Cod Proiect: **COFUND – ACT ERANET – ALIGN**

Denumirea Programului din PN III:

Cooperarea Europeană și Internațională – Subprogram 3.2 – Orizont 2020

Acronimul Proiectului:

ALIGN CCUS

Titlul Proiectului:

ACCELERAREA CREȘTERII INDUSTRIALE CU EMISII REDUSE DE CARBON PRIN CAPTAREA, UTILIZAREA ȘI STOCAREA DIOXIDULUI DE CARBON

Data începerii proiectului: 15.07.2017
Durata: 36 luni (prelungit cu 5 luni din cauza pandemiei)

RAPORT FINAL DE ACTIVITATE

Perioada de implementare: 15.07.2017 – 30.11.2020

Contractant:

PICOIL INFO CONSULT

Cuprins

1. Obiective 3

2. Gradul de atingere a rezultatelor estimate 3

2.1. Identificarea și descrierea posibilelor căi de captare, transport, stocare și utilizare a carbonului în regiunea Oltenia 3

2.2. Evaluarea posibilităților de utilizare a CO2 în Marea Neagră..... 7

3. Modul de atribuire și exploatare de către coordonator/parteneri a drepturilor de proprietate (intelectuală, de producție, difuzare etc.) asupra rezultatelor proiectului ... 9

4. Impactul rezultatelor obținute, cu sublinierea celor mai semnificative rezultate obținute..... 10

5. Bibliografie 12

6. Prezentare succintă a rezultatelor obținute în cadrul proiectului, rezultate ce urmează a fi diseminate de Autoritatea Contractantă în materiale de promovare a rezultatelor obținute în cadrul programelor de finantare 13

1. Obiective

Pentru echipa de lucru ce aparține Picoil Info Consult, proiectul ALIGN-CCUS (ALIGN) a avut ca și obiective principale în cei 4 ani de cercetare următoarele:

- Identificarea și caracterizarea soluțiilor de stocare din regiunea Oltenia;
- Identificarea altor soluții de utilizare a CO2- ului captat;
- Împerecherea zăcămintelor identificate pentru stocare/utilizare a CO2-ului captat cu sursele aferente, după niște criterii bine stabilite;
- Realizarea unei simulări a proiectării unui zăcământ încazul injecției de CO2 în vederea creșterii recuperării de țiței.

2. Gradul de atingere a rezultatelor estimate

În cadrul proiectului au fost programate două importante activități de cercetare, derulate pe întreaga sa perioadă de desfășurare, și anume:

- Identificarea și descrierea posibilelor căi de captare, transport, stocare și utilizare a CO_2 în regiunea Oltenia;
- Evaluarea posibilităților de a utiliza CO_2 captat în regiunea de vest a Mării Negre.

2.1. Identificarea și descrierea posibilelor căi de captare, transport, stocare și utilizare a carbonului în regiunea Oltenia

Această activitate de cercetare este activitatea principală a proiectului.

În prima etapă a proiectului (anul 2017) pentru această activitate, echipa Picoil a realizat un inventar al zăcămintelor disponibile care pot fi utilizate în scopul stocării sau utilizării de CO_2. Pentru realizarea inventarului zăcămintelor disponibile care pot fi utilizate în scopurile dorite a fost necesar să stabilim parametrii pe care aceste zăcăminte trebuie să le îndeplinească.

Astfel, pentru ca într-un zăcământ activ de hidrocarburi să se poată injecta CO_2 ca metoda EOR, în scopul creșterii recuperării, este necesar în primul rând ca zăcământul să fie

în fază finală de exploatare, să fie etanș din punct de vedere hidrodinamic (să nu comunice cu alte strate din jurul său), să existe cel puțin o sondă conformă în care se poate face injecția și cel puțin 3-4 sonde de reacție, să se afle la o adâncime mai mare de 800 m, roca rezervor să fie cât mai omogenă și fără fisuri, iar zăcământul să nu prezinte cap de gaze. România dispune de o plajă largă de zăcăminte care îndeplinesc condițiile necesare pentru aplicarea metodei CO2-EOR, iar în Regiunea de Sud-Vest (Oltenia) am propus în primă fază spre analiză un număr de 32 zăcăminte menționate în raportul fazei 1.

Printre condițiile generale care trebuie îndeplinite pentru a putea stoca CO_2-ul captat în zăcăminte de hidrocarburi menționăm că zăcământul trebuie să fie depletat, să aibă sonde în condiții tehnice bune pentru a putea realiza acțiunea de injecție și monitorizare, să fie izolat hidrodinamic de celelalte strate din jur și să aibă proprietăți de înmagazinare potrivite. Pentru această activitate de stocare au mai fost identificate un număr de 4 zăcăminte pe lângă cele 32 menționate anterior, în scopul injecției de CO2 pentru creșterea recuperării. Un alt potențial de stocare îl reprezintă și acviferele saline de mare adâncime, iar pentru regiunea Oltenia acestea au fost identificate într-un proiect realizat anii anteriori, Getica CCS.

