

MODEL DE ANALIZĂ COMPLEXĂ: ENERGETICĂ ȘI ECOLOGICĂ, A PROCESELOR TEHNOLOGICE DIN INDUSTRIA STICLEI

MODEL OF COMPLEX ENERGY AND ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF PROCESSES FROM GLASS INDUSTRY

ROXANA PĂTRAȘCU¹, GEORGE DARIE¹, ADRIAN VOLCEANOV¹, BOGDAN ALEXANDRU SAVA^{2*},
MIHAI ELIȘA³, ADINA STÂNCULEA⁴

¹ Universitatea POLITEHNICA București, Splaiul Independenței nr. 313, Sector 6, București

² S.C. Institutul Național de Sticlă S.A., Bd. Theodor Pallady nr. 47, București

³ Institutul Național De Cercetare-Dezvoltare Pentru Optoelectronică, Str. Atomistilor, nr.1, Măgurele, jud. Ilfov

⁴ Filiala Institutul de Cercetări și Modernizări Energetice – ICEMENERG București, B-dul Energeticienilor nr. 8, București

Prezentul articol reprezintă o abordare integrată a problematicei eficienței energetice a proceselor din industria elaborării și prelucrării sticlei, concomitent cu reducerea impactului asupra mediului. În acest sens, principalele obiective avute în vedere sunt: creșterea eficienței (energetice, ecologice și economice) proceselor tehnologice din industria sticlei, reducerea impactului asupra mediului (reducerea emisiilor de CO₂, NO_x, SO₂ și pulberi din gazele de ardere evacuate), implementarea în cadrul proceselor tehnologice a unor echipamente noi, performante din punct de vedere energetic și ecologic. Este abordată și problema reciclării sticlei și valorificarea acesteia în procesele de elaborare și prelucrare a sticlei, estimând efectele energetice și ecologice pe care le implică. Se urmărește dezvoltarea unor metode și metodologii de analiză complexă (energetică, ecologică și economică) în domeniu precum și elaborarea unor soluții tehnice care să permită o producere curată (eficientă energetic, ecologic și economic) a sticlei în România. Soluțiile propuse au în vedere și încadrarea în normele europene privind impactul asupra mediului, a unităților de elaborare și producere a sticlei, asigurându-se totodată condițiile pentru aplicarea mecanismelor Protocolului de la Kyoto. Modelele de analiză complexe (energetică, ecologică și economică) au posibilități de extindere a domeniului de aplicabilitate.

The present article is an integrated approach of energetic efficiency in the field of glass manufacturing industry as well as the reduction of its environment impact. In the same time, this article is targeting an improvement of energetic and economic efficiency, a reduction of the environment impact (CO₂, NO_x, SO₂ and dust emissions) and new equipment implementation in the field of glass manufacturing industry in Romania. This article takes also in consideration the consequences of the glass waste recycling.

As a result of the present model, complex appraisal methodologies of energetic efficiency, environmental impact and economic efficiency as well as new clean technologies will be available for the Romanian glass manufacturing domain.

In this way, Romanian glass industry will be able to reach European efficiency and environment standards. Emissions reduction, especially CO₂, will create appropriate conditions to implement the main Kyoto Agreement measures.

New methodologies techniques and technologies (solutions, equipments, etc) and also the new developed evaluation models might have a replication potential for other industrial branches.

Keywords: glass technology, environment, efficiency, equipment

1. Obiective generale ale aplicării modelului de analiză complexă a proceselor tehnologice din industria sticlei

Fabricarea sticlei este un proces energo-intensiv care presupune încălzirea, topirea și condiționarea sticlei. Alegerea surselor de energie, a tehnicilor de încălzire și a metodelor de recuperare sunt importante pentru performanțele energetice, economice, precum și pentru impactul asupra mediului ambiant. În general, necesarul energetic pentru topirea sticlei reprezintă mai mult de 75% din totalul consumului energetic de fabricare a sticlei. Datorită complexității proceselor de elaborare și prelucrare a sticlei și a problema-

1. General objectives of complex analysis model application for processes from glass industry

Glass production is a very energy-intensive process that includes heating, melting and cooling of the glass. The selection of the energy source, heating techniques and energy recovery methods are very important for energy and economic performances and also for environmental impact. Generally, the energy demand for glass melting is more than 75 % from the total energy consumption of the glass production. Due to the complexity of the glass production processes and different technological, energetic, environmental and

* Autor corespondent/Corresponding author,
Tel.: +40 21 4233194, e-mail: savabogdanalexandru@yahoo.com

ticilor abordate aferente acestora, de natură tehnologică, energetică, ecologică, economică, modelul de analiză complexă are ca scop determinarea indicatorilor energetici, ecologici și economici pe baza cărora să se facă evaluarea proceselor tehnologice din cadrul conturilor analizate [1].

