

## RAPORT ȘTIINȚIFIC

**privind implementarea proiectului în perioada Ianuarie – Decembrie 2021**

**Proiecte de cercetare exploratorie, cod proiect: PN-III-P4-ID-PCE-2020-0032**

**Titlu proiect: Sisteme termo-chimice avansate pentru aplicații flexibile de producere și stocare a energiei cu emisii reduse de dioxid de carbon**

În anul 2021 pentru proiectul de cercetare menționat mai sus a fost prevăzute a se desfășura 2 obiective. *Aceste obiective și activitățile aferente au fost realizate în proporție de 100 %*. Rezultatele cercetării pe anul 2021 au făcut obiectul a 13 articole științifice, 6 publicate în reviste cotate ISI și 7 articole prezentate la conferințe internaționale cu colective de recenzie după cum urmează:

1. C.C. Cormos, *Techno-economic assessment of calcium and magnesium-based sorbents for post-combustion CO<sub>2</sub> capture applied in fossil-fueled power plants*, Fuel, 298 (2021) 120794;
2. S. Szima, C.C. Cormos, *CO<sub>2</sub> utilization technologies: A techno-economic analysis for synthetic natural gas production*, Energies, 14 (2021) 1258;
3. I.D. Dumbrava, C.C. Cormos, *Techno-economical evaluations of decarbonized hydrogen production based on direct biogas conversion using thermo-chemical looping cycles*, International Journal of Hydrogen Energy, 46 (2021) 23149-23163;
4. I.D. Dumbrava, C.C. Cormos, A. Impre-Lucaci, A.M. Cormos, *CFD modelling of supercritical water reforming of glycerol for hydrogen production*, International Journal of Hydrogen Energy, (2021), accepted, in press;
5. A.M. Cormos, S. Dragan, C.C. Cormos, *Techno-economic and environmental assessment of flexible operation for decarbonized super-critical power plants using reactive gas-liquid absorption*, Applied Thermal Engineering, 179 (2021), 117354;
6. V.C. Sandu, A.M. Cormos, C.C. Cormos, *Fuel reactor CFD multiscale modelling in syngas-based chemical looping combustion with ilmenite*, Energies, 14 (2021) 6059;
7. C.C. Cormos, L. Petrescu, A.M. Cormos, C. Dinca, *Decarbonization of fossil energy-intensive industrial processes using innovative calcium looping technology*, 15th International Conference on Chemical and Process Engineering - ICHEAP 15, Naples, Italy, 23 - 26 May 2021;
8. C.C. Cormos, A.M. Cormos, C. Dinca, *Techno-economic assessment of load following operation for super-critical power plants equipped with carbon capture feature*, 31st European Symposium on Computer-Aided Process Engineering - ESCAPE31, Istanbul, Turkey, 6 - 9 June 2021;
9. I.D. Dumbrava, C.C. Cormos, *Evaluations of decarbonized hydrogen production from biomass gasification coupled with carbon capture via calcium looping system*, 13-th International Conference on Sustainable Energy & Environmental Protection - SEEP 2021, Vienna, Austria, 13 - 16 September 2021;
10. C.C. Cormos, A.M. Cormos, L. Petrescu, I.D. Dumbrava, *Techno-economic assessment of flexible hydrogen and power production based on biogas catalytic reforming with carbon dioxide capture feature*, 16th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems - SDEWES, Dubrovnik, Croatia, 10 - 15 October 2021;
11. V. Sandu, A.M. Cormos, M. Pescaru, C.C. Cormos, *Modeling of the chemical-looping combustion of syngas in packed bed reactors*, 16th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems (SDEWES), Dubrovnik, Croatia, 10-15 October 2021;

12. C.C. Cormos, S. Dragan, A.M. Cormos, L. Petrescu, V.C. Sandu, I.D. Dumbrava, S. Galusnyak, *Application of carbonate looping cycle as an energy-efficient decarbonization process of key fossil-intensive industrial applications*, 10th International Conference on Energy and Environment - CIEM 2021, Bucharest, Romania, 14 - 15 October 2021;
13. C.C. Cormos, S. Dragan, A.M. Cormos, L. Petrescu, I.D. Dumbrava, V.C. Sandu, *Evaluation of calcium looping cycle as a time-flexible decarbonization and thermo-chemical energy storage system*, 24th Conference on Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction - PRES 2021, Brno, Czech Republic, 31 October - 3 November 2021.

Sinteza rezultatelor cercetării desfășurate în cadrul acestui proiect în 2021 este prezentată mai jos.

Obiectivul 1.

