne analize bila bi sinteza industrijskih i prirodnih elemenata. Jedan od primjera su i eko-parkovi. Na slici [4.1.] dan je primjer eko-industrijskog parka u Kalundborgu

<sup>9</sup> Radovi su objavljeni pod nazivom Principles of System i World Dynamics

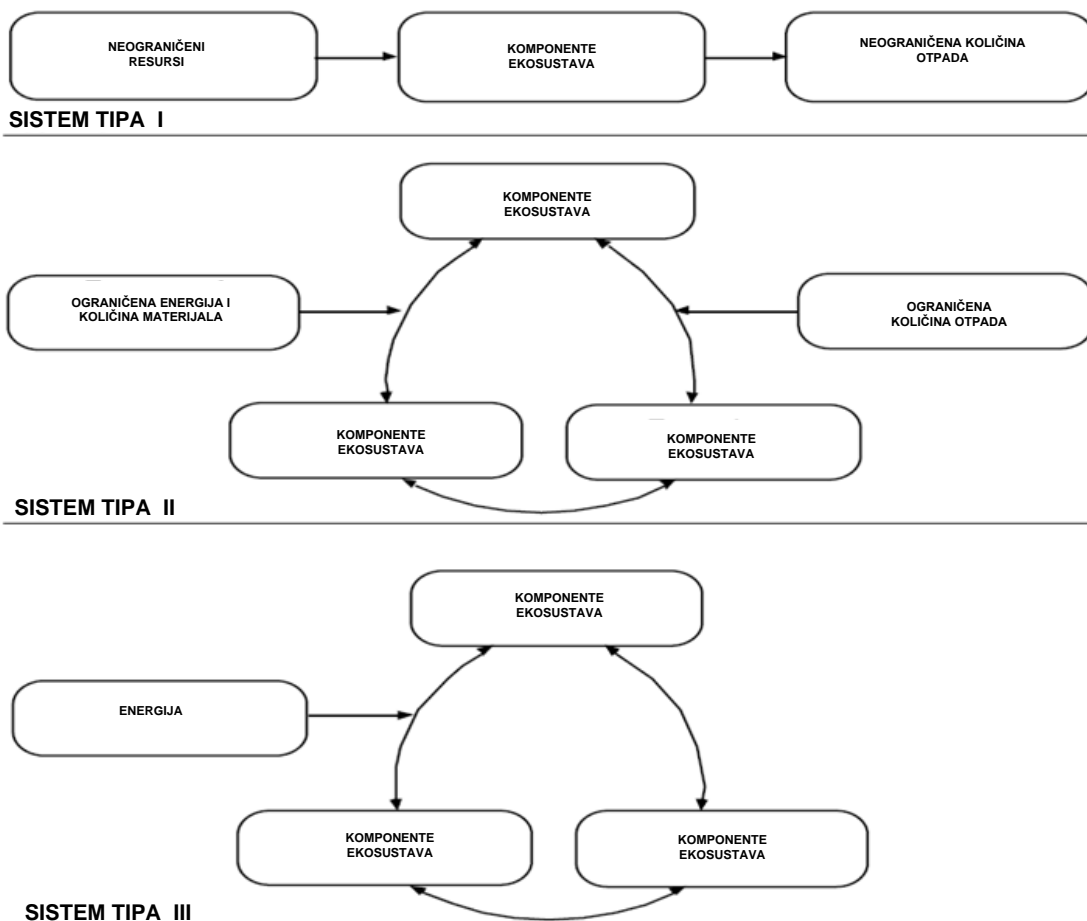
<sup>10</sup> Life Cycle Assessment – Procjena Životnog Vijeka

<sup>11</sup> Life Cycle Design – Dizajn za Životni Vijek



Slika 11.1 Shematski prikaz eko-industrijskog parka u Kalundborgu [17]

I iz primjera eko-parkova vidljiva je važnost proučavanja toka materijala i energije, te njihovih transformacija u proizvode. Sam početak proizvodnje, tj. vađenje sirovina ima svoje posljedice u vidu zagađenja zraka, vode i tla. Rješenje je u smanjenju otpada i ponovnom korištenju materijala. To nas i dovodi do evolucije industrijskih sistema od linearnih ka cikličkim u kojima postoji potpuna iskoristivost materijala.



Slika 4.2 Evolucija industrijskih sistema [16]

Kako bi se dosegli gore predstavljeni ciljani modeli, stvoreni su mnogi koncepti, alati i pristupi proizvodnji. Zbog vrlo velikog broja takvih alata u narednim poglavljima biti će dat tek osvrt na samo neke od najznačajnijih.

#### 4. 2. EKOLOŠKI PRISTUP [18]

Razvoj ekološkog pristupa proizvodnji može imati tri smjera koji se međusobno mogu preklapati:

- **Politički**
- **Inženjerski**
- **Ekonomski**

Koncepti za stvaranje ekološke proizvodnje unutar političke perspektive su:

- *Zatvaranje kruga toka materijala (smanjenje utjecaja proizvoda)*
- *Preispitivanje potreba (smanjenje potrošnje)*
- *Smanjenje toksičnosti, disperzije i izlaganja proizvoda (konstruiranje novih proizvoda)*
- *Djelovanje kroz spec. instrumente politike (utjecaj regulativa, ekonomski ili informativni razlog)*

Koncept inženjerskog pristupa razumijeva djelovanje putem:

- *Smjernica (LCD, DfE<sup>12</sup>, DfS<sup>13</sup> ...)*
- *Kvalitativnih alata (alati za ocijenu i rangiranje)*
- *Kvantitativnih alata (LCA, EF<sup>14</sup>,...)*
- *Strategija (selekcija materijala, dematerijalizacija, proširena proizvodnja)*

Ekonomski pristup stvaranju ekološke proizvodnje može proizaći iz želje za stvaranjem ekoloških "zelenih proizvoda" i širenje na "zeleno tržište".

Osim ovakvog sagledavanja postoji i podjela ekoloških pristupa proizvodnji na:

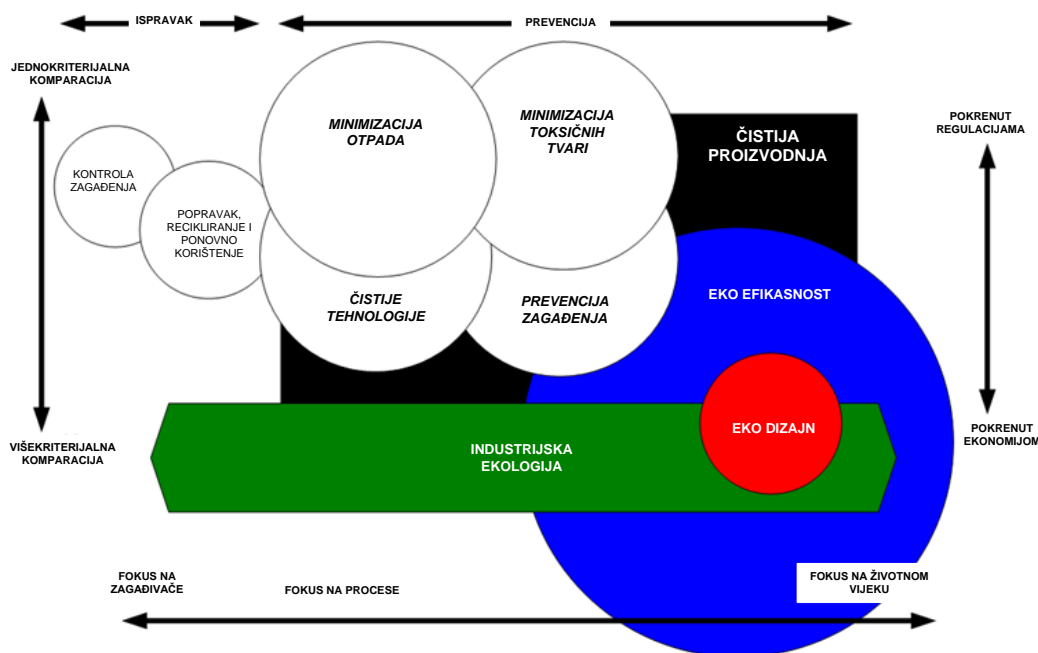
1. Tradicionalne
  - Odlaganje otpada/razblaživanje
  - "End-of-pipe" - obrada i zbrinjavanje otpada nakon što je već stvoren
2. Preventivne
  - Čišća proizvodnja uz minimiziranje otpada
  - Sustav upravljanja okolišem (EMS - "Environmental Management System")
  - Proizvodnja fokusirana na što efikasnije iskorištavanje raspoloživih resursa
3. Proizvodnja fokusirana na proizvod
  - Eko-dizajn
4. Dematerijalizacija
  - Proizvodnja fokusirana na uslugu koja se putem proizvoda pruža potrošaču

<sup>12</sup> Design for Environment

<sup>13</sup> Design for Sustainability

<sup>14</sup> Ecological Footprint

Schema pristupa dana je slikom [4.3].



Slika 4.3 Shema ekološkog pristupa proizvodnji [19]

Preventivan način nastao je kao odgovor na tradicionalan način proizvodnje, koji je u većini i uzrok svih većih industrijskih onečišćenja. I dok se preventivan načina bazira na promjenu procesa noviji (AD3 i AD4) načini fokusirani su na same proizvode, pa je i važno znati koje to faze životnog vijeka proizvoda utječu na okolinu:

- Dizajn ( životni vijek proizvoda, kompleksnost, ...)
- Učinkovitost proizvodnje (iskorištenost materijala i energije, količina otpada)
- Transport i logistika
- Interakcije sa korisnikom
- Učinkovitost pri manipuliranju sa otpadom

## 4. 3. ALATI I KONCEPTI

### 4. 3.1 MIPS (*Material Input Per Unit of Service*) [16]

MIPS je koncept za mjerenje inteziteta materijala i energije u procesu nastanka proizvoda ili usluga. Mjerenje obuhvaća sve faze živ.vijeku proizvoda, a kalkulacije se provode za jedinicu proizvoda. Cijelokupan iznos materijala i energije prikazuju se u kilogramima ili tonama, mjereni od početka iskapanja sirovina pa sve do zbrinjavanja otpada.

Ova se metoda prvi puta spominje 1992.godine u radovima Prof. Dr. Friedricha Schmidta o razvoju dematerijalizacije i korištenja prirodnih izvora sa konačnim ciljem postizanja održivosti.

Koncept MIPS-a može se shvatiti kao benchmarking<sup>15</sup> pokretan dvama principima:

<sup>15</sup> Benchmarking je proces mjerenja i uspoređivanja kompanijinih operacija, proizvoda i usluga s najboljima, bilo unutar kompanijina područja djelovanja ili izvan njega.

- Postići određeni rezultat sa najmanjom potrošnjom i
- Dosegnuti maksimalan rezultat sa unaprijed određenom potrošnjom

Sama kalkulacija MIPS iznosa provodi se kroz četiri točke:

1. Karakterizacija sheme životnog vijeka u niz odnosa : ulazni materijal-proces-izlazni materijal
2. Specificiranje svih ulaznih materijala u svakom proces
3. Kategorizacija materijala na:
  - anorganske
  - organske
  - soli
  - vodu
  - zrak
4. Izračunavanje MIPS iznosa prema izrazu:

$$\sum(M_i \cdot MI_i) = MI = S \cdot MIPS \Rightarrow \underline{MIPS = MI / S}$$

Pri čemu je:

$M_i$  = količina osnovnog materijala

$MI$  = konačni proizvod + "ekološki ruksak"<sup>16</sup>

$S$  = broj "usluga" koje se potrošaču pružaju putem proizvoda

$MIPS$  = količina materijala i energije utrošenih kako bi se neka usluga dostavila potrošaču

MIPS koncept, naravno, kao i svaka druga metoda, ima svoje dobre i loše strane:

*Prednosti:*

- Utrošak materijala i energije izražava se istim jedinicama čime se izbjegavaju kontradikcije koje se mogu javiti u okvirima ekoloških proračuna.
- Zbog jednostavnosti, vrlo je iskoristiv alat u većini ekoloških pristupa proizvodnji.
- Pogodan je kao baza za ekološko ocjenjivanje jer su rezultati izračuna izraženi jasno i transparentno.

*Nedostatci:*

- Slaba veza između potrošnje materijala i utjecaja na okoliš.
- Ne uzima u obzir toksičnost tokova materijala
- Ne uzima u obzir utjecaj potrošnje materijala na degradaciju biološke raznolikosti.

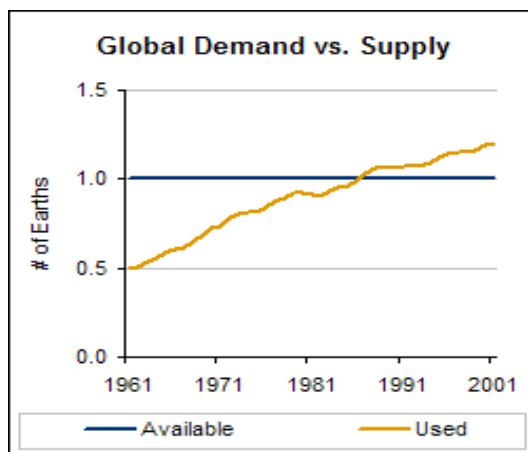
Unatoč nedostacima mogućnost koncepta MIPS-a da uspoređuje i određuje ekološki prihvatljivije proizvode (proizlazi iz činjenice da veća potrošnja materijala znači i veće zagađenje) čini ga vrlo pogodnim za korištenje pri analizi proizvodnog sustava.

<sup>16</sup> "Ekološki ruksak" predstavlja ukupnu količinu prirodnih resursa i energije, koji se potroše kroz životni vijek određenog proizvoda (sirovina + dodatni materijal i energija koji se utroše u fazi proizvodnje + sav materijal i energija koji se utroše nakon faze proizvodnje – ambalaža, transport, upotreba, odlaganje)

#### 4. 3.2 Ekološki otisak [16]

Ekološki otisak je indikator kojim mjerimo utjecaj ljudi na Planetu. Računa se u globalnim hektarima pri čemu tragamo za odgovorom koliko je potrebno površine da zadovoljimo sve naše potrebe (energija, transport, hrana, otpad, infrastruktura, voda i drugo). Zbog svoje praktičnosti i primjenjivosti, ekološki otisak je pogodan za računanje na individualnoj razini, na razini grada, regije, države ili cijelog svijeta pa i na razini firme, škole ili neke druge ustanove gdje radimo.

Ekološki otisak računamo tako da našu potrošnju (otisak) stavljamo u odnos s ponudom (biokapacitetom) naše planete. Ukoliko je otisak neke populacije veći od biokapaciteta određenog područja tada kažemo da smo u ekološkom minusu. Na globalnoj razini u 2008. godini bili smo u ekološkom minusu od 0,4gha, što znači da kao čovječanstvo živimo iznad održivosti planete i sposobnosti njenih ekoloških sustava da nadoknade i apsorbiraju sve što potrošimo i sav otpad koji ostavljamo iza sebe.

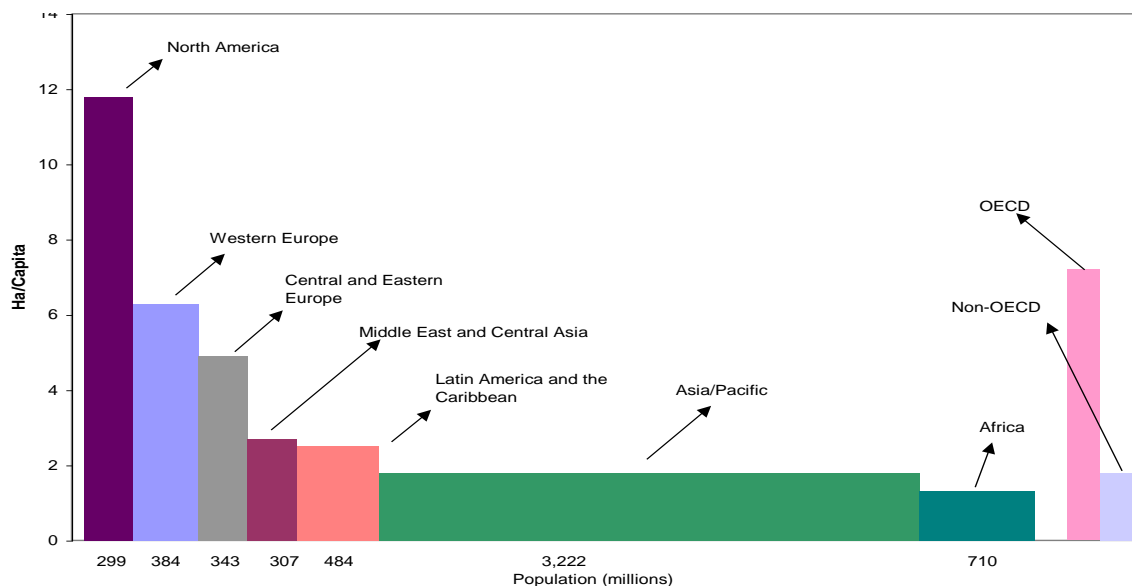


Slika 4.4. Prikaz rasta iznosa ekološkog otiska u posljednjih 40 godina [18]

Iz slike [4.4] je vidljivo da smo kapacitete naše planete potrebama premašili još sredinom 90-ih godina prošlog stoljeća te da su naše potrebe u konstantnom rastu.

Jednostavnim računom možemo odrediti koliko zapravo svaki čovjek ima “prava” opteretiti planet. Bio-produktivna površina naše Zemlje iznosi 12 milijardi ha. Toj broju moramo oduzeti 12% kako bi se očuvala biološka raznolikost i znajući da na planeti živi oko 6 milijardi ljudi dobijemo rezultat od približno  $1,76 \text{ ha/stanovniku}$ .

No vrijednost ekološkog otiska nije ravnomjerno raspoređena i neke zemlje opterećuju Planetu i pet puta više od drugih, slika [4.5]. Razlog tomu ne leži samo u ekološkoj osviještenosti stanovnika već i u činjenici izrazite neravnomjerne podjele bogatstva.



Slika 4.5. Graf raspodjele iznosa ekološkog otiska po kontinentima [18]



Neki od ključnih faktora za dobivanje EF<sup>17</sup> vrijednosti dani su u tablici [4.1]:

HRANA	KUĆANSTVO	TRANSPORT
Unos hrane (kcal)	Potrošnja energije (J/m <sup>2</sup> )	Zračni promet (sati/godišnje)
Iskoristivost otpada (%)	Sustav grijanja (izvori energije)	Ukupan transportni put (km/god.)
Lokalno proizvedena hrana (%)	Površina kuća (m <sup>2</sup> )	Potrošnja automobila (lit./100km)

Tablica 4.1 Faktori za izračun ekološkog otiska [18]

#### 4. 3.3 Čistija proizvodnja [18], [20]

Čistija proizvodnja predstavlja kontinuirano izvođenje sveobuhvatne preventivne strategije zaštite životne sredine na procesima i proizvodima sa ciljem smanjenja negativnih utjecaja na ljude i životnu sredinu. Analizirajući tokove materijala i energije, ova metoda nastoji identificirati sve opcije smanjenja otpada i emisije jednoog proizvodnog sustava.

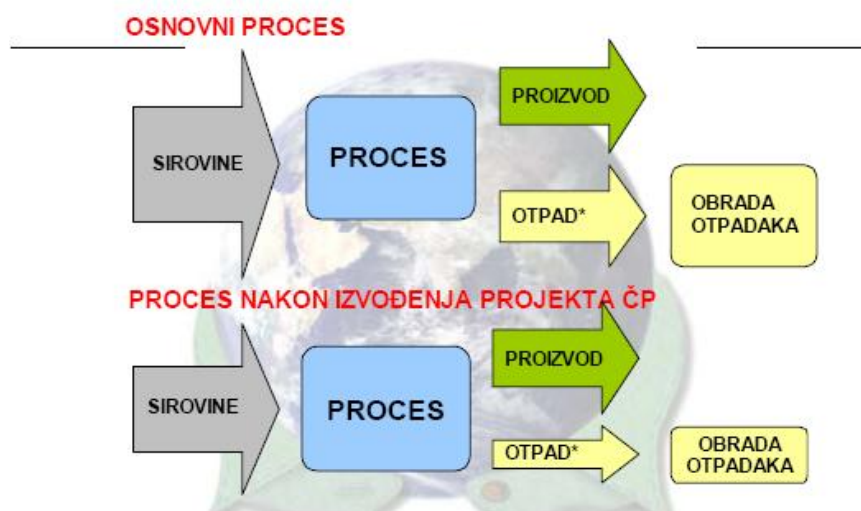
ČP u **proizvodnim procesima** uključuje:

- racionalniju upotrebu sirovina, vode i energije, zamjenu opasnih sirovina sa ekološki prihvatljivijim i smanjenje količina i toksičnosti emisija i otpadaka u vodu, zrak i tlo.

ČP na **proizvodima** je :

- strategija usmjerena na smanjivanje svih negativnih utjecaja na ljude i životnu sredinu u toku cijelog životnog ciklusa proizvoda, od dobave sirovina do konačnog odlaganja dotrajalih proizvoda.

Čistija proizvodnja zahtjeva uvođenje know-howa načina, poboljšanja u tehnologiji, BATa<sup>18</sup> te promjena kako u organizaciji poduzeća tako i u menadžmentu.



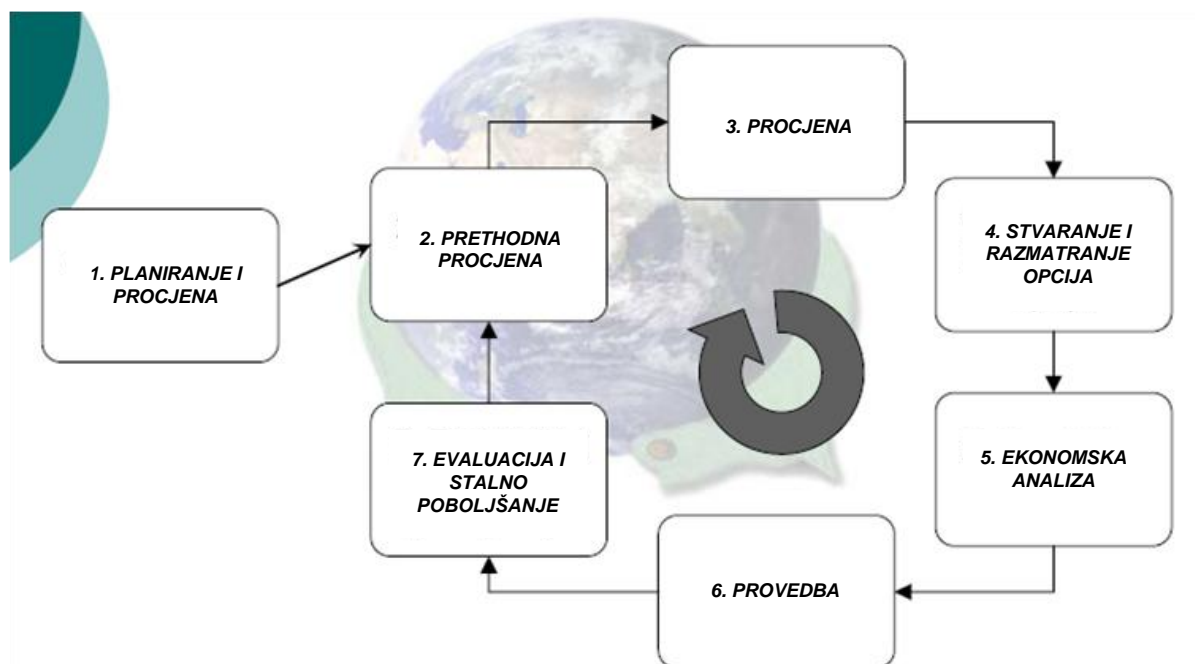
Na slici [4.6] prikazani su rezultati provođenja čistije proizvodnje. Vidljivo je da se ČP ne bavi otpadom proizvoda već samo minimizacijom otpada u procesima proizvodnje.

Slika 4.6 Usporedba klasičnog proizvodnog procesa i procesa oformljenog prema postavkama čišće proizvodnje [20]

<sup>17</sup> Ecological Footprint

<sup>18</sup> Best Available Technology

Čistija proizvodnja se uvodi u poduzeće kroz 7 točaka, slika [4.7]



Slika 4.7 Faze implementacije čistije proizvodnje [20]

U prvoj fazi, **planiranja i izgradnje** mora se *osigurati potpora menadžmenta, osnovati projektni tim, razviti strategija i postaviti ciljevi*

**Prethodna procjena** podrazumijeva *izradu projektne organizacijske strukture i blok-dijagrama projekta, utvrđivanje postojećeg stanja i utvrđivanje kritičnih točaka*

U fazi **procjene** *prikupljaju se kvantitativni podaci, identificiraju se mogući načini poboljšanja i određuju se daljnji postupci.*

U četvrtom koraku (**razmatranje opcija**) *mogući se postupci ocjenjuju sa tehničkog aspekta i sa aspekta utjecaja na okoliš*

Uz prijašnja ocjenjivanja potrebno je u fazi **ekonomske analize** sprovesti *ekonomsko ocjenjivanje.*

Prije same **provedbe** mora se napraviti i *plan provedbe.*

U fazi **evaluacije** *prati se učinak sprovedenih akcija uz stalno nastojanje daljnjeg poboljšanja.*

Kroz korištenje čistije proizvodnje ostvaruju se znatne prednosti:

- Ušteda kroz smanjeno rasipanje energije i sirovina
- Poboljšanje operativne efikasnosti postrojenja
- Bolja i konstantnija kvaliteta proizvoda
- Popravljanje imidža preduzeća
- Bolje poštovanje zakonodavstva

- Uštede na tretmanu otpada
- Nove i bolje mogućnosti na tržište

#### 4. 3.6 Eko-efikasnost [18], [21]

Eko-efikasnost je jedan od ključnih koncepata stvaranja održivog razvoja. On se bazira isključivo na mogućnostima redukcije optada i materijala u proizvodnji, već se fokusira i na produktivnost resursa, ili točnije, **maksimiziranje dobiti po jedinici inputa**. WBCD<sup>19</sup> pak opisuje eko-efikasnost kao strategiju “raditi više sa manje”.

Principi na kojima se zasniva ideja eko-efikasnosti:

- Reducirati količinu materijala i energije, potrebnu da se željena usluga ostvari.
- Reducirati širenje toksičnih supstanci.
- Povećati stupanj uporabe u proizvodnji.
- Maksimizirati upotrebu obnovljivih resursa.
- Produljiti trajnost proizvoda.

Eko-efikasnost moguće je proračunati prema slijedećoj formuli:

$$EE = \frac{\text{Ekološka dobit}}{\text{Troškovi (ECU / kg)}}$$

ECU = *Economic Unit* (bilo koja ekonomska jedinica)

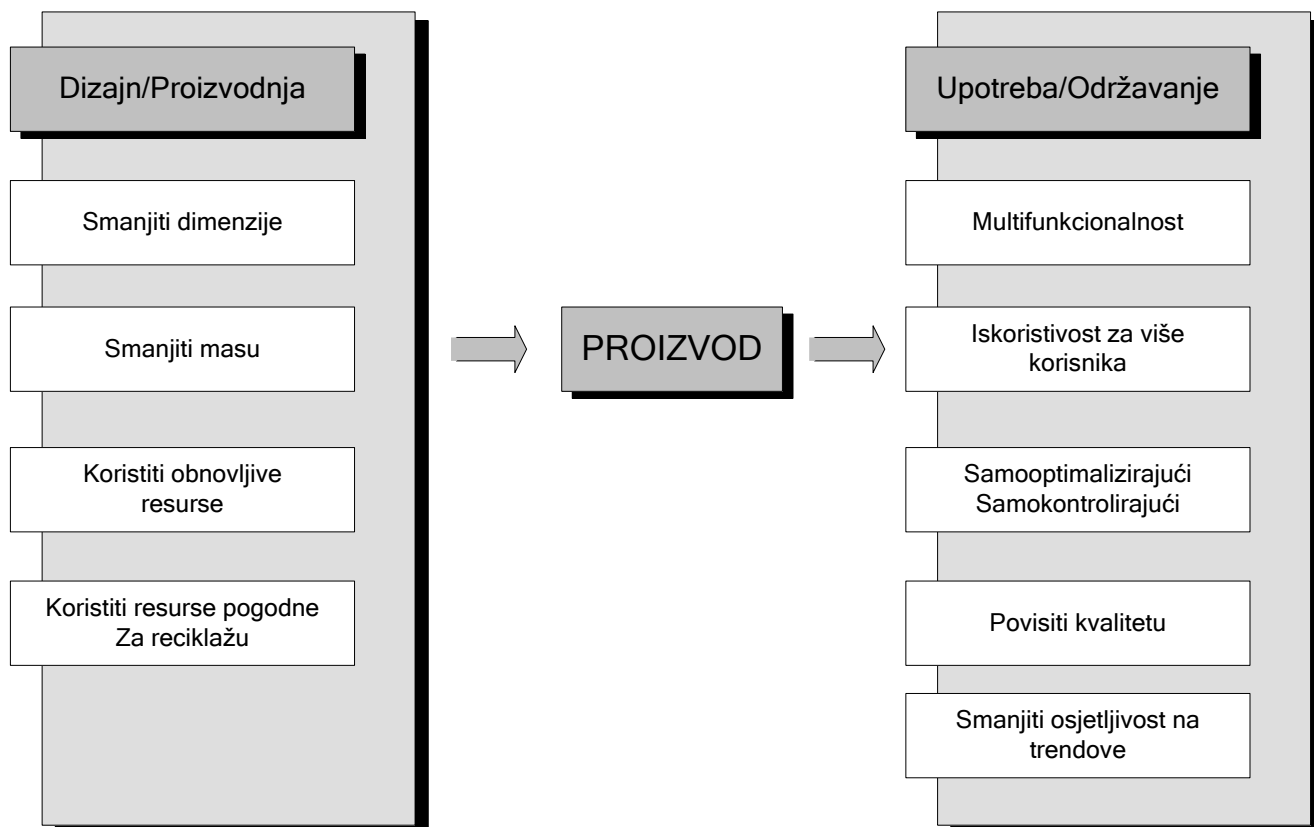
Preciznija definicija ekološke dobiti (*environmental gain*), ovisi o postavljenim ciljevima (povećati količinu materijala koji ne odlazi na odlagalište, smanjiti količinu štetnih tvari koje se ne odlaže na odlagalište, pojačanje kontrole nad štetnim supstancama koje se emitiraju u okoliš, i sl.)

