

# STUDIUL PRIVIND DETERMINAREA CARACTERISTICILOR PRODUSELOR ÎN RAPORT CU CERINȚELE ALE DEZVOLTĂRII DURABILE

DRĂGOI M. Andreea-Mihaela<sup>1</sup>, ȘERBĂNESCU V. Carmen-Elena<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea: Inginerie Economică Industrială, Anul de studii: IV, e-mail: dragoiandreea95@yahoo.ro

Conducător științific: Prof.dr.ing. **Marian GHEORGHE**, Conf.dr.ing. **Ovidiu-Aurelian BLĂJINĂ**

*REZUMAT: Lucrarea prezintă caracteristicile produselor în raport cu cerințele ale dezvoltării durabile. Este prezentată o corelație între proiectare și durabilitate analizând deciziile necesare și corecte care trebuie luate în etapele procesului de proiectare astfel încât impactul produselor asupra mediului să fie cât mai mic. Lucrarea conține un studiu de caz care evidențiază, în principal, cantitatea de energie consumată și cantitatea de CO2 eliberată în atmosferă pentru a fabrica și gestiona un anumit produs (Capac SM.02.01.04). În final sunt prezentate concluzii prin care se realizează evaluarea metodelor aplicate și a obiectivelor stabilite.*

*CUVINTE CHEIE: proiectare, durabilitate, LCA, PLC.*

## 1. Introducere

Dezvoltarea produsului determină caracteristicile și proprietățile esențiale ale acestuia și stabilește condițiile limită pentru etapele ulterioare ale ciclului de viață, cum ar fi fabricarea și utilizarea produsului. Din gama largă de activități umane, fără îndoială activitatea industrială are cel mai semnificativ efect asupra mediului. Principalele aspecte de mediu în cauză pot fi rezumate astfel: controlul și limitarea consumului de resurse, evitarea saturației haldelor de gunoi, realizarea unei economii maxime de energie în procesele de producție, reducerea cât mai mult posibil a tuturor tipurilor de emisii indiferent dacă este inerent procesului sau accidental, precum și intensificarea proceselor de recuperare a resurselor.

Această lucrare introduce conceptele de proiectare durabilă, modul de cuantificare și identificarea măsurilor de impact asupra mediului. Lucrarea acoperă, de asemenea, ciclul de viață al produsului și evaluarea ciclului de viață (LCA) pentru a explica proiectarea durabilă.

Se subliniază importanța proiectării de produse și procese în ceea ce privește eficiența lucrului, recuperarea, reciclarea materialelor și prevenirea poluării.

## 2. Studiu privind stadiul actual al produselor în raport cu cerințele ale dezvoltării durabile

### 2.1. Conceptul de dezvoltare durabilă

Teoria dezvoltării durabile este relativ nouă și se află în curs de formare. Conceptul de dezvoltare durabilă s-a conturat într-un moment în care subiectul mediului se afla în prim planul dezbaterilor politice. Comunitatea internațională a decis să trateze problemele mediului prin măsuri colective la nivel global, pe care a căutat să le definească și să le aplice prin intermediul unui cadru internațional adecvat. Conceptul de dezvoltare durabilă a fost constituit prin intermediul acordului internațional exprimat în cadrul Conferinței de la Rio de Janeiro (1992) și prin adoptarea Agendei 21, ca opțiune strategică globală pentru secolul următor. [1]

Dezvoltarea durabilă este definită ca fiind capacitatea de a satisface cerințele generației prezente, fără a compromite capacitatea generațiilor viitoare de a-și satisface propriile nevoi [2].

Obiectivul fundamental al dezvoltării durabile este creșterea bunăstării și prosperității individuale și a ansamblului social la nivel național, urmărind o dezvoltare economică în limitele de suport ale Capitalului Natural, într-un mod care să garanteze și calitatea vieții generațiilor viitoare [1].

## 2.2. Ciclul de viață al produsului și perspectiva ecologică industrială

În termeni generali, ciclul de viață al unui produs poate fi considerat bine reprezentat de principalele etape: identificarea nevoilor, dezvoltarea proiectării, producția, distribuția, utilizarea și eliminarea. Conceptele care stau la baza ecologiei industriale necesită ca acțiunile sistemului să fie plasate în contextul ecosistemului global, care include biosfera (adică toate organismele vii) și geosfera (toate ariile și apele). Prin aceste premise, analiza de mediu este orientată spre o perspectivă a ciclului de viață al unui produs asociat cu realitatea sa fizică (dimensiunea fizică a entității-produs), concentrându-se asupra interacțiunii dintre ecosferă și toate procesele implicate în viața produsului, de la inițiere până la eliminare (Fig. 1.).

