

συχνές ερωτήσεις

Συνήθεις ερωτήσεις.....	2
1. Τι είναι το διοξείδιο του άνθρακα;.....	2
2. Είναι ασφαλής η γεωλογική αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα;	2
3.Υπάρχει κίνδυνος διαφυγής του CO ₂ στην ατμόσφαιρα;	2
4. Ποιες θα είναι οι πιθανές επιπτώσεις στους υδροφόρους, στις επιφανειακές εκτάσεις υψηλής γεωργικής αξίας, στη ζωή των ζώων και στους ανθρώπους;	3
5. Η σεισμική δραστηριότητα είναι υπαρκτός κίνδυνος;	3
Τεχνικά Ερωτήματα.....	4
1. Θα υπάρξει τεχνοοικονομική αναφορά στα παραδοτέα του προγράμματος Pilot STRATEGY; 4	
2. Ποιες είναι οι υποδομές που απαιτούνται για την γεωλογική αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα σε μια περιοχή;	4
3. Σε τι μορφή μεταφέρεται το διοξείδιο του άνθρακα;.....	5
4. Σε τι μορφή μετατρέπεται το διοξείδιο του άνθρακα μέσα στον γεωλογικό σχηματισμό;	5
5. Είναι δυνατή η παρακολούθηση και ο έλεγχος για διαρροές διοξειδίου του άνθρακα;.....	6
6.Με ποιους τρόπους μπορεί να γίνει η μεταφορά διοξειδίου του άνθρακα;	6
Συγκεκριμένα περιφερειακά ζητήματα.....	7
1. Είναι δυνατόν να ποσοτικοποιηθεί το οικονομικό εισόδημα που θα έχουν οι πληγείσες κοινότητες;.....	7
2. Πώς γνωρίζουμε ότι η Δυτική Μακεδονία είναι κατάλληλη περιοχή για αποθήκευση CO ₂ ;	7
3. Πώς μπορεί να ελεγχθεί η δυνατότητα υλοποίησης ενός τέτοιου έργου στην Δ. Μακεδονία; .	8
4. Σε μια πιθανή υλοποίηση γεωλογικής αποθήκευσης διοξειδίου άνθρακα στην Δ. Μακεδονία, ποιοι θα αναλάβουν την διαδικασία της μελέτης και κατασκευής του έργου;	8
5. Θα μπορούσε η Δ. Μακεδονία να αποτελέσει τον προμηθευτή του γεωλογικού χώρου για αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα για τις κοντινές ευρωπαϊκές χώρες;.....	9
6. Ποια είναι τα οφέλη για την περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας με την υλοποίηση ενός έργου CCS;.....	9

Συνήθειες ερωτήσεις

1. Τι είναι το διοξείδιο του άνθρακα;

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) είναι μια χημική ένωση που αποτελείται από δύο άτομα οξυγόνου συνδεδεμένα με ένα άτομο άνθρακα. Είναι ένα άχρωμο και άοσμο αέριο που υπάρχει φυσικά στην ατμόσφαιρα της Γης. Το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί κρίσιμο συστατικό του κύκλου του άνθρακα, διαδραματίζοντας σημαντικό ρόλο σε διάφορες φυσικές διεργασίες. Στο πλαίσιο του περιβάλλοντος και της κλιματικής αλλαγής, το διοξείδιο του άνθρακα είναι γνωστό για το ρόλο του ως αέριο του θερμοκηπίου. Αέρια του θερμοκηπίου όπως το CO₂ έχουν την ικανότητα να παγιδεύουν τη θερμότητα στη γήινη ατμόσφαιρα, οδηγώντας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το φαινόμενο αυτό είναι σημαντικό για τη διατήρηση της θερμοκρασίας του πλανήτη σε ένα κατοικήσιμο εύρος, αλλά οι ανθρώπινες δραστηριότητες, ιδίως η καύση ορυκτών καυσίμων (όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο), έχουν αυξήσει σημαντικά τη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Η αυξημένη συγκέντρωση του CO₂ και άλλων αερίων του θερμοκηπίου αποτελεί σημαντικό παράγοντα της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της κλιματικής αλλαγής. Η αυξημένη συγκέντρωση του CO₂ οδηγεί σε ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου, που μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της θερμοκρασίας παγκοσμίως, λιώσιμο των πάγων, άνοδο της στάθμης της θάλασσας και αλλαγές του καιρού. Ως αποτέλεσμα, υπάρχει μια παγκόσμια προσπάθεια για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και τον μετριασμό των επιπτώσεών του στο περιβάλλον.

