



PROIECT DE CERCETARE

**RAPORT DE CERCETARE INTERMEDIAR
ETAPA 2: AUGUST-DECEMBRIE 2022**

**OPTIMIZAREA TEHNICO-ECONOMICĂ ȘI DE MEDIU
A INTEGRĂRII PROCESELOR PRE- ȘI POST-
COMBUSTIE DE CAPTARE CO₂ UTILIZÂND
MEMBRANE POLIMERICE ÎN SISTEME ENERGETICE
ȘI NON-ENERGETICE**

Echipa de cercetare

Director de proiect: Ș.l.dr.ing. Nela SLAVU

Asistent cercetare: Drd.ing. Alexandra-Iuliana TĂNASE

OPTIMIZAREA TEHNICO-ECONOMICĂ ȘI DE MEDIU A INTEGRĂRII PROCESELOR PRE- ȘI POST-COMBUSTIE DE CAPTARE CO₂ UTILIZÂND **MEMBRANE POLIMERICE** ÎN SISTEME ENERGETICE ȘI NON-ENERGETICE

**Obiectivul
general al
proiectului**

creșterea performanțelor membranelor utilizate în procesul de captare CO₂ pentru a reduce efectele negative (penalizarea eficienței, sau costurile CAPEX și OPEX) ale integrării acestora în procesele industriale sau energetice.

Etape proiect de cercetare

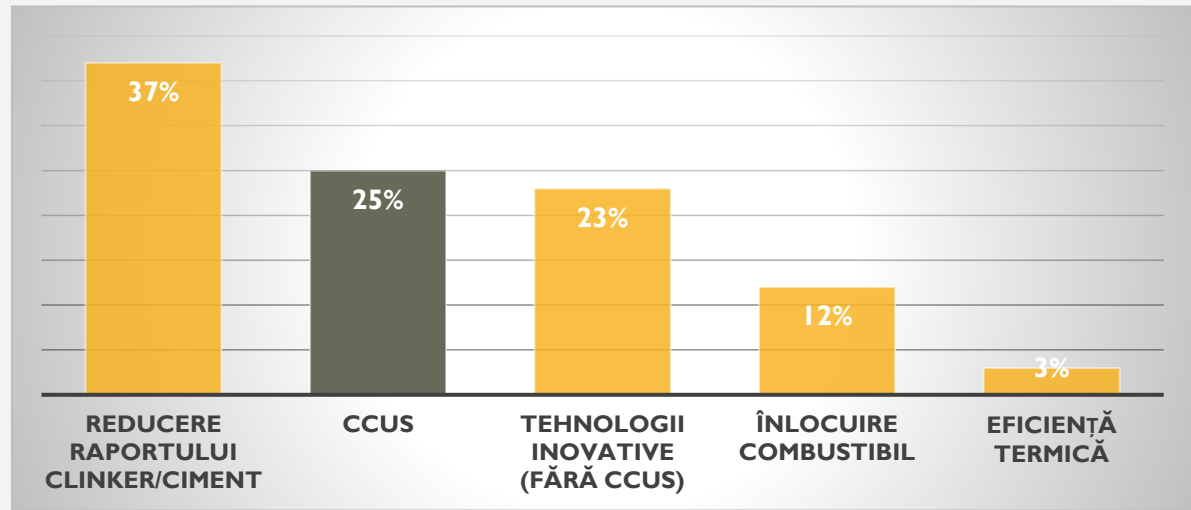
Nr.	Titlu etapă	Lună de început	Lună de sfârșit	Livrabil tehnic
1	Dezvoltarea modelului matematic al procesului de captare a CO ₂ -ului prin membrane	1	4	L4
2	Modelarea și simularea procesului de captare a CO ₂ -ului prin membrane	5	9	L9
3	Studiu experimental al procesului de captare a CO ₂ -ului prin membrane	10	15	L15
4	Evaluarea tehnico-economică și de mediu a procesului de captare a CO ₂ -ului prin membrane	16	20	L20

1. INTRODUCERE

Industria cimentului → **8 % din emisiile globale de CO₂**

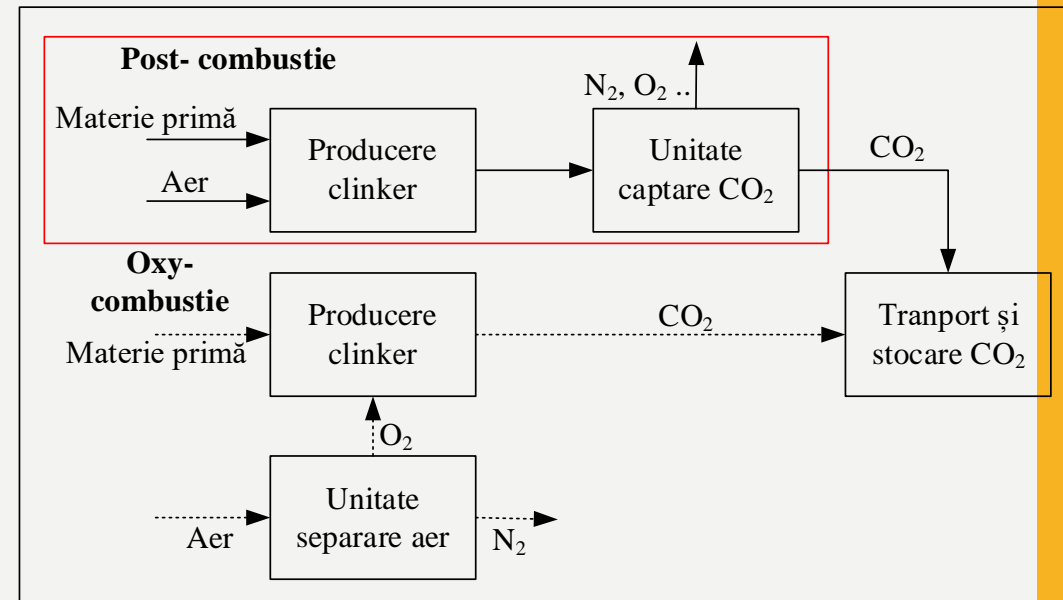
- Surse emisii de CO₂:**
- 60 % - producere clinker
 - 30 % - ardere combustibil utilizat în cuptor
 - 10 % - alte operații