Având în vedere natura proceselor și echipamentelor din industria sticlei, printre obiectivele prioritare ale aplicării modelului de analiză se numără:

- creșterea eficienței energetice a acestor procese;
- reducerea impactului asupra mediului prin reducerea emisiilor de CO₂, NO_x, SO_x și pulberi în atmosferă;
- înlocuirea echipamentelor și instalațiilor neperformante din cadrul tehnologiilor de elaborare și prelucrarea a sticlei existente cu soluții tehnice noi, performante din punct de vedere energetic și ecologic;
- internalizarea efectelor de mediu în modelele economice, prin intermediul ecotaxelor și comercializarea gazelor cu efect de seră;
- elaborarea unor soluții de valorificare a deșeurilor de sticlă în procesele de elaborare a sticlei;
- obținerea unor "sticle ecologice" aplicând tehnologii noi „curate”;
- extinderea aplicării modelelor complexe de analiză energetică, ecologică și economică și validarea acestora și în alte domenii cu caracteristici asemănătoare ale liniilor tehnologice.

Pe plan mondial, complexitatea problemelor din industrie a crescut mult în ultimele decenii, odată cu acutizarea problemelor globale de mediu, schimbările climatice și epuizarea rezervelor naturale. Politica industrială durabilă permite menținerea unui echilibru dinamic între siguranța proceselor industriale, competitivitatea produselor obținute în aceste procese și protecția mediului. *În acest context, utilizarea tehnologiilor curate și în industria elaborării și prelucrării sticlei devine un obiectiv prioritar în strategiile de dezvoltare industrială.*

În cadrul *modelului propus*, se abordează problema unei ramuri industriale ergo-intensive și cu un impact ridicat asupra mediului, propunând aplicarea unor soluții de creștere a performanțelor energetice și de mediu precum și justificând oportunitatea aplicării unor categorii de tehnologii energetice curate într-un domeniu de producție deficitar la noi în țară, din aceste puncte de vedere.

2. Structura modelului de analiză complexă

Modelul de analiză propus îndeplinește următoarele funcții:

- structurarea, descrierea și stocarea datelor

economic aspects regarding these processes, the model for complex analysis aims at identifying energy, environmental and economic criteria that can be used for evaluation of those processes [1].

Taking into consideration the nature of technological processes and equipment from the glass industry, there are several major objectives of the proposed complex model:

- Increasing energetic efficiency of the above-mentioned processes.
- Diminishing the environmental impact by reducing CO₂, NO_x, SO_x and dust emissions into atmosphere.
- Replacing the old low efficient equipment for the glass production with new high performance and low polluting equipment;
- Internalisation of environmental effects within the economic model using eco-taxes and Green House Gasses trading schemes.
- Establishing solutions for recycling and reusing waste glass in processes of glass production.
- Production of “ecologic” glass using new “clean” technologies.
- Extension of complex model application and its validation for other industrial sectors.

On the international level, the complexity of technologies in industry has increased in the recent years, firstly due to the increasing of the environmental issues, climate change and on the other hand, due to the increasing of the fuel prices and its depletion. The policy for sustainable industrial development allows maintaining a balance between safety of industrial processes, products competitiveness and environment protection. In this context, the utilisation of “clean” technologies in the glass production industry becomes a major objective within these strategies.

The *proposed model* analyses application of different solutions for increasing energy and environmental performances as well as to justify the application of new technologies that have not been used in Romania yet.

2. Structure of complex model

The proposed model incorporates the following functions:

- Structuring, description and stocking the technical, energetic, environmental and economic data of different technological processes for glass production.
- Description and stocking of technical-economic data for the equipment used in different technological processes.
- Establishing energetic audit using energy balances at the level of the energy consumption centres and for the whole technological process.

