

## Μεθανόλη: ένα μελλοντικό καύσιμο μεταφορών με βάση το υδρογόνο και το διοξείδιο του άνθρακα?

### Ενημερωτικό σημείωμα επιλογών

Το παρόν ενημερωτικό σημείωμα βασίζεται στο έργο της STOA με τίτλο «Μεθανόλη: ένα μελλοντικό καύσιμο μεταφορών με βάση το υδρογόνο και το διοξείδιο του άνθρακα;». Το έργο εξετάζει τα τεχνολογικά, περιβαλλοντικά και οικονομικά εμπόδια στην παραγωγή μεθανόλης από διοξείδιο του άνθρακα, καθώς και τις πιθανές χρήσεις της μεθανόλης στις μεταφορές με αυτοκίνητο στην Ευρώπη. Το κόστος και τα οφέλη εκτιμώνται βάσει του κύκλου ζωής με στόχο τη σύγκριση των διαφόρων πρώτων υλών για την παραγωγή μεθανόλης και την καταγραφή των πιθανών οφελών της μεθανόλης που προέρχεται από διοξείδιο του άνθρακα στο πλαίσιο της μετάβασης σε ένα πιο διαφοροποιημένο μείγμα καυσίμων στον τομέα των μεταφορών. Τα οφέλη όσον αφορά τη μείωση της εξάρτησης από τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα και των κινδύνων για την ασφάλεια εφοδιασμού μπορούν να φανούν σε μεσοπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο ορίζοντα. Εντούτοις, είναι προφανές ότι απαιτούνται σημαντικές και βιώσιμες ερευνητικές προσπάθειες προκειμένου το διοξείδιο του άνθρακα να μετατραπεί σε αποτελεσματική και ανταγωνιστική πρώτη ύλη που θα είναι ελκυστική όχι μόνο για τον τομέα των μεταφορών, αλλά και για άλλους κλάδους. Η ανταγωνιστικότητα της μεθανόλης που προέρχεται από διοξείδιο του άνθρακα θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από τον βαθμό αποτελεσματικότητας των μελλοντικών πολιτικών όσον αφορά τη διαχείριση διαφόρων ζητημάτων και παραγόντων καίριας σημασίας, και πιο συγκεκριμένα όσον αφορά:

- τον βαθμό προτεραιότητας που αποδίδει η πολιτική μεταφορών στα περιβαλλοντικά ζητήματα – πρωτίστως στη μείωση του διοξειδίου του άνθρακα– και σε προβληματισμούς που αφορούν την ασφάλεια εφοδιασμού ·
- την αβεβαιότητα των μελλοντικών τεχνολογικών εξελίξεων στον τομέα των μεταφορών και την ανάγκη αποφυγής άσκοπων επενδύσεων τόσο μεσοπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα ·
- την ανάγκη για μείωση του κόστους του δεσμευόμενου διοξειδίου του άνθρακα και προώθηση των πιθανών χρήσεων του, μεταξύ άλλων για την παραγωγή μεθανόλης ·
- τις προοπτικές για αξιοσημείωτες βελτιώσεις στην ανταγωνιστικότητα των κυψελών καυσίμου μεθανόλης εντός του πλαισίου της ελεύθερης αγοράς ·
- την ευκαιρία της προώθησης ενός διαφοροποιημένου φάσματος λύσεων για διάφορα είδη μεταφορικών μέσων, λαμβανομένης υπόψη της υψηλής πιθανότητας ανταγωνισμού για τα καύσιμα μεταξύ όλων των τομέων των μεταφορών.

Στη συνέχεια περιγράφονται τέσσερις εναλλακτικές επιλογές πολιτικής, οι οποίες αντανakλούν όσο το δυνατόν μεγαλύτερο αριθμό διαφορετικών προσεγγίσεων για την εξισορρόπηση των κανόνων της ελεύθερης αγοράς με τον στόχο της στήριξης και της προώθησης της παραγωγής μεθανόλης από διοξείδιο του άνθρακα.

