



ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ και ΜΕΤ/ΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

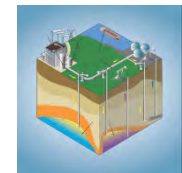
Πρόσφατες εξελίξεις σε θεσμικό επίπεδο της Δέσμευσης και Αποθήκευσης του CO₂ (C.C.S.)

Γιώργος Χατζηγιάννης
Γεωλόγος ΙΓΜΕ

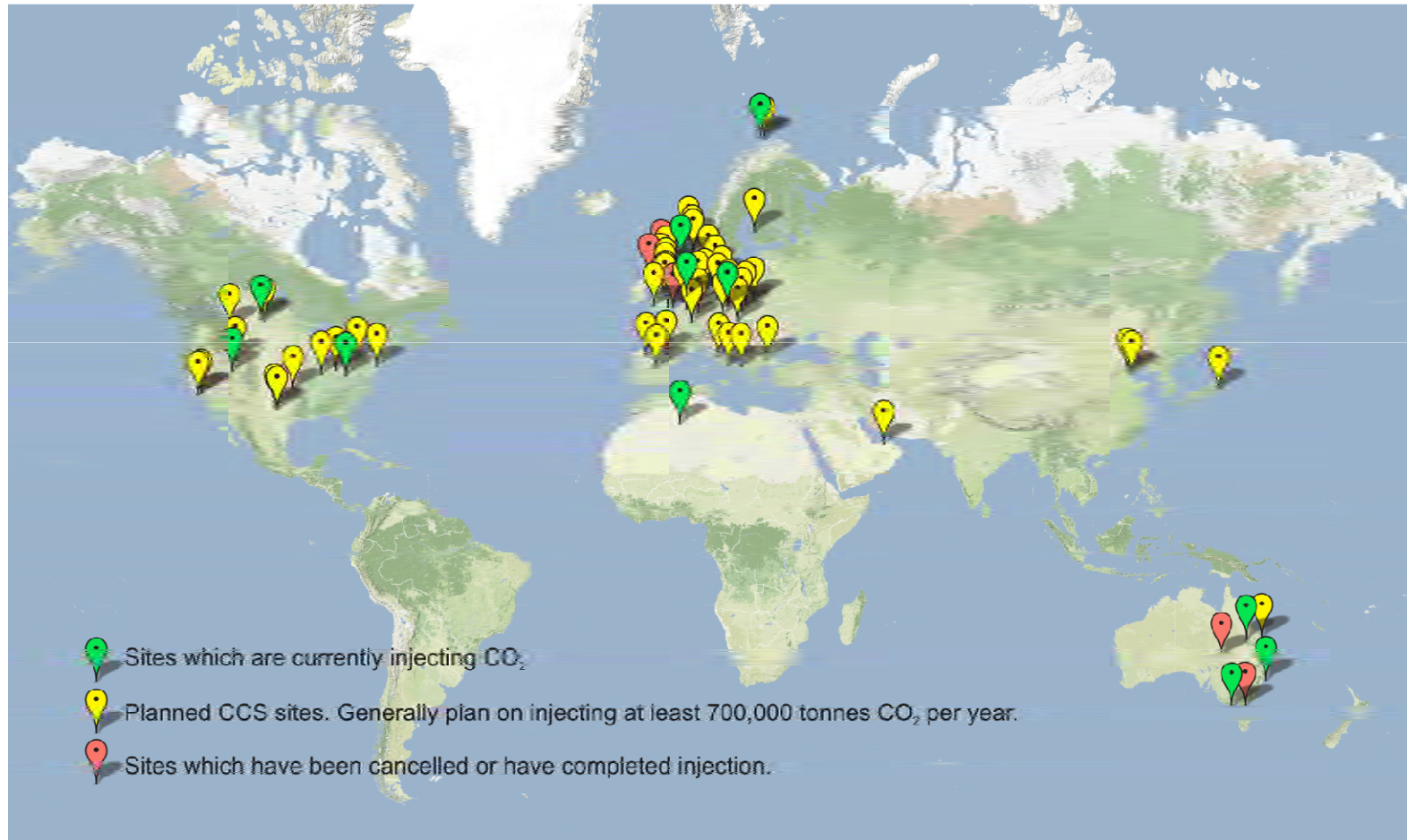


Εισαγωγή

- Η Δέσμευση και Αποθήκευση του CO₂ (C.C.S. στην Αγγλική) έχει αναγνωριστεί διεθνώς ως η μόνη λύση για την μεγάλου όγκου μείωση των εκπομπών στην ατμόσφαιρα.
- Ας θυμηθούμε τι είναι η σύγχρονη αυτή τεχνολογία με τη βοήθεια του σχήματος.
- Σημειώνεται ότι αποτελεί μια μεταβατική λύση μέχρι την πλήρη κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών από Α.Π.Ε.
- Κατά τα τελευταία 2-3 χρόνια η πρόοδος της τεχνολογίας είναι εντυπωσιακή και μετά το στάδιο της έρευνας, το στάδιο των πιλοτικών μονάδων άρχισε η εγκατάσταση μονάδων επίδειξης και πρόσφατα προκηρύχθηκε το πρόγραμμα της E.E. NER300 που περιλαμβάνει τη χρηματοδότηση 8 μονάδων C.C.S. στην Ευρώπη. Το επόμενο στάδιο, δηλαδή εγκατάσταση βιομηχανικών μονάδων, προβλέπεται να γίνει μέχρι το 2020.
- Πέραν όμως της ανάπτυξης φθηνής τεχνολογίας είναι απαραίτητα δύο ακόμη σημαντικά στοιχεία, δηλαδή η αποδοχή του κοινού και η διαμόρφωση επαρκούς θεσμικού πλαισίου.