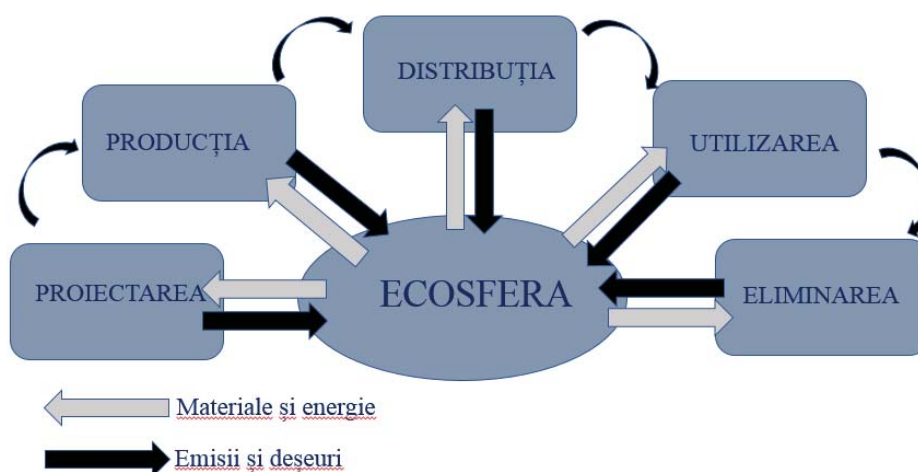


Fig. 1. Ciclul de viață al produsului ca sistem al industriei [3]

Din această perspectivă, produsul devine "o întruchipare tranzitorie a materialului și a energiei care are loc în cursul de desfășurare a proceselor materiale și energetice ale sistemului industrial", iar ciclul de viață este definit ca un set de activități sau procese de transformare, fiecare necesitând o contribuție a fluxurilor de resurse (cantități de materiale și energie) și generând o producție de fluxuri de subproduse și emisii. Această viziune este în armonie perfectă cu analogia dintre sistemele industriale și naturale, care stau la baza ecologiei industriale, conform căreia ambele tipuri de sisteme sunt caracterizate de cicluri de transformare a resurselor [4].

## 2.3. Conceptul de sistem al produsului

Având în vedere că performanța ecologică a unui produs pe parcursul întregului său ciclu de viață este influențată de interacțiunea dintre toți factorii implicați, o abordare eficientă a problemei de mediu trebuie luată în considerare în contextul întregii societăți, înțeleasă ca un sistem complex de factori: producători, consumatori și reciclatori. Acest sistem este, de asemenea, caracterizat printr-o dinamică complexă, deoarece diferiții factori interacționează prin aplicarea presiunilor reciproce, dependente de factorii politici, economici și culturali.

Astfel, pentru o analiză completă care vizează evaluarea și reducerea impactului asupra mediului al unui produs, este necesar să se țină seama nu numai de fazele de fabricație și de prelucrare, ci și de fazele de pre-producție a materialelor și a celor de utilizare, de recuperarea și de eliminarea acestora (Fig. 2.).