### Επιλογή πολιτικής 1 – Η προσέγγιση βάσει αγοράς

Δεδομένου ότι δεν υπάρχει σαφής εικόνα όσον αφορά τη χρονική στιγμή κατά την οποία τα εναλλακτικά καύσιμα και οι εναλλακτικές τεχνολογίες συστημάτων κίνησης θα επικρατήσουν τελικά στην αγορά, η επιλογή που αφορά την εξασφάλιση «ισότιμων όρων ανταγωνισμού» για όλες τις τεχνολογίες – όπως προτείνουν οι υποστηρικτές του νόμου των ΗΠΑ για τα πρότυπα ελεύθερης επιλογής καυσίμων (Open Fuel Standard Act) – είναι ελκυστική, δεδομένου ότι, κατά αυτό τον τρόπο, η αυτοκινητοβιομηχανία θα υποχρεωνόταν να διαθέσει στην αγορά σημαντικό αριθμό οχημάτων που κινούνται με φυσικό αέριο, υδρογόνο, βιοντίζελ, μεθανόλη,

καθώς και οχήματα ευέλικτων καυσίμων ή επαναφορτιζόμενα, ηλεκτροκίνητα οχήματα μεταξύ άλλων. Οι υπέρμαχοι αυτής της επιλογής υποστηρίζουν ότι η εν λόγω νομοθεσία θα παρέχει στον τελικό καταναλωτή την ελευθερία να αποφασίζει τον τύπο οχήματος και το είδος καυσίμου που θα χρησιμοποιεί. Οι παραγωγοί μεθανόλης των ΗΠΑ στηρίζουν την εν λόγω πρωτοβουλία, η οποία, ωστόσο, παρουσιάζει ορισμένες αδυναμίες που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Τόσο το υδρογόνο όσο και μεθανόλη που παράγονται από διοξείδιο του άνθρακα δεν αποτελούν ακόμα ανταγωνιστικά καύσιμα και, συνεπώς, είναι απίθανο να κατακτήσουν σημαντικά μερίδια της αγοράς κατά τις προσεχείς δεκαετίες, εκτός εάν σημειωθεί δραστική αύξηση των τιμών της βενζίνης και του συμβατικού ντίζελ. Τα πρότυπα ελεύθερης επιλογής θα μπορούσαν να εντείνουν το δίλλημα «τροφήμα ή καύσιμα» που συνδέεται με τη χρήση βιοκαυσίμων πρώτης γενιάς, όπως οι βιοκαλλιέργειες, καθώς και τον ανταγωνισμό για χερσαίους και υδάτινους πόρους.

Ένα δεύτερο κρίσιμο σημείο όσον αφορά την εν λόγω στρατηγική είναι να εξασφαλιστεί ότι οι καταναλωτές έχουν πλήρη επίγνωση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων των διαφόρων καυσίμων από άποψη απόδοσης (km/l) και περιβαλλοντικού αντικτύπου, συμπεριλαμβανομένων των εκπομπών CO<sub>2</sub>, ώστε να είναι σε θέση να κάνουν συνειδητές επιλογές. Αυτό συνεπάγεται σημαντικές επιπτώσεις όσον αφορά τη χάραξη πολιτικής, δεδομένου ότι δεν διατίθενται επί του παρόντος αριθμητικά στοιχεία για τη σύγκριση των διαφόρων καυσίμων και της απόδοσης των αυτοκινήτων. Ακόμη και οι τιμές που δίνουν οι κατασκευαστές αυτοκινήτων για τις εκπομπές CO<sub>2</sub> από τα αυτοκίνητα και τα καύσιμα που διατίθενται ήδη στην αγορά έχουν αμφισβητηθεί επανειλημμένως (Διεθνές Συμβούλιο Καθαρών Μεταφορών (ICCT) 2012). Οι ορθές τιμές έχουν άμεσο αντίκτυπο στις αγορές των καταναλωτών και στους υπολογισμούς, δεδομένου ότι τα επίπεδα εκπομπών CO<sub>2</sub> συχνά χρησιμοποιούνται από τις αρχές για τον καθορισμό των επιπέδων φορολόγησης της ιδιοκτησίας οχήματος.

