Metode de evaluare
a impactului asupra mediului

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
APOSTOL, TIBERIU
Metode de evaluare a impactului asupra mediului / Tiberiu Apostol, Cristian Dincă. - Bucureşti : Editura Academiei Oamenilor de Ştiință din România, 2011
Bibliogr.
Index
ISBN 978-606-8371-30-6

I. Dincă, Cristian

504.03(498)
504.06(498)

Editura Academiei Oamenilor de Ştiință din România

Adresa: Splaiul Independenței, nr. 54, sectorul 5, cod 050094 Bucureşti, România

Redactor: ing. Mihail CĂRUȚAŞU

Documentarist: ing. Ioan BALINT

Coperta: ing. sist. Adrian Nicolae STAN

Copyright © Editura Academiei Oamenilor de Ştiință din România, Bucureşti, 2011

Tiberiu Apostol

Cristian Dincă

Metode de evaluare a impactului asupra mediului

Editura Academiei Oamenilor de Ştiinţă din România

Bucureşti

2011

Cuprins

1.	**Mediul înconjurător**	**9**
1.1.	Mediul înconjurător. Efect, impact, pericol, risc.	9
1.2.	Metode de evaluare a mediului	13
2.	**Analiza Ciclului de Viață – metodă de evaluare a impactului asupra mediului înconjurător**	**21**
2.1.	Definirea obiectivelor ACV	21
2.2.	Bilanțul materie – energie	22
2.3.	Analiza de impact	36
2.4.	Evaluarea comparativă şi interpretarea rezultatelor	41
3.	**Categorii de impact asupra mediului înconjurător**	**45**
3.1.	Epuizarea resurselor naturale	45
3.2.	Efectul de seră	47
3.3.	Degradarea stratului de ozon şi formarea ozonului fotochimic	50
3.4.	Acidificarea	55
3.5.	Eutrofizarea	56
3.6.	Potențialul ecotoxicologic	57
3.7.	Victime, mirosuri şi zgomot	60
3.8.	Poluarea termică a apei	62
3.9.	Degradarea peisajului	63
4.	**Utilizarea analizei multicriteriale în ACV**	65
4.1.	Analiza multicriterială în ajutorul deciziilor	65
4.2.	Concepte de bază în analiza multricriterială	67
4.3.	Alegerea metodei de analiză multicriterială	72
	Bibliografie	77

1. MEDIUL ÎNCONJURĂTOR

1.1 Mediul înconjurător

Definirea, mediului înconjurător ca "ceea ce ne înconjoară" nu se poate face fără legătură cu alți termeni ca: social, cultural, economic, calitatea vieții [1].

Conform dicționarului Larousse, mediul înconjurător este un ansamblu definit la un moment dat, de agenți fizici, chimici, biologici şi de factori sociali susceptibili de a avea un efect direct sau indirect, imediat sau în timp, asupra organismelor vii şi a activităților umane.

Comisia Europeană defineşte mediul înconjurător ca fiind mediul natural în care noi trăim, cuprinzând aerul, apa, pământul, flora, fauna, precum şi resursele naturale cum ar fi combustibilii fosili şi resursele mineralele.

Batelle propune pentru definirea conceptului de mediu, utilizarea noțiunilor de ecosistem şi antroposistem [2], elemente legate între ele printr-o multitudine de relații.

Ecosistemele au în componența lor: apa, aerul, solul, fauna (incluzând aici şi omul) şi flora. Relațiile între aceste elemente sunt de ordin bio-fizico-chimice.

Distingem 3 tipuri de ecosisteme:

- ecosistemul acvatic;
- ecosistemul atmosferic;
- ecosistemul terestru.

Antroposistemele sunt constituite din materiile prime şi formele de energie primară transformate şi organizate de om. Acest ultim factor, omul, face parte integrantă din antroposistem.

Relațiile care există între aceste elemente sunt de ordin socio-politico-economic.