Soluții

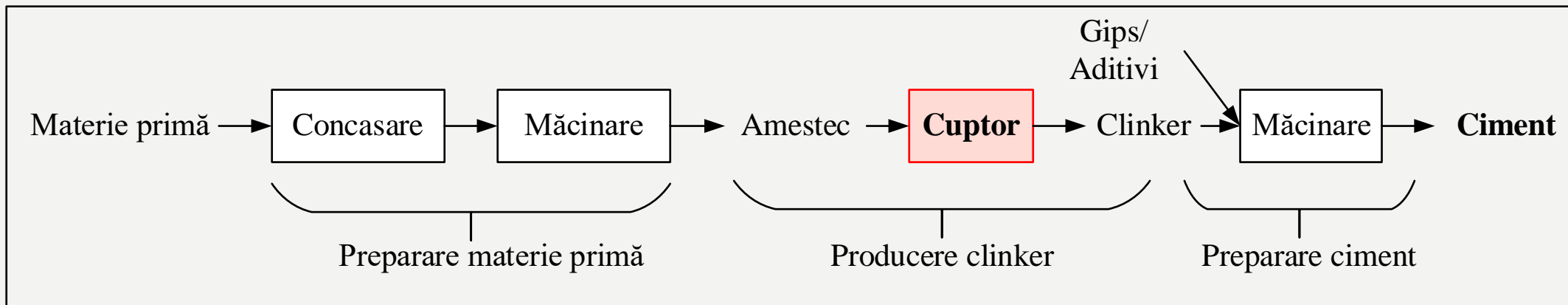


Reduceri cumulate ale emisiilor globale de CO₂ până în 2050

Tehnologii de captare CO₂

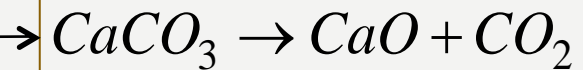


2. DESCRIEREA PROCESULUI DE PRODUCERE A CIMENTULUI



Schema simplificată a procesului de fabricare a cimentului

Procesul de calcinare





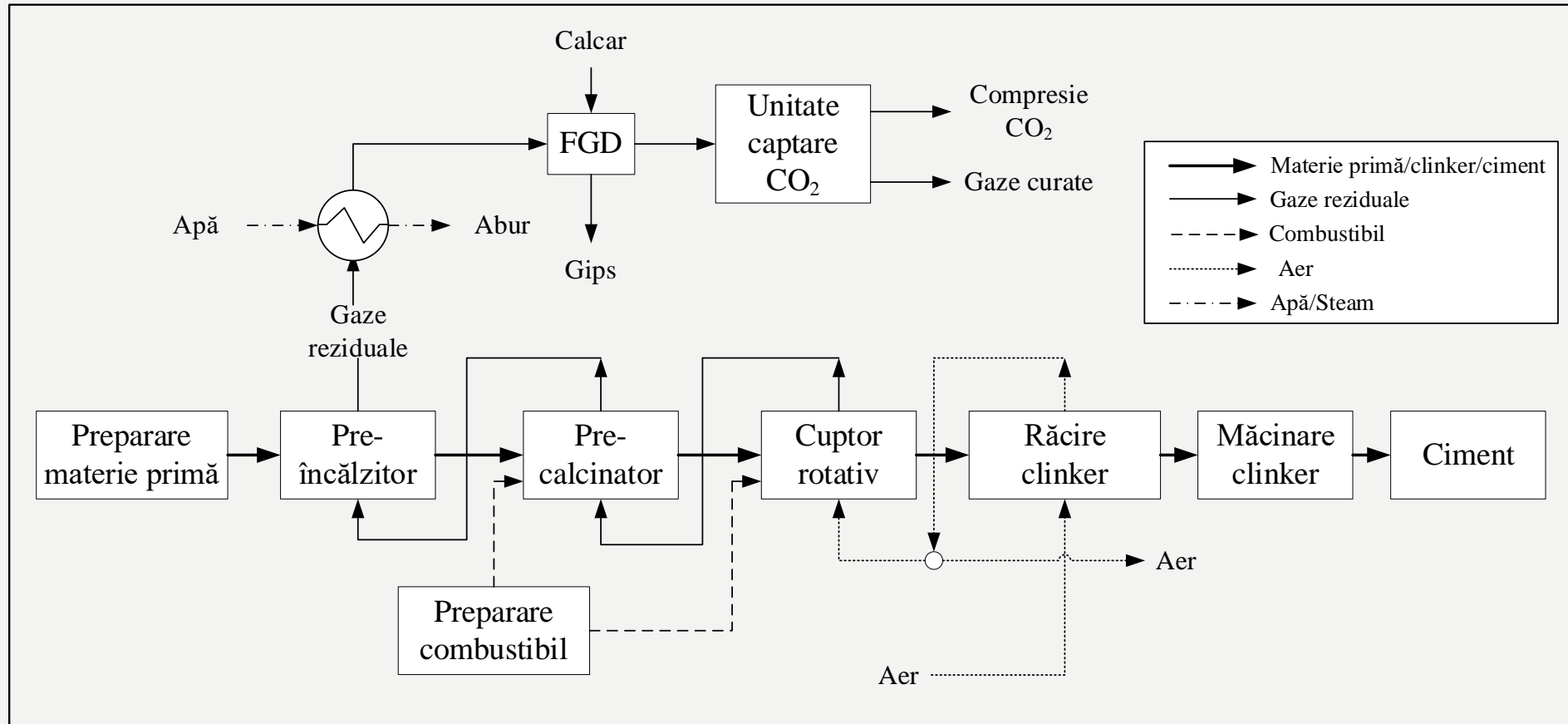
Date principale proces de producere a cimentului