**Caracterizarea sistemelor termo-chimice flexibile de conversie și stocare a energiei cu emisii reduse de dioxid de carbon folosind tehnologiile de tip ciclu chimic și a celor de utilizare a energiei rezultate din surse regenerabile, definirea principalilor indicatori de performanță și evaluarea posibilităților de integrare cu tehnologiile de oxidare totală (combustie) și parțială (reformare catalitică și gazeificare)**

În cadrul acestui obiectiv s-au caracterizat sistemele termo-chimice flexibile de conversie și stocare a energiei care se vor evalua în cadrul proiectului. În acest sens, se vor considera următoarele sisteme de tip ciclu chimic (chemical / calcium looping) pentru integrarea acestora în sisteme de conversie a energiei bazate pe oxidare totală / parțială a combustibililor fosili și regenerabili:

- Sistemele de tip carbonate looping care implică utilizarea de adsorbanti solizi pe bază de calciu și magneziu pentru captarea dioxidului de carbon. Aceste sisteme se pot folosi atât în configurație post-combustie (pentru decarbonizarea gazelor de ardere) cât și pre-combustie (pentru decarbonizarea gazului de sinteză). Reacția reversibilă care stă la baza ciclului chimic bazat pe utilizarea de carbonați alcalino-pământoși (Ca, Mg) în vederea captării dioxidului de carbon configurație post-combustie este:



Acest sistem implică utilizarea a două reactoare: (i) reactorul de carbonatare în care gazele de ardere sunt contactate cu adsorbentul solid (MeO) în vederea legării chimice a dioxidului de carbon urmat de (ii) reactorul de calcinare în care are loc reacția inversă pentru eliberarea dioxidului de carbon (care se trimite la uscare și comprimare) și regenerarea adsorbentului solid (care se recircula la reactorul de carbonatare). Cele două etape de carbonatare și calcinare se pot realiza în reactoare interconectate în strat fluidizat circulant (variantea folosită cel mai frecvent) sau secvențial în strat fluidizat fără transport sau în strat fix.

Sistemul de tip carbonate looping folosind adsorbentii pe bază de calciu (Calcium Looping - CaL) se poate folosi și pentru decarbonizarea pre-combustie a gazului de sinteză rezultat din procesele de oxidare parțială (reformare catalitică, gazeificare) a combustibililor fosili sau regenerabili. Reacția chimică în acest caz este:

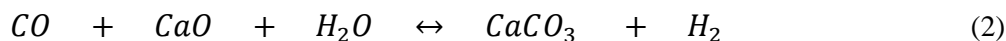


Figura 1 prezintă configurația conceptuală a sistemului de tip carbonate looping pentru captarea post-combustie a dioxidului de carbon:

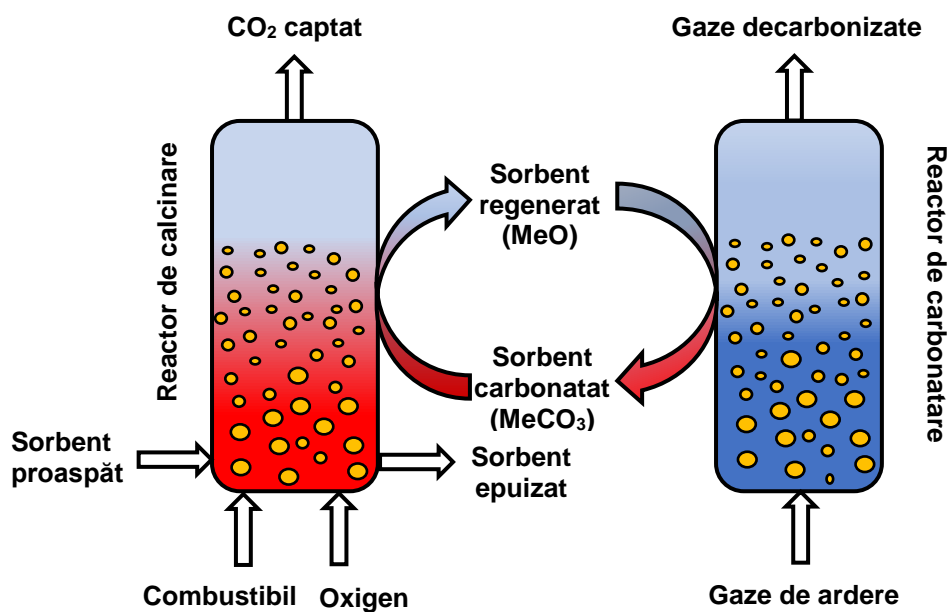


Figura 1. Captarea post-combustie a  $CO_2$  folosind ciclul termo-chimic bazat pe carbonați

- Sistemele de tip ciclu chimic care utilizează transportori de oxigen sub forma de oxizi metalici pentru oxidarea totală sau parțială a combustibililor fosili sau regenerabili. Pentru a ilustra aceste sisteme inovative de conversie a energiei se va considera utilizarea ciclului pe bază de oxizi de fier. Acest ciclu se poate utiliza în două variante:

(i) pentru oxidarea totală a combustibilului caz în care avem două reactoare: un reactor de conversie (oxidare totală) a combustibilului (numit fuel reactor) și un reactor de reoxidare cu aer a transportorului de oxigen redus (numit air reactor). Reacțiile care au loc pentru utilizarea metanului ca și combustibil sunt prezente mai jos iar schema conceptuală este prezentată în Figura 2:

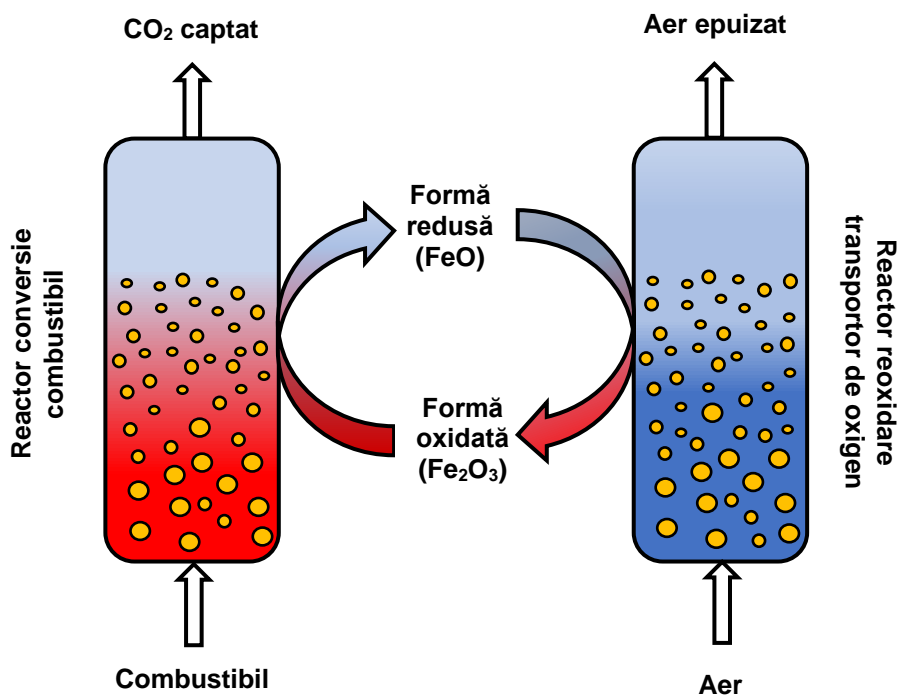
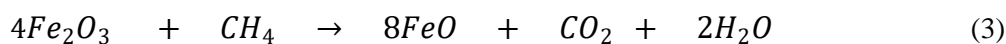
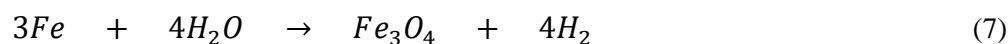
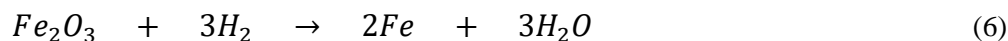
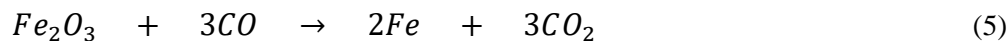


Figura 2. Ciclu chimic pe bază de fier pentru conversia (oxidarea) totală a combustibilului

(ii) pentru producerea de hidrogen caz în care avem un ciclu cu trei reactoare: un reactor de conversie (oxidare totală) a combustibilului (numit fuel reactor), un reactor pentru reoxidarea parțială cu vapori de apă a transportorului de oxigen redus (numit steam reactor) urmat de un reactor de reoxidare completă cu aer a transportorului de oxigen redus (numit air reactor). Reacțiile care au loc pentru utilizarea gazului de sinteză ca și combustibil sunt prezente mai jos iar schema conceptuală este prezentată în Figura 3:



Ca și transportori de oxigen se pot utiliza diverși oxizi metalici de ex. sistemele Ni / NiO, Cu / CuO, Fe / FeO, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> / Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO / Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> etc. În plus, se pot realiza și combinații între transportori de oxigen (oxizi metalici) și adsorbanți pe bază de calciu de ex sistemul Cu / CuO / CaO / CaCO<sub>3</sub>.