Se poate afirma că antroposistemul este un ecosistem mult transformat de om, ale cărui legi de funcționare au fost modificate de activitățile umane. În plus, elementele antroposistemelor provin din ecosisteme şi se supun legilor din ecosisteme, însă nu toate elementele din ecosisteme aparțin antroposistemelor şi ascultă de legile care guvernează antroposistemele. Se poate spune că, antroposistemele sunt incluse în ecosisteme.

Prin definiție, mediul înconjurător al unui sistem este tot ceea ce îl înconjoară. În consecință, mediul înconjurător (raportat la om) este constituit din toate ecosistemele şi toate antroposistemele, deci de planeta noastră în întregime.

Mediul înconjurător înglobează patru aspecte: "Ecologie", "Poluare", "Estetică şi confort", "Interes uman", divizate în 15 componente (tab. 1.1).

Dintr-o perspectivă socio-economică, aceste 4 aspecte pot fi regrupate în 2 mari clase, ce sunt caracterizate de două viziuni privind mediul înconjurător:

- cadrul de viaţă şi muncă al populaţiei care înglobează "Estetică şi Confort", şi "Interes uman" (antroposisteme);
- furnizor de resurse pentru buna desfăşurare a activităţilor umane şi de receptor de deşeuri provenind din aceste activităţi: "Ecologie" şi "Poluare" (ecosisteme).

Ansamblul de ecosisteme şi antroposisteme vor constitui mediul natural şi mediul social.

Tabelul 1.1

Componentele mediului înconjurător

ECOLOGIE	**ESTETICA SI CONFORT**
Floră: - Vegetaţia naturală - Vegetaţia acvatică - Culturi agricole	Sol: - Aspect – Întindere
	Aer: - Aspect - Miros - Zgomot - Micro şi macroclimat
Faună: - Animale terestre - Animale acvatice - Păsări	Apă: - Aspect – Întindere - Aspectul taluzurilor râurilor
	Mediu: - Diversitatea vegetală Viu: - Diversitatea animală
Habitat: - Locuinţe - Infrastructură - transport	- Construcţii ale omului
	- Compoziţia peisajului
POLUARE	**INTERES UMAN**
Poluarea apei: - Poluarea pânzei de apă freatică - Salinizare - Poluarea chimică	Moştenire: - Moştenire istorică Cultural: - Moştenire ştiinţifică - Tradiţii locale
Poluarea aerului: - Poluarea chimică - Poluarea fizică	Ambianţă: - Singurătate - Izolare - Reîntoarcerea la natură - Anxietate - Sentiment de insecuritate
Poluarea solului: - Salinizarea solului - Eroziuni superficiale - Limitarea posibilităţilor de utilizare a solului	Mod de viaţă - Familie viaţă: - Natura serviciului - Relaţii sociale

Efect şi impact. Efectul este rezultatul unei acţiuni. El descrie un eveniment care este consecinţa obiectivă a unei acţiuni.

Impactul este transpunerea subiectivă a acestui eveniment pe o scară de valori. El este rezultatul comparării a două stări: o stare ce rezultă în urma acţiunii şi o stare de referinţă.

Impactul implică acţiunea unui sistem sursă asupra unui sistem ţintă. Sistemul sursă considerat este o activitate umană. Sistemul ţintă este o componentă a ecosistemului (om, faună, floră, aer, apă, sol). Putem astfel defini impactul ca o schimbare a stării sistemului ţintă sub acţiunea sistemului sursă. Analiza de impact impune în primul rând a defini starea iniţială a ţintei, urmând ca apoi să vedem schimbarea acestei stări. Schimbările constatate constituie impactul propriu-zis. În

general impacturile directe asupra sistemului țintă generează o succesiune de impacturi secundare.

Concluzionând se poate sintetiza:

Efect (E) = Fenomen observat la nivelul elementului țintă

Impact (I(E)) = Starea de referință după efect (O(E)) .

De exemplu o cantitate de substanță poluantă precum SO_2 ce este emisă în mediul înconjurător este un efect. Poluarea aerului indusă de aceasta este un impact, iar SO_2 constituie un factor de impact (fig. 1.1).

