



MANUAL DE UTILIZARE

APLICATIE SOFTWARE

CFI

CALCUL FACTOR DE IMPACT

ASUPRA MEDIULUI

Cluj-Napoca

2021



CUPRINS

1	Introducere	3
2	Metoda de calcul utilizata pentru implementarea aplicatiei software cfi	3
3	Utilizare aplicatie software cfi	7
	3.1 Modul pentru introducere componente de intrare si iesire	7
	3.2 Modul pentru asociere categorii de impact	8
	3.3 Modul calcul factor de impact	10
4	Exemplu de utilizare a aplicatiei software cfi	11
	4.1. Introducerea datelor de intrare	11
	4.2. Introducerea datelor de ieşire și calcul output mass	12
	4.3. Calcul MI proces pentru date de intrare	13
	4.4. Calcul MI proces pentru date de iesire	13
	4.5. Asocierea categoriilor de impact pentru mărimile de intrare:	14
	4.6. Asocierea categoriilor de impact pentru mărimile de ieşire:	15
	4.7. Date rezultate	15

1. Introducere

Evaluarea impactului asupra mediului pentru tehnologiile de recuperare a materialelor din deșeurile de Echipamente Informatice și de Telecomunicații are un rol foarte important. Scopul acestei evaluări de mediu este identificarea „punctelor fierbinți” ale procesului. Aceasta înseamnă că ar trebui să atragă atenția asupra materialelor sau etapelor procesului care provoacă cea mai mare încărcare potențială a mediului. Metoda poate fi aplicată încă din primele faze ale dezvoltării tehnologiei, ceea ce duce la reducerea de la început a încărcării mediului.

Metoda are o structură simplă și se bazează pe date care pot fi accesate din literatura de specialitate (disponibilitatea materiilor prime, complexitatea procesului, proprietățile compușilor și efectele asupra organismelor, aerului, apei și solului).

2. Metoda de calcul utilizată pentru implementare aplicație software

Structura generală a metodei utilizate pentru implementarea software-ului este prezentată în figura 1. La baza evaluării stă analiza procesului de producție viitor. Modelarea și simularea procesului în fazele incipiente ale dezvoltării procesului, pe baza datelor disponibile la acel moment, pot oferi o astfel de analiză.

În prima etapă sunt colectate toate datele relevante disponibile ale procesului :

