

Zdrava životna sredina je preduslov dobrog života i opstanka živih bića.

I. ANALIZA ŽIVOTNOG CIKLUSA LCA I

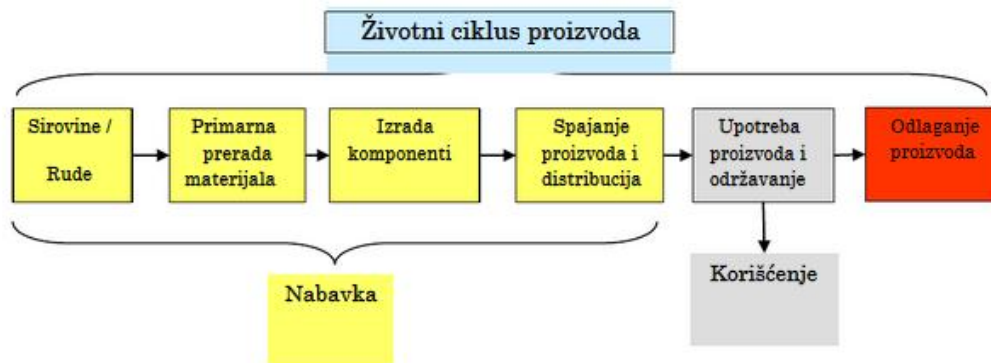
Ocenjivanje životnog ciklusa (*eng. life cycle assessment-LCA*) u daljem tekstu LCA – je alat za donošenje odluke o izradi ili kvalitetu određenog proizvoda uz identifikaciju njegovog uticaja na životnu sredinu imajući u vidu celokupan životni ciklus proizvoda, odnosno to je proces analize materijala, energije, emisija i otpada koje „produkuje“ proizvod (ili sistema usluga), kroz celokupan životni ciklus od nastanka tj. počevši od resursa i eksploatacije materijala pa do konačnog odlaganja.

U osnovi, Ocenjivanje životnog ciklusa jeste analitički instrument u oblasti životne sredine koji pruža razumevanje i komparaciju različitih proizvoda ili usluga kroz tzv. pristup “od kreveta do groba” (from cradle to grave)

LCA analizira sve i/ili više faza životnog ciklusa proizvoda, uzima u obzir različite uticaje tih faza na životnu sredinu i prirodne resurse, ocenjuje i analizira i interpretira rezultate. Na ovaj način, LCA pomaže kompanijama da odluče do kog nivoa je potrebno „ugraditi“ problematiku zaštite životne sredine u proces odlučivanja o karakteristikama proizvoda koji se procesira odnosno o vrstama usluga koje kompanija vrši.

LCA daje odgovore na pitanja:

- koje proizvode proizvesti,
- kako isprojektovati proizvod
- koje vrste sirovina koristiti
- koje izvore energije koristiti;
- kakav tip i koju ambalažu koristiti;
- kako upravljati generisanim otpadom;
- kakav je sadržaj informacija koji se daje potrošačima;
- koji su relevantni indikatori uticaja na životnu sredinu;
- koja je odgovarajuća strategija marketinga.



Slika 1.1. Životni ciklus proizvoda¹⁷

LCA pomaže donosiocima odluka

- da identifikuju i nenamerne uticaje aktivnosti (npr. Nenamerna emisija gasova staklene bašte koja može ugroziti prednosti nove tehnologije)
- da obezbedi razmatranje svih medija životne sredine kroz ceo životni ciklus (npr. podjednako razmatranje emisija u vazduh, vodu i zemlju tokom izgradnje, rada i stavljanja van pogona postrojenja)
- da spreče "prenošenje " problema zagađivanje iz jedne faze u drugu, između geografskih prostora i između medijuma životne sredine (na pr. LCA obezbeđuje da se mere zaštite vazduha koje su primenjene na jednom mestu ne „pretvore“ u zagađenje voda na drugom)
- da identifikuju mogućnosti za poboljšanje ekonomskih i performansi zaštite životne sredine različitih tehnologija, projekata , proizvoda i usluga (na pr. kroz identifikaciju kritičnih tačaka tzv. "hotspots" koje je potrebno rešiti)
- da komuniciraju efikasnije sa različitim učesnicima koji su zainteresovani za informacije o eventualnim posledicama projekata i tehnoloških opcija (na pr. proces izrade LCA zahteva učešće različitih zainteresovanih strana čime se uspostavlja komunikacija i obezbeđuje informisanost o punom uticaju i/ili koristima koje određne promene ili novi proizvodni procesi i proizvodi donose)

LCA¹⁸ može da pomogne u:

- utvrđivanju mogućnosti za poboljšanje zaštite životne sredine od uticaja proizvoda u različitim fazama njihovog životnog ciklusa,
- informisanju različitih ciljnih grupa koje odlučuju u industriji, vladi i nevladinim organizacijama (npr. u cilju strateškog planiranja, utvrđivanju prioriteta, projektovanju ili izmeni projekta za proizvode ili procese)
- izboru odgovarajućih pokazatelja (indikatora) učinka zaštite životne sredine, uključujući i postupke merenja zagađenja , i
- marketingu (npr. primena sheme „eko“- obeležavanja, sačinjavanja izjave u vezi sa zaštitom životne sredine, ili proizvodnjom deklaracije proizvoda u vezi sa zaštitom životne sredine).

LCA tehnika daje pregled svake faze životnog ciklusa određenog proizvoda , od nabavke materijala, kroz proizvodnju, distribuciju, upotrebu, ako je moguće ponovnu upotrebu ili reciklažu da konačnog odlaganja. Kroz ovaj postupak analize se takođe identifikuju i svi koraci ili procesi između različitih faza i za svaki od tih koraka se definišu ulazi (materijali, resursi i energija) i izlazi (emisije u vodu, vazduh i čvrsti otpad) koji se uzimaju u obzir pri definisanju uticaja.

Identifikacija stanja životne sredine koja rezultira usled uticaja određenih ulaza, odnosno izlaza se ocenjuje kroz studiju ocenjivanja uticaja životnog ciklusa. Na osnovu ove studije se dobija opšta slika uticaja posmatranog sistema proizvoda ili usluga na životnu sredinu.

Dobijene informacije se mogu kombinovati sa drugim ocenjivačkim instrumentima u cilju ocene proizvoda ili usluge koje se proizvode kroz celokupan njihov životni ciklus. Sprovedenjem studije ocenjivanja životnog ciklusa za alternative proizvoda ili usluge omogućava se bolje razumevanje i mogućnost komparacije uticaja na životnu sredinu .

Ocenjivanje životnog ciklusa jeste kompilacija/kombinacija i evaluacija ulaza i izlaza i potencijalnih uticaja na životnu sredinu sistema proizvoda ili usluga kroz celokupan životni vek.

1.1. Metodologija

Metodološka struktura studije ocenjivanja životnog ciklusa data je u seriji standarda ISO 14040:

- ISO 14040:2008¹⁹ – **Ocenjivanje životnog ciklusa – Principi i okvir** (eng. "Life Cycle Assessment – Principles and Framework")
- ISO 14044 ;2008²⁰ – **Ocenjivanje životnog ciklusa – Zahtevi i uputstva za primenu** (eng. ISO 14044 "Life Cycle Assessment – Requirements and Guidelines") koji zamenjuje
 - ISO 14041:1998 – Definisanje cilja i predmeta i analiza inventara ,
 - ISO 14042: 2000 – Ocenjivanje uticaja životnog ciklusa,
 - ISO 14043: 2000 – Interpretacija životnog ciklusa. ²¹

U seriji standarda ISO 14040 uspostavljen je fleksibilan okvir pod kojim se LCA studija sprovodi na praktičan i tehnički pouzdan način. Jedinstvena metoda za sprovođenje LCA studije ne postoji. Organizacijama se pruža fleksibilnost prilikom sprovođenja LCA studije i koja zavisi od specifičnosti same aplikacije i zahteva korisnika.