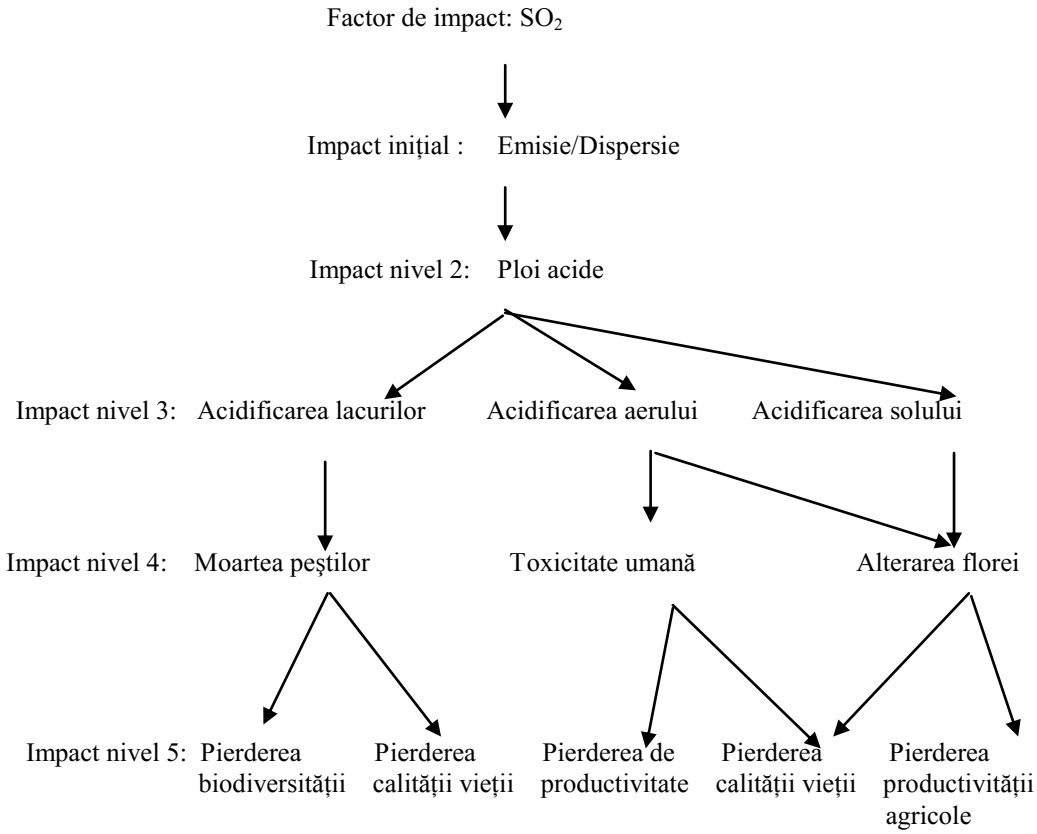

Figura 1.1 Vizualizarea impactului asupra mediului înconjurător

Impactul asupra mediului este funcție de acțiunile antropice asupra mediului şi de consecințele acestora:

Impactul asupra mediului la timpul t=f (acțiune (intensitate, durată); Consecința acțiunii (efect asupra mediului, durată). Exemplificarea acestor 2 tipuri de acțiuni este redată în tab. 1.2.

Tabelul 1.2

Acțiuni şi consecințe asupra mediului

Acțiune	**Consecințe**
Extracția materiilor prime (calitate şi cantitate)	Epuizarea resurselor naturale
Emisia de efluenți lichizi şi gazoşi precum şi de pierderea de energie în mediul înconjurător (cantitate şi calitate)	Efect asupra mediului fizic (variația concentrației) Efect asupra mediului viu (ecotoxicitate) Efect asupra ecosistemelor (deplasarea echilibrului ecologic)

În cadrul analizelor de mediu trebuie luat în considerare şi impactul potențial.

Impactul potențial este caracterizat de combinația a trei parametrii:

- acțiunea sursei (natură şi intensitate);
- expunerea şi accesibilitatea sistemelor țintă;
- sensibilitatea sistemelor țintă.