Iako koncept eko – efikasnosti, možda, izgleda kao dostatan za ostvarivanje ideje "održivosti" u okvirima proizvodnje, to ipak nije tako jer povećanje efikasnosti proizvodnje ne vodi uvijek automatski ka smanjenju štetnih utjecaja na okolinu. Ipak eko-efikasnot donosi mnogo prednosti:

- Smanjenje troškova
- Smanjenje rizika i odgovornosti
- Povećanje prihoda
- Poboljšanje branda poduzeća
- Povećanje produktivnosti i morala radnika
- Poboljšanje ekoloških performanci

<sup>19</sup> The World Business Council for Sustainable Development

Slika [4.8] prikazuje kako različiti parametri inputa mogu maksimizirati outpute koje proizvod nosi tokom životnog vijek:



Slika 4.8. Kriteriji za stvaranje proizvoda prema konceptu eko-efikasnosti [22]

#### 4. 3.7 Eko-dizajn [18], [21]

"Eco-design" je sustavna primjena razmatranja utjecaja proizvoda na okoliš u stadiju pripreme proizvodnje. Cilj jest izbjeći, ili barem umanjiti, najznačajnije štetne utjecaje proizvoda na okoliš, tijekom čitavog njegovog životnog ciklusa, a da se pri tome održi ili poboljša kvaliteta.<sup>20</sup>

Proizvodnja takvih proizvoda razmatra proizvod principom od kolijevke-do-groba, uzimajući u obzir cijeli životni vijek od dobave sirovina pa do zbrinjavanja otpada. Takvo konstruiranje kao preduvjet zahtjeva uzimanja u obzir RE procesa razmišljanja:

- **Re-think** (promisli)- o izvedbi i funkciji proizvoda: može li se tražena funkcija ostvariti na prihvatljiviji način.
- **Re-duce** (smanji)- potrošnju materijala i energije kroz cijeli životni ciklus proizvoda.
- **Re-place** (zamijeni)- štetne komponente sa ekološki prihvatljivijima.
- **Re-cycle** (recikliraj)- odabiri materijale koje je jednostavno reciklirati, a proizvod sagradi na način da bude što jednostavnija demontaža.
- **Re-use** (ponovno upotrijebi)- dijelove koji su ispravni
- **Repair** (popravi)- omogući što lakši popravak, kako bi se produžio vijek trajanja proizvoda.

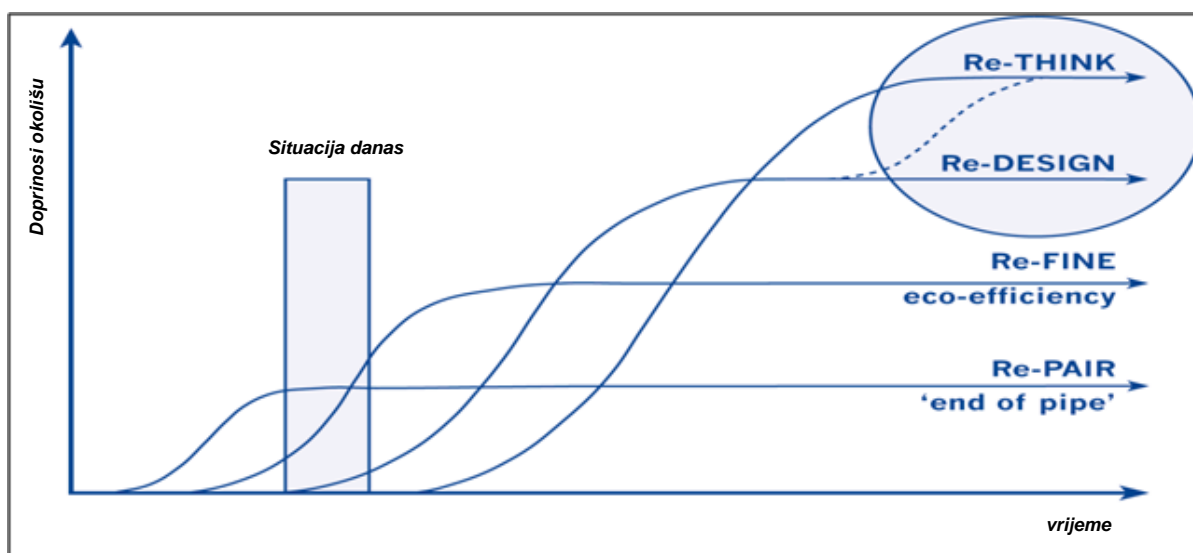
<sup>20</sup> Definicija prema standardima iz serije ISO 9001/14001, koji će biti detaljnije opisani kasnije

I iz već naglašenih podataka mogu se izvući glavne niti vodilje eko-dizajniranja:

- Koristiti materijale, energije i druge izvore efikasnije
- Koristiti materijale koji se ne nalaze u ugroženom ekosistemu
- Prevencija zagađenja i stvaranja otpada
- Korištenje materijala koji se mogu reciklirati
- Optimizirati životni vijek proizvoda – učiniti ga laganim za rukovanje, popravljanje i recikliranje
- Proizvoditi jednostavan proizvod – koristiti manje vrsta materijala
- Poboljšati transporte
- Izbjeći rizike po zdravlje
- Poštivati ljudska prava

Prednosti eko-dizajniranja su u smanjenju proizvodnje, raspodijeli troškova, poticanju inovativnog razmišljanja, pojačanju branda, usklađenosti sa propisima zaštite okoliša, poboljšanje kvalitete proizvoda, povećane dodane vrijedosti proizvoda. Ova zadnja prednost nije nimalo čudna budući da na fazu konstruiranja proizvoda otpada gotovo 80% ukupnih troškova tokom životnog vijeka.

Kolike su prednosti eko-dizajniranja u odnosu na ostale principe pokazuje i sljedeća slika:



Slika 4.9 Doprinosi eko-dizajna okolišu [18]

Neki od novijih primjera uspješno proizvedenih eko-proizvoda dani su u sljedećim slikama:



Slika 4.10. Primjeri uspješnih eko-dizajna, el.automobil, vjetrenjača, gradska svjetiljka [23]



Danas u upravljanju zaštitom okoliša postoje dva priznata svjetska standarda: međunarodna norma ISO 14001, te Europska shema za ekoupravljanje EMAS (European Eco-Management and Audit Scheme) koja se primjenjuje u zemljama Europske Unije.

#### **4. 4.1 EMAS [21], [24]**

Pravilo 761/2001, tj. "*Eco Management and Audit Scheme (EMAS)*" dobrovoljna je norma koji je primjenjiva, na razini *Europske Unije* i *Europske Ekonomske Zajednice*<sup>22</sup>, na sve javne ili privatne organizacije koje žele procijeniti i poboljšati svoje upravljanje okolišem.

Definirajući elemente sustava upravljanja okolišem, Pravilo 761/2001 se poziva na ISO 14001 koji u svakom pogledu predstavlja sastavni dio EMAS-a. Na taj je način maksimalno povećana sinergija za kombiniranu primjenu ISO 14001-EMAS u tvrtkama koje žele pokazati svoje ekološko dostignuće, te javnosti obznaniti svoje postavke za upravljanje okolišem.

EU je odgovorila na potrebe tvrtki za razvijanjem jednoga standarda za upravljanje okolišem objavljivanjem Pravila EMAS (761/2001). Ta norma u cijelosti preuzima filozofiju "V Programa politike i akcija za očuvanje okoliša i održivi razvoj" objavljenog 1993, u kojem je naglašena potreba za uvođenjem novih instrumenata kojima bi se na bolji način reguliralo stvaranje jednog novog odnosa između organizacije i okoliša. Takav je pristup potvrdio i ponovno lansirao "VI Program" koji se trenutačno ostvaruje, koji između ostaloga naglašava važnost obavještanja javnosti.

Deklaracija o čuvanju okoliša, koja ima presudan značaj za EMAS, predstavlja jedan od najnaprednijih instrumenata koje organizacije koriste za obavještanje zainteresiranih o svojim uslugama za upravljanje okolišem. Deklaracija o očuvanju okoliša, čiji oblik i sadržaj ovjerava ovlaštena osoba na razini države, omogućuje transparentno prezentiranje poslovanja organizacije i obveza koje preuzima u narednim godinama.

#### **4. 4.2 ISO 14001 [21], [24]**

ISO (Međunarodna organizacija za standardizaciju) je svjetska fondacija nacionalnih tijela za standarde (tijela članica ISO-a). Formirana je 1946. godine sa sjedištem u Brissels-u, a pokriva sve oblasti standardizacije, osim specijaliziranih oblasti vojne industrije..

ISO 14001 predstavlja međunarodnu normu koja određuje smjernice za učinkoviti razvoj sustava upravljanja okolišem. Međunarodni standard ISO 14001 namjenjen je organizacijama koje žele:

- uvesti, provoditi i poboljšavati EMS sustav,
- osigurati djelovanje u skladu sa definiranom politikom prema prirodi,
- dobiti certifikat od strane nezavisne organizacije, kojom se potvrđuje pridržavanje
- okolišnog upravljanja organizacijom,
- osigurati da EMS sistem organizacije bude u skladu sa zahtjevima standarda.

---

<sup>22</sup> Europska Ekonomska Zajednica uključuje zemlje Europske Unije i Island, Norvešku i Lihtenštajn

Pored prednosti koja se odnosi na bolji način upravljanja problemima okoliša (koji se vidljivo odražava na ekonomskom planu), zakonodavstva, udovoljavanja zahtjevima potrošača te poboljšanja image-a organizacije, danas sazrijevaju preduvjeti za drukčiji odnos certificiranih tvrtki sa javnim službama i službama za nadzor (napr. lakše dobivanje ovlaštenja, jednostavnija kontrola). Sa stajališta nezavisne treće strane koju akreditira ovlaštena ustanova, certifikacija prema ISO 14001 omogućuje vanjskome svijetu (zainteresiranim subjektima) jasni dokaz o stvarnoj pouzdanosti primjenjenoga sustava. Time ozbiljnost, kredibilitet i prepoznatljivost odabrane certifikacijske kuće dobivaju temeljni značaj.

Već je poznato mišljenje da su norme ISO 14001 nastale sazrijevanjem iskustava sa ISO 9001 u svijetu proizvođača, te iz snažne volje za svladavanjem logike 'Command and Control' koja je dugo vremena označavala odnos 'Poduzeće/Okoliš'. Sustav upravljanja okolišem koji je definiran međunarodnom normom temelji se na nastojanju uprave na:

- poštivanju propisa
- trajnim poboljšanjima
- sprječavanju zagađivanja.

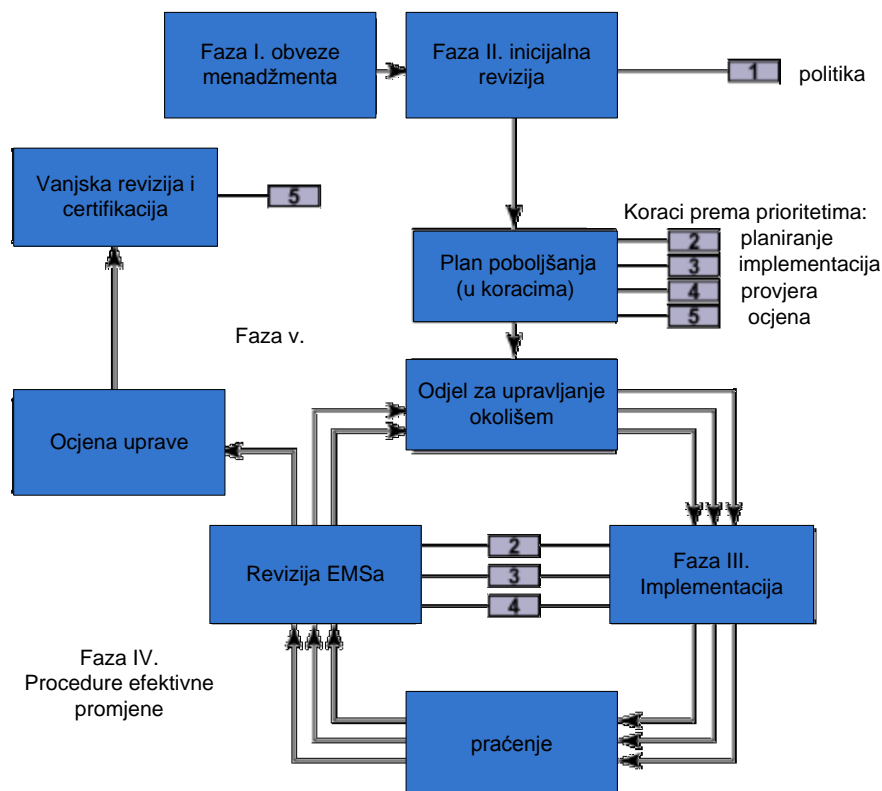
Dobrovoljna logika ISO 14001 organizacijama dopušta slobodu usmjeravanja ka većem broju ciljeva povezanih sa poboljšanjima, koji su ujedno u funkciji postojećih ekonomskih mogućnosti i tehnološke razine u organizaciji. Broj tvrtki koje su se odlučile slijediti tu logiku neprekidno raste te je na pojedinim tržištima, kao što su azijska a naposve Japan, i u pojedinim sektorima, kao što su kemijski i automobilski, postalo nezamislivo poslovati sa svijetom bez sustava upravljanja okolišem prema ISO 14001.

Odluka o certifikaciji primjenjenoga sustava povezana je s potrebom da se pokaže način rada, bilo da se time udovoljava zahtjevu klijenta, bilo želji za uspostavljanjem boljih odnosa sa državnim službama za obavljanje nadzora i kontrole.

Samo uvođenje ISO 14001 norme provodi se kroz nekoliko faza, slika [4.12]:

1. **Određivanje politike upravljanja okolišem** - uprava određuje politiku upravljanja okolišem tvrtke
2. **Planiranje** - utvrđuju se aspekti okoliša i zakonska regulativa te na osnovu toga određuju ciljevi i programi upravljanja okolišem
3. **Primjena i rad** - sve planirano se stavlja u primjenu uspostavljanjem odgovornosti i komunikacije te provedbom edukacije
4. **Provjera i popravne radnje** - mehanizmima internih audita, popravnih i zaštitnih radnji te praćenjem nesukladnosti sustav se provjerava i unapređuje
5. **Ocjena uprave** - uprava se periodično informira o funkcioniranju sustava upravljanja okolišem





Slika 4.12 Sistem uvođenja ISO 14001 norme [25]

#### 4. 4.3 Ekološke oznake [21], [26]

U EU i ostalim zemljama vlade ulažu veliki trud kako bi odgovorile zahtjevima potrošača za informacije o utjecaju određenog proizvoda ili usluge na okoliš i zdravlje ljudi. Dodjela ekološke oznake je jedan od najčešćih načina izdavanja tih informacija. Oznaka vlade Republike Hrvatske već je prikazana u poglavlju

Pri definiranju oznaka prvi zadatak podkomisije za ekološko etiketiranje bila je kategorizacija različitih tipova etiketa. Nakon ove faze, moglo se započeti sa razvojem zajedničkih standarda. Početak je bio u identifikaciji tri različite kategorije: tip I, praktični programi; tip II, deklaracijske marke i tip III, kvantifikacijske informacije o proizvodu ili izvještajne kartice. Glavna postavka etiketiranja svih tipova je razmatranje cijelog životnog vijeka proizvoda prilikom definiranja kvalitete ili informacija o njemu.

**Programi etiketiranja tip I** su najpoznatiji većini ljudi. Oni pružaju kriterije prema kojima su proizvodi ocijenjeni. Ako proizvod zadovoljava kriterije, zaslužuje etiketu. Takvi programi su najčešće napravljeni tako da samo gornjih 10 ili 15 posto proizvoda može biti kvalificirano. Danas postoji negdje oko 30 takvih programa u svijetu, kao što su na primjer „Environmental Choice“ u Kanadi ili „Blue Angel“ u Njemačkoj.

Podkomisija ne teži tome uravnoteženju svih postojećih standarda kriterija proizvoda, nego razvioju snovnih pravila za razvoj i provođenje takvih programa kako bi razni programi mogli biti prepoznati ili prihvaćeni od ostalih etiketa.

**Etiketiranje tipa II** se temelji na zajedničkim terminima, definicijama i simbolima. Ako se deklaracije izrađuju korištenjem zajedničkih termina, definicija ili simbola, tada postoji neko uvjerenje u ono što one znače i točnost koju imaju.

**Etikete tipa III**, kao što su prehrambene etikete, pružaju informaciju o zadanom setu za razmatranje. Slično tipu II etiketa, one pružaju potrošaču informacije i ne indiciraju je li proizvod prošao određeni set kriterija.



Slika 4.13 Eko oznake [21]

Redom su prikazane sljedeće oznake:

- |                                  |                                 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| 1. Blue Angel (Germany)          | 10. India                       |
| 2. European Union Ecolabel       | 11. Israel                      |
| 3. Green Seal (USA)              | 12. Milieukeur(The Netherlands) |
| 8. Austria                       | 13. Environment 2000(Zimbabwe)  |
| 4. Terra Choice (Canada)         | 14. South Korea                 |
| 5. China Environmental Labelling | 15. Aenor (Spain)               |
| 6. Japan                         | 16. Green Label Thailand        |
| 7. Nordic White Swan             | 17. Green Label (Hong Kong)     |
| 8. Austria                       |                                 |
| 9. Taiwan                        |                                 |

#### 4. 5. SUSTAV FINANCIRANJA [21]

Neučinkovitost ali i uspješnost na polju promoviranja ekološkog pristupa proizvodnje popraćeno je i odgovorima državnih vlada. Odgovori mogu biti u obliku eko-naknada i poticaja za inovacije i okoliš.

Mjere politike zaštite okoliša 1970-ih i početkom 1980-ih bile su uglavnom u vidu reguliranja emisija, kakvoće okoliša, procesa i tehnologije. Takvi propisi nazivali su se instrumentima naredbe i kontrole. Tijekom kasnih 1980-ih i 1990-ih kreirane politike bazirale su se sve više na tržišno orijentirane instrumente zaštite okoliša, kao što su ekološke naknade i dozvole.

Pet glavnih ciljeva koji se žele postići naknadama jesu:

- Osvarenje naknade za troškove eksternalija
- Poticati efektivnost
- Minimizirati trošak kontrole zagađenja
- Poticaj inovativnosti
- Rast prihoda

Glavni ekonomski razlog korištenja naknada je pokrivanje troškova zagađenja i drugih oblika uništavanja okoliša nastalih kao posljedica gospodarske aktivnosti. Ti troškovi nazivaju se **troškovi eksternalija** jer su rezultati nuspojava gospodarskih aktivnosti i često ne čine sastavni dio cijene koju plaćaju izravno uključeni potrošači.

Procjena vrijednosti eksternalija nije jednostavan zadatak. Na primjer nedavne procjene pokazuju da je u prošloj godini Europska Unija morala odvojiti 5,5 % BDP-a za pokrivanje troškova eksternalija cestovnog prijevoza, a uzimajući u obzir i troškove povezane sa nesrećama postotaka raste na 7,8% BDP-a.

Uvođenjem ovih troškova u cijenu proizvodnje proizvoda samnjila bi se razlika između tržišnih i proizvodnih cijena što bi dovelo do povećanja efikasnosti tržišta i preraspodjele potrošnje samih sirovina.

Prema Zakonu o Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost Hrvatske ("Narodne novine", broj 107/03), okolišne naknade se dijele u četiri kategorije:

- **Naknade onečišćivača okoliša** – u ovu kategoriju spadaju naknade za emisije ugljičnog dioksida, oksida sumpora i oksida dušika u okoliš.
- **Naknada korisnika okoliša** – naknada za građevine za koje je propisana obveza provođenja postupka procjene utjecaja na okoliš.
- **Naknade za opterećivanje okoliša otpadom**
- **Posebne naknade na vozila na motorni pogon** – plaćaju se pri registraciji vozila

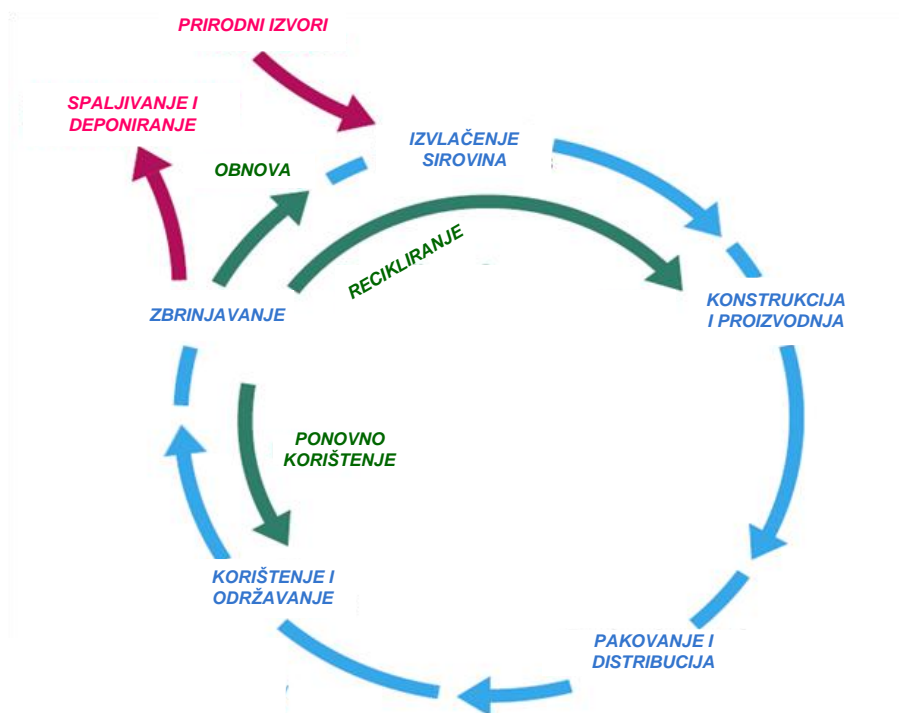
U cijeloj Europi implementirane su mnoge politike i mjere usmjerene davanju **potpora za inovacije** koje pomažu očuvanju okoliša. *Fiskalni poticaji* predstavljaju važne instrumente koji mogu pomoći razvitku i ojačavanju inovativne sposobnosti poduzeća i dostizanju općeg cilja-održivog razvoja. Također i *porezne olakšice* na izdatke mogu biti poticaj inovativnom razvitku. Direktna finacijska potpora prikladna su za ostvarivanje ciljeva vlade u ciljanim sektorima.

U Europskoj Uniji postoje i programi i fondovi namijenjeni isključivo davanju potpora održivom razvoju. Neki od njih su:

- *Europski Strukturni Fond* i *Kohezijski Fond* – ostvarenje ekoloških projekata i potpora malim poduzećima pri uvođenju zelenih tehnologija
  
- *LIFE program* – razvoj EU politike zaštite okoliša kroz tri sektora:  
LIFE-priroda, LIFE-okoliš, LIFE-treće zemlje
  
- *Šesti Okvirni Program* (The 6th Framework Programme – financiranje istraživanja za srednja i mala poduzeća)

## 5. LIFE CYCLE ASSESSMENT – PROCJENA ŽIVOTNOG VIJEKA

Life Cycle Assessment ili skraćeno LCA (Procjena životnog vijeka proizvoda) predstavlja metodu za procijenjivanje aspekata okoliša vezanih uz neki produkt tijekom životnog vijeka proizvoda. U praksi pojam LCA se često veže uz Life Cycle Analysis, no to nije posve točno budući da svaka metoda procjene utjecaja proizvoda sadrži elemente sa više mogućih puteva dolaska do rješenja, pa nam stoga takve metode ne daju jednoznačno i objektivno rješenje na koje bi upućivala riječ Analiza, već nam nude procjenu (Assessment) koja nam uvelike i neupitno pomaže pri donošenju neke odluke. LCA određuje utjecaje određenog produkta, procesa ili aktivnosti na okoliš (environmental burden) po principu od kolijevke-do-groba, slika [5.1].

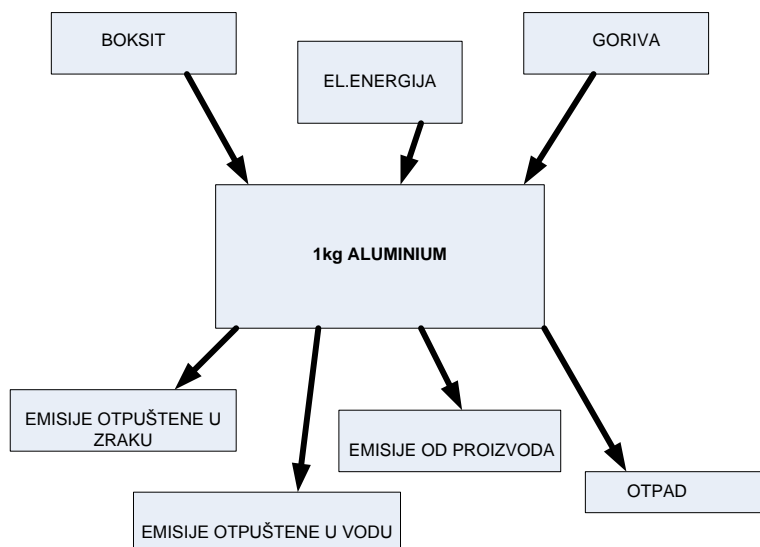


Slika 12.1 Prikaz životnog vijeka proizvoda [5]

Životni vijek može započeti iskopom sirovina iz prirodnih resursa u zemlji koje uz primjenjenu energiju postaju dijelom proizvodnje, pakovanja, distribucije, potrošnje, održavanja i naposljetku recikliranja i uporabe.

Za svaku fazu životnog vijeka prikupljaju se ulazni i izlazni podaci. Transport je također uključen kako unutar pojedinih faza tako i samostalno kao dio životnog vijeka. Opće podatke o proizvodnji materijala, energije i procesima transporta nalaze se u LCA bazama podataka pomoću koje se izračunava sav proizvedeni otpad i emisije.

## Primjer 1: Proizvodnja 1kg aluminija



Slika 5.2 Inputi i output pri proizvodnji 1kg aluminija [5]

Može se reći da je LCA analiza metoda koja nam pruža kvantitativne podatke za donošenje pravilne odluke, a sve u sklopu poboljšanja ekološkog pristupa proizvodnji. Procjena životnog vijeka je process identificiranja i numeričkog prikaza opterećenja zraka, vode i tla proizvodom i proizvodnjom; utroškom energije i materijala; otpadom i zbrinjavanjem iskorištenog proizvoda; transportom i reciklacijom.

Većina programa za dobivanje Eko-oznake poput programa Europske Unije bazira se upravo na rezultatima LCA analize. Rezultati takve analize mogu nam poslužiti za stvaranje velike markentiške prednosti čiju značajnost korisnici sve više prepoznaju. Osim takve svrhe LCA nudi i mogućnost za lakšu konstrukciju eko-dizajniranih proizvoda.

Glavne **primjene LCA** analize su za:

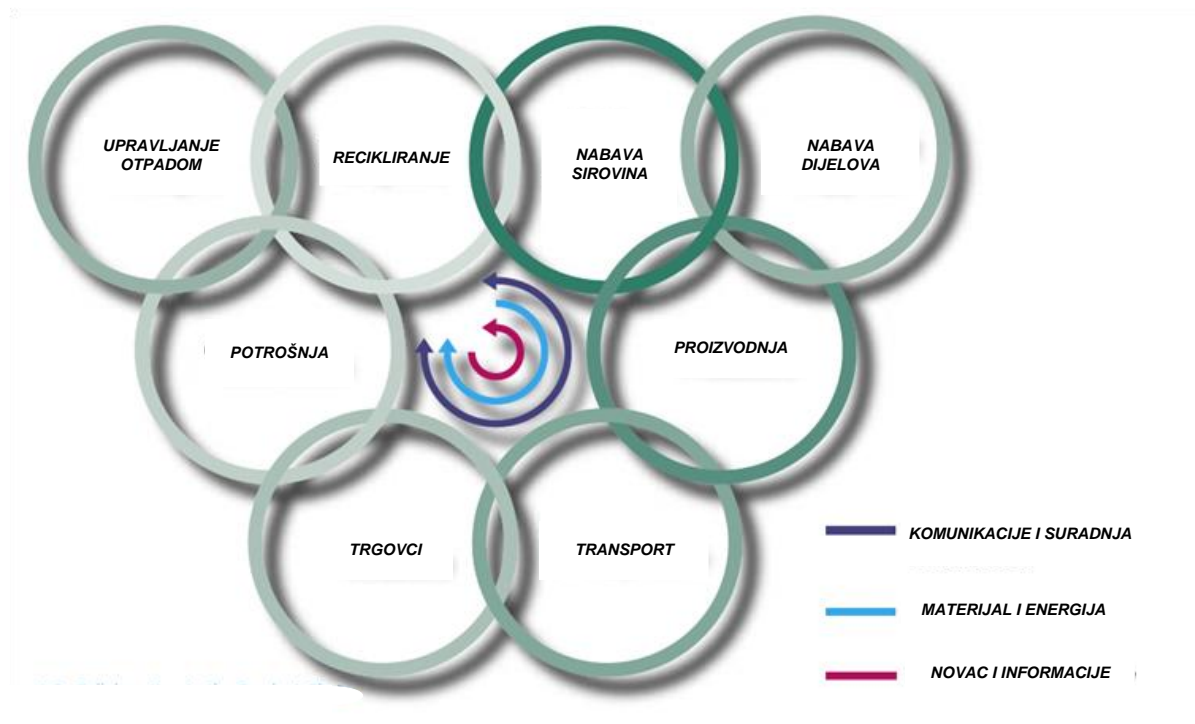
- analizu porijekla ekoloških nedostataka pojedinih proizvoda
- usporedbu poboljšanih varijanti proizvoda
- konstrukciju novih proizvoda
- izbor odgovarajućeg proizvoda između više varijanti

Ipak, LCA analiza se ne koristi nužno za procjenu nekih proizvoda. Ona može imati i mnogo širu primjenu. Neki od *primjera* takve *primjene* bili bi:

- usporedba više načina zbrinjavanja otpada
- procjena ekoloških prednosti korištenja različitih biomasa, za primjer u proizvodnji papira
- postavljanje strategije temeljene na rezultatima usporedbe javnih transporta
- sve veća primjena za konstrukciju “zelenih” zgrada
- objedinjavanje više elemenata ( modeli kuća, transporta, zbrinjavanja otpada, rasvjete itd.) za dobivanje prave slike ekološkog utjecaja naselja ili grada

LCA je alat koji se nalazi u žarištu jednog šireg holističkog pristupa upravljanju ukupnim životnim vijekom proizvoda nazvanog LCM (Life Cycle Management), slika [5.3]. To je pristup koji povezuje dostignuća ekološkog pristupa proizvodnji sa ekonomskom efikasnošću. Krajnji cilj LCM-a je uvođenje održivog razvoja u svim gospodarskim sektorima.