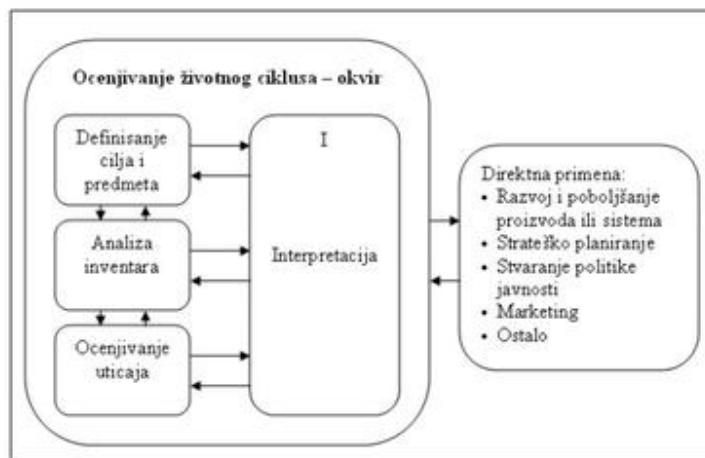
ISO ²²definiše studiju ocenjivanja životnog ciklusa kao: "tehniku koja proučava aspekte zaštite životne sredine i moguće uticaje na životnu sredinu tokom celokupnog životnog veka proizvoda"²³ kroz:

- izradu inventara relevantnih ulaza i izlaza datog sistema proizvoda
- vrednovanje potencijalnih uticaja na životnu sredinu datih ulaza i izlaza i
- interpretaciju rezultata inventara analize i faze procene uticaja u odnosu na postavljane ciljeve studije.

Standard ISO 14040 pruža principe i okvire za ocenjivanje životnog ciklusa.

Ocenjivanje životnog ciklusa - tehnika ocenjivanje životnog ciklusa jeste instrument koji uzima u obzir sve operacije vezane za jedan proizvod ili uslugu. Studija LCA obuhvata četiri faze i zaključna razmatranja

1. Faza definisanja cilja, područja primene, i obima LCA
 2. Faza prikupljanje podataka i formiranja inventara LCI (engl. Life cycle inventory)
 3. Faza ocenjivanja uticaja životnog ciklusa - LCIA (engl. Life cycle impact assessment)
 4. Faza Interpretacije rezultata primene LCA
- Zaključna razmatranja



Slika 1.2. ²⁴Faze studije ocenjivanja životnog ciklusa

1.1.1. Definisanje cilja i predmeta studije

Prvi korak u planiranju izrade inventara životnog ciklusa, faze analize životnog ciklusa (LCA), je definisanje cilja i predmeta studije

Prilikom **definisanja cilja**²⁵ navodi se

- primena/svrha studije,
- razlog izvođenja
- naziv korisnika Studije
- nameravana primena,
- pregled zainteresovanih strana i potencijalnih korisnika rezultata ,
- naziv obrađivača Studije ,
- lista potencijalnih korisnika Studije ,
- da će se rezultati koristiti za poređenje u cilju predočavanja javnosti.

Definisanjem cilja i razloga za izvođenje LCA određuju se opcije koje će se upoređivati kao i namena rezultata. Namena studije LCA određuje način sprovođenja Studije, tip i format zahtevanih podataka.

Definisanje cilja je osnova svakog LCA istraživanja. S obzirom da svaka faza LCA pruža različite mogućnosti za izbor i vrednovanje, to jasno i jednoznačno definisan cilj doprinosi kvalitetu rezultata.

LCA studija se mora sprovoditi transparentno što obuhvata praćenje pribavljanja podataka, sprovođenje kontrole i validacije. Finalni izveštaj Studije mora sadržati potpun i transparentan zapis o celokupnom toku studije.

Predmet²⁶ Studije LCA treba da bude dovoljno jasno definisan i da obezbedi širinu, dubinu i detalje o studiji koji su kompatibilni i dovoljni da bi se opravdao cilj.

Predmet Studije u osnovi opisuje parametre i mogućnosti studije koja se sprovodi.

Prilikom definisanja predmeta Studije, standard ISO 14040 zahteva da se odredi :

- funkcionalna jedinica,
- sistem proizvoda,
- granice sistema,
- alokacija procedure,
- tip indikatora,
- metodologija ocenjivanja životnog ciklusa,
- interpretacija životnog ciklusa,
- lista podataka , kvalitet podataka, pretpostavke, ograničenja,
- tip kritičke ocene²⁷
- forma zahteva izveštaja studije.

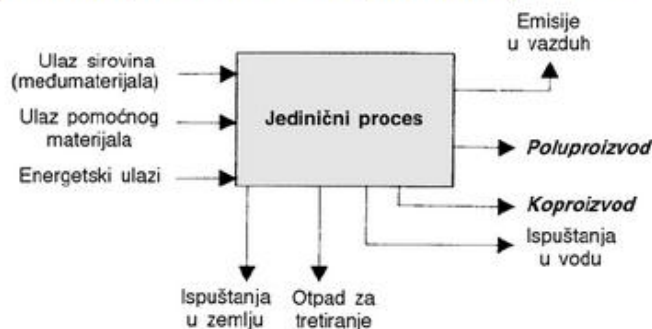
U ovoj fazi se postavljaju granica sistema (tehničke, geografske ili vremenske) kao procedura pribavljanja i korišćenja podataka. Za sva postavljena pravila i pretpostavke pri sprovođenju LCA mora postojati validna dokumentacija kojom se postavke dokazuju .

Sistem proizvoda je skup jediničnih procesa²⁸ sa elementarnim tokovima i tokovima proizvoda, koji realizuje jednu ili više definisanih funkcija i koji modelira životni ciklus proizvoda. Sistem proizvoda jeste niz unutrašnjih , povezanih operacija koje se dešavaju u životnom ciklusu proizvoda ili usluge. Sam sistem se nalazi unutar granica sistema.

LCA modelira životni ciklus proizvoda kao sistem proizvoda, koji sprovodi jedan ili više definisanih funkcija. Osnovna osobina sistema proizvoda je karakterisana njegovom funkcijom i ne može se pojedinačno definisati u odnosu na gotov proizvod.

Ova definicija obuhvata potrebu za definisanjem svih operacija koje se odnose i na tokove međuproizvoda i koje podrazumevaju jednu ili više definisanih funkcija.

Sistem proizvoda se deli na niz jediničnih procesa, a svaki jedinični proces obuhvata aktivnosti jedne operacije ili grupe operacija. Elementarni procesi povezani su jedan sa drugim tokovima međuproizvoda, tokovima otpada za tretman ili drugim sistemima proizvoda.



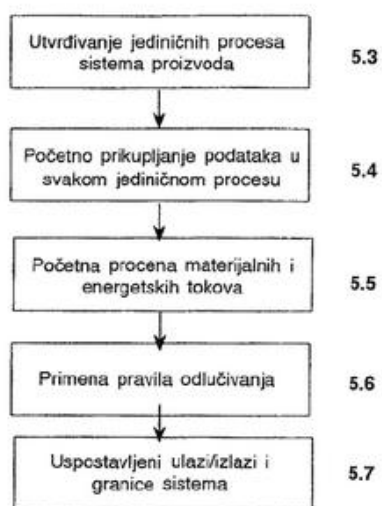
Slika1.3.²⁹ jedinični proces

U okviru granica sistema, za formiranje inventara potrebno je sakupiti kvalitativne i kvantitativne podatke za sve ulaze i izlaze za svaki jedinični proces. Sakupljeni podaci se, bez obzira da li su dobijeni merenjem, izračunavanjem ili su procenjeni, koriste da kvantifikuju jedinične procese.

Funkcionalna jedinica je mera za funkcionalne izlaze sistema proizvoda. Funkcionalna jedinica se formira tako da je u skladu sa zahtevima postavljenog cilja i predmeta Studije. Osnovna svrha funkcionalne jedinice je da obezbedi referentni nivo za normalizaciju ulaznih i izlaznih podataka³⁰ u cilju daljeg poređenja rezultata LCA studije koje se sprovode za proizvode ili usluge. Zbog toga, funkcionalna jedinica treba da je jasno definisana i merljiva, i predstavlja "kamen temeljac" Studije. Faze i jedinični procesi vezane za funkcionalnu jedinicu predstavljaju sistem proizvoda.