Dacă luăm în considerare o substanță poluantă ce a fost emisă în mediul înconjurător, impactul potențial va depinde de:

- cantitatea şi concentrația substanței emise;
- mobilitatea şi tendința de dispersie a substanței;
- persistența în mediul înconjurător ce depinde de degradabilitatea acesteia;
- transformarea în alți produşi în cadrul mediului înconjurător;
- efectul dăunător asupra omului, animalelor, plantelor cât şi asupra altor ecosisteme.

Pericol şi risc. Pericolul se evaluează pornind de la gravitatea prejudiciului susceptibil de a se produce şi probabilitatea de realizare a acestuia. Pericolul este o caracteristică intrinsecă, el exprimă un risc potențial. Riscul este evaluat pornind de la pericol şi de la probabilitatea de realizare a pericolului.

Pornind de la aceste constatări se pot defini noțiunile de *pericol* şi *risc*

Pericol [D(I(E))] = Gravitatea prejudiciului [I(E)] x Probabilitatea de realizare a prejudiciului [P(E)] sau un impact potențial considerat ca un prejudiciu pentru o țintă dată.

Risc = Pericol [D(I(E))] x Probabilitatea de realizare a pericolului [P(D(I(E)))] sau un eveniment periculos caracterizat de probabilitatea de realizare a pericolului corespunzător şi de gravitatea acestuia.

Pentru înțelegerea noțiunilor de risc şi pericol se ia drept exemplu acțiunea unui sistem antropic (A) asupra mediului înconjurător (E) (fig. 1.2).

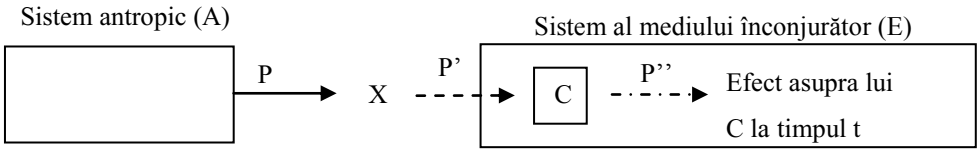

Figura 1.2 Reprezentarea riscului

Notăm:

- p: probabilitatea ca substanța X să fie emis de A;
- 1-p: probabilitatea ca substanța X să nu fie emisă de A;
- p' : probabilitatea ca substanța X să atingă C în timpul t;
- 1-p' : probabilitatea ca substanța X să nu atingă C în timpul t;
- p'' : probabilitatea ca substanța X să aibă un efect negativ asupra lui C;
- 1-p'': probabilitatea ca substanța X să nu aibă un efect negativ asupra lui C.

În funcție de valorile probabilităților definite, sunt posibile evenimentele prezentate în tab. 1.3.

Tabelul 1.3

Evenimente probabile

p	p′	p″	Evenimente
0	0	0	Imposibilitatea ca substanța x să fie emisă de A
0<p< 1	≠ 0	≠ 0	Risc de accident. Dacă în timpul t, X a fost emis, este probabil ca să aibă un efect asupra lui C.
0<p< 1	0	0	Risc de accident nul. Dacă X a fost emis putem vorbi de un incident.
1	≠ 0	≠ 0	Risc de impact (sau impact potențial sau pericol). Dacă X a fost emis în timpul t şi/sau X are un efect asupra lui C.
1	0	0	Risc de impact nul.

1.2 Metode de evaluare a mediului

Metodele de evaluare a mediului se diferențiază în funcție de obiectivele avute în vedere care sunt prezentate în tab. 1.4.