Δραστηριότητα σε C.C.S.




Θεσμικό Πλαίσιο

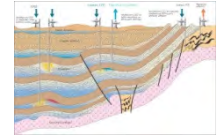
- Σε πολλές χώρες της Ευρώπης, όπου γίνεται η αποθήκευση του φυσικού αερίου σε γεωλογικούς σχηματισμούς, υπάρχει σχετική νομοθεσία που τη διέπει.
- Λόγω της ομοιότητας της αποθήκευσης η νομοθεσία αυτή αποτέλεσε τη βάση για την ευρωπαϊκή νομοθεσία για το CO₂.
- Η Ε.Ε., διαβλέποντας την ταχεία εξέλιξη του C.C.S., άρχισε να προετοιμάζει σχετική οδηγία εδώ και μερικά χρόνια.
- Η εργασία ολοκληρώθηκε το 2009 και τον Απρίλιο του έτους δημοσιεύτηκε η οδηγία 2009/31/ΕΚ.
- Η ισχύς της οδηγίας άρχισε τον Ιούνιο του ίδιου έτους.

Η οδηγία 2009/31/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23^{ης} Απριλίου 2009 «σχετικά με την αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα σε γεωλογικούς σχηματισμούς, κ.α.»

- Η οδηγία ήλθε να καλύψει κενό της νομοθεσίας και να δώσει κατευθύνσεις για ενιαία νομοθεσία σε όλες τις χώρες της Ε.Ε.. Θεσπίζει δε νομικό πλαίσιο για την ασφαλή αποθήκευση του CO₂ στο υπέδαφος.
- Η προσαρμογή των εθνικών νομοθεσιών με την οδηγία, είναι υποχρεωτικό να γίνει μέχρι τις 25 Ιουνίου 2011.
- Ήδη πολλές χώρες της Ευρώπης έχουν προχωρήσει πολύ στην προσαρμογή των εθνικών νομοθεσιών (η Γερμανία π.χ. έχει ολοκληρώσει την εθνική νομοθεσία).
- Η Ένωση των Ευρωπαϊκών Γεωλογικών Υπηρεσιών (EuroGeoSurveys, E.G.S.) σε συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία Γεωλόγων (E.F.G.) συνέστησε ομάδα εργασίας για την επεξεργασία της οδηγίας και την βοήθεια προς τις χώρες για την αναγκαία προσαρμογή. Από ελληνικής πλευράς συμμετέχω στην ομάδα εκπροσωπώντας το ΙΓΜΕ.

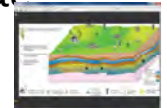
Χαρακτηρισμός καταλληλότητας γεωλογικού σχηματισμού

- Οι πρόσφοροι για αποθήκευση CO₂ γεωλογικοί σχηματισμοί είναι πολλοί, όπως φαίνεται και στο σχήμα. 
- Η καταλληλότητα κάθε τύπου σχηματισμού απαιτεί λεπτομερέστατη μελέτη που μπορεί να διαφέρει μεταξύ τους (π.χ. μεταξύ στρωμάτων άνθρακα και αλμυρών υδροφορέων ή ορυκτού αλατιού).
- Στο παράρτημα Ι της Οδηγίας γίνεται εξαιρετικά αναλυτική περιγραφή των κριτηρίων που πρέπει να πληρούν τα δυνητικά συγκροτήματα αποθήκευσης.
- Προβλέπονται τρεις φάσεις χαρακτηρισμού με μεγάλη ανάλυση των ερευνητικών εργασιών κάθε μιας:
 - Φάση συλλογής δεδομένων.
 - Φάση 3D στατικού γεωλογικού μοντέλου της ευρύτερης περιοχής αποθήκευσης.
 - Φάση χαρακτηρισμού δυναμικής συμπεριφοράς αποθήκευσης, ευαισθησίας και εκτίμηση κινδύνου (εκπόνηση δυναμικού μοντέλου).