Optimizarea tehnico-economică și de mediu a integrării proceselor pre- și post-combustie de captare CO₂ utilizând membrane polimerice în sisteme energetice și non-energetice

Rezultatele cercetării

Parameteru				
Tipul procesului	Uscat			
Combustibil	Cocs petrolier 100 %			
Putere calorică inferioară combustibil	33.5 MJ/kg			
Factor clinker/ciment	0.75			
Factor materie primă/clinker	1.52 kg/kg _{clinker}			
Umiditate materie primă	5 %			
Umiditate aer	1 %			
Consumul de căldură	3.3 MJ/kg			
Bilanț masic				
Intrări				
Materie primă	1214 g			
Combustibil	79 g			
Aer	2605 g			
H ₂ O	71 g			
Aditivi	200 g			
Ieșiri				
Clinker	800			
Ciment	1000			
Emisii	CO₂	O₂	N₂	H₂O
	672 g	389 g	1975 g	132 g

2. INTEGRAREA PROCESULUI DE CAPTARE CO₂ POST-COMBUSTIE ÎN CADRUL UNEI FABRICI DE CIMENT

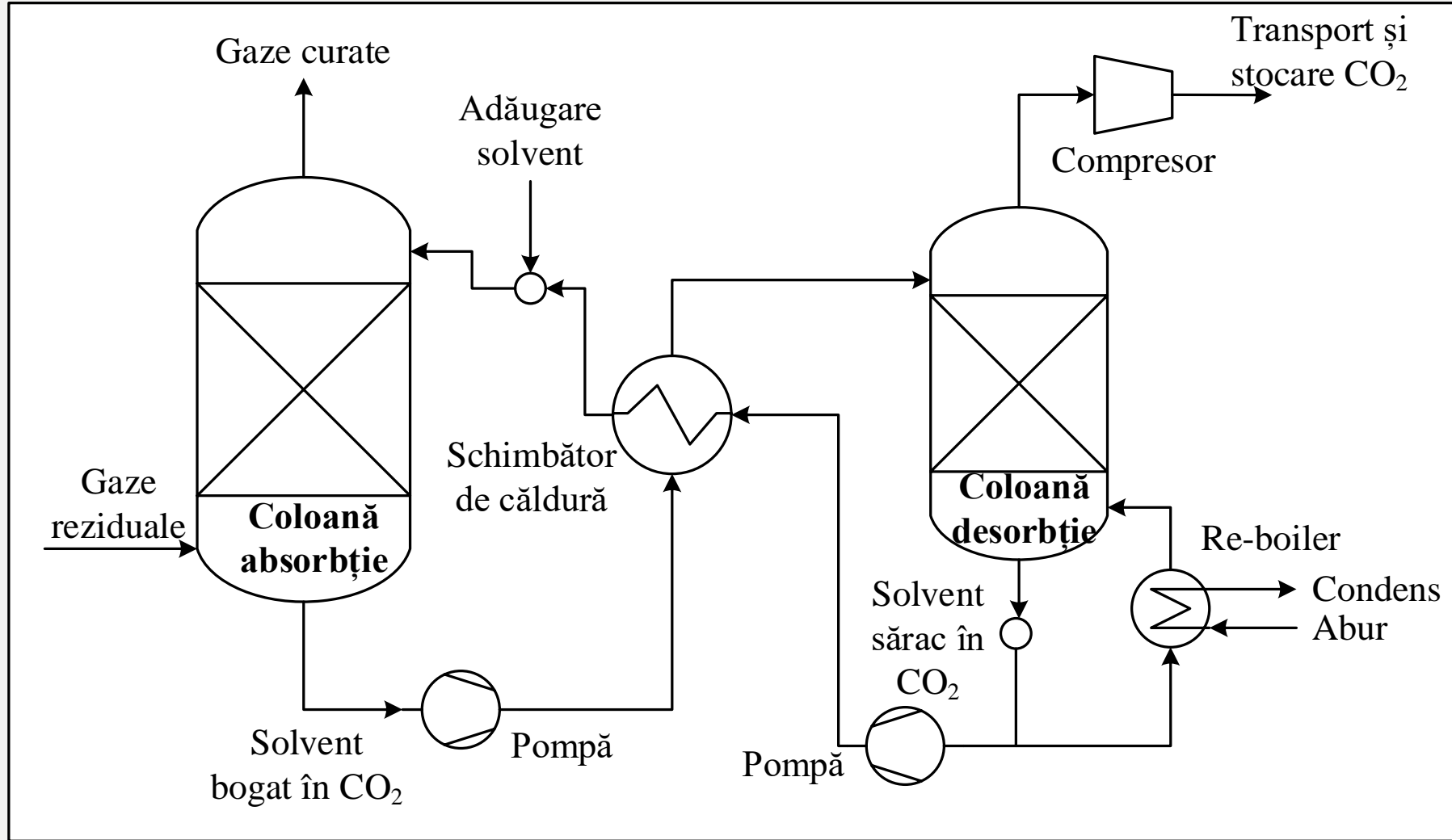


Fabrică de ciment cu captare CO₂ post-combustie

2.1. Simularea procesului de captare CO₂ post-combustie prin absorbție chimică