- tehnice, energetice, ecologice și economice aferente proceselor tehnologice de elaborare și prelucrare a sticlei;
- descrierea și stocarea datelor tehnico-economice pentru echipamentele aferente proceselor tehnologice;
- întocmirea auditului energetic, pe bază de bilanț, la nivel de centre de consum energetic și contur (proces tehnologic);
- întocmirea auditului de mediu;
- determinarea și analiza soluțiilor de creștere a eficienței energetice;
- determinarea și analiza eventualelor soluții noi, curate, de elaborare și prelucrare a sticlei;
- evaluarea ecologică a soluțiilor propuse;
- evaluarea economică a soluțiilor propuse.

Din punct de vedere *informatic*, modelul cuprinde o *bază de date*, *module de calcul a bilanțurilor și indicatorilor energetici, ecologici și economici și o interfață cu utilizatorul*.

Modelul de analiză este structurat în *patru module principale*. Fiecare modul va fi detaliat în continuare, punându-se în evidență funcțiile fiecăruia și legăturile structurale cu celelalte module ale modelului general [2].

În figura 1 este prezentată schema logică generală a modelului propus și legăturile structurale și funcționale dintre module. Modelul este compus din următoarele module:

- *Modulul A – Baza de date.*
- *Modulul B – Elaborarea unor metode și metodologii de analiză complexă a diferitelor tehnologii de elaborare și prelucrare a sticlei.*

- Establishing environmental audit.
- Establishing and analysis of solutions for increasing energy efficiency.
- Establishing and analysis of new, “clean” solutions for glass production.
- Environmental evaluation of proposed solutions.
- Energetic and economic evaluation of proposed solutions.

From the IT point of view, the model includes *database, modules for energy, environmental, economic and a friendly interface with user*.

The model is structured into *four main modules*. Every model will be presented in detail below, stressing their functions and structural links between them [2].

Figure 1 presents the scheme of the general model with links between modules. The model has the following modules:

- *Module A – Database.*
- *Module B – Establishing methods and methodologies for complex analysis of different technologies for glass production.*
- *Module C – Demonstration and validation of model functionality and its utility for energetic, environmental and economic analysis of different technologies for glass production.*
- *Module D – Solutions for energetic and environmental optimisation.*

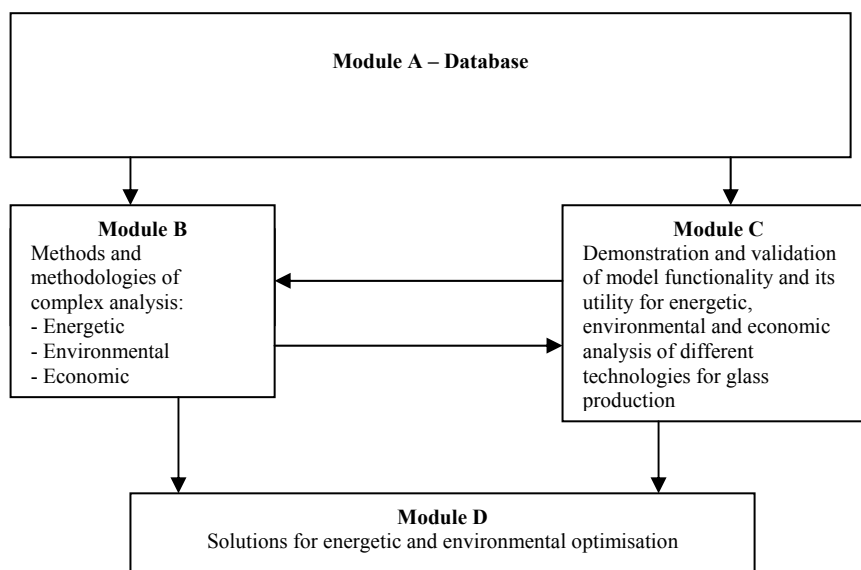


Fig. 1 - Schema modelului de analiză complexă / Scheme of the general model with links between modules.

- Modulul C – Demonstrarea și validarea funcționalității și utilității metodelor și metodologiilor de analiză energetică, ecologică și economică, pentru diferite tehnologii de elaborare și prelucrare a sticlei.
- Modulul D - Elaborarea de soluții de optimizare energetică și ecologică în industria de elaborare și prelucrare a sticlei.