LCM ne promatra samo tok materijala i energije kroz životni ciklus već i povezuje protoke komunikacija i suradnje, novca i informacija.



Slika 5.3. Grafički prikaz povezanosti sektora LCM upravljanjem [27]

Upravljanje životnim ciklusom povezuje RE-thinking procese, ideje društveno odgovornog poslovanje, sisteme i procedure (eko-označavanje, DfS, dematerijalizaciju, certificiranje, EMS..), modele i datoteke (baze znanja, metode najbolje prakse-benchmarking, matrice vrednovanja i rangiranja i alate za provedbu analiza i procjena( LCA, Life Cycle Costing, Cost Benefit Analysis, Input-Output analize, Procjene Rizika, MIPS, Analizu toka materijala i substanci(MFA/SFA)).

## 5. 1. LCA KROZ POVIJEST [1]

Povijest LCA analize doseže do početka 70-ih godina kada su u SAD-u provedene i prve procjene utjecaja proizvoda na okoliš. Ta je procjena bila provedena u kompaniji Coca-Cole sa svrhom procjene ekološke prihvatljivosti različitih tipova ambalaže. Te su analize bile poznate pod nazivom REPA<sup>23</sup>, a fokus im je bio okrenut prvenstveno ka potrošnji energije i sirovina, te ka produkciji otpada.

Početakom 80 – tih, počeo je rasti interes za procjenu utjecaja proizvoda na okoliš, te su provedene prve LCA analize u nekim Europskim zemljama (ponovo je bila riječ o ambalaži). Budući da su baze podataka i metode bile raznovrsne, rezultati su bili teško

<sup>23</sup> Resource and Environmental Profile Analysis

usporedivi, i uglavnom nezadovoljavajući, te je uočena potreba za sistematičnijim pristupom u razvoju metodologije za procjenu životnog ciklusa proizvoda.

Od kraja 80 – tih pa do današnjih dana, raste interes prema LCA metodi, te nalazi sve širu primjenu u različitim područjima ljudskih djelatnosti (politika, proizvodnja, informiranje javnosti...). Paralelno sa rastom interesa prema analizi životnog ciklusa proizvoda kao, sada već općeprihvaćenoj znanstvenoj metodi, razvijala se sve intenzivnije i metodološka osnova.

1990. godine Međunarodno udruženje kemičara i toksikologa (SETAC)<sup>24</sup> osnovalo je međunarodni forum sa ciljem stvaranja konzistentne metodološke osnove za provedbu LCA analize. Pokrenute aktivnosti rezultirale su 1993. godine (na radionici u Sesimbri), stvaranjem smjernica za provođenje LCA analize, koje su objavljene u izvještaju sa tog skupa, pod nazivom: "*Guidelines for Life – Cycle Assessment: A Code of Practice*".

Time je uspostavljen prvi čvrsti temelj na osnovu kojeg je LCA analiza razvijena u izuzetno moćan alat za procjenu utjecaja nekog proizvoda na okoliš. To je ujedno bila i preteča za stvaranje okvira unutar kojih se LCA analiza i danas provodi, a uspostavljeni su od strane Internacionalne organizacije za normizaciju (ISO) 1997. godine.

## 5. 2. STANDARDI I PROPISI ZA PROVOĐENJE LCA [1], [28], [29]

LCA je postala glavna tema i stup upravljanja okolišem. Kako se metoda razvijala tako su se i pristupi i smjernice za provođenje metode prilagođavali novim znanjima i bazama podataka. U ovome poglavlju biti će predstavljena sva značajnija međunarodna tijela koja su bila uključena i još jesu uključena u razvoj i primjenu LCA metode.

### 5.2.1 SETAC

SETAC je predstavljao prvo međunarodno tijelo koje je djelovalo kao krovna organizacija za razvoj LCA metode. Kao organizacija pružila je znanstvenu bazu za proširenje LCA metode kao alata za određivanje utjecaja na okoliš. Glavne aktivnosti SETAC-a bile su održavanje godišnjih skupova znanstvenika u Sjevernoj Americi i Europi, Case Study Simpozija u Bruxellesu i velikog broja radnih grupa koje su se bavile različitim aspektima LCA metodologije. SETAC je kasnije odvojen na dvije grane (Sjeverna Amerika i Europa) no i dalje je stvarao zajedničke projekte. Najveći primjer je razvitak "Code of Practice" priručnika za primjenu LCA. To je bio značajan korak prema usklađivanju alata, budući da je predstavljao prvu međunarodno priznatu procedure za LCA. "Code of Practice" bio je preteča aktivnostima koje se danas provode pod ISO standardima

### 5.2.2 ISO<sup>25</sup>

Međunarodna organizacija za standardizaciju je privatna organizacija koja djeluje širom svijeta i uključuje državna tijela iz industrijskih zemalja i zemalja u razvoju. Cilj ISO-a je standardizacija raznih proizvoda i usluga. Jedna od glavnih aktivnosti organizacije je razvoj serije normi 9000 kojima se nastoji objediniti kvaliteta u poslovnoj praksi.

Serijske norme 14000 uključuje standard ISO 14001 za Sistem Upravljanja Okolišem i seriju standarda vezanih uz LCA (14040 serija). Aktivnosti ISO organizacije koje su imale cilj

<sup>24</sup> Society of Environmental Toxicology and Chemistry

<sup>25</sup> International Organization for Standardization



stvoriti prve potpune serije LCA standarda započele su 1994.godine i do danas su nam predstavljeni sljedeći standardi:

- ISO 14040: Opće smjernice za ocjenjivanje utjecaja proizvoda na okolinu (1997.)
- ISO 14041: Procjena životnog ciklusa — Definiranje cilja i opsega, analiza faze popisivanja (1998.)
- ISO 14042: Procjena životnog ciklusa — Procjena utjecaja (2000.)
- ISO 14043: Procjena životnog ciklusa — Interpretacija (2000.)
- ISO 14044: Procjena životnog ciklusa — 2006 ISO 14040,14041,14042 i ISO 14043 objedinjeni su pod normom 14044
- CD 14047: CD sa primjerima primjene 14042 u tvrtkama, (u pripremi).
- CD 14048: CD sa primjerima predložaka formi za prikaz podataka, (u pripremi)
- TR 14049: Tehnički izvještaj koji predstavlja predložak za prikaz podataka iz analize faze popisivanja (1999.)

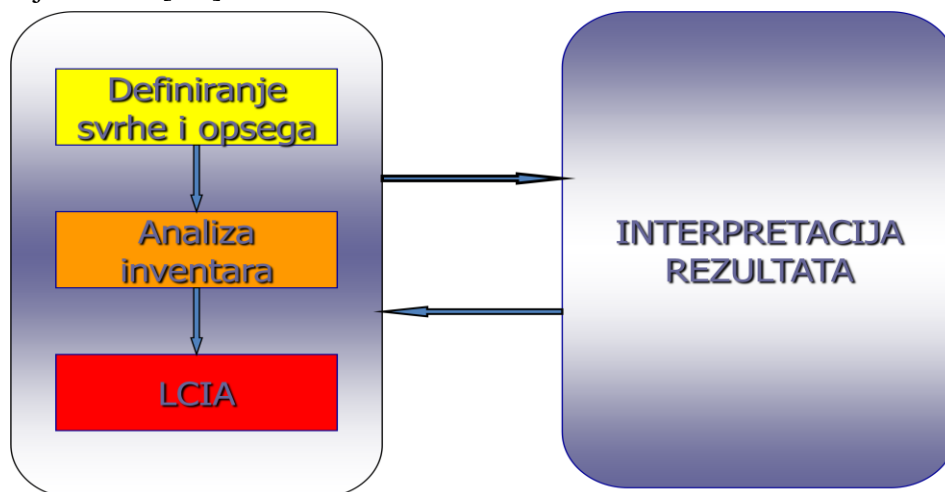
Kako je i vidljivo ISO standardi pokrivaju i tehničke al i organizacijske aspekte LCA metode. Od novijih ISO projekata valja istaknuti tehničke izvještaje TR 14025 i TR 14062 koji se bave deklaracijama vezanim uz okoliš i pristupu analize životnog vijeka, odnosno smjernicama za uvođenje ekološkog aspekata u razvoj proizvoda.

### 5.2.3 UNEP<sup>26</sup>

UNEP je treće (uz SETAC i ISO) međunarodno tijelo koje presentira Odjel Tehnologije, Industrije i Ekonomije u Parizu. Njihov fokus je na istraživanju mogućnosti primjena LCA u razvoju zemalja. 1996. godine UNEP je lansirao user-friendly i easy-to-read LCA priručnik pd nazivom “Procjena Životnog Vijeka: Što je to i što učiniti s njim?”. UNEP danas djeluje u kooperaciji sa SETAC-om na proširivanju baze podataka i određivanju faktora koji utječu na promjene u okolišu.

## 5. 3. PROCEDURA ZA PROVOĐENJE LCA ANALIZE [1], [28]

Smjernice za provođenje LCA metode kako je i ranije navedeno postavljene su od strane Međunarodne organizacije za standardizaciju ISO izdanim standardom ISO 14040.2. Shema strukture prikazana je slikom [5.4]:



<sup>26</sup> The United Nations Environmental Programme

Slika 5.4 Faze LCA analize prema ISO normi [27]

Iz sheme je vidljivo je da se struktura LCA metode sastoji od 4 osnovna koraka, a to su:

- **Definiranje svrhe i opsega provedbe LCA analize.**
- **Faza popisivanja i analiziranja relevantnih podataka.**<sup>27</sup> ("Inventory")
- **Određivanje utjecaja na okoliš (LCIA<sup>28</sup>).**
- **Interpretacija.**

Za provedbu svakog koraka mora se ispuniti niz procedura koje će ukratko biti objašnjene u narednom tekstu i na izabranom primjeru.

### 5.3.1 DEFINIRANJE SVRHE

Definiranje svrhe je prvi korak ka sigurnoj i točnoj provedbi LCA analize. U ovom koraku morali bi dobiti odgovor na pitanja:

- Koja je osnovna namjena provedbe LCA analize?
- Za što će se rezultati analize koristiti?
- Koji su konkretni razlozi koji su nagnali na LCA analizu?
- Koje se odluke mogu donijeti na temelju provedene analize?
- Do kojih će konkretno doći promjena, koje su izravno vezane uz donesene odluke?

Tim korak zapravo i određuje hoće li se analiza koristiti za jedan od četiri cilja:

- Generiranje informacija o utjecajima proizvoda na okoliš tokom životnog vijeka
- Pronalaženje potencijala za razvoj i poboljšanje
- Usporedba alternativnih solucija na nivou koncepta
- Usporedba alternativnih solucija na nivou detalja

### 5.3.2 ODREĐIVANJE OPSEGA [1]

Cilj ovog koraka je definiranje predmeta procjene i ograničenja analize bez narušavanja već određene svrhe provedbe. Ova faza uključuje: definiranje objekta analize, definiranje funkcionalne jedinice, izbor referentnih proizvoda, izbor kategorija za prikaz utjecaja na okoliš, izbor metode LCIA analize, definiranje granica analize, određivanje izvora podataka i definiranje potrebe za alokacijom.

#### Definiranje objekta analize

Potrebno je odrediti primarnu namjenu upotrebe proizvoda. Odrediti sve procese, tehnologije koje imaju ulogu u fazama životnog vijeka. Ukoliko je cilj LCA metode usporedba različitih alternativa u ovom se koraku najčešće definiraju i funkcije koje svaki proizvod pruža potrošaču.

<sup>27</sup> Popisuju se i analiziraju sve emisije u okoliš, potrošnja resursa – sirovina i energije

<sup>28</sup> Life Cycle Impact Assessment

## Definiranje funkcionalne jedinice

Funkcijska jedinica predstavlja referentan parametar LCA analize, a određuje ga usluga koju pruža neki proizvod. Ona mora uključivati kvantifikaciju usluge koju proizvod pruža, što je potrebno da bi se osigurala usporedivost rezultata analize, te svakako mora odrediti vrijeme trajanja usluge. Također postoji i kvalitativna komponenta unutar funkcijske jedinice, koja određuje razinu kvalitete usluge, a služi za usporedbu sa proizvodom slične razine kvalitete.

Pr. Određivanje funkcijske jedinice hladnjaka

Primarna funkcija hladnjaka je hlađenje proizvoda. Mjera za tu funkciju je najčešće volumen i održiva unutarnja temperatura na danoj sobnoj temperaturi. Također možemo pretpostaviti da će hladnjak imati životni vijek od 10-ak godina. Tako postavljene teze daju funkcijsku jedinicu:

*Volumen od 200 litara rashlađen na 5°C tokom 10 godina na sobnoj temperaturi od 25°C.*

## Izbor jednog ili više referentnih proizvoda

U velikoj većini slučajeva novi proizvod predstavlja tek mali napredak u odnosu na postojeći proizvod. To znači da će velik dio životnog ciklusa novog proizvoda već biti poznat preko postojećih. Na taj je način moguće predvidjeti velik dio utjecaja na okoliš novog proizvoda koristeći već postojeće iskustvo. Neka iskustva pokazuju i 90 %-tno poklapanje rezultata.

Načelno postoje dvije vrste referenci:

- *referentni proizvod* (ili referentna funkcija) predstavlja reprezentant usluge tj. primjer rješenja za pružanje određene funkcije
- *referentni podaci* biraju se kao reprezentanti procesa

Ukoliko ne postoji gotovo rješenje koje se može uzeti kao referenca, uzimaju se kompatibilni dijelovi iz nekih drugih sustava, a koji mogu predstavljati utjecaj na okoliš proizvoda u nastajanju.

## Određivanje LCIA metode i kategorija utjecaja na okoliš

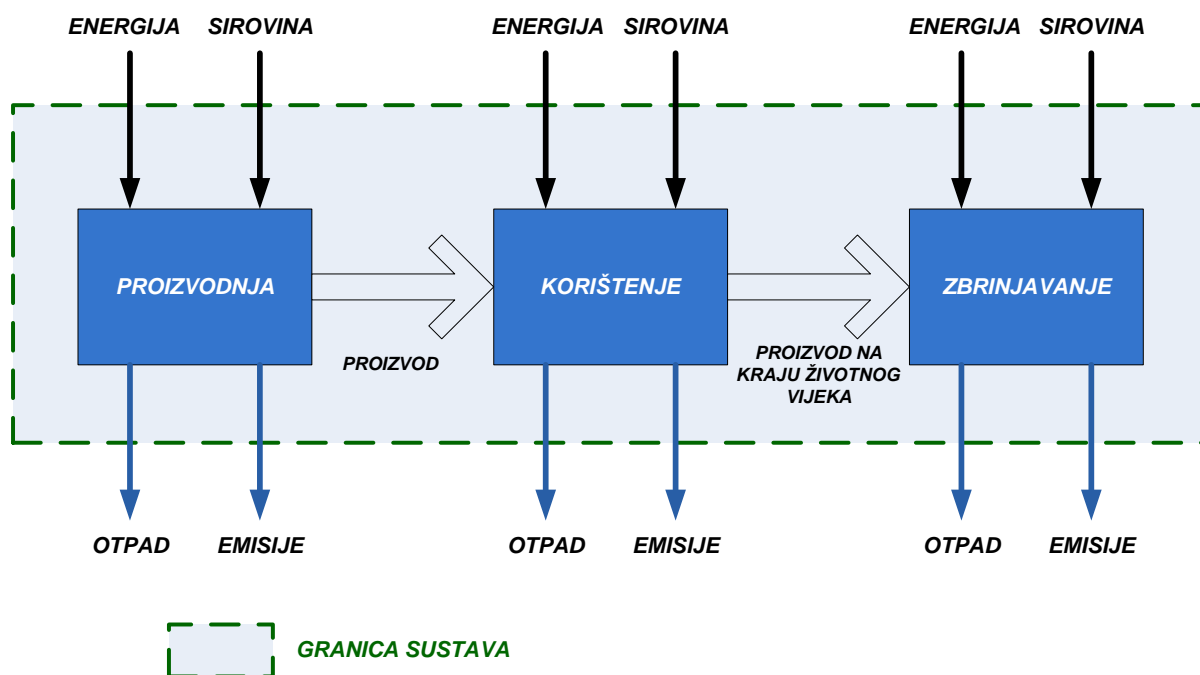
Postoje više metoda za izračun potencijala zagađenja nekog proizvoda. Neke od metoda mogu biti Eko-indikatori, CML metoda, USES, EDIP... Sve metode na sličan način izračunavaju potencijale pa se najčešće koristi ona metoda koja je dostupna u softverskom programu za izradu LCA analiza. Kategorije se najčešće dijele na tri generalne skupine: utjecaji na okoliš, potrošnja resursa i utjecaji na radnu okolinu. Zbog nemogućnosti točnog određenja posljedica proizvodnje proizvoda, kategorije unutar skupina određuju se iskustveno.

UTJECAJI NA OKOLIŠ	POTROŠNJA RESURSA	UTJECAJI NA RADNU OKOLINU
Globalno zatopljenje	Fosilna goriva	Nesreće
Acidifikacija	Metali	Psihološki utjecaji
Eutrofikacija	Voda	Buka
Kancerogenost	Biomasa	Vibracije
Oštećenje ozonskog omotača	Minerali	Bolesti

Tablica 5.1. Skupine mogućih utjecaja proizvoda ili procesa na okolinu [1]

## Određivanje granica sustava

Čak i najjednostavniji proizvod prolazi kroz relativno velik broj procesa. Međutim, rijetko će se u analizi obuhvatiti cijeli proizvodni sustav, već se postavljaju granice sustava s obzirom na specifične potrebe analize. Razmatraju se pripadajući procesi u okviru faza "životnog" ciklusa proizvoda koji će analizom biti obuhvaćeni, te u skladu s time i vremenske te zemljopisne granice unutar kojih će se procjenjivati utjecaj promatranog proizvoda, te specifičnosti okoliša koje je nužno uzeti u obzir. Izbor granica sustava uvelike ovisi o svrsi analize, namjeni, korisnicima, postavljenim pretpostavkama, raspoloživosti podataka, ograničenjima u troškovima, te kriterijima odluka o značajnosti određenih procesa. Izbor granica sustava je presudan za stupanj pouzdanosti rezultata analize. Definirani sustav se najčešće prikazuje pomoću dijagrama toka kao što je definirano na slici [5.5]



Slika 5.5 Primjer određivanja granice sustava [5]

## Postavljanje vremenskog okvira

Određujemo granice vremena unutar kojih će naša odluka biti valjana i unutar kojih je relevantan utjecaj outputa životnog vijeka proizvoda na okoliš.

## Alociranje ekoloških utjecaja

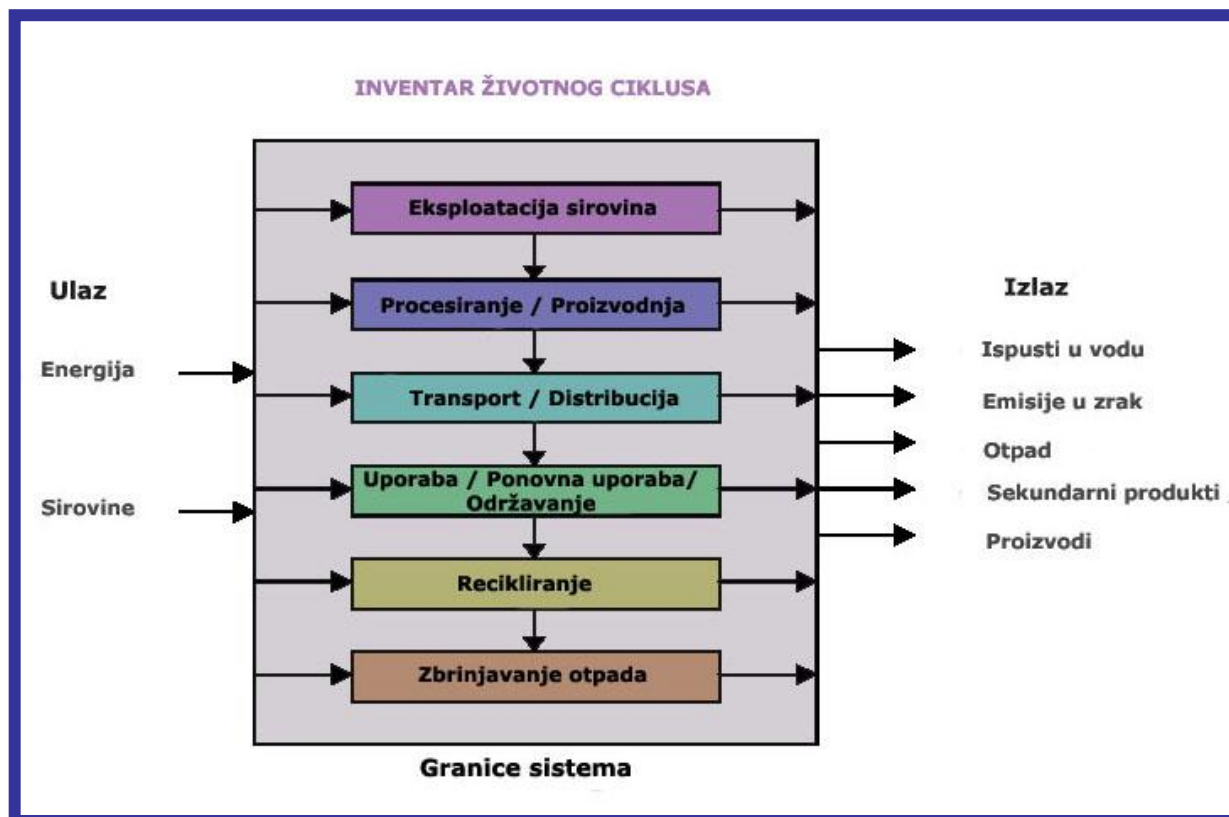
Alokacija predstavlja potencijalnu nepouzdanost LCA analize pa je stoga uvijek potrebno težiti njenom izbjegavanju pojašnjavanjem uzročno-posljedičnih veza u procesu ili proširivanjem postavljenih granica. Ipak u proizvodnom sistemu nekog proizvoda vrlo često se javljaju procesi koji doprinose ostvarivanju više različitih funkcija proizvoda. Pitanje koje se postavlja jest: Kojoj funkciji, procesu ili podprocesu promatranog proizvoda valja dodijeliti određeni utjecaj na okoliš, proizašao kao posljedica spomenutog procesa.

## Potreba za kritičkim osvrtom

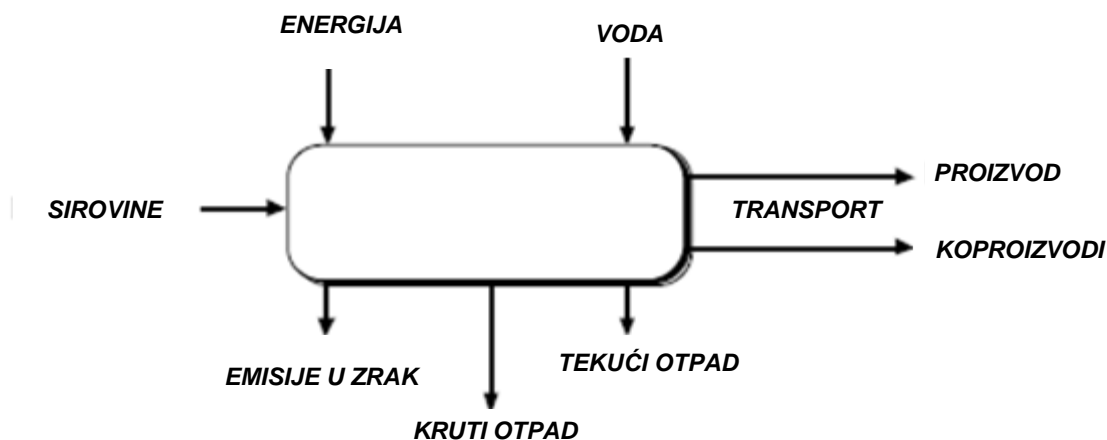
Kritički osvrt često izvodi neka vanjska kompanija koja nam pruža osvrt na postavljene granice analize i točnost dobivenih rezultata.

### 5.3.3 FAZA POPISIVANJA (Life Cycle Inventory) [1], [27], [28]

Cilj stvaranja *inventara* je prikupljanje svih informacija o procesima unutar postavljenih granica, koje bi mogle pomoći pri izračunu utjecaj tih procesa na okoliš, slika [5.6]. Sastavljanje inventara uključuje: *generiranje jediničnih podataka za svaki proces, sastavljanje popisa svih emisija koje proizlaze iz procesa i transparentnu prezentaciju podataka*, slika [5.7].



Slika 5.6 Sektori prikupljanja podataka za formiranje inventara LCA analize [5]



Slika 5.7. Jedinični dio procesa sa svim inputima i outputima [5]

## Prikupljanje podataka

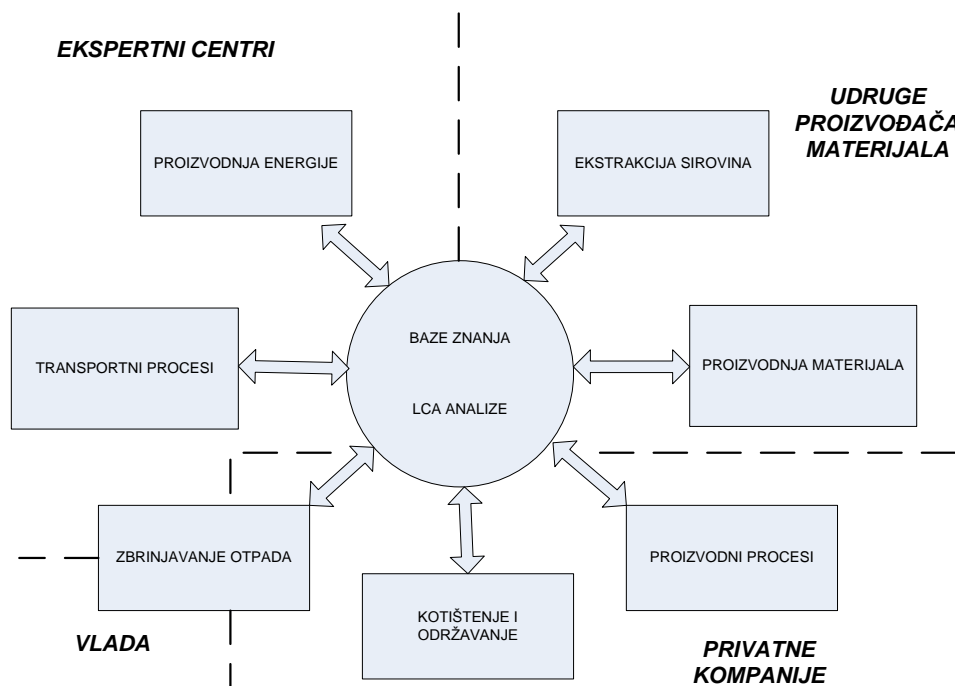
Ova aktivnost zahtjeva najviše vremena u cijeloj LCA analizi. Korištenjem baza podataka, računalnih programa i iskustvo sa izradom analize sličnih može nam uvelike smanjiti utrošeno vrijeme. Sami podaci dobivaju se mjerenjem, izračunom ili procijenom uz nužno postavljanje određene vjerojatnosti točnosti procijene, a njihov karakter može biti kvalitativan ili kvantitativan.

Neki od izvora podataka mogu biti [1]:

- *Komercijalne baze podataka*
- *Industrijske baze*
- *Fakulteti, publikacije*
- *Državne baze*
- *Vlastite baze (mjerenja, statistika)*

Neke od poznatih komercijalnih baze podataka su: Ecoinvent, Industry data 2001, Idemat, Buwal 250, ETH-ESU, Franklin...

Iskustva uz prikup podataka prikazuju različita područja relevantna za karakteristični podatak, slika [5.8]



Slika 5.8 Iskustvene podjele izvora baza podataka [1]

## Izračun podataka

Nakon što smo proces podijelili na sve jedinične procese i za njih iz baza podataka prikupili sav inventar potrebno ih je sve zbrojiti i izračunati inventar koji će u ovom slučaju vrijediti za cjelokupni sustav unutar granica.

Budući da je objekt LCA analize funkcionalna jedinica proizvoda, nakon prikupljanja podatka vezanih uz sve procese sistema potrebno je dobivene podatke preračunati za definiranu funkcionalnu jedinicu.

Tako se svaka od terminalnih izmjena može izraziti po funkcijskoj jedinici na slijedeći način [1]:

$$Q_i = T \cdot \sum_{up} Q_{i,up} + \frac{T}{L} \cdot \sum_p Q_{i,p}$$

Gdje je:

$Q_i$  – suma terminalnih izmjena po funkcijskoj jedinici

$T$  - trajanje funkcijske jedinice u godinama

$L$  - životni vijek proizvoda u godinama

$Q_{i,p}$  – izmjena svih pojedinih procesa unutar granica sustava,  $p$  označava sve procese osim u fazi uporabe proizvoda

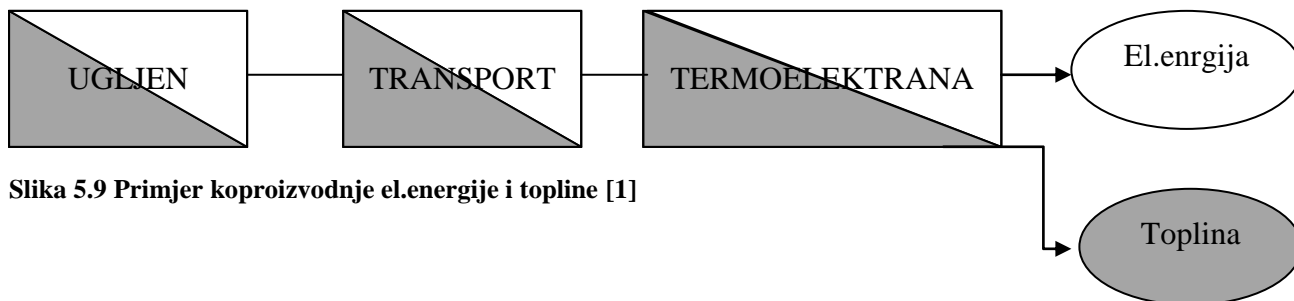
$Q_{i,up}$  – godišnja izmjena svih procesa u fazi uporabe proizvoda

Pri provođenju izračuna potrebno je voditi brigu i o alokaciji.

