

Rezumat- Raport RamonCO – Faza I / 2025

INTRODUCERE

Raportul RamonCO – Faza I / 2025 prezintă o sinteză amplă a progreselor înregistrate în dezvoltarea unui cadru integrat, multidisciplinar, destinat evaluării conformității și riscurilor asociate stocării geologice a CO₂ în România. Contextul proiectului este dat de necesitatea reducerii semnificative a emisiilor de CO₂, obiectiv fundamental al politicilor europene și internaționale, concretizat prin implementarea tehnologiilor CCS (Carbon Capture and Storage).

Stocarea geologică reprezintă unul dintre pilonii principali ai tranziției energetice, oferind posibilitatea gestionării emisiilor reziduale provenite din industrii greu de decarbonizat. România deține un potențial estimat de aproximativ 18 Gt de CO₂ în acvifere saline adânci și 4 Gt în zăcămintele de hidrocarburi, ceea ce oferă un cadru favorabil dezvoltării proiectelor CCS la scară largă.

Scopul principal al fazei 2025 a fost avansarea modelării multi-fizice, consolidarea lanțului de modele statice și dinamice, integrarea datelor multi-fizice și extinderea abordării probabilistice, împreună cu o aplicare aprofundată a conceptului Value of Information (VoI).

1. CADRUL GENERAL AL PROIECTULUI

Proiectul RamonCO urmărește:

- Construirea unei structuri integrate pentru evaluarea riscurilor și conformității stocării CO₂.

- Integrarea datelor multi-fizice (seismică, gravimetrie, deformare, presiune/temperatură).
- Implementarea modelării probabilistice și a metodelor de inversiune.
- Evaluarea scenariilor realiste pentru situri cu potențial ridicat, precum Oltenia.
- Optimizarea strategiilor de monitorizare prin analiza VoI.

2. DATE, ANALIZĂ ȘI PROCESARE

Datele multi-fizice procesate includ:

- Seismică Node și DAS (Distributed Acoustic Sensing), folosite pentru detecția modificărilor de saturare.
- Gravimetrie 4D pentru observarea modificărilor de masă în rezervor.
- Deformare fund marin, utilă în localizarea fenomenelor asociate injecției.
- Măsurători de presiune și temperatură din puțuri.
- Seturi de date reale provenite din proiecte precum Getica CCS.

Fluxurile de lucru au fost dezvoltate astfel încât să asigure:

- standardizarea formatelor,
- eliminarea erorilor sistematice,
- corelarea datelor provenite din surse variate,
- pregătirea lor pentru modelarea multi-fizică.

3. MODELAREA MULTI-FIZICĂ

Modelele statice includ:

- definirea stratigrafiei,
- construirea grilelor geocelulare de înaltă rezoluție,
- modelarea proprietăților petrofizice,
- generarea ensemble-urilor pentru cuantificarea incertitudinii.

Modelele dinamice simulează:

- migrația CO₂,
- evoluția presiunii în timp,
- efectele geomecanice (deformare, tensiuni),
- interacțiunile CO₂–rocă–fluid.

Rezultatele arată că:

- la 2035, aria penei variază între 4–12 km²;
- la 2335, mobilitatea CO₂ scade drastic, dominând mecanismele de trapping rezidual.

4. INVERSIUNEA MULTI-FIZICĂ

Cadrul de inversiune este construit pe metode ensemble-based și permite:

- estimarea distribuțiilor de permeabilitate, porozitate și saturație,
- reducerea incertitudinii globale și locale,

- integrarea simultană a datelor seismice, gravimetrice și geomecanice,
- crearea de modele calibrate realist, aplicabile la scară industrială.

Testele pe cazuri sintetice au demonstrat:

- stabilitatea algoritmilor,
- capacitatea de a identifica zonelor cu impact major asupra incertitudinii,
- flexibilitatea scalării la nivel regional.

5. SITE DE TEST – OLTENIA

A fost construit un sit ipotetic pentru Oltenia, bazat pe:

- date geologice reale,
- parametri petrofizici reprezentativi,
- scenarii de injecție multi-sondă,
- estimări realiste ale deformărilor și presiunilor.

Au fost definite KPI-uri precum:

- presiune maximă admisă în caprock,
- extinderea penei,
- deformarea maximă a fundului,
- probabilitatea de migrare dincolo de limitele structurale.

6. MODELAREA PROBABILISTICĂ

Abordarea probabilistică a permis:

- propagarea incertitudinii în toate fazele modelării,
- generarea de ensemble-uri extinse,
- evaluarea riscurilor cu praguri cuantificabile,
- determinarea intervalelor probabilistice pentru KPI.

Rezultatele indică faptul că monitorizarea combinată (DAS + gravimetrie + presiune) reduce considerabil incertitudinea asupra comportamentului CO₂.

7. PROCEDURA DE ACTUALIZARE A MODELULUI

Fluxul iterativ “date–model–actualizare” include:

1. colectarea datelor noi,
2. prelucrarea acestora,
3. inversiunea pentru actualizare parametri,
4. rulări predictive,
5. estimarea riscului,
6. ajustarea strategiei de monitorizare.

Această procedură permite adaptarea modelului în timp real.

8. ANALIZA VALORII INFORMAȚIEI (VoI)

VoI evaluează care tipuri de date:

- reduc cel mai mult incertitudinea,
- sunt cele mai eficiente financiar,
- ajută la limitarea riscurilor,
- optimizează poziționarea senzorilor.

Rezultatele arată că:

- DAS oferă informație excelentă pentru localizarea penei,
- gravimetria contribuie decisiv la estimarea volumului stocat,
- presiunea în puțuri este esențială pentru siguranța caprock-ului.

CONCLUZII

Proiectul a atins trei obiective majore:

1. Construirea infrastructurii multi-fizice de modelare și inversiune.
2. Integrarea datelor reale și simularea scenariilor relevante pentru România.
3. Elaborarea metodologiilor de VoI și a lanțului decizional pentru monitorizare.

Aceste rezultate creează un cadru solid pentru dezvoltarea CCS în România, în special în regiuni precum Oltenia și platformele asociate proiectului Getica CCS.

Responsabil de proiect

Dr. Constantin Stefan SAVA