Tabelul 1.4

Obiectivele metodelor de evaluare a mediului

Element evaluat	**Obiective posibile**
Un sistem de mediu: Fie E un sistem de mediu în relație cu o multitudine de sisteme antropice A_i	- Evaluarea sistemului E la timpul t; - Urmărirea evoluției lui E; - Evaluarea impactului global al sistemelor A_i asupra lui E.
Un impact sau un risc de impact: Fie A un sistem antropic în relație cu mai multe sisteme de mediu E_i	- Reducerea impactului sau riscului de impact asupra E_i; - Compararea impactului sau riscului de impact datorat de A asupra E_i.
Un risc de accident: Fie A un sistem antropic în relație cu mai multe sisteme de mediu E_i	- Reducerea riscurilor de accidente datorate lui A
Fie A un sistem antropic în relație cu un sistem de mediu E, asupra cărora intervine o acțiune.	– Evaluarea unei acțiuni presupune cunoaşterea şi măsurarea următorilor parametrii: – eficacitate: rezultatele obținute corespund obiectivelor fixate? – eficiență: ținând cont de mijloacele angajate, rezultatele sunt satisfăcătoare? – pertinență: pentru atingerea obiectivelor fixate, mijloacele prevăzute sunt pertinente?

Dintre metodele utilizate în analiza mediului pot fi amintite: studiile de impact, studiile privind deşeurile, studiile de risc şi pericol, audit de mediu şi Analiza Ciclului de Viață.

Studiul de impact. *Obiective*: evaluarea riscului de impact al unei instalații într-un context local dat şi pertinența acțiunilor pentru reducerea acestui risc;

Sistem antropic studiat: instalațiile clasate;

Legislație: directiva CEE din 25 iunie 1985 prevede obligativitatea de a proceda la un studiu de impact pentru a putea obține autorizațiile administrative necesare la realizarea şi funcționarea unei instalații.

Etape metodologice :

- analiza stării inițiale a obiectivului;
- analiza riscurilor de impact (asupra mediului înconjurător şi socio-economice a proiectului);
- justificarea alegerii reținute;
- anunțarea măsurilor preconizate pentru reducerea riscului de impact.

Studiul privind deşeurile. *Obiective*: studiul fluxurilor deşeurilor;

Sistem antropic studiat: instalațiile clasate;

Legislație: directivele CEE privind gestionarea deşeurilor industriale.

Etape metodologice:

- descrierea situației existente privind (producția, gestiunea si eliminarea);
- studiu tehnico-economic a soluțiilor alternative pentru cele trei etape prezentate mai sus (evaluare de pertinență);
- prezentarea şi justificarea filierelor reținute pentru eliminarea deşeurilor.

Studiul de risc şi pericol. *Obiective:* Evaluarea riscului de accident;

Sistem antropic studiat: Instalații clasate;

Legislație: Directiva CEE din 24 iunie 1982 (directiva SEVESO) prevede un complement al studiului de impact în vederea obținerii autorizației administrative de funcționare.

Etape metodologice:

- identificarea surselor de pericol şi elaborarea unor scenarii de accidente posibile;
- studiul de consecințe;
- justificarea măsurilor luate pentru prevenirea apariției de accidente şi pentru limitarea efectelor;
- elaborarea unui plan de intervenții în caz de accident.

Auditul de mediu. *Obiective*: Evaluarea eficacității acțiunilor de mediu angajate şi propunerea de acțiuni pentru reducerea impacturilor şi a riscurilor de impact;

Sisteme antropice studiate: Obiective industriale;

Legislație: reglementarea comunitară din 29 iunie 1993: incită întreprinderile industriale de a pune în practică sisteme de gestiunea mediului la nivelul obiectivelor de producție şi a comunica în mod regulat cu publicul. După validarea auditului de mediu, obiectivul este înregistrat şi întreprinderea poate utiliza o declarație de participare la sistemul comunitar de management de mediu şi audit. El dă acces la utilizarea unui logo asupra ansamblului instrumentelor de comunicare dar nu asupra reclamelor publicitare privind produsele;

Etape metodologice:

- evaluarea eficacității politicii de mediu (acțiuni prioritare), a programe lor(obiective şi detalii ale operațiunilor pentru realizarea unor acțiuni) şi a sistemului de gestiune (structură organizatorică, proceduri, responsabilități şi mijloace necesare de execuție a operațiunilor);
- prezentarea noilor acțiuni;
- comunicarea cu publicul (declarația de mediu).

Analiza Ciclului de Viață este o metodă care ne ajută să identificăm, cuantificăm, interpretăm şi evaluăm impactul asupra mediului înconjurător a ansamblului de activități asociate unui produs, unui serviciu, unui proces sau unei filiere de producție începând de la extragerea materiei prime până la eliminarea deşeurilor [3].