Funkcionalna jedinica se često izražava po količini proizvoda (npr. kg ili l) i treba da je povezana sa funkcijom usluge proizvoda, po ekvivalentu/meri upotrebe.

Granice sistema definišu koje jedinične procese je potrebno uključiti u sistem. Modelovanje sistema proizvoda se bazira na postavci da su ulazi i izlazi na granicama sistema elementarni tokovi. Elementarni tok može da bude materijal ili energija koja ulazi u sistem i koja je uzeta iz životne sredine bez prethodne prerade ili materijal i/ili energija koja napušta sistem i koja se oslobađa u životnu sredinu, bez dodatne prerade.



Slika1.4. ³¹Identifikacija ulaza i izlaza

Prilikom postavljanja granica³² sistema treba uzeti u obzir nekoliko faza životnog ciklusa, jedinične procese i tokove:

- dobijanje sirovina;
- ulazi i izlazi u glavnom proizvodnom / procesnom nizu;
- distribucija/transport;
- proizvodnju i upotrebu goriva, električne energije i toplote;
- korišćenje i održavanje proizvoda;

- odlaganje procesnog otpada i proizvoda;
- regeneraciju korišćenih proizvoda (uključujući ponovno korišćenje energije);
- proizvodnju pomoćnih materijala;
- proizvodnju, održavanje i prestanak rada glavne opreme;
- dopunske operacije, kao što su osvetljavanje i grejanje.

Postavljanje granica sistema uključuje između ostalog, zahteve postavljene kroz cilj i predmet LCA Studije LCA , kao i sagledavanje uticaja na životnu sredinu koji su predmet istraživanja (klimatske promene, emisije zagađujućih komponenti i sl.).

1.1.2. Analiza inventara životnog ciklusa –³³LCI

Druga faza Studije LCA - Analiza inventara životnog ciklusa podrazumeva prikupljanje podataka i proceduru proračuna u cilju kvantifikovanja relevantnih ulaza i izlaza sistema proizvoda.

To je proces kojim se sakupljaju podaci za svaki jedinični proces u okviru granica sistema, koji se klasifikuju i uključuju:

- ulaze energije, ulaze sirovina, pomoćne ulaze, i druge fizičke ulaze,
- proizvode, koproizvode i otpad,
- emisije u vazduh, ispuštanja u vodu i zemljište, i
- druge aspekte životne sredine

U ovoj fazi određuju se svi materijalni i energetske ulazi i izlazi kroz celokupan životni ciklus proizvoda ili usluga, što obuhvata materijalne i energetske bilanse za svaki korak u životnom ciklusu.

Faza analize inventara životnog ciklusa se sastoji iz sledećih koraka:

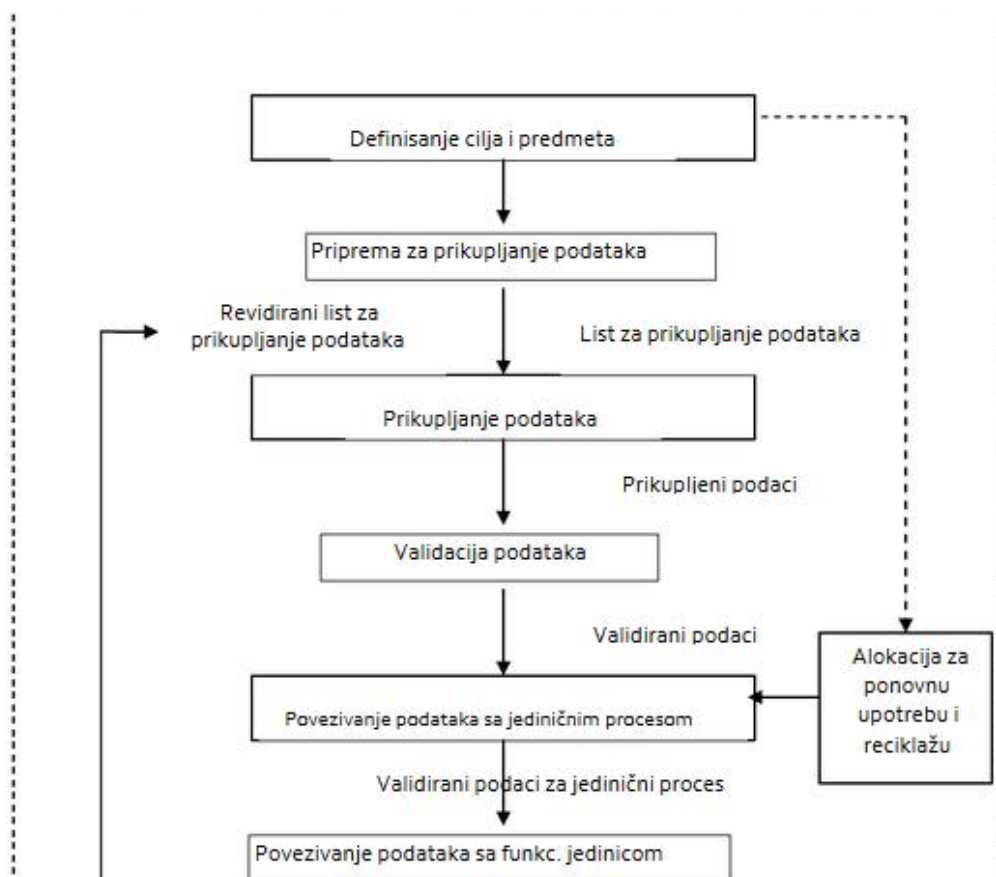
- priprema za prikupljanje podataka
- prikupljanje podataka
- postupak obračuna
- raspodela-alokacija

Dve glavne kategorije podataka su potrebne za sprovođenje LCA:

1. Specifični podaci vezani za proizvodnju, distribuciju i upravljanje
2. Opšti podaci vezani za energetske potrebe sistema , ekstrakciju sirovina i transport.

Karakteristike podataka koji se koriste za LCA Studiju su :

- vremenska pokrivenost: starost podataka i minimalni vremenski period za koji treba prikupljati podatke;
 - geografska pokrivenost: geografska oblast sa koje treba prikupljati podatke za jedinične procese da bi se zadovoljio cilj studije;
 - tehnološka pokrivenost: specifična tehnologija ili skup tehnologija;
 - preciznost: mera promenljivosti vrednosti podataka za svaki podatak (npr. varijansa);
 - potpunost: procenat toka koji se meri ili procenjuje;
-
- reprezentativnost: kvalitativna procena stepena do kog skup podataka odražava stvarnu populaciju interesa (npr. geografska pokrivenost, vremenski period i tehnološka pokrivenost);
 - doslednost: kvalitativna procena o primenljivosti metodologije studije na komponente ;
 - reproduktivnost: kvalitativna procena stepena reprodukcije rezultata u izveštaju studije;





Slika 1.5. ³Pojednostavljeni postupak analize inventara

Po završetku procesa prikupljanja podataka podaci se obrađuju kroz procese koji obuhvataju:

- validaciju³⁵ prikupljenih podataka,
- povezivanje podataka sa jediničnim procesima, i
- povezivanje podataka sa referentnim tokovima funkcionalne jedinice.

Sprovođenje Studije se vrši kroz **transparentan pristup** kako u pribavljanju podataka tako i u prezentaciji podataka jer se na taj način osigurava korisnicima bolje razumevanje primenjenog pristupa i adekvatnu interpretaciju rezultata.^{/11/}

LCA studija može da izazove zainteresovanost i kod lica koje su izvan procesa izrade studije, npr. kod potrošača, nevladinih organizacija, lokalne uprave i industrije. Mišljenja zainteresovanih strana se moraju uzeti u obzir kao i **kritičko preispitivanje**. Kritičko preispitivanje obezbeđuje da metode koje su korišćene za LCI fazu budu naučno i tehnički ispravne a podaci da budu odgovarajući i jasni u odnosu na cilj Studije.

Izvori podataka

Dostupnost podataka za uspostavljanje inventara je preduslov za sprovođenje LCA.