## **Επιλογή πολιτικής 2 - Ρυθμιστική ώθηση για τη δέσμευση και τη χρήση του διοξειδίου του άνθρακα (CCU)**

Εάν η Ευρώπη αποφασίσει να θεσπίσει πολύ σαφείς κανόνες για τον ανταγωνισμό μεταξύ των διαφόρων ειδών καυσίμων και των τεχνολογιών οχημάτων, βάσει ολοκληρωμένης και συγκρίσιμης ανάλυσης κύκλου ζωής από το στάδιο της παραγωγής έως το στάδιο της κατανάλωσης και σεναρίων για την ασφάλεια εφοδιασμού, αυτό θα έχει θετικά αποτελέσματα για την ανακύκλωση του CO<sub>2</sub>. Συνεπάγεται επίσης την αποδοχή της ιδέας ότι το CO<sub>2</sub> θεωρείται σημαντική πρώτη ύλη για το μέλλον και τη δημιουργία ενός ισχυρού κλάδου CCU, κατά το πρότυπο της κινεζικής προσέγγισης, μόλις το κόστος δέσμευσης CO<sub>2</sub> μειωθεί σε ανταγωνιστικό επίπεδο (εκτιμάται περίπου στα 20 €/t δεσμευόμενου CO<sub>2</sub>) και η περιβαλλοντική και ενεργειακή ισορροπία της παραγωγής μεθανόλης από CO<sub>2</sub> βελτιωθεί σημαντικά.

Το πλεονέκτημα της εν λόγω στρατηγικής έγκειται στη δυνατότητα που παρέχει να εξερευνηθούν δυνητικές αγορές για το δεσμευόμενο CO<sub>2</sub> –όχι μόνο η αγορά των οδικών μεταφορών– και στην ευκαιρία που δίνει στην ευρωπαϊκή τεχνολογία να καταλάβει ηγετική θέση. Οι κίνδυνοι που συνδέονται με την εν λόγω στρατηγική δημιουργούν την ανάγκη για βιώσιμες επενδύσεις στον τομέα της έρευνας και της ανάπτυξης, ιδίως με στόχο τον εντοπισμό και τον έλεγχο της αξιοπιστίας νέων επιλογών για την απόκτηση αξίας από το CO<sub>2</sub>, ενώ παράλληλα σε αυτήν την ανάγκη συντείνει η αβεβαιότητα ως προς τον απαιτούμενο χρόνο για τη διάθεση στην αγορά ανταγωνιστικών προϊόντων που προέρχονται από CO<sub>2</sub>.

## **Επιλογή πολιτικής 3 -Νησίδες μεθανόλης**

Σε πολύ ειδικές περιπτώσεις, όπως στην περίπτωση της Ισλανδίας όπου οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολύ χαμηλές, η μεθανόλη που παράγεται από CO<sub>2</sub> είναι ήδη ανταγωνιστική προς τη βενζίνη. Μπορούν να αξιοποιηθούν και άλλες σημαντικές ευκαιρίες για τη μείωση του κόστους της παραγωγής μεθανόλης από CO<sub>2</sub>, όπως η χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας αιολικών πάρκων που δεν μπορεί να διοχετευτεί στο δίκτυο ή η χρήση ηλιακής ενέργειας που παράγεται σε απομονωμένες περιοχές, οι οποίες, ωστόσο, έχουν μεγάλη ηλιοφάνεια και προσφέρονται για την παραγωγή υδρογόνου και μεθανόλης. Ο βαθμός εγγύτητας της πηγής εκπομπής CO<sub>2</sub> στις εγκαταστάσεις παραγωγής υδρογόνου και μεθανόλης μπορεί επίσης να συμβάλει ώστε να αποφευχθεί το υψηλό κόστος μεταφοράς αμφοτέρων των ειδών αερίου. Σε τελική ανάλυση, αυτή η επιλογή αναδεικνύει ενδιαφέρουσες δυνατότητες για την υλοποίηση σεναρίων κυκλικής οικονομίας και βιομηχανικής συμβίωσης, οι οποίες θα μπορούσαν να διερευνηθούν σε μεγάλης κλίμακας εγκαταστάσεις επίδειξης.