Διαδικασία παρακολούθησης

Προκειμένου να διασφαλιστεί η ασφάλεια της αποθήκευσης για πολύ μεγάλους χρόνους, προβλέπεται η εφαρμογή κάθε γνωστής σήμερα μεθόδου – τεχνικής, ώστε να είναι ασφαλής η αποθήκευση. Υπάρχουν κίνδυνοι διαρροής του CO₂ με πολλούς τρόπους όπως φαίνεται στο σχήμα



Έτσι η Οδηγία προβλέπει τη χρήση μεγάλης ποικιλίας άμεσων και έμμεσων μεθόδων και τεχνικών παρακολούθησης (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II) όπως φαίνεται πιο κάτω και στο σχήμα :



Η μακροχρόνια εφαρμογή των μεθόδων αυτών σε πολλούς τομείς των Γεωεπιστημών έχει αποδείξει την αποτελεσματικότητά τους. Η εφαρμογή τους στην ανίχνευση της θέσης και των διαρροών του CO₂, κατά τα τελευταία 10 χρόνια, ήταν επιτυχημένη με κορυφαίο παράδειγμα τη χρήση των θαλάσσιων σεισμικών διασκοπήσεων στο πεδίο αποθήκευσης CO₂ του SLEIPNER Νορβηγίας. Η πρόβλεψη για την εφαρμογή αυτών των μεθόδων διασφαλίζει την ασφάλεια της αποθήκευσης και ίσως καθυστερήσει τους C.C.S. σκεπτικιστές....



Αρμοδιότητες εθνικών αρχών

Σύμφωνα με την Οδηγία οι εθνικές αρχές είναι αρμόδιες:

- Για την αδειοδότηση έρευνας των υποψήφιων τόπων.
- Για τον καθορισμό περιοχών όπου είναι δυνατή η αποθήκευση.
- Για την αδειοδότηση της αποθήκευσης.
- Για την επιθεώρηση των συγκροτημάτων αποθήκευσης και την επανεξέταση ή και ανάκληση των αδειών.
- Για την έγκριση των Μ.Π.Ε.
- Για την έγκριση των σχεδίων κλεισίματος ενός συγκροτήματος αποθήκευσης.
- Για την παρακολούθηση μετά το κλείσιμο.
- Για την τήρηση μητρώου των αδειών, των ενεργών αποθηκεύσεων όπως και αυτών που έκλεισαν.
- Για την επιβολή κυρώσεων για παραβάσεις της νομοθεσίας.
- Για τη δίκαιη και ανοικτή πρόσβαση στους τόπους αποθήκευσης και τα δίκτυα μεταφοράς CO₂.

Παρακολούθηση εφαρμογής Οδηγίας από Ε.Ε.

Η Επιτροπή παρακολουθεί την εφαρμογή της Οδηγίας με μία σειρά από εκθέσεις που υποβάλουν είτε σε τακτά διαστήματα είτε όποτε προκύψει η ανάγκη.

- Ανά τριετία τα κράτη – μέλη υποβάλουν στην Επιτροπή έκθεση σχετικά με την εφαρμογή Οδηγίας (η πρώτη πρέπει να υποβληθεί μέχρι 30-6-2011).
- Οι χορηγούμενες άδειες έρευνας, οι αιτήσεις αδειών αποθήκευσης, οι αιτήσεις αποθήκευσης και κλεισίματος. Η Επιτροπή εξετάζει τα σχέδια αποθήκευσης και μπορεί να αναπέμψει τις αιτήσεις για διόρθωση.
- Εκθέσεις για περιπτώσεις σοβαρών διαρροών και μέτρα διόρθωσης.