3. Structura bazei de date și a modulelor de calcul din cadrul modelului de analiză complexă

3.1. Modulul A – Baza de date (fig. 2)

Este un modul structurat sub forma unei baze de date, compus din submodulele: A1, A2, A3, A4, A5 și A6, care îndeplinesc următoarele funcții:

3. Structure of database and calculation module

3.1. Module A – Database (Figure 2)

This module is structured as a database including sub-modules: A1, A2, A3, A4, A5 and A6, which have the following functions:

Sub-module A1 – defines the boundaries: technological processes for the glass production.

Sub-module A2 – defines energy flows (electricity, heat, fuel, etc.) and raw material flows (main, secondary, waste, etc.).

Sub-module A3 – measuring parameters of energy and material flows and identifying main monitoring points.

Sub-module A4 – defines energy consumption centres (production and non-production centres).

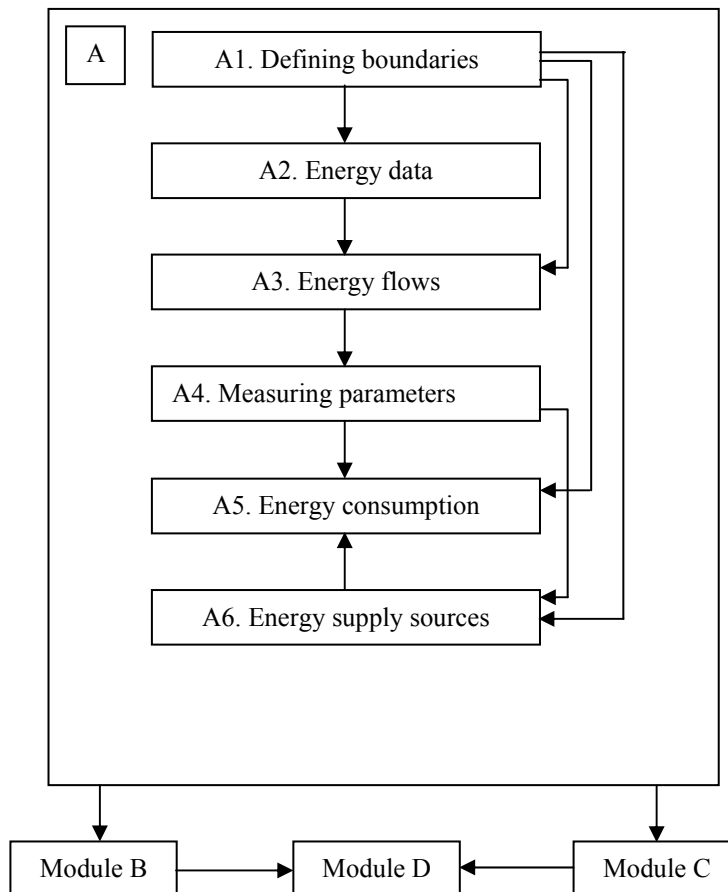


Fig. 2 - Schema Modul A – Structură Bază de date / Scheme Module A – Database structure.

Submodulul A1 - definește limitele conturului industrial: procesele tehnologice de elaborare și prelucrare a sticlei.

Submodulul A2 - definește fluxurile energetice (energie electrică, energie termică, combustibili) pe forme și tipuri de purtători, precum și fluxurile de materii prime (de bază, secundare, deșeuri).

Submodulul A3 – măsurarea parametrilor fluxurilor energetice și de materii prime, identifică

Sub-module A5 – defines and characterises energy supply sources (internal or external) [3].

Sub-module A6 – economic data for the analysed process.

3.2. Module B – Establishing methods and methodologies for complex analysis of different technologies for the glass production

This module has the following structure:

principalele puncte de măsură pe centre de consum și fluxuri energetice.

Submodulul A4 - definește centrele de consum energetic direct productive (care aparțin fluxurilor tehnologice) și neproductive.

Submodulul A5 – definește și caracterizează sursele de alimentare cu energie (surse interne și surse externe) [3].

Submodulul A6 – date economice aferente conturului industrial definit: procesele tehnologice selectate.

