



Στρασβούργο, 6.2.2024
COM(2024) 62 final

**ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ
ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ
ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ**

Προς μια φιλόδοξη βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα για την ΕΕ

1. Γιατί η ΕΕ χρειάζεται μια στρατηγική βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δεσμευτεί να επιτύχει κλιματική ουδετερότητα στο σύνολο της οικονομίας έως το 2050 με σκοπό τον περιορισμό της υπερθέρμανσης του πλανήτη σε 1,5 °C. Η Επιτροπή εφαρμόζει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο πολιτικής για τη μείωση των εκπομπών κατά τουλάχιστον 55 % έως το 2030 και έχει πλέον θέσει τις βάσεις για την κλιματική φιλοδοξία της ΕΕ για την επόμενη δεκαετία¹.

Η επίτευξη αυτών των στόχων και η απεξάρτησή μας από τα ορυκτά καύσιμα απαιτούν αποφασιστική δράση για το κλίμα σε όλους τους τομείς της οικονομίας. Η στρατηγική της ΕΕ για τη βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα αποτελεί αυτή καθεαυτήν ουσιαστικό συμπλήρωμα του μετριασμού των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG) ο οποίος είναι κατ' αρχάς αναγκαίος. Ως παγκόσμιος πρωτοπόρος, η ΕΕ έχει την ευκαιρία να δημιουργήσει οικονομικό πλεονέκτημα στις τεχνολογίες βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα που παρέχουν παγκόσμιες επιχειρηματικές ευκαιρίες². Η βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα μπορεί να συμβάλει στην απανθρακοποίηση των διαδικασιών παραγωγής σε βιομηχανικούς τομείς που είναι σημαντικοί για την ευρωπαϊκή οικονομία, συμπληρώνοντας άλλες προσπάθειες απανθρακοποίησης. Ως εκ τούτου, η βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα αποτελεί υγιές και σημαντικό δομικό στοιχείο για μια βιώσιμη και ανταγωνιστική οικονομία στην Ευρώπη.

Το 2040 η κατανάλωση ορυκτών καυσίμων για ενέργεια θα είναι μειωμένη κατά περίπου 80 % σε σύγκριση με το 2021³. Αυτή η μείωση θα επιτευχθεί μέσω της ταχείας ανάπτυξης και ενσωμάτωσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, της κυκλικότητας και της αποδοτικής χρήσης των πόρων, της βιομηχανικής συμβίωσης, της ενεργειακής απόδοσης, των εναλλακτικών διαδικασιών παραγωγής και της υποκατάστασης υλικών, με την επαναχρησιμοποίηση του άνθρακα να συμβάλλει σε αυτή τη σημαντική αλλαγή. Επιπλέον, θα επιτευχθεί μέσω της τελευταίας μεταρρύθμισης του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής της ΕΕ (ΣΕΔΕ), μέσω της οποίας οι βιομηχανικές εκπομπές θα πρέπει να μειωθούν με ταχύτερο ρυθμό για την επίτευξη του στόχου του 2030 και η οποία θέσπισε το νέο ΣΕΔΕ της ΕΕ, που καλύπτει τις εκπομπές CO₂ από τη χρήση καυσίμων στις οδικές μεταφορές, στα κτίρια και σε πρόσθετους τομείς⁴. Ωστόσο, σε ορισμένους τομείς, θα εξακολουθήσει να υπάρχει περιορισμένη χρήση ορυκτών καυσίμων και το 2040, για παράδειγμα με τη μορφή πετρελαίου στον τομέα των μεταφορών και με τη μορφή μικρών ποσοτήτων αερίου για θέρμανση και βιομηχανικούς σκοπούς (μεταξύ άλλων ως πρώτη ύλη). Η παρούσα ανακοίνωση αναγνωρίζει ότι οι τεχνολογίες βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα αποτελούν μέρος της λύσης για την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050. Αυτές οι τεχνολογίες είναι απαραίτητες για τη συνέχιση της μείωσης και της διαχείρισης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε βιομηχανικές διεργασίες στην ΕΕ, ιδίως όταν οι επιλογές μετριασμού είναι περιορισμένες.

¹ Ανακοίνωση με τίτλο «Εξασφαλίζουμε το μέλλον μας — Ο κλιματικός στόχος της Ευρώπης για το 2040 και η πορεία προς την κλιματική ουδετερότητα έως το 2050, με την οικοδόμηση μιας βιώσιμης, δίκαιης και ευημερούσας κοινωνίας», COM(2024) 63 («Ανακοίνωση της ΕΕ για τον κλιματικό στόχο για το 2040»).

² Βλ.: Πρόοδος όσον αφορά την ανταγωνιστικότητα των τεχνολογιών καθαρής ενέργειας [COM(2023) 652 final].

³ Εκτίμηση επιπτώσεων για την ανακοίνωση της ΕΕ σχετικά με τον κλιματικό στόχο για το 2040, SWD (2024) 63.

⁴ Αυτό θα ισχύσει από το 2027· Οδηγία (ΕΕ) 2023/959.

Ωστόσο, απαιτούνται πρόσθετα μέτρα για τη συνέχιση της μείωσης και της διαχείρισης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε βιομηχανικές διεργασίες στην ΕΕ, ιδίως όταν άλλες επιλογές μετριασμού είναι περιορισμένες⁵. Κατά την τρέχουσα δεκαετία, θα δοθεί έμφαση κυρίως στη δέσμευση του CO₂ από τις εκπομπές διεργασιών, καθώς και ορισμένων εκπομπών από ορυκτές και βιογενείς πηγές CO₂ (βλ. γράφημα 1). Πέρα από τις φυσικές καταβόθρες άνθρακα και την ανθρακοδεσμευτική γεωργία⁶, η επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας για το σύνολο της οικονομίας έως το 2050 θα απαιτήσει βιομηχανικές απορροφήσεις άνθρακα από βιογενείς και ατμοσφαιρικές πηγές ήδη πριν από το 2040, προκειμένου να αντισταθμιστούν οι εκπομπές που είναι δύσκολο να μειωθούν στην ΕΕ και στη συνέχεια να επιτευχθούν αρνητικές εκπομπές.

Η ΕΕ βρίσκεται σε σχετικά καλή θέση όσον αφορά τις τεχνολογίες δέσμευσης CO₂ και όσον αφορά την έρευνα και την καινοτομία, με ορισμένες εταιρείες να προμηθεύουν διαφορετικές τεχνολογίες δέσμευσης με εμπορικούς όρους⁷. Η γεωλογική γνώση και η τεχνογνωσία των εταιρειών για την κατασκευή αγωγών και πλοίων, και την πραγματοποίηση γεωτρήσεων θα είναι ουσιαστικής σημασίας για την ανάπτυξη έργων διαχείρισης του άνθρακα.

Η ΕΕ διαθέτει ήδη μια σειρά πολιτικών για τη στήριξη της δέσμευσης του CO₂. Ωστόσο, για να αξιοποιηθεί πλήρως το οικονομικό δυναμικό της σύμφωνα με τη φιλοδοξία που έχει θέσει η ανακοίνωση για τον κλιματικό στόχο της ΕΕ για το 2040⁸ και για να επιτευχθεί κλιματική ουδετερότητα έως το 2050, η ΕΕ θα πρέπει να εντείνει σημαντικά τις προσπάθειές της. Στον κανονισμό για τη βιομηχανία των μηδενικών καθαρών εκπομπών, η Επιτροπή πρότεινε να μπορούν να αποθηκεύονται σε γεωλογικούς σχηματισμούς τουλάχιστον 50 εκατ. τόνοι CO₂ ετησίως έως το 2030.

Τα αποτελέσματα μοντελοποίησης για την ανακοίνωση της ΕΕ σχετικά με τον κλιματικό στόχο για το 2040 δείχνουν ότι περίπου 280 εκατ. τόνοι θα πρέπει να δεσμευτούν έως το 2040 και περίπου 450 εκατ. τόνοι έως το 2050⁹ (βλ. γράφημα 1). Τα αποτελέσματα αυτά παρέχουν το πλαίσιο για περαιτέρω συζητήσεις με τη βιομηχανία και άλλα ενδιαφερόμενα μέρη σχετικά με τις μεθόδους υλοποίησης των εν λόγω τεχνολογιών. Μέχρι το 2040 σχεδόν το ήμισυ του CO₂ που δεσμεύεται ετησίως θα πρέπει να προέρχεται από βιογενείς πηγές ή απευθείας από την ατμόσφαιρα. Αυτό θα διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην απομάκρυνση του άνθρακα από την ατμόσφαιρα και στην παροχή μιας κλιματικά ουδέτερης πηγής άνθρακα για διάφορες βιομηχανικές εφαρμογές, καθώς και για την παραγωγή βιώσιμων καυσίμων για εκπομπές που είναι δύσκολο να μειωθούν στις μεταφορές, όπως στην αεροπορία και στον τομέα της ναυτιλίας, όπου η δέσμευση και αποθήκευση του διοξειδίου του άνθρακα (στο εξής: CCS) επί του σκάφους αποτελεί επίσης επιλογή προς διερεύνηση.

⁵ Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), 2022. *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*; ΔΟΕ, 2021. *Net Zero Roadmap A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach*. ESABCC 2023, Επιστημονικές συμβουλές για τον καθορισμό ενός κλιματικού στόχου σε επίπεδο ΕΕ για το 2040 και ενός προϋπολογισμού για τα αέρια του θερμοκηπίου για την περίοδο 2030-2050 ([σύνδεσμος](#)).

⁶ Βλ. Ανακοίνωση για την αποκατάσταση βιώσιμων κύκλων άνθρακα [COM(2021) 800 final].

⁷ Έκθεση για τη δέσμευση και αποθήκευση του διοξειδίου του άνθρακα του 2023 του CETO του Κοινού Κέντρου Ερευνών: ([σύνδεσμος](#)).

⁸ COM(2024) 63.

⁹ SWD(2024) 63.

Η κλίμακα αυτού του εγχειρήματος είναι μεγάλη. Η αποθήκευση 50 εκατ. τόνων το 2030 ισοδυναμεί με τις ετήσιες εκπομπές CO₂ της Σουηδίας το 2022¹⁰. Τα ενδιαφερόμενα μέρη του κλάδου εξέφρασαν την άποψη ότι, αν υπάρξουν οι απαραίτητες επενδυτικές συνθήκες¹¹, έως το 2030, θα μπορούσαν να δεσμεύονται ετησίως στην Ευρώπη έως και 80 εκατ. τόνοι CO₂.

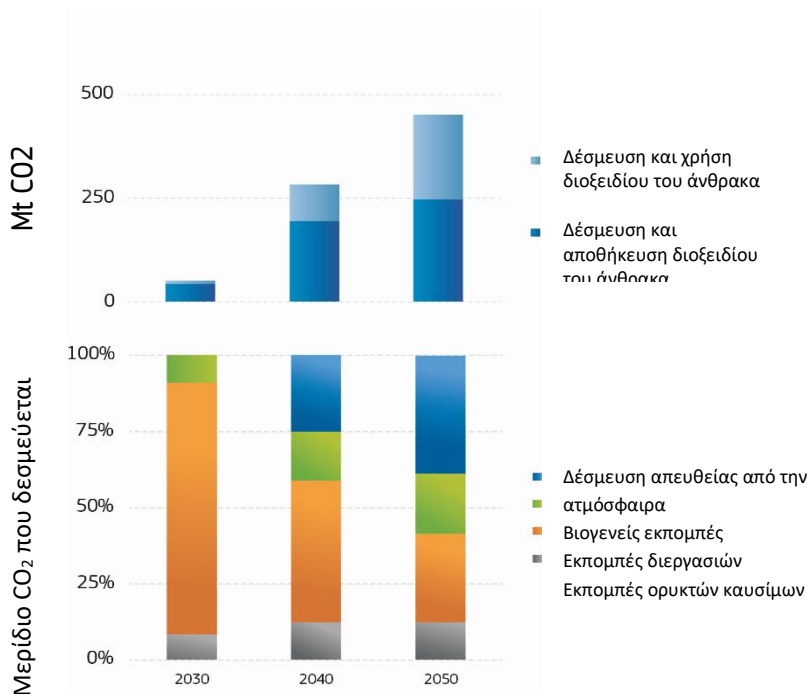
Η δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα θα απαιτήσει επίσης σημαντική πρόσθετη ενέργεια για την τροφοδότηση αυτής της ενεργοβόρου διαδικασίας και¹², στην περίπτωση του βιογενούς άνθρακα, τη βιώσιμη προμήθεια βιομάζας. Επιπλέον, ενώ η CCS και τα βιομηχανικά έργα CCS θα πρέπει να αναπτύσσονται και να λειτουργούν σε εμπορική βάση, θα χρειαστεί κάποια χρηματοδοτική στήριξη για την παροχή μεταβατικών λύσεων, ιδίως στο πρώτο στάδιο της δημιουργίας της ευρωπαϊκής αγοράς και υποδομής.

¹⁰ Οι συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου της Σουηδίας ανήλθαν σε 49,5 Mt το 2022, με βάση τα στοιχεία της Eurostat για το 2023 ([σύνδεσμος](#)).

¹¹ Όπως υπολογίζεται από τον συνασπισμό ενδιαφερόμενων μερών (βιομηχανία, ΜΚΟ) του φόρουμ CCUS (δέσμευση, χρήση και αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα), τα έργα αυτά δεν έχουν λάβει τελικές επενδυτικές αποφάσεις λόγω, μεταξύ άλλων, έλλειψης υπηρεσιών της αξιακής αλυσίδας CO₂ (μεταφορά, αποθήκευση) και της ανεπαρκούς χρηματοδοτικής στήριξης, βλ. ομάδα εργασίας CCUS Vision, Απρίλιος 2023 ([σύνδεσμος](#)).

¹² Συνήθως, οι διαδικασίες δέσμευσης άνθρακα καταναλώνουν 1-3 MWh/τόνο CO₂. Στοιχεία βάσει του ΔΟΕ (2022) Direct Air Capture και ΔΟΕ (2023) The Oil and Gas Industry in Net Zero Transitions.

Γράφημα 1: Όγκος του CO₂ που δεσμεύεται για αποθήκευση και χρήση στην ΕΕ (πάνω γράφημα) και μερίδιο του CO₂ που δεσμεύεται ανά προέλευση (κάτω γράφημα)¹³



Η κλίμακα αυτής της πρόκλησης απαιτεί μια στρατηγική βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα σε επίπεδο ΕΕ, η οποία θα βασίζεται σε τρεις μεθόδους υλοποίησης:

- Δέσμευση CO₂ για αποθήκευση (CCS): όταν οι εκπομπές CO₂ ορυκτής, βιογενούς ή ατμοσφαιρικής προέλευσης δεσμεύονται και μεταφέρονται για μόνιμη και ασφαλή αποθήκευση σε γεωλογικούς σχηματισμούς.
- Απομάκρυνση του CO₂ από την ατμόσφαιρα: όταν η μόνιμη αποθήκευση περιλαμβάνει βιογενές ή ατμοσφαιρικό CO₂ και έχει ως αποτέλεσμα την απομάκρυνση του άνθρακα από την ατμόσφαιρα.
- Δέσμευση CO₂ για χρήση (CCU): όταν η βιομηχανία χρησιμοποιεί δεσμευμένο CO₂ σε συνθετικά προϊόντα, χημικές ουσίες ή καύσιμα. Ενώ αρχικά χρησιμοποιούνται όλοι οι τύποι CO₂, με την πάροδο του χρόνου η στρατηγική εστίαση των αξιακών αλυσίδων χρήσης στη δέσμευση βιογενούς ή ατμοσφαιρικού CO₂ θα αποφέρει μεγαλύτερα οφέλη για το κλίμα.

¹³ Τα αριθμητικά στοιχεία του παρόντος γραφήματος βασίζονται στη μοντελοποίηση της εκτίμησης επιπτώσεων για την ανακοίνωση της ΕΕ σχετικά με τον κλιματικό στόχο για το 2040 [SWD(2024) 63]. Οι όγκοι του CO₂ που δεσμεύεται, αποθηκεύεται και χρησιμοποιείται, καθώς και τα μερίδια ανά προέλευση του CO₂ εξαρτώνται από το σενάριο· σε αυτό το γράφημα αναφέρονται οι τιμές που αντιπροσωπεύουν τον μέσο όρο των σεναρίων S2 και S3. Η μικρή αύξηση του μεριδίου του δεσμευμένου CO₂ ορυκτής προέλευσης για το 2040 αντικατοπτρίζει την ευρύτερη ανάπτυξη εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας με δέσμευση CO₂ σε ένα πλαίσιο όπου η συνολική χρήση ορυκτών καυσίμων σε εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας είναι σημαντικά χαμηλότερη προς το 2050.

Οι υποδομές μεταφοράς CO₂ αποτελούν τον βασικό παράγοντα διευκόλυνσης που είναι κοινός για όλες τις μεθόδους υλοποίησης. Όταν το δεσμευμένο CO₂ δεν χρησιμοποιείται απευθείας επιτόπου, θα πρέπει να μεταφέρεται και είτε να χρησιμοποιείται σε βιομηχανικές διεργασίες (π.χ. για δομικά προϊόντα, συνθετικά καύσιμα, πλαστικά ή άλλες χημικές ουσίες) είτε να αποθηκεύεται μόνιμα σε γεωλογικούς σχηματισμούς.

Ως εκ τούτου, στόχος της παρούσας στρατηγικής είναι να συγκεντρώσει διάφορα σκέλη πολιτικής με σκοπό τη δημιουργία ευνοϊκού περιβάλλοντος για την ανάπτυξη και την κλιμάκωση προσεγγίσεων βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα. Περιγράφει την τρέχουσα κατάσταση όσον αφορά τη βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα, την προβλεπόμενη πορεία προς το 2050, το πλαίσιο πολιτικής για τη βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα και τις αναγκαίες προϋποθέσεις για τη στήριξη προσεγγίσεων βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα.