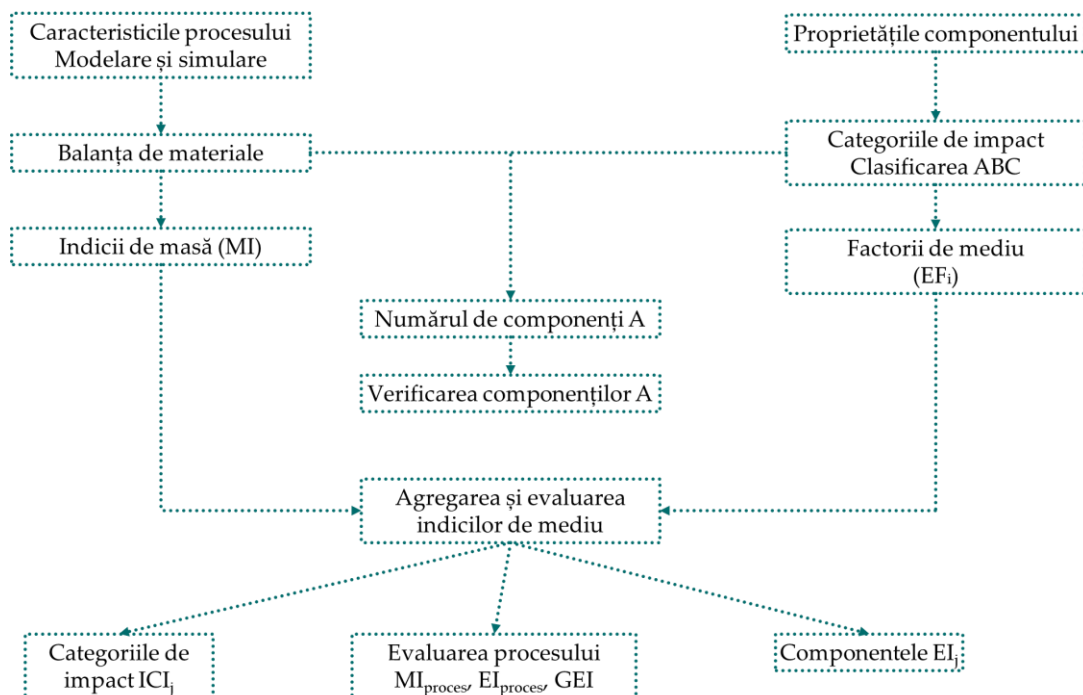


Fig. 1. Structura metodei de evaluare. EI = Scor de mediu, GEI = Scor de efect general, ICI = Scorul categoriei de impact, componenta A = componenta din clasa A din cel puțin una dintre categoriile de impact.



Aceasta metoda este potrivită în cazul incertitudinilor datelor în fazele incipiente, include toate impacturile relevante asupra mediului și este simplă și ușor de aplicat. Prin urmare, poate fi utilizată în fazele incipiente ale dezvoltării procesului.

Relevanța pentru mediu a fiecărei substanțe este reprezentată de factorii de mediu. Acești factori sunt derivați din 14 categorii de impact, în care fiecare compus este clasificat utilizând o metodologie ABC.

Categoriile de impact sunt apoi grupate în șase grupuri de impact: resurse, intrări gri, risc de componentă, organisme, aer și apă / sol.

Din acestea, se deduc factori de mediu de intrare și ieșire. Acești factori sunt combinați cu date privind bilanțul de masă pentru a calcula un număr de indici care pot fi utilizați pentru a optimiza performanța de mediu a unui proces într-o manieră integrată.

Indicii de masă ai compușilor de intrare și ieșire și clasificarea lor ABC în 14 categorii principale de impact asupra mediului, incluse în șase grupuri de impact, sunt prezentate în figura 2.

Metoda are o structură simplă și se bazează pe date care pot fi accesate din literatură (disponibilitatea materiilor prime, complexitatea sintezei, proprietățile compușilor și efectele asupra organismelor, aerului, apei și solului). În prima etapă sunt colectate toate datele disponibile relevante pentru procese. Echilibrul de masă este întocmit cu toate intrările și ieșirile proceselor.

Aceste date sunt completate cu date din literatura de specialitate [**Error! Reference source not found.**]. Factorii de impact asupra mediului ai compușilor sunt obținuți din intrările și ieșirile proceselor tehnologice în etapa implementării metodei.

În cele din urmă, cantitățile de materii prime și produse, cu factori ecologici, sunt combinate într-un set de indici, numiți indicii generali de mediu (IGI). IGI pentru intrările și ieșirile proceselor sunt calculate utilizând expresiile matematice prezentate în tabelul 1 [**Error! Reference source not found.**].

Acești factori IGI pot fi utilizați pentru a evalua impactul asupra mediului al proceselor și, de asemenea, pentru a compara două sau mai multe variante ale aceluiași proces pentru a-l stabili pe cel mai puțin dăunător.

Categoriile de impact		Grupe de impact	
1	Disponibilitatea materiilor prime	I	Resurse
2	Complexitatea sintezei (pregătirii)	II	Intrările gri
3	Utilizarea de materiale critice		
4	Riscuri termice	III	Componenta Risc
5	Toxicitate acută	IV	Organisme
6	Toxicitate cronică		
7	Potențialul de perturbare endocrină		
8	Potențialul de încălzire globală	V	Aer
9	Potențialul de epuizare a ozonului		
10	Potențialul de acidifiere		
11	Potențialul de generarea de ozon fotochimic		
12	Miros		
13	Potențialul de eutrofizare	VI	Apă / Sol
14	Potențial de poluare cu carbon organic		

Indice de mediu
Componente de intrare

Indice de mediu
Componente de ieșire

Fig. 2. Categoriile de impact și grupurile de impact formate pentru a calcula indicii de mediu (IM) ai componentelor de intrare și ieșire ale procesului.