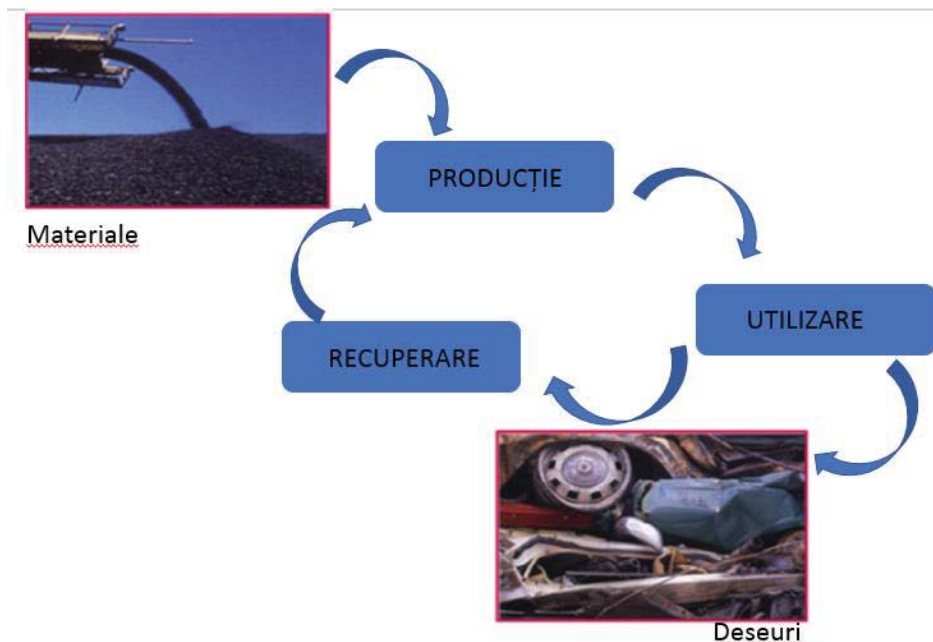


Fig. 2. Durata de viață a produsului [3]

Mai mult, toate aceste faze nu trebuie luate în considerare în raport cu factorii specifici implicați, ci mai degrabă în raport cu întregul sistem de mediu, luând o viziune mai largă și evitând responsabilitățile directe.

Considerațiile de mai sus pot fi rezumate într-o viziune holistică a produsului și a ciclului său de viață, în care acesta din urmă nu mai este considerat ca fiind o serie de procese independente, exprimate exclusiv prin aspectele lor tehnologice, ci mai degrabă ca un sistem complex de produse pe durata ciclului de viață stabilită în contextul său de mediu și socio-tehnologic. În sensul său cel mai complet, sistemul de produse include produsul, integrat cu ciclul său de viață, în contextul mediului, social și tehnologic în care evoluează (Fig. 3.) [3].

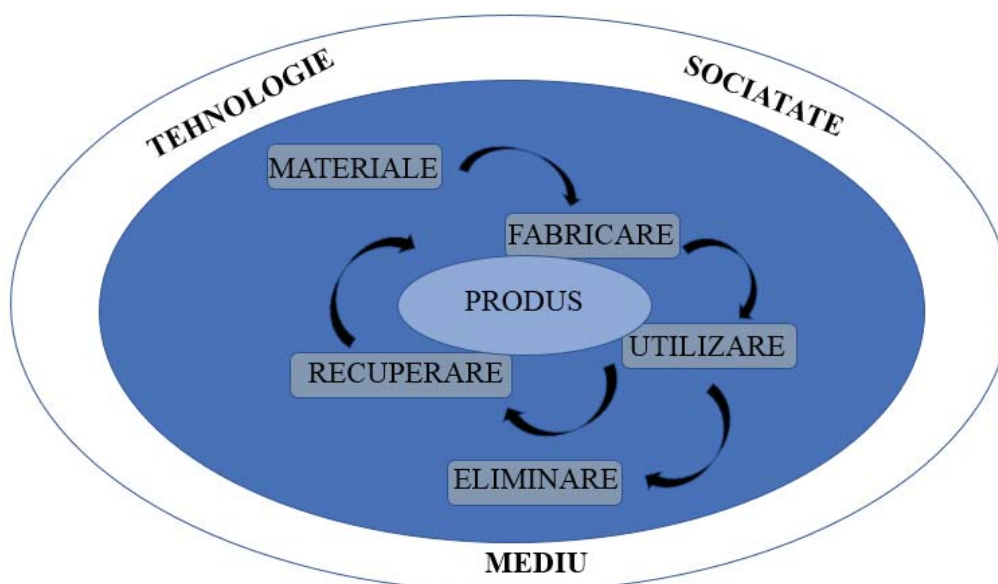


Fig. 3. Conceptul de sistem al produsului [3]

## 2.4. Certificarea produselor

Certificarea de mediu este un alt instrument capabil să introducă inovații în produse și tehnologii de producție și să stimuleze promovarea lor prin mecanisme de concurență pe piață. În ceea ce privește certificarea produselor, au fost elaborate diferite proceduri pentru atribuirea etichetelor de calitate a mediului în întreaga lume. Germania a introdus programul "Blauer Engel" în 1977, devenind prima țară care a implementat un program național de etichetare ecologică. Ulterior, în Europa, țările scandinave (Suedia, Norvegia, Finlanda, Danemarca și Islanda) au introdus "Swan Nordic", iar Țările de Jos au adoptat o etichetă ecologică națională numită "Stichting Milieukeur".