1.1.3. Ocenjivanje uticaja životnog ciklusa – LCIA

Treća faza LCA Studije, Ocenjivanje uticaja životnog ciklusa LCIA (*eng. life cycle impact assessment*) se vrši kroz uspostavljanje relacija - povezanosti ulaza i izlaza sa uticajima na životnu sredinu. Ocenjivanje se vrši u 2 koraka

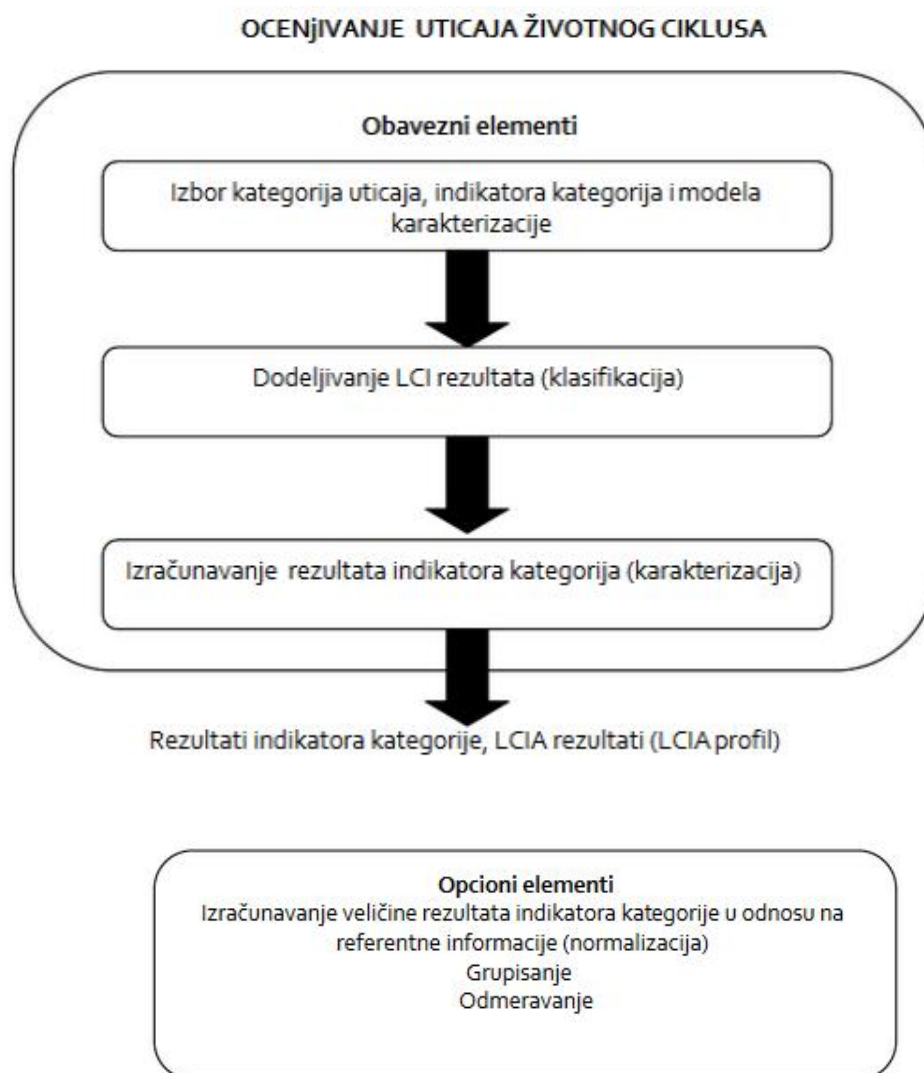
- Organizovanje ili klasifikovanje ulaznih i izlaznih podataka LCI u specifične kategorije
- Svrstavanje ulaza i izlaza za svaku kategoriju na osnovu indikatora

Cilj LCIA faze je ispitivanje sistema proizvoda iz perspektive uticaja na životnu sredinu koristeći kategoriju pokazatelja/indikatora izvedenih iz rezultata LCI faze.

Procena značaja potencijalnih efekata na životnu sredinu uz pomoć rezultata analize inventara vrši se u nekoliko koraka⁶ :

- izbor i definisanje kategorije uticaja, indikatora i modela
- klasifikacija uticaja
- karakterizacija
- normalizacija podataka
- agregacija i / ili težinsko odmeravanje podataka

Elementi faze LCIA su prikazani na slici 1.6.



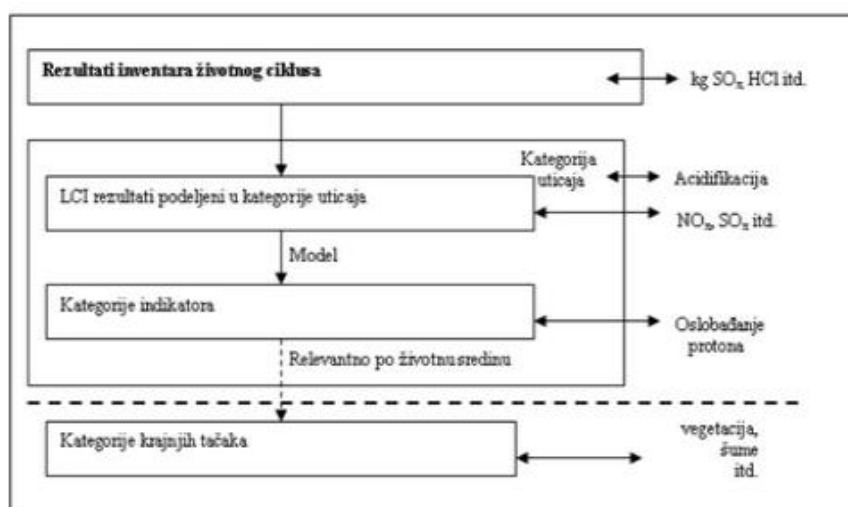
Slika 1.6.³⁷ Elementi LCIA faze

LCIA faza obezbeđuje informacije za fazu interperatacije. Takođe, pruža sveobuhvatni pregled problematike uticaja proizvoda ili usluga na životnu sredinu i resurse.

U ovoj fazi se rezultati LCI faze razvrstavaju u specifično selektovane kategorije uticaja. Kategorije uticaja se koriste za određene rezultate, rezultate koji su u vezi sa pitanjima životne sredine. Za svaku kategoriju uticaja postoje odgovarajući indikatori i koristi se karakterističan model za dobijanje rezultata /29/.

Izbor indikatora treba da je relevantan za određen uticaj koji se ispituje na životnu sredinu. Rezultati ocenjivanja uticaja su deo životnog ciklusa na osnovu kojih se sprovodi selekcije pitanja vezanih za životnu sredinu.

Na slici 1.7 je šematski prikazana procedura konvertovanja LCI rezultata u kategoriju indikator rezultata.



Slika 1. 7.³⁸ Koncept indikatora

Klasifikacija zahteva identifikaciju relevantnih podataka inventara za svaku specifičnu kategoriju uticaja kao i određivanje odgovarajućih LCI rezultata. Podaci mogu da pripadaju više od jednoj kategoriji uticaja, npr. NO_x (oksidi azota) pripadaju i efektima globalnog zagrevanja i acidifikaciji./11/

Izbor kategorija uticaja se sprovodi na osnovu postavljenog cilja i predmeta LCA studije. U tabeli 1.2. predstavljeni su pojedini tipovi kategorije uticaja koji se obično ispituju.

Tabela 1.2. ³⁹Primeri pojava, kategorija i indikatora

Pojava	Krajnje tačke	Indikator	Rezultati inventara
Globalne klimatske promene	Uticaj na povećanje globalne temperature	Zbirna vrednost oslobođenih gasova sa efektom staklene bašte koji su izraženi preko CO ₂ ekvivalenta	Emisije gasova sa efektom staklene bašte kroz granice sistema; CO ₂ (ugljen dioksid), CH ₄ (metan), CFC (hlorofluoro ugljovodnici) i HCFC (hidrohlorofluoro ugljovodnici) itd.