Tab. 1. Expresiile matematice utilizate pentru calcularea factorilor de mediu și a indicilor de masă

Factorii de mediu și indicii de masă	Formula de calcul
<p>Factorul de mediu al componentei i - EF_i, [Scorul punctelor kg^{-1}], unde $IG_{i,j}$ sunt valorile pentru componentul i din grupa de impact j</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prin media aritmetică $EF_{Mw,i}$ • Prin multiplicare $EF_{Mult,i}$ 	$EF_{Mw,i} = \sum_{j=1}^4 \frac{IG_{i,j}}{j}$ $EF_{Mult,i} = \prod_{j=1}^4 IG_{i,j}$
<p>Componenta indicelui de masă i, MI_i [$kg \ kg^{-1}$] m_i = cantitatea din componentul i [kg]; m_p = cantitatea din produsul final [kg]</p>	$MI_i = \frac{m_i}{m_p}$
<p>Indicele de masă al procesului, MI_{proces} [kg/kg] n_{In} – numărul componentelor (compușilor) de intrare n_{Out} – numărul componentelor (compușilor) de ieșire (rezultați)</p>	$MI_{process, In} = \sum_{i=1}^{n_{In}} \frac{m_i}{m_p}$ $MI_{process, Out} = 1 + \sum_{i=1}^{n_{Out}} \frac{m_i}{m_p}$
<p>Indicele de mediu al componentului i, EI_i [Indicele punctelor/$kg \ P$]; ($EI_{i,In}$ și $EI_{i,Out}$) In ($EI_{Mw,i}$ când utilizăm $EF_{Mw,i}$ și $EI_{Mult,i}$ când utilizăm $EF_{Mult,i}$) Out ($EI_{Mw,i}$ când utilizăm $EF_{Mw,i}$ și $EI_{Mult,i}$ când utilizăm $EF_{Mult,i}$)</p>	$EI_i = EF_i \frac{m_i}{m_p} = EF_i \cdot MI_i$
<p>Indicele de mediu al procesului, EI_{proces} [Indicele punctelor $kg^{-1} \ P$], (EI_{In} și EI_{Out}) n_{In} - numărul compușilor de intrare n_{Out} - numărul compușilor de ieșire (rezultați)</p>	$EI_{process, In} = \sum_{i=1}^{n_{In}} EF_i$ $EI_{process, Out} = \sum_{i=1}^{n_{Out}} EF_i$
<p>Indicele Efectului General al procesului, GEI [adimensional] (GEI_{In} și GEI_{Out})</p>	$GEI = \frac{EI_{proces}}{MI_{proces}}$



3. Utilizare aplicatie software cfi

Aplicatia software cfi calculeaza Indicele Efectului General al procesului, GEI, pentru procese în care exista o serie de componente de tip intrări și respectiv ieșiri , pe baza introducerii materialelor și a maselor de intrare împreună cu categoriile de impact corespunzatoare.

Aplicatia software „cfi” a fost realizata in Visual Studio in limbajul C# si se lanseaza in executie printr-un fisier executabil cfi.exe. Programul este implementat in 3 module distincte :

- modul introducere componente de intrare si iesire
- modul asociere categorii de impact
- modul calcul factor de impact

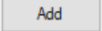

In continuare sunt prezentate interfetele implementate pentru fiecare modul.

3.1 Modul pentru introducere componente de intrare si iesire

In figura 3 este prezentata prima interfata a aplicatiei software cfi, care permite introducerea componentelor de intrare si iesire in procesul tehnologic considerat. In partea stanga a interfetei se introduc datele corespunzatoare pentru componentei de intrare (Input data) iar in partea dreapta se introduc datele pentru componentei de iesire (Output data).

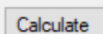
Pentru fiecare dintre componentei de intrare se introduce:

- nr de ordine (ID),
- denumirea (Component) si
- indicele de masa in kg (Mass Index (kg))

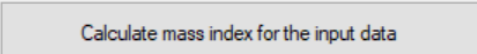
si se da click pe butonul  pentru inserarea valorilor introduse in tabelul aferent, dupa care se trece la adaugarea urmatoarei componente. Cand s-au introdus toate componentele de intrare se da click pe butonul  Total input mass:

Pentru fiecare dintre componentele de iesire , similar cu cele de intrare , se introduce:

- nr de ordine (ID),
- denumirea (Component) si
- indicele de masa in kg (Mass Index (kg))
- Yes/No , Yes daca componenta respectiva este luata in calcul pentru calculul factorului de impact asupra mediului, No in caz contrar. Cand s-au introdus toate componentele de iesire, se calculeaza Masa componentelor de iesire (Total output mass) cu click pe butonul

 Total output mass:

Pentru a calcula indicele de masa pentru componenta de intrare se da click pe butonul:



care produce afisarea datelor introduse si a indicelui de masa calculat pentru fiecare componenta de intrare in parte in partea stanga jos a interfetei acestui modul in sectiunea Mass index for input data. MI proces_i reprezinta indicele de masa al

componentelor de intrare in proces; apoi se va calcula Indicele de masa pentru datele de iesire cu click

Calculate mass index for the output data

pe butonul: care produce afisarea datelor introduse si a indicelui de masa calculat in partea dreapta jos a interfetei acestui modul in sectiunea Mass index for output data. MI proces_o reprezinta indicele de masa al componentelor de iesire luate in considerare in proces.

The screenshot shows a software interface with two main sections: 'Input data' and 'Output data'. Each section has input fields for ID, Component, and Mass index (kg), along with an 'Add' button. Below these are 'Calculate' buttons and 'Total input/output mass' fields. At the bottom, there are 'Calculate mass index for the input/output data' buttons and two summary tables. The left summary table is for 'Mass index for input data' with columns 'Mli' and 'MI proces_j'. The right summary table is for 'Mass index for output data' with columns 'Mlo' and 'MI proces_o'. A 'Next' button is located at the bottom center.

Fig. 3 Interfata modul de introducere componente de intrare si iesire din procesul tehnologic pentru care se calculeaza factorul de impact

Datele obtinute pentru calculul Indicelui de masa pentru componentele de intrare continute si in tabelul din stanga jos va fi salvat si intr-un fisier text denumit input mass index Mli.txt cu observatia ca pe partitia C:\ a calculatorului va fi necesara crearea unui fisier denumit Trade-IT.

In acelasi fisier se va salva si un alt fisier text la generarea Indicelui de masa pentru datele de iesire denumit input mass index Mlo.txt. Indicele de masa al componentelor de intrare MI proces_i si Indicele de masa al componentelor de iesire MI proces_o luate in considerare in proces vor fi pastrate in fisierele text input mass index MIproces_o.txt si input mass index MIproces_i.txt continute in acelasi fisier de la aceeasi locatie. Toate aceste fisiere sunt generate automat in momentul in care acesti parametri sunt calculati de catre program.

Next

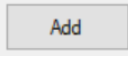
Pentru etapa urmatoare de calcul se apasa pe butonul si se va afisa interfata celui de-al doilea modulul al aplicatiei software, pentru asocierea categoriilor de impact componentelor din proces.

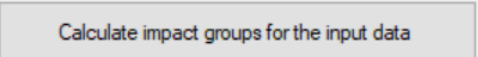
3.2 Modul pentru asociere categorii de impact

Interfața acestui modul este prezentată în figura 4. Pentru fiecare componentă din proces este alocată una dintre clasele A, B sau C pentru fiecare categorie de impact. Fiecare factor de impact este în raport cu un grup de impact. În cadrul grupelor de impact, fiecare componentă este, de asemenea, alocată uneia dintre cele trei clase (A, B, C unde A = 1 - substanțe foarte relevante, B = 0,3 - substanțe mai puțin relevante, C = 0 - substanțe nerelevante). Cea mai înaltă clasificare în categoriei de impact definește clasa grupei de impact, de exemplu, dacă cele cinci categorii de impact menționate la grupa de impact Aer au trei clase de clasificare C, o dată clasa B și o clasă A, atunci grupa de impact Aer va fi atribuită clasei A.

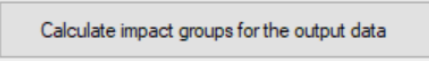
Fig. 4. Interfața modulului pentru asociere categorii de impact

În această interfață se asociază fiecărei componente de intrare și respectiv ieșire o categorie de impact (14 categorii), pentru fiecare categorie se poate selecta o singură literă (A, B, C).


Pentru o componentă de intrare sau ieșire trebuie selectată o literă în fiecare categorie, apoi se dă click pe butonul  și automat aceste valori vor fi afișate în secțiunea Input a interfeței.