Analiza Ciclului de Viață (ACV) trebuie utilizată ca un instrument al managementului mediului înconjurător, care permite o analiză pe baze ştiințifice a

cererilor: întreprinderilor, puterilor publice, colectivităţilor locale, asociaţiilor de protecţie a mediului sau consumatorilor.

Analiza Ciclului de Viaţă (ACV) este compusă din patru etape:

- definirea obiectivelor (prezentarea problemei de rezolvat şi descrierea ciclului de viaţă ce urmează a fi studiat);
- bilanţ materie-energie sau ecobilanţ (recenzarea fluxurilor de intrare şi ieşire din sistemul studiat, susceptibile de a fi responsabile de producerea de consecinţe asupra mediului înconjurător);
- analiza de impact (traducerea acestor fluxuri în impacturi potenţiale);
- evaluarea comparativă şi interpretarea rezultatelor.

Analiza Ciclului de Viaţă (ACV) este înainte de toate o metodă iterativă în centrul căreia se regăsesc obiectivele şi cadrul studiului (fig. 1.3).

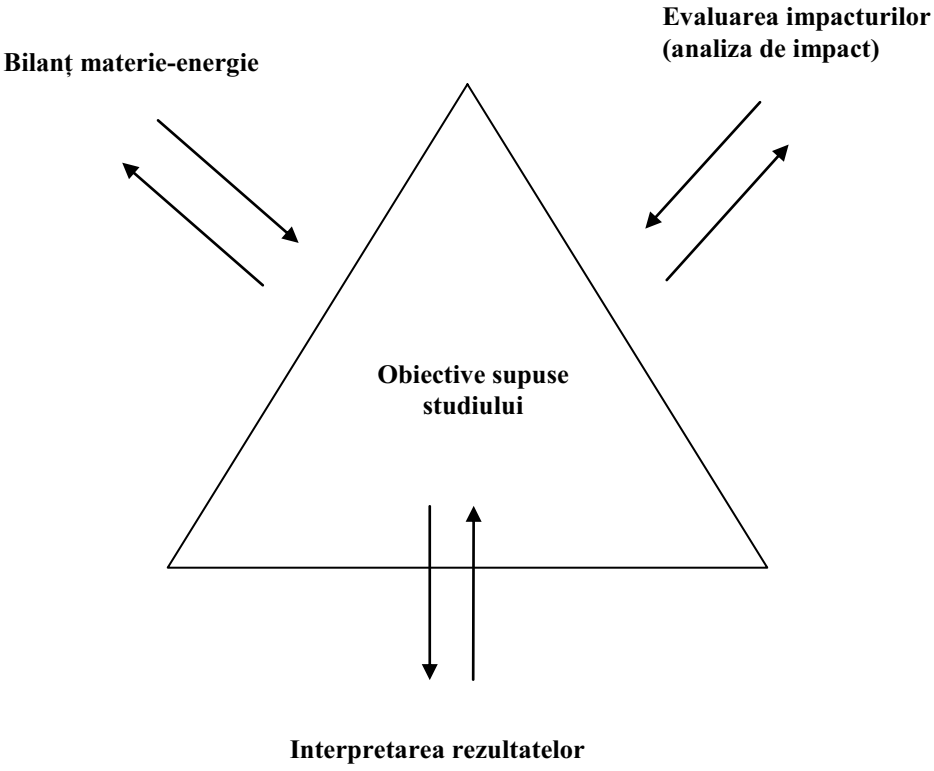

Figura 1.3 Reprezentarea procedurii Analiza Ciclului de Viaţă (ACV)

Aceste patru faze ale ACV-ului sunt legate între ele printr-un proces dinamic şi iterativ şi nu se succed neapărat în mod linear. Foarte adesea studiile ce cuprind problematica mediului înconjurător se opresc după cea de-a doua etapă, în acest caz având de-a face cu un ecobilanţ. Un studiu al analizei ciclului de viaţă nu ia în considerare analiza riscului de accident. Conform normativelor ISO 14040: Ciclul de Viaţă al unui sistem de produse este ansamblul de faze consecutive

începând de la achiziționarea materiilor prime (sau de la generarea resurselor naturale) şi până la eliminare (fig. 1.4).