În 1992, Uniunea Europeană a emis Regulamentul nr. 880/92, sistemul comunitar de atribuire a unui sigiliu de calitate ecologică (eticheta ecologică a Uniunii Europene) pentru anumite tipologii de produse, definite ulterior în directive specifice. Principalele obiective ale acestor regulamente sunt: crearea unui mecanism de aderare voluntară pentru a promova pe piață produse mai "ecologice"; indicarea consumatorului produsele mai favorabile mediului în rândul celor prezente pe piață.

De asemenea, standardele ISO 14000 au zone specifice în ceea ce privește etichetarea ecologică a produselor. Seria ISO 14020 abordează o gamă largă de abordări diferite privind etichetele și declarațiile de mediu, inclusiv declarațiile de mediu declarate în mod automat, etichetele ecologice și o posibilă schemă de declarații de mediu pentru produse [3].

## 2.5. Criterii de dezvoltare durabilă

Pentru a putea evalua în ce măsură sunt sau nu respectate, este necesară întâi definirea acestor criterii de dezvoltare durabilă și a principiilor care trebuie implementate.

Într-o primă etapă, criteriile de dezvoltare durabilă se pot clasifica după cum se prezintă în Tabelul 1.

Tabelul 1. Criterii de dezvoltare durabilă [5]

Criterii generale	Criterii legate de mediul înconjurător	Criterii sociale	Criterii economice
<ul style="list-style-type: none"><li>- respectarea legislației,</li><li>- transparență,</li><li>- trasabilitate,</li><li>- flexibilitate,</li><li>- implicarea factorilor interesați,</li><li>- efecte indirecte,</li><li>- abordarea științifică,</li><li>- dezvoltarea rurală și locală.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- apa - surse disponibile,</li><li>- emisii în apă,</li><li>- emisii în aer,</li><li>- sol,</li><li>- biodiversitate,</li><li>- consumul de resurse,</li><li>- managementul deșeurilor.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- drepturile omului,</li><li>- dreptul la muncă – munca forțată sau obligatorie,</li><li>- drepturile copiilor,</li><li>- nediscriminare, libertatea asocierii și a negocierilor colective,</li><li>- drepturi de utilizare a terenului.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- practici corecte în derularea afacerii,</li><li>- managementul riscurilor financiare.</li></ul>

Implicarea comunității înseamnă mai mult decât identificarea și implicarea acționarilor în activitățile organizației. Înseamnă și susținerea pentru crearea unei relații cu comunitatea locală, pentru recunoașterea valorii acestei comunități.

Organizația poate contribui la dezvoltarea comunității prin extinderea și diversificarea activităților economice, ceea ce conduce la crearea de locuri de muncă, prin investiții sociale, prin creșterea veniturilor prin inițiative economice locale, prin programe educaționale și servicii sanitare. În ceea ce privește utilizarea apei, problemele de dezvoltare durabilă vor fi locale și regionale. Se au în vedere: cantitatea de apă utilizată, tipurile de resurse de apă (din precipitații, apă de suprafață, apă de mare etc.), parametri referitori la calitatea apei, la localizarea geografică pentru extragerea apei și pentru eliberarea ei (bazine de drenare, bazine pentru depozitarea apei extrase din subteran).

Viitoarele standarde vor prevedea metode de calcul al amprentei de apă, pe baza acestor parametri.

Emisiile în apă și aer sunt deja destul de bine cuantificate și există indicatori pentru monitorizarea și limitarea poluanților, care vor fi aplicați evident pentru produsele de origine biologică. În ceea ce privește

solul, sunt puse în discuție aspecte legate de eroziune, conținutul de substanțe organice, compactarea solului, echilibrul de nutrienți, riscul de salinizare a solului etc.

Criteriul managementului deșeurilor este important pentru măsurarea dezvoltării durabile a unui produs, dar nu este specific produselor de origine biologică. Produsele secundare (by-products) și deșeurile rezultate din procese sunt incluse în măsurile luate pentru reducerea generării de deșeuri, organizația trebuind să dezvolte și să implementeze un plan de gestionare a deșeurilor. Indicatorii utilizați vor fi dovezi ale sistemelor adecvate de colectare, manipulare, depozitare sau distrugere pentru substanțele chimice neutilizate și pentru deșeuri, pentru a se evita expunerea lor contactului cu oamenii sau mediul. Criteriile sociale sunt de asemenea importante, întrucât rezultă chiar din respectarea drepturilor oamenilor, așa cum sunt redactate în “Declarația universală a drepturilor omului” proclamată și adoptată încă din 1948, de Adunarea Generală a O.N.U.