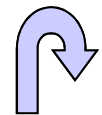
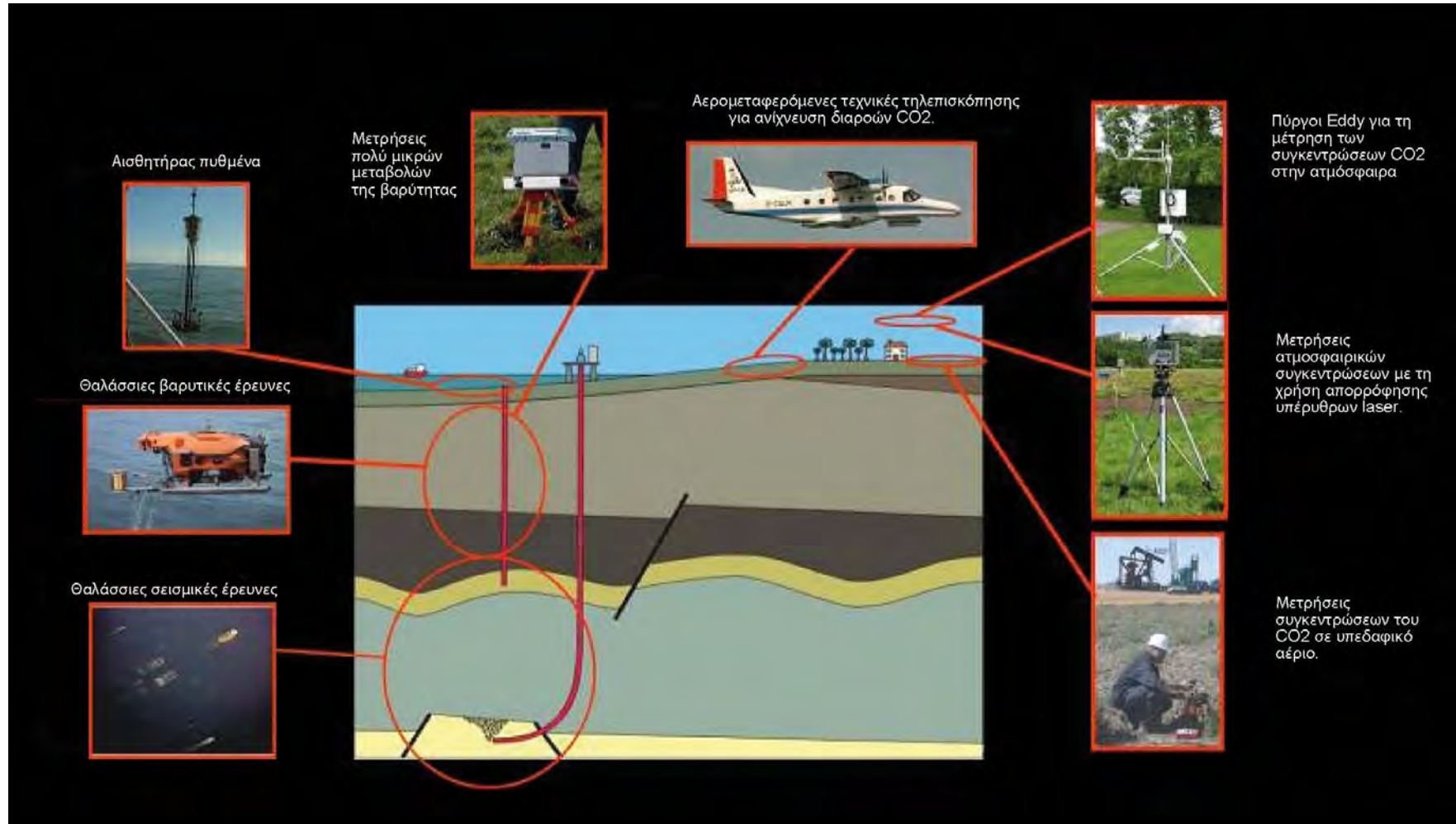
Πρόοδος στην εναρμόνιση εθνικών νομοθεσιών

Η ενημέρωση για την πρόοδο στη νομοθεσία των ευρωπαϊκών χωρών προέρχεται από το δίκτυο Energ.

- **Τσεχία:** η εργασία αρμόδιας Επιτροπής ολοκληρώθηκε και ο νόμος θα περάσει από Βουλή αρχές 2011.
- **Εσθονία, Λιθουανία, Λετονία:** άρχισαν εργασία το 2010.
- **Φινλανδία:** εργάζεται από το 2008 στο θέμα.
- **Γαλλία:** τον Ιανουάριο ή Φεβρουάριο η νομοθεσία θα εισαχθεί στη Βουλή.
- **Γερμανία:** έχει ήδη ψηφιστεί ο εθνικός νόμος.
- **Νορβηγία:** είναι έτοιμη η νομοθεσία που στηρίζεται σε νόμο υδρογονανθράκων και Οδηγία.
- **Πολωνία:** Υπάρχει έτοιμο σχέδιο νόμου που μέχρι τέλους έτους θα ψηφιστεί.
- **Σλοβακία:** υπό σύνταξη η νομοθεσία από αρχές έτους.
- **Σλοβενία:** η σύνταξη νομοθεσίας άρχισε 2^ο εξάμηνο 2010 και ίσως ολοκληρωθεί στο τέλος του.
- **Ισπανία:** έχει ετοιμαστεί ένα πρώτο σχέδιο νόμου και ίσως ψηφιστεί σύντομα. Το ΙΓΜΕ Ισπανίας θα γνωμοδοτεί για κάθε άδεια έρευνας και αποθήκευσης στη συνέχεια.
- **Μεγ. Βρετανία:** η νομοθεσία είναι έτοιμη.
- **Ελλάδα:** το ΥΠΕΚΑ ετοίμασε ομάδα εργασίας για την προσαρμογή.