2. Είναι ασφαλής η γεωλογική αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα;

Η έρευνα και η πραγματική εμπειρία μάς λένε ότι η γεωλογική αποθήκευση CO₂ είναι ασφαλής. Είναι πολύ απίθανο να συμβεί διαρροή, αλλά σε περίπτωση που συμβεί, θα είναι τοπική και προσωρινή και θα είναι πολύ απίθανο να προκαλέσει σημαντική βλάβη στα οικοσυστήματα ή στις κοινότητες. Η γνώση και η κατανόηση που έχουμε για τους φυσικούς ταμιευτήρες CO₂ και η πραγματική εμπειρία από βιομηχανικά έργα αποθήκευσης CO₂, σε συνδυασμό με μια εκτεταμένη και συνεχή ερευνητική βάση, παρέχουν πολύ μεγάλη εμπιστοσύνη στην ασφάλεια και την προστασία της γεωλογικής αποθήκευσης CO₂. Εκατοντάδες εκατομμύρια τόνοι ανθρωπογενούς CO₂ έχουν μεταφερθεί, εγχυθεί και αποθηκευτεί με ασφάλεια σε γεωλογικούς σχηματισμούς για πάνω από τέσσερις δεκαετίες.

3. Υπάρχει κίνδυνος διαφυγής του CO₂ στην ατμόσφαιρα;

Οι μακροπρόθεσμες συνέπειες της υπόγειας αποθήκευσης CO₂ είναι πολύ καλά κατανοητές, επειδή έχει αποδειχθεί ότι οι φυσικοί ταμιευτήρες μπορούν να συγκρατούν με ασφάλεια το CO₂ για δεκάδες εκατομμύρια χρόνια. Οι καταλληλότεροι χώροι αποθήκευσης CO₂ βρίσκονται τουλάχιστον 800 μέτρα κάτω από τον πυθμένα της θάλασσας και εμφανίζονται στους ίδιους γεωλογικούς

σηματισμούς με τους ταμιευτήρες πετρελαίου και φυσικού αερίου. Οι ίδιες γεωλογικές δομές και μηχανισμοί που συγκράτησαν με ασφάλεια το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο για εκατομμύρια χρόνια θα εξασφαλίσουν εξίσου ότι το CO₂ θα κλειδωθεί με ασφάλεια και δεν θα μπορέσει να επιστρέψει στην επιφάνεια.

4. Ποιες θα είναι οι πιθανές επιπτώσεις στους υδροφόρους, στις επιφανειακές εκτάσεις υψηλής γεωργικής αξίας, στη ζωή των ζώων και στους ανθρώπους;

Όσον αφορά τους υδροφόρους, οι χώροι αποθήκευσης CO₂ είναι πορώδη και διαπερατά στρώματα πετρωμάτων όπου ο χώρος των πόρων είναι γεμάτος με άλμη ή "αλατούχο" νερό του σχηματισμού και όχι με γλυκό ή νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Έτσι, μπορεί να αποφευχθεί σκόπιμα η αποθήκευση σε υδροφόρους γλυκού νερού. Επίσης, η προσεκτική χαρτογράφηση των βραχωδών στρωμάτων κάτω από την επιφάνεια, με τη χρήση μη καταστροφικών γεωφυσικών μετρήσεων, που λαμβάνονται στην επιφάνεια της γης για την οριοθέτηση και τη μέτρηση των διαστάσεων του χώρου αποθήκευσης, διασφαλίζει ότι οι αλατούχοι υδροφόροι είναι ξεχωριστοί και σφραγισμένοι από τα γύρω βραχώδη στρώματα. Μία από τις απαιτήσεις της αποθήκευσης CO₂ είναι ότι, αφού το CO₂ εγχυθεί στον αποθηκευτικό χώρο, πρέπει να μπορεί να μετακινηθεί εντός του αποθηκευτικού χώρου, αλλά να μη μετακινηθεί στα πετρώματα που περιβάλλουν τον αποθηκευτικό χώρο.