2. Η τρέχουσα κατάσταση όσον αφορά τη βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα στην Ευρώπη

Η ΕΕ διαθέτει ήδη μια σειρά πολιτικών που στηρίζουν τη δέσμευση και αποθήκευση και/ή χρήση του διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και τις σχετικές ανάγκες σε υποδομές. Από το 2009, η αποθήκευση CO₂ σε γεωλογικούς σχηματισμούς ρυθμίζεται από την οδηγία CCS, η οποία καθορίζει κανόνες αδειοδότησης για τη κατοχύρωση της ασφάλειας και της περιβαλλοντικής ακεραιότητας της αποθήκευσης CO₂ και προβλέπει πρόσβαση στην υποδομή με διαφάνεια και αμεροληψία¹⁴. Επιπλέον, τα έργα μεταφοράς CO₂ υποστηρίζονται στο πλαίσιο του αναθεωρημένου κανονισμού ΔΕΔ-Ε¹⁵ και ο τρέχων κατάλογος 14 έργων κοινού ενδιαφέροντος (ΕΚΕ) ή έργων αμοιβαίου ενδιαφέροντος (ΕΑΕ)¹⁶ ανέρχεται σε συνολική προγραμματισμένη δυναμικότητα έως 103 εκατ. τόνων CO₂ ετησίως σε τέσσερις χερσαίους τόπους αποθήκευσης και οκτώ ή περισσότερες υπεράκτιες θέσεις.

Το σύστημα εμπορίας εκπομπών της ΕΕ (ΣΕΔΕ)¹⁷ έχει τιμολογήσει τις εκπομπές CO₂ και, από το 2013, παρέχει κίνητρα για τη δέσμευση CO₂ για μόνιμη αποθήκευση στην ΕΕ και στον Ευρωπαϊκό Οικονομικό Χώρο (ΕΟΧ). Πρόσφατα, η μεταρρύθμιση του ΣΕΔΕ της ΕΕ επέφερε αρκετές αλλαγές με σκοπό τη στήριξη της βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα, συμπεριλαμβανομένων της διεύρυνσης του πεδίου εφαρμογής της μεταφοράς CO₂ για αποθήκευση και των κινήτρων για τη χρήση συνθετικών καυσίμων στον τομέα των αερομεταφορών. Επιπλέον, τα δικαιώματα για εκπομπές που θεωρείται ότι έχουν δεσμευθεί και χρησιμοποιηθεί μόνιμα δεν χρειάζεται να παραδίδονται¹⁸, παρέχοντας περισσότερες επιλογές στους παραγωγούς εκπομπών για τη δέσμευση του CO₂. Το Ταμείο Καινοτομίας της ΕΕ, το οποίο συστάθηκε με έσοδα που παράγονται από το ΣΕΔΕ της ΕΕ, στηρίζει ήδη έργα δέσμευσης

¹⁴Βλ. άρθρο 21 «Πρόσβαση στο δίκτυο μεταφοράς και τους τόπους αποθήκευσης» της οδηγίας 2009/31/ΕΚ.

¹⁵ Κανονισμός (ΕΕ) 2022/869.

¹⁶ Τα έργα κοινού ενδιαφέροντος (ΕΚΕ) είναι βασικά διασυνοριακά έργα υποδομών που συνδέουν τα ενεργειακά συστήματα των χωρών της ΕΕ ([σύνδεσμος](#)).

¹⁷ Οδηγία 2003/87/ΕΚ.

¹⁸ Αυτό περιλαμβάνει το CO₂ που χρησιμοποιείται για την παραγωγή και τη χρήση ανανεώσιμων καυσίμων μη βιολογικής προέλευσης.

και αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα της τάξης των 10 εκατ. τόνων CO₂ περίπου ετησίως, με τη λειτουργία του να ξεκινά το 2027.

Το 2021 η Επιτροπή έθεσε φιλόδοξους στόχους για το 2030 με σκοπό την επίτευξη μεριδίου τουλάχιστον 20 % βιώσιμου άνθρακα επί του άνθρακα που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη στη χημική βιομηχανία της ΕΕ και την απομάκρυνση και μόνιμη αποθήκευση τουλάχιστον 5 εκατ. τόνων CO₂¹⁹. Ένα ενωσιακό πλαίσιο πιστοποίησης για τις απορροφήσεις άνθρακα²⁰, το οποίο θα εγκριθεί σύντομα από τους συννομοθέτες, αναμένεται να διασφαλίσει την περιβαλλοντική ακεραιότητα των πιστοποιημένων απορροφήσεων άνθρακα.

Επιπλέον, ο προτεινόμενος κανονισμός για τη βιομηχανία των μηδενικών καθαρών εκπομπών (NZIA)²¹ αναγνωρίζει τη δέσμευση και την αποθήκευση άνθρακα ως στρατηγικές τεχνολογίες μηδενικών καθαρών εκπομπών και στηρίζει την ανάπτυξη έργων με ρυθμιστικά μέτρα, συμπεριλαμβανομένων ταχύτερων διαδικασιών αδειοδότησης. Η πρόταση περιλαμβάνει επίσης στόχο ενωσιακής διαθέσιμης δυναμικότητας αποθήκευσης 50 εκατ. τόνων CO₂ ετησίως έως το 2030 και δίνει εντολή στους παραγωγούς πετρελαίου και φυσικού αερίου να επενδύσουν σε αυτές τις αρχικές υποδομές, αναγνωρίζοντας την ειδική τεχνογνωσία του τομέα στο πεδίο αυτό.

Με βάση τις πολιτικές αυτές, 20 κράτη μέλη έχουν ήδη συμπεριλάβει λύσεις βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα στα προσχέδια των εθνικών σχεδίων τους για την ενέργεια και το κλίμα (ΕΣΕΚ).²² Στα προσχέδιά τους, τα κράτη μέλη προβλέπουν ότι το 2030 θα δεσμεύονται ετησίως έως 34,1 εκατ. τόνοι CO₂, εκ των οποίων 5,1 εκατ. τόνοι από βιογενείς πηγές²³. Η ποσότητα αυτή συγκρίνεται με τη συνολική ικανότητα έγχυσης που εκτιμάται από τα κράτη μέλη σε 39,3 εκατ. τόνους ετησίως το 2030²⁴. Σύμφωνα με τα υποβληθέντα προσχέδια ΕΣΕΚ, το CO₂ θα δεσμεύεται κυρίως από εκπομπές διεργασιών, ιδίως στους τομείς του τσιμέντου, του χάλυβα και του φυσικού αερίου. Τα κράτη μέλη δίνουν επίσης προτεραιότητα στη δέσμευση άνθρακα κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ιδίως από βιομάζα, και στην παραγωγή υδρογόνου χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών. Άλλες εφαρμογές δέσμευσης άνθρακα που αντικατοπτρίζονται στα ΕΣΕΚ αφορούν τον τομέα της διύλισης, της αποτέφρωσης αποβλήτων και της παραγωγής θερμικής ενέργειας.

Επτά κράτη μέλη έχουν επίσης συμπεριλάβει τις τεχνολογίες αυτές στα οικεία σχέδια ανάκαμψης και ανθεκτικότητας. Η Δανία και οι Κάτω Χώρες έχουν ήδη θέσει σε λειτουργία

¹⁹ COM(2021) 800.

²⁰ COM(2022) 672 final.

²¹ Πρόταση κανονισμού του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με τη θέσπιση πλαισίου μέτρων για την ενίσχυση του οικοσυστήματος παραγωγής προϊόντων τεχνολογιών μηδενικών καθαρών εκπομπών της Ευρώπης (πράξη για τη βιομηχανία των μηδενικών καθαρών εκπομπών), [COM(2023) 161].

²² Τα κράτη μέλη έχουν διαφορετικές προτεραιότητες: Γερμανία, Ουγγαρία, Λιθουανία, Πορτογαλία (CCS & CCU), Κύπρος, Τσεχία, Δανία, Εσθονία, Ελλάδα, Ισπανία, Γαλλία, Κροατία, Ιταλία, Κάτω Χώρες, Ρουμανία, Σουηδία, Σλοβενία, Σλοβακία (CCS), Φινλανδία, Λουξεμβούργο (CCU).

²³ Με βάση τα προσχέδια εθνικών σχεδίων για την ενέργεια και το κλίμα (ΕΣΕΚ) που υποβλήθηκαν έως τις 30 Ιουνίου 2023 [COM(2023) 796 final], το Βέλγιο, η Τσεχία, η Δανία, η Γαλλία, η Ελλάδα, η Ιταλία, η Λιθουανία και οι Κάτω Χώρες προβλέπουν ετήσια δέσμευση CO₂ από το 2025, ενώ συνολικά τα κράτη μέλη προβλέπουν δέσμευση 34,1 Mt CO₂ ετησίως έως το 2030, εκ των οποίων 5,1 Mt CO₂ από βιογενείς πηγές.

²⁴ Στα προσχέδια των ΕΣΕΚ, μόνο η Δανία, η Ιταλία και οι Κάτω Χώρες έχουν εκτιμήσει την ετήσια ικανότητα έγχυσης CO₂ που θα είναι διαθέσιμη το 2030, ενώ άλλα κράτη μέλη επί του παρόντος διενεργούν ή σχεδιάζουν να διενεργήσουν εκτιμήσεις της δυναμικής γεωλογικής ικανότητάς τους.

εθνικά καθεστώτα επιδοτήσεων για τη δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα και έχουν επιταχύνει τη δράση για τη διάθεση της αποθήκευσης CO₂. Μαζί με τη Νορβηγία και την Ισλανδία, οι τέσσερις αυτές χώρες είναι πρωτοπόροι στην αποθήκευση CO₂ σε γεωλογικούς σχηματισμούς σε βιομηχανική κλίμακα, σημειώνεται δε εκεί αυξανόμενο εμπορικό ενδιαφέρον τόσο για τις άδειες χερσαίας όσο και για τις άδειες υπεράκτιας αποθήκευσης. Η Γαλλία, η Γερμανία και η Αυστρία αναπτύσσουν επί του παρόντος στρατηγικές διαχείρισης του άνθρακα.

Για τη στήριξη της δέσμευσης και της χρήσης διοξειδίου του άνθρακα, δημιουργήθηκε το 2021 μια πλατφόρμα διαλόγου με τα ενδιαφερόμενα μέρη²⁵, το φόρουμ CCUS. Οι ομάδες εργασίας στο πλαίσιο του φόρουμ CCUS επικεντρώθηκαν σε βασικά ζητήματα σε σχέση με την ανάπτυξη της αγοράς διαχείρισης του άνθρακα: υποδομές (συμπεριλαμβανομένης ομάδας εμπειρογνομόνων για τις προδιαγραφές / τα πρότυπα CO₂), αντίληψη του κοινού και βιομηχανικές συμπράξεις²⁶. Η Επιτροπή προτίθεται να συνεχίσει να αξιοποιεί την πλατφόρμα αυτή στις μελλοντικές εργασίες για τη βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα.

Παρά τις πολιτικές που στηρίζουν τη βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα και τα προγραμματισμένα έργα, τα επιχειρησιακά έργα μεγάλης κλίμακας είναι περιορισμένα στην Ευρώπη. Επιπλέον, η σημερινή εμπειρία αποκαλύπτει ορισμένες προκλήσεις, ιδίως:

- δυσκολίες στη δημιουργία ενός βιώσιμου επιχειρηματικού σχεδίου, μεταξύ άλλων λόγω των σημαντικών αρχικών επενδύσεων κεφαλαίου που απαιτούνται, της αβεβαιότητας όσον αφορά τις μελλοντικές τιμές CO₂ και της ανάγκης να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην αντιστοίχιση της προσφοράς και της ζήτησης για προϊόντα χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών·
- έλλειψη ολοκληρωμένου κανονιστικού πλαισίου κατά μήκος ολόκληρης της αξιακής αλυσίδας, ιδίως για τις βιομηχανικές απορροφήσεις άνθρακα και για ορισμένες χρήσεις CO₂·
- οι πρώτες επιχειρήσεις που συμμετέχουν στη δημιουργία αξιακών αλυσίδων άνθρακα αντιμετωπίζουν επίσης ειδικούς για το CO₂ κινδύνους μεταξύ αξιακών αλυσίδων, όπως η ευθύνη για διαρροές ή η μη διαθεσιμότητα υποδομών μεταφοράς ή αποθήκευσης·
- ανεπαρκής συντονισμός και σχεδιασμός, ιδίως σε διασυνοριακό πλαίσιο·
- ανεπαρκή κίνητρα για ιδιωτικές και δημόσιες επενδύσεις με σκοπό τη θωράκιση του επιχειρηματικού σχεδίου για τη βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα.

Γενικά, οι κυβερνήσεις σε ολόκληρη την ΕΕ πρέπει να αναγνωρίσουν τη δέσμευση και αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα ως θεμιτό και αναγκαίο μέρος της λύσης για την απανθρακοποίηση.

Η παρούσα στρατηγική αντιμετωπίζει καθεμία από αυτές τις προκλήσεις, με βάση τα μέτρα που έχουν ήδη ληφθεί και τα πολιτικά και οικονομικά επιχειρήματα για μια πιο φιλόδοξη βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα στην Ευρώπη.

²⁵ [Σύνδεσμος](#).

²⁶ [Σύνδεσμος](#).

3. Ένα όραμα για την ευρωπαϊκή προσέγγιση για τη βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα

Απαιτείται κοινή προσέγγιση και κοινό όραμα για τη δημιουργία ενιαίας αγοράς λύσεων βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα ως βασικού δομικού στοιχείου για την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας το 2050. Αυτό περιλαμβάνει ένα ευνοϊκό επιχειρηματικό και επενδυτικό πλαίσιο, ενισχυμένο με πιο φιλόδοξες και καλά συντονισμένες πολιτικές σε εθνικό επίπεδο, καθώς και στρατηγικό σχεδιασμό υποδομών σε επίπεδο ΕΕ, με τη στήριξη της στενής συνεργασίας μεταξύ της ΕΕ και των εθνικών διοικήσεων, καθώς και των επιχειρήσεων, της κοινωνίας των πολιτών και των ερευνητικών κοινοτήτων.

Για να επιτευχθεί αυτό, η Ευρώπη θα πρέπει να αναπτύξει αξιακές αλυσίδες άνθρακα μεγάλης κλίμακας στην Ευρώπη για τη στήριξη των διαφόρων σταδίων της βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα.

Ο στρατηγικός στόχος της ΕΕ για το 2030 είναι η ανάπτυξη δυναμικότητας αποθήκευσης CO₂ τουλάχιστον 50 εκατ. τόνων ετησίως²⁷ μαζί με τους σχετικούς τρόπους μεταφοράς που αποτελούνται από αγωγούς, πλοία, τρένα και φορτηγά, ανάλογα με το εκάστοτε επιχειρηματικό σχέδιο.

Οι στόχοι του 2030 για τη χρήση του ανανεώσιμου υδρογόνου στη βιομηχανία και τις μεταφορές θα παράσχουν κίνητρα για τη χρήση του CO₂ για την παραγωγή μεθανόλης και συνθετικών καυσίμων. Αναμένεται να εμφανιστούν στην Ευρώπη οι πρώτοι κόμβοι υποδομών CO₂ και βιομηχανικοί συνεργατικοί σχηματισμοί που θα εξυπηρετούν έργα δέσμευσης CO₂ υποστηριζόμενα από εθνικά και ενωσιακά χρηματοδοτικά προγράμματα, πολλά από τα οποία βασίζονται στη διασυνοριακή μεταφορά CO₂. Σε αυτό το πρώιμο στάδιο της ανάπτυξης της μεταφοράς CO₂, η μεταφορά CO₂ θα πραγματοποιείται επί το πλείστον μέσω εναλλακτικών μορφών μεταφοράς στην ακτή, ακολουθούμενη από τη θαλάσσια μεταφορά σε υπεράκτιες θέσεις αποθήκευσης. Παράλληλα με αυτούς τους κόμβους υποδομών CO₂, υπογράφονται οι πρώτες εμπορικές συμφωνίες ανάληψης υποχρέωσης αγοράς για τη δέσμευση και αποθήκευση CO₂, ιδίως για τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις όπου το κόστος δέσμευσης του διοξειδίου του άνθρακα είναι σχετικά χαμηλό. Οι επενδύσεις σε αυτούς τους κόμβους θα διευκολυνθούν από τους νέους κανόνες διαλειτουργικότητας των υποδομών μεταφοράς CO₂ σε επίπεδο ΕΕ, συμπεριλαμβανομένων ελάχιστων προτύπων ποιότητας CO₂, ώστε να διασφαλιστεί η ελεύθερη ροή σε ολόκληρο τον ΕΟΧ.

Έως το 2040, οι περισσότερες αξιακές αλυσίδες άνθρακα θα πρέπει να καταστούν οικονομικά βιώσιμες για την επίτευξη των κλιματικών στόχων της ΕΕ με βάση το CO₂ ως εμπορεύσιμο αγαθό για αποθήκευση ή χρήση εντός της ενιαίας αγοράς της ΕΕ. Θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί έως και το ένα τρίτο του δεσμευμένου CO₂. Αυτές οι αξιακές αλυσίδες θα χρειαστούν υποδομές μεταφοράς και αποθήκευσης σε ολόκληρη την ΕΕ, με τους αγωγούς να αποτελούν το κύριο μέσο μεταφοράς, καθώς και επιλογές θαλάσσιας μεταφοράς. Οι υποδομές καθιστούν δυνατή τη διασυνοριακή μεταφορά δεσμευμένου CO₂ είτε για αποθήκευση είτε για χρήση, με βάση ένα κανονιστικό περιβάλλον που εγγυάται την πρόσβαση σε ανταγωνιστικές υπηρεσίες μεταφοράς και αποθήκευσης με αμεροληψία. Η δέσμευση των εκπομπών CO₂ που

²⁷ COM(2023) 161 final.

είναι δύσκολο να μειωθούν σε βιομηχανικούς τομείς θα καταστεί ο κανόνας, συμπεριλαμβανομένων όλων των συναφών υπόλοιπων πηγών εκπομπών βιομηχανικών διεργασιών. Για την επίτευξη του στόχου μείωσης των καθαρών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έως το 2040, τα επίπεδα δέσμευσης βιογενούς και ατμοσφαιρικού CO₂ θα πρέπει να είναι ήδη συγκρίσιμα με τη δέσμευση CO₂ ορυκτής προέλευσης έως το 2040, και τελικά να υπερβούν τα εν λόγω επίπεδα (βλ. γράφημα 1).