Optimizarea tehnico-economică și de mediu a integrării proceselor pre- și post-combustie de captare CO₂ utilizând membrane polimerice în sisteme energetice și non-energetice

Rezultatele cercetării



Proces de captare CO₂ post-combustie prin absorbție chimică



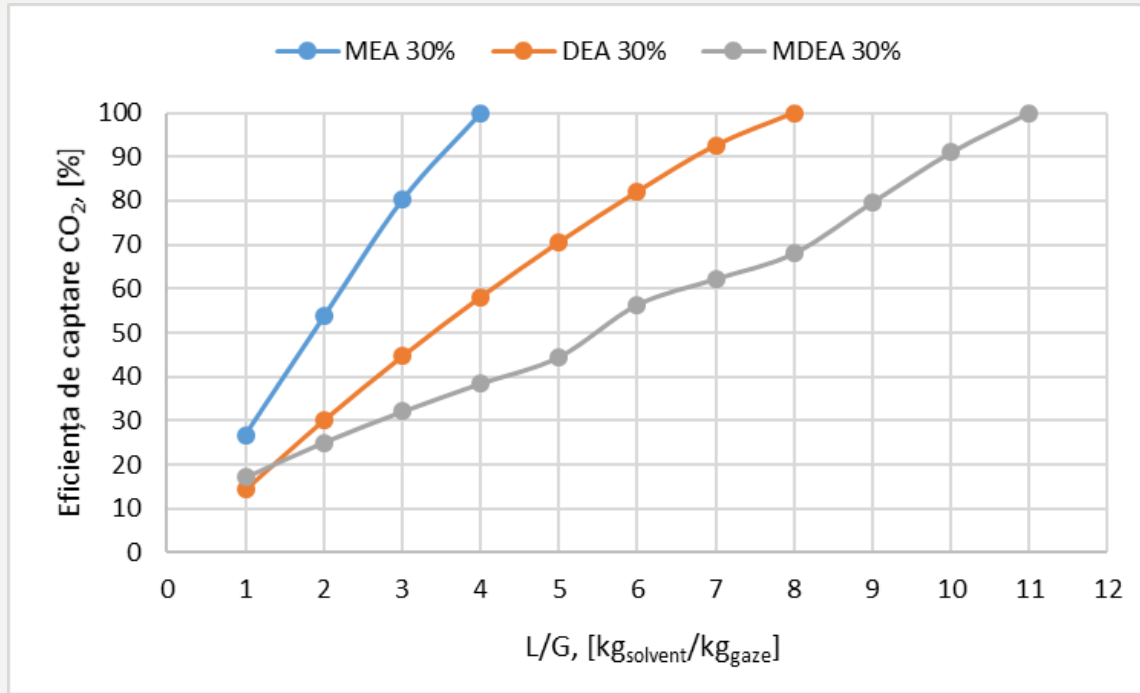
Date principale proces de captare CO₂ post-combustie prin absorbție chimică

Parameteru	Value			
Debit ciment, [kg/h]	100			
Debit gaze reziduale, [kg _{fg} /h]	316.8			
Compoziție gaze reziduale, [wt.%]	CO₂	O₂	N₂	H₂O
	21.21	12.28	62.34	4.17
Temperatură gaze reziduale, [°C]	125			
Temperatură proces absorbție, [°C]	40			
Presiune proces absorbție, [bar]	1.013			
Temperatură proces desorbție, [°C]	120			
Pressure proces desorbție, [bar]	1.103			
Temperatură abur regenerare solvent, [°C]	140			
Presiune abur regenerare solvent, [bar]	3.6			
Număr trepte coloană absorbție	10			
Număr trepte coloană desorbție	10			
Solvent chimic, [wt.%]	MEA 30%, DEA 30%, MDEA 30%			
Grad încărcare solvent sărac în CO ₂ lean loading solvent, [molCO ₂ /mol _{MEA}]	0.15			