Η υπόγεια αποθήκευση CO₂ είναι ασφαλής και το CO₂ δεν θα διαρρεύσει στην επιφάνεια. Θα υπάρχουν πολύ λίγα ορατά σημάδια της αποθήκευσης CO₂, εκτός από τα πηγάδια έγχυσης που απαιτούνται για την τοποθέτηση του CO₂ στον υπόγειο χώρο. Ένα φρεάτιο εγκαθίσταται σε μια εξέδρα γεωτρήσεων. Πρόκειται για μια μικρή επίπεδη περιοχή, συνήθως από σκυρόδεμα, που στηρίζει το περίβλημα του πηγαδιού και τη σύνδεση του αγωγού μεταφοράς. Η βάση του φρεατίου συνήθως είναι μερικά τετραγωνικά μέτρα, περίπου στο μέγεθος ενός υπόστεγου. Ο αγωγός μεταφοράς συνήθως είναι θαμμένος με ασφάλεια κάτω από το έδαφος.

5. Η σεισμική δραστηριότητα είναι υπαρκτός κίνδυνος;

Οι χώροι αποθήκευσης CO₂ βρίσκονται μακριά από σεισμικές ζώνες ή περιοχές υψηλού κινδύνου. Για παράδειγμα, η λεκάνη της Βόρειας Θάλασσας είναι μια τεκτονικά σταθερή περιοχή και, ενώ περιστασιακά συμβαίνουν σεισμικά γεγονότα, δεν έχει υπάρξει μέχρι σήμερα καμία σημαντική επίπτωση στις εργασίες πετρελαίου και φυσικού αερίου, γεγονός που παρέχει εμπιστοσύνη στη χαμηλή πιθανότητα και το βαθμό των πιθανών επιπτώσεων στις εργασίες γεωλογικής αποθήκευσης CO₂. Στοιχεία από δύο έργα επίδειξης στην Ιαπωνία (το πιλοτικό έργο Nagaoka το 2004 και το έργο επίδειξης CCS Tomakomai το 2018) - μία από τις πιο σεισμικά ενεργές περιοχές στον κόσμο - επιβεβαίωσαν ότι δεν εντοπίστηκαν

διαρροές μετά από μεγάλους σεισμούς, ενώ η έγχυση CO₂ συνεχίστηκε με ασφάλεια μετά την ολοκλήρωση των ερευνών.

Τεχνικά Ερωτήματα

1. Θα υπάρξει τεchnοοικονομική αναφορά στα παραδοτέα του προγράμματος Pilot STRATEGY;

Ναι, για 3 πιλότους CCUS, σε συγκεκριμένες τοποθεσίες: ένας στη Γαλλία, ένας στην Πορτογαλία και ένας στην Ισπανία. Στο πλαίσιο του WP4. D4.9 Οικονομική αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων και αποτελέσματα ιεράρχησης (M39), η οικονομική αξιολόγηση θα πραγματοποιηθεί για κάθε περιοχή και τα αποτελέσματα θα παρουσιαστούν ως μοναδικά παραδοτέα.

2. Ποιες είναι οι υποδομές που απαιτούνται για την γεωλογική αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα σε μια περιοχή;

Η υποδομή που απαιτείται για τη γεωλογική αποθήκευση άνθρακα ποικίλλει ανάλογα με παράγοντες όπως οι συγκεκριμένοι διαθέσιμοι γεωλογικοί σχηματισμοί, η κλίμακα των εκπομπών CO₂ που πρέπει να δεσμευτούν και το ρυθμιστικό περιβάλλον. Ακολουθούν τα βασικά στοιχεία της υποδομής που απαιτούνται για τη γεωλογική αποθήκευση άνθρακα σε μια περιοχή:

- **Εγκαταστάσεις δέσμευσης:** Οι εγκαταστάσεις αυτές είναι υπεύθυνες για τη δέσμευση των εκπομπών CO₂ από βιομηχανικές διεργασίες ή σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Για τη δέσμευση του CO₂ μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες τεχνολογίες. Το δεσμευμένο CO₂ πρέπει να καθαριστεί πριν από τη μεταφορά.
- **Υποδομές μεταφοράς:** Το δεσμευμένο CO₂ πρέπει να μεταφερθεί από τις εγκαταστάσεις δέσμευσης στους χώρους αποθήκευσης. Αυτό περιλαμβάνει συνήθως τη χρήση αγωγών, παρόμοιων με αυτούς που χρησιμοποιούνται για το φυσικό αέριο. Η χωρητικότητα και η απόσταση του αγωγού εξαρτώνται από την κλίμακα των εκπομπών CO₂ και την απόσταση από τους κατάλληλους σχηματισμούς αποθήκευσης.
- **Χώροι έγχυσης και αποθήκευσης:** Πρόκειται για γεωλογικούς σχηματισμούς, που μπορούν να αποθηκεύσουν με ασφάλεια CO₂ για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Οι συνήθεις σχηματισμοί αποθήκευσης περιλαμβάνουν βαθιά αλατούχα υδροφόρα στρώματα (πορώδη πετρώματα κορεσμένα με αλμυρό νερό) και εξαντλημένα κοιτάσματα πετρελαίου και φυσικού αερίου. Οι αξιολογήσεις και οι γεωλογικές έρευνες είναι επιβεβλημένες για τον προσδιορισμό της καταλληλότητας και της χωρητικότητας αυτών των σχηματισμών για αποθήκευση.

- Πηγάδια έγχυσης: Μόλις η μεταφορά φτάσει στο σημείο έγχυσης, πραγματοποιούνται γεωτρήσεις για την έγχυση του CO₂ βαθιά στο υπέδαφος. Τα πηγάδια αυτά πρέπει να σχεδιαστούν και να κατασκευαστούν έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ασφαλής και αποτελεσματική έγχυση του CO₂ στους επιλεγμένους γεωλογικούς σχηματισμούς.
- Παρακολούθηση και επαλήθευση: Για να εξασφαλιστεί η ασφάλεια και η ακεραιότητα των χώρων αποθήκευσης, απαιτούνται συστήματα συνεχούς παρακολούθησης και επαλήθευσης. Τα συστήματα αυτά μετρούν παραμέτρους όπως η πίεση, η θερμοκρασία και η κίνηση του CO₂ εντός των σχηματισμών αποθήκευσης. Σε περίπτωση οποιασδήποτε διαρροής ή απρόβλεπτης συμπεριφοράς, μπορούν να ληφθούν άμεσα διορθωτικά μέτρα.

3. Σε τι μορφή μεταφέρεται το διοξείδιο του άνθρακα;

Το CO₂ μεταφέρεται και αποθηκεύεται ως υγρό, με πυκνότητα παρόμοια με του πετρελαίου.

4. Σε τι μορφή μετατρέπεται το διοξείδιο του άνθρακα μέσα στον γεωλογικό σχηματισμό;

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) μπορεί να μετατραπεί σε διάφορες μορφές μέσα στους γεωλογικούς σχηματισμούς μέσω διαφόρων διεργασιών. Ένας συνηθισμένος τρόπος αποθήκευσης του CO₂ στους γεωλογικούς σχηματισμούς είναι μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται ενανθράκωση ορυκτών (mineral carbonization). Κατά την ορυκτοποίηση, το CO₂ αντιδρά με ορισμένους τύπους ορυκτών για να σχηματίσει σταθερές ανθρακικές ενώσεις. Το πιο συνηθισμένο ορυκτό που εμπλέκεται σε αυτή τη διαδικασία είναι το πυριτικό μαγνήσιο, το οποίο αντιδρά με το CO₂ σχηματίζοντας ανθρακικό μαγνήσιο και διοξείδιο του πυριτίου. Κατά τη διαδικασία αυτή, το CO₂ διαλύεται στο νερό, δημιουργώντας ένα ελαφρώς όξινο διάλυμα. Όταν αυτό το διάλυμα έρχεται σε επαφή με ορυκτά πλούσια σε μέταλλα όπως το μαγνήσιο και το ασβέστιο, τα ορυκτά αντιδρούν με το CO₂ σχηματίζοντας στερεά ανθρακικά ορυκτά. Η αντίδραση αυτή είναι γενικά αργή και λαμβάνει χώρα σε μεγάλο χρονικό διάστημα, αλλά μόλις το CO₂ παγιδευτεί σε αυτά τα ανθρακικά ορυκτά, μπορεί να παραμείνει σταθερό για χιλιάδες έως εκατομμύρια χρόνια, δεσμεύοντας αποτελεσματικά το διοξείδιο του άνθρακα στο υπέδαφος. Η διαδικασία ενανθράκωσης των ορυκτών είναι μια φυσική γεωλογική διαδικασία που λαμβάνει χώρα σε μεγάλες χρονικές κλίμακες, αλλά υπάρχει επίσης συνεχής έρευνα για την ενίσχυση και επιτάχυνση αυτής της διαδικασίας για σκοπούς δέσμευσης και αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα με σκοπό τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.