Acidifikacija	Gubitak akvatičnog sveta zbog smanjene vrednosti pH vode	Zbirna vrednost emisija u vodu i vazduh izraženih preko potencijala acidifikacije	Emisije kiselina ili supstanci koje imaju sposobnost da se konvertuju u kiseline; HCl (hlorovodonična kiselina), SO ₂ (sufor dioksid), NO _x (oksidi azota) itd.
Eutrofikacija	Gubitak akvatičnog sveta zbog smanjenog nivoa rastvorenog kiseonika u vodi	Oslobađanje nutritivnih supstanci koje mogu da dovedu do eutrofikacije što može da utiče na smanjenje rastvorenog kiseonika	Emisije nutrijenata, kao što su fosfor i azot koji lako metabolišu organsku materiju

Cilj **karakterizacije** jeste da obezbedi objedinjavanje rezultata inventara u indikatore za svaku kategoriju uticaja

Primer - za globalno zagrevanje se najčešće koristi indikator pod nazivom potencijal globalnog zagrevanja – GWP izražen preko CO₂ ekvivalenta. Izračunavanje GWP se sprovodi u dva koraka. Prvo se svaki gas sa efektom staklene bašte preračuna u CO₂ ekvivalent na osnovu određenog faktora karakterizacije, a zatim se ukupni indikator izračunava kao suma svih CO₂ ekvivalent pojedinačnih gasova

1.1.4. Interpretacija životnog ciklusa

Četvrta faza, Interpretacija životnog ciklusa je sistematski postupak za identifikovanje, proveru, kvalifikovanje i ocenjivanje informacija dobijenih na osnovu rezultata analize inventara životnog ciklusa i/ili ocenjivanja uticaja životnog ciklusa sistema proizvoda. Faza interpretacije treba da donese rezultate koji su konzistentni sa definisanim ciljem i predmetom i koji dostižu zaključke, objašnjavaju ograničenja i obezbeđuju preporuke. To je zapravo proces balansiranja važnosti uticaja određenih efekata koje proizvod ili usluga produkuje na životnu sredinu .

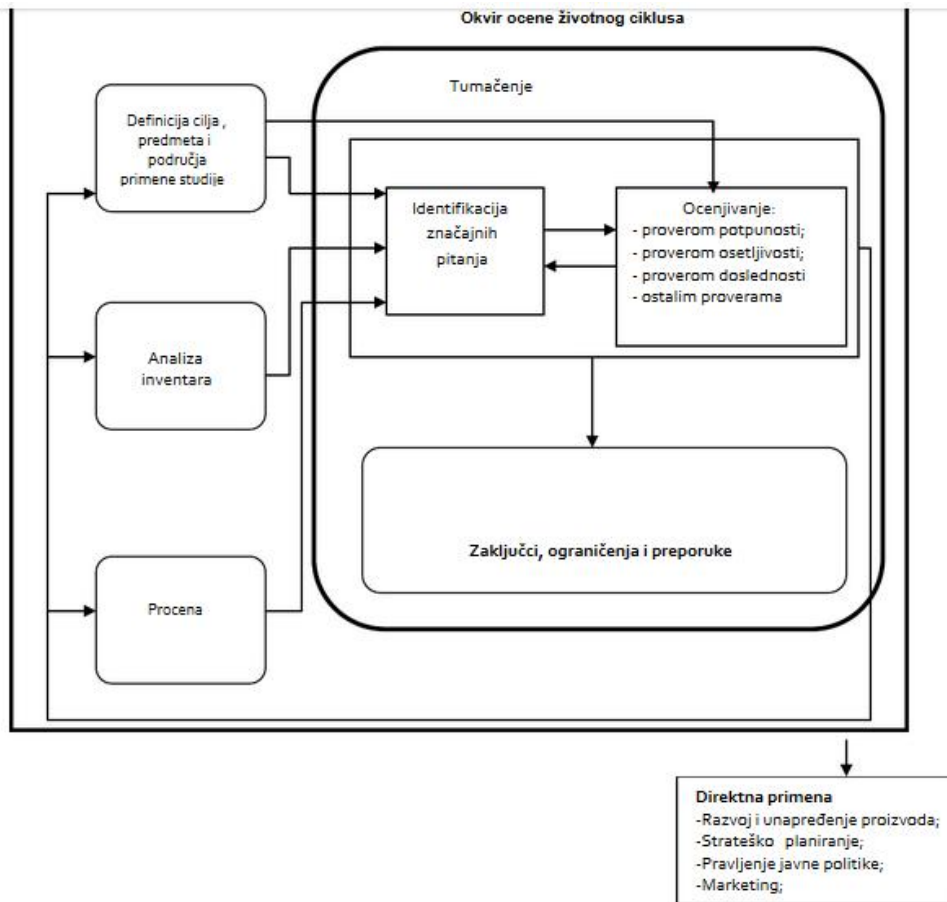
Rezultati interpretacije se daju u obliku zaključaka i preporuka donosiocima odluka, a u skladu sa ciljem i predmetom studije.

Faza interpretacije može da obuhvati iterativni proces preispitivanja i revidiranja predmeta LCA, kao i prirode i kvaliteta podataka prikupljenih na način koji je konzistentan sa definisanim ciljem.

Povezanost između Studije LCA i drugih instrumenata upravljanja životnom sredinom je neophodna da bi se istakle prednosti i ograničenja Studije LCA u odnosu na definisani cilj i predmet faze. Ova procedura, uključujući i transparentan izveštaj, je neophodna da bi rezultati mogli da posluže kao osnova za zaključak, preporuke i za donošenje odluka.

Postoje tri elementa u fazi⁴⁰ interpretacije životnog ciklusa:

1. Identifikovanje značajnih pitanja na osnovu LCI i LCIA faze
2. Ocenjivanje značajnih pitanja na osnovu kompletnosti, osetljivosti i konzistentnosti provere
3. Donošenje zaključaka, preporuka i pisanje izveštaja



Slika 1.8⁴² – Odnosi između elemenata LCA

Kroz **Identifikaciju značajnih pitanja** se strukturiraju rezultati LCI ili LCIA faze na takav način da je moguće utvrditi značajna pitanja.

Procedura **ocenjivanja**⁴² potvrđuje pouzdanost rezultata LCA studije .

Zaključak, preporuke i izveštaj LCA Studije se rade interaktivno sa ostalim elementima u fazi interpretacije životnog ciklusa. /11/

Preporuke se baziraju na konačnom zaključku a konačan izveštaj predstavlja potpunu, nepristrasnu i transparentnu ocenu cele studije koji je u korelaciji sa nameravanom upotrebom.

Preporuke se saopštavaju donosiocima odluke i postaju jedan od alata za donošenje odluka!!!

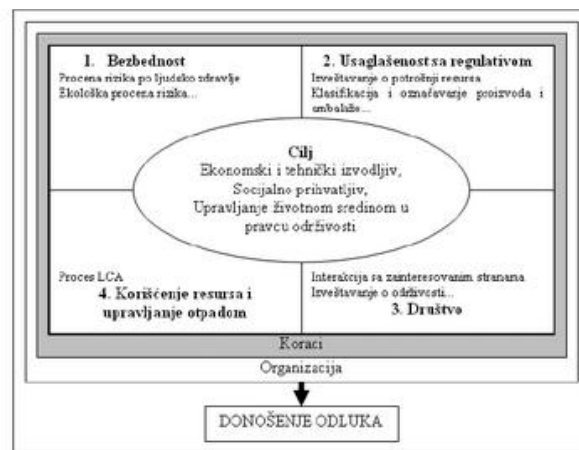
1.1.5. Ograničenja pristupa analize životnog ciklusa

LCA kao instrument obezbeđuje bilans ukupnog sistema i uzima u obzir funkcionalnu jedinicu za iskorišćenje resursa, nastali čvrst otpad i emisije zagađujućih materija kroz vreme i prostor. No, LCA nije u mogućnosti da prikaže trenutne efekte proizvoda, ambalaže i sistema usluga na stanje životne sredine [29].