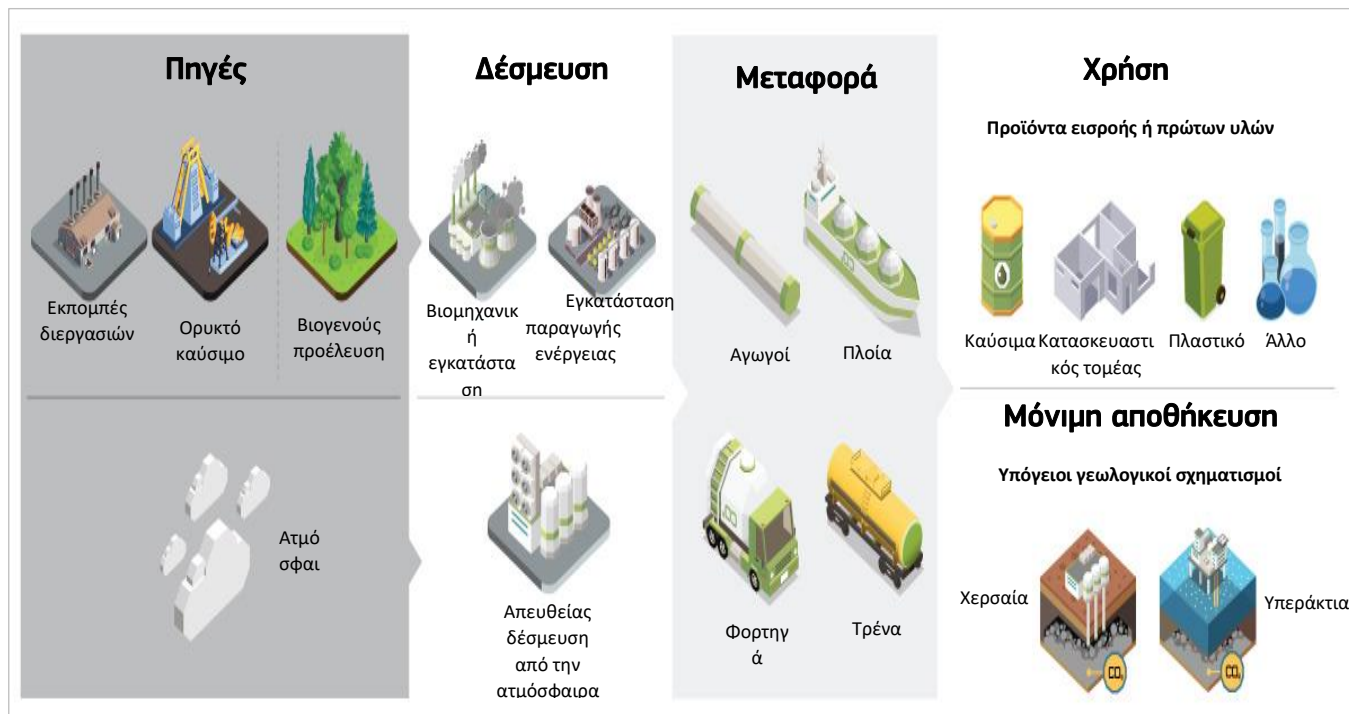
Μετά το 2040, η βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα θα πρέπει να αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του οικονομικού συστήματος της ΕΕ και ο βιογενής ή ατμοσφαιρικός άνθρακας θα πρέπει να καταστεί η κύρια πηγή βιομηχανικών διεργασιών που βασίζονται στον άνθρακα ή καυσίμων κίνησης. Τυχόν εναπομένον CO₂ ορυκτής προέλευσης θα πρέπει να δεσμεύεται και θα υπάρχει ισχυρό επιχειρηματικό σχέδιο για αρνητικές εκπομπές.

Η επίτευξη αυτού του οράματος για μια εύρυθμα λειτουργούσα και ανταγωνιστική αγορά για το δεσμευμένο CO₂ απαιτεί συνεργασία με τη βιομηχανία και τα κράτη μέλη, καθώς και πόρους για την ανάπτυξη ενός συνεκτικού πλαισίου πολιτικής που θα παρέχει κανονιστική ασφάλεια και κίνητρα για επενδύσεις στη δέσμευση, την αποθήκευση, τη χρήση και τις απορροφήσεις άνθρακα. Πρόκειται για τεχνολογίες που είναι απαραίτητες για την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας και τη στήριξη αποδοτικών επενδύσεων σε υποδομές μεταφοράς και αποθήκευσης.

4. Πρόβλεψη πλαισίου πολιτικής για την ανάπτυξη λύσεων βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα

Η δέσμευση των εκπομπών CO₂ αποτελεί το κοινό σημείο εκκίνησης για όλες τις μεθόδους υλοποίησης της βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα: δέσμευση και αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα (CCS), απορροφήσεις άνθρακα και δέσμευση και χρήση άνθρακα (CCU). Επιπλέον, απαιτούνται υποδομές μεταφοράς CO₂, πέραν της τοπικής χρήσης και αποθήκευσης CO₂, ώστε να καταστεί δυνατή η καθιέρωση των διαφόρων μεθόδων υλοποίησης και να δημιουργηθεί μια ενιαία αγορά για το CO₂ στην Ευρώπη.

Γράφημα 2: Περιγραφή των αξιακών αλυσίδων CO₂



4.1 Ανάπτυξη υποδομών μεταφοράς για μια ενιαία αγορά CO₂

Η μεταφορά CO₂ αποτελεί ήδη εμπορική δραστηριότητα, ωστόσο, οι όγκοι που μετακινούνται με διάφορους τρόπους μεταφοράς και τα τοπικά δίκτυα είναι πολύ μικροί σε σύγκριση με τις μελλοντικές ανάγκες της βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα.

Οι παραγωγοί εκπομπών που δεσμεύουν CO₂, οι εταιρείες χρήσης και οι φορείς εκμετάλλευσης τόπων αποθήκευσης θα πρέπει να μπορούν να βασίζονται σε ένα λειτουργικό διασυνοριακό δίκτυο μεταφοράς CO₂ ανοικτής πρόσβασης, δεδομένου ότι τα δίκτυα αυτά δεν ρυθμίζονται επί του παρόντος σε επίπεδο ΕΕ. Όλοι οι τρόποι μεταφοράς CO₂ καλύπτονται από το ΣΕΔΕ της ΕΕ, αλλά πρέπει να αναπτυχθούν κανόνες λογιστικής καταγραφής και ευθύνης για τις εκπομπές από όλους τους τρόπους μεταφοράς στο πλαίσιο αυτό.

Για να δημιουργηθεί μια αγορά που θα καλύπτει τις ανάγκες ανάπτυξης CCS, CCU και των βιομηχανικών απορροφήσεων άνθρακα, θα χρειαστούν σημαντικές επενδύσεις. Σύμφωνα με μελέτη της Επιτροπής, το δίκτυο μεταφοράς CO₂, συμπεριλαμβανομένων των αγωγών και των θαλάσσιων οδών, θα μπορούσε να υπερβεί τα 7 300 km και η ανάπτυξη θα μπορούσε να κοστίσει έως και 12,2 δισ. EUR συνολικά έως το 2030, ανερχόμενο σε περίπου 19 000 km και

16 δισ. EUR συνολικά έως το 2040²⁸. Πρέπει να αντιμετωπιστούν διάφορες προκλήσεις για την κινητοποίηση επενδύσεων και την ανάπτυξη ενός τόσο εκτεταμένου δικτύου μεταφοράς.

Ενώ οι αγωγοί αποτελούν σε πολλές περιπτώσεις τη συνηθέστερη επιλογή μεταφοράς CO₂, το αρχικό κεφαλαιουχικό κόστος της κατασκευής τους είναι υψηλό και έχει μεγάλο χρόνο παράδοσης. Πριν από το 2030, η θαλάσσια μεταφορά CO₂ θα αποτελεί σημαντική επιλογή, αλλά αυτό απαιτεί τη διαθεσιμότητα στόλου εξειδικευμένων πλοίων μεταφοράς CO₂. Η αβεβαιότητα σχετικά με τους μελλοντικούς όγκους CO₂, ο πολύπλοκος συντονισμός μεταξύ των αξιακών αλυσίδων και οι μακρές διαδικασίες αδειοδότησης αποτελούν σημαντικά εμπόδια για τους επενδυτές όσον αφορά την πρόοδο των έργων. Επιπλέον, οι μεγάλης κλίμακας διασυνοριακές υποδομές μεταφοράς θα απαιτήσουν τη διαχείριση ροών CO₂ από διαφορετικές πηγές, οι οποίες θα δεσμεύονται με διαφορετικές τεχνολογίες και τη χρήση διαφορετικών μέσων μεταφοράς και διαφορετικών τόπων αποθήκευσης, γεγονός που απαιτεί τη διασφάλιση της διαλειτουργικότητας.

Στο μέλλον, θα χρειάζονται ελάχιστα πρότυπα ποιότητας για τη ροή CO₂ προκειμένου να αποφεύγεται ο κατακερματισμός της αγοράς²⁹. Οι εργασίες τυποποίησης θα πρέπει να αφορούν θέματα όπως η σύνθεση, η καθαρότητα, η πίεση και η θερμοκρασία. Επιπλέον, απαιτούνται κοινές κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με τα «ίχνη συναφών ουσιών από την πηγή, τη δέσμευση ή τη διεργασία έγχυσης» που μπορούν να γίνουν αποδεκτά στις άδειες αποθήκευσης CO₂³⁰. Αυτό θα στηρίξει μια δίκαιη αγορά με τη δημιουργία ισορροπίας μεταξύ της σχέσης κόστους-αποτελεσματικότητας και των κινδύνων, δεδομένου ότι τα διαφορετικά επίπεδα καθαρότητας CO₂ συνεπάγονται διαφορετικό κόστος, ενώ παράλληλα αποτρέπουν σημαντικούς κινδύνους για το περιβάλλον.

Εγκαταστάσεις δέσμευσης άνθρακα που βρίσκονται μακριά από βιομηχανικούς κόμβους και τόπους αποθήκευσης και μικρότεροι παραγωγοί εκπομπών που δεν διαθέτουν επαρκείς όγκους CO₂ ώστε να κινήσουν το ενδιαφέρον των φορέων εκμετάλλευσης μεταφοράς κινδυνεύουν να αποκλειστούν πλήρως από την αγορά, γεγονός που θα μπορούσε να υπονομεύσει σημαντικά την απανθρακοποίηση. Απαιτούνται συγκεκριμένες λύσεις για την κάλυψη των αναγκών των εν λόγω τόπων και των ευάλωτων περιφερειών, την αύξηση της διαπραγματευτικής ισχύος τους με τους φορείς εκμετάλλευσης δικτύων και τη διασφάλιση δίκαιης μετάβασης που δεν αφήνει κανέναν στο περιθώριο.

Οι υποδομές μεταφοράς είναι απαραίτητες για τη δημιουργία ενιαίας αγοράς για το CO₂ στην Ευρώπη. Η ανάπτυξη μιας διαφανούς, πολυτροπικής, διασυνοριακής υποδομής μεταφοράς και αποθήκευσης CO₂ που διακρίνεται από ανοικτή πρόσβαση και αμεροληψία απαιτεί συντονισμό

²⁸ Οι μεσοπρόθεσμες εκτιμήσεις που παρέχονται εδώ, για τους σκοπούς της παρούσας στρατηγικής, βασίζονται στα αριθμητικά στοιχεία της μοντελοποίησης του 2040. Για τη συνολική μελέτη του Κοινού Κέντρου Ερευνών, οι εκτιμήσεις περιλαμβάνουν επίσης μοντελοποίηση της προσαρμογής στον στόχο του 55 % και, ως εκ τούτου, θα μπορούσαν να είναι διαφορετικές. Tumara, D., Uihlein, A. και Hidalgo González, I. Shaping the future CO₂ transport network for Europe, European Commission, Petten, 2024, JRC136709.

²⁹ Διαλειτουργικό δίκτυο μεταφοράς CO₂ — προς την καθιέρωση προδιαγραφών για τη μεταφορά ακάθαρτου CO₂ ([σύνδεσμος](#)).

³⁰ Σύμφωνα με το άρθρο 12 παράγραφος 2 της οδηγίας 2009/31/ΕΚ.

κατά μήκος της αξιακής αλυσίδας, διαφάνεια των συμβάσεων και των τιμών και έγκαιρη αδειοδότηση.

Δεδομένου του δυνητικού μεγέθους αυτής της αγοράς, όπως αποδεικνύεται από τις αναλυτικές εργασίες³¹, θα χρειαστεί ένα ειδικό πολιτικό και κανονιστικό πλαίσιο για τη βελτιστοποίηση της ανάπτυξης της και τη διασφάλιση της εναρμόνισης σε ολόκληρη την Ευρώπη, σύμφωνα με τους κανόνες ανταγωνισμού της ΕΕ.

Για να βελτιστοποιηθούν τα οφέλη των κεφαλαίων που δαπανώνται για τις υποδομές, ένα μελλοντικό πλαίσιο θα πρέπει επίσης να εξετάσει τις αλληλεπιδράσεις με τους τομείς της ηλεκτρικής ενέργειας, του φυσικού αερίου και του υδρογόνου και την ανάγκη για μελλοντική πλεονάζουσα δυναμικότητα, συμπεριλαμβανομένης της χαρτογράφησης της πιθανής αναπροσαρμογής χρήσης και επαναχρησιμοποίησης των υφιστάμενων υποδομών για ροές CO₂. Στόχος είναι να διασφαλιστεί η ενοποίηση του συστήματος και να προωθηθεί η ευελιξία και η ανθεκτικότητα του ενεργειακού συστήματος της ΕΕ. Ο εν λόγω σχεδιασμός δικτύων σε ολόκληρη την ΕΕ θα πρέπει να βασίζεται σε μια συμμετοχική προσέγγιση, όπως εφαρμόζεται στους τομείς της ηλεκτρικής ενέργειας και του φυσικού αερίου, όπου τα ενδιαφερόμενα μέρη παρέχουν στοιχεία μέσω διαδικασιών διαβούλευσης. Για τη στήριξη πρώιμων (διασυνοριακών) έργων υποδομών CO₂, η Επιτροπή θα εξετάσει, σε στενή συνεργασία με τη βιομηχανία, το ενδεχόμενο ορισμού Ευρωπαϊών συντονιστών για την αντιμετώπιση ζητημάτων όπως ιδιαίτερες δυσκολίες ή καθυστερήσεις και για την τεκμηρίωση της ανάπτυξης κανονιστικού πλαισίου κατάλληλου για τον επιδιωκόμενο σκοπό. Το φόρουμ CCUS θα συνεισφέρει στο έργο αυτό με το Κοινό Κέντρο Ερευνών, το οποίο υποστηρίζει τη διαδικασία με τις εργασίες του για την ανάπτυξη πανευρωπαϊκών υποδομών μεταφοράς CO₂³².

Η Επιτροπή προβλέπει:

- Από το 2024, να ξεκινήσει προπαρασκευαστικές εργασίες ενόψει πρότασης για πιθανή μελλοντική δέσμη κανονιστικών ρυθμίσεων για τη μεταφορά CO₂. Να εξετάσει θέματα όπως η διάρθρωση της αγοράς και του κόστους, η διασυνοριακή ολοκλήρωση και ο σχεδιασμός, η τεχνική εναρμόνιση και τα επενδυτικά κίνητρα για νέες υποδομές, η πρόσβαση τρίτων, οι αρμόδιες ρυθμιστικές αρχές, η ρύθμιση των τιμολογίων και τα μοντέλα ιδιοκτησίας.
- Από το 2024, να εργαστεί με σκοπό να προτείνει έναν πανευρωπαϊκό μηχανισμό σχεδιασμού υποδομών μεταφοράς CO₂ σε συνεργασία με τα κράτη μέλη και την πλατφόρμα ενδιαφερόμενων μερών του φόρουμ CCUS. Οι εργασίες που σχετίζονται με τον σχεδιασμό του δικτύου θα αξιολογήσουν επίσης σε ποιο βαθμό είναι δυνατή η επαναχρησιμοποίηση / αναπροσαρμογή χρήσης των υφιστάμενων υποδομών για τη μεταφορά και την αποθήκευση CO₂, κατά την εξέταση της προτεραιότητας των αναγκών σε υποδομές ανανεώσιμων αερίων και, εάν ναι, ποιες κανονιστικές αλλαγές απαιτούνται.

³¹ Μελέτη Entec — Κανονισμός της ΕΕ για την ανάπτυξη της αγοράς μεταφοράς και αποθήκευσης CO₂ ([σύνδεσμος](#)).

³² Tumara, D., Uihlein, A. και Hidalgo González, I. Shaping the future CO₂ transport network for Europe, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Petten, 2024, JRC136709.

- Από το 2024, να εξετάσει, σε στενή συνεργασία με τη βιομηχανία, τον ορισμό Ευρωπαϊκών συντονιστών για τη στήριξη της έγκαιρης ανάπτυξης (διασυνοριακών) έργων υποδομής.
- Να αναπτύξει κανόνες λογιστικής καταγραφής των εκπομπών στο πλαίσιο του ΣΕΔΕ της ΕΕ, ώστε να καταστεί δυνατή η χρήση όλων των μέσων μεταφοράς CO₂ και να διασφαλιστεί η ευθύνη για διαρροές.
- Να συνεργαστεί με τους ευρωπαϊκούς οργανισμούς τυποποίησης για τη θέσπιση ελάχιστων προτύπων για τις ροές CO₂ που θα χρησιμοποιούνται σε κώδικα δικτύου, ο οποίος θα ισχύει για όλες τις λύσεις βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα, και επιπλέον, σε συνεργασία με τα κράτη μέλη, να εξετάσει το ενδεχόμενο εκπόνησης κατευθυντήριων γραμμών σχετικά με τα «ίχνη συναφών ουσιών» για τη διασφάλιση της ακεραιότητας της υποδομής και των ταμιευτήρων αποθήκευσης.
- Να προωθήσει, μέσω του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού, την ανάπτυξη τυχόν αναγκαίων κατευθυντήριων γραμμών για την ασφαλή θαλάσσια μεταφορά CO₂.