5. Είναι δυνατή η παρακολούθηση και ο έλεγχος για διαρροές διοξειδίου του άνθρακα;

Ναι, είναι δυνατή η παρακολούθηση και ο έλεγχος της διαρροής διοξειδίου του άνθρακα, ιδίως στο πλαίσιο της δέσμευσης και αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα. Η αποτελεσματική παρακολούθηση, έχει ζωτική σημασία για τη διασφάλιση της ασφάλειας του περιβάλλοντος και των γύρω κοινοτήτων. Ορισμένες μέθοδοι παρακολούθησης και εντοπισμού της διαρροής CO₂ είναι η γεωλογική παρακολούθηση, η παρακολούθηση επιφανειακών αερίων, η δορυφορική τηλεπισκόπηση, οι μελέτες ιχνηθετών, η σεισμική παρακολούθηση, η μοντελοποίηση και προσομοίωση και τα συστήματα συνεχούς παρακολούθησης.

6. Με ποιους τρόπους μπορεί να γίνει η μεταφορά διοξειδίου του άνθρακα;

Το διοξείδιο του άνθρακα μπορεί να μεταφερθεί με διάφορους τρόπους, ανάλογα με την απόσταση. Ακολουθούν ορισμένες συνήθεις μέθοδοι μεταφοράς CO₂:

- Αγωγοί
- Ναυτιλία
- Φορτηγά και σιδηροδρομικά βαγόνια

Οι αγωγοί είναι μία από τις πιο συνηθισμένες μεθόδους μεταφοράς CO₂ σε μεγάλες αποστάσεις. Κατασκευάζονται ειδικοί αγωγοί για τη μεταφορά του CO₂ από τις πηγές στους χώρους αποθήκευσης. Οι αγωγοί CO₂ μοιάζουν σε πολλά σημεία με τους αγωγούς φυσικού αερίου, αλλά ο σχεδιασμός και τα υλικά πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις διαφορετικές ιδιότητες του CO₂.

Το CO₂ μπορεί επίσης να μεταφερθεί σε υγρή μορφή μέσω πλοίων, ιδίως για μεγαλύτερες αποστάσεις μέσω ωκεανών. Το CO₂ πρέπει να υγροποιηθεί και να συμπιεστεί για τον σκοπό αυτό. Στα πλοία χρησιμοποιούνται εξειδικευμένες δεξαμενές αποθήκευσης για τη συγκράτηση του υγρού CO₂. Η ναυτιλία χρησιμοποιείται συχνά για τη μεταφορά CO₂ μεταξύ χωρών ή ηπείρων.

Το CO₂ μπορεί επιπλέον να μεταφερθεί με φορτηγά και σιδηροδρομικά βαγόνια. Συνήθως μεταφέρεται σε δοχεία υπό πίεση, είτε ως συμπιεσμένο αέριο είτε ως υγρό σε εξειδικευμένες δεξαμενές. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται συχνά για μικρότερες αποστάσεις ή όταν δεν υπάρχει διαθέσιμη υποδομή αγωγών.

Συγκεκριμένα περιφερειακά ζητήματα

1. Είναι δυνατόν να ποσοτικοποιηθεί το οικονομικό εισόδημα που θα έχουν οι πληγείσες κοινότητες;