### Alokacija

Kada je rezultat proizvodnje jedan proizvod ili usluga i kad su svi drugi procesi posljedica samo tog jednog proizvoda provođenje alokacije nije potrebno. No u realnim proizvodnim sustavima ona se najčešće pojavljuje. Alokacija predstavlja jedan od većih problema u LCA analizi. Postoje mnogi slučajevi kada ulazne veličine u neki proizvodni sustav potječu iz drugog proizvodnog sustava (ili više njih), kao i kad se izlazne veličine iz proizvodnog sustava nastavljaju u drugom proizvodnom sustavu (ili više njih). To znači da neki procesi spadaju u više proizvodnih sustava, te se utjecaj na okoliš tih procesa treba podijeliti između usluga koje pružaju proizvodi iz tih sustava.

Kada je više proizvoda rezultat jednog proizvodnog sustava, ti se proizvodi nazivaju *ko-proizvodi*. Primjer takvih proizvoda možemo vidjeti u radu termoelektrane gdje su električna električna energija i toplina ko-proizvodin, slika [5.9].



Slika 5.9 Primjer koproizvodnje el.energije i topline [1]

Načelno postoje dva načina na koji proces može doprinijeti nastanku više od jedne usluge:

- U slučaju da više proizvoda nastaje iz istog procesa
- U slučaju uporabe materijala ili pod-sklopa proizvoda

Ovaj se problem rješava, prema normi ISO 14044, na sljedeća tri načina:

**1) Kad god je to moguće, nastojati izbjeći alokaciju;**

Pokušati podijeliti sporne procese na više pod-procesa, ili prilagoditi granice sustava da se izbjegne alokacija.

2) Kada nije moguće izbjeći alokaciju, a proizvodi nastali iz zajedničkih procesa se mogu okarakterizirati istom funkcijskom jedinicom, **utjecaj treba podijeliti u omjeru proizvedene funkcijske jedinice**. Na primjer, u već navedenom primjeru rafiniranja nafte, proizvodi su i loživo ulje i mazut, koji služe kao energenti koji se koriste za grijanje, ali imaju različitu ogrjevnu vrijednost. U tom slučaju utjecaj na okoliš valja podijeliti po omjeru energije koju daju ta dva energenta prilikom izgaranja. Drugim riječima, pretpostavimo da u jedinici vremena kroz promatrani proces prođe određena količina nafte. To će u konačnosti rezultirati količinom loživog ulja u vrijednosti od 80 kJ i mazuta u vrijednosti od 20 kJ. Stoga se od ukupnog utjecaja u tom procesa, 80% pripisuje loživom ulju, a 20% mazutu.

3) Ako se proizvodi ne mogu okarakterizirati zajedničkom funkcijskom jedinicom, valja pronaći neku drugu osnovu za raspodjelu. Na primjer, osnova za raspodjelu može biti masa proizvoda ili ekonomska vrijednost

### **5.3.4 ODREĐIVANJE UTJECAJA NA OKOLIŠ [1], [28], [29]**

#### ***("Life cycle impact assessment – LCIA")***

Kako bi bili u mogućnosti donijeti nekakvu odluku, rezultati prikupljeni u prijašnjoj fazi moraju biti valjano interpretirani. Taj nam prikaz mora pokazati koji su utjecaji proizvoda na okoliš značajni i u kojoj mjeri su prisutni. Dakle LCIA je analiza i usporedba opterećenja okoliša povezanih s tokovima materijala i energije determiniranih u prijašnjim fazama

Procedura provođenja LCIA faze je sljedeća [1]:

1. Klasifikacija
2. Kalkulacija
3. Normiranje
4. Mjerenje jačine utjecaja

Sama metoda za provedbu LCIA analize i kategorije utjecaja kako je i navedeno određene su u fazi definiranja opsega. Pri objašnjavanju kalkulacija za pojedine utjecaje izvor je bio EDIP<sup>29</sup> metoda.

U sljedećim točkama biti će detaljnije prikazan pojedini korak LCIA analize:

---

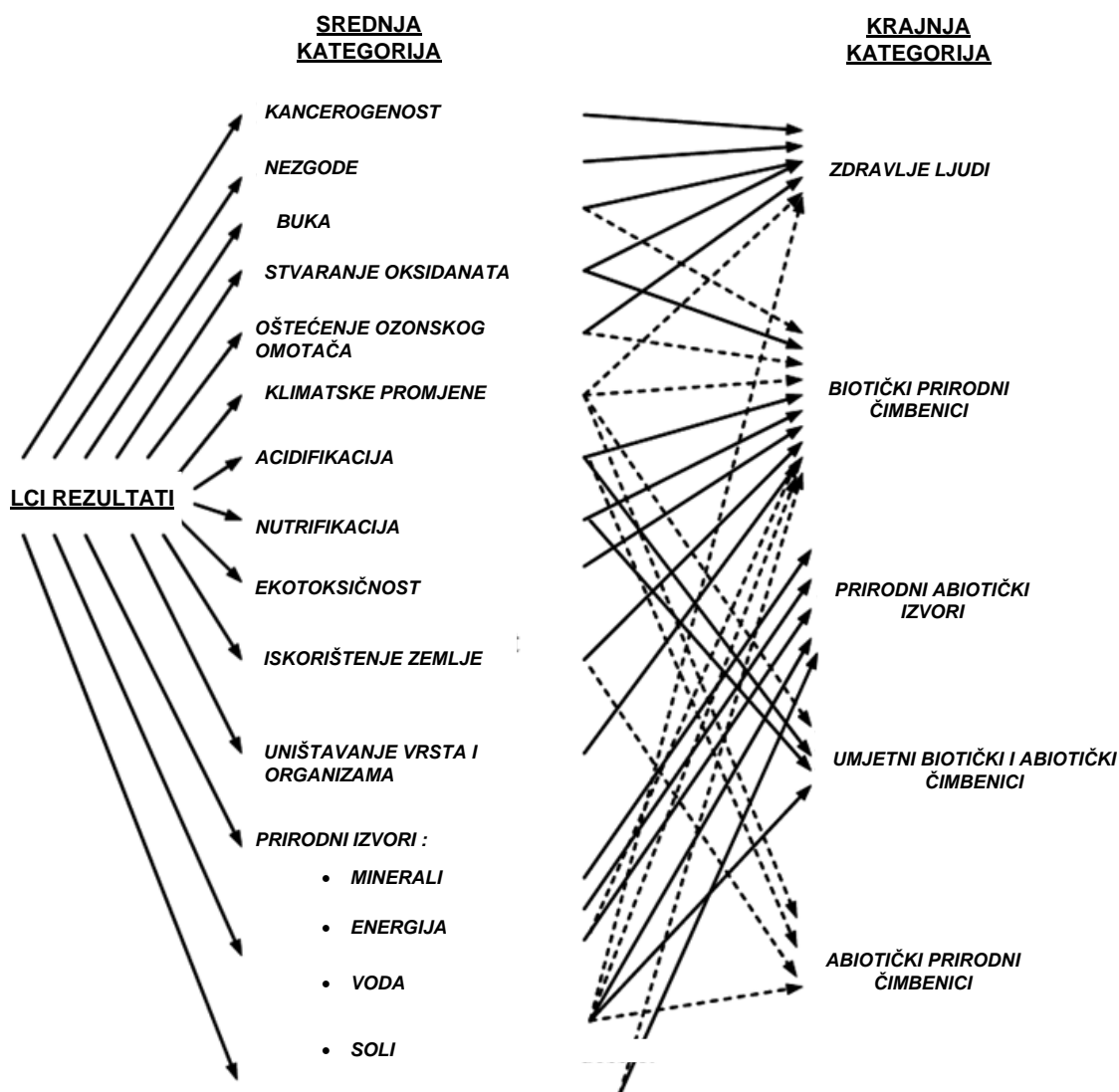
<sup>29</sup> Environmental Assessment of Industrial Products



## Klasifikacija

Svrha klasifikacije je organiziranje, odnosno svrstavanje, rezultata dobivenih u fazi popisivanja i analize podataka u prethodno definirane kategorije. Naravno, jedna veličina se može svrstati u više kategorija utjecaja. Za one veličine koje doprinose samo jednoj kategoriji utjecaja, postupak je jednostavan. Međutim, u slučaju da jedna veličina doprinosi dvama ili više kategorija, potrebno je ustanoviti pravilo za klasifikaciju. Prema normi ISO 14042, dva su načina na koja to učiniti:

- Podijeliti veličinu dobivenu u LCI fazi na reprezentativne dijelove, te zatim dijelove svrstati u kategorije utjecaja. To se prakticira u slučaju da su kategorije utjecaja u međusobnoj ovisnosti.
- Cjelokupne veličine svrstati u sve kategorije na koje imaju utjecaj. To se prakticira u slučaju da kategorije utjecaja nisu u međusobnoj ovisnosti.



Slika 5.10. Klasifikacija rezultata dobivenih LCI analizom [5]

## Kalkulacija

Potencijal utjecaja nekog proizvoda jednak je sumi potencijala svih emisija kroz cijeli proizvodni sistem.

Potencijali utjecaja se računaju, dakle, sljedećom jednažbom [1]:

$$\Sigma \text{ Potencijali utjecaja} = \Sigma \text{ Količine tvari} \times \text{Karakterizacijski faktor}$$

Ako emisija neke tvari ima iznos  $Q_i$ , a karakterizacijski faktor za tu tvar iznosi  $EF_j$ , potencijal utjecaja te tvari  $EP_j$  iznosi [1]:

$$EP_j = Q_i \times EF_j$$

Karakterizacija stavlja različite količine tvari u isto mjerilo, što omogućuje određivanje utjecaja koji svaka od njih ima na neku kategoriju utjecaja.

Za globalno zagrijavanje, primjerice, referenti faktor je  $CO_2$  pa je i karakterizacijski faktor izražen u ekvivalentnim gramima  $CO_2$  po gramu tvari ( $gCO_2-eq$ ).

Karakterizacijske faktore treba koristiti s oprezom, jer za neke kategorije utjecaja još nisu konvencionalno definirani, te se obavezno mora navesti njihov izvor.

Primjerice za emisiju 550 g metana, 15000g  $CO_2$  i 10g CO, potencijal utjecaja globalnog zatopljenja iznosio bi [1]:

$$\Sigma EP = 550 \cdot 25 gCO_2-eq + 15000 \cdot 1 gCO_2-eq + 10 \cdot 2 gCO_2-eq = 28.770 gCO_2-eq$$

Karakterizacijske faktore treba koristiti s oprezom, jer za neke kategorije utjecaja još nisu konvencionalno definirani, te se obavezno mora navesti njihov izvor.

## Normiranje

Ovaj korak služi kako bi se indikatori utjecaja mogli uspoređivati unutar kategorija utjecaja. Normalizacija se vrši na način da se dobiveni indikatori utjecaja podijele sa odabranom referentnom vrijednošću. Postoje mnoge metode odabira referentnih vrijednosti. Ukratko će se opisati način provođenja normalizacije kod EDIP metode. Kao referenca EDIP metode uzima se prosjek utjecaja po čovjeku, pa je tako mjera normalizirane vrijednosti izražena u jedinici  $PE^{30}$ . To znači da će se utjecaj svakog procesa u pojedinoj kategoriji mjeriti u odnosu na doprinos prosječnog Europljanina onečišćenju okoline (u promatranoj kategoriji) kroz godinu dana. Pri tome je bitno naglasiti koja godina je odabrana kao referentna, pošto se utjecaji iz godine u godinu mijenjaju.

Normiranje se u okviru "EDIP" metode provodi prema sljedećem izrazu[1]:

$$NP_{(j)} = P_{(j)} \times \frac{1}{T \times R_{(j)}}$$

<sup>30</sup> Person equivalents

Pri čemu je:

NP(j) => Normirani potencijal utjecaja na okoliš.

P(j) => Potencijal utjecaja na okoliš.

R(j) => Referentna vrijednost.

T => Vremenski raspon za koji se utjecaj procjenjuje.

(j) => Kategorija utjecaja na okoliš.

### Mjerenje jačine utjecaja

Tek nakon izvršenja normalizacije moguće je prijeći na sljedeći korak, a to je *mjerenje jačine utjecaja* ili *weighting*. Iako su potencijali utjecaja nakon normalizacije za dve različite kategorije jednaki, to i dalje ne znači da su ti utjecaji jednako štetni. Kako bismo bili u mogućnosti usporediti potencijale za različite kategorije, provodi se korak mjerenja jačine utjecaja u kojem se normalizirana vrijednost množi sa težinskim faktorom (faktor jačine).

Dakle kalkulacija za ovaj korak izgleda ovako[1]:

$$WP(j) = WF(j) \times NP(j)$$

Pri čemu su:

WP(j) => Veličina utjecaja na okoliš pojedinog procesa, u okviru svake od promatranih kategorija.

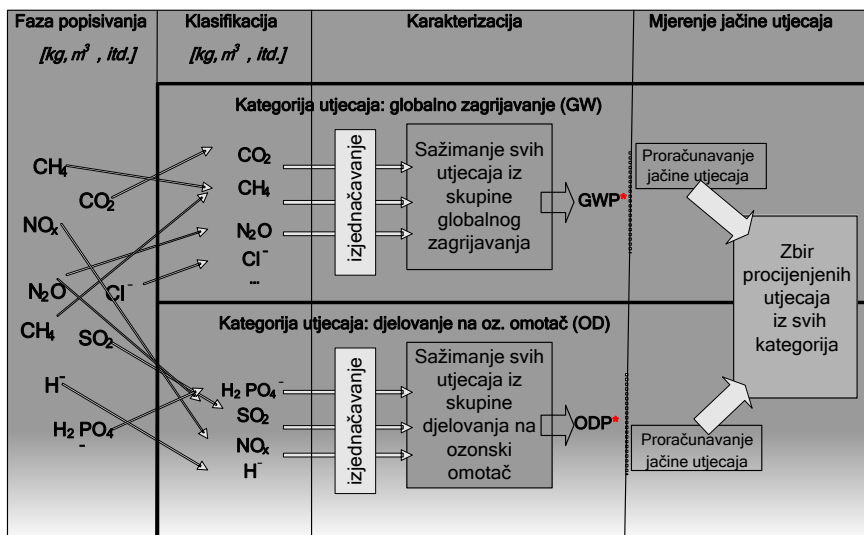
WF(j) => Faktor mjerenja veličine utjecaja<sup>31</sup> (određuje se zasebno za svaku kategoriju utjecaja na okoliš)

NP(j) => Normirani utjecaji na okoliš za svaku od promatranih kategorija.

P(j) => Potencijal utjecaja na okoliš za svaku kategoriju.

(j) => Kategorija utjecaja na okoliš.

Cijela bi se provedba LCIA analize mogla prikazati sljedećom slikom:



Slika 5.11 Pregled cjelokupne LCIA faze [22]

<sup>31</sup> Faktor mjerenja veličine utjecaja na okoliš razlikuje se od metode do metode. U okviru "EDIP" metode, definiran je kao omjer potencijala utjecaja na okoliš za referentnu godinu i ciljanog potencijala utjecaja na okoliš za godinu određenu vremenskim periodom za koji se procjena provodi.

### 5.3.4 INTERPRETACIJA [1], [22]

Interpretacija je posljednja faza sprovedbe LCA analize. Interpretirati rezultat podrazumijeva formiranje ključnih pitanja, identifikaciju i kvantificiranje svih točaka analize, te pronalaženje ključnih informacija koje nam olakšavaju procjenu mjere ostvarenosti postavljenih ciljeva. Odluke koje donosimo na temelju dobivenih rezultata izravno su vezane uz interpretaciju pa je taj korak nužno kvalitetno i detaljno sprovesti.

Prema normi ISO 14043, faza interpretacije se fokusira na slijedeće:

- Analiza rezultata, donošenje zaključaka, objašnjenje ograničenja, donošenje preporuka aktivnosti na temelju provedene analize, izvještavanje o rezultatima interpretacije rezultata na transparentan način;
- Jasna, kompletna i konzistentna prezentacija kompletne LCA analize, u skladu sa definicijom svrhe i opsega analize.

Interpretacija rezultata LCA analize najčešće nije jednostavna na način da se može reći kako je dva bolje od jedan, pa je bolje odabrati opciju dva. U nekim slučajevima čak nije moguće odrediti koja alternativa je bolja zbog nepouzdanosti krajnjih rezultata, ili iz nekog drugog razloga. Međutim, to ne znači da je analiza provedena uzalud. Provedena LCA analiza će ipak dati detaljan uvid u utjecaj na okoliš svakog od alternativnih rješenja, što je već velik korak ka poboljšanju postojećeg stanja.

Rezultati interpretacije mogu biti *zaključci, izvještaji ili odluke*.

## 5. 4. OGRANIČENJA LCA [1], [22]

Jezgra LCA analize je holoističke prirode i to je ujedno i njena velika snaga ali u isto vrijeme i ograničenje. Ukoliko je svrha analize uzeti u obzir cijeli životni vijek kompleksnijeg proizvoda ili usluge njena će točnost biti umanjena nužnom pojednostavljanju nekih elemenata. Ostala ograničenja koja se mogu pojaviti su:

- dostupnost i kvaliteta podataka
- dvojbe (nesigurnosti) vezane uz metodologiju
- nedostatak konsenzusa oko nekih kategorija u metodama
- razlike u formulacijama problema zbog različitog vrednovanja
- Troškovi provođenja LCA analize mogu biti preveliki, pogotovo za manja poduzeća,
- Vrijeme potrebno za analizu često premašuje ukupno vrijeme razvoja proizvoda,
- Često je problematično ili čak nemoguće odrediti funkcijsku jedinicu prilikom usporedbe više konstrukcijskih rješenja,
- Alokacijske procedure nisu egzaktna, stoga nose sustavne greške, što će se odraziti na ukupan rezultat analize,
- Za analizu kompleksnih proizvoda (na primjer automobila) potrebno je mnogo resursa (vremena, radnih sati,...),
- Odgovorne osobe (osobe koje donose odluke) često ne posjeduju dovoljno stručnog znanja iz područja ekologije, da bi donijele kvalitetne odluke na temelju provedene analize.

## 5. 5. RAČUNALNE APLIKACIJE ZA PROVOĐENJE LCA [30], [31]

Na tržištu postoje mnogo varijanti softera koji služe za prikup, analizu i praćenje utjecaja proizvoda ili usluga na okolinu. U ovom poglavlju kratko će se predstaviti tri najzastupljenije vrste takvih računalni aplikacija SimaPro 7.1, GaBi i TEAM™.

### SIMA PRO

SimaPro softwer omogućuje korisniku modeliranje i analiziranje kompleksnih životnih ciklusa na sistematičan i transparentan način prateći smjernice ISO 14040 norme.

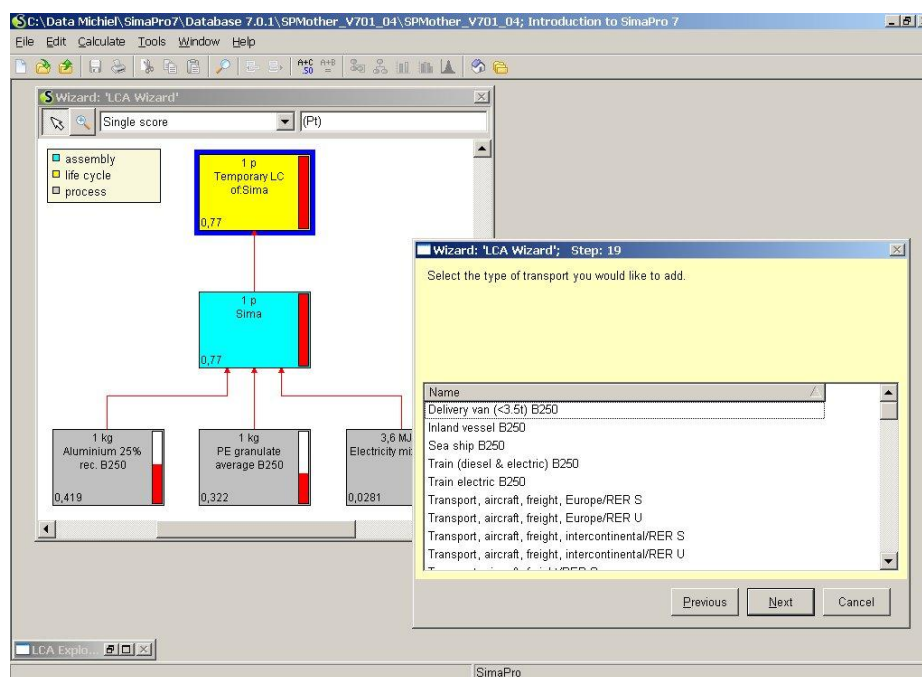
Prvu verziju softvera tvrtka PRé Consultants izdala je 1990. godine i već tada se pokazao pouzdanim i fleksibilnim, pa ne čudi što je danas jedan od najrasprostranjenijih softvera sa korisnicima u više od 60 zemalja.

Softwer je moguće posjedovati stalnom ili ekonomičnijom privremenom licencom za korištenje. Također je dostupan i u tri različite verzije koje se razlikuju prema: *Sima-Pro Compact*, *Sima-Pro Analyst* i *Sima-Pro Developer*. Sima-Pro Compact je mnogo jednostavniji softwer namijenjen korisnicima koji se prvi puta upoznaju sa radom softvera, dok su varijante Sima-Pro Analyst i Sima-Pro Developer opskrbljene mnogo većom bazom podataka za rješavanje mnogo kompleksnijih analiza.

Podaci koje korisnik mora unijeti u softwer su:

- Definirana funkcionalna jedinica
- Definirana svrha i cilj provođenja analize
- Definirane granice sistema promatranog proizvoda, slika [5.12]
- Podatci o proizvodu i svim relevantnim procesima vezanim uz njega

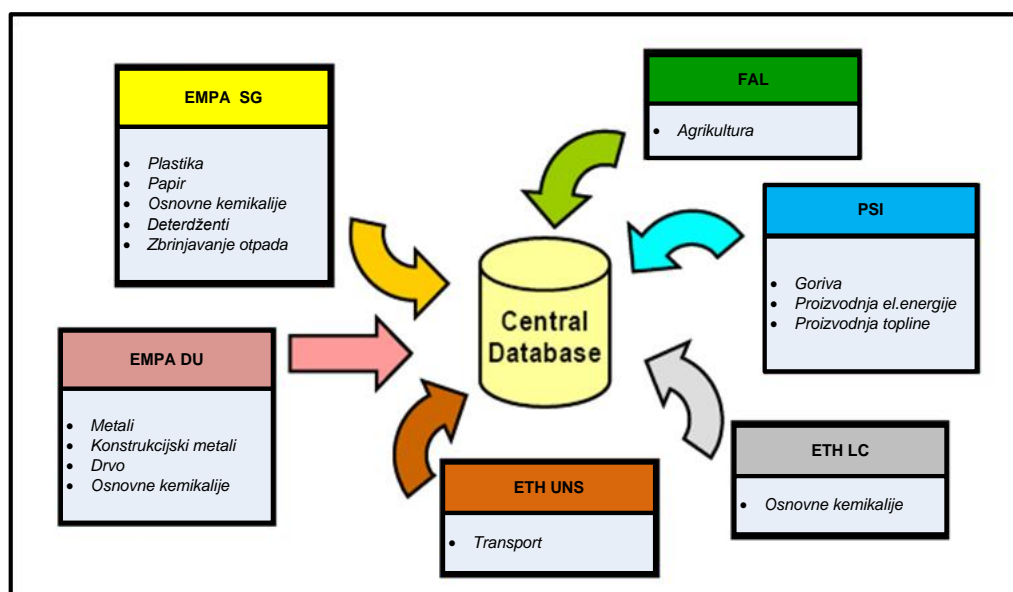
Napomena: Podaci o procesima se često i ne trebaju unositi budući da se u bazama podataka softvera nalaze velik broj već definiranih procesa.



Slika 5.12 Izrada stabla u Sima Pro softweru [30]

LCI Baze podataka koje koristi Sima-Pro su:

- Ecoinvent v2 , slika [5.13]
- Japanese Input Output database
- US Input Output database
- Danish Input Output database
- Dutch Input Output database
- Industry data
- LCA food database
- ETH-ESU 96
- BUWAL 250
- IDEMAT 2001
- Franklin US LCI database
- Data archive
- IVAM database



Slika 5.13 Sastavni dijelovi Ecoinvent baze znanja [27]

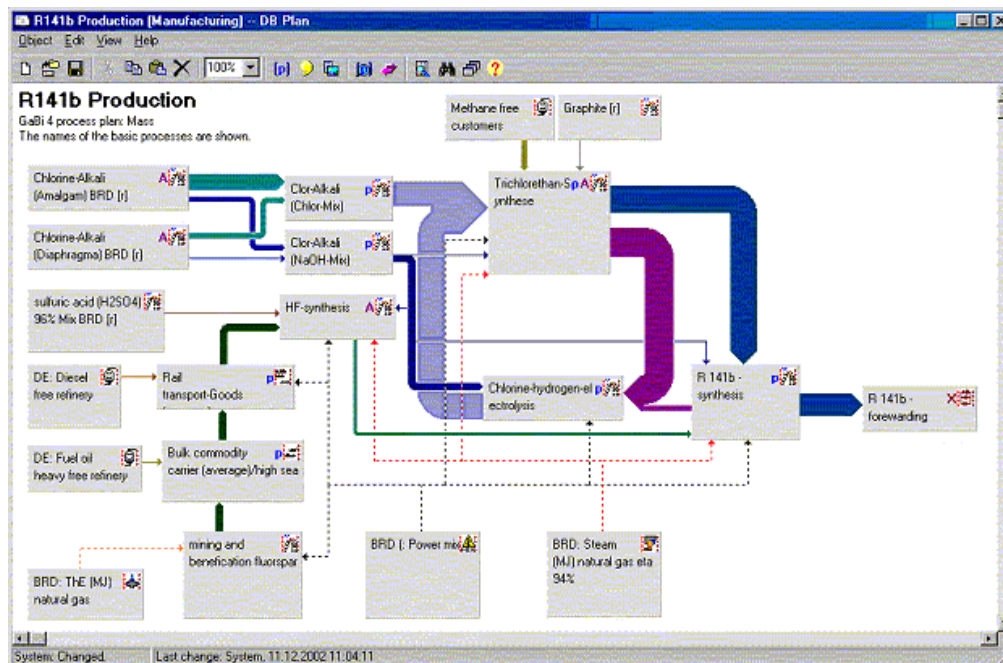
Metode procjene utjecaja na okoliš:

- Eco-indicator 99
- Eco-indicator 95
- CML 1992
- CML 2 baseline method (2000)
- EDIP/UMIP
- EPS 2000
- IPCC Greenhouse gas emissions
- Cumulative Energy Demand (CED)
- Impact 2002+
- TRACI
- Ecopoints 1997

## GABI

GaBi je računalna aplikacija nastala suradnjom njemačke tvrtke PE Europe GmbH i Sveučilišta u Stuttgartu, prije petnaestak godina. Od tada se kontinuirano razvija i danase se primjenjuje praktički u cijelom svijetu.

Kao i ranije spomenute aplikacije, korisnik modelira proizvodni sustav pomoću grafičkog sučelja, u obliku dijagrama toka, kao što je pokazano primjerom na slici [5.14]. Manipulacijom dijagrama toka korisnik određuje hoće li se analizirati cijeli proizvodni sustav, ili koji od njegovih dijelova.



Slika 5.14 Grafički prikaz proizvodnog sustava u računalnoj aplikaciji GaBi [31]

GaBi softver je dostupan u dvije verzije *lean* i *professional* koje sadrže solidnu platformu za provođenje LCA analize procesa, proizvoda ili usluge.

Kao i SimaPro, GaBi se odlikuje mogućnostima primjene raznim metoda za provođenje LCIA analize. Korisnik može koristiti metode poput EDIP, Eco-indicator 95, Eco-indicator 99, Ecological Scarcity Method (UBP), CML 1996 i CML 2001.

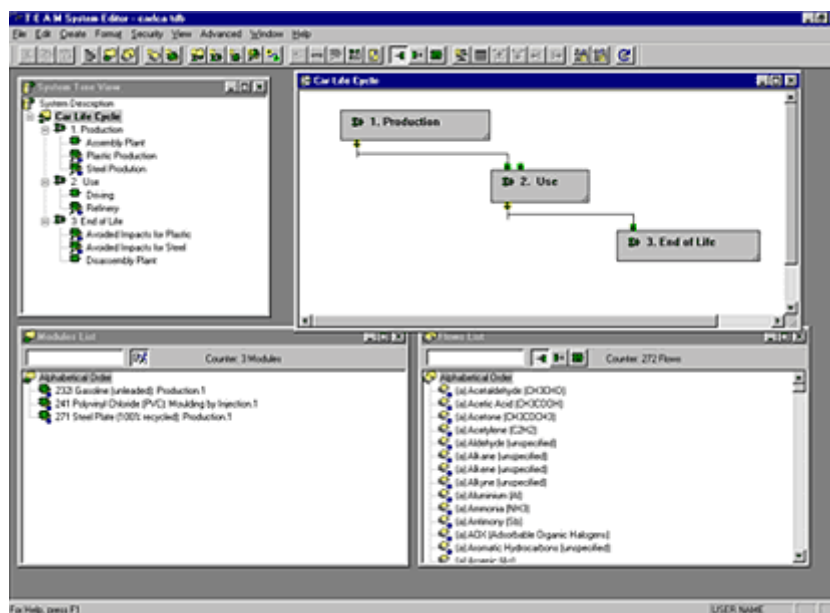
GaBi pruža i mogućnost provedbe TCA analize, te u svojoj bazi sadrži indikatore cijena za više od 200 materijala, kemikalija i ponuđača energija

## TEAM™ (Tools for Environmental Analysis and Management)

TEAM™ predstavlja Ecobilanov<sup>32</sup> fleksibilan alat za provođenje LCA analize. TEAM™ omogućuje opis idustrijskog sistema i izračun njegovog ukupnog inventar i potencijala učinka na okoliš prema ISO 14040 smjernicama. Njegova se fleksibilnost očituje

<sup>32</sup> Ecobilan predstavlja jednu od najsnažnijih konzultantskih tvrtki na polju LCA metoda sa tvrkama na čak 6 kontinenta.

u mogućnostima biranja više scenarija proizvodnje, mijenjanja pravila alokacije i granica sistema te načina zbrinjavanja otpada, slika [5.15].



Slika 5.15 Izrada procesa u Team softveru [5]

Uz baze Ecobilanove baze podataka korisnik ima i mogućnost njene nadogradnje i kasnijeg korištenja za drugi proces.