Principalele surse de CO2, cu emisiile actualizate la anul 2017 au fost furnizate de partenerii de la Geoecomar și acestea sunt: SE Rovinari (5782942 t CO2), SE Turceni (4429457 t CO2), SE Isalnita (2357658 t CO2), CET Govora (1513139 t CO2), SE Craiova II (1290216 t CO2), Alro (395216 t CO2), Ciech Soda Romania (213247 t CO2) și S.C. Oltchim S.A. (96719 t CO2).

În etapele următoare (2018-2019) o parte din zăcămintele identificate până atunci au fost detaliate și împerecheate cu sursele principale de CO2 pentru a identifica lanțuri complete de CCUS. În figura următoare pot fi observate rezultatele cercetării constând în sursele și zăcămintele propuse pentru utilizare din regiunea Oltenia.

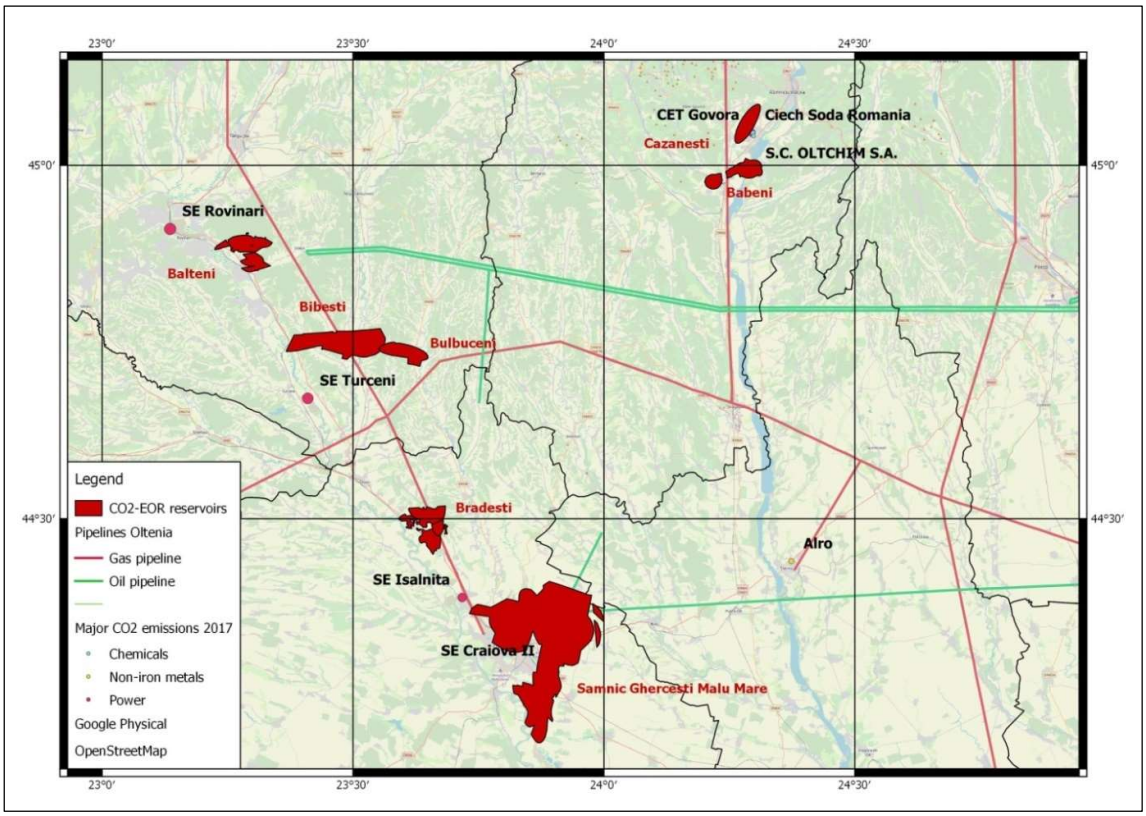

Fig. 1 - Schiță cu localizarea surselor emitente de CO2 și a potențialelor zăcăminte pentru utilizarea CO2-ului captat din regiunea Oltenia

În continuare, pentru a ajunge la îndeplinirea activității, echipa Picoil a realizat o împerechere a surselor cu cele mai apropiate zăcăminte disponibile în scopul creșterii recuperării țițeiului și ulterior a stocării de CO2.

Pentru a realiza această activitate de cercetare s-au avut în vedere câțiva parametrii importanți cum ar fi: tipul surselor poluante, cantitatea emisiilor, distanța dintre siturile de stocare și surse, rutele de transport posibile. Pentru o analiză detaliată ar fi trebuit luate în considerare și componența gazelor poluante, compoziția rocilor din siturile de stocare, capacitatea acestora, modalitatea de captare, modalitatea de injecție în vederea creșterii recuperării țițeiului sau stocării și eventualele probleme întâlnite, însă toate aceste detalii, precum și multe altele nu pot fi analizate deoarece nu sunt suficiente date publice disponibile sau timpul alocat căutarii acestor date publice ar trebui să fie considerabil mai mare.