După completarea acestor categorii pentru toate componentele de intrare se dă click pe butonul , și automat vor fi afișate grupele de impact calculate din datele introduse și calculul IG pentru datele de intrare.



În mod similar după completarea acestor categorii pentru toate componentele de ieşire se da click pe butonul , şi automat vor fi afişate grupele de impact calculate din datele introduse şi calculul IG pentru datele de ieşire.

3.3 Modul calcul factor de impact

Pentru a continua calculul factorului de impact se va da click pe butonul  care va genera un fişier TEXT2.txt în fişierul creat anterior Trade-IT pe partiţia C:\ a unităţii unde se foloseşte software-ul creat în care sunt afişate toate datele calculate în aplicaţia software. Un exemplu de fişier este prezentat în figura 5:

```
*TEXT2 - Notepad
File Edit Format View Help
Input
Comp          EFmw_i  EFmult_i  EImw_i  EImult_i
Input0.00     0.33    5.20      0.25    4.06
Input1.00     0.25    4.00      0.01    0.12
Input2.00     0.25    4.00      0.00    0.04
Input3.00     0.00    1.00      0.00    0.19
-----
Output
Comp          EFmw_o  EFmult_o  EImw_o  EImult_o
Output0.00    0.50    16.00     0.02    0.48
Output1.00    0.25    4.00      0.00    0.04
Output2.00    0.00    1.00      0.00    0.19
Output3.00    0.08    1.30      0.01    0.10
Output4.00    0.08    1.30      0.00    0.03
Output5.00    0.25    4.00      0.00    0.04
Output6.00    0.25    4.00      0.00    0.00
Output7.00    0.08    1.30      0.00    0.03
Output8.00    0.00    1.00      0.00    0.63
Output9.00    0.08    1.30      0.00    0.01
Output10.00   0.25    4.00      0.00    0.04
-----
EImw_process_i=0.26
EImult_process_i=4.41
EImw_process_o=0.03
EImult_process_o=1.59
-----
GEImw_i=0.26
GEImult_i=4.36
GEImw_o=0.02
GEImult_o=0.79
-----
```

Fig. 5. Exemplu de fişier de date generat automat prin aplicaţia software cfi.exe.

4. Exemplu de utilizare software pentru calcul impact asupra mediului

Aplicatia software dezvoltata pentru calcularea impactului asupra mediului a fost testata si validata cu date obtinute din literatura de specialitate . In acest exemplu este prezentat modul de utilizare al aplicatiei pentru calculul indicilor de mediu din procesul tehnologic de dizolvare și electrodepunere selectivă a MN din DPCI.

Initial trebuie introduse datele de intrare și anume componentele de intrare și de ieșire. În urma introducerii datelor pentru componentele de intrare se vor introduce si datele pentru componentele de iesire si se selecteaza cu Yes sau No care dintre componentele de iesire sunt de interes pentru calculul factorului de impact. La apăsarea butonului Calculate , se vor calcula indicii de masă pentru intrări, dar și indicii de masă pentru ieșiri.

Primul pas in rularea programului constă în introducerea datelor de intrare pentru a fi posibilă calcularea indicelui de masă pentru materialele de intrare cât și pentru cele de ieșire.

4.1. Introducerea datelor de intrare

La inițializarea programului este necesar să se știe numărul componentelor de intrare și a componentelor de ieșire. Aceasta se stabilește în funcție de fiecare proces analizat.

The screenshot shows a software window titled "Input data". On the left, there are input fields for "ID" (value: 4), "Component" (value: Apa), and "Mass index (kg)" (value: 06). Below these is an "Add" button. On the right, there is a table with the following data:

ID	Component	Mass index (kg)
1	PCB	25
2	HBr	0.975
3	KBr	0.357
4	Apa	6

At the bottom of the window, there is a "Calculate" button and a text box showing "Total input mass: 32.33".

Fig. 6. Fereastra de introducere a componentelor de intrare și a masei acestor componente

După introducerea numărului , denumirii si masei (kg) a fiecărei componente de intrare (figura 6) se introduc in mod similar si componentele de ieșire și masa lor (figura 7) .