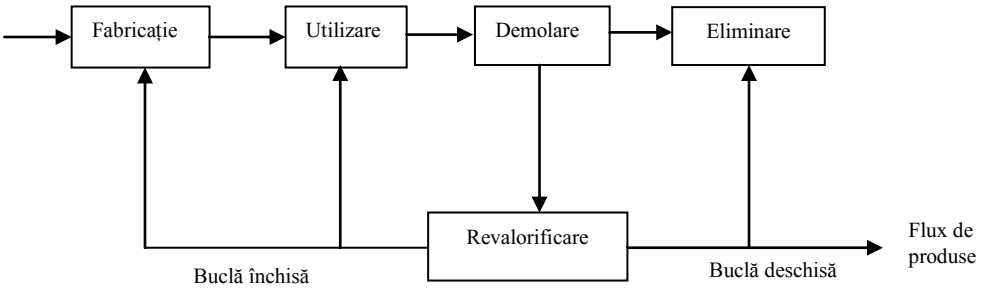

Figura 1.4 Ciclul de viață al sistemelor

Istoric, apariția ACV datează de la începutul anilor ’80 în SUA şi al anilor ’90 în Europa. În fig. 1.5 se prezintă evoluția metodei Analizei Ciclului de Viață.

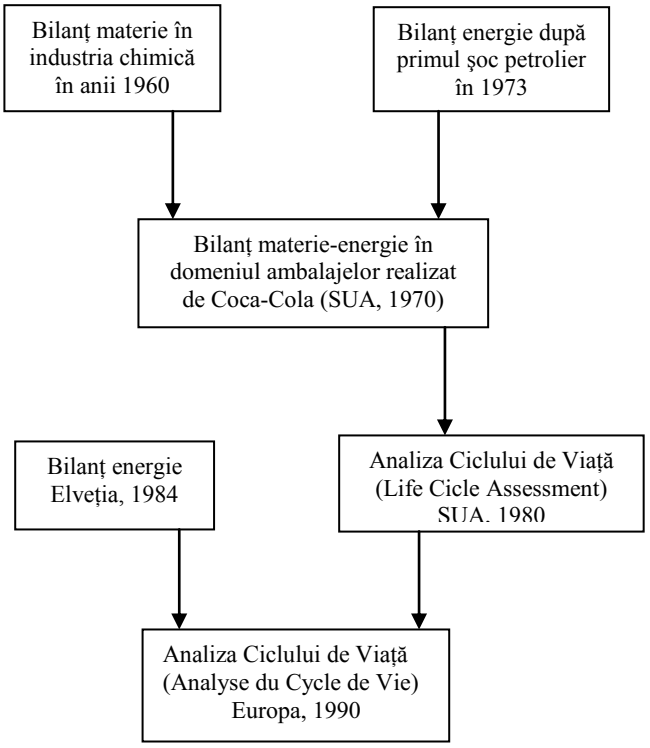

Figura 1.5 Analiza Ciclului de Viață

Perimetrul de aplicaţie al ACV este vast şi cuprinde:

- compararea impacturilor asupra mediului înconjurător a diferitelor produse cu aceeaşi întrebuinţare;
- compararea impacturilor asupra mediului a unui produs cu ale unuia standard sau care joacă rol de referinţă;
- decizie asupra conceperii de produse şi servicii noi;
- decizie de investiţii sau de optimizare a procedeelor existente;
- decizie asupra organizării logistice (ex: pentru ameliorarea calităţii de mediu a unui produs sau serviciu care ar fi incidenţa unei reorganizări logistice (alegerea modului de transport, etc.);
- decizie asupra procedeului sau filierei de eliminare a deşeurilor;
- decizie asupra definirii unei politici publice (ex: discuţii asupra directivei privind ambalaje a comunităţii europene şi redefinire a obiectivelor vizate în materie de reciclare şi de valorificare energetică);
- decizii privind elaborarea de criterii pentru definirea produselor ecologice.