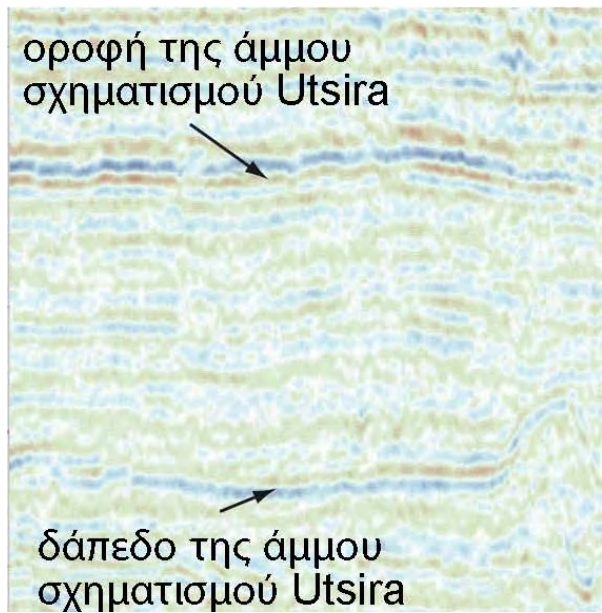
Ευχαριστώ για την προσοχή σας

Σύγχρονες μέθοδοι & τεχνικές ανίχνευσης διαρροών CO₂

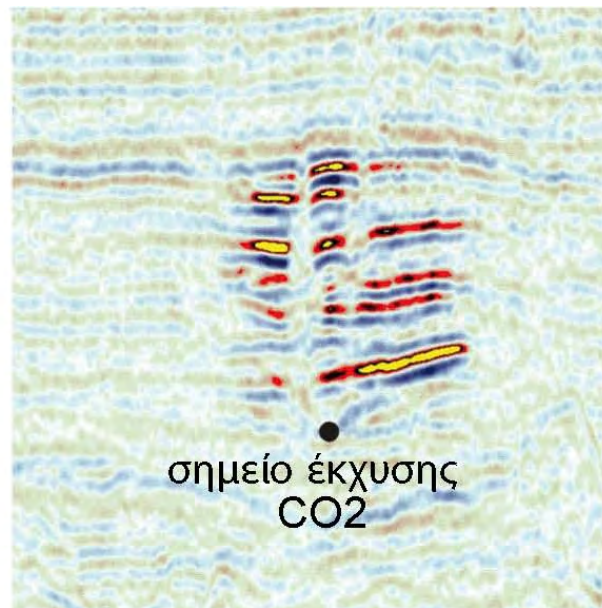


Σεισμικές τομές στο πεδίο αποθήκευσης CO₂ του SLEIPNER Νορβηγίας

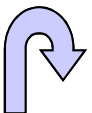
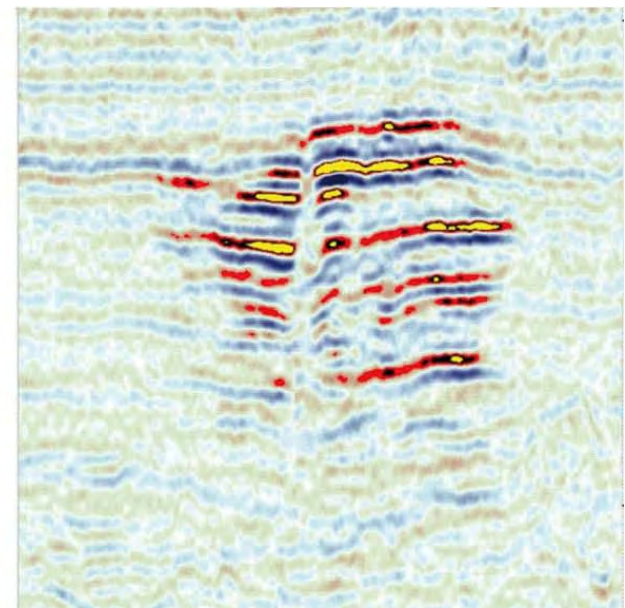
Πριν την εισαγωγή CO₂ (1994)