3.2. Modulul B – Elaborarea unor metode și metodologii de analiză complexă a diferitelor tehnologii de elaborare și prelucrare a sticlei

Acest modul are următoarea structură, având în vedere funcțiile îndeplinite:

Submodulul B1 – elaborarea unor metode și metodologii de analiză energetică a diferitelor tehnologii de elaborare și prelucrare a sticlei (auditul energetic - determinarea indicatorilor energetici, evaluarea recuperării resurselor energetice secundare - R.E.S.).

Submodulul B2 – elaborarea unor metode și metodologii de analiză a impactului asupra mediului (ecologică) a diferitelor tehnologii de elaborare și prelucrare a sticlei (auditul de mediu, determinarea indicatorilor ecologici).

Submodulul B3 – elaborarea unor metode și metodologii de analiză economică a diferitelor tehnologii de elaborare și prelucrare a sticlei (analiza economică, determinarea indicatorilor economici aferenți).

Modulul B (fig. 3), este un modul de calcul, care utilizează ca date de intrare baza de date prezentată anterior (Modulul A) și are legături funcționale și cu Modulul C și D.

Cuprinde proceduri de analiză complexă energetică, ecologică și economică, pentru evaluarea tehnologiilor selectate, având în vedere elementele caracteristice cuprinse în baza de date. Elaborarea procedurilor va începe cu dezvoltarea unor funcții precise și rapide pentru calculul numeric al proprietăților termodinamice ale gazelor de ardere, aerului, apei, pe un domeniu extins peste limita de interes a temei, cu posibilități de aplicabilitate și în alte situații decât cele selectate. Procedurile de analiză vor include modele de comportare a instalațiilor și echipamentelor existente în aceste fluxuri tehnologice. Prin asamblarea acestor modele se obțin programe complexe care să modeleze fiecare componentă a schemei tehnologice analizate [4].

3.3. Modulul C – Demonstrarea și validarea funcționalității și utilității metodelor și metodologiilor de analiză energetică, ecologică și economică, pentru diferite tehnologii de elaborare și prelucrare a sticlei

Sub-module B1 – establishing methods and methodologies for energetic analysis of different technologies for the glass production (energetic audit – calculating energy criteria, evaluation of utilisation effects of secondary energy sources – S.E.R.).

Sub-module B2 – establishing methods and methodologies for environmental impact analysis of different technologies for the glass production (environmental audit – calculating environmental criteria).

Sub-module B3 – establishing methods and methodologies for economic analysis of different technologies for the glass production (economic analysis – calculating economic criteria).

Module B (see figure 3) is a calculation module that uses as primary data, the database presented above (Module A) and has links with Modules C and D.

It includes procedures of complex energetic, environmental and economic analyses for selected technologies.

The procedures include functions for properties calculation of flue gasses, air and water on a large range. These functions can be also used for other processes than those selected. The analysis procedures include models characterising different equipment and devices. Assembling all

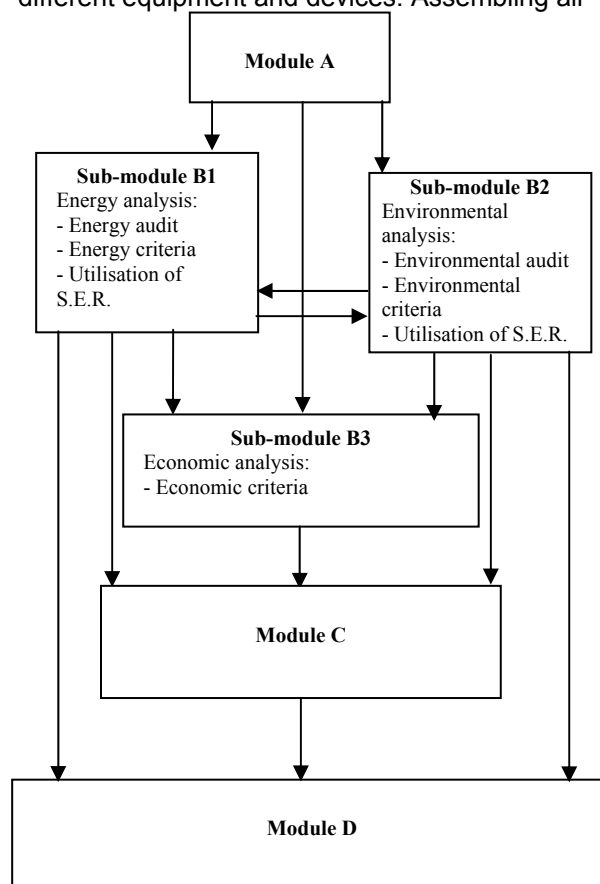


Fig. 3 – Schema de principiu a Modulului B
Scheme Module B.