Dokumentom Internacionalne organizacije za standardizaciju (ISO) koji se naziva *Ocenjivanje uticaja životnog ciklusa ISO/FDIS* donetim 1999 se naglašava da kroz LCA analizu se ne mogu definisati aktuelna stanja uticaja, procene bezbednosti i procene rizika niti trendovi i povećanja.

Drugi instrumenti, kao što je *procena rizika*, obezbeđuju određivanje verovatnoće nastanka efekata, ali ne pokrivaju sva pitanja životne sredine u životnom ciklusu niti vezu između efekata i funkcionalne jedinice.

Na slici 1.9. predstavljen je okvir za upravljanje životnom sredinom i mesto LCA studije u tom okviru.



Slika 1.9. ⁴³ Pozicija LCA studije u okviru sistema upravljanja životnom sredinom

1.1.6. Zaključna razmatranja

Korist pristupa ocenjivanje životnog ciklusa ogleda se u obuhvatnosti ovog instrumenta.

Faza *inventara životnog ciklusa* utvrđuje procesne karakteristike sistema, masene i energetske bilanse. Unutar granica sistema se evidentiraju svi ulazi, izlazi i emisije u svim fazama i operacijama životnog ciklusa. Inventarizacijom su obuhvaćeni ne samo direktni ulazi i emisije proizvodnje, distribucije, upotrebe i odlaganja već i indirektni ulazi i emisije (na pr. od inicijalne proizvodnje energije koja se koristi). Transparentna analiza se sprovodi za sve procese unutar granica sistema.

Inventarizacija je podležna i prostornoj raspodeli, tj. sprovodi se za sve delove prostora.

LCA tehnika obezbeđuje pregled tj. „mape“ energetskih i materijalnih tokova kao što su resursi, čvrst otpad i emisije za ukupan sistem. Komparacija „mapa“ različitih opcija ili scenarija pruža mogućnost da se identifikuje tačka u kojoj je moguće sprovesti poboljšanje životne sredine.

Značaj studije LCA je u tome što istovremeno može obuhvatiti više uticaja i obraditi više problema vezanih za životnu sredinu. Sistem mapa, takođe, obezbeđuje da se ostale informacije o životnoj sredini i instrumenti procene obuhvate i koriste u sprezi sa LCA.

Studija LCA jeste jedini instrument koji obuhvata celokupan životni ciklus i sva pitanja životne sredine povezana sa proizvodom, ambalažom ili sistemom usluga i jedini koji povezuje sve kroz funkcionalnu jedinicu. Ipak na osnovu ove studije se ne može predvideti stvarni uticaj na životnu sredinu.

Korišćenjem samo jednog analitičkog instrumenta nije moguće obuhvatiti sva pitanja od značaja koja povezuju proizvod i njegov uticaj na životnu sredinu. Za obezbeđivanje upravljanja zaštitom životne sredine neophodna je primena kombinacije različitih analitičkih instrumenata koji definišu uticaj određenog proizvoda ili usluga.

Vrednost LCA sastoji se u tome što je ona sposobna da mapira uticaj proizvoda kroz ceo životni ciklus proizvoda.

Korišćenje LCA kao instrumenta ekodizajna⁴⁴

- Identifikuje se uticaj performansi postojećih proizvodnih procesa na životnu sredinu
- Postavljaju se ciljevi zaštite životne sredine kao projektni zadatak za tim koji razvija i dizajnira proizvod
- Obezbeđuje se alat kojim se vrši procena "u toku rada" i pomoću koje se razmatra uticaj na životnu sredinu razvojnog koncepta i detaljnog dizajna
- Olakšava se donošenje odluke o izboru i korišćenju materijala i komponenta za razvojni tim
- Identifikuje uticaj proizvoda i pratećih potrošnih materijala na životnu sredinu.

LCA započinje mapiranje životnog ciklusa proizvoda, počevši od proizvodnje sirovina i kreće se kroz različite faze proizvodnje, korišćenja i konačnog odlaganja. Na svakoj poziciji životnog ciklusa proizvoda kreira se inventar koji identifikuje uticaj na životnu sredinu u toj fazi, uključujući i emisije zagađenja kao i stepen iskorišćenja resursa. Podaci o uticaju određenih operacija su pod direktnom kontrolom kompanije (tj. tipično proizvodnje ili sklapanja proizvoda i možda distribucije) te je njihovo izračunavanje relativno jednostavno.

Međutim, tačno izračunavanje uticaja na životnu sredinu drugih faza životnog ciklusa, kao što je proizvodnja sirovina ili upotreba samih proizvoda, nije uvek moguće. Takve kalkulacije zahtevaju pristup informacijama kroz baze podataka, projekte ili kroz rad drugih organizacija.

Indikatori zaštite životne sredine

Postoji sve veća potražnja za izveštavanjem kompanija, koje je jasno i fokusirano na ključne uticaje njihovog poslovanja na životnu sredinu. Za ovo je potrebno izveštavanje o ekološkim performansama, koje će doneti beneficije na dva načina:

- Obezbediće informacije menadžmentu da iskoristi uštede koje dobar ekološki učinak obično donosi;

- Daće mogućnost za otkrivanje značajnih komponenti u zaštiti životne sredine firme (Becker, 2008).

Indikatori ekoloških performansi su jedan od mogućih alata za takva merenja i informacije o tome kako da se razumeju i procene ekološke performanse kompanija. Preduzeća će sprovesti značajne aktivnosti na očuvanju životne sredine, ako mogu da odrede odgovarajuće indikatore učinka. Ekološki indikatori će olakšati komunikaciju sa interesnim ekološkim grupama ako su uključeni u izveštavanje. Kroz primenu ekoloških indikatora, procenu i merenje ekoloških uslova dobija se set podataka za informisanje i pomoć vladama, koordinatorima razvoja, planerima i donosiocima odluka u praćenju njihovog učinka prema održivosti životne sredine. Indikatori ekoloških performansi (EPI) su se progresivno razvijali tokom proteklih deset godina i koriste se od strane međunarodnih organizacija kao što su Ujedinjene nacije, Svetska banka, Svetski poslovni savet za održivi razvoj i Globalna inicijativa za izveštavanje. Indikatori ekoloških performansi ističu se kao bitan alat za zaštitu životne sredine i poboljšanje merenja lokalnog života i ukupnog nacionalnog razvoja i održivog razvoja. Indikatori pokrivaju širok spektar i primenjuju se na lokalnom, nacionalnom i regionalnom nivou. Njihovi korisnici mogu lako da im pristupe, direktno ih izaberu i odmah primene za merenje nacionalnih ekoloških performansi. U praksi, indikatori mogu da pomognu pri donošenju odluka na globalnom i nacionalnom nivou. Ekološka serija standarda ISO (Međunarodna organizacija za standardizaciju) je u širokoj upotrebi u kompanijama koje primenjuju upravljanje zaštitom životne sredine, što za ishod ima izveštavanja o ekološkim performansama. Ovo posebno važi za evaluaciju ekoloških performansi i postavljanje niza standarda na svetskom nivou, a koji zahtevaju stalnu posvećenost unapređenju ekoloških performansi u cilju ispunjavanja ekoloških ciljeva i kriterijuma. ISO 14031 i ISO 14032 su nastavak serije ISO 14000. ISO 14031 daje smernice za izbor i primenu indikatora za ocenu ekoloških performansi organizacije, uz podršku ISO 14032 koji daje primere iz realnih organizacija radi ilustracije korišćenja smernica iz ISO 14031 (Evaluacija ekoloških performansi - Smernice: Specifikacija svrhe evaluacije ekoloških performansi, pripreme plana evaluacije, prikupljanja podataka, pregleda rezultata - ovo je regulisano kao JIS Q 14031 20. oktobra 2000.) Iako smernica definiše koncept i proceduru izbora indikatora ekoloških performansi, ona ne obuhvata razvoj samih indikatora.