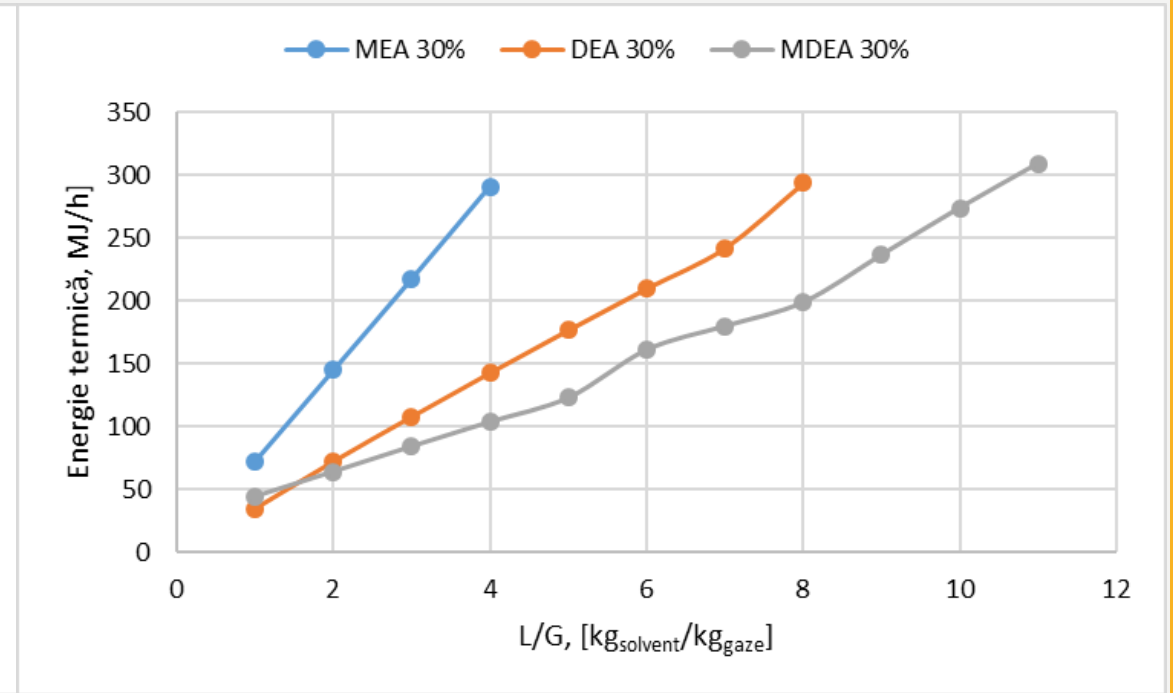
Performanțele procesului de captare CO₂ prin absorbție chimică

Optimizarea tehnico-economică și de mediu a integrării proceselor pre- și post-combustie de captare CO₂ utilizând membrane polimerice în sisteme energetice și non-energetice

Rezultatele cercetării



Eficiența de captare CO₂ în funcție de raportul L/G



Cantitatea de căldură necesară pentru regenerarea solventului chimic în funcție de raportul L/G



Performanțele procesului de captare CO₂ prin absorbție chimică

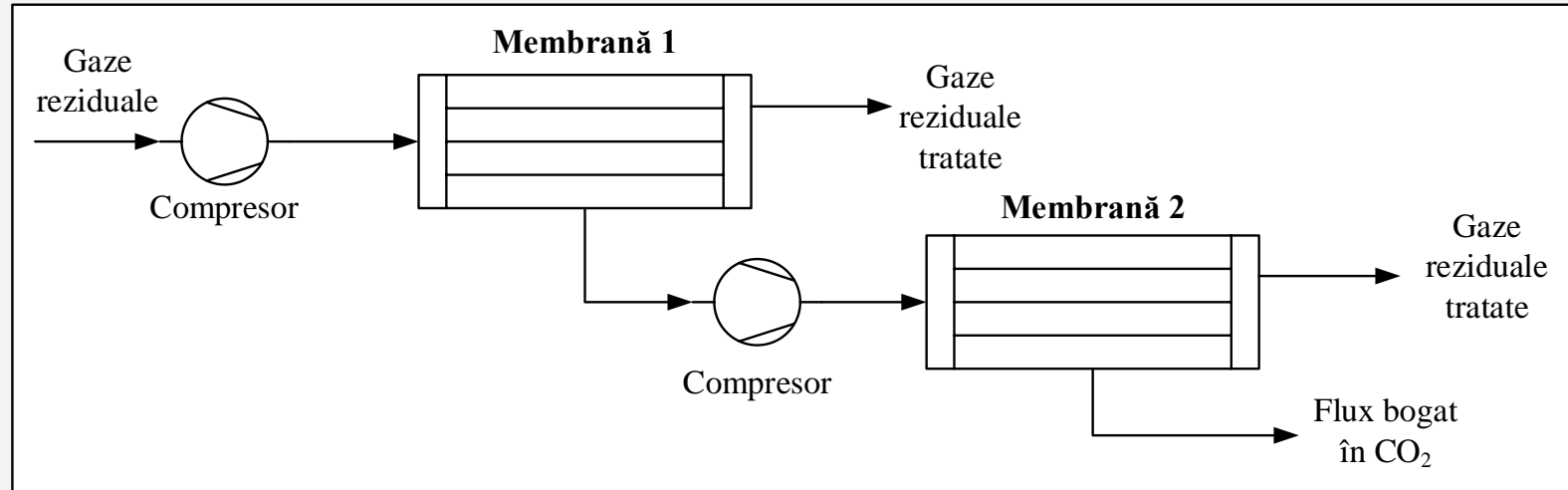
Optimizarea tehnico-economică și de mediu a integrării proceselor pre- și post-combustie de captare CO₂ utilizând membrane polimerice în sisteme energetice și non-energetice