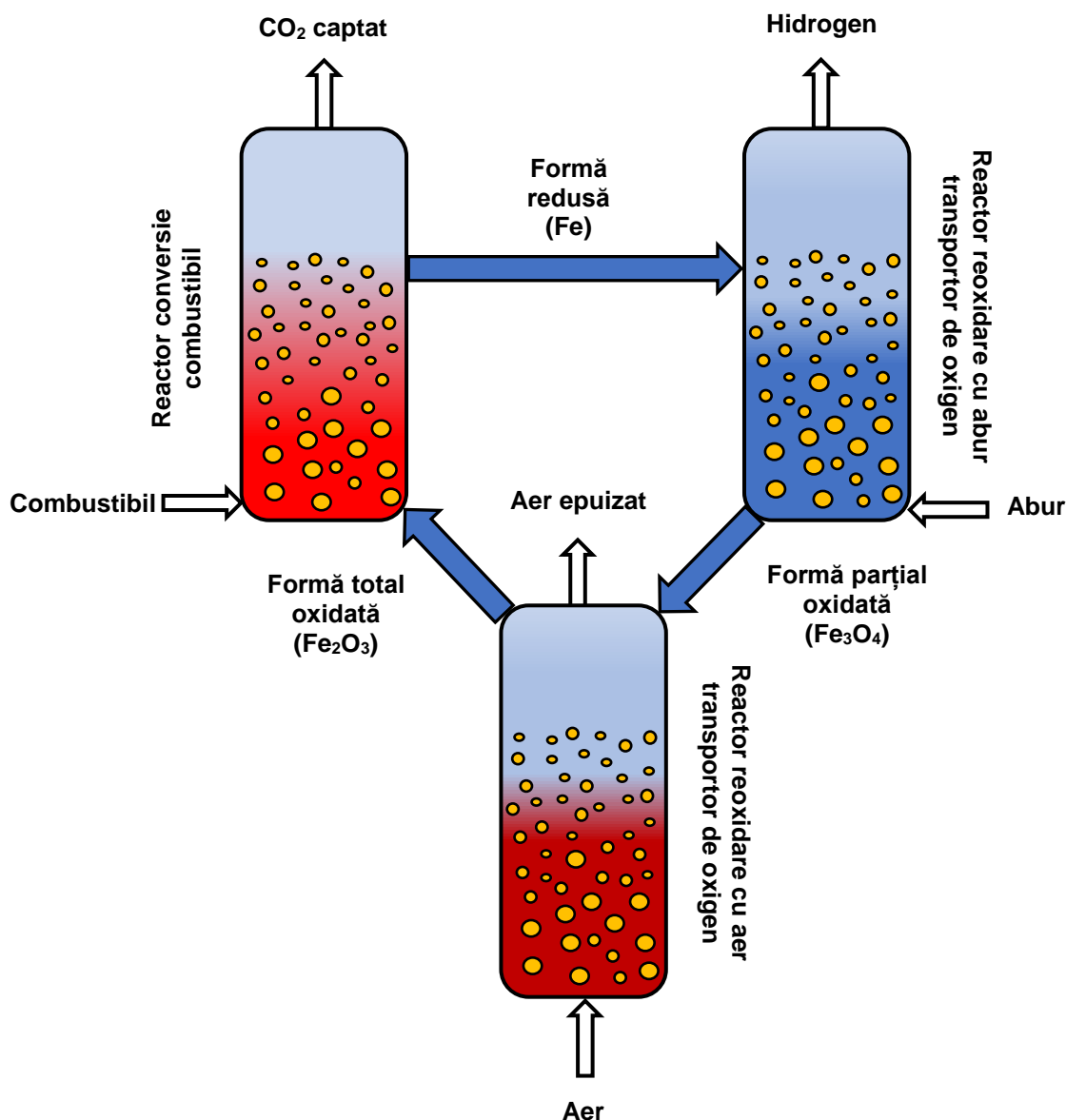


Figura 3. Ciclu chimic pe bază de fier pentru producerea de hidrogen

Aceste sisteme de tip chemical și calcium looping pot fi folosite în aplicații flexibile în timp pentru conversia și stocarea energiei. Dezvoltarea de sisteme flexibile de conversie și stocare a energiei este un element de mare importanță permițând o mai bună integrarea în sistemul energetic a resurselor energetice regenerabile variabile în timp (de ex. energie solară și eoliană). Pentru dezvoltarea de aplicații flexibile folosind ciclurile termo-echimice, materialul solid (fie transportor de oxigen sau adsorbant pe bază de calciu sau magneziu) se poate stoca între reactoarele din ciclu într-o anumită fază de conversie urmând ca la un alt moment de timp să fie utilizat. Pentru exemplificare, în cazul ciclului de tip calcium looping stocarea adsorbantului solid sub formă regenerată de oxid de calciu face posibilă stocarea energiei sub formă de legături chimice. Când este nevoie, această energie se poate elibera prin reacția de carbonatare a oxidului de calciu conform reacției exoterme:



Pentru evaluarea diferitelor aplicații flexibile de conversie și stocare a energiei care se vor analiza în cadrul acestui proiect, s-a definit un scenariu de operare a unei termocentrale de generare a energiei electrice bazat pe operarea uzuală a acestor unități din Europa Centrală. Tabelul 1 prezintă acest scenariu de operare (variația în timp a gradului de utilizare a termocentralei) de-a lungul unui ciclu săptămânal. Pe baza acestui ciclu se va evalua capacitatea de stocare necesară pentru materialele solide implicate în ciclurile termo-chimice de captare a dioxidului de carbon integrate în respectiva termocentrală.

*Tabelul 1. Variația în timp a gradului de utilizare a unei termocentrale (ciclu săptămânal)*

Luni - Vineri		Sâmbătă - Duminică
6 AM – 1 PM	10 PM – 5 AM	Toată ziua
7 PM – 9 PM	2 PM – 6 PM	
100 %	50 %	50 %

Privitor la principalii indicatori de performanță tehnico-economici și de mediu a sistemelor de conversie și stocare a energiei folosind cicluri termo-chimice se vor utiliza următorii indicatori:

- Eficiența energetică netă și brută a instalațiilor termo-chimice de conversie a energiei care se calculează ca fiind raportul între energia electrică netă sau brută produsă și energia termică a combustibilului primar (fossil sau regenerabil) folosit în instalație:

$$\eta_{brut} = \frac{W_{brut}}{Q_{Combustibil}} * 100 = \frac{W_{brut}}{F_{Combustibil} * Puterea\ calorica_{Combustibil}} * 100 \quad (10)$$

$$\eta_{net} = \frac{W_{net}}{Q_{Combustibil}} * 100 = \frac{W_{net}}{F_{Combustibil} * Puterea\ calorica_{Combustibil}} * 100 \quad (11)$$

- Eficiența energetică cumulată a instalațiilor termo-chimice de conversie a energiei care co-generează energie electrică și un alt vector energetic (de ex. hidrogen, combustibili sintetici) se calculează ca fiind raportul între energia cumulată (termică și electrică) produsă de instalație și energia termică a combustibilului primar:

$$\eta_{cumulat} = \frac{(W_{net} + Q_{vector\ energetic})}{Q_{Combustibil}} * 100 \quad (12)$$