Karakteristike indikatora zaštite životne sredine

Indikatori ekoloških performansi mogu da budu znaci, statistike, mere ili parametri, koji su razvijeni i koriste se u informisanju i merenju promena ekoloških komponenti, statusa, fokusa i trendova. Ovi indikatori mogu da utiču na akcije upravljanja i vode ka ekološkom menadžmentu i održivom razvoju. Oni treba da budu razvijeni tako da pružaju solidne osnove za donošenje odluka, kao i da doprinesu samoregulisanju integrisanih i razvojnih okruženja sistema. Indikatori ekoloških performansi ne bi trebalo samo da nas obaveste da li je ono što mi radimo dovelo do održivosti ili nije, već takođe

moraju da razvijaju i sintetišu naučne i tehničke podatke u korisne informacije za donosiocima odluka pri rešavanju sadašnjih i budućih političkih pitanja. Indikatori ekoloških performansi mogu da se okarakterišu na sledeći način:

1) Indikatori moraju da predstavljaju sve važne probleme i pokrivaju sve relevantne aspekte. To znači da indikatori moraju sistematski da sagledavaju interakciju između sistema i njihove životne sredine. Indikatori treba da budu jasno definisani, reproduktivni, nedvosmisleni, lako razumljivi, praktični, i osetljivi na promene koje mere.

2) Indikatori moraju da odražavaju interese različitih interesnih grupa. Dakle, proces pronalaženja seta indikatora mora da bude participativan, kako bi se osiguralo da on obuhvata vizije i vrednosti zajednice ili regiona i drugih geografskih jedinica za koje je razvijen.

3) Na kraju, oni bi trebalo da pokažu trendove tokom vremena i usmeravaju politike i odluke na svim nivoima društva i svim nivoima njegovih institucija. Prema podacima Međunarodne mreže za ekološku usaglašenost i poštovanje (2012), ekološki indikatori su definisani za rešavanje određenih pitanja:

- Implementacioni indikatori. Od vlada se zahteva da preduzmu korake radi sprovođenja obaveza, koje su posledica potpisivanja međunarodnih sporazuma i nacionalnih politika u formi zakona ili programa.
- Izvršni Indikatori. Kada je vlada usvojila ekološke zakone koji su joj potrebni, onda mora da ih i sprovede.
- Indikatori usklađenosti. Kada su zakoni na snazi i primenjuju se, potrebni su dodatni indikatori za merenje nivoa usklađenosti.

2.2. Vrste indikatora zaštite životne sredine

U organizacionom poslovanju, baza indikatora ekoloških performansi može da se podeli na dve vrste mera:

- Prva su indikatori ekološkog menadžmenta, koji se preduzimaju u okviru sistema menadžmenta organizacije. Oni sadrže interne informacije o naporima organizacije na smanjenju uticaja na životnu sredinu, ali ne i same informacije o zaštiti životne sredine. Na primer, neki od ovih indikatora su broj ekoloških audita, procenat zaposlenih koji imaju obuku iz zaštite životne sredine, kao i broj ekološki podobnih dobavljača.
- Drugu čine indikatori ekoloških uslova. Njih čine eksterni indikatori, koji opisuju direktne efekte i uticaje na životnu sredinu, na primer, indikatori emisije vode na putevima u blizini proizvodnog pogona. Ovaj set indikatora se obično primenjuje od strane javnih institucija. Oni su nacionalni indikatori, koje organizacija može da koristi pri izboru svog seta indikatora

Tabela 1: Područja ekoloških indikatora

Ekološka područja	Pod-područja	Ekološki indikatori
Atmosfera	Klimatske promene	Emisija direktnih i indirektnih gasova staklene bašte
	Oštećenje ozonskog	Potrošnja supstanci koje oštećuju ozon
	Kvalitet vazduha	Koncentracija zagađivača vazduha u urbanim područjima i industrijskim Broj vozila
Zemljište	Poljoprivreda	Površina obradivih i trajnih useva
		Upotreba đubriva
		Upotreba poljoprivrednih pesticida
	Šumski fond	Površina šuma kao procenat zemljišne površine Intenzitet seče drveća
	Dezertifikacija	Površina zemljišta ugroženog dezertifikacijom
Urbanizacija	Površina urbanih formalnih i neformalnih naselja	
Okeani, mora i obale	Obalske zone	Koncentracija algi u obalskim vodama Procenat ukupne populacije koja živi u obalskim područjima
		Broj vrsta sa IUCN crvene liste vrsta* sa habitatom u području pogođenom
	Ribarstvo	Godišnji ulov vepine vrsta
Slatka voda	Količina vode	Godišnje povlačenje podzemne i površinske vode kao procenat ukupne godišnje obnovljive količine vode dostupne iz izvora (po
		Ukupna potrošnja vode i njen efekat na ukupnu količinu vode i ekosistem
		Ukupno recikliranje i ponovna upotreba vode BPK** u vodi
	Kvalitet vode	Koncentracija fekalnog koliforma u slatkoj vodi Izvori vode i ekosistemi pogođeni ispuštanjem vode
		Ispuštanje otpada u vodu
		Ukupna količina otpada po vrstama i načinu tretiranja
Biodiverzitet	Ekosistem	Područje izabranih ključnih ekosistema Lokacija i veličina zemlje u vlasništvu, kao i zakupljene zemlje u habitatima sa bogatim biodiverzitetom
		Uticaj aktivnosti i operacija na zaštićena i osetljiva područja
		Broj poslovnih jedinica koje posluju ili planiraju poslovne operacije u zaštićenim i osetljivim područjima i oko njih
	Vrste	Zaštićena područja kao procenat ukupnih površina Izobilje izabranih ključnih vrsta
		Ciljevi i programi za očuvanje i obnavljanje autohtonih vrsta u

Otpad	Materijal	Procenat materijala iskorišćenog iz otpada (obrađenog ili neobrađenog) iz eksternih izvora do organizacije koja izveštava
Performanse i menadžment	Politika	Nacionalne, regionalne i lokalne ekološke politike i regulative
		Incidenti primenjenih internacionalnih deklaracija/konvencija/sporazuma povezanih sa ekološkim pitanjima

* IUCN crvena lista vrsta – opšte poznata kao prepoznatljivi, objektivni globalni prilaz za evaluaciju statusa konzervacije biljnih i životinjskih vrsta.
 ** BOD – biohemijska potrošnja kiseonika.

Nacionalna lista indikatora sadrži opšti opis indikatora i indikatore tematskih celina razvrstane na tematska područja.

Opšti opis indikatora obuhvata:

- 1) značaj na nacionalnom i međunarodnom nivou;
- 2) relevantnost za izveštavanje korišćenjem datog indikatora;
- 3) merljivost i statističku ispravnost indikatora;
- 4) jednostavnost i lakoću razumevanja;
- 5) ekonomsku opravdanost.

Struktura podataka u Nacionalnoj listi indikatora podeljena je prema kategorijama u tematske celine, i to:

- 1) vazduh i klimatske promene;
- 2) vode;
- 3) priroda i biološka raznovrsnost;
- 4) zemljište;
- 5) otpad;
- 6) buka;
- 7) nejonizujuće zračenje;
- 8) šumarstvo, lov i ribolov;
- 9) održivo korišćenje prirodnih resursa;

10) privredni i društveni potencijali i aktivnosti od značaja za životnu sredinu;

11) međunarodna i nacionalna zakonska regulativa, kao i mere (strategije, planovi, programi, sporazumi), izveštaji i ostala dokumenta i aktivnosti iz oblasti zaštite životne sredine;

12) subjekti sistema zaštite životne sredine.