Rezultatele activității de împerechere a surselor cu siturile de stocare sunt următoarele:

- pentru SE Isalnița, soluția CO2-EOR este zăcământul Brădești.

- pentru CET Govora, Oltchim și Ciech Soda România, cele mai potrivite zăcăminte de petrol sunt reprezentate de structurile Cazănești și Babeni.
- CO_2-ul captat din SE Rovinari poate fi utilizat în cadrul operațiunilor de stocare sau utilizare EOR din zăcămintele structurii Bâlteni.
- pentru SE Turceni, cel mai potrivit rezervor de CO2-EOR ar putea fi structura petrolieră Bibesti-Bulbuceni.
- CO2-ul captat din SE Craiova II și din Alro poate fi utilizat pentru operațiuni de stocare sau utilizare EOR în cadrul structurii Sâmnic-Ghercești-Malu Mare.

În ultima etapă a proiectului (anul 2020), echipa Picoil a realizat o simulare a proiectării injecției de CO_2 în scopul creșterii recuperării de țiței la unul din zăcămintele care dispune de suficiente date pentru realizarea calculelor.

Astfel, dintre zăcămintele împerecheate cu sursele principale și descrise în etapele anterioare, s-a ales pentru realizarea simulării zăcământul Brădești, fiind cel mai complex din punct de vedere al datelor publice disponibile și unul dintre cele mai importante din zona Olteniei. De asemenea, în cadrul acestui zăcământ s-a mai experimentat un proces de injecție de CO_2 în vederea creșterii recuperării țițeiului în anii precedenți.

Menționăm că acolo unde datele nu au fost suficiente sau nu se corelau unele cu altele din punct de vedere tehnic, acestea au fost ajustate prin corelare cu alte zăcăminte asemănătoare din alte țări în care s-au efectuat astfel de procese de injecție a carbonului pentru creșterea coeficientul de recuperare.

Plecând de la datele disponibile prezentate anterior și luând în calcul și alte date necesare, s-a estimat o resursă de țiței aferentă obiectivului Triasic, dar care nu poate fi publicată din motiv de confidențialitate, ca de altfel și alți parametrii care ar putea duce ușor la calculul acesteia. Luând în considerare gabaritul de sonde aflate în producție pe acest zăcământ, de 30 sonde, și resursa estimată, s-a considerat că injecția de CO_2 este necesară a se realiza printr-un număr 10 sonde.

În urma calculelor realizate s-a constatat că, la o curbă medie de comportare în exploatare, recuperarea țițeiului din zăcământ ar ajunge până la 43%, față de 30% cât este estimat că ar putea atinge fără procesul de injecție a CO_2. Și perioada de exploatare a zăcământului s-ar prelungi cu până la 17 ani aceasta tetminându-se în anul 2041.

Este de menționat faptul că, din punct de vedere teoretic, nu tot CO_2-ul introdus este utilizat în procesul de creștere a recuperării țițeiului și este adus la suprafață în timpul

procesului, o parte din acesta rămânând stocat în rezervor. Rezultatele simulării procesului de injecției de CO_2 constau în graficele prezentate în figura 2, unde se pot observa cantitățile de CO_2 injectat și produs, precum și cumulativele de apă și țiței produse în timp. În cel de-al doilea grafic este prezentată curba de CO_2 care rămâne stocat în zăcământ în timpul procesului de injecție.