În funcție de descrierea procesului tehnologic ce urmează a fi analizat se decide care din componentele de ieșire nu vor fi luate în calcul. În cazul procesului tehnologic de dizolvare și electrodepunere selectivă a MN din DPCI nu se vor lua în calcul metale de baza ne-extrase.

Input data

ID:

Component:

Mass index (kg):

ID	Component	Mass index (kg)
1	PCB	25
2	HBr	0.972
3	KBr	0.357
4	Apa	6

Fig. 7. Fereastra de introducere a componentelor de intrare și a masei acestor componente

4.2. Introducerea datelor de ieșire și calculul output mass

Calculul indicilor de masă pentru componentele de ieșire sunt prezentate în continuare. Este important de remarcat că se vor calcula indecși de masă pentru fiecare componenta de ieșire în funcție de masa produsului final. În cazul nostru este amestecul de metale rezultate în urma recuperării.

Output data

ID:

Component:

Mass index (kg):

It is taken into account(Yes/No):

ID	Component	Mass index (kg)	It is taken into account
7	Ni	0.07	YES
8	Zn	0.57	YES
9	Plastice si...	20.291	YES
10	Namol	0.278	YES
11	Metale de...	0.225	NO

Fig. 8. Calculul indicilor de masă pentru componentele de ieșire: nichel, zinc, nămol, materiale plastice și metale

Calculul indicilor de masă reprezintă baza pentru calcularea tuturor celorlalți indici. În continuare se calculează indicii de masă pentru componentele de ieșire: acid bromhidric, bromură de potasiu, apă, cupru, staniu, plumb (figura 8,9).

Output data

ID:

Component:

Mass index (kg):

It is taken into account(Yes/No):

ID	Component	Mass index (kg)	It is taken into account
1	HBr	0.962	YES
2	KBr	0.353	YES
3	Apa	5.94	YES
4	Cu	2.554	YES
5	Sn	0.701	YES

Total output mass:

Fig. 9. Calculul indicilor de masă pentru componentele de ieșire: acid bromhidric, bromură de potasiu, apă, cupru, staniu, plumb

4.3. Calcul MI proces pentru date de intrare

Indicele de masă este derivat din bilanțul de masă și oferă o măsură aproximativă a impactului unei componente. Acesta precizează cât de mult dintr-o anumită componentă a bilanțului de masă este consumată sau formată pe cantitatea unitară de produs final. Suma tuturor indicilor de masă (intrare sau ieșire) este indicele de masă al procesului. În figura 10 este prezentată secvența de preluare și calculare a indicilor de masă pentru intrările din proces.

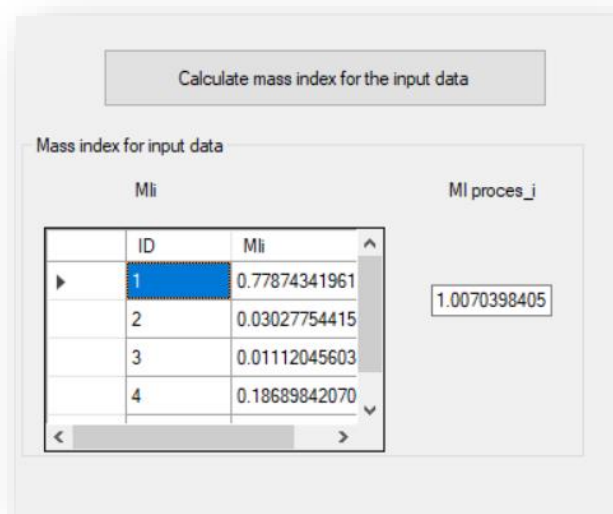


Fig. 10. Calculul indicelui de masă pentru icomponentele de intrare din proces

4.4. Calcul MI proces pentru date de ieșire

În figura 11 este prezentată secvența de preluare și calculare a indicelui total de masă pentru componentele de ieșire din proces.