Od metoda za provedbu LCIA analize sadrži sve metode navedene i za prijašnje software.



## 6. LCA ANALIZA NA ODABRANOM PRIMJERU [32]

U ovom poglavlju biti će prikazana LCA analiza proizvoda tvrtke **Ariel** u Francuskoj. Prilikom izbora proizvoda za koji će biti sprovedena LCA analiza odlučujući faktor bila je dostupnost informacijama i povezanost proizvoda sa našim tržištem. Prvotna želja bila je prikazati LCA metodu proizvođača automobila Toyota. Proizvođač Toyota mnogo ulaže u razvoju ekološkog pristupa proizvodnji i posebice korištenju novih biorazgradivih materijala u svojim proizvodima. Ipak ta želja nije mogla biti ispunjena budući da tvrtka Toyota nije pozitivno odgovorila na naš upit sa obrazloženjem da njima LCA analiza novih tehnologija predstavlja značajnu kompetitivnu prednost koju ne žele još iznijeti u javnost. Druga ideja bila je prikazati LCA analizu i usporedbu tri različite vrste izolacija tvrtke Rockwool, no njihov odgovor bio je suviše kratak i subjektivan. Takva pojava i nije tako strana budući da tvrtke, posebice one koje koriste tehnologije značajnog utjecaja na okoliš, u mnogim slučajevima koriste LCA analizu kako bi javnosti prikazali njihov ekološki utjecaj manjim nego što stvarno jest ili kako bi samo prikazali poboljšanja jednog proizvoda u odnosu na drugi bez prikaza količine štetnih tvari koje i prvotni i novi proizvod otpušta u prirodu. Sa druge strane tvrtka Ariel bila je vrlo pristupačna i pozitivno je odgovorila na sve upite i ponudila je sve potrebne informacije kojima će se prikazati LCA analiza njihova proizvoda.

LCA analiza prikazat će se kroz sve točke objašnjene u prijašnjem poglavlju i postavljene prema ISO standardima. Samu LCA analizu za tvrtku Ariel sprovedla je tvrtka Procter&Gamble koja već godinama provodi razna visoko priznata istraživanja isključivo proizvoda namijenjenih za pranje i čišćenje. Poticaj za obradu LCA analize ovog proizvoda potaknut je i činjenicom da je tvrtka Ariel nedavno izdala na tržište novi proizvod pod nazivom **ASE – Ariel Saves Energy** [6.1] koji omogućuje korisnicima pranje na mnogo nižim temperaturama od uobičajenih.



Slika 13.1. Oznaka ASE proizvoda

Kod pranja rublja vrlo je važna i kakvoća vode pa je još uvijek nemoguće ispuniti pun potencijal ovog proizvoda u zemljama koje su opskrbljene teškom vodom. Korištenjem takvog novog proizvoda prema istraživanju korporacije ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie) koristi se 5 puta manje energije za jedan ciklus pranja na 30°C od ciklusa pranja na 90°C.

Osim analize ASE proizvoda biti će prikazana i usporedba znatih deterdženata i onih na tekućoj bazi, te će se prikazati usporedba takvih proizvoda proizvedenih prije desetak godina u odnosu na današnje vrijeme.

## 6. 1. SVRHA I OPSEG LCA ANALIZE

Svrha ove analize je kvantificirati potencijalni utjecaj novog proizvoda (ASE) na okoliš i usporediti njegove ekološke kvalitete sa kvalitetama i nedostacima klasičnih Arielovih proizvoda. Rezultati studije će i otkriti potencijalne mogućnosti smanjenja utjecaja na okoliš njegovom analizom po poznatom principu od kolijevke-do-groba. Nadalje analiza će pokazati potencijalne ekološke prednosti povezane sa niskom potrošnjom energije ali i moguće nedostatke uzrokovane uporabom novih kemikalija pri proizvodnji ASE proizvoda.

Cijela studija rađena je prema smjernicama ISO standarda, pa će stoga ova analiza sadržavati sljedeće točke:

- ISO 14040 Environmental management - Life cycle assessment – Opće smjernice za ocjenjivanje utjecaja proizvoda na okolinu (1997.)
- ISO 14041 Environmental management - Life cycle assessment – Definiranje cilja i opsega, analiza faze popisivanja (1998.)
- ISO 14042 Environmental management - Life cycle assessment – Procjena utjecaja (2000.)
- ISO 14043 Environmental management - Life cycle assessment – Interpretacija (2000.)

### Analiza proizvoda

Budući da je ova analiza zbog dostupnosti podataka sprovedena za područje Francuske i Zapadne Europe ukratko će se opisati proizvodi tvrtke Ariel korišteni upravo u Francuskoj. Tvrtka Ariel na tržištu nudi razni izbor deterdženata: obični prašak, kompaktni prašak, tablete za pranje, razrijeđene tekućine i kompaktne tekućine. Zastupljenost pojedinog proizvoda na tržištu prikazana je u sljedećoj tablici:

PROIZVOD	FRANCUSKA (%)	
	UKUPNO TRŽIŠTE	ARIEL BRAND
<b>Obični prašak</b>	<b>32</b>	<b>35</b>
Kompaktni prašak	2	1
<b>Razrijeđeni tekući deterdžent</b>	<b>44</b>	<b>38</b>
Kompaktni tek.deterdžent	5	5
Tablete	17	21

Tablica 6.1. Tržište deterdženata u usporedbi sa Arielovim brandom.

Iz tablice [6.1] je vidljivo da veliku većinu proizvoda na tržištu čine obični prašak i razrijeđena tekućina pa će se i sva daljnja LCA analiza bazirati na ova dva proizvoda. Za točnost rezultata LCA analize važna je i točna pretpostavka navika korisnika proizvoda. Sljedeća tablica prikazuje podatke vezane uz navike korisnika 5 najvećih tržišta deterdženata u Zapadnoj Europi<sup>33</sup>

<sup>33</sup> Tablica je preuzeta sa URL: [www.scienceinthebox.com](http://www.scienceinthebox.com)

5 Biggest european Countries		GB	Germany	France	Italy	Spain
Different Product forms used as % of total market	Regular Powder	49%	25%	38%	57%	66%
	Compact Powder	0%	40%	4%	0%	2%
	Tablet	28%	8%	17%	2%	9%
	Liquid	16%	26%	37%	41%	23%
	Liquitab	7%	1%	4%	0%	0%
% Loads washed at different temperatures	<40°C	4%	4%	30%	40%	87%
	40°C	69%	69%	36%	23%	9%
	50°C	9%	9%	4%	7%	1%
	60°C	15%	15%	21%	24%	2%
	>70°C	3%	3%	9%	6%	1%
% Consumers using:	Fabric Softener	74%	46%	62%	67%	88%
	Bleach/Additives	2%	4%	14%	33%	49%
	Pre-treating	11%	8%	14%	14%	14%
	Pre-wash	13%	18%	26%	31%	23%
	Soak or Scrub	14%	13%	13%	39%	24%
	Average load size	2,8 kg	2,8 kg	2,8 kg	3,3 kg	/
Washes per 2 weeks		13,2 (Machine)	6,0 (Machine)	7,2 (Machine)	7,9 (Machine)	9,5 (Machine)
		0,3 (Hand)	0,3 (Hand)	0,2 (Hand)	1,6 (Hand)	0,8 (Hand)

Tablica 6.2 Navike korisnika deterdženata u 5 europskih zemalja

Ova studija ipak neće uzimati u obzir korištenje omekšivača ili nekih drugih aditiva tokom pranja kao ni mogućnost predpranja, ručnog pranja i sušenja budući da se pretpostavlja da se te navike ne mijenjaju za korištenje proizvoda za koje će biti provedena LCA analiza.

### Usporedba proizvoda

Budući da se ovom studijom uspoređuje novi ASE proizvod i Arielovi proizvodi iz 2001 i 1998. godine, a svi proizvodi mogu biti u obliku praška ili tekućine, ukupno uspoređujemo 6 proizvoda. Sljedeća tablica pokazuje formulaciju proizvoda.

	Zrnati prašak			Tekući deterdženti		
	1998	2001	2006	1998	2001	2006
Specifikacije pakiranja	2.43kg UK bag	2.43kg UK bag	2.43kg UK bag	3L bottle	3L bottle	3L bottle
Ukupna težina (g/pakovanju)	147.7	147.7	147.7	243.72	243.72	243.72
Primarno (g/pakovanju)	20.2	20.2	20.2	151.6	151.6	151.6
Transport (g/pakovanju)	127.5	127.5	127.5	92.12	92.12	92.12 x
Corrugated cardboard	x	x	x		x	x
LbPE	x	x	x	x	x	x
HbPE				x	x	x x
Paper					x	x
Starch adhesive	x	x	x			
PP				x	x	x

Formulacija						
AE3S-pc (CEFIC/ECOSOL)	x	x		x		
AE7-pc (CEFIC/ECOSOL)	x	x	x	x	x	x x
AE11-PO (CEFIC/ECOSOL)			x	x		x x
Antifoam (bow)	x	x	x	x		
APG-CNO (CEFIC/ECOSOL)						
AS-pc (CEFIC/ECOSOL)	x	x	x	x	x	x x x
Cationic (Ta quat - EMPA)		x	x			
Citric acid (FAL)	x	x	x			x
CMC (EMPA 99)	x	x	x		x	x
FWA bAS-1 (EMPA 99)	x	x	x			
LAS-pc (CEFIC/ECOSOL)	x	x	x			
Na-silicate (EMPA 99)	x	x	x			
Perborate tetrahydrate (EMPA 99)	x					
Percarbonate (EMPA 99)		x	x	x	x	x x x
Polyacrylate (EMPA 99)	x	x	x			
Enzymes (protease - Novozymes)	x	x	x			x x
SKS-6 (EMPA 99)	x	x				
Soap PKO/Ta (CEFIC/ECOSOL)		x	x		x	x x
Sodium carbonate (EMPA 99)	x	x	x		x	x x
Sodium sulfate (B250)	x	x	x		x	x x
Zeolite A powder (EMPA 99)	x	x	x		x	x x
Sodium Cumene Sulphonate (FAL)					x	x
Ethanol (FAL)				X (61.5%)	X (62.4%)	X (67.0%)
Propylene glycol (ORIGIN)				96.8%	96.2%	96.9%
Monoethanolamine (FAL)						
Caustic						
Softened Water						
Ingredient inventories covered	95.8%	94.3%	93.5%			
Vlažnost	3.5%	3.5%	3.9%	-	-	-
Inventories missing (no LCI data)						
HEbP	x	x	x		x	
bye	x	x	x	x	x	x x
Surfactant	x	x			x	x x
Boric acid					x	x x
Perfumes	x	x	x		x	x x
Calcium Chloride					x	
TAEb	x	x	x			
Polymer			x			
Soil release polymer	x	x		x	x	x x
EbbS	x	x	x			
Miscellaneous	x	x	x		x	x
Percentage of formula (excluding moisture)	4.2%	5.7%	6.5%	3.2%	3.8%	3.1%

Tablica 6.3 Usporedba formulacija tri Arielova proizvoda

Ova studija uzima u obzir promjene u formulaciji proizvoda i u načinu korištenja proizvoda. Neke od postavki analize su:

- Ključna promjena koja se javlja kod proizvodnog sistema ASE proizvoda uzrokovana je dodavanjem novih enzima i smanjenjem razine netopljivih anorganskih tvari kojima se poboljšava topljivost zrnatog deterdženta
- Prosječne temperature pranja uzete su iz više ranijih studija kompanije Procter&Gamble. Budući da i sama ušteda energije izravno ovisi o prosječnim temperaturama napravljeno je više scenarija koje je LCA analiza uzimala u obzir pri procjeni inventara.
- Promjene u pakiranju nisu uzete u obzir jer one nisu izravno povezane za promjene koje donosi ASE proizvod.
- Promjene u transportu tekućeg deterdženta i praška uzete su u obzir

**Energetska ušteda**

Kako je i navedeno glavina energetske uštede proizlazi iz činjenice da nam novi proizvod omogućuje pranje na nižim temperaturama negoli je to bilo moguće sa starijim proizvodima. Istraživanje ADEME agencije provedeno na funkcionalnoj jedinici od jednog pranja iste količine robe pokazalo je rezultate koji su dani u tablici:

T (°C)	Potrošnja energije (kWh/pranju)
15	0,2835
20	0,361
30	0,392
40	0,669
50	0,946
60	1,223
70	1,500
80	1,777
90	2,054

Tablica 6.4. Ušteda energije u ovisnosti o temperaturi pranja

**Distribucija temperature pranja**

Kako bismo bili u mogućnosti usporediti novije proizvode u odnosu na stare potrebno je i imati podatke o prosječnim temperaturama u vrijeme korištenja dotičnog proizvoda. Podaci su pruzeti iz dva različita istraživanja provedena 2001. odnosno 2006. godine. Oba su istraživanja provedena od strane tvrtke Procter&Gamble.

TEMPERATURA (°C)	2001.godina	2006.godina
15	5 %	0,87 %
20	2 %	0 %
30	23 %	33,41 %
40	36 %	44,44 %
50	4 %	0,93 %
60	21 %	16,72 %
70	0 %	0,28 %
80	0 %	0,90 %
90	9 %	2,45 %
<b>PROSJEČNA TEMPERATURA</b>	<b>45,15°C</b>	<b>41,54°C</b>

Tablica 6.5 Prosječne temperature pranja 2001. odnosno 2006.godine

Na temelju ovih rezultata postavljena su 2 scenarija za korištenje ASE proizvoda:

**1.Scenarij**

- ljudi će navike pranja mijenjati postepeno i u konačnici prati na temperaturi oko 20°C.
- pretpostavlja se ukupno 40% korisnika ni nema mogućnosti za tako nisko pranje ( zbog tehničkih karakteristika perilica rublja)
- 20% korisnika nikada neće promijeniti svoje navike, iako i imaju tehničke mogućnosti

## 2.Scenarij

-drugi scenarij predstavljao je optimističniji slučaj. Njime se pretpostavlja da će većina (89,5%) ljudi prihvatiti prednosti ASE proizvoda i koristiti ga pri 15°C, dok će 3,5% korisnika ostaviti svoju perilicu na 40°C, a 7 % korisnika će svoje rublje prati na 60°C.

### Vremensko ograničenje

Određuje se da će ova studija biti valjana jednu cijelu godinu od dana kada novi proizvod stigne na tržište

### Geografsko ograničenje

Iako se analiza radi za područje Francuske, pretpostavlja se da se zbog malih razlika u transportu i proizvodnji ova analiza može primijeniti za sve zemlje Zapadne Europe

### Pokazatelji utjecaja na okoliš

Rezultati LCI analize biti će predstavljeni kroz: potrošnju energije, potrošnju vode i ukupnog čvrstog otpada

Rezultati LCIA analize biti će predstavljeni kroz: potencijal klimatskih promjena, acidifikacije, fotokemijskog smoga, oštećenja ozonskog omotača, eutrofikacije, kancerogenosti i ekotoksičnosti

U sklopu analize proveden je i postupak normalizacije kako bi se ukazala značajnost pojedinog utjecaja njegovom usporedbom sa utjecajem koji ima cijela zemlja na okoliš. Grupe indikatora i njihov kratak opis dani su u tablici [6.5].

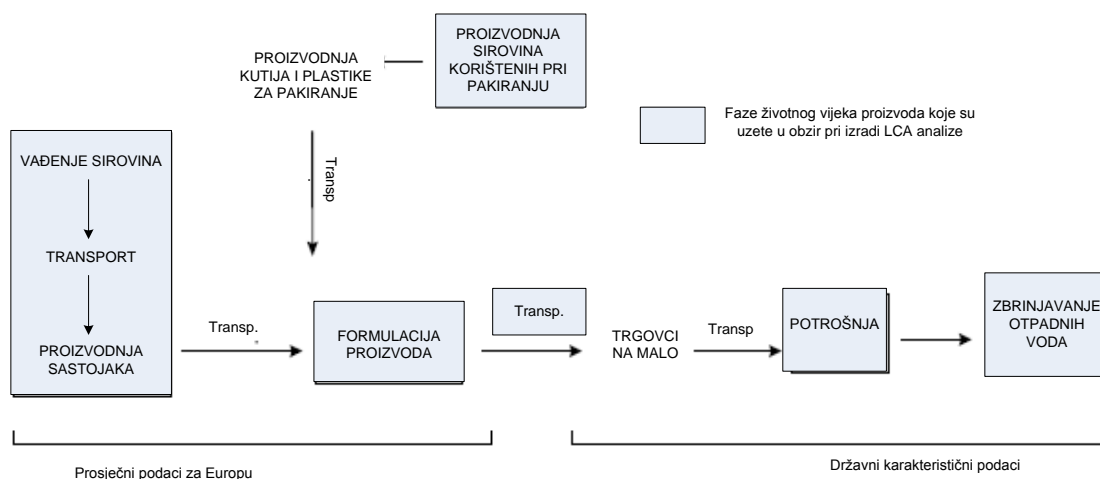
GRUPA INDIKATORA	INDIKATOR	OPIS
LCI indikatori	Potrošnja energije	Potsjetnik energije koji ukazuje na uštede povezane sa niskom temperaturom korištenja i drugačijim životnim vijekom proizvoda
	Kruti otpad	Uključuje mulj kao rezultat kemijske obrade proizvoda. Granice sistema ne uključuju zbrinjavanje materijala koji se koristi za pakiranje
	Potrošnja vode	Povezana je sa temperaturom ciklusa Pranja
LCIA indikatori	Klimatske promjene Acidifikacija Fotokemijski smog Oštećenje ozona Eutrofikacija Kancerogenost Ekotoksičnost	Izbor ovih indikatora bio je baziran na iskustvu i smjernicama knjige J. Guineea „priručnik lca metode“. Metodologija za dobivanje rezultata je cml 2000

Tablica 6.5 Pokazatelji LCI i LCA analize

**Funkcionalna jedinica**

Funkcionalna jedinica mora se definirati kako bi bilo moguće uspoređivati sve funkcije različitih proizvoda za koje se provodi LCA analiza

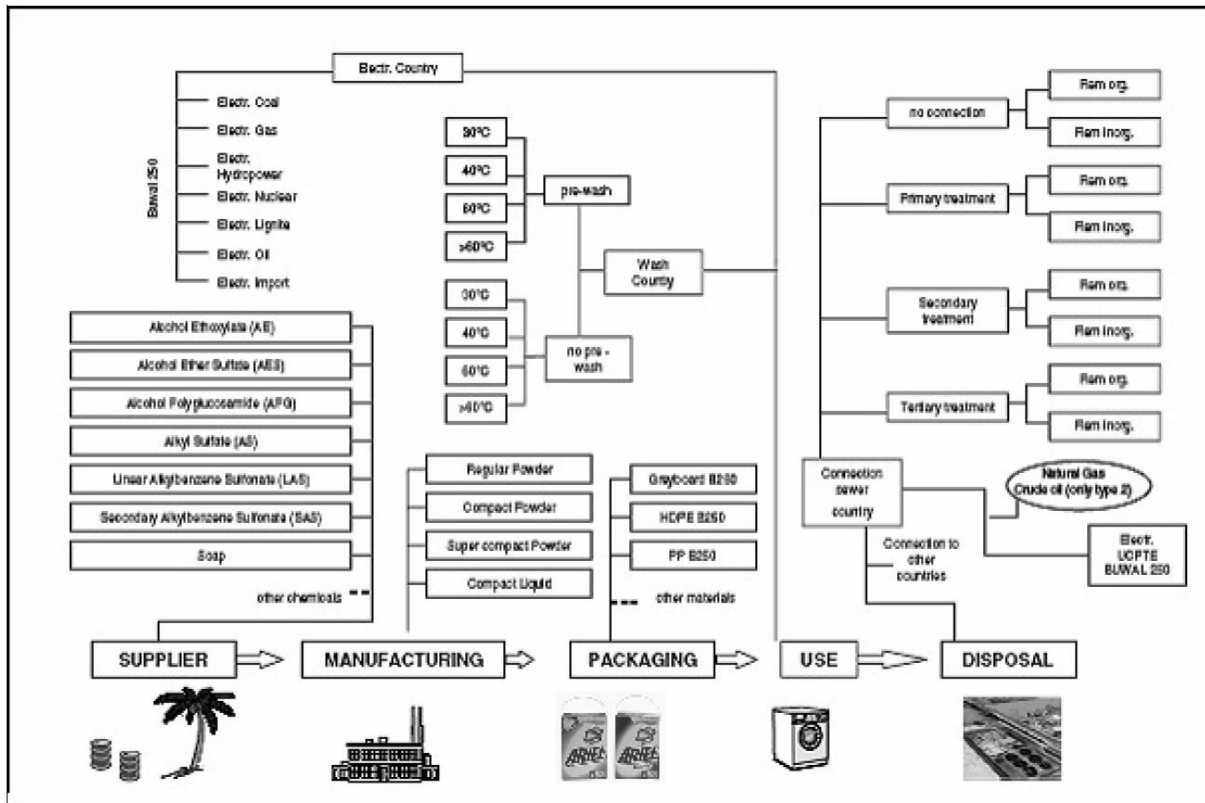
**Odabrana funkcionalna jedinica = 1 prosječno kućno pranje rublja**

**Postavljanje granica**

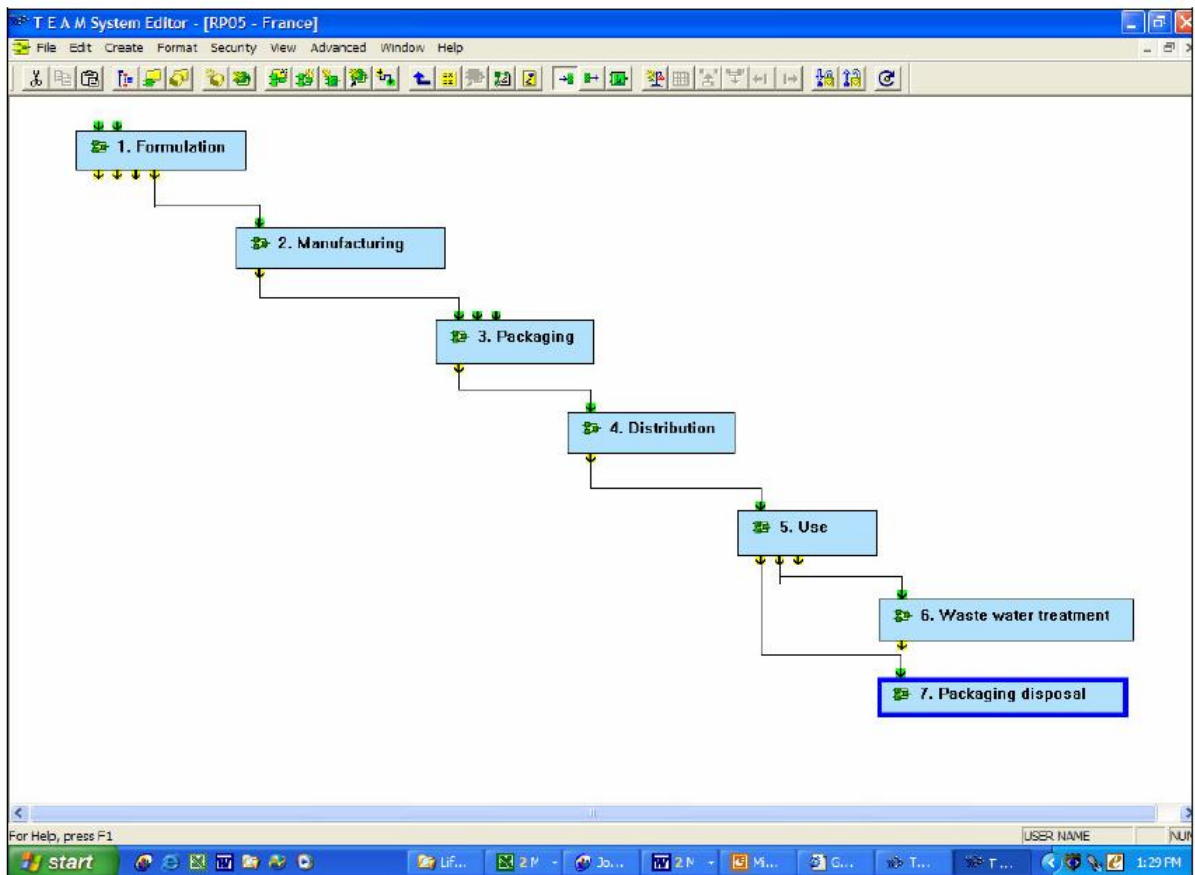
**Slika 6.1 Postavljene granice promatranog sustava**

Različite faze životnog vijeka proizvoda koje su uključene u ovu analizu su: dobava sirovina, formulacija i pakovanje gotovog proizvoda, transport od proizvodnje do trgovaca, korištenje proizvoda i zbrinjavanje otpada. Zbog nedostatka informacija granice analize ne obuhvaćaju transport sirovina do proizvodnog sustava, transport od trgovaca do korisnika i zbrinjavanje pakovanja proizvoda

Sljedeća slika prikazuje organizaciju životnog vijeka proizvoda i njenu implementaciju u softver TEAM



Slika 6.2 Životni vijek proizvoda



Slika 6.3 Izrada životnog vijeka u TEAM softveru



### **Alokacija**

U ovom slučaju nikakva alokacijska pravila nisu se imala potrebu primjeniti

### **Kalkulacija**

Podaci su uneseni u komercijalni softver TEAM čija se baza podataka koristila za definiranje ukupnog inventara. Rad softwera opisan je u prijašnjim poglavljima.

## **6. 2. FAZA POPISIVANJA**

### **Prikup podataka**

Izvor većine podataka je P&G Europska baza podataka za deterdžente rublja verificirana Ecolabel sistemom i ti su podaci dani u *prilogu I*, a navedeni su podaci koji su se računali ili prikupljali iz drugih baza.

#### *Potrošnja energije*

Uz već objašnjenu potrošnju energije u *prilogu I* su popisani svi izvori potrošnje energije. Stvarni izvori potrošnje energije i emisija koja proizlazi iz korištenja energije bazirani su na bazi podataka za proizvodnju energije u Francuskoj. Podaci o proizvodnji sastojaka bazirani su na modulu Europske proizvodnje energije.

#### *Sastojci proizvoda*

Izvori za formiranje LCI datoteke bili su baze podataka objavljene 1995.godine pod nazivom Tenside Surfacants kao i Franklin Associates USA i P&G baza podataka.

#### *Proizvodni proces*

Izvor podataka bili su baze podatak TEAM softwera

#### *Materijali za pakovanje*

Inputi i outputi za ovaj proces određeni su iz FOEFL<sup>34</sup> baze podataka za slučaj kartonskog pakovanja i iz APME<sup>35</sup> baze za slučaj pakovanja u plastičnim materijalima

#### *Transport*

Budući da se sastojci zrnatog praška proizvode u Londonu u kalkulacije je uračunato 50 km prekomorskog transporta i još 300 km cestovnog transporta.

---

<sup>34</sup> Swiss Federal Office of Environment, Forests and Landscape

<sup>35</sup> Association of Plastic Manufacturers in Europe

*Zbrinjavanje otpadnih voda*

Podaci za ovaj proces uzeti su iz više baza sa glavninom korištenja OECD 2004 baze podataka. OECD baza podataka razlikuje tri vrste zbrinjavanja voda sa različitim postotkom povezanih nastalih otpadnih voda, tablica [6.6]

OECD baza podataka	Francuska (%)
Bez tretmana	2.2
Primarni tretman	18.7
Sekundarni tretman	79.4
Tercijarni tretman	0

Tablica 6.6 Načini zbrinjavanja vode

**Rezultati LCI analize**

Kroz sljedeće tablice prikazani su iznosi energija i sirovina koji prolaze kroz cijeli proizvodni sistem. Iznosi su dobiveni zbrajanjem svog inventara relevantnog procesa kroz životni vijek proizvoda. Rezultati za pojedinu fazu su prema postotku doprinosa označeni **crvenom** (>50%), **plavom** (50%>X>30%), **zelenom** (30%>X >10%) i **crnom** (<10%). Kompletna tablica inventara nalazi se u *prilogu II*.