4.2 Δέσμευση και αποθήκευση εκπομπών CO₂ αντί της έκλυσης στην ατμόσφαιρα

Η δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα περιλαμβάνει εφαρμογές στις οποίες το CO₂ δεσμεύεται και αποθηκεύεται μόνιμα. Σύμφωνα με την εκτίμηση επιπτώσεων στην οποία βασίζεται η ανακοίνωση της ΕΕ για τους κλιματικούς στόχους για το 2040, η CCS πρέπει να αναπτυχθεί σε μεγάλη κλίμακα για να συμπληρώσει άλλες δράσεις μετριασμού για την αντιμετώπιση των εκπομπών που είναι δύσκολο να μειωθούν, ιδίως των εκπομπών βιομηχανικών διεργασιών, και για την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050.

Όπως και για τις περισσότερες άλλες μεθόδους υλοποίησης της βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα, ξεκινά με τη δέσμευση βιομηχανικών εκπομπών CO₂ που είναι δύσκολο να μειωθούν, αντί της έκλυσής τους στην ατμόσφαιρα. Η τιμή του διοξειδίου του άνθρακα στο πλαίσιο του ΣΕΔΕ παρέχει κίνητρο για τη δέσμευση του CO₂ που παράγεται από τα ορυκτά καύσιμα και τις εκπομπές βιομηχανικών διεργασιών. Το κίνητρο αυτό αναμένεται να ενισχυθεί ως αποτέλεσμα της τελευταίας μεταρρύθμισης, καθώς το ανώτατο όριο εκπομπών στο πλαίσιο του ΣΕΔΕ μειώνεται σταθερά περαιτέρω, θέτοντας μια ισχυρή προσδοκία τιμών για τον άνθρακα στην ΕΕ.

Σήμερα οι βιομηχανικές εταιρείες σε ολόκληρη την ΕΕ επανεξετάζουν στρατηγικές επιλογές για τη μετατροπή των διαδικασιών παραγωγής τους σε δραστηριότητες μηδενικών καθαρών εκπομπών, προκειμένου να μειώσουν το κόστος και να προσφέρουν τελικά προϊόντα χαμηλών ή μηδενικών ανθρακούχων εκπομπών στην αγορά. Οι βιομηχανικοί τομείς των οποίων οι εκπομπές διεργασιών είναι δύσκολο να μειωθούν (π.χ. τσιμέντο) αναπτύσσουν ολοένα και περισσότερο επενδυτικά σχέδια για τη δέσμευση του CO₂ με σκοπό είτε την

επαναχρησιμοποίηση για την παραγωγή καυσίμων / χημικών ουσιών (CCU) είτε τη μόνιμη αποθήκευσή του (CCS)³³.

Οι επενδυτικές αποφάσεις εξαρτώνται από την ανάπτυξη αγορών τελικών προϊόντων χαμηλών ή μηδενικών ανθρακούχων εκπομπών και τη διαθεσιμότητα πλήρους αξιακής αλυσίδας CO₂ με υπηρεσίες δέσμευσης, μεταφοράς, χρήσης ή αποθήκευσης που προσφέρονται σε ανταγωνιστικές τιμές.

Η Επιτροπή θα εργαστεί για τη δημιουργία, έως το 2026, μιας ενωσιακής πλατφόρμας συγκέντρωσης CO₂ η οποία θα στηρίζει τις εταιρείες που δεσμεύουν CO₂ για την προμήθεια υπηρεσιών αξιακής αλυσίδας CO₂. Στόχος είναι να διευκολυνθεί η αντιστοίχιση της ζήτησης και της διαθεσιμότητας αποθήκευσης όσον αφορά τον χρόνο και τις θέσεις, συμβάλλοντας παράλληλα στην ασφάλεια του εφοδιασμού αποθήκευσης όσον αφορά τον όγκο και την οικονομική προσιτότητα³⁴. Η πλατφόρμα αυτή θα μπορούσε επίσης να παρέχει διαφάνεια στη σύναψη συμβάσεων και στις δημόσιες συμβάσεις και να δίνει στους παρόχους υπηρεσιών μεταφοράς και αποθήκευσης πληροφορίες σχετικά με τον σχεδιασμό των υποδομών. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για εταιρείες με μικρότερη διαπραγματευτική ισχύ οι οποίες εκτελούν δέσμευση.

Η δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα απαιτεί όχι μόνο τη δέσμευση του CO₂, αλλά και τη μόνιμη αποθήκευσή του. Η ανάπτυξη τόπων αποθήκευσης για την επίτευξη του στόχου για το 2030 όσον αφορά την ικανότητα έγχυσης θα απαιτήσει διάλογο με τις αρχές αδειοδότησης, καθώς και τη στήριξή τους. Οι διαδικασίες υποβολής αιτήσεων για άδειες αποθήκευσης βρίσκονται σε εξέλιξη μόνο σε τέσσερα κράτη μέλη,³⁵ αλλά οκτώ κράτη μέλη προβλέπουν ότι συνολικά 15,2 εκατ. τόνοι CO₂ ετησίως θα δεσμεύονται ήδη από το 2025, κάτι που υπογραμμίζει την επείγουσα ανάγκη διάθεσης επιχειρησιακής δυναμικότητας αποθήκευσης CO₂ πριν από το 2030³⁶.

Αυτό υπογραμμίζει τη σημασία της έγκαιρης συνεργασίας μεταξύ των αιτούντων άδεια και των αρμόδιων αρχών κατά την προπαρασκευαστική φάση των στρατηγικών έργων αποθήκευσης μηδενικών καθαρών εκπομπών CO₂ και τονίζει την ανάγκη για περαιτέρω οικονομικά κίνητρα για τον προσδιορισμό και την ανάπτυξη μεγαλύτερης δυναμικότητας αποθήκευσης. Θα είναι επίσης σημαντικό όλα τα κράτη μέλη να ολοκληρώσουν την ανάλυσή τους όσον αφορά τις

³³ Στους εν λόγω τομείς περιλαμβάνονται εταιρείες που έχουν υποβάλει αίτηση στο Ταμείο Καινοτομίας, οι οποίες έχουν σχέδια να δεσμεύσουν συνολικά πάνω από 20 εκατ. τόνους CO₂ έως το 2030.

³⁴ Σε σύγκριση με το AggregateEU για το ΥΦΑ και το αέριο, το οποίο βασίζεται στις υφιστάμενες υποδομές της αγοράς αερίου (π.χ. εικονικά σημεία εμπορίας ή τερματικοί σταθμοί ΥΦΑ), η πλατφόρμα CO₂ θα πρέπει να αντιμετωπίσει μεγαλύτερα χρονοδιαγράμματα, καθώς η ανάπτυξη νέων υποδομών CO₂ και εγκαταστάσεων δέσμευσης απαιτεί χρόνο, αλλά βασίζεται επίσης στη συμβατική ασφάλεια.

³⁵ Η τελευταία έκθεση εφαρμογής της οδηγίας CCS [COM(2023) 657 final] δείχνει ότι, από τον Απρίλιο του 2023, τα δύο τρίτα των κρατών μελών επιτρέπουν την αποθήκευση CO₂ στην επικράτειά τους, ενώ τα μισά από αυτά έχουν συμμετάσχει σε συζητήσεις σχετικά με τη διασυνοριακή συνεργασία με σκοπό τη διασφάλιση των ροών CO₂ προς τους σχεδιαζόμενους τόπους αποθήκευσης στον ΕΟΧ.

³⁶ Με βάση τα προσχέδια εθνικών σχεδίων για την ενέργεια και το κλίμα [COM(2023) 796 final], το Βέλγιο, η Τσεχία, η Δανία, η Γαλλία, η Ελλάδα, η Ιταλία, η Λιθουανία και οι Κάτω Χώρες προβλέπουν ετήσια δέσμευση CO₂ ετησίως από το 2025, ενώ συνολικά τα κράτη μέλη προβλέπουν τη δέσμευση 34,1 Mt CO₂ ετησίως έως το 2030, εκ των οποίων 5,1 Mt CO₂ από βιογενείς πηγές.

ανάγκες δέσμευσης και τις επιλογές αποθήκευσης στα τελικά εθνικά σχέδια για την ενέργεια και το κλίμα σύμφωνα με τις συστάσεις της Επιτροπής³⁷.

Το επιχειρηματικό σχέδιο για την ανάπτυξη κρίσιμων υποδομών αποθήκευσης CO₂ υπερβαίνει τον άμεσο στόχο της μείωσης των εκπομπών κατά τις επόμενες δεκαετίες, καθώς έχει τη δυνατότητα να συμβάλει στις αρνητικές εκπομπές στο σύνολο της οικονομίας ακόμη και μετά το 2050. Ως πρώτο βήμα, τα κράτη μέλη θα πρέπει να αναγνωρίσουν και να στηρίξουν τους τόπους αποθήκευσης και τις σχετικές υποδομές δέσμευσης και μεταφοράς ως στρατηγικά έργα μηδενικών καθαρών εκπομπών στο πλαίσιο του NZIA, ώστε να διασφαλιστεί επαρκής πρόσβαση σε ικανότητα έγχυσης για εκπομπές CO₂ που είναι δύσκολο να μειωθούν. Με τον τρόπο αυτό θα δοθούν κίνητρα σε συνεργατικούς σχηματισμούς αξιακών αλυσίδων βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα με στόχο τη συγκέντρωση αρχικών όγκων δέσμευσης για την εξάλειψη του επενδυτικού κινδύνου σε τόπους αποθήκευσης.

Για τη μείωση του αρχικού κόστους για τους επενδυτές αποθήκευσης, τα κράτη μέλη μπορούν να εξετάσουν το ενδεχόμενο συγκέντρωσης της χρηματοοικονομικής ασφάλειας που απαιτείται από τους φορείς εκμετάλλευσης αποθήκευσης CO₂ υπό μορφή εισφορών ανά όγκο αποθηκευμένου CO₂, λαμβάνοντας υπόψη τον χαμηλό κίνδυνο της αποθήκευσης CO₂ σε σύγκριση, για παράδειγμα, με τις δραστηριότητες παραγωγής υδρογονανθράκων³⁸.

Οι λεπτομερείς χάρτες πορείας για τη μείωση των εκπομπών CO₂ θα πρέπει να σχεδιάζονται και να εφαρμόζονται από κοινού σε τομεακό επίπεδο, λαμβανομένης υπόψη της πολυπλοκότητας των βιομηχανικών διεργασιών. Η πλατφόρμα ανταλλαγής γνώσεων για τα βιομηχανικά έργα CCUS είναι η κατάλληλη πλατφόρμα τομεακών χαρτών πορείας, εάν πρόκειται για βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα.

Με βάση τη μοντελοποίηση της εκτίμησης επιπτώσεων για τον κλιματικό στόχο για το 2040, θα χρειαστεί αύξηση της ετήσιας ικανότητας έγχυσης CO₂ για αποθήκευση σε γεωλογικούς σχηματισμούς σε τουλάχιστον 250 εκατ. τόνους CO₂ ετησίως το 2040 στον Ευρωπαϊκό Οικονομικό Χώρο³⁹. Για τον σκοπό αυτό, η ΕΕ πρέπει να προσδιορίσει και να αναπτύξει τη δυναμική της δυναμικότητα αποθήκευσης CO₂ και να διασφαλίσει ότι οι ικανότητες των υποδομών μεταφοράς και αποθήκευσης CO₂ κλιμακώνονται ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες της βιομηχανικής δέσμευσης και αποθήκευσης μετά το 2030.

Ως εκ τούτου, η Επιτροπή θα ξεκινήσει τις εργασίες για τη δημιουργία ενός πανευρωπαϊκού επενδυτικού άτλαντα πιθανών τόπων αποθήκευσης CO₂. Μετά από απολογισμό των αναγκών σε

³⁷ Για περισσότερες πληροφορίες, βλ. ενότητα «2.5 Ενσωμάτωση της μακροπρόθεσμης αποθήκευσης CO₂ σε γεωλογικούς σχηματισμούς» στην ανακοίνωση της Επιτροπής σχετικά με τις κατευθυντήριες γραμμές προς τα κράτη μέλη για την επικαιροποίηση των εθνικών σχεδίων για την ενέργεια και το κλίμα 2021-2030 (2022/C 495/02).

³⁸ Σύμφωνα με το άρθρο 19 της οδηγίας 2009/31/EK, τα κράτη μέλη μπορούν να αποφασίζουν σχετικές ρυθμίσεις.

³⁹ Τα αποτελέσματα μοντελοποίησης της εκτίμησης επιπτώσεων στην οποία βασίζεται η ανακοίνωση της ΕΕ για τον κλιματικό στόχο για το 2040 [SWD(2024) 63] δείχνουν ότι η ΕΕ πρέπει να δεσμεύει 200 εκατ. τόνους CO₂ ετησίως για αποθήκευση έως το 2040, με ανάγκη για υψηλότερη ετήσια ικανότητα έγχυσης CO₂, ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι συνήθεις περίοδοι διακοπής λειτουργίας για λόγους συντήρησης. Αυτή η ετήσια ικανότητα έγχυσης απαιτεί συγκεντρωτική δυναμικότητα αποθήκευσης σε γεωλογικούς σχηματισμούς αρκετών γιγα-τόνων CO₂ στον ΕΟΧ.

δεδομένα και των ανθρώπινων και οικονομικών πόρων που είναι ήδη διαθέσιμοι, η Επιτροπή θα προβεί σε ψηφιακή απογραφή της υπόγειας αποθήκευσης CO₂, με βάση το έργο των ευρωπαϊκών γεωλογικών ερευνών⁴⁰. Κάθε δυνητικός τόπος αποθήκευσης θα επισημαίνεται σύμφωνα με το «επίπεδο ετοιμότητας αποθήκευσης» του και θα συνδυάζεται με δημόσια δεδομένα, ώστε να επιταχυνθούν οι εργασίες για τον προσδιορισμό και την αξιολόγηση της δυναμικότητας αποθήκευσης⁴¹.

Οι γεωλογικές υπηρεσίες στον EOX θα πρέπει να διαθέτουν πόρους και να είναι σε θέση να συγκεντρώνουν όλες τις υφιστάμενες γνώσεις για το υπέδαφος. Όπου υπάρχουν, θα πρέπει να περιλαμβάνονται τεχνικές πληροφορίες, όπως δείγματα, γεωφυσική συμπεριφορά, σεισμικά δεδομένα από τους τόπους παραγωγής υδρογονανθράκων και τους αρχικούς τόπους αποθήκευσης CO₂. Οι επενδυτές θα πρέπει να είναι σε θέση να χρησιμοποιούν αυτόν τον άτλαντα για να εντοπίζουν πιθανές ευκαιρίες αποθήκευσης στο πλαίσιο των αξιακών αλυσίδων CO₂.

Επιπλέον, οι διαδικασίες αδειοδότησης της αποθήκευσης CO₂ πρέπει να είναι σαφώς καθορισμένες, διαφανείς και συγκρίσιμες σε ολόκληρη την ΕΕ. Η Επιτροπή θα στηρίζει τα κράτη μέλη στην υλοποίηση αναγνωρισμένων στρατηγικών έργων μηδενικών καθαρών εκπομπών για τη βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα, μεταξύ άλλων για την αντιμετώπιση των ειδικών για το CO₂ κινδύνων ευθύνης μεταξύ αξιακών αλυσίδων για τους φορείς εκμετάλλευσης.

Με βάση τους στρατηγικούς τόπους που θα παρέχουν τους πρώτους 50 εκατ. τόνους ετήσιας δυναμικότητας αποθήκευσης έως το 2030, η Επιτροπή θα αναπτύξει κατευθυντήριες γραμμές για την αδειοδότηση της αποθήκευσης CO₂, εξισορροπώντας την ευελξία ανά τόπο με την προβλεψιμότητα των επενδύσεων, ώστε να διευκολυνθεί και να επιταχυνθεί η ανάπτυξη της αποθήκευσης CO₂.

Η Επιτροπή προβλέπει:

- να αναπτύξει, σε συνεργασία με τα κράτη μέλη, το αργότερο έως τις αρχές του 2026, πλατφόρμα για την αξιολόγηση της ζήτησης και τη συγκέντρωση της ζήτησης για υπηρεσίες μεταφοράς ή αποθήκευσης CO₂, με στόχο την αντιστοίχιση των προμηθευτών CO₂ με τους παρόχους αποθήκευσης και μεταφοράς και την παροχή διαφάνειας στη σύναψη συμβάσεων και τις δημόσιες συμβάσεις·
- να στοχεύσει να δημιουργήσει και να διαθέσει έως τις αρχές του 2026, σε συνεργασία με τις γεωλογικές υπηρεσίες του EOX, έναν επενδυτικό άτλαντα δυνητικών τόπων αποθήκευσης CO₂ με βάση κοινό μορφότυπο επιπέδου ετοιμότητας αποθήκευσης·
- να χρησιμοποιήσει την πλατφόρμα ανταλλαγής γνώσεων για βιομηχανικά έργα CCUS για

⁴⁰ Για παράδειγμα, ο ευρωπαϊκός άτλας αποθήκευσης CO₂, που αναπτύχθηκε το 2013 από το έργο CO₂ Storage Potential in Europe (έργο CO₂StoP) και φιλοξενήθηκε από το Κοινό Κέντρο Ερευνών ([σύνδεσμος](#)), παρουσιάζει μια καλή βάση, αλλά δείχνει επίσης ότι τα κενά στα δεδομένα πρέπει να καλυφθούν.

⁴¹ Η οποία θα μπορούσε να διατεθεί μέσω του εργαστηρίου γεωγραφίας της Επιτροπής για την ενέργεια και τη βιομηχανία ([σύνδεσμος](#)).

την ανάπτυξη, μαζί με τη βιομηχανία, τομεακών χαρτών πορείας για τη βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα:

- να αναπτύξει, σε συνεργασία με τα κράτη μέλη, έως το 2025, καθοδήγηση βήμα προς βήμα για τις διαδικασίες αδειοδότησης στρατηγικών έργων μηδενικών καθαρών εκπομπών για την αποθήκευση CO₂, ιδίως όσον αφορά:
 - τη μεταβίβαση της ευθύνης από τους φορείς εκμετάλλευσης στις αρμόδιες αρχές και τις αντίστοιχες απαιτήσεις χρηματοοικονομικής ασφάλειας και χρηματοοικονομικού μηχανισμού
 - τη διαφάνεια σχετικά με τις απαιτήσεις αδειοδότησης και τις προσεγγίσεις βάσει κινδύνου για τη διευκόλυνση των τελικών επενδυτικών αποφάσεων των φορέων εκμετάλλευσης αποθήκευσης.