Este un modul cu caracter aplicativ, având rolul de simulare pentru modelele complexe realizate, demonstrându-se funcționalitatea lor pentru diferite tehnologii de elaborare și prelucrare a sticlei.

Are legături funcționale cu Modulul B și Modulul A (baza de date), permițând determinarea indicatorilor energetici, ecologici (emisii și indicatori de impact) și economici și analiza acestora (compararea cu indicatorii de referință din domeniu, pentru instalații similare și cu normele prevăzute de actele legislative în domeniul aferent sectorului industrial). *Se vor identifica astfel „zonele” cu eficiență scăzută din punct de vedere energetic și ecologic. Către aceste „zone țintă” se vor concentra soluțiile propuse (Modulul D).*

3.4. Modulul D - Elaborarea de soluții de optimizare energetică și ecologică în industria de elaborare și prelucrare a sticlei (vezi figura 4)

Submodulul D1 - Stabilirea și analiza soluțiilor posibile de creștere a eficienței energetice în industria de elaborare și prelucrare a sticlei [5].

Având în vedere „zonele țintă”, identificate anterior, se vor stabili soluțiile tehnice care pot conduce la creșterea eficienței energetice a proceselor de elaborare și prelucrare a sticlei. Stabilirea și analiza soluțiilor presupune analize complexe, care vor folosi modele și proceduri (finalizate prin programe software adecvate).

Submodulul D2 - Stabilirea și analiza soluțiilor posibile de creștere a eficienței ecologice în industria de elaborare și prelucrare a sticlei, evaluarea economică.

the models together, we can obtain complex procedures that can simulate any component of the analysed technological scheme [4].

3.3. Module C – Demonstration and validation of the model functionality and its utility for energetic, environmental and economic analysis of different technologies for the glass production

This model simulates all defined models in order to demonstrate and validate their functionality and utility for different technologies from the glass industry. It has links with Module B and Module A, which allows calculating the energetic, environmental and economic criteria and their analysis and comparison with reference ones. These areas with low efficiency are analysed in Module D.

3.4. Module D – Solutions for energetic and environmental optimisation (see figure 4)

Sub-module D1 – Establishing and analysis of possible solutions for increasing energetic efficiency in the glass industry [5].

Taking into account the areas with low efficiency, identified above, technical solutions for increasing energetic efficiency of the technological processes for the glass production are established.

Sub-module D2 – Establishing and analysis of possible solutions for increasing environmental and economic efficiency in the glass industry.

New possibilities and conditions for reduction of major pollutants for different technologies for glass production are identified [6].

Sub-module D3 – Establishing conditions for recycling and reusing of the waste glass. Utilisation of waste glass in glass production processes leads