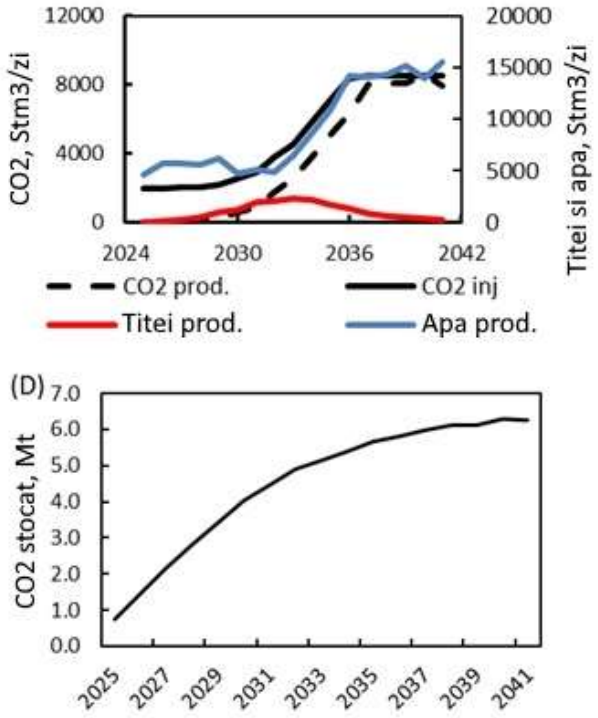

Fig. 2. Rezultatele grafice ale procesului de injecție de CO_2

2.2. Evaluarea posibilităților de utilizare a CO2 în Marea Neagră

În perioada 2017-2020 de desfășurare a proiectului curent, echipa Picoil a realizat o documentare din datele publice găsite asupra zăcămintelor situate în bazinul Marii Negre. Cercetarea platoului continental românesc a început prin înregistrarea a 607 km de profile seismice (1969) și prin săparea primei sonde (sonda 1 Ovidiu, 1976). Lucrările de cercetare s-au executat cu precădere în sectorul central al platoului continental românesc al Mării Negre, în Depresiunea Istria, unde, de altfel, au fost descoperite o serie de zăcămintele de hidrocarburi. Depresiunea Istria reprezintă o arie depresionară cu caracter post-tectonic, suprapusă orogenului Nord-dobrogean, afectată de o subsidență rapidă între faliile tectonice majore Sfântu Gheorghe, la nord și Peceneaga-Camena, la sud.

În acest moment, singurele structuri care mai au sonde active sunt Lebăda Est și Lebăda Vest, astfel sunt singurele care pot fi luate în calcul în vederea analizei pentru o posibilă utilizare a CO_2-ului captat din zona Olteniei. Despre restul structurilor nu am găsit date publice disponibile, însă acestea ar putea fi analizate în vederea stocării de CO_2.

Din punct de vedere geologic, structura Lebăda Est este situată pe flancul nord-estic al Depresiunii Istria, pe aliniamentul structural Pescăruș - Lebăda Est - Lebăda Vest - Delta – Sinoe. În cadrul structurii Lebăda Est au fost puse în evidență acumulări de hidrocarburi în formațiuni aparținând Albianului, Cretacicului superior și Eocenului.

Structura Lebăda Vest este amplasată tot pe flancul nord-estic al Depresiunii Istria, pe același aliniament structural Pescăruș - Lebăda Est - Lebăda Vest - Delta - Sinoe, iar zăcămintele s-au evidențiat la nivelul depozitelor sedimentare de vârstă Jurasic mediu - Neocomian, Cretacic și Eocen.

Pentru această activitate din cadrul proiectului s-a realizat și o cercetare asupra tuturor posibilităților de utilizare a CO_2-ului captat. Dioxidul de carbon (CO_2) este o moleculă nepolară, nereactivă chimic în condiții standard care, prin urmare, persistă în atmosferă. Prin utilizarea de CO_2 este posibilă reținerea carbonului într-un ciclu, este posibil ca acesta să fie prins într-o formă permanentă, cum ar fi prin mineralizare accelerată, pentru a produce materiale de construcție și formare de polimeri sau a fi stocat într-un vector de energie, cum ar fi combustibil lichid sintetic. Aplicațiile CCU sunt uriașe în ceea ce privește procesele și utilizările. Figura 3 prezintă o schiță a diferitelor produse care ar putea fi obținute din CO_2-ul capturat, asociat industriilor lor corespunzătoare.