Η Ελλάδα εκπέμπει 70 εκατομμύρια τόνους CO₂ ετησίως, με τον βιομηχανικό τομέα να είναι ο κύριος υπεύθυνος για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Με βάση τα στοιχεία του έτους 2021, οι συνολικές βιομηχανικές εκπομπές CO₂ ήταν περίπου 32 εκατομμύρια τόνοι, με σημαντική εκπροσώπηση από τις βιομηχανίες τσιμέντου, πετροχημικών και παραγωγής ενέργειας. Η αναλογική συνεισφορά της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας στις συνολικές εκπομπές ανέρχεται σε 20% (6,6 εκατ. τόνοι CO₂ από θερμοηλεκτρικούς σταθμούς). Σε γενικές γραμμές, παρατηρείται μια εμφανής ανοδική τάση στην τιμολόγηση των εκπομπών CO₂ και αυτό αναμένεται να συνεχιστεί και τα επόμενα χρόνια, με τις προβλέψεις για το ETS της ΕΕ (τιμή δικαιωμάτων CO₂) να είναι δύσκολο να προβλεφθούν με ακρίβεια. Ακόμη και στην περίπτωση ενός συντηρητικού σεναρίου όπου η τιμή του CO₂ και οι επαληθευμένες εκπομπές του 2021 παραμένουν σταθερές, το προβλεπόμενο κόστος των αδειών ETS των φορέων εκπομπών CO₂ στη Δυτική Μακεδονία για τη χρονική περίοδο 2022 – 2025 κυμαίνεται από 2 έως 2,6 δισ. Ευρώ.

2. Πώς γνωρίζουμε ότι η Δυτική Μακεδονία είναι κατάλληλη περιοχή για αποθήκευση CO₂;

Η Μεσοελληνική αύλακα θεωρείται ευνοϊκή για την υπόγεια αποθήκευση CO₂ επειδή: 1) είναι μια λεκάνη μολασσικού τύπου με αρκετά παχιά ιζηματογενή πετρώματα που μπορούν να λειτουργήσουν ως ταμιευτήρες (π.χ. Επταχωρίου και Πενταλόφου) και πετρώματα κάλυψης (π.χ. Τσοτυλίου) και 2) το υπόβαθρο της λεκάνης αποτελείται, μεταξύ άλλων, από υπερμαφικά πετρώματα (οφιολίθους). Τα ιζηματογενή σώματα της λεκάνης μπορεί να περιέχουν σημαντικές ποσότητες υπερμαφικών κροκάλων. Αυτά τα πετρώματα τείνουν να αντιδρούν με το CO₂ και αυτό μπορεί να οδηγήσει σε ορυκτοποίηση και μόνιμο εγκλωβισμό του CO₂.

Προσοχή, ωστόσο, θα πρέπει να δοθεί στην αξιολόγηση της πιθανής διαμερισματοποίησης και διαρροής του ταμιευτήρα λόγω των ρηγμάτων που φαίνεται να είναι εμφανή στην περιοχή. Επιπλέον, θα πρέπει να αξιολογηθούν λεπτομερώς οι ρυθμίσεις κλεισίματος, καθώς το υπερκείμενο πέτρωμα δεν καλύπτει ολόκληρη την περιοχή. Οι εργασίες που διεξάγονται επί του παρόντος στο πλαίσιο του πιλοτικού προγράμματος PilotSTRATEGY αποσκοπούν στη μείωση αυτών των αβεβαιοτήτων.

3. Πώς μπορεί να ελεγχθεί η δυνατότητα υλοποίησης ενός τέτοιου έργου στην Δ. Μακεδονία;

Ενώ οι τεχνικές πτυχές του CCS δεν θέτουν σημαντικά εμπόδια, είναι σημαντικό να αναγνωριστεί ότι τα πιο σημαντικά εμπόδια βραχυπρόθεσμα και μεσοπρόθεσμα βρίσκονται στις εμπορικές πτυχές του CCS. Αυτό υπογραμμίζει την κρίσιμη σημασία του έγκαιρου στρατηγικού σχεδιασμού για υποδομές μεταφοράς CO₂ μεγάλης κλίμακας, ώστε να διασφαλιστεί η βέλτιστη σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι το κόστος του CCS αποτελεί σημαντικό στοιχείο της οικονομικής σκοπιμότητας, πρέπει να δημιουργηθούν, μεταξύ άλλων, μοντέλα ανάπτυξης πεδίων για την προκαταρκτική εκτίμηση των τεχνικών και εμπορικών πτυχών που αφορούν ολόκληρη την αλυσίδα CCS που συνδέεται με τη σημερινή τεχνολογία, αναλύοντας τις επιδόσεις διαφορετικών σεναρίων ανάπτυξης πεδίων CCS (CAPEX, OPEX, τεχνικά χαρακτηριστικά κ.λπ.). Επιπλέον, πρέπει να πραγματοποιηθεί ανάλυση επιχειρηματικού μοντέλου που θα συνεπάγεται την ολοκληρωμένη διαμόρφωση του επιχειρησιακού πλαισίου για την πλήρη αλυσίδα αξίας της δέσμευσης, μεταφοράς και αποθήκευσης άνθρακα. Για την επιτυχία του CCS, τα έργα αυτά απαιτούν εγγυημένη, αξιόπιστη πρόσβαση σε ασφαλή και οικονομικά αποδοτική μεταφορά και αποθήκευση CO₂. Ωστόσο, η δημιουργία μιας τέτοιας υποδομής δεν είναι εύκολη, καθώς οι διάφορες φάσεις του CCS (δέσμευση-μεταφορά-αποθήκευση) έχουν διαφορετικές απαιτήσεις για οικονομική στήριξη. Η ανάλυση διαφορετικών επιχειρηματικών μοντέλων (ποσοτικά), η ανάπτυξη ενός τεχνικοοικονομικού σχεδίου για την αξιολόγηση των πιο αποτελεσματικών λύσεων, σε συνδυασμό με διαφορετικά χρονοδιαγράμματα επενδύσεων, είναι απαραίτητο να εξεταστούν, επιτρέποντας την εμφάνιση διαφορετικών δομών χρηματοδότησης και εξόδων κόστους για κάθε κρίκο της αλυσίδας αξιών.