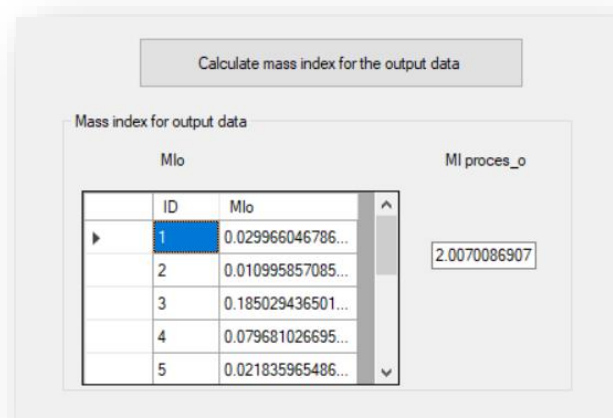


Fig. 11. Calculul indicelui total de masă pentru componentele de ieșire din proces

4.5. Asocierea categoriilor de impact pentru mărimile de intrare

In aceasta interfata se asociaza fiecărei componente de intrare /iesire una dintre categoriile A, B, C din sectiunea Impact categories (Input) pentru componentele de intrare si Impact categories (Output) pentru componentele de iesire din proces. Fiecare linie este creata prin selectarea unei optiuni A/B/C din categoriile de impact si va fi adaugata automat pentru fiecare componenta de intrare in sectiunea Input (figura 12) la click pe butonul Add .

Impact categories (Input)

1. Raw material availability	C
2. Complexity of the synthesis	C
3. Critical material use	C
4. Thermal risks	C
5. Acute toxicity	C
6. Chronic toxicity	C
7. Endocrine disruption potential	C
8. Global warming potential	C
9. Ozone depletion potential	C
10. Acidification potential	C
11. Photochemical ozone creation potential	C
12. Odour	C
13. Eutrophication potential	C
14. Organic carbon pollution potential	C

Input

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
▶	C	C	A	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C
	C	C	C	C	A	B	C	C	C	C	C	C	C	C
	C	C	C	C	A	B	C	C	C	C	C	C	C	C
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Add

Fig. 12. Atribuirea categoriilor de impact pentru componentele de intrare

În continuare se calculează grupele de impact prin click pe

Calculate impact groups for the input data

Impact groups

Output

	Resources	Grey input	Component risk	Organisms	Air	Water/soil
▶	C	A	C	B	C	C
	C	C	C	A	C	C
	C	C	C	A	C	C
	C	C	C	C	C	C

Calculate impact groups for the input data

Fig. 13. Calcularea grupelor de impact pentru componentele de intrare în proces

4.6. Asocierea categoriilor de impact pentru mărimile de ieșire

Asocierea categoriilor de impact fiecărei marimi de ieșire este ilustrată în figura 14, în secțiunea Input și se realizează similar cu asocierea acestora pentru mărimile de intrare, iar în figura 15 în secțiunea Output fiind afișate categoriile asociate introduse pentru componentele de ieșire.

Impact categories (Output)

- 1. Raw material availability C
- 2. Complexity of the synthesis C
- 3. Critical material use C
- 4. Thermal risks C
- 5. Acute toxicity A
- 6. Chronic toxicity A
- 7. Endocrine disruption potential A
- 8. Global warming potential C
- 9. Ozone depletion potential C
- 10. Acidification potential C
- 11. Photochemical ozone creation potential C
- 12. Odour C
- 13. Eutrophication potential C
- 14. Organic carbon pollution potential C

Input

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	C	C	C	C	A	B	C	C	C	A	C	C	C	C
	C	C	C	C	A	B	C	C	C	C	C	C	C	C
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	C	C	C	C	C	B	B	C	C	C	C	C	C	C
	C	C	C	C	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C
	C	C	C	C	A	A	A	C	C	C	C	C	C	C
	C	C	C	C	A	A	A	C	C	C	C	C	C	C
	C	C	C	C	C	B	B	C	C	C	C	C	C	C
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Add

Calculate and export environmental factors and general effect indexes

Fig. 14. Calculul categoriilor de impact pentru mărimile de ieșire

Output

	Resources	Grey input	Component risk	Organisms	Air	Water/soil
	C	C	C	B	C	C
	C	C	C	B	C	C
	C	C	C	A	C	C
	C	C	C	A	C	C
	C	C	C	B	C	C
	C	C	C	C	C	C
	C	C	C	B	C	C
	C	C	C	A	C	C

Calculate impact groups for the output data

Fig. 15. Calculul grupelor de impact pentru componentele de ieșire

4.7. Date rezultate

Calcularea factorilor de mediu, face conexiunea dintre masa consumată sau formată la relevanța de mediu a unui compus. Factorul de mediu este calculat pentru componentele de intrare și ieșire. Indicii permit identificarea celor mai importante componente ecologice ale echilibrului de masă. Suma tuturor indicilor de mediu (intrare sau ieșire) este indicele de mediu al întregului proces care indică relevanța de mediu a procesului. Poate fi folosit pentru a compara procese alternative sau anumite părți ale procesului.