Rezultatele cercetării

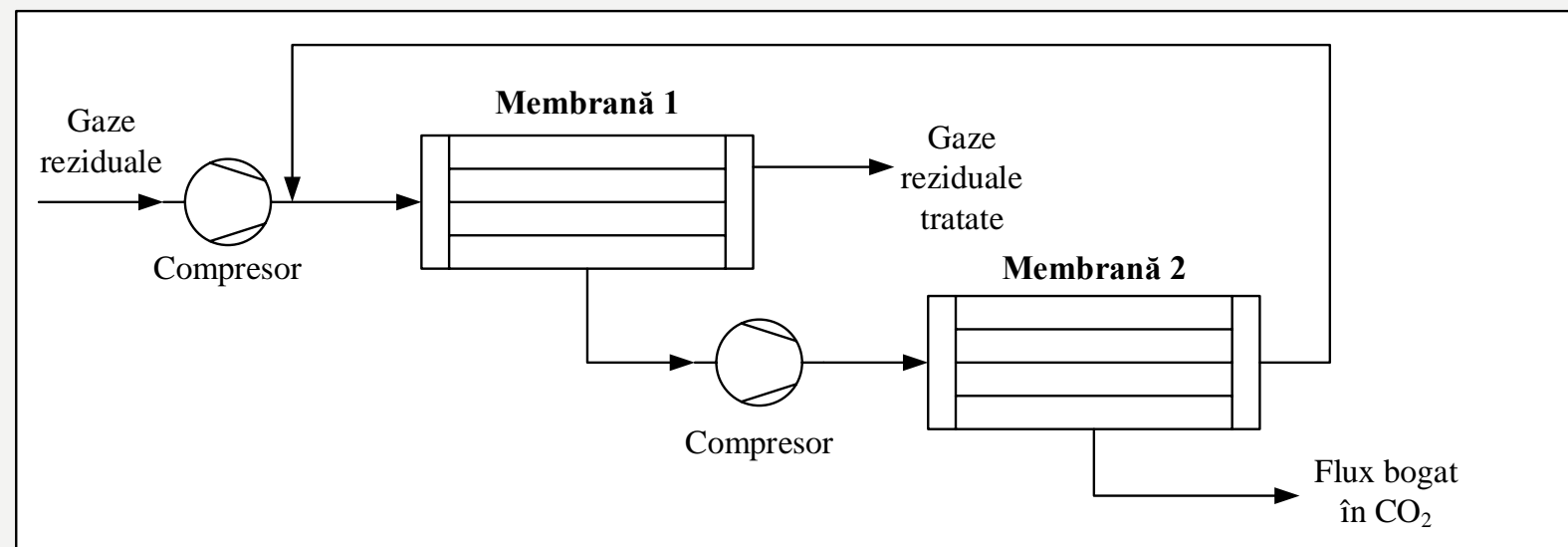
Indicatori tehnici	Unitate de măsură	Fabrică de ciment fără captare CO ₂	Fabrică de ciment cu captare CO ₂ - MEA30 %	Fabrică de ciment cu captare CO ₂ - DEA30 %	Fabrică de ciment cu captare CO ₂ - MDEA30 %
Materie primă	t _{materie} /an	1283429.7			
Producție ciment	t _{ciment} /an	633271.3			
Producție clinker	t _{clinker} /an	844361.7			
Factor de încărcare	%	0.85			
Consum de energie termică	GJ/an	2786393.5			
Consum de combustibil	kg/s	3.1			
Putere electrică consumată	MW _{el}	9.8			
Consum energie electrică	MWh _{el} /an	73008.9			
Indicatori proces de captare CO₂					
Eficiență de captare	%	-	90	90	90
Debit CO ₂ intrare coloană de absorbție	kg/h	67.20	67.20	67.20	67.20
Debit CO ₂ iesire coloană de absorbție	kg/h	67.20	6.67	6.63	6.71
Debit CO ₂ captat	kg/h	0.00	60.53	60.57	60.49
Cantitate anuală de CO ₂	kg/an	500656.8	49715.7	49381.4	50010.5
Consum anual de energie termică pentru regenerarea solventului chimic	GJ/an	-	1823.63	1744.17	2016.08
Debit gaz natural	kg/h	-	4.71	4.51	5.21
Grad de încărcare solvent bogat în CO₂	mol _{CO2} /mol _{amină}	-	0.53	0.45	0.25
Raport L/G	kg _{solvent} /kg _{gaze}	-	1.69	3.50	6.91
Energie termică specifică regenerare solvent chimic	GJ _t /t _{CO2}		4.04	3.86	4.47
Factor de emisie CO₂	kg _{CO2} /t _{ciment}	790.59	78.51	77.98	78.97

2.2. Simularea procesului de captare CO₂ post-combustie prin membrane

Optimizarea tehnico-economică și de mediu a integrării proceselor pre- și post-combustie de captare CO₂ utilizând membrane polimerice în sisteme energetice și non-energetice