4. Σε μια πιθανή υλοποίηση γεωλογικής αποθήκευσης διοξειδίου άνθρακα στην Δ. Μακεδονία, ποιοι θα αναλάβουν την διαδικασία της μελέτης και κατασκευής του έργου;

Σε μια προοπτική εκτέλεσης γεωλογικής αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στη Δυτική Μακεδονία, η ευθύνη για τον σχεδιασμό και την κατασκευή του έργου θα ανήκει στην εταιρεία/φορέα που θα υποβάλει αίτηση και θα λάβει τη σχετική άδεια αποθήκευσης CO₂, σύμφωνα με τη σχετική ελληνική νομοθεσία για τα έργα αποθήκευσης CO₂. Ωστόσο, δεδομένης της πολυπλοκότητας του εν λόγω έργου, είναι πιθανό να υπάρξει μια συνεργατική προσπάθεια στην οποία θα συμμετέχουν οι σχετικοί ενδιαφερόμενοι φορείς και οντότητες, όπως κυβερνητικές αρχές, ρυθμιστικές και περιβαλλοντικές υπηρεσίες, εταιρείες ενέργειας και μηχανικής, ερευνητικά ιδρύματα και ενδεχομένως διεθνείς οργανισμοί με εμπειρία σε έργα CCS. Δεδομένης της περίπλοκης και πολύπλευρης φύσης τέτοιων εγχειρημάτων, μια ολιστική προσέγγιση καθίσταται επιτακτική για την αντιμετώπιση του φάσματος των απαιτήσεων, που κυμαίνονται από ολοκληρωμένες γεωλογικές αξιολογήσεις έως σχολαστικά μηχανολογικά σχέδια,

που περιλαμβάνουν την τήρηση των κανονιστικών ρυθμίσεων, τις εκτιμήσεις περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τα αυστηρά πρωτόκολλα ασφαλείας. Η εναρμονισμένη συνέργεια μεταξύ αυτών των φορέων αποκτά ύψιστη σημασία για την απρόσκοπτη σχεδίαση και κατασκευή του έργου, με την αυστηρή τήρηση των απαιτούμενων τεχνικών κριτηρίων και των περιβαλλοντικών εγγυήσεων.

5. Θα μπορούσε η Δ. Μακεδονία να αποτελέσει τον προμηθευτή του γεωλογικού χώρου για αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα για τις κοντινές ευρωπαϊκές χώρες;

Με βάση μια προκαταρκτική αξιολόγηση σε επίπεδο λεκάνης για τη δυνητική αποθήκευση CO₂ στη λεκάνη της Μεσοελληνικής αύλακας στη Δυτική Μακεδονία (χερσαία), οι εκτιμήσεις κυμαίνονται από 200 Mt (συντηρητικά) έως πάνω από 1 Gt. Παρόλο που οι περισσότερες από αυτές τις εκτιμήσεις έχουν προκαταρκτικό χαρακτήρα, γεγονός που δικαιολογεί την ανάγκη για πιο ολοκληρωμένες και λεπτομερείς μελέτες, το εκτιμώμενο επίπεδο αποθηκευτικής ικανότητας δείχνει ότι η λεκάνη της Μεσοελληνικής αύλακας παρουσιάζει τη δυνατότητα όχι μόνο για την αποθήκευση εγχώριου CO₂, αλλά και για την αποθήκευση διεθνών εκπομπών CO₂ από κοντινές ευρωπαϊκές χώρες. Ωστόσο, απαιτούνται πολύ πιο εμπειριστατωμένες τεχνικές εργασίες για την ακριβέστερη εκτίμηση της αποθηκευτικής ικανότητας.