Τα κράτη μέλη θα πρέπει:

- να συμπεριλάβουν στα επικαιροποιημένα εθνικά τους σχέδια για την ενέργεια και το κλίμα την αξιολόγησή τους όσον αφορά τις ανάγκες δέσμευσης και τη δυναμικότητα / τις επιλογές αποθήκευσης και να προσδιορίσουν δράσεις για τη στήριξη της ανάπτυξης μιας αξιακής αλυσίδας CCS.
- έως το 2025, να διασφαλίσουν ότι διαθέτουν διαφανείς διαδικασίες για τη συνεργασία των αιτούντων άδεια αποθήκευσης με τις αρμόδιες αρχές κατά τη διάρκεια της προπαρασκευαστικής φάσης.
- από το 2024 και μετά, να στηρίζουν την ανάπτυξη και την υλοποίηση συνεργατικών στρατηγικών έργων μηδενικών καθαρών εκπομπών στο πλαίσιο του NZIA για τη δημιουργία πλήρων αξιακών αλυσίδων δέσμευσης, μεταφοράς και αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα, μεταξύ άλλων σε διασυνοριακό επίπεδο.
- έως το 2025 το αργότερο, να επιτρέψουν στις γεωλογικές υπηρεσίες τους να συνεισφέρουν υφιστάμενα δεδομένα και να παράγουν νέα δεδομένα για να συμβάλουν σε έναν επενδυτικό άτλαντα για ολόκληρο τον EOX με δυνητικούς τόπους αποθήκευσης CO₂.

4.3 Απομάκρυνση του CO₂ από την ατμόσφαιρα

Οι αξιακές αλυσίδες βιομηχανικών απορροφήσεων άνθρακα είναι καίριας σημασίας για την επίτευξη του στόχου ουδέτερου ισοζυγίου άνθρακα που κατοχυρώνεται στο ευρωπαϊκό νομοθέτημα για το κλίμα⁴². Για να επιτύχει μηδενικές καθαρές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σύνολο της οικονομίας έως το 2050, η ΕΕ ενδεχομένως να χρειαστεί απορροφήσει άνθρακα για την εξισορρόπηση περίπου 400 εκατ. τόνων ισοδύναμου CO₂ των υπολειμματικών εκπομπών σε τομείς στους οποίους είναι δύσκολο να μειωθούν οι εκπομπές,

⁴² Κανονισμός (ΕΕ) 2021/1119.

όπως η γεωργία, η αεροπορία και ορισμένοι κλάδοι⁴³. Οι λύσεις απορρόφησης άνθρακα που βασίζονται στη φύση θα διαδραματίσουν ουσιαστικό ρόλο σε αυτό, αλλά δεν θα είναι επαρκείς. Θα χρειαστούν επίσης βιομηχανικές απορροφήσεις άνθρακα για την επίτευξη αυτού του στόχου.

Οι βιομηχανικές απορροφήσεις άνθρακα με βάση την τεχνολογία CCS δεσμεύουν CO₂ απευθείας από την ατμόσφαιρα (DACCS) ή δεσμεύουν βιογενές CO₂ από σταθμούς παραγωγής ενέργειας ή βιομηχανικές διεργασίες (BioCCS) και το αποθηκεύουν μόνιμα σε αντίθεση με λύσεις μη μόνιμης απορρόφησης, όπως η αναδάσωση, η παγίδευση άνθρακα στο έδαφος ή τα δομικά υλικά βιολογικής προέλευσης. Ωστόσο, οι βιομηχανικές απορροφήσεις άνθρακα αντιμετωπίζουν υψηλό κόστος και συνεπάγονται μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις (DACCS) ή ισχυρές ανάγκες για φυσικούς πόρους (BioCCS), οι οποίες μπορούν να εγείρουν ανησυχίες σχετικά με τη βιωσιμότητα εάν δεν αντιμετωπιστούν δεόντως. Η ανάπτυξη τόσο των μόνιμων όσο και των μη μόνιμων απορροφήσεων άνθρακα απαιτεί κίνητρα που λαμβάνουν υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους.

Οι βιομηχανικές απορροφήσεις άνθρακα δεν καλύπτονται επί του παρόντος από την οδηγία για το ΣΕΔΕ της ΕΕ ούτε από τον κανονισμό για τον επιμερισμό των προσπαθειών⁴⁴ ή τον κανονισμό για τη χρήση γης, την αλλαγή χρήσης γης και τη δασοπονία (LULUCF)⁴⁵. Δεδομένου ότι το ΣΕΔΕ της ΕΕ δεν αναγνωρίζει τις αρνητικές εκπομπές, η δέσμευση και αποθήκευση βιογενούς και ατμοσφαιρικού CO₂ δεν ενθαρρύνεται από την αγοραία τιμή ανθρακούχων εκπομπών συμμόρφωσης της ΕΕ, και επί του παρόντος το μόνο κίνητρο σε επίπεδο ΕΕ προέρχεται από το Ταμείο Καινοτομίας. Στο πλαίσιο αυτό, οι επενδυτικές αποφάσεις για αυτό το είδος πράξεων βασίζονται κυρίως σε κρατικές επιδοτήσεις ή σε εθελοντικές αγορές ανθρακούχων εκπομπών. Το εθελοντικό πλαίσιο πιστοποίησης της απορρόφησης άνθρακα της ΕΕ, το οποίο λαμβάνει υπόψη τις εκπομπές κύκλου ζωής των δραστηριοτήτων απορρόφησης άνθρακα, θα συμβάλει στην κινητοποίηση χρηματοδότησης, διασφαλίζοντας παράλληλα την περιβαλλοντική ακεραιότητα των απορροφήσεων άνθρακα, αλλά είναι σημαντικό η Επιτροπή να αξιολογήσει τον βέλτιστο τρόπο παροχής κινήτρων για βιομηχανικές απορροφήσεις άνθρακα στην υφιστάμενη νομοθεσία της ΕΕ ή μέσω νέων μέσων.

Δεδομένου ότι οι απορροφήσεις άνθρακα θα διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη του στόχου για το 2040 και της κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050, θα μπορούσε να εξεταστεί το ενδεχόμενο καθορισμού ειδικών στόχων για τις απορροφήσεις άνθρακα, εάν είναι αναγκαίο, σύμφωνα με τον συνολικό στόχο της ΕΕ για μείωση των καθαρών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για το 2040.

Η Επιτροπή έχει ήδη λάβει εντολή από τους συννομοθέτες να αξιολογήσει έως το 2026 αν και με ποιον τρόπο το CO₂ που απομακρύνεται από την ατμόσφαιρα και αποθηκεύεται με ασφάλεια και μόνιμα θα μπορούσε να καταγραφεί λογιστικά και να καλυφθεί από την εμπορία εκπομπών⁴⁶. Αυτό πρέπει να επιτευχθεί χωρίς αντιστάθμιση των μειώσεων των εκπομπών και με παράλληλη διασφάλιση της περιβαλλοντικής ακεραιότητας, ιδίως όσον αφορά τη χρήση

⁴³ Εκτίμηση επιπτώσεων στην οποία βασίζεται η ανακοίνωση για τον κλιματικό στόχο της ΕΕ για το 2040 [SWD(2024) 63].

⁴⁴ Κανονισμός (ΕΕ) 2023/857.

⁴⁵ Κανονισμός (ΕΕ) 2018/841.

⁴⁶ Βλ. άρθρο 30 της οδηγίας 2003/87/ΕΚ.

βιομάζας που προέρχεται από βιώσιμες πηγές για τη βιοενέργεια με δέσμευση και αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα (BioCCS).

Αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί είτε με την ενσωμάτωση των βιομηχανικών απορροφήσεων άνθρακα στο ΣΕΔΕ της ΕΕ (μια ενιαία αγορά όπου η παραγωγή βιομηχανικών απορροφήσεων για τη συμμόρφωση με τις υποχρεώσεις παράδοσης επιτρέπεται με ή χωρίς περιορισμούς) είτε με τη δημιουργία χωριστού μηχανισμού συμμόρφωσης για τις εν λόγω απορροφήσεις, ο οποίος θα συνδέεται άμεσα ή έμμεσα με το ΣΕΔΕ της ΕΕ. Ως εκ τούτου, αυτό θα δημιουργήσει κίνητρα με βάση τις τιμές για την παραγωγή βιομηχανικών απορροφήσεων άνθρακα.

Αρχικά, μία από τις κύριες προκλήσεις θα ήταν να ξεπεραστεί η σημαντική σημερινή διαφορά μεταξύ της επικρατούσας τιμής ανθρακικών εκπομπών και του κόστους της απομάκρυνσης του CO₂ μέσω βιομηχανικών λύσεων. Μολονότι το κόστος για ορισμένες εγκαταστάσεις BioCCS ενδέχεται να μην είναι πολύ υψηλότερο από ό,τι για τη δέσμευση και τη μόνιμη αποθήκευση εκπομπών CO₂ από ορυκτά καύσιμα και από διεργασίες⁴⁷, για άλλους τύπους απορροφήσεων, όπως η δέσμευση και αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα απευθείας από την ατμόσφαιρα, το εκτιμώμενο μελλοντικό κόστος κυμαίνεται από 122 EUR έως 539 EUR ανά τόνο CO₂⁴⁸, πολύ πάνω από την τρέχουσα τιμή του ΣΕΔΕ. Ως εκ τούτου, η ενσωμάτωση μόνο στο σύστημα τιμολόγησης του ΣΕΔΕ της ΕΕ θα μπορούσε να αποτελέσει ανεπαρκές κίνητρο για βιομηχανικές απορροφήσεις. Σε πρώιμο στάδιο της ανάπτυξης, θα απαιτηθεί πρόσθετη στήριξη για την επιτάχυνση της τεχνολογικής μάθησης και την περαιτέρω μείωση του κόστους. Στο πλαίσιο αυτό, θα ήταν επίσης σημαντικό να εξεταστεί ο ρόλος των κρατών μελών στην ανάπτυξη βιομηχανικών απορροφήσεων άνθρακα.

Ταυτόχρονα, θα είναι σημαντικό να επιταχυνθούν η έρευνα, η ανάπτυξη και η επίδειξη για την προώθηση νέων τεχνολογιών απορρόφησης άνθρακα και τη μείωση του κόστους τους. Δεδομένου ότι διαφορετικές τεχνολογίες απορρόφησης βρίσκονται σε διαφορετικά στάδια ωριμότητας, θα χρειαστούν ειδικά προσαρμοσμένα προγράμματα για την καθοδήγηση της ανάπτυξης. Η Επιτροπή θα χρησιμοποιήσει τα υφιστάμενα μέσα της για τη στήριξη βιομηχανικών τεχνολογιών απορρόφησης άνθρακα. Ειδικότερα, το πρόγραμμα «Ορίζων Ευρώπη» θα επικεντρωθεί στην εντατικοποίηση της έρευνας για τη βελτίωση της αποδοτικότητας και της σκοπιμότητας των τεχνολογιών απορρόφησης, ιδίως των τεχνολογιών δέσμευσης απευθείας από την ατμόσφαιρα, καθώς και στην εμπορευματοποίησή τους και την κλιμάκωσή τους στην αγορά με την υποστήριξη του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Καινοτομίας. Το Ταμείο Καινοτομίας θα συνεχίσει να στηρίζει καθαρές τεχνολογίες για την κλιμάκωση των απορροφήσεων άνθρακα.

Η Επιτροπή προβλέπει:

- να αξιολογήσει τους συνολικούς στόχους για τις ανάγκες απορρόφησης άνθρακα

⁴⁷ Για παράδειγμα, οι τρέχουσες εκτιμήσεις κάνουν λόγο για ένα μελλοντικό κόστος BECCS (συμπεριλαμβανομένης της αποθήκευσης) περίπου 52-134 EUR/tCO₂. [αρχικές αξίες σε δολάρια ΗΠΑ (USD). 1 USD = 0,92 EUR]. Στο Bednar, Johannes & Höglund, Robert & Möllersten, Kenneth & Obersteiner, Michael & Tamme, Eve. (2023). The role of carbon dioxide removal in contributing to the long-term goal of the Paris Agreement.

⁴⁸ Ο.π.

σύμφωνα με την κλιματική φιλοδοξία της ΕΕ για το 2040 και τον στόχο της επίτευξης κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050 και αρνητικών εκπομπών στη συνέχεια:

- *να αναπτύξει επιλογές πολιτικής και μηχανισμούς στήριξης για τις βιομηχανικές απορροφήσεις άνθρακα, συμπεριλαμβανομένων επιλογών για το αν και με ποιον τρόπο οι εν λόγω απορροφήσεις θα καταγράφονται λογιστικά στο ΣΕΔΕ της ΕΕ.*
- *παράλληλα, να ενισχύσει την έρευνα, την καινοτομία και την πρωτοποριακή επίδειξη της ΕΕ για καινοτόμες βιομηχανικές τεχνολογίες για την απορρόφηση του CO₂ στο πλαίσιο του προγράμματος «Ορίζων Ευρώπη» και του Ταμείου Καινοτομίας.*

4.4 Χρήση δεσμευμένου CO₂ ως πόρου για την αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων στη βιομηχανική παραγωγή

Η δέσμευση του CO₂ και η ανακύκλωσή του για την παραγωγή προηγμένων συνθετικών καυσίμων, χημικών ουσιών, πολυμερών ή ορυκτών αποτελεί μια άλλη σημαντική και καινοτόμο πτυχή μιας αξιακής αλυσίδας βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα. Συμβάλλει επίσης στο μοντέλο της κυκλικής οικονομίας, το οποίο θα αποκτήσει ακόμα μεγαλύτερη σημασία στο πλαίσιο της δράσης για το κλίμα έως το 2040. Η παραγωγή χημικών και υλικών εξακολουθεί να βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε πρώτες ύλες ορυκτής προέλευσης, οι οποίες θα αντικατασταθούν σταδιακά από εναλλακτικές πρώτες ύλες, όπως η βιώσιμη βιομάζα, τα ανακυκλωμένα απόβλητα και το δεσμευμένο CO₂⁴⁹. Ως εκ τούτου, με την αντικατάσταση των πρώτων υλών ορυκτής προέλευσης, η CCU μπορεί να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών, την ενεργειακή ασφάλεια και την αυτονομία της ΕΕ.

Επιπλέον, η CCU προωθεί τη βιομηχανική συμβίωση και την καλύτερη ενσωμάτωση των διαδικασιών σε βιομηχανικούς συνεργατικούς σχηματισμούς. Για τον σκοπό αυτό, οι υποδομές που σχετίζονται με τη CCU θα πρέπει να υλοποιηθούν με αποκεντρωμένο τρόπο, συνδέοντας τις πηγές βιομηχανικών εκπομπών με τις εγκαταστάσεις παραγωγής κατά μήκος των αξιακών αλυσίδων σε τοπικό επίπεδο, χωρίς να απαιτούνται απαραίτητως μεγάλες υποδομές μεταφοράς CO₂. Η πρόσβαση στο υδρογόνο είναι επίσης αναγκαία για να καταστούν δυνατές οι τεχνολογίες CCU. Ως εκ τούτου, οι συνέργειες μεταξύ των εφαρμογών CCU και των δικτύων υδρογόνου μπορούν να διαδραματίσουν καίριο ρόλο στην ενίσχυση της απανθρακοποίησης. Ωστόσο, δεν έχουν ακόμη αναγνωριστεί πλήρως τα οφέλη αυτών των τεχνολογιών χρήσης CO₂, ούτε η ικανότητά τους να παρέχουν εναλλακτική πηγή άνθρακα για την αντικατάσταση του άνθρακα ορυκτής προέλευσης σε συγκεκριμένους τομείς της οικονομίας της ΕΕ που εξαρτώνται από τον άνθρακα. Η αξιολόγηση του πλήρους οφέλους για το κλίμα που συνεπάγεται κάθε εφαρμογή CCU ως εναλλακτική λύση αντί ενός προϊόντος με βάση τα ορυκτά καύσιμα θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη την κατανάλωση ενέργειας για την τροφοδότηση αυτής της ενεργοβόρου διαδικασίας.

⁴⁹ Οδός μετάβασης για τη χημική βιομηχανία ([σύνδεσμος](#)).

Ορισμένες χρήσεις του δεσμευμένου CO₂ σε προϊόντα υποστηρίζονται από τη νομοθεσία⁵⁰. Οι κανόνες αυτοί ενθαρρύνουν την ανάπτυξη καυσίμων με βάση τη CCU για την αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων σε βασικούς τομείς, με διασφαλίσεις που εγγυώνται ότι παρέχουν την απαιτούμενη ελάχιστη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Η οδηγία για το ΣΕΔΕ προβλέπει τη δωρεάν κατανομή έως 20 εκατομμυρίων δικαιωμάτων από το 2024 έως το 2030 σε φορείς εκμετάλλευσης αεροσκαφών για την κάλυψη της εναπομένουσας διαφοράς κόστους για την ανάπτυξη ανανεώσιμων καυσίμων μη βιολογικής προέλευσης και βιώσιμων εναλλακτικών καυσίμων⁵¹. Οι κανόνες ReFuelEU⁵² για τις αεροπορικές μεταφορές απαιτούν επίσης, από το 2030, τα ανανεώσιμα καύσιμα μη βιολογικής προέλευσης (ΑΚΜΒΠ) να καλύπτουν και τα συνθετικά καύσιμα που παράγονται με ανανεώσιμη ενέργεια μέσω CCU. Ομοίως, ο κανονισμός FuelEU Maritime⁵³ θεσπίζει ειδικό καθεστώς κινήτρων για τη στήριξη της υιοθέτησης των ΑΚΜΒΠ⁵⁴. Η χρήση των εν λόγω καυσίμων CCU θα αναγνωριστεί επίσης στο ΣΕΔΕ της ΕΕ, ώστε να αποφευχθεί η διπλή καταμέτρηση των ενσωματωμένων εκπομπών άνθρακα.