Există totuși o largă dezbateră legată de asigurarea hranei, având în vedere că:

- cu toate că în lume există suficientă hrană pentru a hrăni corespunzător întreaga populație, problema este distribuția acesteia;
- asigurarea hranei la nivel național, din resurse proprii, este obligatorie sau se poate considera că nu mai este necesară datorită comerțului global;
- necesitățile viitoare de hrană pot fi – sau nu – respectate prin nivelurile actuale de producție;
- globalizarea poate conduce – sau nu – la persistența insecurității și a sărăciei în comunitățile rurale [D01].

### 3. Contribuții privind realizarea caracteristicilor produselor în raport cu cerințe ale dezvoltării durabile

#### 3.1. Proiectare pentru sustenabilitate

Referitor la corelația proiectare – durabilitate, este necesar în a avea în vedere emisiile de CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO (oxizi gazeși de carbon, sulf și azot), care influențează direct amprenta de carbon și acidificarea aerului. Cu cât mai multe produse secundare ajung la corpurile din apă, cu atât mai mare este cutrofizarea apei. Cu cât este mai multă apă consumată, cu atât este mai mare amprenta de apă. Astfel, în general, cu cât sunt mai mari efectele nedorite, cu atât sunt mai mari valorile de impact. Prin urmare, pentru a atinge durabilitatea și proiectarea ecologică dorite, toate măsurătorile de impact trebuie să fie reduse la minimum (Tabelul 2.).

Tabelul 2. Etape și interacțiuni LCA

Nr. crt.	Etape LCA	Intrațiuni LCA
1	Consum de materiale	Material preluat din mediul înconjurător
2	Prelucarea materialelor	Consumă energie și oferă poluanți și efluenți
3	Transport	Material preluat din mediul înconjurător. Pentru ambalaje și consumul de combustibil pentru logistică
4	Utilizare	Combustibilul poate fi consumat (resursa naturală consumată ca energie) conform utilizării produsului
5	Reciclare/ Incinerare	Reciclarea poate avea un impact pozitiv sau negativ (incinerare)
<i>Legendă</i> LCA: Life-Cycle Assessment/ Evaluarea ciclului de viață; PLC: Product Life Cycle/ Ciclul de viață al produsului		

Deoarece proiectarea produsului influențează întregul ciclul de viață (PLC), deciziile necesare și corecte trebuie să fie luate prin etapele procesului de proiectare astfel încât să aibă o metrică de impact mai mică în fiecare etapă a PLC. Astfel, proiectarea pentru sustenabilitate vizează minimizarea efectului negativ al produsului asupra mediului, rezultând o proiectare ecologică sau verde.

### **3.2. Consum energetic eficient**

Proiectanții trebuie să optimizeze consumul de energie în fiecare fază a PLC. De asemenea, trebuie să construiască produse eficiente în utilizarea energiei disponibile. De exemplu, automobilele electrice/ hibride sunt mai eficiente și consumă mai puțină energie decât omologii lor tradiționali care funcționează doar pe benzină. Ele sunt, de asemenea, mai puțin poluante în aer.

### **3.3. Surse regenerabile de energie**

Principala diferență între energia regenerabilă și energia neregenerabilă este timpul de regenerare. Sursele de energie regenerabile cum ar fi curentul eolian și potențialul de apă sunt perene, în timp ce sursele de energie neregenerabile, cum ar fi combustibilii fosili, necesită milioane de ani pentru regenerare. Prin urmare, este important ca un produs nou dezvoltat să fie proiectat să utilizeze surse regenerabile, cum ar fi energia eoliană, energia termică, energia hidroelectrică sau energia solară. Efectuarea unor astfel de alegeri poate duce la conservarea combustibililor fosili și la minimizarea impactului asupra mediului, pentru un viitor durabil esențial. Resursele de energie regenerabile influențează mediul în două moduri pozitive. Conservă utilizarea resurselor naturale (rezerva de combustibili fosili) și este mai puțin dăunătoare.