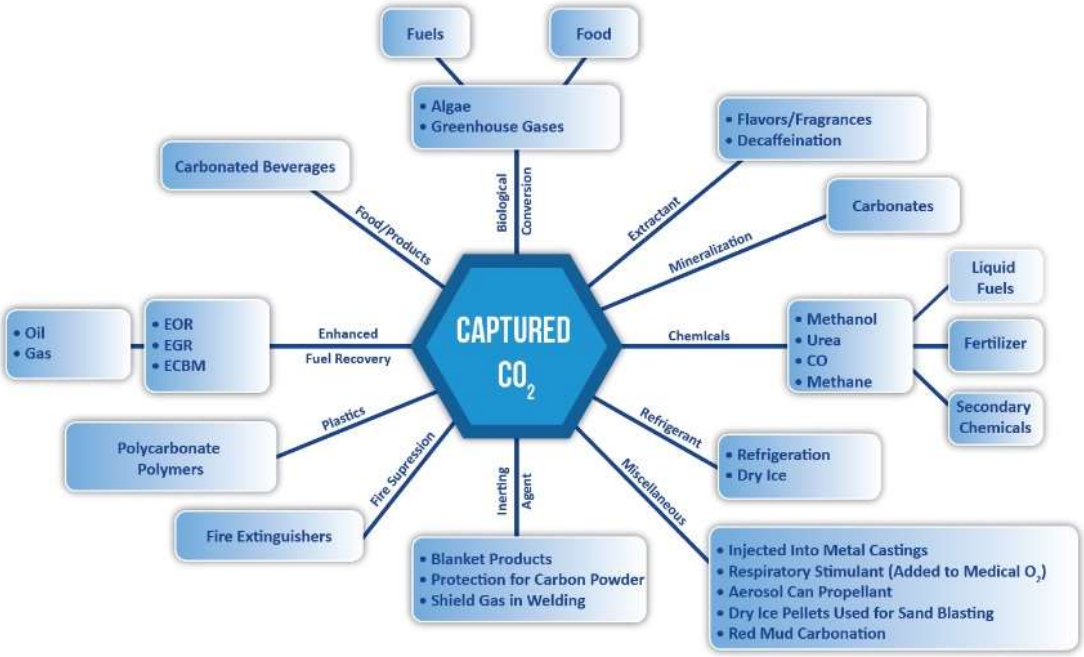

Fig. 3 Clasificarea opțiunilor de utilizare a CO_2 (furnizată de laboratorul național de tehnologie energetică al Departamentului de Energie al SUA)

Ca o alternativă la stocare, CO2-ul capturat poate fi utilizat ca produs comercial, fie direct, fie după conversie.

Exemplele de utilizare directă includ folosirea sa în industria alimentară și a băuturilor, în industria farmaceutică, în horticultură și în EOR.

De asemenea, CO2-ul poate fi utilizat prin prelucrarea și transformarea acestuia în substanțe chimice și combustibili.

3. Modul de atribuire și exploatare de către coordonator/parteneri a drepturilor de proprietate (intelectuală, de producție, difuzare etc.) asupra rezultatelor proiectului

Drepturi de acces la rezultate și medii necesare pentru îndeplinirea propriei activități de cercetare în cadrul proiectului va fi acordată gratuit, limitată la durata proiectului, cu excepția cazului în care se convine altfel pentru situația prevăzută în art. 2 din „Consortium agreement” al proiectului ERA–ACT ALIGN CCUS, când trebuie solicitat acordul consortiului. Drepturile de acces la rezultate, dacă sunt necesare pentru exploatarea rezultatelor proprii

ale unei părți, vor fi acordat în condiții corecte și rezonabile. Drepturile de acces la rezultate pentru activități de cercetare necomerciale interne se acordă fără redevențe.

Pentru a evita orice îndoială, orice acordare a drepturilor de acces care nu sunt acoperite de acordul de consorțiu va fi la discreția absolută a părții deținătoare și sub rezerva termenilor și condițiilor convenite între proprietar și primitor. Părțile noi care intră în consorțiu vor avea acces doar la informațiile de bază în condițiile aplicabile drepturilor de acces.

Toate informațiile sub orice formă sau mod de comunicare, care sunt dezvăluite de un partener către orice altă parte („Destinatarul") în legătură cu datele proiectului în timpul implementării sale și care a fost marcat explicit ca „confidențial" la momentul divulgării sau când a fost divulgat oral, reprezintă informații confidențiale la momentul divulgării.

4. Impactul rezultatelor obținute, cu sublinierea celor mai semnificative rezultate obținute

ALIGN permite punerea în aplicare la scară largă a implementării eficiente a CCUS până în 2025, iar pentru România regiunea industrială este reprezentată de Oltenia.

Toate activitățile stabilite în cadrul proiectului au fost realizate.

Principalele surse de CO2 din regiunea Oltenia sunt cele trei mari centrale electrice Turceni, Rovinari șiIșalnița și aparțin industriei energetică.

Carbonul captat de la acești mari emițători poate fi utilizat pentru injecția în zăcămintele de țiței din regiunea Oltenia ca și metodă EOR.

Inițial, au fost identificate peste 30 zăcăminte care îndeplinesc condițiile pentru realizarea acestui proces, în timp ce stocarea poate fi realizată prin alte 4 zăcăminte epuizate identificate și acvifere saline adânci, la care proiectul european GeoCapacity evaluează capacitatea de stocare la 18,6 miliarde tone în zona Olteniei.

Din cele peste 30 de zăcăminte identificate inițial că îndeplinesc condițiile pentru injecția de CO_2 în scopul creșterii recuperării țițeiului și/sau stocării au fost caracterizate 10 dintre ele (Corbii Mari, Ciolănești, Brâncoveanu, Brădești, Călinești-Oarja-Bradu-Albota, Sâmnic-Ghercești, Căzănești, Băbeni, Bâlteni și Bibești-Bulbuceni), iar 6 dintre ele au fost și

împerecheate cu sursele importante de CO_2 din regiunea Oltenia după niște criterii bine stabilite.

Cea mai importantă pereche sursă-zăcământ identificată se consideră a fi cea formată de SE Ișalnița și situl de stocare aferent – Brădești. Din acest motiv, și din faptul că dispunem de mai multe date, acest zăcământ a fost ales să i se realizeze o simulare a procesului de injecție de CO_2 în vederea creșterii recuperarii țițeiului.