Η αναθεώρηση του 2023 της οδηγίας για το ΣΕΔΕ της ΕΕ αναγνωρίζει επίσης τη μονιμότητα της αποθήκευσης άνθρακα σε ορισμένους τύπους προϊόντων. Η Επιτροπή ετοιμάζει κατ' εξουσιοδότηση πράξη για τον καθορισμό των προϋποθέσεων υπό τις οποίες μπορεί να αναγνωριστεί η μόνιμη αποθήκευση, προκειμένου να τεθούν η μόνιμη CCU και CCS σε ισότιμη βάση στο ΣΕΔΕ. Σύμφωνα με το πλαίσιο του ΣΕΔΕ της ΕΕ, το πλαίσιο πιστοποίησης της απορρόφησης άνθρακα της ΕΕ θα παρέχει την επιλογή πιστοποίησης των απορροφήσεων άνθρακα που παράγονται από βιομηχανικές δραστηριότητες αποθήκευσης ατμοσφαιρικού ή βιογενούς άνθρακα σε προϊόντα κατά τρόπο που να αποτρέπει την εκ νέου εκπομπή άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Ωστόσο, απαιτούνται πρόσθετα μέτρα για να αναγνωριστούν τα δυνητικά κλιματικά οφέλη της χρήσης βιώσιμου άνθρακα από δεσμευμένο CO₂ αντί άνθρακα ορυκτής προέλευσης για άλλες εφαρμογές. Στη χημική βιομηχανία, το δεσμευμένο CO₂ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη για την υποκατάσταση πρώτων υλών ορυκτής προέλευσης, π.χ. στην παραγωγή πολυμερών, πλαστικών, διαλυτών, χρωμάτων, απορρυπαντικών, καλλυντικών και φαρμακευτικών προϊόντων. Η ετήσια ζήτηση άνθρακα μόνο για τον τομέα των χημικών προϊόντων στην Ευρώπη εκτιμάται επί του παρόντος σε περίπου 125 εκατ. τόνους, ή περίπου 450 εκατ. τόνους ισοδυνάμου CO₂, εκ των οποίων η προμήθεια άνω του 90 % γίνεται με άνθρακα ορυκτής προέλευσης⁵⁵.

Είναι ζωτικής σημασίας να προωθηθούν βιώσιμοι κύκλοι άνθρακα, να μειωθεί σημαντικά η εξάρτηση της χημικής βιομηχανίας από πρώτες ύλες ορυκτής προέλευσης και να αξιοποιηθούν

⁵⁰ Οδηγία (ΕΕ) 2018/2001 και κατ' εξουσιοδότηση κανονισμός (ΕΕ) 2023/1185 της Επιτροπής.

⁵¹ Άρθρο 3γ παράγραφος 6 της οδηγίας 2003/87/ΕΚ.

⁵² Κανονισμός (ΕΕ) 2023/2405.

⁵³ Κανονισμός (ΕΕ) 2023/1805.

⁵⁴ Ο κανονισμός FuelEU Maritime προβλέπει επίσης ρήτρα επανεξέτασης για την πιθανή συμπερίληψη της δέσμευσης και της προσωρινής αποθήκευσης άνθρακα επί του σκάφους.

⁵⁵ Kähler, F., Porc, O. και Carus, M. 2023. RCI Carbon Flows Report: Compilation of supply and demand of fossil and renewable carbon on a global and European level. Εκδότης: Renewable Carbon Initiative, Μάιος 2023. ([σύνδεσμος](#)).

βιώσιμες πηγές άνθρακα στους τομείς όπου είναι περισσότερο αναγκαίες και μπορούν να επιτύχουν το υψηλότερο δυνατό όφελος για το κλίμα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την υποστήριξη κυκλικών μοντέλων, την αξιοποίηση μιας κυκλικής και βιώσιμης βιοοικονομίας της ΕΕ και την τόνωση της χρήσης δεσμευμένου CO₂ ως νέου πόρου άνθρακα, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη τις σχετικές ενεργειακές απαιτήσεις και τις προκλήσεις κόστους.

Για να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην οικονομία της ΕΕ, πρέπει να εντοπιστούν και να αντιμετωπιστούν οι υφιστάμενες διαρθρωτικές προκλήσεις και οι κανονιστικοί φραγμοί στην ανάπτυξη τεχνολογιών CCU. Πρέπει να υπάρχει ένα πλαίσιο για τη CCU που θα παρακολουθεί την πηγή, τη μεταφορά και τη χρήση αρκετών εκατοντάδων εκατομμυρίων τόνων CO₂. Το εν λόγω πλαίσιο θα πρέπει να διασφαλίζει την περιβαλλοντική ακεραιότητα, συμπεριλαμβανομένων των ευθυνών για διαρροή CO₂, και να δημιουργεί τιμολογιακό κίνητρο που να αντικατοπτρίζει με ακρίβεια το κλιματικό όφελος μιας λύσης σε ολόκληρη την αξιακή αλυσίδα της βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα.

Προκειμένου να παρέχει αποδοτικό και αποτελεσματικό κίνητρο, το πλαίσιο πρέπει να βασίζεται σε ένα άρτιο και διαφανές σύστημα λογιστικής καταγραφής, το οποίο να παρέχει σε κάθε φορέα της αξιακής αλυσίδας σαφές και άμεσο κίνητρο για ανάληψη δράσης που δεν εξαρτάται από τις ενέργειες άλλων φορέων εκμετάλλευσης ανάντη ή κατόντη.

Κατά την επανεξέταση του ΣΕΔΕ της ΕΕ το 2026 θα αξιολογηθούν διάφορα ζητήματα, συμπεριλαμβανομένου του κατά πόσον το σύστημα λογιστικής καταγραφής του ΣΕΔΕ της ΕΕ διασφαλίζει ότι λαμβάνονται υπόψη όλες οι εκπομπές και αποφεύγει τη διπλή καταμέτρηση όταν το δεσμευμένο CO₂ χρησιμοποιείται σε προϊόντα που δεν θεωρούνται μόνιμα στο πλαίσιο του ΣΕΔΕ. Θα αξιολογηθεί επίσης κατά πόσον το CO₂ που δυνητικά εκλύεται από προϊόντα και καύσιμα μη μόνιμης CCU θα πρέπει να υπολογίζεται στο σημείο εκπομπής στην ατμόσφαιρα («λογιστική καταγραφή κατόντη») ή όταν δεσμεύεται αρχικά το CO₂ («λογιστική καταγραφή ανάντη»).

Κατά την επανεξέταση του ΣΕΔΕ της ΕΕ το 2026 θα αξιολογηθεί επίσης η σκοπιμότητα της συμπερίληψης των εγκαταστάσεων αποτέφρωσης αστικών αποβλήτων στο ΣΕΔΕ της ΕΕ και η δυνατότητα συμπερίληψης άλλων διεργασιών διαχείρισης αποβλήτων, ιδίως των χώρων υγειονομικής ταφής, λαμβανομένων υπόψη σχετικών κριτηρίων όπως η περιβαλλοντική ακεραιότητα και η ευθυγράμμιση με τους στόχους της κυκλικής οικονομίας και της οδηγίας για τα απόβλητα⁵⁶. Ειδικότερα, θα αξιολογηθεί κατά πόσον η συμπερίληψη των εν λόγω τομέων στο ΣΕΔΕ της ΕΕ θα μπορούσε να συμβάλει στην αναγνώριση της μη μόνιμης CCU ως οδού για τη μείωση των υποχρεώσεων παράδοσης μέσω της τιμολόγησης των εκπομπών κατόντη.

Η ανακοίνωση για τους βιώσιμους κύκλους άνθρακα⁵⁷ έθεσε επίσης ως στόχο την επίτευξη προέλευσης του 20 % του άνθρακα που χρησιμοποιείται στα χημικά και πλαστικά προϊόντα από βιώσιμες μη ορυκτές πηγές έως το 2030. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, απαιτείται δράση με σκοπό την ανάπτυξη, σε συνεργασία με τη χημική βιομηχανία, μιας οδού για τρόπους παραγωγής που υποκαθιστούν τον άνθρακα ορυκτής προέλευσης με βιώσιμο άνθρακα.

⁵⁶ Οδηγία 2008/98/ΕΚ.

⁵⁷ COM(2021) 800 final.

Για την επίτευξη αυτών των στόχων θα απαιτηθεί στήριξη καινοτόμων τεχνολογιών που δεσμεύουν το CO₂ από την ατμόσφαιρα ή από ροές βιομηχανικών αποβλήτων και το μετατρέπουν από ρύπο σε πολύτιμο πόρο. Το δεσμευμένο CO₂ μπορεί στη συνέχεια να μετατραπεί σε κάθε είδους βιώσιμα προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων καυσίμων, χημικών προϊόντων ή ορυκτών υλικών.

Η στήριξη αυτή θα πρέπει να είναι διαθέσιμη για τεχνολογίες σε όλα τα επίπεδα τεχνολογικής ετοιμότητας. Θα πρέπει να βασιστεί στο πρόγραμμα «Ορίζων Ευρώπη» για την αναγνωριστική έρευνα, στο Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Καινοτομίας για εφαρμογές CCU που έχουν ήδη επιτύχει ένα ορισμένο επίπεδο ωριμότητας και στο Ταμείο Καινοτομίας για προ-εμπορικά έργα με δυνατότητες κλιμάκωσης.

Η Επιτροπή προβλέπει:

- να αξιολογήσει τις επιλογές πληθωρισμού ζήτησης, σε συνεννόηση με τις βιομηχανίες, για την αύξηση της χρήσης του βιώσιμου άνθρακα ως πόρου σε βιομηχανικούς τομείς, λαμβάνοντας πλήρως υπόψη την επικείμενη πρωτοβουλία της Επιτροπής για τη βιοτεχνολογία και τη βιοπαρασκευή·
- να χρησιμοποιήσει την πλατφόρμα ανταλλαγής γνώσεων για βιομηχανικά έργα CCUS για την ανάπτυξη, από κοινού με τις βιομηχανίες, ειδικών ανά τομέα χαρτών πορείας για τις δραστηριότητες CCU·
- να καταρτίσει ένα συνεκτικό πλαίσιο που θα λαμβάνει υπόψη όλες τις δραστηριότητες βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα οι οποίες αντικατοπτρίζουν με ακρίβεια τα κλιματικά οφέλη κατά μήκος των αξιακών αλυσίδων τους, και θα παρέχει κίνητρα για την ανάπτυξη καινοτόμων και βιώσιμων εφαρμογών μόνιμης και μη μόνιμης CCU, με παράλληλη άρση των φραγμών.

5. Δημιουργία ευνοϊκού περιβάλλοντος για τη βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα

Προκειμένου να αξιοποιηθεί πλήρως το δυναμικό της βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα, πρέπει να δημιουργηθούν ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη κάθε στοιχείου της αξιακής αλυσίδας του άνθρακα. Αυτό συνεπάγεται όχι μόνο κατάλληλη για τον επιδιωκόμενο σκοπό ρύθμιση, αλλά και επενδύσεις και χρηματοδότηση, τόσο για την έρευνα και την καινοτομία όσο και για την έγκαιρη ανάπτυξη. Η βεβαιότητα για τους επενδυτές και τα βιώσιμα επιχειρηματικά σχέδια απαιτούν επίσης κατανόηση εκ μέρους του κοινού και ευαισθητοποίηση σχετικά με τις λύσεις βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα. Τέλος, δεδομένου ότι η διασυννοριακή διάσταση είναι ζωτικής σημασίας για την κλιμάκωση της βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα, η διεθνής συνεργασία θα είναι απαραίτητη για τη μεγιστοποίηση του δυναμικού μετριασμού των εκπομπών στην Ευρώπη και πέραν αυτής.

5.1 Επενδύσεις και χρηματοδότηση της μετάβασης σε καθαρές ανθρακούχες εκπομπές

Ο προτεινόμενος στόχος του κανονισμού NZIA για 50 εκατ. τόνους ετήσιας δυναμικότητας αποθήκευσης CO₂ έως το 2030 απαιτεί επενδύσεις ύψους περίπου 3 δισ. EUR σε εγκαταστάσεις

αποθήκευσης άνθρακα, ανάλογα με τις θέσεις και τη δυναμικότητα των τόπων αποθήκευσης σε γεωλογικούς σχηματισμούς⁵⁸. Επιπλέον, έκθεση της Επιτροπής υπολογίζει τις επενδυτικές ανάγκες για τις υποδομές μεταφοράς αγωγών και πλοίων που συνδέονται με τον στόχο NZIA σε 6,2 έως 9,2 δισ. EUR περίπου έως το 2030⁵⁹. Τέλος, εκτιμάται ότι το κόστος δέσμευσης από σημειακές πηγές κυμαίνεται από 13 EUR/t έως 103 EUR/t CO₂ ανάλογα με τη βιομηχανία, την τεχνολογία δέσμευσης και τη συγκέντρωση CO₂. Επιπλέον, σε έκθεση που εκπονήθηκε από τα ενδιαφερόμενα μέρη του κλάδου για το φόρουμ CCUS εκτιμάται έλλειμμα χρηματοδότησης ύψους 10 δισ. EUR σωρευτικά έως το 2030 για τα έργα CCS που έχουν ανακοινωθεί επί του παρόντος⁶⁰.

Μετά το 2030, η Επιτροπή εκτιμά ότι οι απαιτούμενες επενδυτικές ανάγκες σε υποδομές μεταφοράς CO₂ θα αυξηθούν μεταξύ 9,3 δισ. EUR και 23,1 δισ. EUR το 2050 για την επίτευξη των στόχων του 2040 και του 2050, οι οποίοι καθορίζονται στην ανακοίνωση για τον κλιματικό στόχο της ΕΕ για το 2040.

Παρά τις αυξανόμενες επενδυτικές ανάγκες, η έκθεση του φόρουμ CCUS αναμένει ότι μετά το 2030 θα αρχίσει να διαμορφώνεται μια εμπορικά βιώσιμη αγορά, όπου οι επενδυτές μπορούν να κερδίσουν ανταγωνιστική απόδοση επί του επενδεδυμένου κεφαλαίου με βάση την τιμή ανθρακούχων εκπομπών της ΕΕ. Το μήνυμα σχετικά με την τιμή των ανθρακούχων εκπομπών στο ΣΕΔΕ της ΕΕ θα είναι καίριας σημασίας για να καταστούν τα έργα CCS εμπορικά βιώσιμα, λαμβανομένων υπόψη, αφενός, του κόστους δέσμευσης, μεταφοράς και αποθήκευσης του CO₂ και, αφετέρου, της τιμής εκπομπής της ίδιας ποσότητας CO₂.

Επιπλέον, θα απαιτηθεί η θέσπιση δασμών, νέων χρηματοδοτικών μέσων, εγγυήσεων και μέσων κινδύνου για τη διευκόλυνση των επενδύσεων. Τέλος, οι εν λόγω επενδυτικές ανάγκες αντιπαραβάλλονται με το εκτιμώμενο κατά παρέκταση θεωρητικό δυναμικό της αγοράς δεσμευμένου CO₂ στην ΕΕ μεταξύ 360 και 790 εκατ. τόνων CO₂, το οποίο θα μπορούσε να αποφέρει μεταξύ 45 και 100 δισ. EUR σε συνολική οικονομική αξία της μελλοντικής αξιακής αλυσίδας CO₂ στην ΕΕ από το 2030 και μετά και να συμβάλει στη δημιουργία μεταξύ 75 000 και 170 000 θέσεων εργασίας⁶¹.

Κατά την περίοδο έως το 2030, η πρόσθετη στήριξη σε ενωσιακό και εθνικό επίπεδο είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη και την κλιμάκωση λύσεων βιομηχανικής διαχείρισης του

⁵⁸ SWD(2023) 68 final, Αξιολόγηση των επενδυτικών αναγκών και διαθεσιμότητα χρηματοδότησης για την ενίσχυση της ικανότητας της ΕΕ να παράγει τεχνολογίες μηδενικών καθαρών εκπομπών.

⁵⁹ Tumara, D., Uihlein, A. και Hidalgo González, I. Shaping the future CO₂ transport network for Europe, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Petten, 2024, JRC136709.

⁶⁰ Τα έργα αυτά ανέρχονται σε 80 εκατ. τόνους δεσμευμένου CO₂. A Vision for Carbon Capture, Utilisation and Storage in the EU prepared for the European Union's CCUS Forum by the CCUS Vision Working Group, Απρίλιος 2023 ([σύνδεσμος](#)). Η ανάλυση βασίζεται στην υφιστάμενη ευρωπαϊκή και εθνική χρηματοδότηση που διατίθεται για έργα CCS, καθώς και στις επενδυτικές ανάγκες με βάση την καθαρή παρούσα αξία του κόστους δέσμευσης, μεταφοράς και αποθήκευσης των έργων στην ευρωπαϊκή βάση δεδομένων δέσμευσης και αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα της CATF.

⁶¹ SWD(2023) 219 final, έγγραφο εργασίας των υπηρεσιών της Επιτροπής για κανονισμό του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με τη θέσπιση πλαισίου μέτρων για την ενίσχυση του οικοσυστήματος κατασκευής προϊόντων τεχνολογίας μηδενικών καθαρών εκπομπών στην Ευρώπη (κανονισμός για τη βιομηχανία των μηδενικών καθαρών εκπομπών), με βάση το έγγραφο «The potential of a European CCS market from a Danish perspective», Kraka Advisory, Μάρτιος 2023.

άνθρακα, συμπεριλαμβανομένων επενδύσεων για την ανάπτυξη των απαραίτητων δεξιοτήτων. Τα πρωτοποριακά έργα βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα είναι δαπανηρά και οι τελικές επενδυτικές αποφάσεις εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες. Αυτό περιλαμβάνει την ικανότητα συνδυασμού δημόσιας και ιδιωτικής χρηματοδότησης. Επιπλέον, απαιτείται συντονισμός μεταξύ των εν λόγω έργων και άλλων ενδιαφερόμενων μερών, ιδίως των φορέων εκμετάλλευσης ενέργειας και μεταφοράς, ώστε να τεθούν οι βάσεις για τελικές επενδυτικές αποφάσεις.