### **3.4. Materiale adecvate**

Selectarea materialului este cea mai critică într-un PLC. Toate procesele de fabricație a produselor sunt stabilite pe baza materialului. Materialul trebuie să fie procurabil cu utilizarea minimă a resurselor naturale, în condiții de siguranță pentru mediu și reciclabil. Reutilizarea materialelor (reciclate) în dezvoltarea produselor este esențială pentru sustenabilitate.

De exemplu, producătorii de automobile trebuie să ia în considerare materialul ușor pentru a obține un kilometraj mai bun, reducând astfel impactul estimat în timpul fazei de funcționare a automobilului. Selecția materialului țevilor oferă un alt exemplu. Țevile din PVC sunt utilizate în mod obișnuit în construcții și cauzează un impact sever asupra mediului; ele pot fi înlocuite cu un material biodegradabil, cum ar fi PLA (Polylactic Acid).

### **3.5. Procese eficiente de fabricație**

Selectarea proceselor de producție și a mașinilor ar trebui să se bazeze pe obținerea unei eficiențe energetice mai ridicate, ceea ce ar impune proiectantului să aibă cunoștințe despre materiale și procese pentru a putea selecta materialul optim.

De exemplu, prototiparea rapidă ar fi o alegere mai bună în cazul turnării dacă poate produce aceeași parte.

### **3.6. Produs de calitate și cu o durată mai lungă de viață**

Produsele trebuie să fie de calitate și durabile. O mai bună calitate și o durată mai lungă de viață a produselor reduc impactul asupra mediului asociat, inclusiv în cadrul activităților de mentenanță.

De exemplu, dispozitivele care sunt mai puțin susceptibile de a fi deteriorate ca urmare a unei căderi au un impact mult mai mic asupra mediului decât au ales care ar avea nevoie de reparații.

### **3.7. Reutilizare și reciclare**

Toate produsele fabricate trebuie să fie proiectate pentru reciclare și reutilizare. Producătorii ar trebui să ia în considerare realizarea de produse care să fie reciclate în măsură maximă la sfârșitul



operațiunilor lor costisitoare pentru mediu, atât din punctul de vedere al epuizării resurselor naturale, cât și al poluării. Reciclarea produselor înrudite atenuază aceste efecte.

De exemplu, IBM a inițiat un program de plachetare cu siliciu și de reciclare a cipurilor. Deșeurile de siliciu din mai multe industrii prelucrătoare sunt colectate și reciclate și reutilizate. Deși aceste plachete nu pot fi folosite în producție, ele pot fi folosite în testare și experimentare.

### 3.8. Transport eficient

În prezent, transportul rulează, în principal, pe resurse neregerabile. Această fază poate fi recursă la surse alternative care funcționează pe baza energiei regenerabile sau a energiei eficiente (electrice). Majoritatea producătorilor de automobile preferă asamblarea întregului vehicul și transportul acestuia în locația de distribuție. Producătorii ar putea lua în considerare transportul de piese de nivel superior în diferite locații și asamblarea acestora în apropierea centrelor mari de distribuție.

### 3.9. Gestionarea materialelor

Impactul asupra mediului poate fi redus, în mare măsură, prin gestionarea utilizării materialelor în faza de proiectare a produsului. Grinzile au adesea o secțiune transversală T la o secțiune transversală dreptunghiulară pentru un moment necesar pentru a fi realizate cu mai puțin material. Cărămizile sunt materiale integrale utilizate în construcții. Tehnicile moderne de gestionare a construcțiilor au dus la dezvoltarea cărămizilor goale, care economisesc materii prime și asigură forța necesară. Un alt exemplu de utilizare eficientă a materialelor este proiectarea scaunelor din plastic cu găuri. Acest lucru ajută la utilizarea materialelor și reduce costurile de fabricație. Nanotuburile de carbon sunt utilizate mai frecvent astăzi pentru a îmbunătăți rezistența materialelor ușoare.

### 3.10. Efectul materialului

Proiectarea finală a unui produs dictează ciclul de viață de la fabricație până la scoaterea din utilizare, dat fiind că alegerea materială a produsului decide toate fazele sale în aval. Selectarea materialelor determină procesele de pre-producție, procesele de fabricație și prelucrarea EOL (End of Life). Impactul materialului produs asupra mediului trebuie evaluat în etapa de proiectare. Selectarea diferitelor materiale și compararea impactului lor asupra mediului reprezintă premisa de bază a proiectării durabile.