În urma simulării au rezultat grafice de evoluție a cantităților de fluide injectate și produse, respectiv, CO_2, țiței și apă. Deoarece în procesul de injecție CO_2-ul injectat nu se recuperează în totalitate, o parte din el rămânând stocat în zăcământ, s-a realizat și un grafic al acestuia. Astfel, se observă că procesul de injecție are un efect pozitiv asupra recuperării țițeiului, acest parametru având o creștere cu 11%, iar exploatarea zăcământului s-ar prelungi în timp cu încă 17 ani.

Pentru a utiliza carbonul captat din zona Olteniei în vestul Mării Negre am realizat o descriere a singurelor două zăcăminte pretabile la injecția de CO_2 ca și metodă EOR, și anume Lebăda Est și Lebăda Vest.

Carbonul captat poate fi utilizat (în afară de injecția în zăcămintele de țiței) și în alte industrii, fie direct (în industria alimentară și a băuturilor, în industria farmaceutică, în horticultură), fie după procese de conversie a acestuia (biologice, chimice) pentru obținerea de substanțe chimice și combustibili.

Cea mai utilă utilizare a CO_2-ului captat poate fi considerată carbonarea minerală, unde CO_2-ul (capturat) reacționează cu minerale (în cea mai mare parte silicați de calciu sau magneziu) pentru a forma carbonați (Ca sau Mg), slab solubili în apă, inofensivi pentru mediul înconjurător, care ar putea oferi o soluție de stocare pe termen lung sau chiar permanentă pentru CO_2 (decenii până la secole), fără riscul de scurgeri de CO_2.

Considerăm că toate obiectivele proiectului au fost îndeplinite, iar rezultatele au fost prezentate în acest raport, precum și în cele anterioare aferente fiecărei etape.

5. Bibliografie

[1] Dumitru Paraschiv – Geologia zăcămintelor de hidrocarburi din România

[2] A. Cârcoană, G. Aldea – Mărirea factorului final de recuperare la zăcămintele de hidrocarburi

[3] Bellona - Our future is Carbon Negative – A CCS Roadmap for Romania, 2012

[4] GETICA CCS Demo Project Romania: feasibility study overview report to the Global CCS Institute. Public report, published on 24 Jan 2013 by the Global CCS Institute, Institute for Studies and Power Engineering (ISPE)

[5] Public project report of EU GeoCapacity – Assesing European capacity for geological storage of carbone dioxide, 2009

[6] Traşcă-Chiriţă N.: Stocarea bioxidului de carbon în zăcămintele de petrol. Revista Monitorul de Petrol si Gaze, iunie 2017

[7] Traşcă-Chiriţă N., Baciu C.M.: Creșterea rezervelor de petrol și reducerea poluării prin injecție tehnologica de CO2, Forumul Energiei pentru Europa Centrala si de Est (FOREN), Neptun, iunie 2010

[8] Sava C. S. : CO2 geological storage and possibilities of its application in Romania. FOREN 2012

[9] IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2013). Special report on Carbon Dioxide Capture and Storage (SRCCS)

6. Prezentare succintă a rezultatelor obținute în cadrul proiectului, rezultate ce urmează a fi diseminate de Autoritatea Contractantă în materiale de promovare a rezultatelor obținute în cadrul programelor de finantare

Proiectul ALIGN-CCUS (ALIGN) își propune să accelereze tranziția sectoarelor industriale și energetice actuale într-un viitor al activității economice continue și a emisiilor reduse de carbon, în care captarea, utilizarea și stocarea CO_2 (CCUS) joacă un rol esențial. ALIGN abordează aspecte specifice din cadrul lanțului CCUS pentru regiuni industriale din țările ERA-NET ACT, permițând punerea în aplicare la scară largă a implementării eficiente a CCUS până în 2025. Pentru a atinge obiectivul general ALIGN, proiectul cuprinde o serie de obiective concentrate, dar interconectate:

1. **Captare**: permite implementarea pe termen scurt (până în 2025) a captării de CO_2 prin îmbunătățirea performanțelor și reducerea costurilor
2. **Transport:** optimizarea transportului de CO_2 pe scară largă
3. **Depozitare:** reducerea incertitudinii în furnizarea de rețele de stocare pe scară largă
4. **Utilizare:** stabilirea contribuției CCUS ca element pentru stocarea și conversia pe scară largă a energiei
5. **Acceptarea socială:** implementarea CCUS în societate.

Obiectivele ALIGN sunt destinate să permită accelerarea CCUS în regiuni industriale din 5 țări ERA-NET ACT: Teesside și Grangemouth (UK), Rotterdam (NL), Renania de Nord-Westfalia (DE), Grenland (NO) și Oltenia (RO) .