Σήμερα παραμένουν διαθέσιμοι μεταβατικοί μηχανισμοί χρηματοδότησης μέσω επιχορηγήσεων, συμπεριλαμβανομένου του Ταμείου Καινοτομίας για το ΣΕΔΕ της ΕΕ, για την παροχή κάποιας χρηματοδότησης για την υλοποίηση επιλεγμένων καινοτόμων μεγάλης κλίμακας έργων CO₂. Μέχρι σήμερα, το Ταμείο Καινοτομίας έχει διαθέσει στήριξη στο πλαίσιο της οδηγίας για το ΣΕΔΕ της ΕΕ σε 26 έργα CCS και CCU μεγάλης και μικρής κλίμακας με πάνω από 3,3 δισ. EUR σε επιχορηγήσεις.

Ο μηχανισμός «Συνδέοντας την Ευρώπη» (CEF) — Ενέργεια αποτελεί έναν ακόμη βασικό μηχανισμό στήριξης της ΕΕ για την ανάπτυξη διασυνοριακών έργων υποδομής στους τομείς της ενέργειας και των μεταφορών. Μέχρι στιγμής, ο μηχανισμός έχει χορηγήσει περίπου 680 εκατ. EUR σε έργα CO₂ κοινού ενδιαφέροντος⁶². Η χρηματοδότηση με βάση την αγορά για οικονομικά βιώσιμα έργα CCS και CCU μπορεί, κατ' αρχήν, να υποστηριχθεί και από το ταμείο InvestEU⁶³.

Επιπλέον, ο μηχανισμός ανάκαμψης και ανθεκτικότητας είναι διαθέσιμος στα κράτη μέλη για τη στήριξη των επενδύσεων στη δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα⁶⁴. Όσον αφορά τις κρατικές ενισχύσεις για λύσεις βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα, οι κατευθυντήριες γραμμές για τις κρατικές ενισχύσεις στους τομείς του κλίματος, της προστασίας του περιβάλλοντος και της ενέργειας⁶⁵ και ο γενικός κανονισμός απαλλαγής κατά κατηγορία⁶⁶ περιλαμβάνουν προϋποθέσεις υπό τις οποίες θα επιτρέπονται οι κρατικές ενισχύσεις για επενδύσεις CCS και CCU. Η CCS περιλαμβάνεται επίσης στην ταξινόμηση της βιώσιμης χρηματοδότησης της ΕΕ, ένα σύστημα ταξινόμησης που αναπτύχθηκε για τον προσδιορισμό και τον καθορισμό οικονομικών δραστηριοτήτων που θεωρούνται περιβαλλοντικά βιώσιμες⁶⁷ The European Investment Bank has included carbon capture and storage in its . Η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων έχει συμπεριλάβει τη δέσμευση και αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα στη δέσμη

⁶² Κανονισμός (ΕΕ) 2021/1153.

⁶³ Λόγω του υψηλότερου κινδύνου των έργων CCS και CCU, η χρηματοδότηση χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων με στήριξη από το ταμείο InvestEU θα μπορούσε να συμπληρώνει τη χρηματοδότηση μέσω επιχορηγήσεων από άλλες ενωσιακές ή εθνικές πηγές ή θα μπορούσε να παρέχεται με τη μορφή «συνδυαστικών πράξεων» που συνδυάζουν πόρους από το InvestEU και άλλα προγράμματα της Ένωσης.

⁶⁴ Για παράδειγμα, η Δανία και η Ελλάδα έχουν συμπεριλάβει έργα δέσμευσης άνθρακα στα οικεία σχέδια ανθεκτικότητας και ανάκαμψης. Οι κανόνες για τις κρατικές ενισχύσεις εφαρμόζονται στο πλαίσιο του μηχανισμού.

⁶⁵ Ανακοίνωση της Επιτροπής (2022/C 80/01). Κατευθυντήριες γραμμές του 2022 για τις κρατικές ενισχύσεις στους τομείς του κλίματος, της προστασίας του περιβάλλοντος και της ενέργειας.

⁶⁶ Κανονισμός 2014/651/ΕΚ.

⁶⁷ Κανονισμός 2020/852/ΕΚ.

χρηματοδότησης ύψους 45 δισ. EUR για τη στήριξη του βιομηχανικού σχεδίου της Πράσινης Συμφωνίας⁶⁸ ..

Για να γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ της τιμής του άνθρακα και του κόστους των έργων βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα, τα κράτη μέλη μπορούν να εξετάσουν το ενδεχόμενο να προτείνουν προγράμματα «για τις συμβάσεις επί διαφοράς για τον άνθρακα» (CCfD) με επιδοτήσεις που καλύπτουν τη διαφορά μεταξύ της τιμής αναφοράς για τον άνθρακα και της συμφωνηθείσας «τιμής άσκησης» που αντιπροσωπεύει το πραγματικό κόστος του έργου⁶⁹. Αυτή η μέθοδος στήριξης παρέχει μια προβλέψιμη ροή εσόδων για τους φορείς υλοποίησης έργων και αποτελεί καλή λύση για την ελαχιστοποίηση του επενδυτικού κινδύνου.

Προκειμένου να υπάρξει πρόοδος πέρα από το αρχικό στάδιο με στρατηγικά έργα μηδενικών καθαρών εκπομπών μεγάλης κλίμακας, το μήνυμα σχετικά με την τιμή των ανθρακούχων εκπομπών στο ΣΕΔΕ της ΕΕ θα είναι καίριας σημασίας για να καταστούν τα έργα CCS εμπορικά βιώσιμα, λαμβανομένων υπόψη, αφενός, του κόστους δέσμευσης, μεταφοράς και αποθήκευσης του CO₂ και, αφετέρου, της τιμής εκπομπής της ίδιας ποσότητας CO₂.

Όπου απαιτείται δημόσια στήριξη, θα μπορούσε να προβλεφθεί ένας μηχανισμός σε επίπεδο ΕΕ στο πλαίσιο του Ταμείου Καινοτομίας ως κοινός μηχανισμός στήριξης «δημοπρασιών ως υπηρεσία», ο οποίος θα επιτρέπει στις χώρες του ΕΟΧ να χρησιμοποιούν τον εθνικό τους προϋπολογισμό για να χορηγούν στήριξη σε έργα που βρίσκονται στην επικράτειά τους βάσει ενός πανευρωπαϊκού μηχανισμού δημοπρασιών. Αυτό θα μπορούσε να επιταχύνει τα έργα στην ενιαία αγορά και να εντοπίσει τα πλέον ανταγωνιστικά και περιβαλλοντικά αποδοτικά έργα, σύμφωνα με τους κανόνες για τις κρατικές ενισχύσεις και με επαρκή ανταγωνιστικά εθνικά έργα. Ένας πρώτος ανταγωνιστικός μηχανισμός υποβολής προσφορών εγκαινιάζεται στο πλαίσιο της πιλοτικής δημοπρασίας του Ταμείου Καινοτομίας για την παραγωγή ανανεώσιμου υδρογόνου στην ΕΕ⁷⁰. Για να συμμετάσχουν σε κοινούς μηχανισμούς στήριξης, οι ενδιαφερόμενες χώρες πρέπει να ακολουθούν τη διαδικασία κοινοποίησης των κρατικών ενισχύσεων⁷¹.

Επιπλέον, η επιτυχής υιοθέτηση των συσσωρευτών και του υδρογόνου ως σημαντικών έργων κοινού ευρωπαϊκού ενδιαφέροντος (ΣΕΚΕΕ) κατέδειξε ότι η στενή συνεργασία με τα κράτη μέλη και τις εταιρείες που επιθυμούν να αναλάβουν φιλόδοξα καινοτόμα έργα ή έργα ανοικτής υποδομής αποφέρει θετικά αποτελέσματα σε σύνθετα διασυνοριακά ολοκληρωμένα έργα που είναι σημαντικά λόγω της συμβολής τους στην επίτευξη των στόχων της ΕΕ.

Τον Οκτώβριο του 2023 η Επιτροπή εγκαινίασε ένα κοινό ευρωπαϊκό φόρουμ για σημαντικά έργα κοινού ευρωπαϊκού ενδιαφέροντος (ΚΕΦ-ΣΕΚΕΕ) με στόχο τον προσδιορισμό και την

⁶⁸ Η ΕΤΕπ θα στηρίξει το βιομηχανικό σχέδιο της Πράσινης Συμφωνίας με πρόσθετη χρηματοδότηση ύψους 45 δισ. EUR ([σύνδεσμος](#)).

⁶⁹ Ορισμένα κράτη μέλη έχουν εφαρμόσει προγράμματα CCfD για την παροχή στοχευμένης και αναγκαίας στήριξης για έργα απαnthρακοποίησης, μεταξύ άλλων για υλοποιήσεις διαχείρισης του άνθρακα, σύμφωνα με τους ισχύοντες κανόνες για τις κρατικές ενισχύσεις.

⁷⁰ Βλ.: Ανταγωνιστική υποβολή προσφορών: Ένα νέο εργαλείο για τη χρηματοδότηση καινοτόμων τεχνολογιών χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών στο πλαίσιο του Ταμείου Καινοτομίας ([σύνδεσμος](#)).

⁷¹ Εκτός από τους κοινούς μηχανισμούς στήριξης, τα κράτη μέλη διατηρούν τη δυνατότητα να θεσπίζουν ανεξάρτητα καθεστώτα στήριξης, σύμφωνα με τους κανόνες για τις κρατικές ενισχύσεις.

ιεράρχηση στρατηγικών τεχνολογιών για την οικονομία της ΕΕ που θα μπορούσαν να είναι σημαντικές υποψήφιες για μελλοντικά ΣΕΚΕΕ⁷². Ως εκ τούτου, τα κράτη μέλη μπορούν να χρησιμοποιούν το ΚΕΦ-ΣΕΚΕΕ, στο οποίο συμμετέχουν εμπειρογνώμονες από τα κράτη μέλη και τις υπηρεσίες της Επιτροπής, ως πλατφόρμα για τη συντονισμένη και διαφανή επιλογή και τον σχεδιασμό πιθανού ΣΕΚΕΕ στον τομέα της βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα.

Η Επιτροπή προβλέπει:

- να συνεργαστεί, από το 2024, με τα κράτη μέλη για τον διαφανή και συντονισμένο σχεδιασμό ενός πιθανού σημαντικού έργου κοινού ευρωπαϊκού ενδιαφέροντος για τις υποδομές μεταφοράς και αποθήκευσης CO₂ μέσω του ΚΕΦ-ΣΕΚΕΕ· να ξεκινήσει τη διαδικασία το συντομότερο δυνατόν, να χρησιμοποιήσει την υφιστάμενη πλατφόρμα του φόρουμ CCUS για να εξασφαλιστεί ο καλός συντονισμός, να καθορίσει το χρονοδιάγραμμα, να παρακολουθεί την πρόοδο και να διατηρεί τον ρυθμό του έργου· να εξετάσει το ενδεχόμενο δημιουργίας ειδικής πλατφόρμας υψηλού επιπέδου για την εργασία μετά το 2030·
- να αξιολογήσει έως το 2025 κατά πόσον ορισμένες εγκαταστάσεις δέσμευσης CO₂, όπως οι εγκαταστάσεις παραγωγής τσιμέντου ή ασβέστου, είναι αρκετά ώριμες και ο επαρκής ανταγωνισμός μπορεί να αναμένεται να μεταβεί από τη στήριξη επιχορηγήσεων βάσει έργων σε μηχανισμούς χρηματοδότησης που βασίζονται στην αγορά, όπως οι δημοπρασίες με υποβολή ανταγωνιστικών προσφορών ως υπηρεσία στο πλαίσιο του Ταμείου Καινοτομίας·
- να συνεργαστεί, από το 2024, με την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων για τη χρηματοδότηση έργων CCS και CCU·
- να διευκολύνει τις επενδυτικές ανάγκες στη βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα έως το 2040 και το 2050, μεταξύ άλλων με την έξυπνη χρήση της δημόσιας χρηματοδότησης για τη μόχλευση ιδιωτικών επενδύσεων.

5.2 Εναισθητοποίηση του κοινού

Δεδομένου ότι τα έργα υποδομών βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα είναι απαραίτητα για να επιτύχει η Ευρώπη μηδενικές καθαρές εκπομπές και θα χρειαστούν δημόσια χρηματοδότηση τουλάχιστον κατά την αρχική φάση ανάπτυξης, είναι σημαντικό τα κράτη μέλη να τονώσουν και να στηρίξουν έναν χωρίς αποκλεισμούς, επιστημονικά τεκμηριωμένο και διαφανή διάλογο σχετικά με όλες τις τεχνολογίες βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα. Επιπλέον, η διασφάλιση κοινωνικών, περιβαλλοντικών και υγειονομικών διασφαλίσεων θα είναι καίριας σημασίας για τη στήριξη της υπεύθυνης εφαρμογής και της δημόσιας συμμόρφωσης. Η συμμετοχή των δημόσιων αρχών, των φορέων ανάπτυξης έργων, των ΜΚΟ και της κοινωνίας των πολιτών θα πρέπει να πραγματοποιείται πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη χάραξη πολιτικής και την υλοποίηση των έργων. Είναι σημαντικό να συμμετέχουν προδραστικά όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη, ώστε να μην

⁷² [Σύνδεσμος](#).

πρόκειται για μονόδρομη διαδικασία πληροφόρησης, και να εξεταστεί το ενδεχόμενο ανάθεσης σε τοπικούς πληθυσμούς για τη φιλοξενία υποδομών διαχείρισης του άνθρακα.

Με βάση τους καθορισμένους στόχους απανθρακοποίησης, τα κράτη μέλη θα πρέπει να εξασφαλίσουν τη συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων μερών που εργάζονται για τις εθνικές στρατηγικές βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα. Εκτός από την ενθάρρυνση ενός εθνικού διαλόγου σχετικά με τη βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα στο πλαίσιο των κλιματικών στόχων, οι συζητήσεις αυτές θα πρέπει επίσης να καθορίζουν το οικονομικό σκεπτικό στο οποίο βασίζεται η στήριξη της τεχνολογίας και της εφαρμογής της, τις ευκαιρίες που προκύπτουν, καθώς και το κόστος, τις ανησυχίες και τους κινδύνους για την ασφάλεια και το περιβάλλον, όπως επίσης και ρυθμιστικές δράσεις για την αντιμετώπιση αυτών των ανησυχιών. Οι συζητήσεις αυτές θα πρέπει να διεξαχθούν και σε διεθνές επίπεδο.

Η Επιτροπή θα χρησιμοποιήσει το φόρουμ CCUS και άλλα φόρουμ της Επιτροπής, συμπεριλαμβανομένης της Ευρωπαϊκής Εβδομάδας Βιώσιμης Ενέργειας, για να ενθαρρύνει τον δημόσιο διάλογο και να αυξήσει την κατανόηση και την ευαισθητοποίηση του κοινού σχετικά με τη βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα. Θα συμβάλει επίσης στον δημόσιο διάλογο σε εθνικό και τοπικό επίπεδο με την ανταλλαγή δεδομένων και εμπειριών από έργα που στηρίζει, μεταξύ άλλων στο πλαίσιο του Ταμείου Καινοτομίας και των Διευρωπαϊκών Δικτύων Ενέργειας.

Η Επιτροπή θα παρακολουθεί την κοινή γνώμη σχετικά με τη βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα, μεταξύ άλλων μέσω ερευνών του Ευρωβαρόμετρου, και θα ενθαρρύνει τα κράτη μέλη να μετρούν την ευαισθητοποίηση του κοινού σε εθνικό επίπεδο. Τα προγράμματα χρηματοδότησης της έρευνας της ΕΕ για τη βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα θα περιλαμβάνουν θέματα σχετικά με την αντίληψη του κοινού.

Η Επιτροπή προβλέπει:

- *συνεργασία με τα κράτη μέλη για τον καθορισμό των συνθηκών λειτουργίας των έργων μεταφοράς και αποθήκευσης CO₂, στο πλαίσιο της οποίας μπορεί να προβλέπεται ανταμοιβή των τοπικών κοινωνιών για τη φιλοξενία τους·*
- *συνεργασία με τα κράτη μέλη και τη βιομηχανία για την αύξηση των γνώσεων, της ευαισθητοποίησης και του δημόσιου διαλόγου σχετικά με τη βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα.*

5.3 Έρευνα και καινοτομία

Οι επενδύσεις στην έρευνα και την καινοτομία οδηγούν σε σημαντική μείωση του κόστους. Τα ενδιαφερόμενα μέρη τονίζουν το σαφές δυναμικό καινοτομίας για την προώθηση της αποδοτικότητας και της μείωσης του κόστους και για τη βελτίωση της ολοκλήρωσης. Κατά την περίοδο 2007-2023, η Επιτροπή επένδυσε περισσότερα από 540 εκατ. EUR σε καινοτόμες λύσεις CCUS μέσω των διαδοχικών προγραμμάτων-πλαίσια για την έρευνα και την καινοτομία (ΠΠ7, «Ορίζων 2020» και «Ορίζων Ευρώπη»). Η Επιτροπή θα συνεχίσει να επενδύει στην έρευνα και την καινοτομία για όλες τις τεχνολογίες βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα,

συμπεριλαμβανομένων νέων λύσεων, για την αύξηση της διαθεσιμότητας των τεχνολογιών στην αγορά, καθώς και για την επίτευξη μεσοπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων στόχων.

Η προκαταρκτική τυποποιητική έρευνα που βασίζεται σε ανοικτά δεδομένα μπορεί να συμβάλει στις εργασίες τυποποίησης. Για παράδειγμα, επί του παρόντος δεν έχουμε πλήρη εικόνα σχετικά με τη φυσική και χημική συμπεριφορά του ακάθαρτου CO₂. Η έρευνα και η καινοτομία είναι απαραίτητες για την περαιτέρω βελτιστοποίηση των τεχνολογιών δέσμευσης διοξειδίου του άνθρακα (π.χ. καθαρισμός) και την αύξηση της ενεργειακής της απόδοσης. Ως εκ τούτου, απαιτούνται, αφενός, βασική έρευνα, και, αφετέρου, έννοιες για την ιχνηλάτηση ή την παρακολούθηση όλων των σχετικών προσμειξών. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η πρόσβαση σε άμεσα διαθέσιμα και ανοικτά δεδομένα είναι απαραίτητη για την έρευνα με σκοπό την υποστήριξη των συνιστωσών τυποποίησης και την αποφυγή υπερβολικά αυστηρών περιορισμών.