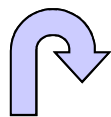
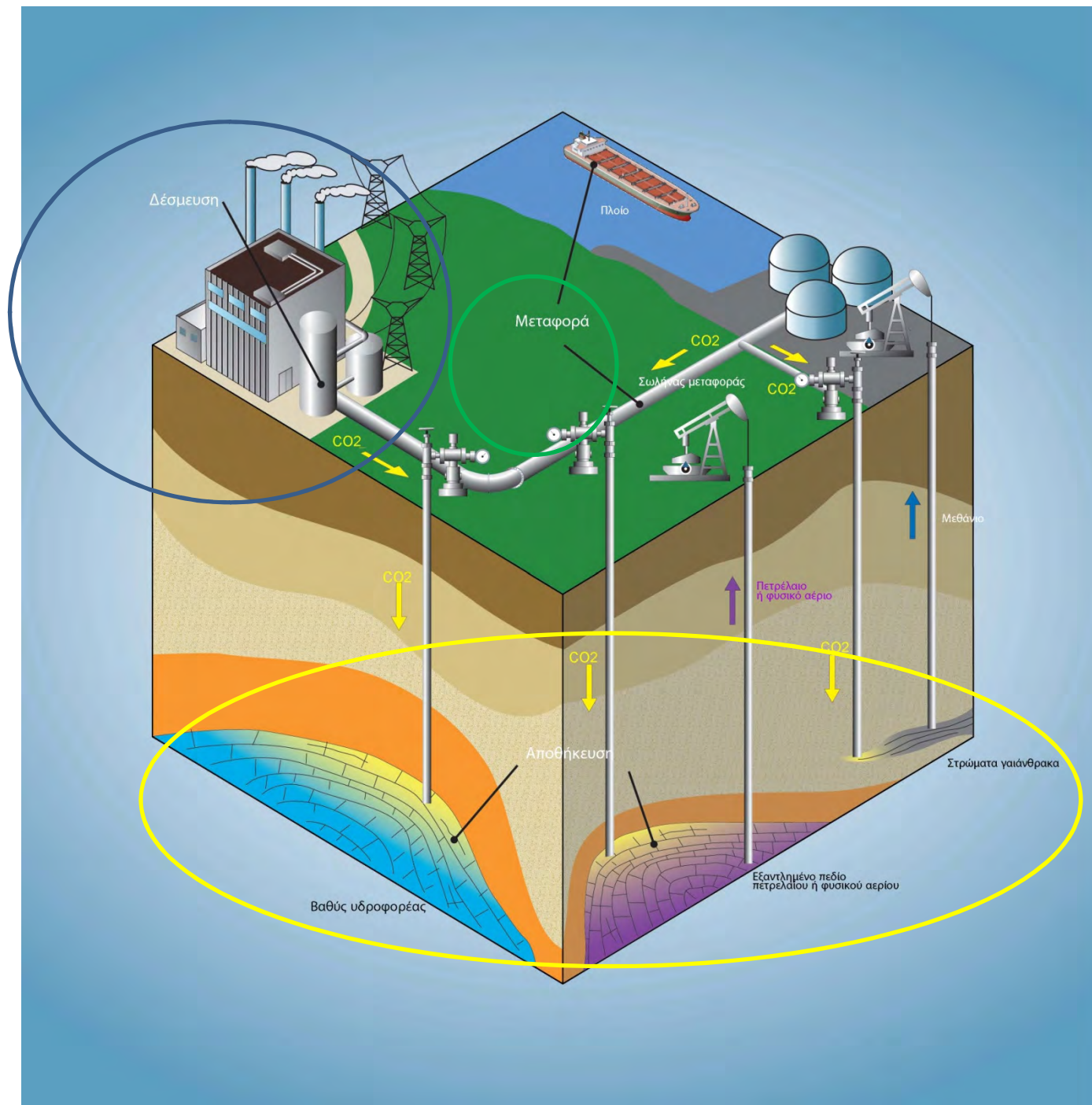
Μετά την εισαγωγή 2,35 Mt CO₂ (1999)

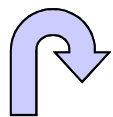
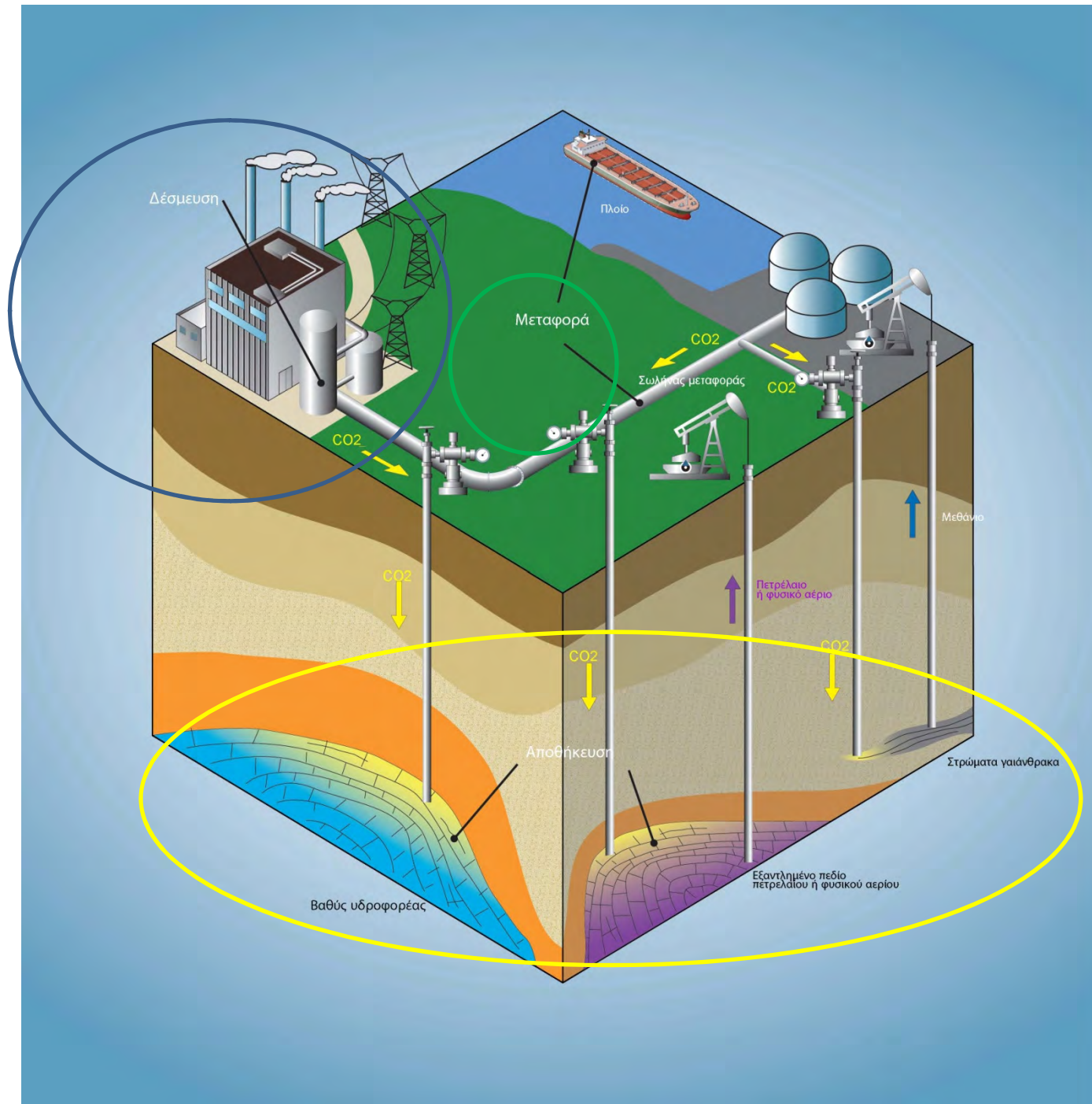