6. Ποια είναι τα οφέλη για την περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας με την υλοποίηση ενός έργου CCS;

Επί του παρόντος, το σχεδόν εξαντλημένο κοίτασμα πετρελαίου του Πρίνου αποτελεί, βραχυπρόθεσμα και μεσοπρόθεσμα, την πιο ώριμη υποψήφια περιοχή για την αποθήκευση άνθρακα, λόγω της διαθεσιμότητας εκτεταμένων συνόλων δεδομένων για το υπέδαφος και της καλής γνώσης της τοπικής γεωλογίας και των ιδιοτήτων των ταμιευτήρων με βάση πάνω από 40 χρόνια παραγωγής (η προκαταρκτική αξιολόγηση των ταμιευτήρων του Πρίνου αποκάλυψε συνολική αποθηκευτική ικανότητα 60 Mt). Ωστόσο, η χαρτογράφηση των εκπομπών CO₂ στην Ελλάδα αποκαλύπτει τη σημαντική γεωγραφική έκταση που χωρίζει τις πηγές εκπομπών και τον χώρο αποθήκευσης στον Πρίνο. Η διασπορά των εκπομπών CO₂ της βαριάς βιομηχανίας, επιδεικνύει εμφανώς τις πιθανές υποψήφιες βιομηχανίες για την εφαρμογή του CCS εντός της Βόρειας Ελλάδας, της Κεντρικής Ελλάδας, της Αττικής και της Πελοποννήσου. Η σημαντική ανομοιογένεια στις διάφορες περιοχές της Ελλάδας υποδεικνύει ότι απαιτούνται πρόσθετες πιθανές υποψήφιες περιοχές για μόνιμη αποθήκευση CO₂, προκειμένου η Ελλάδα να μειώσει το ανθρακικό αποτύπωμα και να ανταποκριθεί στις διεθνείς περιβαλλοντικές δεσμεύσεις. Ένα έργο CCS στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας μπορεί να αναδειχθεί ως εναλλακτικός και προοπτικός προορισμός για την υπόγεια αποθήκευση CO₂, ο οποίος μπορεί να μετριάσει αποτελεσματικά τις εκπομπές CO₂ μειώνοντας τις συνολικές βιομηχανικές εκπομπές κατά ένα



Επιταχύνοντας την αποθήκευση
CO₂ για ένα βιώσιμο μέλλον

**Γεωλογική αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα (CO₂)
σε στρατηγικές περιοχές - Χτίζοντας ένα
κλιματικά ανθεκτικό μέλλον χαμηλών εκπομπών
άνθρακα: ασφαλής, καθαρή και αποδοτική ενέργεια:**

ασφαλής, καθαρή και αποδοτική ενεργεία

Συντονίστρια: Δρ Fernanda M.L. Veloso, BRGM (f.veloso@brgm.fr)

σημαντικό περιθώριο που κυμαίνεται από 20% έως 30% με βάση τη γεωγραφική έκταση της περιοχής κάλυψης. Ένα πρόσθετο πλεονέκτημα ενός πιθανού έργου CCS στη Δυτική Μακεδονία είναι ότι θα προστατεύσει την ανταγωνιστικότητα της βαριάς βιομηχανίας στις βιομηχανικές περιοχές που βρίσκονται στρατηγικά σε σχετικά κοντινή απόσταση από τη λεκάνη της Μεσοελληνικής αλάκας στη Δυτική Μακεδονία. Αξίζει να αναφερθεί ότι για να επιτευχθεί μια ακριβέστερη εκτίμηση της αποθηκευτικής ικανότητας, της πραγματικής σκοπιμότητας και των οφελών ενός έργου CCS στην περιοχή αυτή απαιτούνται περαιτέρω αξιολογήσεις.