### 3.11. Studiu de caz

Se consideră produsul Capac SM 02.01.04 (Fig. 4.), deoarece acesta are funcții privind poziționarea și fixarea mai multor componente din structura ansamblului Stirling Motor SM 02.01.00 [6].

Având în vedere că produsul Capac SM 02.01.04 este fabricat în serie și reprezintă o utilizare semnificativă a resurselor naturale, este imperativ să se înțeleagă utilizarea resurselor și emisiilor în timpul dezvoltării.

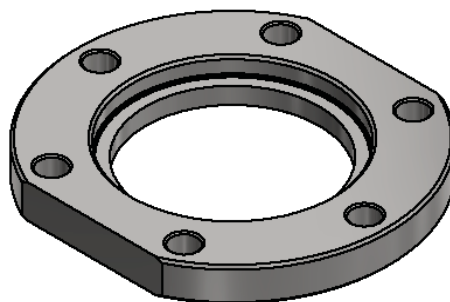
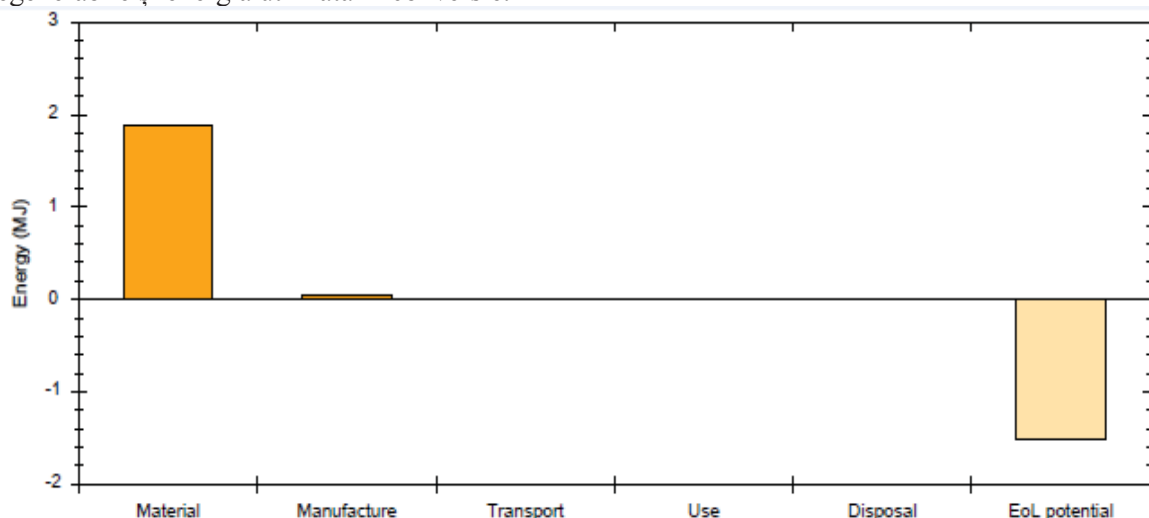


Fig. 4. Capac SM 02.01.04

Pentru a identifica cele mai importante oportunități de îmbunătățire a performanței de mediu [7] a produsului Capac SM 02.01.04, s-a utilizat programul Autodesk Inventor Professional 2016 [8]. Pentru fiecare indicator de mediu, există o analiză care dezvăluie părțile ce contribuie în prezent la impactul ecologic al produsului.

### 3.11.1. Energia utilizată

Analiza privind energia consumată la procurarea oțelului, fabricarea capacului, precum și eliminarea acestuia din urmă se prezintă în Fig. 5. Energia consumată include toate resursele de energie neregenerabile și energia utilizată în conversie.