- Penalitatea energetică a captării CO<sub>2</sub> se calculează ca fiind diferența între eficiența energetică a instalației fără captare și cea a instalației similare cu captare;
- Rata de captare CO<sub>2</sub> care se calculează ca fracția din cantitatea de carbon captată de unitatea de chemical / calcium looping și cantitatea de carbon intrată în instalație sub formă de combustibil primar (fossil sau regenerabil):

$$\eta_{CO_2} = \frac{F_{CO_2 \text{ captat}}}{F_{Carbon \text{ combustibil}}} * 100 \quad (12)$$

- Emisiile specifice de CO<sub>2</sub> care se calculează ca fiind cantitatea de CO<sub>2</sub> emisă pentru producerea unui MWh de energie (fie ca și energie electrică sau ca și energie electrică și termică):

$$E_{CO_2} = \frac{F_{CO_2 \text{ emis}}}{W_{net}} * 100 \quad (13)$$

- Consumul specific de energie primară folosită pentru captarea CO<sub>2</sub> (SPECCA) se calculează ținând cont de eficiențele energetice ale instalației cu și fără captare CO<sub>2</sub> și emisiile specifice corespunzătoare acestor cazuri:

$$SPECCA = \frac{3600 * (\frac{1}{\eta_{net \text{ Cu captare}}} - \frac{1}{\eta_{net \text{ Fara captare}}})}{Emisii \text{ specifice } CO_2 \text{ Fara captare} - Emisii \text{ specifice } CO_2 \text{ Cu captare}} \quad (14)$$

- Costul de capital al principalelor sub-sisteme ale instalațiilor se va calcula prin metoda corelațiilor de costuri care ține cont de costurile de referință (C<sub>B</sub>), capacitatea de producție de referință (Q<sub>B</sub>) conform formulei:

$$C_E = C_B * (\frac{Q}{Q_B})^M \quad (15)$$

- Costul specific al investiției se calculează prin împărțirea costului de capital la producția de energie a instalației:

$$SCI = \frac{Costul \text{ total de capital}}{W_{net}} \quad (16)$$

- Costul de producție a energiei electrice (LCOE) se calculează ca raportul între suma costurile de capital anualizat și de operare și producție de energie a instalației:

$$LCOE = \frac{Costul \text{ de investitie anualizat} + Costul \text{ de operare}}{W_{net}} \quad (17)$$

- Costurile de captare CO<sub>2</sub> se calculează ținând cont de costul de producere a energiei electrice și de emisiile specifice ale instalației în cele doua situații cu și fără captare CO<sub>2</sub>:

$$Cost \text{ captare } CO_2 = \frac{LCOE \text{ Cu captare} - LCOE \text{ Fara captare}}{CO_2 \text{ captat}} \quad (18)$$

$$Cost \text{ reducere emisii } CO_2 = \frac{LCOE \text{ Cu captare} - LCOE \text{ Fara captare}}{E_{CO_2 \text{ Fara captare}} - E_{CO_2 \text{ Cu captare}}} \quad (19)$$

Integrarea acestor cicluri termo-chimice în diferite procese de conversie a energie prin oxidare totală (ardere) sau parțială (reformare catalitică sau gazeificare) pentru decarbonizarea simultan cu flexibilizarea acestora se va analiza în cadrul proiectului. Pentru exemplificare Figurile 4 și 5 prezintă ciclul termo-chimic folosind absorbenți solizi pe bază de calciu (calcium looping - CaL) pentru decarbonizarea post-combustie a unei termocentrale sau pre-combustie a gazului de sinteză rezultat din procese de oxidare parțială a combustibililor fosili sau regenerabili pentru producerea de hidrogen și energie electrică.

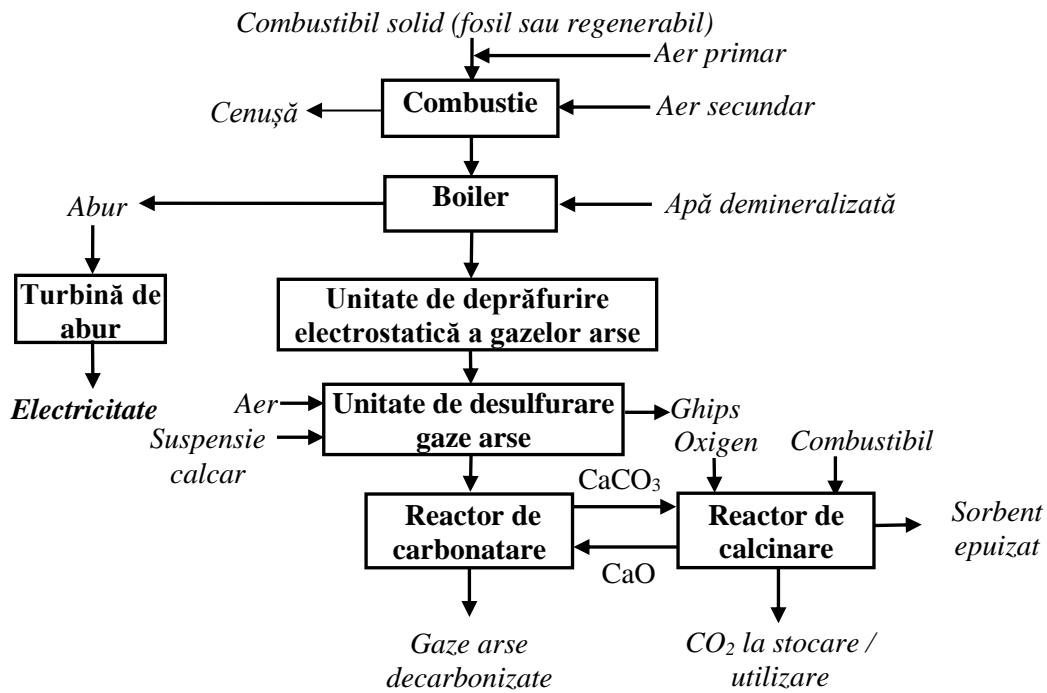


Figura 4. Integrarea sistemului CaL pentru decarbonizarea post-combustie a gazelor arse