Μετά την εισαγωγή 4,36 Mt CO₂ (2001)

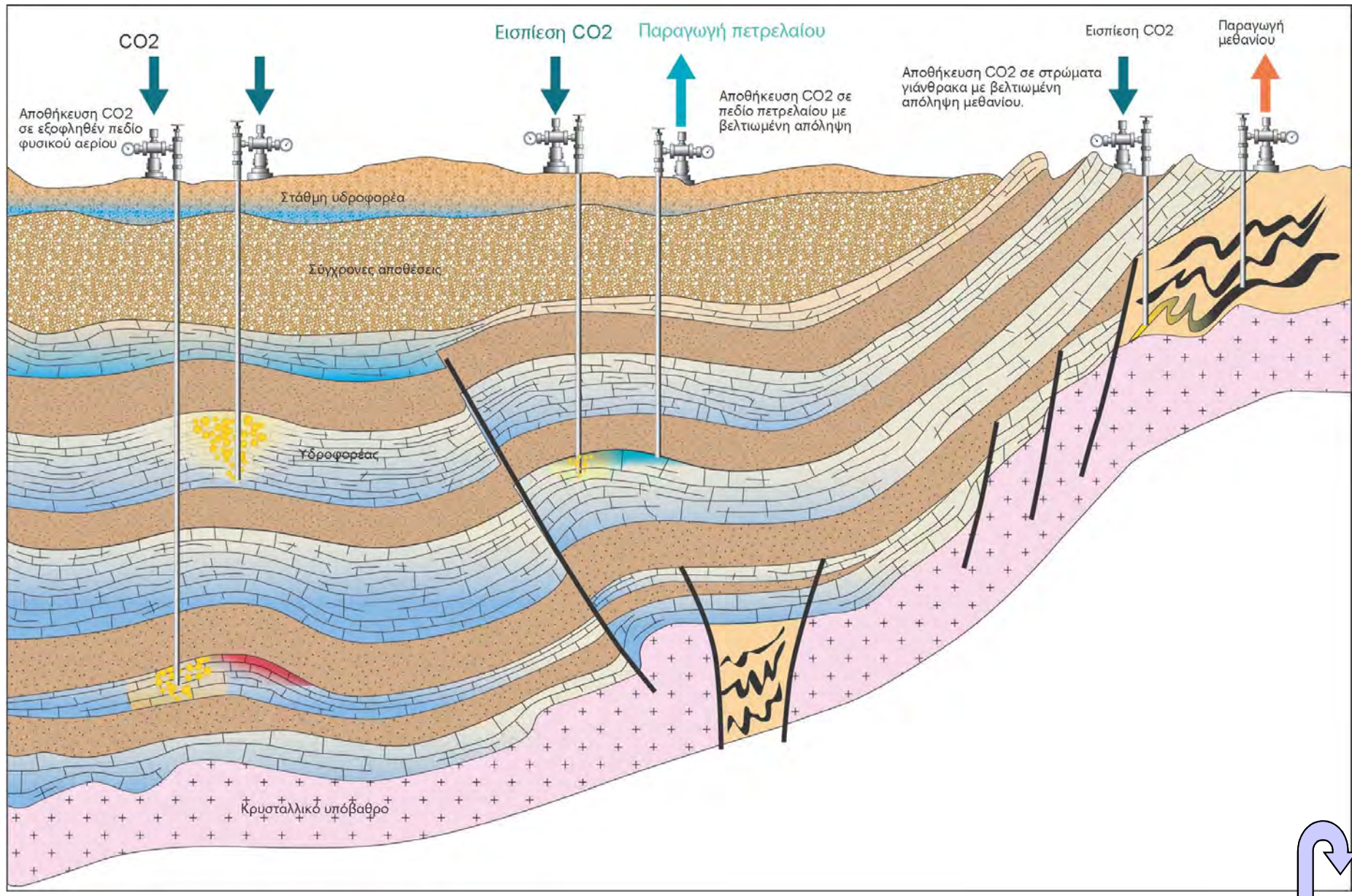


Γενικό
σχήμα
C.C.S.