Η εν λόγω στρατηγική βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στη συστηματική αναζήτηση εξειδικευμένων αγορών για μεθανόλη, συμπεριλαμβανομένων π.χ. μεγάλων εφαρμογών, όπως ο εξοπλισμός των οχημάτων που χρησιμοποιούνται στον αμυντικό τομέα ή η τροφοδότηση εμπορικών πλοίων με ηλεκτρισμό, αλλά και πέραν του τομέα των μεταφορών, στον τομέα των ηλεκτρικών συσκευών και στον κλάδο του πετρελαίου και του φυσικού αερίου.

Συνεπώς, η εν λόγω επιλογή πολιτικής θα συνδυάζει έξυπνες στρατηγικές για τη μείωση του κόστους της μεθανόλης που παράγεται από CO<sub>2</sub> με τη βοήθεια καινοτομιών της αγοράς για τις οποίες θα απαιτείται η χρήση κυψελών καυσίμου μεθανόλης, αντιστοιχίζοντας κατά αυτόν τον τρόπο την αυξανόμενη ζήτηση με αυξανόμενη προσφορά. Το πλεονέκτημα της εν λόγω στρατηγικής συνίσταται στην περιορισμένη ανάγκη για αρχικές επενδύσεις και στη μεγαλύτερη ανεξαρτησία από τις εξελίξεις στον τομέα των μεταφορών, οι οποίες θα καταστήσουν δυνατή την κάλυψη του χρονικού διαστήματος που απαιτείται για τη μείωση του κόστους της μεθανόλης που παράγεται από CO<sub>2</sub> και τη βελτίωση των τεχνολογιών για τις κυψέλες καυσίμου. Τα μέτρα πολιτικής θα πρέπει, ωστόσο, να συμμορφώνονται με τους κανόνες της ελεύθερης αγοράς, γεγονός που σημαίνει ότι η εφαρμογή τους θα είναι περίπλοκη.

#### **Επιλογή πολιτικής 4 - Στρατηγικές μετάβασης βάσει σεναρίου**

Μια ευρύτερη στρατηγική μετάβασης για τη μείωση της εξάρτησης από τα προϊόντα που προέρχονται από πετρέλαιο στον ευρωπαϊκό τομέα των μεταφορών θα πρέπει απαραίτητως να ξετάζει όλα τα είδη μοντέλων μεταφορών και καυσίμων, καθώς και τις συμπεριφορές κινητικότητας. Ο κίνδυνος της αύξησης των ελλείψεων και της εξάρτησης ολόκληρου του ευρωπαϊκού τομέα των μεταφορών συνεπάγεται την ανάγκη να εξεταστούν επισταμένως όλες οι πιθανές εναλλακτικές πρώτες ύλες, συμπεριλαμβανομένου του CO<sub>2</sub> που δεσμεύεται από τα καυσαέρια. Σύμφωνα με τα βασικά σενάρια αναφοράς, οι τιμές του πετρελαίου και του άνθρακα θα διπλασιαστούν από το 2010 έως το 2050 σε πραγματικούς όρους, ενώ οι αυξήσεις στην τιμή του φυσικού αερίου αναμένεται να είναι ελαφρώς μικρότερες.