Tablica 6.7 Rezultati LCI analize za Arielov proizvod (prašak) iz 2001.godine

Tok	Jedinica	Ukupno	Formulacija	Proizvodnja	Pakovanje	Transport	Upotreba	Zbrinjavanje voda	Zbrinjavanje otpada
Potrošnja energije	Mj	<b>14.32</b>	21.29 %	2.10 %	1.90 %	0.29 %	68.10 %	5.60 %	0.00 %
Potrošnja vode	litre	<b>72.86</b>	1.38 %	0.00 %	0.06 %	0.01 %	98.37 %	0.19 %	0.00 %
Kruti otpad	Kg	<b>0.094</b>	28.20 %	0.94 %	0.92 %	0.01 %	18.22 %	43.83 %	7.88 %

Tablica 6.8 Rezultati LCI analize za Arielov proizvod (prašak) iz 2006.godine

Tok	Jedinica	Ukupno	Formulacija	Proizvodnja	Pakovanje	Transport	Upotreba	Zbrinjavanje voda	Zbrinjavanje otpada
Potrošnja energije	Mj	<b>10.03</b>	23.22 %	2.33 %	2.11 %	0.33 %	64.54 %	7.47 %	0.00 %
Potrošnja vode	litre	<b>72.09</b>	1.26 %	0.00 %	0.05 %	0.00 %	98.52 %	0.17 %	0.00 %
Kruti otpad	Kg	<b>0.073</b>	26.69 %	0.95 %	0.93 %	0.01 %	15.54 %	47.92 %	7.96 %

Tablica 6.9 Rezultati LCI analize za Arielov proizvod (tekućina) iz 2001.godine

Tok	Jedinica	Ukupno	Formulacija	Proizvodnja	Pakovanje	Transport	Upotreba	Zbrinjavanje voda	Zbrinjavanje otpada
Potrošnja energije	Mj	<b>14.37</b>	18.91 %	1.54 %	4.76 %	0.05 %	69.05 %	5.69 %	0.00 %
Potrošnja vode	litre	<b>72.43</b>	0.70 %	0.06 %	0.08 %	0.00 %	98.95 %	0.21 %	0.00 %
Kruti otpad	Kg	<b>0.069</b>	14.21 %	1.14 %	1.99 %	0.00 %	24.93 %	43.57 %	14.16 %

Tablica 6.10 Rezultati LCI analize za Arielov proizvod (tekućina) iz 2006.godine

Tok	Jedinica	Ukupno	Formulacija	Proizvodnja	Pakovanje	Transport	Upotreba	Zbrinjavanje voda	Zbrinjavanje otpada
Potrošnja energije	Mj	<b>10.63</b>	23.15 %	2.08 %	6.39 %	0.07 %	60.92 %	7.39 %	0.00 %
Potrošnja vode	litre	<b>71.78</b>	0.70 %	0.06 %	0.08 %	0.00 %	98.95 %	0.21 %	0.00 %
Kruti otpad	Kg	<b>0.059</b>	16.432 %	1.34 %	2.33 %	0.00 %	19.17 %	44.15 %	16.59 %

### 6. 3. ODREĐIVANJE UTJECAJA NA OKOLIŠ

LCIA klasificira sve elemente i spojeve, koje tokom svog životnog vijeka proizvod emitira, na okolišne utjecaje koje ti elementi prouzrokuju. Za određivanje utjecaja na okoliš postoje mnoge metode, a u ovom slučaju korišteni su Eko-indikatori, CML2000 i metoda USES. Kroz sljedeće tablice prikazani su dobiveni rezultati za sve proizvode:

Tablica 6.11 Rezultati LCIA analize za Arielov proizvod (prašak) iz 2001.godine

LCIA indikatori	Jedinica	Ukupno	Formulacija	Proizvodnja	Pakovanje	Transport	Upotreba	Zbrinjavanje voda
Klimatske promjene	g eg.CO <sub>2</sub>	298	50.40 %	5.44 %	1.99 %	1.15 %	27.80 %	13.21 %
Oštećenje ozona	g eg.CFC-11	4.59E-05	75.79 %	0.00 %	1.60 %	5.23 %	10.95 %	6.43 %
Fotokemijski smog	g eg.C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.029	44.70 %	0.68 %	0.81 %	1.22 %	40.86 %	11.73 %
Kancerogenost	g 1,4-DCB eq	26.42	51.75 %	0.00 %	0.91 %	1.11 %	42.09 %	4.14 %
Acidifikacija	g eg.SO <sub>2</sub>	0.58	72.24 %	3.45 %	2.31 %	3.34 %	16.90 %	1.77 %
Eutrofikacija	g eg.PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.46	31.29 %	1.19 %	0.83 %	1.11 %	5.75 %	59.83 %

Tablica 6.12 Rezultati LCIA analize za Arielov proizvod (prašak) iz 2006.godine

LCIA indikatori	Jedinica	Ukupno	Formulacija	Proizvodnja	Pakovanje	Transport	Upotreba	Zbrinjavanje voda
Klimatske promjene	g eg.CO <sub>2</sub>	239	52.81 %	5.28%	1.93%	1.12%	22.83%	16.02%
Oštećenje ozona	g eg.CFC-11	3.70E-05	77.02%	0.00%	1.54%	5.06%	8.94%	7.44%
Fotokemijski smog	g eg.C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.022	46.79%	0.70%	0.83%	1.25%	35.59%	14.84%
Kancerogenost	g 1,4-DCB eq	19.55	55.29%	0.00%	0.96%	1.17%	37.36%	5.22%
Acidifikacija	g eg.SO <sub>2</sub>	0.49	76.35%	3.20%	2.14%	3.10%	13.25%	1.97%
Eutrofikacija	g eg.PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.46	27.22%	0.94%	0.65%	0.87%	3.82%	66.50%

Tablica 6.13 Rezultati LCIA analize za Arielov proizvod (tekućina) iz 2001.godine

LCIA indikatori	Jedinica	Ukupno	Formulacija	Proizvodnja	Pakovanje	Transport	Upotreba	Zbrinjavanje voda
Klimatske promjene	g eg.CO <sub>2</sub>	259	32.20%	2.15%	8.34%	0.24%	31.96%	25.10%
Oštećenje ozona	g eg.CFC-11	1.00E-05	35.64%	1.12%	4.55%	4.30%	50.22%	4.17%
Fotokemijski smog	g eg.C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.024	29.67%	1.37%	2.70%	0.26%	48.81%	17.19%
Kancerogenost	g 1,4-DCB eq	16.40	23.88%	1.51%	0.92%	0.29%	67.81%	5.60%
Acidifikacija	g eg.SO <sub>2</sub>	0.38	56.03%	1.85%	13.48%	0.91%	25.62%	2.11%
Eutrofikacija	g eg.PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.78	8.32%	0.24%	1.77%	0.12%	3.38%	86.18%

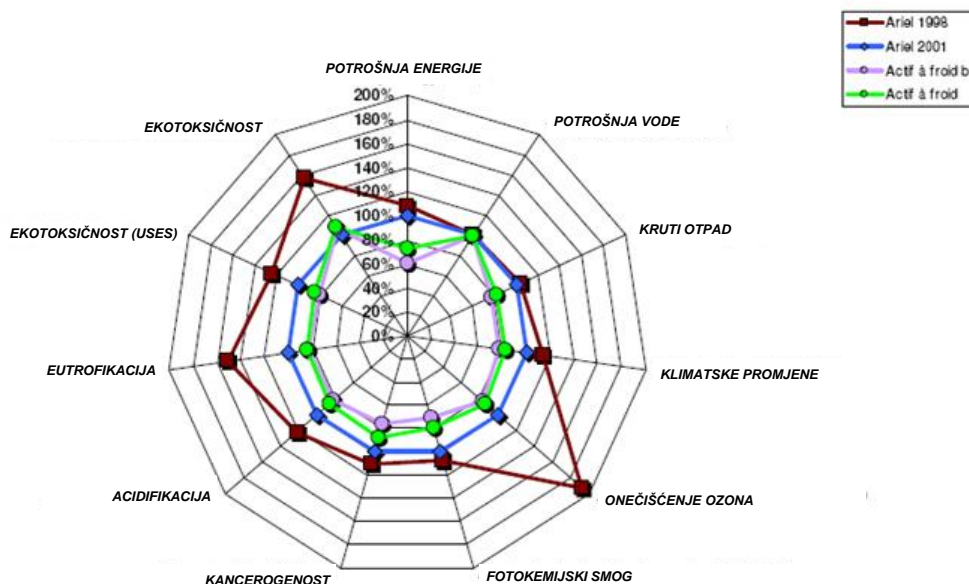
Tablica 6.14 Rezultati LCIA analize za Arielov proizvod (tekućina) iz 2006.godine

LCIA indikatori	Jedinica	Ukupno	Formulacija	Proizvodnja	Pakovanje	Transport	Upotreba	Zbrinjavanje voda
Klimatske promjene	g eg.CO <sub>2</sub>	219	36.83 %	2.57%	9.89%	0.28%	24.95%	25.48%
Oštećenje ozona	g eg.CFC-11	1.02E-05	53.96%	1.10%	4.45%	4.23%	32.20%	3.95%
Fotokemijski smog	g eg.C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.020	36.96%	1.69%	3.31%	0.32%	39.38%	18.35%
Kancerogenost	g 1,4-DCB eq	14.62	40.90%	1.71%	1.03%	0.32%	49.97%	6.06%
Acidifikacija	g eg.SO <sub>2</sub>	0.34	59.70%	2.14%	15.45%	1.05%	19.33%	2.33%
Eutrofikacija	g eg.PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.61	12.21%	0.31%	2.25%	0.15%	2.84%	82.24%

## 6. 4. INTERPRETACIJA REZULTATA

Zbog mogućnosti pogreške pri provođenju LCA analize i mogućih odstupanja realnih iznosa i onih uzeti iz baze podataka za definiranje inventara za fazu proizvodnje i formulacije ASE proizvoda postavljaju se i određene nesigurnosti u točnost dobivenih rezultata. Za potrošnju energije, otpadne vode, ukupnog čvrstog otpada, klimatskih promjena, acidifikacije i stvaranja fotokemijskih oksidanta moguća su odstupanja unutar 10 %. Za ostale vrste zagađenja moguća su odstupanja od 20%.

Prvi dijagram, tzv. paukova mreža, pokazuje odnose između pojedinih utjecaja za proizvode tvrtke Ariel iz 1998. i 2001.godine u usporedbi sa ASE proizvodom i slučajem potrošnje prema ranije postavljenim scenarijima.

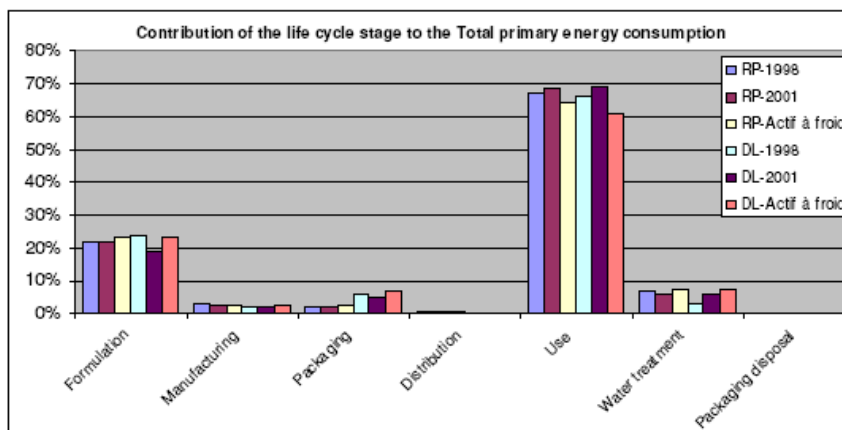


Za oba scenarija utvrđene su značajne prednosti ASE proizvoda na polju potrošnje energije, ukupnog otpada, potencijala klimatskih promjena, potencijala fotokemijskog smoga i acidifikacijskog i eutrofikacijskog potencijala (ušteda veća od 10%). Na polju potrošnje vode, oštećenja ozonskog omotača, kancerogenosti i ekotoksičnosti nisu utvrđene značajne razlike

(ušteda manja od 20%). Osim ušteta utvrđeno je i da korištenje ASE proizvoda ne stvara nikakve nedostatke za bilo koji od ocijenjenih indikatora.

### **Doprinos pojedinih faza životnog vijeka na iznos različitih indikatora**

#### *Primarna potrošnja energije*

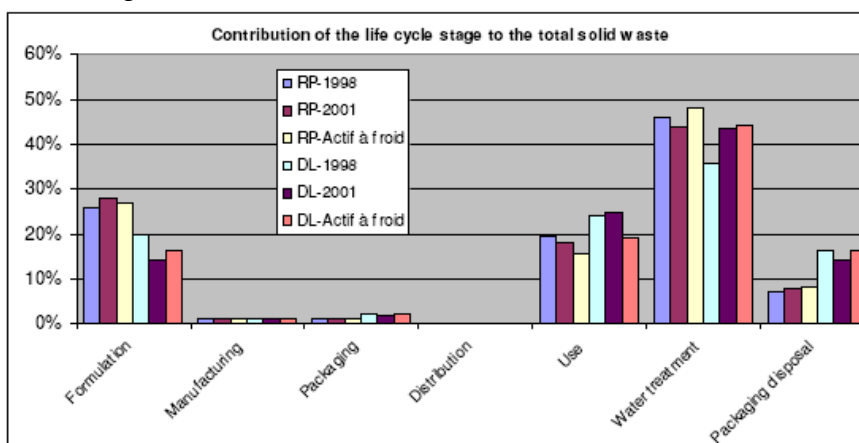


Neovisno o varijantama proizvoda (tekući ili zrnati deterdžent) ukupna potrošnja energije u najvećoj mjeri proizlazi iz faze korištenja.

#### *Potrošnja vode*

Budući da je 99% ukupne potrošnje vode u fazi korištenja, a zbog pretpostavke da smanjenje temperature ne uječe na količinu potrebne vode potrošnja vode je gotovo jednaka za sve proizvode.

#### *Ukupan čvrst otpad*

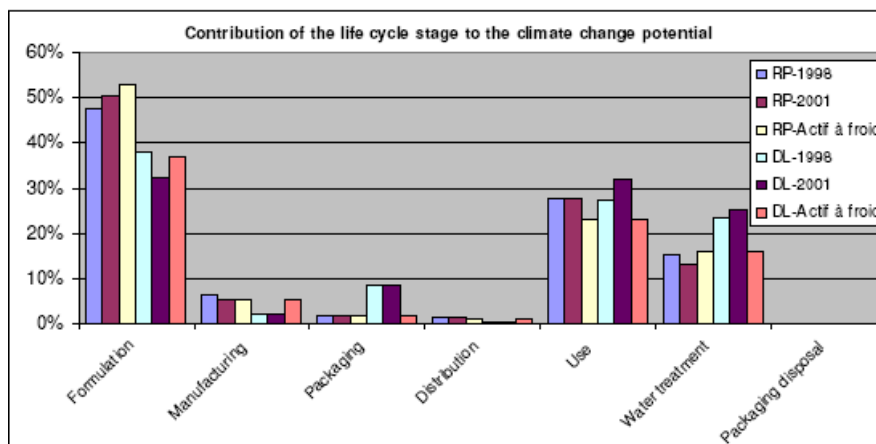


Iako jedan dio otpada proizlazi iz faze pakovanja i formulacije, u najvećoj mjeri on ovisi o zbrinjavanju otpadnih voda

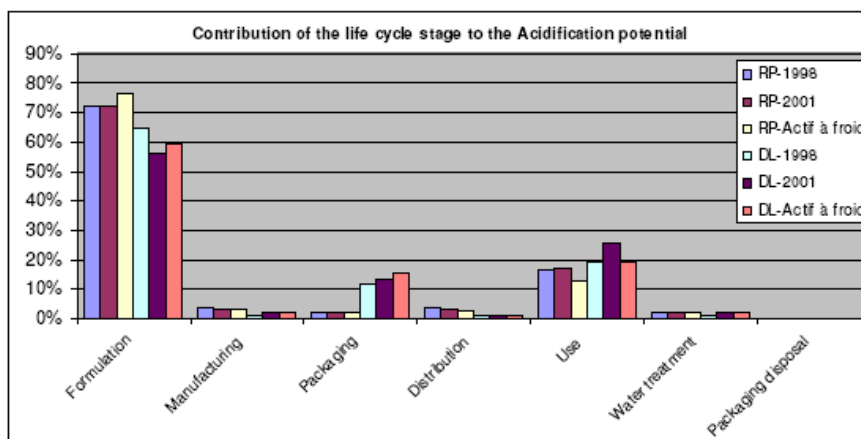
#### *Potencijal klimatskih promjena*

Glavnina potencijal stvara se za vrijeme korištenja (35-48%) i formulacije proizvoda (30-47%)  
Potencijal kancerogenosti

Dominantne faze za stvaranje ovog potencijal su faze proizvodnje i korištenja u kojima se stvaraju emisije  $\text{NO}_x$  i  $\text{SO}_x$ .

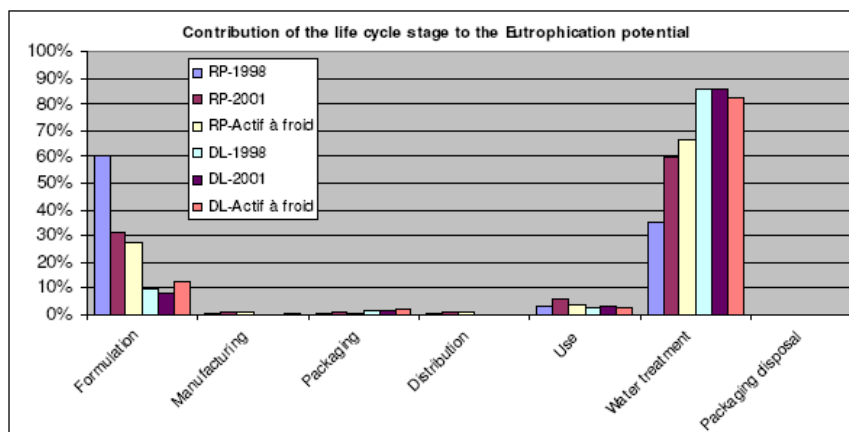


### Potencijal acidifikacije



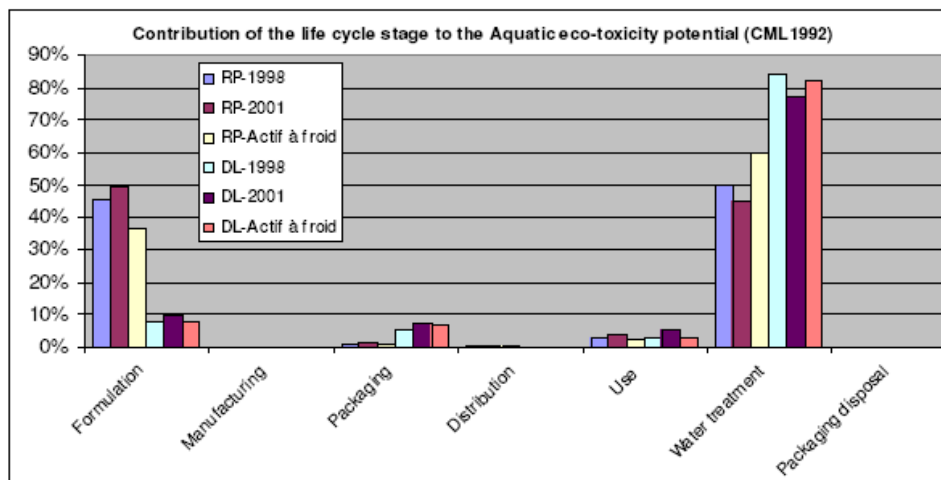
Potencijal većinom pokreće faza proizvodnje (57 – 77%), a u manjoj mjeri i faza korištenja

### Potencijal eutrofikacije

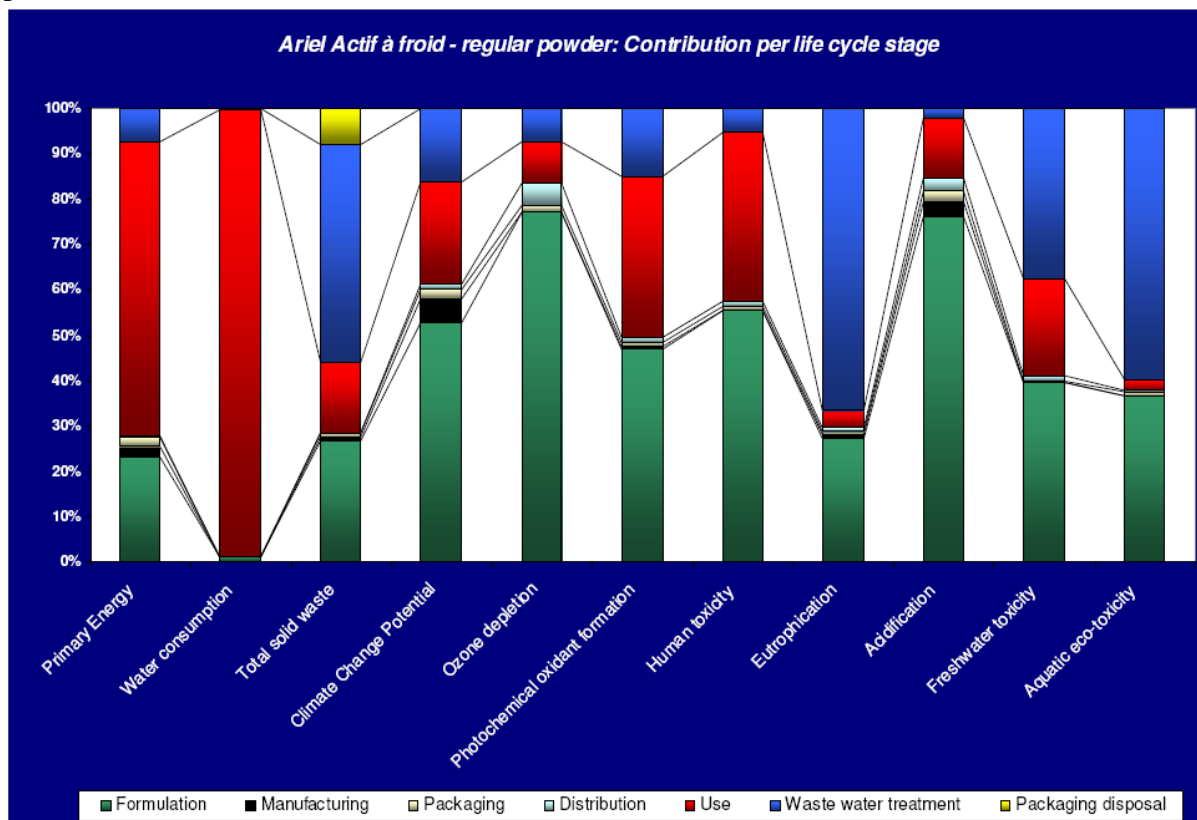


U najvećoj mjeri potencijal eutrofikacije pokretan je u fazi zbrinjavanja otpadnih voda.

*Potencijal eko-toksičnosti*



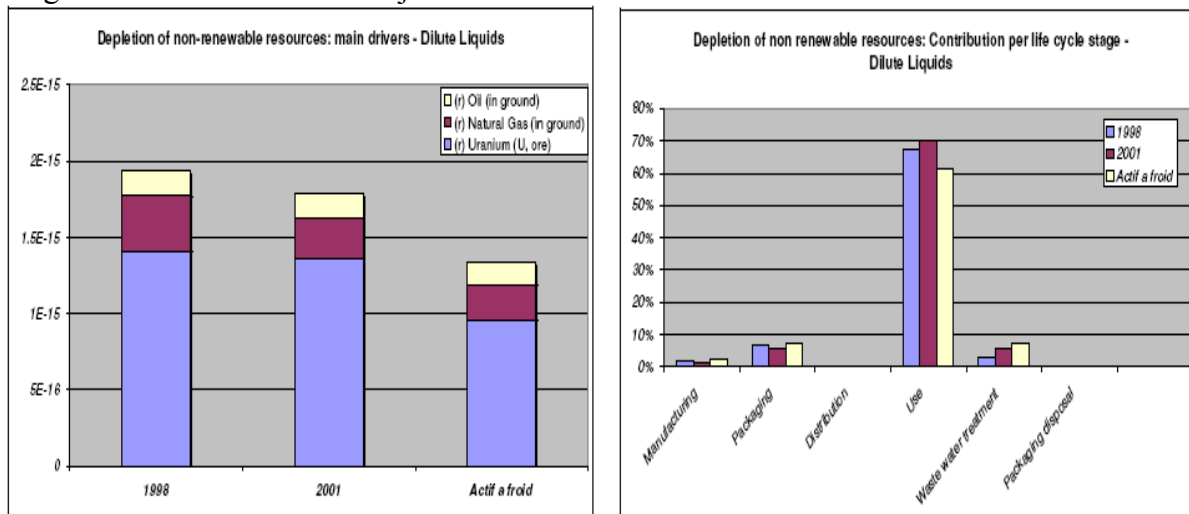
Za eko-toksični potencijal metodom dobiveni rezultati metodom CML 1992 pokazuju da su dominantne faze životnog vijeka zbrinjavanje otpadnih voda i proizvodnja sastojaka. Sljedeći graf objedinjuje doprinose svih faza pojedinom potencijalu zagađenja za tekući ASE proizvod.



Tablica 6.15 Utjecaj faza životnog vijeka na ukupni potencijal proizvoda po kategorijama

### Evaluacija potrošnje prirodnih resursa

Često se potrošnja prirodnih resursa ne uzima kao indikator utjecaja na okolinu i ovaj indikator nije se svrstao u grupu prijašnje pokazanih indikatora, no napravljena je kalkulacija i ovog indikatora i dobiveni su sljedeći rezultati:



Jasno je vidljivo da proizvodnja novog proizvoda zahtjeva mnogo manju potrošnju resursa, a da u najvećoj mjeri njen iznos ovisi o fazama formulacije i korištenja.

### Normalizacija

Kako bismo bolje interpretirali dobivene rezultate i bili u mogućnosti međusobno ih usporediti nužno je provesti korak normalizacije. U ovom koraku usporediti ćemo prinose proizvoda okolišu tokom jedne godine sa prinom cijele Francuske u istom razdoblju. Za indikatore LCI analize uzet je normalizacijski faktor specifičan za Francusku.

Za indikatore LCIA analize normalizacijski faktori koji su preuzeti vrijede za cijelu Zapadnu Europu. Uz pretpostavku da su iznosi tih indikatora ravnomjerno raspoređeni po građanstvu svi 15 zemalja, iznos normalizacijskog faktora za Francusku dobiva se jednostavnim računom.

$$NF = (F / EU15) \cdot NV$$

, gdje je

NF – normalizacijski faktor za Francusku

F – broj stanovništva Francuske (60,561,200)<sup>36</sup>

EU15- ukupan broj stanovnika svih 15 zemalja (385,383,400)<sup>37</sup>

NV – normalizacijska vrijednost za EU15

U narednim tablicama prikazane su vrijednosti indikatora za Ariel proizvod i vrijednosti normalizacijskog faktora cijele Francuske. Njihovom usporedbom može se predstaviti vrijednost pojedinog indikatora u mjeri prosječnog građanina.

<sup>36</sup> <http://europa.eu.int/comm/eurostal>

<sup>37</sup> <http://europa.eu.int/comm/eurostal>



Indikatori	Normalizacijski iznos	Normalizacijski faktor	Jedinica
Potrošnja energije	5,630,325,120	5,630,325,120	GJ
Ukupni kruti otpad	33,216,500,000	33,216,500,000	m <sup>3</sup>
Potrošnja vode	128,612,000	128,612,000	tone
Klimatske promjene	4,800,000,000,000	754,297,564,451	Kg CO <sub>2</sub> -eq
Oštećenje ozona	83,000,000	13,043,062	Kg CFC11-eq
Fotokemijski smog	8,200,000,000	1,288,591,673	Kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -eq
Kancerogenost	7,600,000,000,000	1,194,304,477,048	Kg 1,4 DCB-eq
Acidifikacija	27,000,000,000	4,242,923,800	Kg SO <sub>2</sub> -eq
Eutrofikacija	12,000,000,000	1,885,743,911	KgPO <sub>4</sub> -eq

Tablica 6.16 Normalizacijski faktori za oba Arielova proizvoda

Usporedbom dobivenih rezultata dobivamo vrijednosti koje uštedujemo jednogodišnjim korištenjem ASE proizvoda umjesto starih proizvoda

Elementi uštede	Iznos uštede	Normalizacijski faktor	Jedinica	Ekv.osoba
Potrošnja vode	13,011,459	33,216,500,000	tone	139,955
Potrošnja energije	49,374	5,630,325,120	GJ	23,249
Ukupni kruti otpad	2,324,510	128,612,000	m <sup>3</sup>	4,238
Klimatske promjene	160,324,649	754,297,564,451	Kg CO <sub>2</sub> -eq	12,872
Eutrofikacija	335,343	1,885,743,911	KgPO <sub>4</sub> -eq	10770
Acidifikacija	223,862	4,242,923,800	Kg SO <sub>2</sub> -eq	3,195
Fotokemijski smog	18,410	1,288,591,673	Kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -eq	865
Kancerogenost	12,929,330	1,194,304,477,048	Kg 1,4 DCB-eq	656
Oštećenje ozona	12	13,043,062	Kg CFC11-eq	55

Tablica 6.17 Prikaz uštede novog Arielovog proizvoda u odnosu na zastarjeli

Normalizirane vrijednosti potvrđuju da postoje znatne prednosti ASE proizvoda u odnosu na stare proizvode. Uštede u potrošnji energije i vode te u količinama otpada od značajnog su iznosa, s time da bi ušteda energije bila daleko najveći razlog korištenja ASE proizvoda. Novi proizvod također pokazuje smanjenja potencijala u kategorijama klimatskih promjena, eutrofikacije i acidifikacije te u manjem djelu kancerogenosti, oštećenja ozona i fotokemijskog smoga.

Prema analizi svih rezultata može se zaključiti da novi Arielov proizvod predstavlja dobro ulaganje tvrtke u svrhe poboljšanja kvaliteta svojih proizvoda i nepravedno bi bilo ne zaključiti da je ASE proizvod pravi primjer eko-proizvoda.

## **6. 5. KRITIKE LCA ANALIZE**

Ova je analiza pokazala prednosti koje donosi ASE proizvod, što je vjerojatno i bio pravi cilj njenog provođenja. Iako je metoda slijedila sve smjernice ISO standarda postoje postoje kategorije u kojima bi se analiza mogla provesti detaljnije.

Iako su prikazane prednosti ASE proizvoda, nisu primjerice pokazane promjene koje donosi korištenje takvog proizvoda. Iako to nemora umanjivati dobiveni rezultat, trebalo bi istražiti imaju li novi enzimi ikakvog negativnog utjecaja u dodiru sa kožom ili kako utječe na mekoću oprane robe. Ukoliko bi uz analizu bili prisutni rezultati i nekih drugih proizvođača mogli bismo dobiti pravi uvid u prednosti novog Arielovog proizvoda kao konkurenta na tržištu.

Nedostatak ove analize je i u tome što je većina korištenih podataka (za potrošnju vode, energije...) bazirana na istraživanjima provedenim 2002. godine ili ranije, pa postoji opravdana sumnja da su se rezultati takvih istraživanja promijenili. Također analiza upućuje na to da bi ušteda proizvoda za stanovnike Istočne Europe bila nešto manja zbog težine vode, no ta razlika nije prikazana.

Nepotpunost ove analize očituje se i u postavljenim granicama jer analiza ne pokriva cjelokupan transport kao ni zbrinjavanje materijala za pakovanje.

Također se može postaviti sumnja u scenarije, budući da ne postoji nikakva garancija da će se potrošnja proizvoda odvijati upravo prema pretpostavkama scenarija.