Proces de captare CO₂ post-combustie prin membrane – configurație I



Proces de captare CO₂ post-combustie prin membrane – configurație 2

Rezultatele cercetării



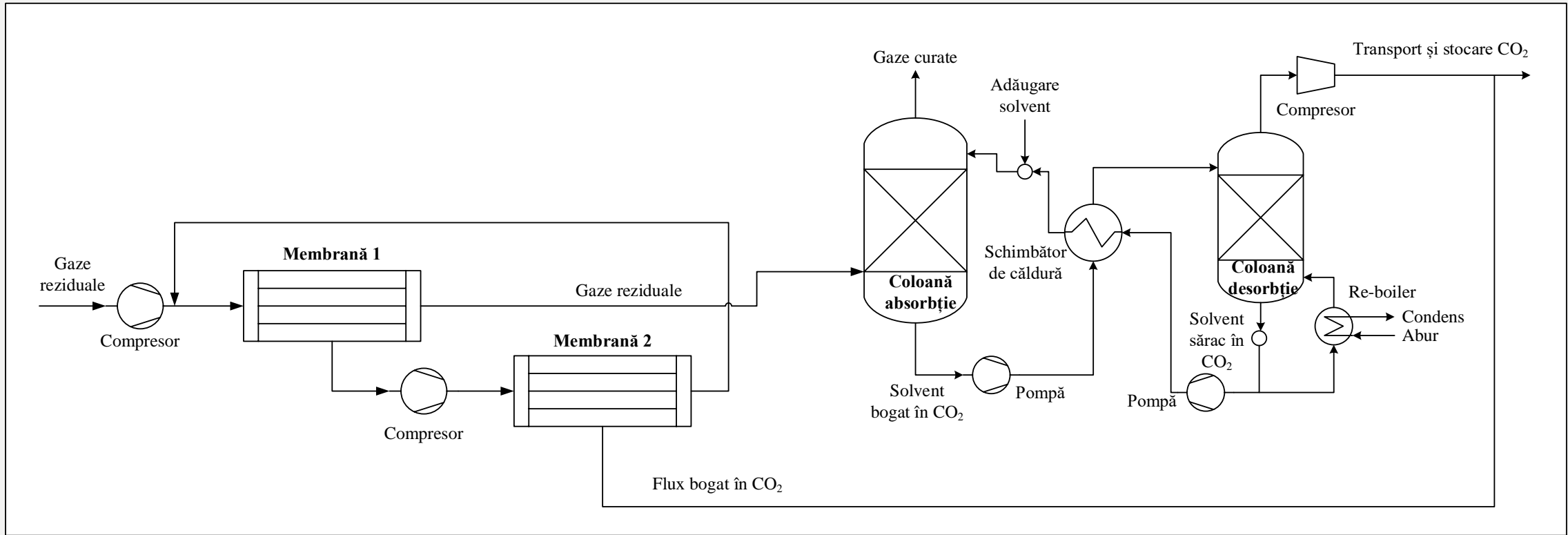
Performanțele procesului de captare CO₂ prin absorbție membrane – configurații 1 și 2

Indicatori proces de captare CO ₂	U.M.	Configurație 1	Configurație 2
Debit gaze reziduale	kmol/h	10.52	10.52
CO ₂ intrare	wt.%	21.21	21.21
Tip membrană	-	Polaris™	Polaris™
Permeabilitate CO ₂	GPU	1000	1000
Selectivitate CO ₂ /N ₂	-	50	50
Eficiența de captare CO ₂	%	90	90
Temperatură	C	40	40
Presiune compresor 1	bar	20	17
Presiune compresor 2	bar	18	17
CO ₂ în fluxul bogat în CO ₂	wt.%	97	97
Suprafață membrană	m ²	20596.4	27291.2
Putere totală consumată	MW	45.0	44.1
Energie electrică specifică	GJ_e/t_{CO2}	2.24	2.19

2.2. Simularea procesului de captare CO₂ post-combustie prin membrane

Optimizarea tehnico-economică și de mediu a integrării proceselor pre- și post-combustie de captare CO₂ utilizând membrane polimerice în sisteme energetice și non-energetice