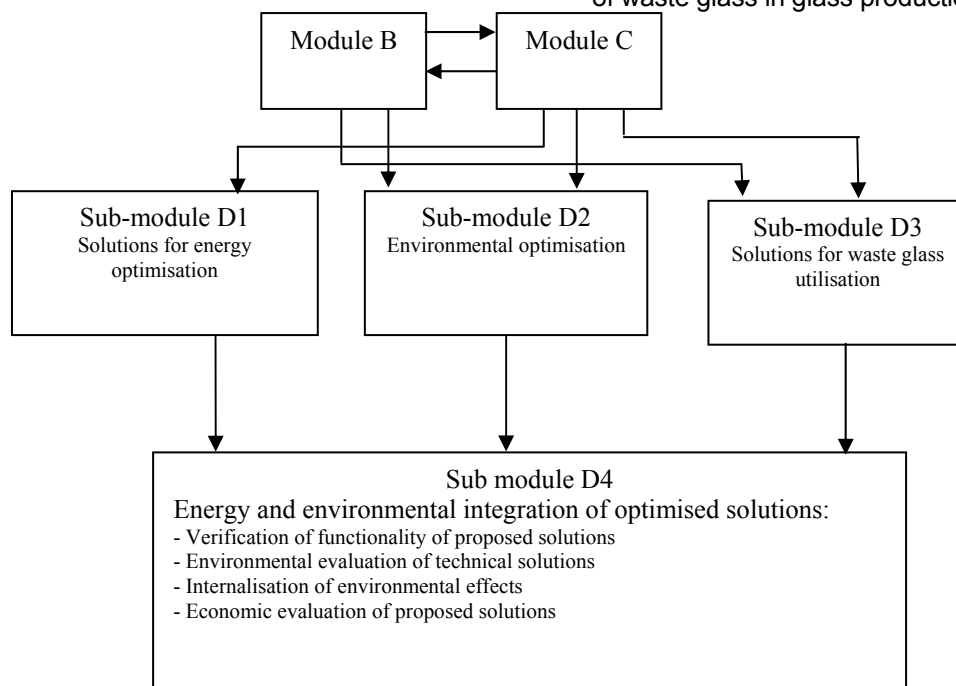


Fig. 4 - Schema de principiu a Modulului D / Scheme of Module D.

Se vor identifica posibilitățile și condițiile de reducere a principalelor tipuri de emisii de oxizi de azot, oxizi de sulf, pulberi pentru diferite tehnologii de elaborare și prelucrare a sticlei [6].

Submodulul D3 - Stabilirea condițiilor de utilizare a deșeurilor de sticlă în industria de elaborare și prelucrare a sticlei. Valorificarea deșeurilor de sticlă în procesele de elaborare a sticlei din tipologia amintită permite economisirea unor cantități importante de materii prime, conducând totodată și la diminuarea cantităților de deșeuri din marile aglomerări urbane, implicit la reducerea impactului asupra mediului [7].

Submodulul D4 - Integrarea soluțiilor de optimizare energetică și ecologică propuse, în industria de elaborare și prelucrare a sticlei.

În cadrul acestui submodul se îndeplinesc următoarele funcții:

- modelarea compozițională a tehnologiilor energetice curate de elaborare și prelucrare a sticlei, se vor dezvolta noi soluții curate de elaborare și prelucrare a sticlei [8];

- experimentarea și verificarea funcționalității și utilității soluțiilor tehnice propuse de modernizare și optimizare a tehnologiilor de elaborare și prelucrare a sticlei;

- se vor „internaliza” efectele de mediu în modelele economice prin utilizarea ecotaxelor mixte (calitativ – cantitative) și comercializarea gazelor cu efect de seră;

- evaluarea ecologică a soluțiilor tehnice propuse, prin nivel *emisii atmosferice și indicatori de impact*, evaluarea economică a soluțiilor propuse, prin determinarea *indicatorilor economici* (de exemplu: *venitul net actualizat – VNA, rata internă de rentabilitate – RIR, durata de recuperare - DR*) având în vedere și internalizarea efectelor de mediu prin ecotaxe. Se estimează posibilitățile de comercializare a emisiilor de gaze cu efect de seră pe baza mecanismelor puse la dispoziție de *Protocolul de la Kyoto*. Pe baza acestei evaluări economice se pot ierarhiza soluțiile propuse, pentru tipurile de procese tehnologice analizate.

4. Concluzii

Rezultatele aplicării modelului de analiză complex propus vor pune la dispoziție proceduri care vor permite analiza proceselor industriale de elaborare și prelucrare a sticlei, permițând eficientizarea și reducerea impactului asupra mediului, realizarea de tehnologii curate, într-un domeniu de producție slab reprezentat la noi în țară. Cea mai mare parte a unităților industriale din domeniul sticlei au nivele tehnologice depășite și sunt caracterizate prin eficiențe energetice modeste.

România este semnatară a Protocolului de la Kyoto. În consecință, reducerea emisiei de CO₂ prin diverse mijloace poate fi valorificată prin mecanismele pe care le pune la dispoziție acest protocol.

to important savings of the raw materials, diminishing of the glass waste in urban areas and also minimising environmental impact [7].

Sub-module D4 – Integration of optimal energy and environmental proposed solutions into the glass production industry.

Within this sub-module there are the following functions:

- Establishing of new “clean” energy technologies for the glass production.

- Analysis and checking of the technical solutions proposed above.