ALIGN va combina rezultatele din fiecare dintre aceste obiective pentru a furniza planuri de acțiune în fiecare regiune, în care CCUS oferă posibilitatea de industrii cu emisii scăzute, prin stocare geologică sau prin utilizarea de CO2. Proiectul contribuie la avansarea nivelurilor TRL (Nivel de Maturitate al Tehnologiei) ale tehnologiilor CCUS prin campanii de testare pe termen lung a captării de dioxid de carbon la principalele centre de cercetare ale UE și proiectarea, construirea, operarea și testarea unui prim proiect complet de captură și conversie de CO2 într-un mediu industrial. Trebuie stabilit un protocol unic de evaluare a disponibilității stocării CO2 pentru a accelera definirea capacității de stocare a CO2, iar locațiile potențiale de stocare în Marea Nordului vor fi mai bine caracterizate. ALIGN contribuie, de asemenea, la problemele de acceptare socială ale CCUS. Pentru prima dată,

cercetătorii lideri în științe sociale vor efectua cercetări cantitative pentru a înțelege modul în care percepția publică asupra CCUS variază în funcție de sursa de CO2. Rezultatele științifice ale ALIGN vor contribui direct la accelerarea implementării CCUS în regiunile industriale ale UE, depășind provocările tehnice specifice grupului. Participanții la ALIGN reprezintă țările ERA-NET ACT precum Olanda, Germania, Norvegia, România și Regatul Unit. Consorțiul ALIGN se caracterizează printr-o implicare considerabilă a companiilor industriale, care nu numai conduc cercetarea, dar și-au luat și angajamentul de a investi în mod direct în activitățile de cercetare, dezvoltare și de demonstrație ale proiectului, crescând astfel credibilitatea potențialului proiectului de accelerare și maturare a tehnologiilor CCUS, deoarece utilizatorii finali înșiși conduc proiectul mai departe.

În cadrul consorțiului ALIGN, din România sunt 4 parteneri: pe de o parte SNSPA, care este implicat în atingerea obiectivului 5, Acceptarea socială, iar pe de altă parte GeoEcoMar, CO2 Club România și Picoil Info Consult, implicați în WP5 din proiect, Clustere industriale.

În figura următoare se schițează un proces complet de captare, lichefiere și transport până la structurile petroliere situate pe șelful continental unde este utilizat sau stocat.

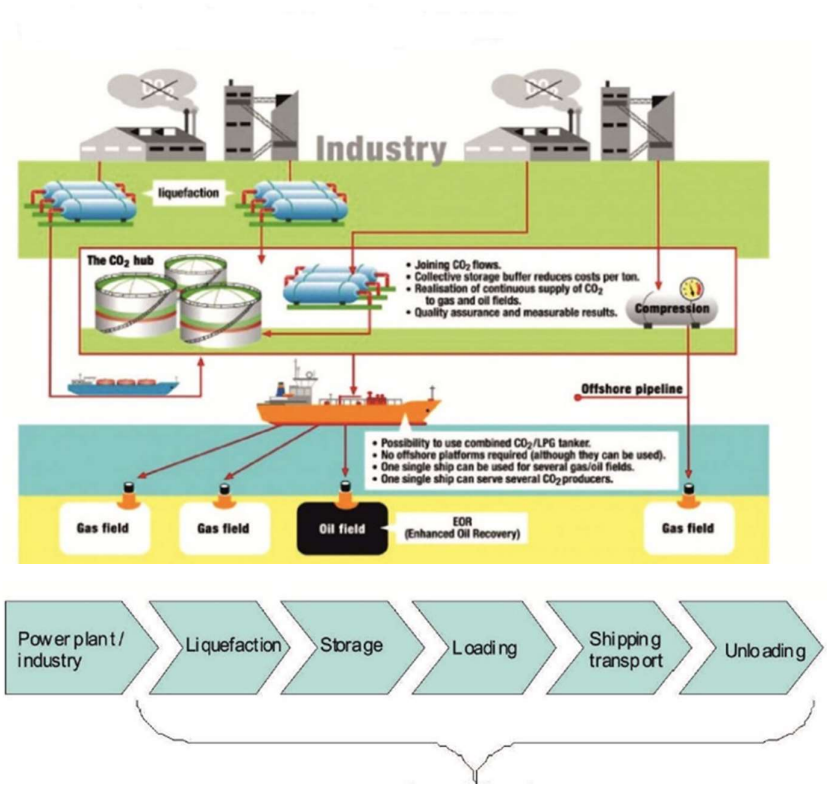

Fig. 4 Schița unui proces complet de la emisie la injecția într-o structură petrolieră de pe șelful continental

Cele mai importante rezultate obținute în cadrul proiectului de partenerii români constau în următoarele două hărți.