Indicele efectului general al procesului arată raportul dintre EI și MI al procesului. Reprezintă o medie ponderată a factorilor de mediu a tuturor componentelor implicate. Prin urmare, indicele nu prezintă compuși critici individuali. Dacă EFMult este utilizat pentru calcularea EI (EIMult), valoarea GEI va varia între 1 și 256; dacă se utilizează EFMw, între 0 și 1. GEI poate fi utilizat și pentru a compara procese alternative. Deoarece valorile minime și maxime posibile sunt definite, GEI este potrivit și pentru diagramele portofoliului. Cu toate acestea, intensitatea materialului nu este indicată de GEI.

Indicii indicați până acum indică performanța generală de mediu a unei componente sau a întregului proces. Acestea nu arată care sunt categoriile sau grupurile de impact responsabile pentru această performanță de mediu. Indicii categoriei de impact (ICI) și indicii grupului de impact (IGI) indică cât de mare este ponderea unei categorii de impact sau a unui grup de impact în sarcina generală de mediu a procesului. Acestea oferă informații suplimentare pentru compararea alternativelor de proces.

```

*TEXT2 - Notepad
File Edit Format View Help
Input

Comp          EFMw_i  EFMult_i  EImw_i  EImult_i

Input0.00     0.33    5.20     0.25    4.06
Input1.00     0.25    4.00     0.01    0.12
Input2.00     0.25    4.00     0.00    0.04
Input3.00     0.00    1.00     0.00    0.19
-----
Output

Comp          EFMw_o  EFMult_o  EImw_o  EImult_o

Output0.00    0.50    16.00    0.02    0.48
Output1.00    0.25    4.00     0.00    0.04
Output2.00    0.00    1.00     0.00    0.19
Output3.00    0.08    1.30     0.01    0.10
Output4.00    0.08    1.30     0.00    0.03
Output5.00    0.25    4.00     0.00    0.04
Output6.00    0.25    4.00     0.00    0.00
Output7.00    0.08    1.30     0.00    0.03
Output8.00    0.00    1.00     0.00    0.63
Output9.00    0.08    1.30     0.00    0.01
Output10.00   0.25    4.00     0.00    0.04
-----

EImw_process_i=0.26
EImult_process_i=4.41
EImw_process_o=0.03
EImult_process_o=1.59

-----

GEImw_i=0.26
GEImult_i=4.36
GEImw_o=0.02
GEImult_o=0.79
-----

```

Fig. 16. Rezultatele obținute pentru evaluarea impactului asupra mediului pentru procesul tehnologic de dizolvare și electrodepunere selectivă a MN din DPCI



Figura 16 rezumă rezultatele obținute pentru evaluarea impactului asupra mediului a procesul tehnologic de dizolvare și electrodepunere selectivă a MN din DPCI, prin aplicarea metodologiei metodei BiwereHeinzle.

Rezultatele indică faptul că valorile GEI calculate pentru intrările și ieșirile procesului sunt foarte scăzute, aproape de valorile minime de 0 respectiv 1 în funcție de metoda de calcul utilizată, prin medie aritmetică sau prin multiplicare. Aceste valori arată că procesul tehnologic de dizolvare și electrodepunere selectivă a MN din DPCI are un impact redus asupra mediului.

Din intrări, cel puțin trei materiale sunt alocate clasei de impact A (relevanță ecologică ridicată). Acidul bromhidric concentrat, bromura de potasiu și WPCB-urile prezintă un risc ridicat de toxicitate și sunt periculoase la manipulare (acidul bromhidric este foarte higroscopic, iar WPCB-urile conțin metale grele și fibre de sticlă) fiind alocate clasei A din categoria de impact „Materiale critice utilizate” din grupul Impact „Intrare gri”. O manipulare atentă a acestor materiale poate reduce considerabil acest risc.