Σύμφωνα με τη Eurostat (2013), η συνολική συνεισφορά της βενζίνης στην κάλυψη της ενεργειακής ζήτησης στον τομέα των οδικών μεταφορών έχει μειωθεί από το 1990, κυρίως λόγω της πρόσφατης κρίσης. Η μεγαλύτερη, μακροχρόνια αύξηση στη ζήτηση καυσίμων παρατηρείται στον τομέα των οδικών μεταφορών και των εναέριων μεταφορών και αφορά το ντίζελ. Στον τομέα των οδικών μεταφορών, ο διμεθυλαιθέρας (DME) φαίνεται να αποτελεί βιώσιμο υποκατάστατο, ενώ στον τομέα των εναέριων μεταφορών, ο οποίος υπόκειται πλέον σε στόχους για τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>, εξακολουθεί να ξετάζεται επισταμένως το ενδεχόμενο χρήσης εναλλακτικών καυσίμων. Πρωτοπόρες εταιρείες, όπως η Clean Tech Aviation, προωθούν στρατηγικές συνδυασμού παρεμφερείς με εκείνες που έχουν δοκιμαστεί στον τομέα των οδικών μεταφορών, οι οποίες περιλαμβάνουν τη χρήση μεθανόλης από ανανεώσιμες πηγές.

Εάν τα οχήματα ευέλικτων καυσίμων καταφέρουν να αυξήσουν σημαντικά τη χρήση της μεθανόλης στις ιδιωτικές μεταφορές, με αποτέλεσμα την ανακύκλωση μεγαλύτερων ποσοτήτων CO<sub>2</sub> (της τάξεως των 100 μεγατόνων), τότε ολόκληρος ο τομέας των μεταφορών θα μπορούσε να ανταπεξέλθει καλύτερα στην αύξηση της ζήτησης των καυσίμων και των τιμών. Ωστόσο, τα θετικά αποτελέσματα από άποψη ασφάλειας εφοδιασμού θα ήταν ακόμη μεγαλύτερα, εάν ανακυκλώνονταν αντίστοιχα σε άλλους τομείς επιπλέον ποσότητες CO<sub>2</sub> (οδικές μεταφορές (ντίζελ), θαλάσσιες μεταφορές και, πιθανώς, ορισμένα είδη αεροσκαφών).

Η εν λόγω επιλογή πολιτικής συνεπάγεται ουσιαστικά τον καθορισμό μιας τιμής για την ενεργειακή ασφάλεια, η οποία μπορεί να διαμορφωθεί μέσω της αξιολόγησης των άμεσων και έμμεσων μακροοικονομικών επιπτώσεων της αύξησης των τιμών στον τομέα των μεταφορών σε ολόκληρη την Ευρώπη. Οι υψηλότερες τιμές στα καύσιμα οδηγούν σε αύξηση του επιπέδου των τιμών σε όλα τα είδη αγαθών και έχουν αντίκτυπο στην ανταγωνιστικότητα των προσανατολισμένων προς τις εξαγωγές εταιρειών και των ευάλωτων περιφερειακών οικονομιών, καθώς και στις ομάδες καταναλωτών.

Ωστόσο, ο καθορισμός μιας τιμής για την ενεργειακή ασφάλεια δεν αναιρεί την ανάγκη εξεύρεσης αποτελεσματικότερων διαδικασιών μετατροπής για τα εναλλακτικά καύσιμα, συμπεριλαμβανομένου του υδρογόνου και της μεθανόλης, ούτε την ανάγκη προώθησης των καταλληλότερων χρήσεων για όλα τα είδη πηγών ενέργειας, συμπεριλαμβανομένου του ανακυκλωμένου CO<sub>2</sub>, ώστε η ενέργεια να παραμείνει προσιτή για όλους τους οικονομικούς παράγοντες.

Ο ακόλουθος πίνακας συνοψίζει τα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των τεσσάρων επιλογών πολιτικής.

ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΚΙΝΔΥΝΟΙ
<b>ΒΑΣΕΙ ΑΓΟΡΑΣ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Οι ισότιμοι όροι ανταγωνισμού αφήνουν ανοικτές όλες τις επιλογές</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Πρόωρη αποτυχία των αγορών υδρογόνου και μεθανόλης που προέρχονται από CO<sub>2</sub> λόγω έλλειψης βραχυπρόθεσμης ανταγωνιστικότητας</li> <li>Τα πρότυπα ελεύθερης επιλογής καυσίμων θα μπορούσαν να εντείνουν το δίλημμα «τροφήμα ή ενέργεια» που έχει δημιουργηθεί λόγω της χρήσης βιοκαυσίμων πρώτης γενιάς</li> <li>Η αναξιοπιστία ή η ανεπάρκεια των στοιχείων της ανάλυσης κύκλου ζωής για τα καύσιμα δεν καθιστά δυνατή τη λήψη συνειδητών αποφάσεων</li> </ul>
<b>ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΩΘΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗ ΔΕΣΜΕΥΣΗ ΚΑΙ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CCU)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ενθάρρυνση της ανακύκλωσης του CO<sub>2</sub></li> <li>Προώθηση της διαφοροποίησης των αγορών CCU και μεθανόλης και δημιουργία ισχυρής βιομηχανίας της ΕΕ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Απαιτούνται μεγάλες και βιώσιμες επενδύσεις στον τομέα της έρευνας και της ανάπτυξης</li> <li>Αβεβαιότητα όσον αφορά το ρεαλιστικό χρονικό διάστημα που απαιτείται για τη διάθεση στην αγορά</li> </ul>
<b>ΕΣΤΙΑΣΗ ΣΕ ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΕΣ ΑΓΟΡΕΣ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Μείωση του κόστους με ελάχιστες αρχικές επενδύσεις</li> <li>Άμεση αξιοποίηση των διαθέσιμων ευκαιριών</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Η εξασφάλιση πλήρους συμμόρφωσης με τους κανόνες της αγοράς μπορεί να αποδειχθεί περίπλοκο εγχείρημα</li> </ul>
<b>ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΒΑΣΕΙ ΣΕΝΑΡΙΟΥ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Αύξηση της ασφάλειας εφοδιασμού μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Βραχυπρόθεσμη και μεσοπρόθεσμη απειλή στην ανταγωνιστικότητα των ευάλωτων τομεακών και περιφερειακών οικονομιών</li> </ul>

Βασισμένο σε μελέτη της STOA με τον ομώνυμο τίτλο, που δημοσιεύτηκε τον Απρίλιο του 2014 (PE 527.377).

Συντάκτες της μελέτης:

Stefano Faberi, Lioriana Paolucci · επιμέλεια: Andrea Ricci (ISIS, Ιταλία)

Daniela Velte, Izaskun Jiménez (Tecnalia, Ισπανία)

Οι απόψεις που εκφράζονται στο παρόν έγγραφο αποτελούν αποκλειστική ευθύνη των συντακτών και δεν εκφράζουν κατ' ανάγκη την επίσημη θέση του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου.

Η αναπαραγωγή και η μετάφραση για μη εμπορικούς σκοπούς επιτρέπεται υπό την προϋπόθεση ότι γίνεται μνεία της πηγής και ο εκδότης έχει ενημερωθεί και του έχει αποσταλεί αντίγραφο.

Για περισσότερες πληροφορίες παρακαλείσθε να επικοινωνήσετε με:

Peter Ide Kostic, μονάδα STOA

Διεύθυνση Εκτίμησης Αντικτύπου και Ευρωπαϊκής Προστιθέμενης Αξίας

Γενική Διεύθυνση Υπηρεσιών Κοινοβουλευτικής Έρευνας, Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο

Rue Wiertz 60, B-1047 Brussels

E-mail: stoa@ep.europa.eu