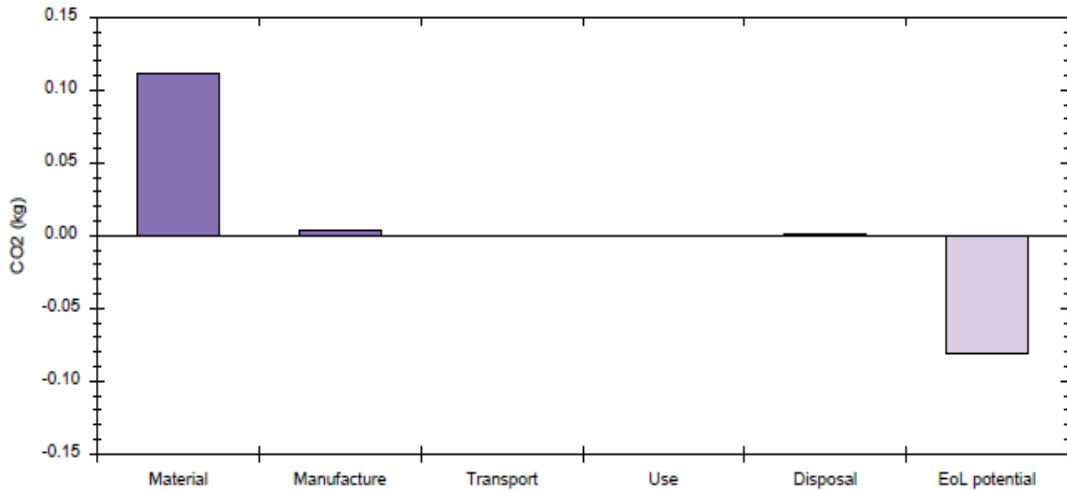
	Energy (MJ)	Percentage
Material	1.9	97%
Manufacture	0.048	2%
Transport	Available in full version of eco materials adviser	
Use	Available in full version of eco materials adviser	
Disposal	0.014	0.7%
Total (for first life)	2.0	100%
End of life potential	-1.5	
Total	0.45	

Fig. 5. Energia utilizată

### 3.11.2. Amprenta de carbon

Analiza privind amprenta de carbon este prezentată în Fig. 6. Emisiile predominante includ dioxidul de carbon și efectul de seră.





	CO <sub>2</sub> (kg)	Percentage
Material	0.11	96%
Manufacture	0.0036	3%
Transport	Available in full version of eco materials adviser	
Use	Available in full version of eco materials adviser	
Disposal	0.00086	0.7%
Total (for first life)	0.12	100%
End of life potential	-0.081	
Total	0.035	

Fig. 6. Amprenta de CO<sub>2</sub>

### 3.11.3. Eutrofizarea apei

Analiza privind eutrofizarea apei cauzate de întregul ciclu de viață al produsului se prezintă în Tabelul 3.

Tabelul 3. Eutrofizarea apei

Part Name	Material	Total Mass (kg)	Water (l)	Percentage
Capac SM 02.01.04	Stainless steel, austenitic	0.02	3	100%

## 4. Concluzii

Din gama largă de activități umane, fără îndoială activitatea industrială are cel mai semnificativ efect asupra mediului.

Principalele aspecte de mediu în cauză pot fi rezumate astfel: controlul și limitarea consumului de resurse, evitarea saturației haldelor de gunoi, realizarea unei economii maxime de energie în procesele de producție, reducerea cât mai mult posibil a tuturor tipurilor de emisii indiferent dacă este inerent procesului sau accidental, precum și intensificarea proceselor de recuperare a resurselor.

Indicatorii de mediu incluși în această analiză se bazează pe studii detaliate și cantitative ale resurselor naturale și ale energiei necesare: să producă un material; procesarea materialului în operațiile de fabricație; gestionarea materialului la sfârșitul duratei sale de viață utilă.

Studiul de caz evidențiază, în principal, cantitatea de energie consumată și cantitatea de CO<sub>2</sub> eliberată în atmosferă pentru a fabrica și gestiona un anumit produs.

## 5. Bibliografie

- [1] \*\*\*, *Dezvoltare durabilă*, <http://www.anpm.ro/dezvoltare-durabila> (accesat la 24.04.2018).
- [2] \*\*\*, Product Design Environment, <http://www.productdesignenvironment.info/concepts1.html> (accesat la 18.10.2017).
- [4] Frosch R.A. *Produsele fabricate*, în *Ecologie industrială, Perspective, US-Japonia*, Richards D.J. și Fullerton A.B., Eds., Academia Națională de Presă, Washington, DC, 1994, 28-36.
- [5] Diana Iorga, *Dezvoltare durabilă – Criterii de evaluare pentru produsele de origine biologică*.
- [6] Șerbănescu Carmen-Elena, Drăgoi Andreea-Mihaela, *Studiu și aplicație privind instrumentele operaționale de promovare a produselor noi*, Sesiunea de comunicări științifice studențești, UPB, Mai 2018.
- [7] Gheorghiuță C., *Dezvoltare durabilă*, Note de curs, UPB, 2016-17.
- [8] \*\*\*, Autodesk Inventor Professional 2016.