Na primer imamo sledeću tabelu koja će nam prikazati Indikatore vezane za vazduh i klimatske promene pa ću na taj način najlakše objasniti šta su ustvari sami indikatori zaštite životne sredine:

Tematska celina	1. VAZDUH I KLIMATSKE PROMENE
Red. br.	Naziv indikatora
1.1.	<i>1.1. Učestalost prekoračenja dnevnih graničnih vrednosti za SO₂, NO₂, PM₁₀, O₃</i>
Tematsko područje	Stanje
Definicija i opis indikatora	Indikator predstavlja broj dana u toku godine s prekoračenjem graničnih vrednosti kvaliteta vazduha u odnosu na zagađenje vazduha sa SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , i O ₃ u urbanim i ruralnim područjima. Indikatorom se opisuje stanje životne sredine u smislu kvaliteta vazduha tj. mere njegovog zagađenja.
Metodologija izračunavanja i	Indikator se računa na osnovu podataka državne i lokalnih mreža za

sakupljanja podataka	praćenje kvaliteta vazduha iz izmerenih prosečnih časovnih, 24-časovnih vrednosti koncentracija SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , i maksimalnih osmočasovnih vrednosti koncentracija O ₃ .
Jedinica mere	Broj dana u toku godine sa prekoračenjem dnevne granične vrednosti
Pravna pokrivenost nacionalnim i međunarodnim propisima i obavezama izveštavanja	<ul style="list-style-type: none"> - Zakon o zaštiti vazduha ("Službeni glasnik RS", broj 36/09); - Zakon o ministarstvima ("Službeni glasnik RS", broj 16/11); - Uredba o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha ("Službeni glasnik RS", br. 11/10 i 75/10); - Evropska Agencija za životnu sredinu - EEA CSI 004 - Exceedance of air quality limit values in urban areas.
Izvor i dostupnost podataka i periodičnost sakupljanja podataka	<p>Nacionalna i lokalne mreže za monitoring kvaliteta vazduha</p> <p>Učestalost prikupljanja podataka - u skladu sa zakonskim obavezama i korišćenim metodama za monitoring (od 1 sat do godišnjeg izveštavanja)</p>
Način i rokovi dostavljanja podataka, informacija, indikatora i izveštaja u Informacioni sistem	Rok dostavljanja: do 15. februara tekuće godine za prethodnu godinu

Tematska celina	I. VAZDUH I KLIMATSKE PROMENE
Red. br.	Naziv indikatora
1.2.	1.2. Godišnja temperatura vazduha
Tematsko područje	Uticaji
Definicija i opis indikatora	Indikator predstavlja odstupanje srednje godišnje temperature vazduha za područje Republike Srbije u odnosu na klimatološku normalu 1961-1990. Indikator je direktno povezan sa stanjem klimatskog sistema i pokazuje trend promena srednje godišnje temperature vazduha. Podindikator: 1. Maksimalna temperatura vazduha; 2. Minimalna temperatura vazduha.
Metodologija izračunavanja i sakupljanja podataka	Indikator se računa iz satnih/dnevnih/godišnjih podataka o temperaturi vazduha izmerenih u mreži meteoroloških stanica za pojedinačnu godinu i proseka za period 1961-1990.
Jedinica mere	Normalizovana standardna devijacija u odnosu na period 1961-1990
Pravna pokrivenost nacionalnim i međunarodnim propisima i obavezama izveštavanja	- Zakon o ratifikaciji Konvencije o Svetskoj meteorološkoj organizaciji ("Službeni list FNRJ - Međunarodni ugovori", broj 80/48); - Zakon o potvrđivanju Okvirne konvencije Ujedinjenih nacija o promeni klime ("Službeni list SRJ - Međunarodni ugovori", broj 2/97)

	- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change No. 2/97); - Zakon o ministarstvima ("Službeni glasnik RS", broj 16/11); - Zakon o meteorološkoj i hidrološkoj delatnosti ("Službeni glasnik RS", broj 88/10); - <i>Environmental Indicators and Indicator-based assessment Reports</i> , Economic Commission for Europe, UN, 2007-UNECE B4-Air Temperature.
Izvor i dostupnost podataka i periodičnost sakupljanja podataka	Republički hidrometeorološki zavod Srbije Periodičnost sakupljanja podataka: godišnje
Način i rokovi dostavljanja podataka, informacija, indikatora i izveštaja u Informacioni sistem	Rok dostavljanja: do 15. februara tekuće godine za prethodnu godinu

Ključni pokretači izveštavanja o indikatorima zaštite životne sredine

Ključni pokretači izveštavanja o ekološkim performansama su:

- Propisi. Vlade su na većini nivoa pojačale pritisak na preduzeća na polju evaluacije uticaja njihovog poslovanja na životnu sredinu. Zakonodavstvo se sve više inovira i pokriva sve širi spektar aktivnosti.
- Kupci. Javno mnjenje i potrošačke preferencije su apstraktan, ali snažan faktor koji vrši značajan uticaj na preduzeća, posebno na ona koja su potrošački orijentisana. Ovaj faktor je naveo kompanije da pruže mnogo više informacija dobavljačima o proizvodima koje proizvode, kao i o uticaju tih proizvoda na životnu sredinu od njihovog stvaranja do odlaganja.
- Pritisak drugih organizacija. Svaka organizacija je deo industrije, sa konkurentskim pritiscima i savezima koji idu uz to. Ostvarenje industrijskih standarda za izveštavanje o održivosti može biti faktor, posebno za one, koji rade u istom lancu snabdevanja i imaju ekološke ili socijalne standarde, a koje očekuju od i svojih partnera. Postoji rastući trend velikih organizacija da zahtevaju informacije o održivosti poslovanja od svojih dobavljača kao deo kriterijuma odabira svojih poslovnih partnera.
- Same organizacije. Organizacije, kao i javnost, osećaju pritisak da stvore verodostojnu politiku održivosti, sa odgovarajućim performansama. Sve više investitora zahteva eksplicitno izveštavanje o strategijama održivosti i dokaze o pozitivnim rezultatima. Balansirani finansijski rast, korporativna odgovornost, dobit po akciji, takođe dovode do procene između kratkoročnih dobitaka i dugoročnog profita.
- Investitori. Investitori sve više žele da znaju da li su kompanije usmerene ka odgovornom, održivom, dugoročnom poslovnom pristupu. Na primer institucionalni investitori i berzanski direktori su počeli da zahtevaju redovno izveštavanje o održivosti od kompanija, kao i izveštavanje o zaštiti životne sredine socijalnim pitanjima i korporativnom upravljanju i indekse kao što je Dow Jones indeks održivosti. Carbon Disclosure projekat razvijen je kao odgovor na zahtev investitora da kompanije mere i izveštavaju o emisiji gasova staklene bašte i o svojim strategijama za klimatske promene, kao sredstvo za postavljanje ciljeva u smanjivanju ovih emisija i za postavljanje pojedinačnih ciljeva..

Dakle može se zaključiti da Indikatori ekoloških performansi pružaju kompanijama alat za merenje. Oni su kvantitativne metrike, koje odražavaju ekološke performanse poslovanja u kontekstu ostvarivanja širih ciljeva i zadataka. Takođe, oni pomažu kompanijama da primenjuju strategije povezujući različite nivoe organizacije (poslovne jedinice, odeljenja i pojedince) sa jasno definisanim ciljevima i kriterijumima. Uticaj ekoloških pitanja na organizacije se povećava i nastaviće da raste. Na primer, loše upravljanje energijom, prirodnim resursima, odnosno otpadom može da utiče na trenutni učinak, a neuspeh planiranja budućnosti u kojoj će ekološki faktori zauzimati značajno mesto može da ugrozi dugoročnu vrednost i opstanak poslovanja. Dakle, vlade očekuju da će kompanije morati da koriste indikatore ekoloških performansi da bi se adekvatno uspostavila veza između ekoloških i finansijskih performansi (UNCED, 1992). Trend ekologije i održivosti ogleda se u pritisku od strane potrošača,

akcionara, zaposlenih, partnera i vlada (propisi) na kompanije da prihvate održive i zelene prakse poslovanja. Mnoge kompanije su pribegle greenwashing-u umesto pravom stvaranju zelenih inovacija i marketiranju svojih proizvoda na način koji sugerišu zelene prakse. Da bi organizacija bila istinski održiva, ona mora da održi ne samo potrebne ekološke resurse, već i svoje socijalne resurse, uključujući zaposlene, klijente (zajednicu), i svoj ugled. Organizacije mogu da pomognu obrazovanju u svojim zajednicama, tako što će obučiti svoje zaposlene i ponuditi stažiranje mlađim članovima zajednice. Prakse poput ovih povećavaju nivo obrazovanja i kvaliteta života u zajednici. Zato se organizacije koje se staraju o zajednici, bilo kroz volontiranje zaposlenih ili putem dobrotvornih donacija, i smatraju društveno odgovornim.