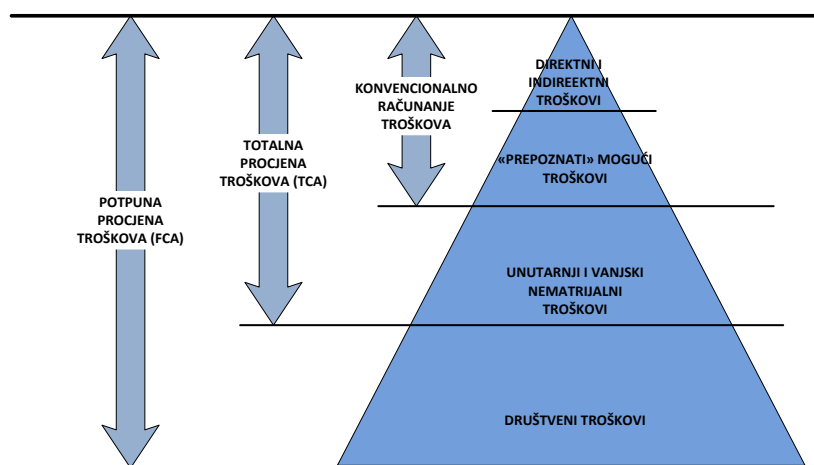
## 7. OSNOVE TOTAL COST ASSESSMENT – PROCJENE UKUPNIH TROŠKOVA

TCA je metoda koju je razvio Američki Institut za Kemijske Inženjere (AIChE<sup>38</sup>) kako bi pomogao svojim članovima u lakšem donošenju odluke pružeci im saznanja o neizraženim troškovima vezanim uz okoliš i zdravlje. TCA služi za određivanja indirektnih troškova u proizvodnji vezanih uz utjecaje produkta na okolinu. Metoda se bavi kako unutarnjim (oni koji proizlaze iz samog poduzeća) tako i vanjskim (oni koji proizlaze iz društva) troškovima. Osim ove podijele troškova TCA često troškove dijeli na: troškove odgovornosti, unutarnje nematerijalne troškove i vanjske nematerijalne troškove. Njihov odnos prikazan je u tablici 7.1 [33]:

TIP TROŠKA	OPIS	PRIMJER
I. Direktni troškovi	Troškovi proizvodnje	Početni kapital, troškovi proizvodnje i održavanja, rada, sirovina i zbrinjavanja otpada
II. Indirektni troškovi	Dodatni troškovi poduzeća; troškovi nisu direktno vezani uz proizvodnju ili proizvod	Troškovi izvještavanja, praćenja proizvodnje i troškovi regulative
III. Troškovi odgovornosti	Potencijalne kazne i odgovornosti za proizvod	Novčane kazne nastale zbog neispunjenja funkcije proizvoda; tužbi zbog osobnih ozljeda i oštećenja imovine; oštećenja prirodnih izvora i troškovi industrijskih nesreća
IV. Nematerijalni unutarnji troškovi (plaćeni od strane tvrtke)	Teško mjerljivi ali realni troškovi nastali u poduzeću	Troškovi promoviranja; održavanja odanosti kupaca, morala radnika, zdravlja radnika; stvaranja imida i približavanja društvenoj zajednici
V. Nematerijalni vanjski troškovi	Troškovi koji imaju korijen u društvu	Utjecaj operacija na troškove stanovanja, degradacija staništa, učinak onečišćenja na zdravlje ljudi

Tablica 7.1. Podjela troškova prema TCA analizi

Glavna prednost TCA naspram konvencionalnih metoda je upravo u mogućnostima analize troškova tipa III., IV., i V.



Slika 7.1. Medusobni odnosi metoda procjene troškova[5]

<sup>38</sup> American Institute of Chemical Engineers

## 7. 1. IMPLEMENTACIJA

Sama provedba TCA analize uključuje **šest koraka** [33]:

1. Određivanje svrhe i opsega

U prvom koraku tim koji provodi analizu postavlja više scenarija čiji će se rezultat procjene troškova kasnije uspoređivati. Svrha može biti usporedba troškova proizvodnje dva različita proizvoda; usporedba starog i novog načina proizvodnje; usporedba dviju novih tehnologija. Naravno usporedba ne mora nužno biti dualna.

2. Postavljanje granica analize troškova

U ovom drugom koraku analize tim postavlja granice na postavljenu svrhu kako ne bismo dobili dvosmislene rezultate. Tim može procijeniti sličnost projekta sa nekim postojećim i time smanjiti opseg ulaznih podataka.

3. Identificiranje potencijalnih rizika

Ovim korakom se identificiraju svi izvori rizika provedbe postavljenih scenarija. Uz tako postavljene rizike svakom se scenariju pridaje određena vjerojatnost. Ova faza je jedna od najtežih budući da je zadatak tima postaviti vjerojatnosti na troškove situacija koje još nikad nisu bile provedene. Uz grupiranje troškova po grupam i uz svaki pojedini trošak postavlja se određena vjerojatnost njegovog nastanka

4. Popisivanje financijskog inventara

Tim postavlja iznos svakog troška. Za troškove tipa I. i II. ovaj je korak jednak onome koji se provodi kod tradicionalne usporedbe troškova. Za ostale se troškove najčešće postavlja iznos unutar određenih granica.

5. Provedba analize utjecaja

Sada kad su svi troškovi popisani oni se unose u softverski program koji nam izračunava rezultate. Kada su jednom postavke programa postavljene scenariji se jednostavno mogu mijenjati i prilagođavati novim promjenama čime se može dobiti uvid u čvrstoću ali i slabosti dobivenih rezultata.

6. Donošenje odluke

U ovom koraku rezultati se provode u odluke i bira se najbolji scenarij ili se sve opcije odbacuju.

## 7. 2. PRIMJER KORIŠTENJA TCA PROGRAMA

U ovom poglavlju kratko će se opisati rad na programu za analizu TCA. Pri analizi korišten je softverski paket TCAce. Ovu je analizu provela tvrtka VAEC uz potporu manjeg dijela stanovništva Vermona koji su postavili želju da njihovo gospodarstvo smanji utjecaje na okoliš a ujedno su i bili uključeni u projekt kao kooperanti tvrtci.

Cilj je analize bio odrediti najpovoljnije rješenje za izradu biorafineriju u gradu Vermontu. Tvrтка je postavila tri varijante scenarija:

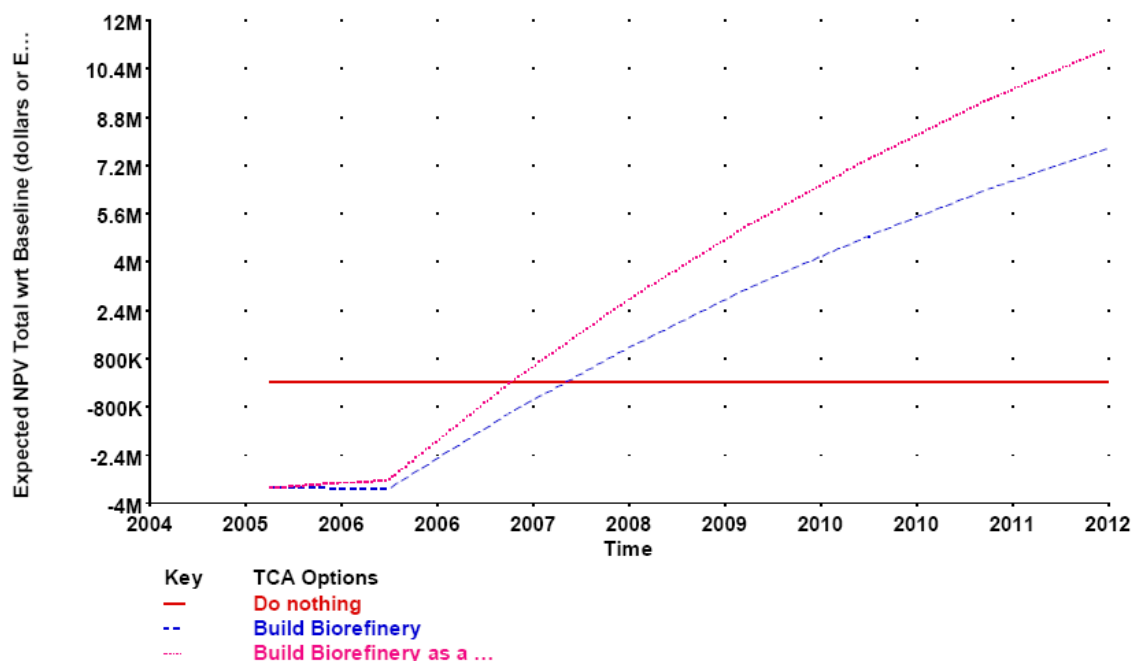
1. Ne učiniti ništa
2. Izgraditi biorafineriju sa vlastitim (tj. kupljenim sirovinama)
3. Izgraditi biorafineriju u kooperaciji sa proizvođačima šećerne trske

Troškovi I. i II. tipa

Ukupni troškovi izgradnje procijenjeni su između \$4 i \$6.12 milijuna sa najvjerojatnijim troškovima u iznosu od \$5 milijuna. Ovi su troškovi namijenjeni ulaganju u prvih 18 mjeseci i predstavljaju najveće troškove u ukupnom vremenskom intervalu za koji se analiza provodi, a to je 20 godina.

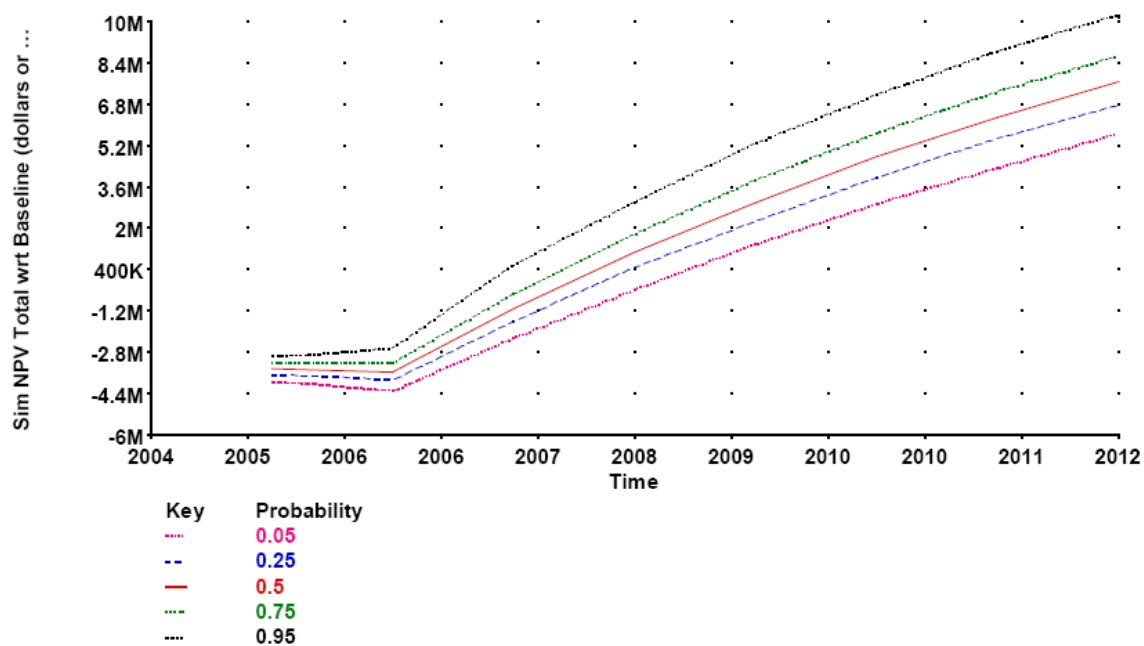
Troškovi proizvodnje, ne uključujući sirovine, iznosili su \$1,194,000. Ostali troškovi odnosili su se na cijenu sirovine, licenci, rukovanje otrovnim materijalima i testiranja.

Nakon što su postavljene i ostali troškovi i njihove vjerojatnosti i sami iznosi, *inventar* je unijet u program i dobiveni su sljedeći rezultati:



Slika 7.2 Promjena neto sadašnje vrijednosti za 3 scenarija tokom gotovo 7 godina [33]

Slika prikazuje odnos neto sadašnje vrijednosti za 3 scenarija kroz gotovo 7 godina. Vidljivo je da bi povratak investicije za scenarij 2 bio nakon 3 godine, dok bi povratak investicije za scenarij 3 bio za nešto više od 2 godine



Slika 7.3 Prikaz dobivenih raspodijela vrijednosti prema vjerojatnosti [33]

Slika prikazuje dobivene iznose neto sadašnje vrijednosti tokom godina provedbom 1000 simuliranih alternativa Monte Carlo metodom. Tako linija sa najnižim vrijednostima predstavlja tek 5 % najlošije dobivenih rezultata.

## 8. POTENCIJAL LCA U URBANIZMU

U posljednjem poglavlju ovog rada biti će prikazane mogućnosti korištenja LCA metode u urbanizmu sa ciljem smanjenja utjecaja gradova na okoliš i povećanja svijesti samog stanovništva o važnostima očuvanja okoliša. Budući da gradovi sami po sebi ne zagađuju okoliš, već to čine ljudi nužnošću ispunjenja potreba za korištenjem energije i vode, te stvaranjem otpada sam potencijal LCA analize bit će prikazan kroz postavljene ideje i smjernice koje bi nam trebale pokazati put prema održivom razvoju. Kako bismo mogli postaviti valjanu ideju, potrebno je znati što jednom gradu treba. Prema ovom kriteriju grad Rovinj bio je pravi izbor, budući da sam živeći ondje već 20-ak godina stekao najbolji uvid u potrebne moga grada. Iako su priložene ideje pisane razmatranjem potreba grada Rovinja one su apsolutno primjenjive i u svim drugim gradovima i naseljima. Izbor na g

Neke od ideja za stvaranje održivog grada mogle bi biti:

- Veće korištenje obnovljivih izvora energije kao što su solarne ploče, bio-dizel iz otpada, vjetrenjače.
- Raznim metodama poput zasađivanja stabala i proširenja zelenih površina, te stvaranja blještavih površina gdje god je to moguće možemo smanjiti potrebu za klima uređajima
- Poboljšanja u transportnom sistemu moguća su stvaranjem zona u kojima bi vožnja automobilom ili drugim transportnim sredstvom bila zabranjena. Za takve zone postojali bi javni prijevozi. Za Rovinj bi u slučaju stvaranja takvih zona trebalo osigurati i bar jedan električni kombi zbog potreba ponuđača turističkih usluga. Za veće gradove važna je i sama faza konstruiranja cesta u kojoj bi se mogli smanjiti udaljenosti putovanja
- Za neke veće gradove mogli bi se promijeniti i cijeli poljoprivredni sistemi izgradnjom poljoprivrednih zemljišta blizu samog grada, što uz smanjenje transporta pruža i potrebne zelene površine. Takvim sistemom mogle bi se i iskoristiti otpadne vode umjesto da se kao u slučaju Rovinja većinom ispuštaju u more
- Korištenje zelenih krovova
- Izgradnja nisko-energetskih kuća
- Izgradnja vrtova koji zahtjevaju malo vode (tzv.xeriscaping)
- Izgradnja adekvatne rasvjete grada kako bi se smanjilo svjetlosno zagađenje. Mogla bi se razmotriti izgradnja rasvjete pokretane solarnom energijom ili gradskih lampa koje ne sadrže aluminij.

Budući da je grad Rovinj tipičan predstavnik turističkog grada i opterećenju okoliša većinom pridonosi tokom turističke sezone, razmatrane su i mogućnosti smanjenja utjecaja na okoliš svih elemenata koje sa sobom povezuje turizam kao grana gospodarstva.

Turizam kao najveća i najbrže rastuća svjetska industrija ima značajan utjecaj na naš planet. Prema predviđanjima WTO-a<sup>39</sup> ove će godine broj međunarodnih globalnih dolazaka biti gotovo jednu milijardu, što pokazuje zapanjujući rast u odnosu na 1993. godinu (manje od 500 milijuna). Masovni turizam uzrokuje ozbiljna ekološka oštećenja (zagađenje zraka, vode; degradacija biološke raznolikosti). Znanstvenici predviđaju da će do 2015.godine više od 50% oštećenja ozonskog omotača biti uzrokovano zrakoplovnim transportom. Iako se taj utjecaj ne može pripisati isključivo turizmu, on ipak bitno pridonosi toj tezi. Naravno da je vrlo teško utjecati na takvu aktivnost no moguće su promjene na drugim područjima, primjerice na

<sup>39</sup> World Tourism Organisation

zbrinjavanju i smanjenju otpada. U prosjeku svaki građanin razvijene zmlje čini 1kg otpada dnevno, a za prosječnog turista taj je broj i dvostruko veći.

Već navedeni primjeri očuvanja okoliša većinom pokrivaju aktivnosti turizma koje zagađuju okoliš, pa je potrebno još navesti neke smjernice kojima bi se sam smještaj turista mogao učiniti kvalitetnijim po okoliš.

Najrelevantniji utjecaji na okoliš koji se odnose na turističke usluge smještaja ovise o faktorima kao što su [21]:

- Upravljanje vodama
- Uporaba kemikalija
- Gospodarenje otpadom
- Upotreba energije
- Otpadne vode kvaliteta
- Nabava ...

Europska Unija postavila je velik broj smjernica za smanjenje utjecaja na okoliš svakog od navedenih faktora. Kao dio uspješne provedbe tih smjernica dobiva se i certificirana ekooznaka Eko-cvijet. Dobivanje takve oznake može imati višestruke prednosti budući da osim uštede koja nastaje kao rezultat provođenja smjernica moguće je graditi imidž ponuđača zelenih usluga i time pridobiti sve veći broj potrošača svjesnih važnosti očuvanja okoliša.

Gotovo je nevjerojatan podatak da je uspješno provođenje svih smjernica sprovelo tek 10-ak manjih ponuđača turističkih smještaja iz 5 europskih zemalja (Austrija, Italija, Nizozemska, Grčka, Norveška), pa i takvo još neformirano tržište predstavlja veliku komparativnu prednost [22].

Turizam bi uvelike manje utjecao na okoliš ukoliko bi otpad odvajao i zbrinjavao na odgovarajući način, a moguće i ponovno iskoristio. Primjerice farmaceutski proizvodi za proizvodnju trebaju mlijeko, razni otpad poput povrća, masti i ulja mogao bi se koristiti za proizvodnju biogoriva. Hoteli bi mogli sa dobavljačima dogovoriti i vraćanje ambalaže, a poboljšanom kontrolom mogle bise smanjiti zalihe a time i otpad. Korištenje odgovarajućih sredstava za čišćenje zgrada i pročišćavanje voda, senzora za svjetla, postavljanje kanta za prihvat otpada i postavljanje naljepnica na sve proizvode koji se mogu reciklirati, samo su neke od metoda koje isprva izgledaju nevažno no u velikoj mjeri mogu smanjiti zagađenje okoliša

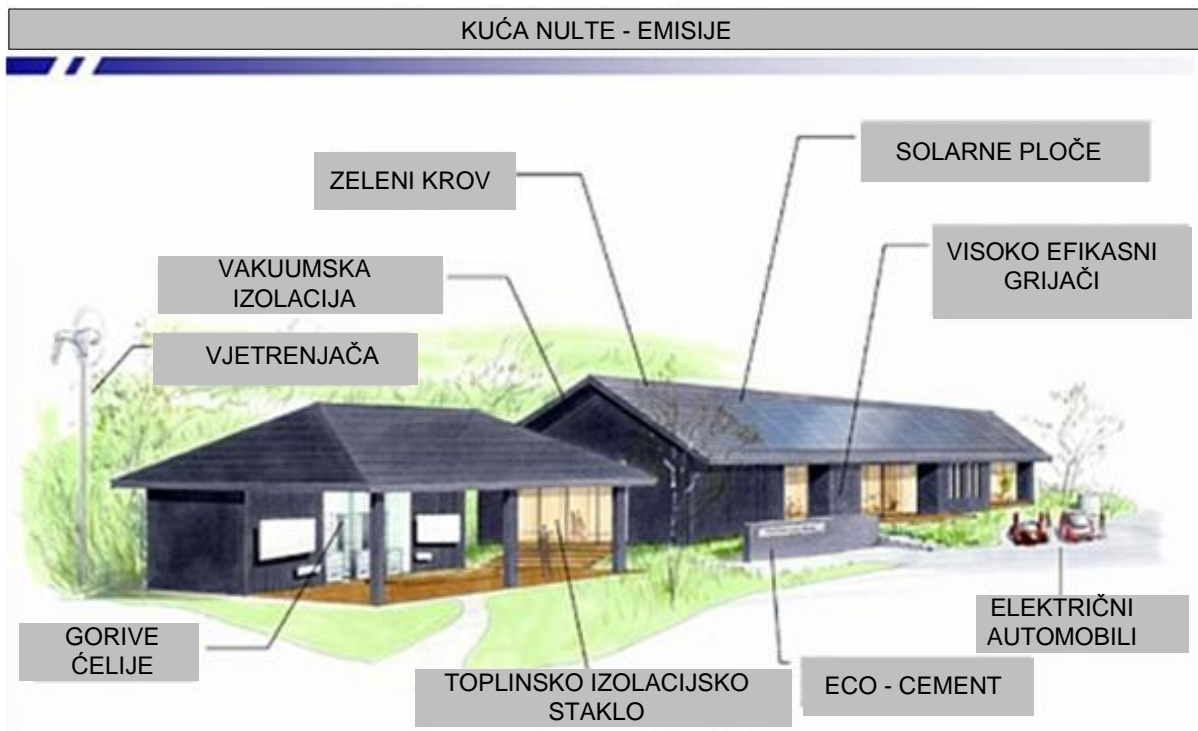
Da se uvelike ulaže u održivi razvoj pokazuje i novi projekt METI-a<sup>40</sup> nazvan “kuća nulte-emisije”. Takvu kuću karakterizira korištenje pri gradnji najnovijih tehnologija koje doprinose održivom razvoju zbog smanjenog korištenja energije i smanjenog utjecaja na okoliš. Kuća nulte emisije bit će opskrbljena solarnim pločama snage 14,5Kw i malom vjetrenjačom snage 1kW te će biti sposobna sama proizvesti energiju za kućanstvo.

Ostale primjenjene tehnologije prikazane su na slici [9.1]:

---

<sup>40</sup> Japan's Ministry of Economy, Trade and Industry





Slika 14.1. Japanski projekt kuće Nulte-emisije [5]

## 9. ZAKLJUČAK

Ništa se na svijetu ne događa bez posljedica. III. Newtonov aksiom naučili smo još u razrednim klupama, no ponekad se čini da prečesto zaboravljamo na njega. Nažalost, sve veće i po čovjeka nepovoljne promjene svakog dana nas podsjećaju na to. Podsjetnik naravno nije dovoljan da se situacija promijeni, nužno je reagirati.

Ideja koju ovaj rad predstavlja je ideja održivog razvoja. To je jedini način da budućnost ponudi budućim naraštajima bar jednake uvjete za razvoj kvalitete života. Imajući to na umu razvile su se mnoge metode ekološkog pristupa proizvodnji. U ovom radu ukratko su predstavljene takve metode, poput eko-dizajna i LCA (Life Cycle Assessment) metode.

Važno je uočiti da svaka uspješna metoda ne promatra samo gotov proizvod ili fazu njegove proizvodnje, već traži mogućnosti poboljšanja sagledavajući cijeli životni vijek proizvoda. LCA kao multifunkcionalni alat pokazuje zavidne mogućnosti za prikazivanje stvarnog utjecaja proizvoda, procesa ili usluge na okoliš ili neki drugi element koji je postavljen kao sastavni dio svrhe provedbe. Na primjeru LCA analize Arielovog proizvoda prikazane su mnoge prednosti, no i nedostaci analize poput uvijek prisutne mjere nesigurnosti u točnost dobivenih rezultata. Kako bismo umanjili tu nesigurnost potrebno je pažljivo koračati prema samoj njenoj realizaciji. Izbor odgovarajućeg opsega i svrhe, baze podataka, metode za analizu utjecaja i sama interpretacija od ključne su važnosti za uspjeh provođenja LCA metode. Nedostatak brige čovjeka o svom okolišu pokazao je da LCA analiza ima višestruke i raznovrsne mogućnosti primjene ne samo u industriji već i u svim aspektima ljudskog djelovanja.

Čovjek je pokazao da mari za svoje postupke stvarajući konstantno nove alate i koncepte koji otvaraju put ka smanjenju njegovog utjecaja na okoliš i postizanju konačnog cilja, održivog razvoja. Međutim sve tehnologija, uključujući i one sa razvijenim ekološkim pristupom, moraju djelovati u zajedništvu sa čovjekom. Stoga je uz odgovarajuću tehniku nužan i odgovarajući pristup čovjeka ka prirodi. Putokaz nam može biti pismo indijanskog poglavice Seattle-a iz 1854. godine, upućeno američkome predsjedniku u Washington kao odgovor na ponudu da bijelci kupe indijansku zemlju

*"Kako možete kupiti ili prodati nebo, toplinu zemlje? Ta ideja nam je strana. Ako mi ne posjedujemo svježinu zraka i bistrinu vode, kako vi to možete kupiti?"*

*Svaki dio te zemlje svet je za moj narod. Svaka sjajna borova iglica, svaka pješćana obala, svaka magla u tamnoj šumi, svaki kukac, sveti su u pamćenju i iskustvu moga naroda. Sokovi koji kolaju kroz drveće nose sjećanje na crvenoga čovjeka.*

*...Mi ćemo razmatrati vašu ponudu da kupite našu zemlju. Ali to neće biti tako lako. Jer ta zemlja je sveta za nas. Ta sjajna voda što teče brzacima i rijekama nije samo voda, već i krv naših predaka. Ako vam prodamo zemlju morate se sjetiti da je to sveto i morate učiti vašu djecu da je to sveto i da svaki odraz u bistroj vodi jezera priča događaje i sjećanja moga naroda. Žubor vode glas je oca moga oca. Rijeke su naša braća, one nam utažuju žeđ. Rijeke nose naše kanue i hrane našu djecu. Ako vam prodamo našu zemlju morate se sjetiti i učiti našu djecu da su rijeke naša braća, i vaša, i morate od sada dati rijekama dobrotu kakvu biste pružili svakome bratu.*

*...Zrak je skupocjen za crvenog čovjeka jer sve živo dijeli jednaki dah - životinja, drvo, čovjek. Bijeli čovjek ne izgleda kao da opaža zrak koji diše. Kao čovjek koji umire mnogo dana on je otupio na smrad. Ali ako vam prodamo našu zemlju morate se sjetiti da je zrak skupocjen za nas, da zrak dijeli svoj duh sa svim životom koji podržava. Vjetar što je mojem djedu dao prvi dah također će prihvatiti i njegov posljednji uzdah. I ako vam prodamo našu zemlju morate je čuvati kao svetinju, kao mjesto gdje će i bijeli čovjek moći doći da okusi vjetar što je zaslađen mirisom poljskog cvijeća.*

*...Morate naučiti svoju djecu da je tlo pod njihovim stopama pepeo njihovih djedova. Tako da bi oni poštivali zemlju, recite vašoj djeci da je zemlja s nama u srodstvu. Učite vašu djecu kao što činimo mi s našom da je zemlja naša majka. Što god snađe nju snaći će i sinove zemlje. Ako čovjek pljuje na tlo pljuje na sebe samoga.*

*To mi znamo: zemlja ne pripada čovjeku; čovjek pripada zemlji. To mi znamo. Sve stvari povezane su kao krv koja ujedinjuje obitelj. Sve stvari su povezane. "*

*Poglavica Seattle*

## 10. LITERATURA

[ 1 ]	Wenzel; H., Hauschild, M. Alting, L	Environmental Assessment of Products (Vol.1) "Methodology, tools and case studies in product development"	<i>Chapman &amp; Hall</i> , 1997.
[ 2 ]		<a href="http://unfccc.int/">http://unfccc.int/</a>	United Nations Framework Convention on Climate Change
[ 3 ]		<a href="http://www.umich.edu/">http://www.umich.edu/</a>	Internetske stranice Sveučilišta u Michiganu
[ 4 ]		<a href="http://www1.ipcc.ch">http://www1.ipcc.ch</a>	Intergovernmental panel on climate change
[ 5 ]		<a href="http://en.wikipedia.org/">http://en.wikipedia.org/</a>	"Wikipedia", internet enciklopedija
[ 6 ]		<a href="http://www.izvorienergije.com/">http://www.izvorienergije.com/</a>	
[ 7 ]		<a href="http://www.rsc.org/">http://www.rsc.org/</a>	
[ 8 ]	Peter Bartelmus	Toward a Frameworks for Sustainable Development	Ujedinjeni Narodi, 1994.
[ 9 ]		<a href="http://www.eoearth.org/">http://www.eoearth.org/</a>	The Encyclopedia of Earth
[ 10 ]	Svetoslav M. Novkov	Sustainability indicators-categorisation, usage, trends and basis for multi-criteria evaluation	Članak izdan na MOTSP 2009 konferenciji
[ 11 ]	Ivan S. Dakov, Svetoslav M. Novkov	Methodical approach for sustainability analysis of industrial enterprises	Članak izdan na MOTSP 2009 konferenciji
[ 12 ]	Grupa autora	Priručnik za društveno odgovorno poslovanje <a href="http://www.drustvena-odgovornost.undp.hr/">http://www.drustvena-odgovornost.undp.hr/</a>	UNDP, 2005.
[ 13 ]		Promoting a European framework for corporate social responsibility <a href="http://eur-lex.europa.eu/">http://eur-lex.europa.eu/</a>	Green paper, EU, 2001

[ 14 ]	Grupa autora	Smjernice za najbolje raspoložive tehnike – sustavi upravljanja okolišem <a href="http://www.mzopu.hr/">http://www.mzopu.hr/</a>	Projekt CARDS, 2004.
[ 15 ]		<a href="http://www.mzopu.hr/">http://www.mzopu.hr/</a>	Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva
[ 16 ]	Grupa autora	Industrial Ecology: An Introduction	National Pollution Prevention Center for Higher Education, 1995.
[ 17 ]	Allenby, B.	Industrial Ecology: The Material Scientist in an Environmental Constrained World	MRS, 1992.
[ 18 ]		Materijali sa International Institute for Industrial Environmental Economics at Lund University, Netherland	Chaltenham, 2006.
[ 19 ]	van Brkel,N.	Handbook on Environmental Technology Management	Chaltenham, 2006.
[ 20 ]		<a href="http://www.cro-cpc.hr/">http://www.cro-cpc.hr/</a>	Internet stranice Hrvatskog centra za čistiju proizvodnju
[ 21 ]		<a href="http://www.ecosmes.net/">http://www.ecosmes.net/</a>	Internet stranice Europskog servisa za zelenu proizvodnju
[ 22 ]	Karašić, M.	Utjecaj procjene životnog ciklusa proizvoda pri projektiranju tehnološkog procesa proizvoda	Diplomski rad, FSB Zagreb, 2007.
[ 23 ]		<a href="http://www.metaefficient.com">http://www.metaefficient.com</a>	
[ 24 ]		<a href="http://www.iso.org/iso">http://www.iso.org/iso</a>	Internet stranice Međunarodne organizacije za normizaciju (ISO)
[ 25 ]		<a href="http://www.ami.ac.uk/">http://www.ami.ac.uk/</a>	Sveučilište u Boltonu
[ 26 ]		<a href="http://www.europa.eu">http://www.europa.eu</a>	EC. Ecolabel
[ 27 ]		Life Cycle Management A Buisness Guide to Sustainability	United Nation Environmental Programme, 2007.