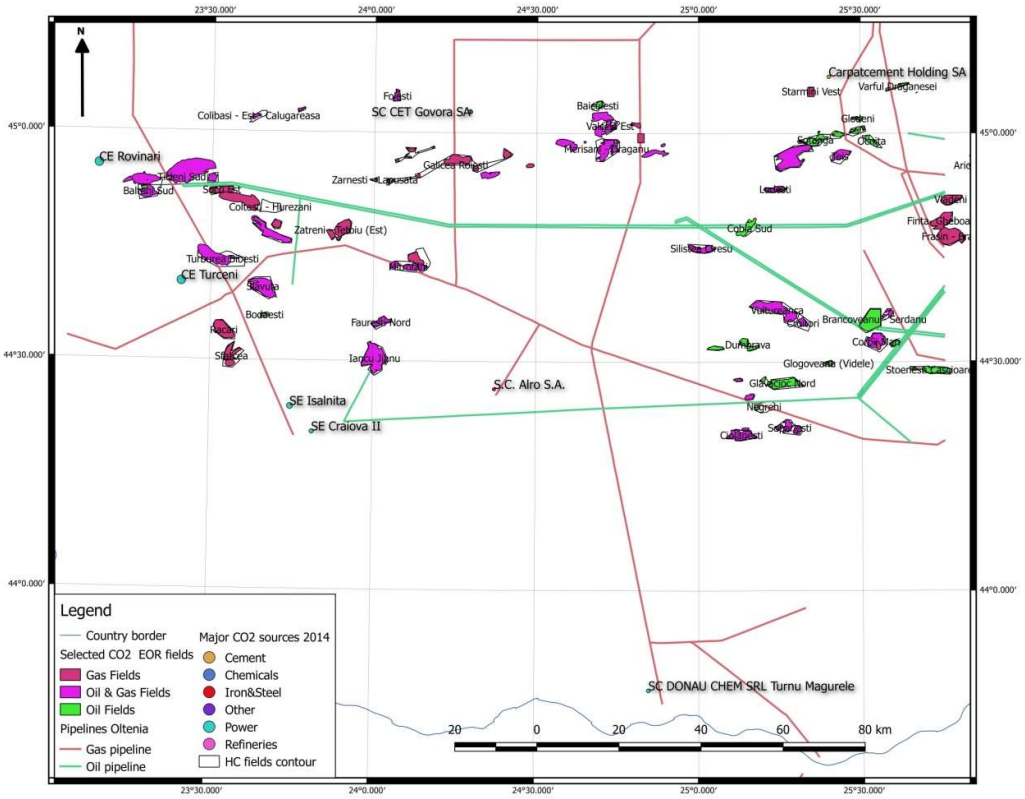

Fig. 5 Harta GIS a distribuției surselor majore de emisii, conductelor de petrol și gaze și a zăcămintelor potențiale pentru CO_2-EOR din regiunea Oltenia

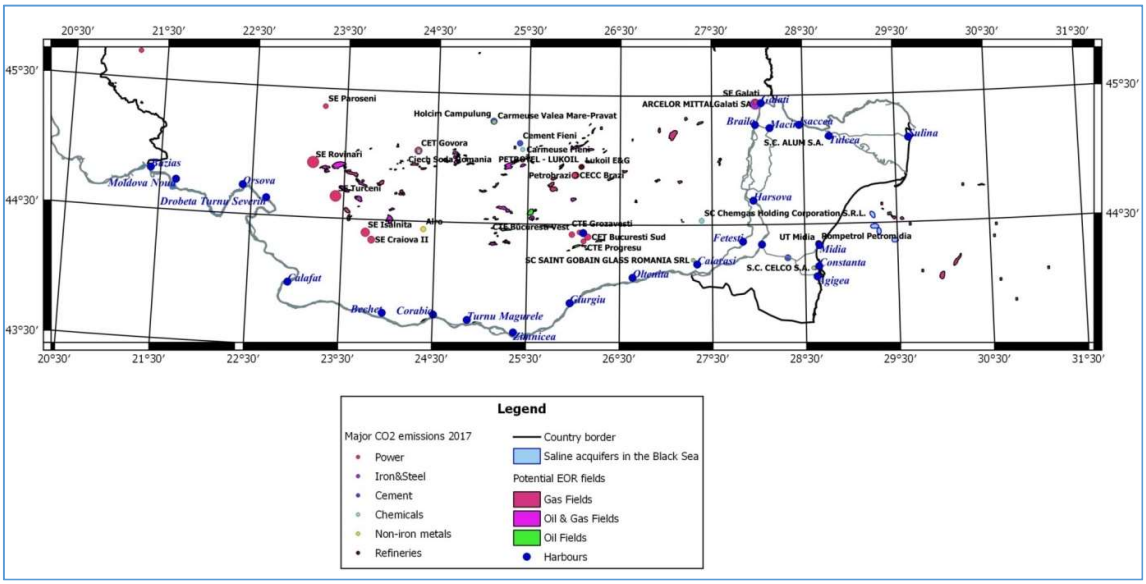

Fig. 6 Hartă cu porturile situate pe fluviul Dunărea, principalele surse de CO2 și zăcămintele de hidrocarburi potrivite pentru EOR din regiunea sudică a României