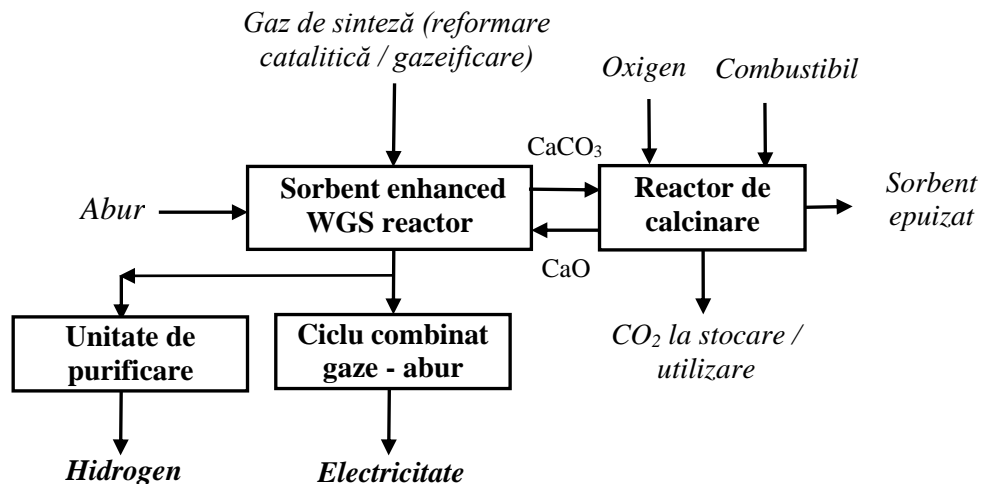


Figura 5. Integrarea sistemului CaL pentru decarbonizarea pre-combustie a gazului de sinteză

Obiectivul 2.

**Evaluarea numerică și experimentală a sistemelor termo-chimice de conversie și stocare a energiei cu emisii reduse de dioxid de carbon din punct de vedere al purtătorilor de oxigen / materialelor adsorbante, configurațiile reactoarelor și parametrii de operare, flexibilitatea sistemelor și capacitatea de poli-generare vectori energetici, elemente de cinetică și hidrodinamică etc.**

Pentru evaluarea numerică a sistemelor termo-chimice de conversie și stocare a energiei s-au utilizat două abordări:

- Modelarea matematică a reactoarelor de conversie a energiei folosind ecuații generale de bilanț de proprietate (masă, energie și impuls) implementate în programe software generale de tipul Matlab/Simulink, Comsol. Pentru acest tip de modelare matematică se construiește modelul matematic analitic al procesului / reactorului prin scrierea ecuațiilor diferențiale de bilanț, toate expresiile de dependență a parametrilor modelului și constantele acestuia urmând a fi definite de către utilizator. Modelul matematic astfel construit se va rezolva folosind metode numerice specifice. Avantajul acestei tehnici de modelare - simulare este că utilizatorul își construiește el modelul matematic păstrând sub control întreg

procesul de proiectare. Dezavantajul principal al acestei tehnici de modelare matematică – simulare este că este foarte laborioasă, necesitând un consum de resurse ridicat atât din punct de vedere al timpului necesar pentru construcția modelului cât și din punct de vedere al resurselor informatice de calcul (simulare) necesare. În plus, această tehnică de modelare matematică se poate aplica doar unor utilaje particulare din procesul tehnologic (de exemplu reactoarele de conversie chimică) nu întregului proces.

Pentru exemplificare, în cazul ciclului termo-chimic pe bază de oxizi de fier pentru oxidarea totală a unui combustibil gazos (gazul de sinteză a fost exemplificat aici) ecuațiile de bilanț de masă total și pe componente sunt:

$$\frac{1}{w_j} \cdot \frac{\partial F_j}{\partial t} = - \frac{\partial F_j}{\partial z} \pm S \cdot \frac{\alpha \cdot M_i}{\beta \cdot M_{FeO/Fe_2O_3}} \quad (20)$$

$$\frac{1}{w_j} \cdot \frac{\partial (F_j \cdot x_i)}{\partial t} = - \frac{\partial (F_j \cdot x_i)}{\partial z} \pm \sum S_i \cdot \frac{\alpha \cdot M_i}{\beta \cdot M_{FeO/Fe_2O_3}} \quad (21)$$

unde:

$F_j$  - debitele masice ale fluxurilor gazoase și solide;

$w_j$  - vitezele de deplasare ale celor două faze;

$\alpha$  și  $\beta$  - coeficienții stoichiometrici;

$M_i$  - masa moleculară a fiecărei specii chimice;

$S_i$  - termen sursă dat de ecuația:

$$S = \frac{v_p \cdot F_{oc}}{w_s} \quad (22)$$

$x_i$  - fracția masică a componentelor chimici.