- Internalisation of the environmental effects by using combined eco-taxes (qualitative and quantitative) and utilisation of emission trading schemes for Green House Gasses.

- Ecologic evaluation of technical solutions by measuring atmospheric emissions and environmental criteria, economic evaluation of proposed solutions, taking into account the internalisation of the environmental effects. The possibilities of emission trading with Green House Gasses are analysed. This economic evaluation will establish the order of solutions for the analysed technological processes.

4. Conclusion

The results of complex analysis model application allow analysing the industrial processes of the glass production from the energetic, environmental and economic points of view. This leads to increasing energetic efficiency, reducing environmental impact and utilisation of “clean” technologies.

The majority of glass production companies use old technologies with low energetic efficiency.

Since *Romania has signed the Kyoto Protocol*, it has to reduce GHG emissions which can be achieved by using new technologies and emission trading schemes.

The economic impact of the model application will be the reduction of the production cost. At the same time, it will also lead to increasing energetic efficiency and thus reducing energy bill.

The “clean” glass production leads to reducing environmental impact by diminishing GHG emissions. Recycling and reusing glass waste also leads to reducing environmental pollution and savings of raw materials.

REFERENCES

1. O. Dumitrescu, D. Radu, A. Ioncea and C.D. Voinițchi, *Materials and technologies-glass, ceramics, binders, metals*, Research and Education Ministry, Bucharest, 2005.
2. Gh. Malamatenois, K. Grepmaier and R. Pătrașcu, *Renewable energies & efficiency finance*, Training Kit, Editor CRES, Pikermi, Greece.

Impactul economic al aplicării modelului va consta în reducerea costurilor de producție directe și indirecte (internalizarea costurilor de mediu). În același timp, creșterea eficienței energetice va conduce la reduceri semnificative ale facturii energetice a unităților industriale care aplică soluțiile propuse.

Impactul asupra mediului reprezintă un aspect important al utilizării acestui model. Producerea curată a sticlei, prin aplicarea soluțiilor propuse conduce la reducerea emisiilor atmosferice și în special a efectului de seră. Valorificarea deșeurilor de sticlă în procesele de elaborare a sticlei conduce la reducerea deșeurilor urbane și la economia de resurse primare neregenerabile.

3. C. Răducanu and R. Pătrașcu, Energy efficiency evaluation, Edited by AGIR, Bucharest, 2006.
4. R. Pătrașcu and C. Răducanu, Energy utilization, Edited by BREN, Bucharest, 2004.
5. M. Ungureanu and R. Pătrașcu, Clean technologies, Edited by AGIR, Bucharest, 2000.
6. C. Răducanu, R. Pătrașcu, D. Paraschiv and A. Gaba, Energetical audits, Edited by AGIR, Bucharest, 2000.
7. R. Pătrașcu, Complex recuperation efficiency of burned gases heat, resulted from industrial processes, Edited by PRINTECH, Bucharest, 1998.
8. Z. Ghizdăveț and D. Radu, A systemic approach in modeling equipment from the oxide materials industry, Romanian Journal of Materials, 2002, **32** (3), 220.

MANIFESTĂRI ȘTIINȚIFICE / SCIENTIFIC EVENTS

Engineered Transparency 2010 International conference about glass, facade and solar energy at GLASSTEC 29 September - 30 September 2010, Düsseldorf, Germany

The two-day Engineered Transparency aims to present research and latest developments on the architectural and structural use of glass construction, façade engineering and solar technology. All engineers, designers, architects and researches are invited to participate at the conference.

The conference provides a platform for building professionals to share information and knowledge in and around the use of glass in buildings. Such an exchange will contribute to future research, developments and innovations for the structural use of glass in building applications.

The nearby fair trade GLASSTEC allows for a direct contact between the glass producers and processors and the engineers and architects as their customs and users of their products. The dissemination of information and knowledge is highly improved by the novel and unique combination of a designer's conference with an industry fair trade.

TOPICS

- Glass Construction - Strength and stability, Laminates and composite designs, Curved and bent glass
- Façade Engineering - Building envelope, Projects case studies, Architectural design and lighting
- Solar Technology - Building Integration, Architectural design, Projects and case studies, Latest developments

Contact: info@engineered-transparency.eu
www.engineered-transparency.eu