Domeniile ce nu intră sub incidenţa ACV sunt :

- studiile ce au ca scop stabilirea unor amplasamente pentru diferite obiective (se vor utiliza studiile de impact);
- studiile privind problemele de mediu ridicate de resurse sau materii prime;
- studiile privind problemele de mediu ale întreprinderilor sau organizaţiilor (se vor utiliza auditurile de mediu).

Analiza Ciclului de Viaţă are următoarele avantaje:

- este singura metodă care analizează pe întreaga durată de viaţă un proces, o filieră, un produs sau serviciu;
- se pretează foarte bine la simulări informatice;
- această metodă poate combina un inventar de fluxuri economice cu unul de fluxuri de emisii reprezentând un instrument de gestiune;
- poate constitui baza unui instrument multicriterial de decizie.

În acelaşi timp, Analiza Ciclului de Viaţă are următoarele dezavantaje:

- calitatea rezultatelor depinde foarte mult de calitatea datelor utilizate precum şi de reprezentativitatea acestora (zonă geografică, perioadă de referinţă, etc.);
- diferenţa între rezultatele diferitelor studii ce utilizează ACV se poate explica prin:
    - utilizarea de diferite sisteme de comparat;
    - durata de viaţă a produselor;
    - regulilor de alocare;
    - alegerea metodologiei pentru indicatorii de impact;
    - ipotezelor iniţiale.

În tab. 1.5 sunt comparate principalele metode de analiză a mediului în funcţie de obiectul studiat.

Tabelul 1.5

Compararea metodelor de analiză a mediului înconjurător

	Studiu de impact	**Deşeuri**	**Studiul de risc şi pericol**	**Audit de mediu**	**ACV**
Sistem de mediu	DA	DA	NU	NU	NU
Impact	NU	NU	NU	DA	DA
Risc de impact	DA	NU	NU	DA	DA
Risc de accident	NU	NU	DA	NU	NU
Acțiune:					
• pertinentă	DA	DA	DA	DA	DA
• eficacitate	NU	NU	NU	DA	NU
• eficiență	NU	NU	NU	NU	DA

Metodologia ACV este utilizată în prezent de numeroase firme şi instituții publice. La nivelul anului 1999, piața ACV se prezenta astfel [6]:

- Europa – 30 milioane de dolari;
- Statele Unite ale Americii – 7 miliarde dolari;
- Japonia – 70 milioane dolari.

La nivelul anului 1999, se poate vorbi de 274 proiecte ce au utilizat un ACV complet.

Repartiția acestora pe țări este prezentată în tab. 1.6, iar în tabelele 1.7 şi respectiv 1.8 sunt prezentate tipurile de sisteme studiate şi respectiv instituțiile solicitante ale studiilor.

Tabelul 1.6

Repartiția ACV pe țări la nivelul anului 2007

Țara	**% (din cele 274 mari proiecte)**
Germania	40
Elveția	18
SUA	11
Alte țări	31

Tabelul 1.7

Tipuri de sisteme studiate cu metoda ACV la nivelul anului 2007

Tipul de sistem	**%(din numărul total de studii)**
Ambalaje	36,9
Materiale de construcții	9,1
Igienă	11,7
Energie	8,8
Materiale	8,4
Transport	4
Deşeuri	3,6
Agricultură	3,3
Construcții de maşini	3,3
Produse electrotehnice	2,6
Hârtie, carton	2,6
Diverse	5,7

Tabelul 1.8

Instituțiile ce au comandat studiile pe baza ACV la nivelul anului 2007

Tip de instituție	**%**
Întreprinderi	23
Instituții publice	18
Mediu universitar	10
Sectoare economice	8
Programe de cercetare	4
Asociații de protecția mediului	3
Organizații ale consumatorilor	1
Alte organisme	33

În ceea ce priveşte costul unui ACV în Europa [6] aceasta poate varia în funcție de complexitatea studiului între 10 000 şi 80 000 de Euro.