Ecuațiile de bilanț energetic sunt prezentate mai jos:

$$\frac{1}{w_g} \cdot \frac{\partial (F_g \cdot c_{p_g} \cdot T_g)}{\partial t} = - \frac{\partial (F_g \cdot c_{p_g} \cdot T_g)}{\partial z} - H_{gs} - H_{gw} \quad (23)$$

$$\frac{1}{w_s} \cdot \frac{\partial (F_s \cdot c_{p_s} \cdot T_s)}{\partial t} = - \frac{\partial (F_s \cdot c_{p_s} \cdot T_s)}{\partial z} - H_{gs} - H_{sw} - H_r \quad (24)$$

unde:

$F_g$  și  $F_s$  - debitele masice ale fluxurilor gazoase și solide;

$w_g$  și  $w_s$  - vitezele de deplasare ale celor două faze gazoase și solide;

$c_{p_g}$  și  $c_{p_s}$  – căldurile specifice ale celor două faze gazoase și solide;

$T_g$  și  $T_s$  - temperaturile celor două faze gazoase și solide;

Fluxurile de căldură din ecuațiile (23) și (24) sunt:

- Fluxul de căldură transferat de la gaz la solid:

$$H_{gs} = K_{T_{gs}} \cdot A_{T_{gs}} \cdot (T_g - T_s) \quad (25)$$

- Fluxul de căldură transferat de la gaz la peretele reactorului:

$$H_{gw} = K_{T_{gw}} \cdot A_{T_{gw}} \cdot (T_g - T_w) \quad (26)$$

- Fluxul de căldură de la solid la peretele reactorului:



$$H_{SW} = K_{T_{SW}} \cdot A_{T_{SW}} \cdot (T_S - T_W) \quad (27)$$

- Căldura de reacție:

$$H_r = \Delta H_r \cdot S \cdot \frac{1}{M_{FeO/Fe_2O_3}} \quad (28)$$

Mai multe detalii privitoare la modelele matematice dezvoltate (de ex. elemente cinetice, de hidrodinamica stratului fluidizat) sunt prezentate în articolele publicate în cadrul proiectului.

- Modelarea matematică a întregului sistem de conversie a energiei cu etapa de captare a dioxidului de carbon folosind cicluri termo-chimice folosind programele software de tip “*process flow modeling*” de exemplu ChemCAD, Aspen. Pentru acest tip de modelare, se utilizează bazele de compuși chimici și de operații unitare (împreună cu modelele lor matematice) ale pachetului software urmând ca în urma construirii schemei tehnologice a procesului aceasta să fie simulată pentru obținerea principalelor bilanțuri de masă și energie ale întregului proces. Bilanțurile globale ale instalației se pot în continuare folosi pentru calcularea principalilor indicatori tehnico-economici și de impact de mediu ai procesului studiat. Principalele caracteristici de proiectare ale echipamentelor de proces (de ex. mărimi de intrare, expresii cinetice, principalii indicatori de performanță etc.) trebuie să fie introduse de utilizator.

Pentru exemplificare, Figura 6 prezintă schema conceptuală a ciclului termo-chimic de procesare a gazului de sinteză folosind un transportor de oxigen pe bază de oxizi de fier simulată în ChemCAD. Se pot evidenția principalele sub-sisteme ale instalației: unitatea de conversie de tip chemical looping, unitatea de recuperare energie, unitatea de uscare flux CO<sub>2</sub> captat și unitatea de comprimare CO<sub>2</sub>.