---

---

[ 29]		Međunarodna norma ISO 14044:2006 Environmental management-Life cycle assessment-Principles and framework	
[ 30]		<a href="http://www.pre.nl/">http://www.pre.nl/</a>	Internet stranice nizozemske tvrtke PRé Consultants
[ 31]		<a href="http://www.lca-center.dk">http://www.lca-center.dk</a>	Internet stranice danskog centra za LCA
[ 32]	Grupa autora	Comparative Life Cycle Assessment (LCA) of Ariel “Actif à froid” (2006), a laundry detergent that allows to wash at colder wash temperatures, with previous Ariel laundry detergents (1998, 2001).	Procter & Gamble,2006
[ 33]	Grupa autora	Biodiesel in Vermont—the environmental impact and the total cost <a href="http://www.earthshift.com/">http://www.earthshift.com/</a>	Case study, 2002.

---

---

# PRILOZI

## PRILOG I – IZBOR BAZE PODATAKA [ 33]

Energy Combustion and Production LCI's	
Name	Reference (TEAM)
111 Natural Gas: Production (Europ, 1996)	Laboratorium fur Energiesysteme \r\nETH, Zurich, 1996\r\nTeil 1, Erdgas\r\nPrimary source \r\nOECD/IEA, \r\nOil and Gas Statistics 1994\r\n, Paris 1991 adapted by Ecobilan expertise
111l Coal: Production	Laboratorium fur Energiesysteme \r\nETH, Zurich, 1996\r\nTeil 1: Kohle\r\npage 63-64\r\n\r\nPrimary source \r\nfor energy requirement \r\nDGMK-Arbeitskreis \r\nAnsatzpunkte und Potentiale zur Minderung des treibhauseffektes aus Sicht der fossilen Energietrager\r\n, Hamburg 1992\r\n\r\nfor atmospheric emissions \r\n1) DGMK-Arbeitskreis \r\nAnsatzpunkte und Potentiale zur Minderung des treibhauseffektes aus Sicht der fossilen Energietrager\r\n, Hamburg 1992\r\n\r\n2) \r\nLuftreinhaltung 88; Tendenzen-Probleme-Lösungen\r\n, Umweltbundesamt Berlin 1989\r\n\r\n3) Landtag Nordrhein-Westfalen, Drucksache 11/5438 \r\nReduzierung der durch Kokereien verursachten Umweltbelastung\r\n, Düsseldorf Mai 1993\r\n\r\nfor waste water \r\nTippmer K. in Steinmetz E. (Hrsg.) \r\nKokertechnik\r\n, Haus der Technik - Vortragsveöffentlichungen, Heft 537, \r\nRückgewinnung von Prozess und Brauchwasser sowie Wertstoffen aus dem Abwasser der Kokerei KT 45\r\n, Essen 1988
232l Diesel Oil: Production	Laboratorium fur Energiesysteme \r\nETH, Zurich, 1996\r\nTeil 1, Erdöl\r\nPage 173-174\r\n\r\nPrimary source \r\n1) Schmidt K.H, Romey I, \r\nKohle, Erdöl, Erdgas; Chemie und Technik\r\n, Würzburg 1981. \r\n\r\n2) Concawe (Hrsg.), \r\nQuality of aqueous effluents from oil refineries in western europe\r\n, Concawe report n°84/53, Brussels 1984. \r\n\r\n3) Concawe (Hrsg.), \r\nOil refineries waste survey -disposal methods, quantities and costs\r\n, Concawe report n° 5/89, Brussels 1989. \r\n\r\n4) Concawe (Hrsg), \r\nPerformance of Oil Industry Pipeline in Western Europe Statistical Summary of Reported Spillages-1994\r\n, Concawe report n° 4/95, Brussels 1995. \r\n\r\n5) <Raffoil 1991> Vertrauliche Informationen einer modernen, westeuropaischen Raffinerie, 1991.
232l Gasoline (unleaded): Production	Laboratorium fur Energiesysteme \r\nETH, Zurich, 1996\r\nTeil 1, Erdöl\r\nPage 173-174\r\n\r\nPrimary source \r\n1) Schmidt K.H, Romey I, \r\nKohle, Erdöl, Erdgas; Chemie und Technik\r\n, Würzburg 1981. \r\n\r\n2) Concawe (Hrsg.), \r\nQuality of aqueous effluents from oil refineries in western europe\r\n, Concawe report n°84/53, Brussels 1984. \r\n\r\n3) Concawe (Hrsg.), \r\nOil refineries waste survey -disposal methods, quantities and costs\r\n, Concawe report n° 5/89, Brussels 1989. \r\n\r\n4) Concawe (Hrsg), \r\nPerformance of Oil Industry Pipeline in Western Europe Statistical Summary of Reported Spillages-1994\r\n, Concawe report n° 4/95, Brussels 1995. \r\n\r\n5) <Raffoil 1991> Vertrauliche Informationen einer modernen, westeuropaischen Raffinerie, 1991.
232l Heavy Fuel Oil: Production	Buwal 132 (1991) A9 adapted by Ecobilan. \r\n\r\nAdaptation covers CO2 emissions added for what Buwal calls precombustion for fuels production models; cross loop treatment for fuels production models; recalculation from process data when provided in the Buwal, in order to check, calculation updated using recent European electricity model (UCPTE 1990).
401 Electricity (European Union, 2002): Production	1) For combustion of coal, lignite, heavy fuel oil, natural gas, process gas \r\nLaboratorium für Energiesysteme ETH, Zurich, 1996 \r\n\r\n2) for breakdown efficiencies \r\nElectricity Information 2004 \r\n\r\nIEA Statistics \r\n\r\nInternational Energy Agency
401 Electricity (France, 2002): Production	1) For combustion of coal, lignite, heavy fuel oil, natural gas, process gas \r\nLaboratorium für Energiesysteme ETH, Zurich, 1996 \r\n\r\n2) for breakdown efficiencies \r\nElectricity Information 2004 \r\n\r\nIEA Statistics \r\n\r\nInternational Energy Agency
402 Liquid Petroleum Gas (LPG): Combustion (1)	Life Cycle Assessment \r\n\r\nof Packaging Systems for Beer and Soft Drink \r\n\r\nEnergy and Transport scenarios \r\n\r\nDanish Environmental Protection Agency, 1998 \r\n\r\npage: 6-7 annex A \r\n\r\n\r\nPrimary source \r\n\r\nfor production of LPG: Frisknecht R (1996). Ökoinventare für Energiesysteme. Zürich: Bundesamt für Energiewirtschaft \r\n\r\nfor forklift combustion of LPG: the EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook (CORINAIR 90). kopenhagen: European Environnement Agency.



402 Liquid Petroleum Gas (LPG): Combustion (2)	Life Cycle Assessment of Packaging Systems for Beer and Soft Drink Energy and Transport scenarios Danish Environmental Protection Agency, 1998 page: 6-7 annex A Primary source: Frisknecht R (1996). Ökoinventare für Energiesysteme. Zürich: Bundesamt für Energiewirtschaft for forklift combustion of LPG: the EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook (CORINAIR 90). Copenhagen: European Environment Agency.
4031 Coal: Combustion	Laboratorium für Energiesysteme ETH, Zürich, 1996 Teil 1, Kohle Page 137-138 Primary source: 1) Vernon J.L., Soud H.N. FGD installations on coal-fired plants, IEA Coal Research, London 1990. 2) Braunn H., ANgrüner B., Ecker P., Gschaider R., Sorger A., Wurst F., Ellinger R., Emissionen bei der Verbrennung, Wien 1991. 3) Sloss L.L., Organic Compounds from Coal Utilisation, DRAFT, London 1993.
4031 Gasoline (USA) : Combustion in industrial equipment	Franklin Associates : Dry Cleaning report Table A24
4031 Heavy Fuel Oil: Combustion	Laboratorium für Energiesysteme ETH, Zürich, 1996 Teil 1, Erdöl Page 219-220
4031 Light Fuel Oil: Combustion	Laboratorium für Energiesysteme ETH, Zürich, 1996 Teil 1, Erdöl Page 219-220
4031 Natural Gas: Combustion	Laboratorium für Energiesysteme ETH, Zürich, 1996 Teil 1, Erdgas Page 66-67
4031 Steam (2.6 MJ per kg, 100% natural gas): Production	Steam production model developed by Ecobilan.

### Packaging Materials Production LCI's

Name	Reference (TEAM)
211 Corrugated Cardboard (Recycled Fibers): Production	BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) n°250 Band II: Ökoinventare für Verpackungen Bern, 1996 Page 290-291
211 Paper (Kraft, Bleached): Production	BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) n°250 Band II: Ökoinventare für Verpackungen Bern, 1996 Page 210-211
241 High Density Polyethylene (HDPE, Bottle)	Ecoprofiles of plastics and related intermediates Boustead APME, Brussels, 1999 available on web site: <a href="http://www.apme.org">http://www.apme.org</a>
241 Low Density Polyethylene (LDPE, Film): Production	Ecoprofiles of plastics and related intermediates Boustead APME, Brussels, 1999 available on site web: <a href="http://www.apme.org">http://www.apme.org</a>
241 Polypropylene (PP, Moulded by Injection)	Ecoprofiles of plastics and related intermediates Boustead APME, Brussels, 1999 available on web site: <a href="http://www.apme.org">http://www.apme.org</a>
2411 Starch Adhesive Production	Resource and Environmental Profile Analysis of HSC and Mix-your-own Cleaning System (1992) Table: C50 ALSO IN Resource and environmental profile analysis of Product and Packaging for four granular detergents formulations (1992) Table: D42

### Ingredient Production LCI's

Name	Reference (TEAM)
144 Sodium Chloride (NaCl): Production	Eco-profiles of the European polymer industry (APME) Report 6: Polyvinyl Chloride (Second Edition) Boustead Brussels, May 1998 Page: 22 to 24 primary source: for raws materials and emissions: Boustead I., Eco-profiles of the European polymer industry. Report 6: Polyvinyl chloride APME, Brussels, April 1994 for energy data: 1) International Energy Agency. Coal Information 1996. OECD Paris 1997 2) International Energy Agency. Electricity Information 1996. OECD Paris 1997 3) International Energy Agency. Natural Gas Information 1996. OECD Paris 1997 4) International Energy Agency. Oil Information 1996. OECD Paris 1997
241 Alcohol Ethoxy Sulphates (AE3S-petrochemical): Production	Tenside Surfactants Detergents Journal for Theory, Technology and Application of Surfactants Carl Hanser Verlag Munchen März/April 1995 Page 145 to 148 author: H.Thomas, Wilton (United Kingdom)
241 Alcohol Ethoxylate (AE11_PO): Production	Journal for Theory, Technology and Application of Surfactants Carl Hanser Verlag Munchen März/April 1995 Page 190 to 192.
241 Alcohol Ethoxylate (AE7-PC): Production	Journal for Theory, Technology and Application of Surfactants Carl Hanser Verlag Munchen März/April 1995 Page 175 to 177. Author: W.Schul, F.Hirsinger, K.P Schick (Germany)

241 Alcohol Sulphate (AS, petrochemical): Production	Tenside Surfactants Detergents\r\nJournal for Theory, Technology and Application of Surfactants\r\nCarl Hanser Verlag\r\nMunche\r\nMärz/April 1995\r\nPage 128 to 132\r\nauthor: F.Hirsinger and K.P Schick, Düsseldorf (Germany)
241 Alkyl Polyglucosides (APG, coconut oil) : Production	Tenside Surfactants Detergents\r\nJournal for Theory, Technology and Application of Surfactants\r\nCarl Hanser Verlag\r\nMunche\r\nMärz/April 1995\r\nPage 193 to 197\r\nauthor: F.Hirsinger and K.P Schick, Düsseldorf (Germany)
241 Antifoam S1.2-3522 (Dow): Production	Production of Antifoam compound (S1.2-3522)\r\nProduction of detergent antifoam compound\r\n
241 Carboxymethylcellulose (EMPA 99): Production	CMC produced as reaction of alkali cellulose with chloroacetic acid, EMPA 244 Production of CMC (72% solids)
241 Cationic Ta Quat (EMPA99) : Production	The production of tallow esterquat (85% esterquat in 2-isopropanol)
241 FWA.DAS-1 (EMPA 99): Production	Production of FWA DAS-1 EMPA 99, EMPA 244 Original CIBA ( R. Bretz 94)
241 Linear Alkylbenzene Sulphonate (LAS): Production	Journal for Theory, Technology and Application of Surfactants\r\nCarl Hanser Verlag\r\nMunche\r\nMärz/April 1995\r\nPage 122 to 127\r\nAuthors: J.L. Berna, Madrid; L. Cavalli, Milano; C. Renta, Madrid
241 PolyAcrylate (EMPA 99): Production	EMPA 244 Original data Fawer et Fecker 1993 + Henkel 1992\r\nProduction of PolyAcrylate EMPA 99\r\n
241 Savinase 10 TA (+ a protease): Production	Production of Savinase 10 TA+ (a protease) at Novo Nordisk A/S.\r\nNovo Nordisk-1
241 SKS-6 (Layered silicate EMPA99): Production	Production of SKS-6
241 Soap (palm kernel and palm oil): Production	Journal for Theory, Technology and Application of Surfactants\r\nCarl Hanser Verlag\r\nMunche\r\nMärz/April 1995\r\nPage 157 to 170.\r\nAuthor: D Postlethwaite, Wirral, UK
241 Sodium Hydroxide (NaOH, 100%): Production	Eco-profiles of the European polymer industry (APME)\r\nReport 6: Polyvinyl Chloride (Second Edition)\r\nI.Boustead \r\nBrussels, May 1998\r\nPage: 27 to 29\r\nprimary source:\r\nfor raws materials and emissions:\r\nBoustead I., Eco-profiles of the European polymer industry. Report 6: Polyvinyl chloride APME, Brussels, April 1994\r\nfor energy data:\r\n1) International Energy Agency. Coal Information 1996. OECD Paris 1997\r\n2) International Energy Agency. Electricity Information 1996. OECD Paris 1997\r\n3) International Energy Agency. Natural Gas Information 1996. OECD Paris 1997\r\n4) International Energy Agency. Oil Information 1996. OECD Paris 1997
241 Sodium Perborate (Tetrahydrate, 2Na(H <sub>2</sub> O) <sub>6</sub> .B <sub>2</sub> O <sub>8</sub> H <sub>4</sub> ): Production	Ecoprofiles of perborates\r\npublication of CEFIC\r\nby I.Boustead and M.Fawer\r\nBrussels, February 1998\r\npage 8 to 15
241 Sodium Percarbonate (EMPA 99): Production	EMPA 244. Average from processes with similar output. Production of percarbonate as crystallisation from a solution of carbonate and hydrogen peroxide,
241 Sodium Silicate (EMPA99): Production	EMPA234, Production of Sodium silicate (EMPA)
241 Zeolite A powder (EMPA 99) : Production	EMPA234, Production of Zeolite A powder (EMPA)
241I Citric Acid (HOC(COOH)(CH <sub>2</sub> COOH) <sub>2</sub> ): Production	M2000 report\r\nTABLE: D6
241I Ethanol (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH) USA: Production	Production of ethanol through fermentation of corn\r\nFAL 92 HSC\r\nTable B-57, page B-99
241I Monoethanolamine (MEA) Production	Resource and Environmental Analysis Profile of HSC and Mix-your-own cleaning system (1992)\r\nTable: B42
241I Propylene Glycol: Production	Chauvel, Lefevre, Castex, Procédés de Pétrochimie, tome 2\r\np 31, ENSPM, Technip editions, 1986
241I Sodium Carbonate (Synthetic, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ): Production	Stoichiometric data for consumed products.\r\nConfidential Site data 1992 for air and atmosphere releases.
241I Sodium Cumene Sulfonate (FAL2000): Production	Production of sodium cumene sulfonate (SCS)\r\nFAL 92 HSC Table B-53, page B-92



241 Hydrogen Peroxide (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , 50-70 wt%): Production	Ecoprofile of Hydrogen Peroxide CEPIC (European Chemical Industry Council) I.Boustead and M.Fawer Brussels, February 1998 Page 8-11
241 I WAC (DW preparation)	Production of WAC (Al salt, Chlorine based) Project Cycleaube, Only energy is estimated
241 Propylene (CH <sub>2</sub> CHCH <sub>3</sub> ): Production	Eco-profiles of European plastics industry Report 14 : Polymethyl Methacrylate I.Boustead September, 1997 Page: 15-16-17 Primary source for energy: (1) International Energy Agency. Coal Information 1995. OECD Paris 1995. (2) Interantional Energy Agency. Oil and Gas Information 1995. OECD Paris 1995. (3) International Energy Agency. Electricity Information 1995. OECD Paris 1995
241 Sulphur (S): Production	Tenside Surfactants Detergents Journal for Theory, Technology and Application of Surfactants Carl Hanser Verlag Munchen März/April 1995 Page 412 to 414 author: D.Postlethwaite, Wirral (United Kingdom), Ludwigschafen (Germany), M.Stalmans, Strombeek-Beever (Belgium).
241I Activated Carbon (EPFL): Production	Project Cycleaube, Theoretical calculation Production of activated from coal. This includes coal mining, activation of the carbon and reactivation. Over the full life time, 9 reactivation cycles are assumed
241I Ammonia (NH <sub>3</sub> ): Production	M2000 report Table: C21
241I Corn Production	M2000 report Table: D19
241I Cumene (C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> CH <sub>2</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ): Production	M2000 report Table: D13
241I Dextrose Production	M2000 report Table D4
241I Ethylene Oxide (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O): Production	Chauvel A., Lefebvre G., Castex L., Procédés de pétrochimie, page 9, volume 2, Paris, Ecole Nationale Supérieure du Pétrole et des Moteurs, Technip, 1985.
241I Nitrogen fertilizer Production	M2000 report Table: D20
241I Phosphate fertilizer Production	M2000 report Table: D21
241I Potash fertilizer Production	M2000 report Table: D22
241I Starch from Corn (FAL2000): Production	Production of com starch (FAL2000) FAL94 USA process but EU electricity grids (UCPTE B250) Table B17
241I Urea (H <sub>2</sub> NCONH <sub>2</sub> ): Production	Laboratorium für Energiesysteme ETH (Eidgenössische Technische Hochschule Zurich) Zürich, 1996 Page 112. primary source: (1) R.J.J van Heijningen, J.F.M de Castro, E.Worell, 'Energiekentalen in Relatie tot Preventie en Hergebruick van Afvalstrommen', NOH Rapport 9210, Utrecht 1992. (2) Reinders M.E., 'Handbook of Emission Factors: part 2: industrial sources', Government Publishing Office, The Hague 1983. (3) L Verstappen, A.W.H.M Hoogenkamp, 'Produktie van Fenol; Samenwerkingsprojekt Procesbeschrijvingen Industrie Nederland (SPIN) 152', RIVM rapport n° 773006152, 1993
265I Lime (Quick, CaO): Production	BUWAL 250 (office federal de l'environnement des forets et du paysage) Volume II: inventaires ecologiques relatifs aux emballages Berne, 1996 page 446 primary source: (1) Lime and Limestone. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 1990 A15:317-345. (2) The comparative Energy and Environmental Imacts for Soft Drink Delivery Systems. Franklin Associates, Prairie village (USA) 1989.

## PRILOG II – INVENTAR LCI ANALIZE [33 ]

Dilute Liquid Detergent					
	Flow	Units	Ariel 1998	Ariel 2001	Ariel Actif a froid
Inputs:	(r) Auxiliary materials	kg	0	0	0
	(r) Barium Sulphate (BaSO <sub>4</sub> , in ground)	kg	3.44E-05	3.06E-05	2.51E-05
	(r) Bauxite (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , ore)	kg	0.000251655	0.000202717	0.000200852
	(r) Bentonite (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .4SiO <sub>2</sub> .H <sub>2</sub> O, in ground)	kg	3.34E-06	3.17E-06	2.54E-06
	(r) biomass	kg	0	0	0
	(r) Boron (B, ore)	kg	0	0	0
	(r) Calcium Sulphate (CaSO <sub>4</sub> , ore)	kg	1.06E-06	9.98E-07	7.68E-07
	(r) Carbon Dioxide (CO <sub>2</sub> , in ground)	kg	3.46E-08	2.77E-08	2.77E-08
	(r) Chromium (Cr, ore)	kg	9.67E-09	8.42E-09	7.33E-09
	(r) Clay (in ground)	kg	0.000312875	0.00030403	0.000214455
	(r) Coal (in ground)	kg	0.0484941	0.041586	0.0336775
	(r) Copper (Cu, ore)	kg	3.27E-08	2.96E-08	2.41E-08
	(r) Corn Seedling	kg	8.06E-06	5.62E-06	1.30E-05
	(r) Dolomite (CaCO <sub>3</sub> .MgCO <sub>3</sub> , in ground)	kg	4.42E-08	4.10E-08	3.74E-08
	(r) Fluorspar (CaF <sub>2</sub> , ore)	kg	4.41E-06	3.53E-06	3.53E-06
	(r) Gravel (unspecified)	kg	0.00014258	0.0001326	0.00010233
	(r) Iron (Fe, ore)	kg	0.000364633	0.000349129	0.000255221
	(r) Iron Sulphate (FeSO <sub>4</sub> , ore)	kg	1.16E-06	1.08E-06	8.27E-07
	(r) Lead (Pb, ore)	kg	1.89E-08	1.62E-08	1.46E-08
	(r) Lignite (in ground)	kg	0.000555624	0.000339674	0.000333741
	(r) Limestone (CaCO <sub>3</sub> , in ground)	kg	0.00230688	0.00187923	0.00143222
	(r) Magnesium (Mg, ore)	kg	0	0	0
	(r) Manganese (Mn, ore)	kg	3.74E-09	3.39E-09	2.76E-09
	(r) Natural Gas (in ground)	kg	0.0471858	0.0352612	0.0302892
	(r) Nickel (Ni, ore)	kg	2.17E-09	1.97E-09	1.60E-09
	(r) nitrogen	kg	0	0	0
	(r) Oil (in ground)	kg	0.0378606	0.0365804	0.0333319
	(r) Olivine ((Mg,Fe)2SiO <sub>4</sub> , ore)	kg	3.06E-08	2.95E-08	2.71E-08
	(r) Phosphate Rock (CaH <sub>4</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> )	kg	8.27E-07	6.57E-07	6.93E-07
	(r) Phosphate Rock (in ground)	kg	2.49E-05	0	5.72E-06
	(r) Potassium	kg	1.25E-08	9.91E-09	1.04E-08
	(r) Potassium Chloride (KCl, as K <sub>2</sub> O, in ground)	kg	0.000102887	2.33E-05	3.83E-05
	(r) Pyrite (FeS <sub>2</sub> , ore)	kg	5.35E-05	4.85E-05	3.94E-05
	(r) Quartz Sand	kg	0.000317172	2.32E-06	2.34E-07
	(r) Sand (in ground)	kg	0.000328369	0.000315467	0.000218836
	(r) Silver (Ag, ore)	kg	1.62E-10	1.47E-10	1.19E-10
	(r) SO <sub>2</sub> secondary	kg	3.85E-06	1.86E-06	1.07E-05
	(r) Sodium Chloride (NaCl, in ground or in sea)	kg	0.00646669	0.00383716	0.00363488
	(r) Sulphur (in natural gas)	kg	0	0	6.32E-07
	(r) Sulphur (S, in ground)	kg	0.00179076	0.00115891	0.00107412
	(r) Uranium (U, ore)	kg	1.89E-05	1.82E-05	1.29E-05
	(r) Zinc (Zn, ore)	kg	2.37E-10	2.15E-10	1.75E-10
	_HCl ex customer	kg	4.59E-05	3.36E-07	3.39E-08
	Borax (B <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> O <sub>7</sub> )	kg	1.57E-06	1.25E-06	1.25E-06
	Carbon Dioxide (CO <sub>2</sub> )	kg	0	0	0
	Catalyst	kg	3.57E-06	2.61E-08	2.63E-09
	Chlorodifluoromethane (CHF <sub>2</sub> Cl, propellant 22)	kg	6.17E-09	4.52E-11	4.56E-12
	Explosive (unspecified)	kg	1.85E-05	1.75E-05	1.30E-05
	Filter Cartridge	kg	2.36E-07	1.73E-09	1.74E-10
	Fresh Fruit Bunches	kg	0.0222611	0.0171625	0.00844304
	Husked Coconuts	kg	0.00507574	0	0
	Iron Scrap	kg	8.26E-05	7.88E-05	5.75E-05
	Land Use (II -> III)	m <sup>2</sup> a	0.000152742	0.000142122	0.000108874
	Land Use (II -> IV)	m <sup>2</sup> a	2.04E-05	1.90E-05	1.46E-05
	Land Use (III -> IV)	m <sup>2</sup> a	7.25E-06	6.75E-06	5.17E-06
	Maize	kg	0.000343286	0.000274629	0.000274629
	Molecular Sieve	kg	3.10E-08	2.27E-10	2.29E-11
	Potatoes	kg	9.28E-05	7.42E-05	7.42E-05
	R11 (CFC)	kg	2.77E-09	2.03E-11	2.05E-12
	Raw Materials (unspecified)	kg	0.000711591	0.000602993	0.000547484
	Steel	kg	1.83E-09	2.16E-09	1.02E-09

	Wastepaper	kg	0.00512185	0.00409748	0.00409748
	Water Used (total)	litre	72.6586	72.4273	71.7772
	Water: Public Network	litre	0.0273495	0.0206778	0.0206395
	Water: River	litre	1.68E-05	1.85E-05	1.56E-05
	Water: Sea	litre	0.000751305	0.00116313	0.000843676
	Water: Unspecified Origin	litre	72.633	72.4074	71.7577
	Water: Well	litre	5.22E-07	3.66E-07	3.80E-07
	Wood	kg	0.000729919	0.00060855	0.000567473
	Wood (standing)	m3	0	0	0
Outputs:	(a) Acetaldehyde (CH3CHO)	g	1.93E-05	1.74E-05	1.89E-05
	(a) Acetic Acid (CH3COOH)	g	0.000194938	0.000176025	0.000162379
	(a) Acetone (CH3COCH3)	g	1.86E-05	1.68E-05	1.84E-05
	(a) Acetylene (C2H2)	g	0.000322125	0.000299753	0.000229512
	(a) Aldehyde (unspecified)	g	0.00145128	0.00110711	0.000891394
	(a) Alkane (unspecified)	g	0.00280761	0.00254961	0.00213493
	(a) Alkene (unspecified)	g	0.000330966	0.000307759	0.00023696
	(a) Alkyne (unspecified)	g	5.45E-08	4.94E-08	4.02E-08
	(a) Aluminium (Al)	g	0.00619031	0.00576051	0.00441043
	(a) Ammonia (NH3)	g	0.00659955	0.00549857	0.00470911
	(a) Antimony (Sb)	g	1.19E-06	1.11E-06	8.50E-07
	(a) AOX (Adsorbable Organic Halogens)	g	5.16E-15	4.80E-15	3.68E-15
	(a) Aromatic Hydrocarbons (unspecified)	g	2.4741	0.0190082	0.00266839
	(a) Arsenic (As)	g	1.37E-05	1.28E-05	1.02E-05
	(a) Barium (Ba)	g	7.42E-05	6.91E-05	5.29E-05
	(a) Benzaldehyde (C6H5CHO)	g	9.83E-12	8.92E-12	7.25E-12
	(a) Benzene (C6H6)	g	0.000807087	0.000739136	0.000591745
	(a) Benzo(a)pyrene (C20H12)	g	1.01E-06	9.39E-07	7.21E-07
	(a) Beryllium (Be)	g	5.29E-08	4.46E-08	4.37E-08
	(a) Boron (B)	g	0.000588415	0.000547527	0.000419252
	(a) Bromium (Br)	g	0.000117569	0.000109402	8.38E-05
	(a) Butane (n-C4H10)	g	0.000987403	0.000886169	0.000866734
	(a) Butene (1-CH3CH2CHCH2)	g	7.33E-06	6.65E-06	6.96E-06
	(a) Cadmium (Cd)	g	5.23E-06	4.72E-06	4.93E-06
	(a) Calcium (Ca)	g	0.000758354	0.000705416	0.000543282
	(a) Carbon Dioxide (CO2, biomass)	g	12.5968	8.36569	8.25227
	(a) Carbon Dioxide (CO2, fossil)	g	287.952	236.591	200.253
	(a) Carbon Disulfide (CS2)	g	1.23E-06	4.05E-07	4.68E-07
	(a) Carbon Monoxide (CO)	g	0.205825	0.163902	0.129374
	(a) Carbon Tetrafluoride (CF4)	g	7.90E-09	7.17E-09	5.83E-09
	(a) CFC 11 (CFC13)	g	2.77E-06	2.03E-06	2.05E-06
	(a) CFC-HCFC (unspecified)	g	4.91E-08	3.60E-10	3.63E-11
	(a) Chlorides (Cl-)	g	5.54E-08	5.43E-08	3.76E-08
	(a) Chlorinated Matter (unspecified, as Cl)	g	3.12E-06	1.85E-06	5.88E-06
	(a) Chlorine (Cl2)	g	0.000244843	0.000146568	0.000131662
	(a) Chromium (Cr III)	g	0	0	0
	(a) Chromium (Cr III, Cr VI)	g	1.67E-05	1.55E-05	1.25E-05
	(a) Cobalt (Co)	g	6.20E-06	5.67E-06	5.59E-06
	(a) Copper (Cu)	g	1.57E-05	1.44E-05	1.29E-05
	(a) Cyanide (CN-)	g	1.65E-06	1.53E-06	1.18E-06
	(a) Dimethyl ether (CH3CH3O)	g	0.00164443	1.20E-05	1.21E-06
	(a) Dioxins (unspecified)	g	1.22E-11	1.13E-11	8.68E-12
	(a) Endblocker (EBB)	g	1.37E-05	1.01E-07	1.01E-08
	(a) Ethane (C2H6)	g	0.00504281	0.00451158	0.0048742
	(a) Ethanol (C2H5OH)	g	3.70E-05	3.34E-05	3.66E-05
	(a) Ethylbenzene (C8H10)	g	1.97E-06	1.65E-06	3.16E-06
	(a) Ethylene (C2H4)	g	0.0126858	0.0115687	0.0092882
	(a) Fluorides (F-)	g	0.000240284	0.000141644	0.000126417
	(a) Fluorine (F2)	g	8.59E-06	6.35E-06	6.32E-06
	(a) Formaldehyde (CH2O)	g	0.000186155	0.000169078	0.000151235
	(a) Glycerine	g	0	0	0
	(a) Halogenated Hydrocarbons (unspecified)	g	3.70E-06	2.96E-06	2.96E-06
	(a) Halogenated Matter (unspecified)	g	2.05E-06	1.33E-06	2.92E-06
	(a) Halogenous Matter (unspecified)	g	0	0	1.06E-14