Αποθήκευση CO2 σε διάφορα γεωλογικά περιβάλλοντα

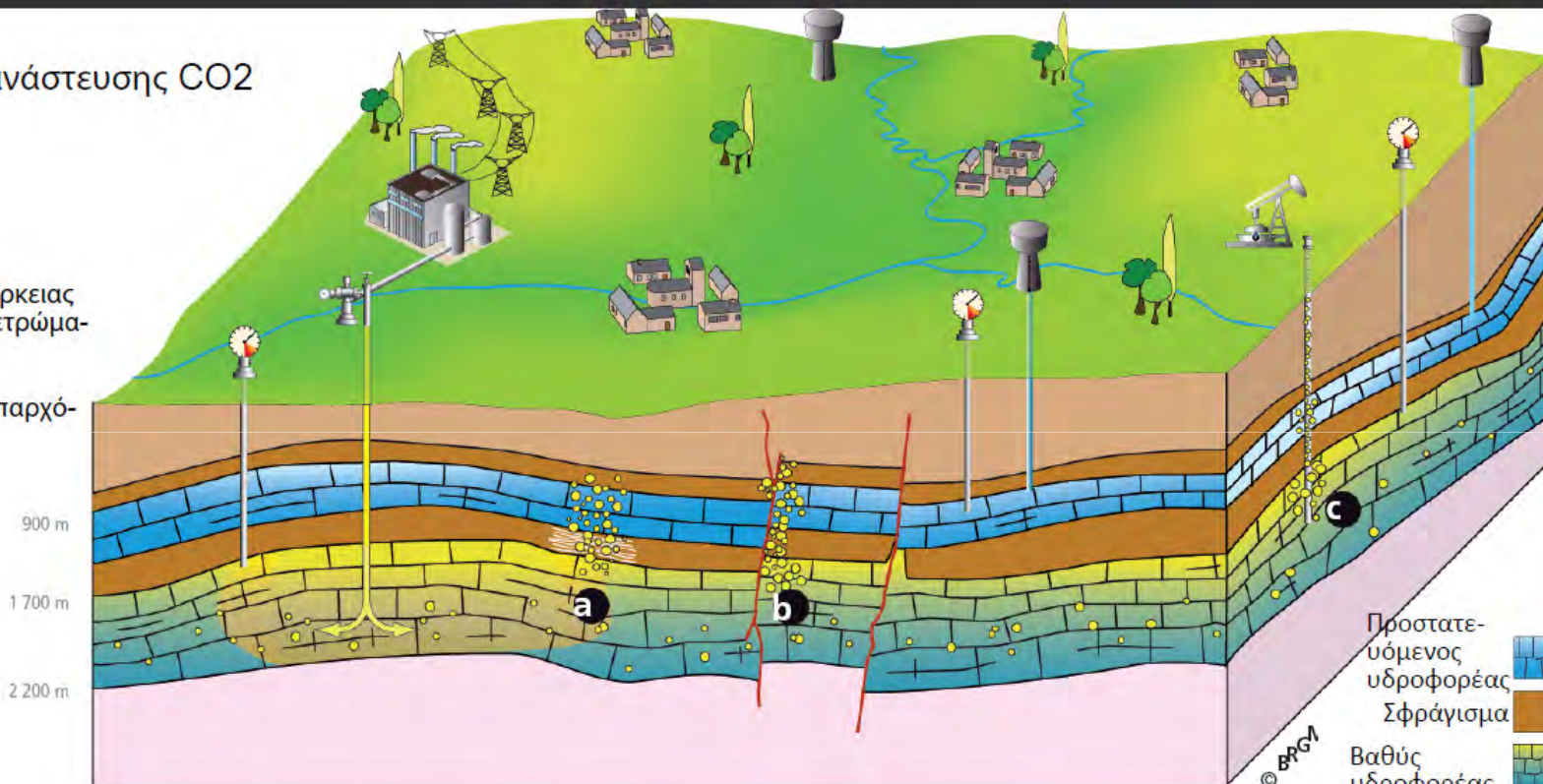


Διάφορες πιθανές αιτίες διαρροών CO2



Σενάρια μετανάστευσης CO2

- a Διαρροή λόγω ανεπάρκειας σφραγίσματος του πετρώματος κάλυμμα.
- b Διαρροή μέσω προϋπαρχόντων ρηγμάτων.
- c Διαρροή μέσω εγκαταλελειμμένης γεώτρησης.



Μονάδα παραγωγής και δέσμευσης CO2



Γεώτρηση έγχυσης CO2



Γεώτρηση παρατήρησης



Παλιά γεώτρηση παραγωγής πετρελαίου



Απόληψη πόσιμου νερού



Γεωλογικό ρήγμα



Άλωσ CO2 στον ταμιευτήρα



Κύρια στάδια γεωλογικής αποθήκευσης CO₂