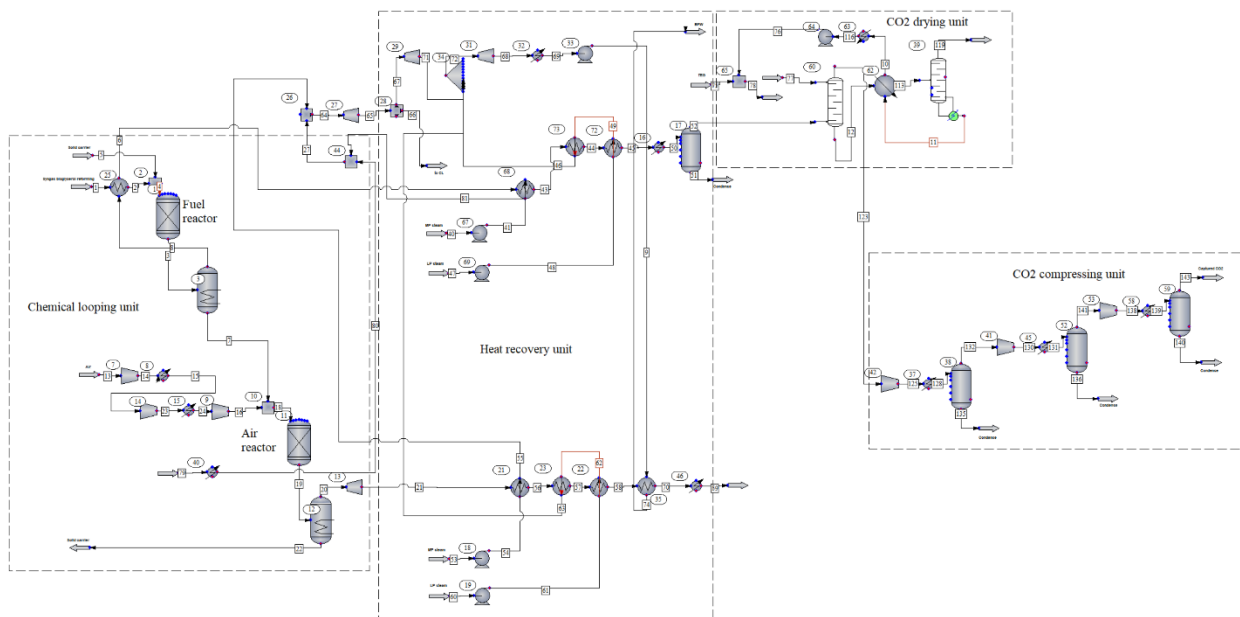


Figura 6. Schema conceptuală de simulare în ChemCAD a ciclului termo-chimic pe bază de oxizi de fier

Pentru validarea modelelor matematice dezvoltate (conform oricărui din cele două tehnici amintite mai sus) se vor folosi date experimentale proprii sau din literatură. Ca și instalații de laborator pentru studierea sistemelor termo-chimice gaz-solid de conversie a energiei cu captarea dioxidului de carbon s-au folosit instalațiile existente la coordonatorul proiectului (Universitatea Babeș-Bolyai). Pentru exemplificare, Figura 7 prezintă comparația date de simulare – date experimentale pentru evidențierea dependenței conversiei transportorului de oxigen de concentrația speciilor chimice din faza de gaz pentru cele două etape de reducere (stânga) și oxidare (dreapta).

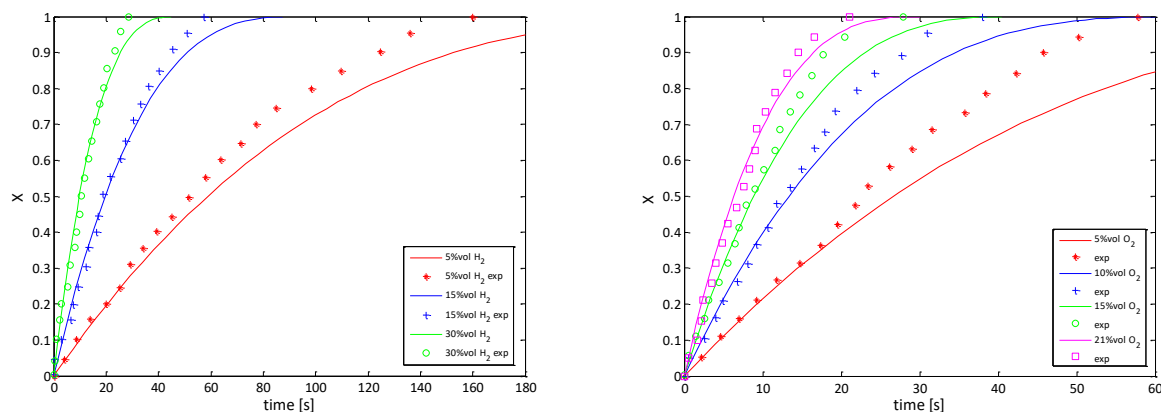


Figura 7. Validarea modelelor matematice pentru reactoarele de reducere și oxidare

Din punct de vedere al flexibilității și capacității de poli-generare diferiți vectori energetici total sau parțial decarbonizați (de ex. energie electrică, hidrogen, gaz metan sintetic, metanol etc.), procesele de conversie a energiei evaluate în cadrul acestui proiect vor analiza următoarele situații:

- Pentru instalații de producere a energiei electrice, sarcina acestora va trebui să fie flexibilă între 50 și 100% conform scenariului de operare definit în Tabelul 1. Ca și capacitate de producție se vor analiza sistemele de producere a energiei electrice cu o capacitate de 500 - 1000 MW net având un grad de captare a dioxidului de carbon de min. 90%;

- Pentru scenariul de poli-generare diferiți vectori energetici, flexibilitatea instalației va permite o variație între 100% energie electrică (fără producere de alți vectori energetici) și situația în care producția de energie electrică scade (până la 60 - 75% din sarcina nominală) cu creșterea corespunzătoare a producției de compuși chimici folosiți ca și vectori energetici (hidrogen, combustibili sintetici). De exemplu, pentru co-generarea de hidrogen și electricitate producția de hidrogen va fi flexibilă în intervalul 0 - 300 MW sarcină termică (considerând puterea calorică inferioară a hidrogenului);

- Pentru scenariul de tip “Power-to-gas” energia electrică din surse regenerabile (sollar, eolian) va fi convertită în compuși chimici total sau parțial decarbonizați cu rol de vectori energetici (de ex. hidrogen, metanol, gaz metan sintetic). Pentru producerea de compuși chimici pe bază de carbon (hidrocarburi, alcoolii etc.) se va lua în considerare utilizarea unui flux de dioxid de carbon captat ce va fi convertit chimic cu ajutorul hidrogenului obținut prin electroliza apei.

Director de proiect  
Prof. Dr. Ing. Călin-Cristian Cormoș