Rezultatele cercetării

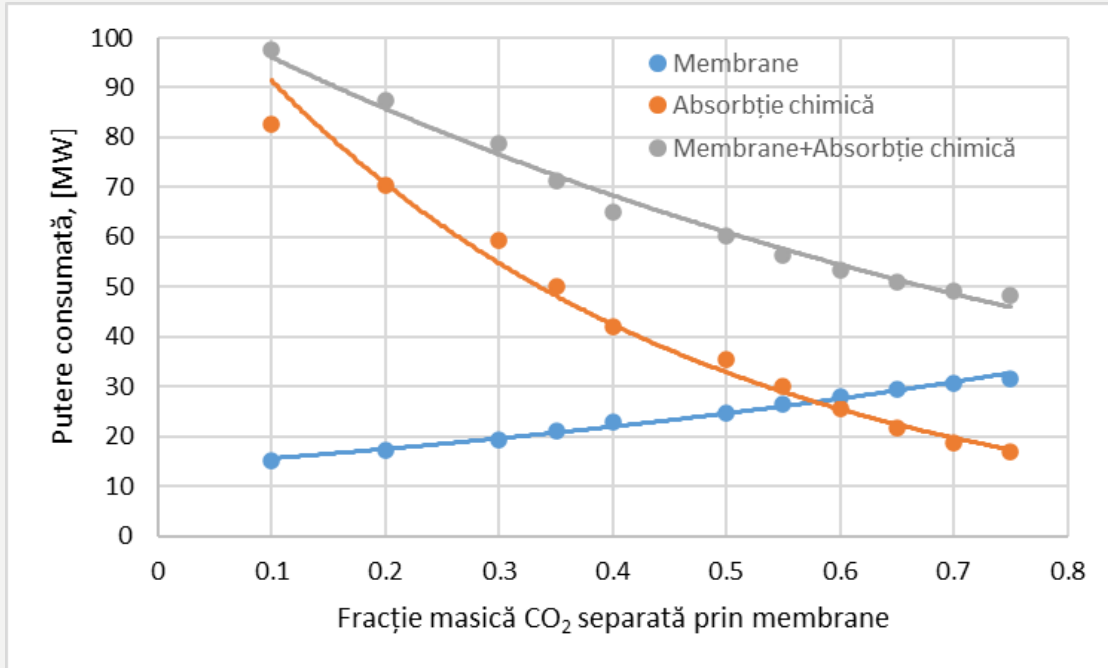


Proces de captare CO₂ post-combustie prin membrane – configurație 3

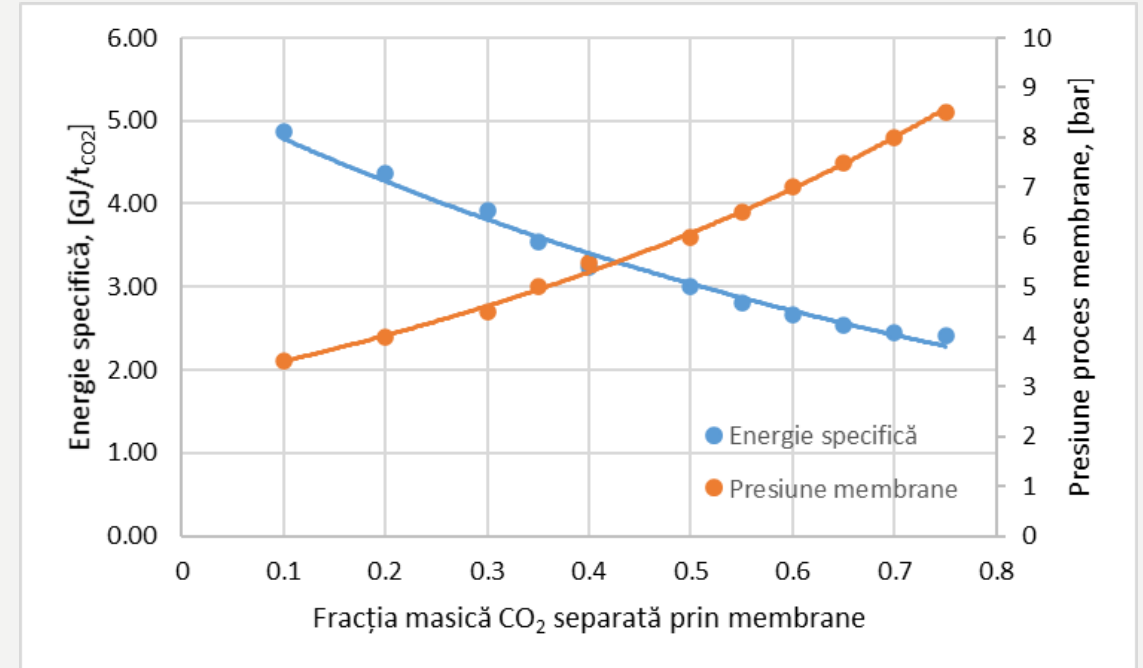
Performanțele procesului de captare CO₂ prin absorbție membrane – configurație 3

Optimizarea tehnico-economică și de mediu a integrării proceselor pre- și post-combustie de captare CO₂ utilizând membrane polimerice în sisteme energetice și non-energetice

Rezultatele cercetării



Puterea netă consumată în procesul de captare în funcție de fracția masică de CO₂ separată prin membrane



Energia specifică în funcție de fracția masică de CO₂ separată prin membrane și de presiunea procesului

3. DISEMINAREA REZULTATELOR



I articol publicat în revistă cotată ISI:

1. **Slavu, N.**, Badea, A., Dinca, C. (2022). Technical and Economical Assessment of CO₂ Capture-Based Ammonia Aqueous. Processes, 10.5, 859. WOS:000815171300001, Q2, **Impact Factor 2021 - 3.352.**

I articol conferință internațională:

2. Dinca, C., **Slavu, N.** (2022). Influence of CO₂ Capture by Chemical Absorption on Biomass Gasification Process. 16th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, GHGT-16, 23rd-27th October 2022, Lyon, France. Available at SSRN 4273007.

I participare conferință națională:

3. **Slavu, N.**, **Tanase, A.I.**, Dinca, C. Integrarea tehnologiilor de captare CO₂ în industria cimentului. CONFERINȚA NAȚIONALĂ ȘTIINȚIFICĂ DE TOAMNĂ a AOSR 2022 Rolul științei în soluționarea crizelor contemporane, joi 03 noiembrie 2022 - sâmbătă 05 noiembrie 2022, UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE "IULIU HAȚIEGANU" CLUJ-NAPOCA.



**VĂ MULTUMESC PENTRU ATENȚIA
ACORDATĂ!**