Δεδομένου ότι όλο και περισσότερα έργα CCUS βρίσκονται σε καλό δρόμο για να τεθούν σε λειτουργία πριν από το 2030, έχει μεγάλη αξία να συγκεντρωθούν αυτά τα έργα βιομηχανικής κλίμακας σε μια πλατφόρμα ανταλλαγής γνώσεων για τη διευκόλυνση της συλλογής και της ανταλλαγής πληροφοριών και βέλτιστων πρακτικών σχετικά με τα έργα CCUS και μεταξύ αυτών στην ΕΕ. Το Ταμείο Καινοτομίας έχει ήδη ξεκινήσει τις εργασίες αυτές με τα έργα που έχουν λάβει επιχορήγηση. Η ανταλλαγή γνώσεων επικεντρώνεται επί του παρόντος στα διδάγματα που αντλήθηκαν σχετικά με τον τρόπο λήψης τελικών επενδυτικών αποφάσεων, συμπεριλαμβανομένων της αντιστοίχισης των όγκων δέσμευσης και αποθήκευσης, της αδειοδότησης και της αντιμετώπισης των κινδύνων μεταξύ των αξιακών αλυσίδων.

Στο μέλλον, η ανταλλαγή γνώσεων θα περιλαμβάνει τεχνολογίες δέσμευσης, υποδομές μεταφοράς και αποθήκευσης, χαρακτηριστικά τόπων αποθήκευσης, ρυθμιστικές πτυχές, ανάγκες για πρότυπα, πρόσβαση στη χρηματοδότηση και διαχείριση των ενδιαφερόμενων μερών. Θα καλύπτει επίσης τα διδάγματα που αντλούνται σχετικά με τη συμμετοχή του κοινού και την ανταλλαγή βέλτιστων πρακτικών από τους διαλόγους μεταξύ φορέων ανάπτυξης έργων, τοπικών και εθνικών αρχών. Η πλατφόρμα ανταλλαγής γνώσεων θα είναι ανοικτή σε όλα τα έργα που είναι έτοιμα να ανταλλάσσουν πληροφορίες και να συνεργάζονται χωρίς να αποκαλύπτουν εμπορικά ευαίσθητες πληροφορίες και σε πλήρη συμμόρφωση με τους κανόνες ανταγωνισμού της ενιαίας αγοράς.

Τα διδάγματα που αντλούνται από τα βιομηχανικά έργα θα πρέπει να αξιοποιηθούν εκ νέου στα εθνικά και ευρωπαϊκά προγράμματα για την έρευνα και την καινοτομία, ώστε να καλυφθούν τα κενά γνώσης και να επιταχυνθεί η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών.

Η Επιτροπή προβλέπει:

- *στήριξη μιας νέας πλατφόρμας συνεργασίας και ανταλλαγής γνώσεων για βιομηχανικά έργα CCUS·*
- *συνέχιση των επενδύσεων στην E&K για τεχνολογίες βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα, συμπεριλαμβανομένων της βελτιστοποίησης των διαδικασιών στον τομέα της ενέργειας και της οικονομικής αποδοτικότητας, και της προκαταρκτικής τυποποιητικής*

5.4 Διασυνοριακή και διεθνής συνεργασία

Η επιτυχής ανάπτυξη κλιμακούμενων συστημάτων βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα θα είναι επίσης απαραίτητη για τους παγκόσμιους εταίρους μας και κρίσιμης σημασίας για την επίτευξη των στόχων τους στο πλαίσιο της συμφωνίας του Παρισιού. Για παράδειγμα, οι Ηνωμένες Πολιτείες χρησιμοποιούν τον δικομματικό νόμο για τις υποδομές «Bipartisan Infrastructure Law» για να στηρίζουν τη δέσμευση απευθείας από την ατμόσφαιρα και έχουν αυξήσει τις φορολογικές πιστώσεις για τη δέσμευση και τη μόνιμη αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα βάσει του νόμου για τη μείωση του πληθωρισμού. Το Ηνωμένο Βασίλειο δημοσίευσε το όραμά του για τη δέσμευση, τη χρήση και την αποθήκευση άνθρακα το 2023 και αποσκοπεί στην ανάπτυξη μιας αγοράς για τη δέσμευση 20-30 Mtpa CO₂ έως το 2030.⁷³ Ως εκ τούτου, οι επιχειρηματικές ευκαιρίες για τις βιομηχανίες της ΕΕ είναι παγκόσμιας κλίμακας. Η συνεργασία με άλλες πρωτοπόρες χώρες με στόχο την τιμολόγηση του άνθρακα και τη μείωση του κόστους των αξιακών αλυσίδων θα προσφέρει επίσης ευκαιρίες για την επιτάχυνση του ρυθμού μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου παγκοσμίως.

Ταυτόχρονα, υπάρχουν σαφείς ευκαιρίες συνεργασίας σε διασυνοριακό επίπεδο. Η πρώτη εμπορική διασυνοριακή συμφωνία για τη δέσμευση του CO₂ που παράγεται στην ΕΕ και την αποστολή του για αποθήκευση στη Νορβηγία έχει ήδη υπογραφεί⁷⁴. Για τα κράτη μέλη του Ευρωπαϊκού Οικονομικού Χώρου (ΕΟΧ), το ισχύον νομικό πλαίσιο της ΕΕ είναι η σχετική «συμφωνία» μεταξύ των μερών κατά την έννοια του άρθρου 6 παράγραφος 2 του διεθνούς πρωτοκόλλου του 1996 της σύμβασης του 1972 για την πρόληψη της θαλάσσιας ρύπανσης από την απόρριψη αποβλήτων και άλλων υλικών (στο εξής: πρωτόκολλο του Λονδίνου). Αντίστοιχα, κάθε φορέας εκμετάλλευσης δικτύων μεταφοράς CO₂ και/ή τόπων αποθήκευσης CO₂ μπορεί να επωφεληθεί πλήρως από το νομικό πλαίσιο της ΕΕ για την εισαγωγή ή την εξαγωγή δεσμευμένου CO₂ εντός του ΕΟΧ.

Προς το παρόν, ο μόνος τρόπος για να επεκταθούν τα οφέλη αυτά σε χώρες εκτός του ΕΟΧ θα ήταν η λειτουργία τόπων αποθήκευσης στο πλαίσιο ενός ΣΕΔΕ που συνδέεται με το ΣΕΔΕ του ΕΟΧ⁷⁵ και σε ένα πλαίσιο που παρέχει νομικές εγγυήσεις ισοδύναμες με την οδηγία CCS της ΕΕ.

Η πιθανή μελλοντική αναγνώριση τόπων αποθήκευσης CO₂ σε τρίτες χώρες χωρίς συνδεδεμένο ΣΕΔΕ θα εξαρτηθεί από την ύπαρξη ισοδύναμων όρων για τη διασφάλιση μονίμως προστατευμένης και περιβαλλοντικά ασφαλούς αποθήκευσης δεσμευμένου CO₂ σε γεωλογικούς σχηματισμούς, υπό την προϋπόθεση ότι η αποθήκευση δεν χρησιμοποιείται για την αύξηση της

⁷³ The White House (2023) Clean Energy Economy: A Guidebook to the Inflation Reduction Act's investments in clean energy and climate action, Ιανουάριος 2023 & Department for Energy Security and net Zero (2023), Carbon Capture Use and Storage: A vision to establish a competitive market, Δεκέμβριος 2023.

⁷⁴ Η Yara επενδύει στη CCS στο Sluiskil και υπογράφει δεσμευτική συμφωνία μεταφοράς και αποθήκευσης CO₂ με τη Northern Lights ([σύνδεσμος](#)).

⁷⁵ Με συμφωνία βάσει του άρθρου 25 της οδηγίας 2003/87/EK.

ανάκτησης υδρογονανθράκων και ότι αυτό οδηγεί σε συνολική μείωση των εκπομπών. Οι υποψήφιες προς ένταξη στην ΕΕ χώρες που εξετάζουν προσωρινά συστήματα τιμολόγησης του άνθρακα —εάν συνδέονται με το ΣΕΔΕ— παρουσιάζουν ιδιαίτερα ευπρόσδεκτες δυνατότητες συνεργασίας κατά την προενταξιακή περίοδο.

Σε διεθνές επίπεδο, η συμφωνία του Παρισιού απαιτεί από τα συμβαλλόμενα μέρη να μετρούν και να αναφέρουν την πρόοδο όσον αφορά τους στόχους τους για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και να λογοδοτούν για την εθνικά καθορισμένη συνεισφορά τους. Αυτό περιλαμβάνει την υποβολή εκθέσεων σχετικά με τις απορροφήσεις άνθρακα από καταβόθρες και άλλες δραστηριότητες βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα. Οι εκπομπές και οι απορροφήσεις πρέπει να υπολογίζονται και να δηλώνονται μόνο μία φορά και από ένα μέρος, ώστε να αποφεύγεται η διπλή καταμέτρηση.

Η υποβολή εκθέσεων σχετικά με τις δραστηριότητες βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα στις απογραφές αερίων του θερμοκηπίου βάσει της σύμβασης-πλασίου των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή (στο εξής: UNFCCC) αποτελεί βασικό θέμα που πρέπει να αντιμετωπιστεί. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στις διεθνείς αξιακές αλυσίδες όπου το CO₂ δεσμεύεται, μεταφέρεται, αποθηκεύεται ή χρησιμοποιείται σε διαφορετικές χώρες. Σε αυτές περιλαμβάνονται τα εισαγόμενα καύσιμα βάσει CCU που χρησιμοποιούνται στην ΕΕ, καθώς και οι διεθνείς αξιακές αλυσίδες απορρόφησης άνθρακα, για παράδειγμα σε δραστηριότητες BioCCS ή DACCS. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) θα διαδραματίσει ουσιαστικό ρόλο στην παροχή σαφών κατευθυντήριων γραμμών και μεθοδολογιών για την ορθή αναφορά όλων των τύπων δραστηριοτήτων CCS, CCU και βιομηχανικών δραστηριοτήτων απορρόφησης άνθρακα στις απογραφές αερίων του θερμοκηπίου της UNFCCC.

Η διεθνής συνεργασία θα είναι επίσης αναγκαία για τη μεγιστοποίηση του δυναμικού της βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα κατά τον μετριασμό των εκπομπών CO₂ σε παγκόσμια κλίμακα, όπως μέσω της αποστολής για την απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα στο πλαίσιο της αποστολής καινοτομίας⁷⁶. Ειδικότερα, η ανάπτυξη κοινής αντίληψης σχετικά με τον τρόπο μόνιμης αποθήκευσης του CO₂ μακριά από την ατμόσφαιρα σε γεωλογικούς σχηματισμούς ή σε ανθεκτικά προϊόντα θα μπορούσε να συμβάλει στην επιτάχυνση και την κλιμάκωση των έργων και να τα καταστήσει οικονομικά πιο βιώσιμα και αποδοτικά.

Η ΕΕ θα πρέπει να συμβάλει σε διεθνείς ανταλλαγές και εργαστήρια με τη βιομηχανία, την ακαδημαϊκή κοινότητα και την κυβέρνηση, καθώς και με διεθνείς οργανισμούς για τη βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα, ώστε να μετριαστούν οι εκπομπές CO₂ σε παγκόσμια κλίμακα και επίσης να δοθεί η δυνατότητα στις εταιρείες της ΕΕ να δραστηριοποιηθούν σε αγορές τρίτων χωρών. Θα είναι επίσης σημαντικό να υπάρξει συνεργασία με τρίτες χώρες ώστε να διασφαλιστεί ότι οι αγορές τρίτων χωρών παραμένουν ανοικτές για την πρόσβαση της βιομηχανίας και των τεχνολογιών της ΕΕ και αντιστρόφως, ιδίως των αγορών δημόσιων συμβάσεων.

⁷⁶ Με επικεφαλής τον Καναδά, τις ΗΠΑ και τη Σαουδική Αραβία, με τη συμμετοχή της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, της Αυστραλίας, της Ινδίας, της Ιαπωνίας και της Νορβηγίας ([σύνδεσμος](#)).

Η G7 επιβεβαίωσε ότι, ενώ η άμεση, διαρκής και γρήγορη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου εξακολουθεί να αποτελεί βασική προτεραιότητα για την επίτευξη των στόχων μηδενικών καθαρών εκπομπών, η ανάπτυξη διαδικασιών απορρόφησης άνθρακα με ισχυρές κοινωνικές και περιβαλλοντικές διασφαλίσεις, όπως η ενίσχυση των φυσικών καταβροθρών, η BioCCS και η DACCS, θα είναι ουσιαστικής σημασίας για την αντιστάθμιση των υπολειμματικών εκπομπών από τομείς που είναι απίθανο να επιτύχουν πλήρη απανθρακοποίηση. Η G7 αναγνώρισε επίσης ότι «η CCU / ανακύκλωση άνθρακα και η CCS μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό μέρος ενός ευρέος χαρτοφυλακίου λύσεων απανθρακοποίησης για την επίτευξη καθαρών μηδενικών εκπομπών έως το 2050».

Η Επιτροπή προβλέπει:

- να εργαστεί για την επιτάχυνση της διεθνούς συνεργασίας με σκοπό την προώθηση της εναρμονισμένης υποβολής εκθέσεων και λογιστικής καταγραφής των δραστηριοτήτων βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα, ώστε να διασφαλιστεί η ακριβής λογιστική καταγραφή τους στο πλαίσιο διαφάνειας της UNFCCC.
- να εργαστεί για να διασφαλιστεί ότι τα διεθνή πλαίσια τιμολόγησης του άνθρακα επικεντρώνονται στις αναγκαίες μειώσεις εκπομπών, προβλέποντας παράλληλα απορροφήσεις άνθρακα για την αντιμετώπιση των εκπομπών στους τομείς στους οποίους είναι δύσκολο να μειωθούν οι εκπομπές.

6. Συμπέρασμα

Για να επιτευχθεί κλιματική ουδετερότητα έως το 2050 και να παρασχεθούν στην οικονομία της ΕΕ όλα τα μέσα για την επίτευξη της κλιματικής φιλοδοξίας για το 2040, η ΕΕ πρέπει να αναπτύξει ένα κοινό και ολοκληρωμένο πλαίσιο πολιτικής και επενδύσεων για όλες τις πτυχές της βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα. Η βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα θα χρειαστεί για τη συμπλήρωση των προσπαθειών μετριασμού των εκπομπών που είναι δύσκολο να μειωθούν και την επίτευξη αρνητικών εκπομπών μετά το 2050.

Οι τεχνολογικές λύσεις για τη δέσμευση, τη μεταφορά, τη χρήση και την αποθήκευση του CO₂ είναι διαθέσιμες, αλλά πρέπει να αναπτυχθούν εμπορικά και σε κλίμακα, τόσο στις υφιστάμενες βιομηχανίες όσο και για να αρχίσει η απομάκρυνση του CO₂ από την ατμόσφαιρα. Ωστόσο, οι εταιρείες που τις χρησιμοποιούν σήμερα σημειώνουν το υψηλό κόστος της δέσμευσης, αποθήκευσης και χρήσης διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και τις πολύπλευρες αδυναμίες της αγοράς που πρέπει να αντιμετωπιστούν με μια ολοκληρωμένη ευρωπαϊκή προσέγγιση για τη βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα.

Πολλά κράτη μέλη έχουν χαρτογραφήσει θεωρητικούς τόπους αποθήκευσης σε γεωλογικούς σχηματισμούς, αλλά αυτοί πρέπει τώρα να μετατραπούν σε δυναμικότητα αποθήκευσης CO₂ με δυνατότητα τραπεζικής χρηματοδότησης. Αυτό απαιτεί όχι μόνο επενδύσεις, αλλά και ευρεία κατανόηση από το κοινό ότι η υπόγεια αποθήκευση CO₂ μπορεί να αποτελέσει αξιόπιστη κλιματική λύση και επικερδή επιχειρηματική δραστηριότητα. Απαιτεί επίσης τη δημιουργία υποδομών μεταφοράς CO₂.

Μετά τη δέσμευσή του, το CO₂ καθίσταται πολύτιμο αγαθό, ιδίως εάν δεσμεύεται από βιολογικές πηγές ή από την ατμόσφαιρα. Θα πρέπει να χρησιμοποιείται ευρύτερα στις διαδικασίες παραγωγής, ιδίως για τις χημικές ουσίες και τα πλαστικά που χρησιμοποιούν σήμερα αργό πετρέλαιο και φυσικό αέριο, καθώς και για την παραγωγή βιώσιμων καυσίμων για την αντιμετώπιση των εκπομπών μεταφορών που είναι δύσκολο να μειωθούν.

Για τη δημιουργία μιας φιλόδοξης βιομηχανικής διαχείρισης του άνθρακα στην ΕΕ, απαιτείται στήριξη για έργα που χρησιμοποιούν αυτές τις τεχνολογίες και ανταλλάσσουν γνώσεις. Τα κράτη μέλη και η Επιτροπή πρέπει να συνεργαστούν για να αναπτύξουν και να θέσουν σε εφαρμογή το πλαίσιο πολιτικής που απαιτείται για την αύξηση της βεβαιότητας για τους επενδυτές, με παράλληλη συμμετοχή των τοπικών κοινωνιών σε περιοχές όπου η αποθήκευση CO₂ σε γεωλογικούς σχηματισμούς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να συμβάλει στην απανθρακοποίηση της οικονομίας.

Όλες αυτές οι λύσεις πρέπει πρωτίστως να αποφέρουν πραγματικά και ποσοτικοποιήσιμα οφέλη για τους πολίτες, το περιβάλλον και το κλίμα. Με τη στρατηγική αυτή, η βιομηχανική διαχείριση του άνθρακα αποτελεί μια νόμιμη και οικονομικά υποσχόμενη πορεία της ΕΕ προς την κλιματική ουδετερότητα έως το 2050. Οι συντονισμένες προσπάθειες της Επιτροπής, των κρατών μελών, της βιομηχανίας, των ομάδων πολιτών, των ερευνητικών κοινοτήτων, των κοινωνικών εταίρων και άλλων ενδιαφερόμενων μερών θα είναι ουσιαστικής σημασίας για την ταχεία εφαρμογή της.