

Μία πρωτοφανής ορμή για πράσινο υδρογόνο

Του Δημήτρη Σαββίδη*

Το τελευταίο διάστημα γίνεται πολλή συζήτηση, όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά σε ολόκληρη την Ευρώπη, για το υδρογόνο ως καύσιμο και το ρόλο που μπορεί να διαδραματίσει σε μια οικονομία του μέλλοντος χωρίς άνθρακα. Πριν αναλύσουμε τις πιθανές πτυχές του θέματος καλό θα ήταν να εξηγήσουμε μερικά βασικά χαρακτηριστικά του καυσίμου με τρόπο απλό και κατανοητό.

Το υδρογόνο (H₂) είναι το απλούστερο και από τα πιο άφθονα χημικά στοιχεία του σύμπαντος. Ένα άτομο υδρογόνου αποτελείται από ένα πρωτόνιο και ένα ηλεκτρόνιο μόνο και έχει το υψηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο οποιουδήποτε κοινού καυσίμου κατά βάρος, αλλά το χαμηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο κατ'όγκο. Παρά την απλότητα και την αφθονία του, το υδρογόνο δεν απαντάται ως φυσικό αέριο στη γη - συνδυάζεται πάντα με άλλα στοιχεία, π.χ. το νερό είναι ένας συνδυασμός υδρογόνου και οξυγόνου (H₂O). Το υδρογόνο βρίσκεται επίσης σε πολλές οργανικές ενώσεις, κυρίως στους υδρογονάνθρακες που αποτελούν πολλά από τα καύσιμα, όπως η βενζίνη, το φυσικό αέριο, η μεθανόλη, το προπάνιο και μπορεί να διαχωριστεί από τους υδρογονάνθρακες μέσω εφαρμογής θερμότητας - μια διαδικασία γνωστή ως αναμόρφωση. Σήμερα, το μεγαλύτερο ποσοστό του υδρογόνου που προέρχεται από το φυσικό αέριο γίνεται με αυτό τον τρόπο. Το ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να διαχωρίσει το νερό στα συστατικά του, οξυγόνο και υδρογόνο και αυτή η διαδικασία είναι γνωστή ως ηλεκτρόλυση. Ορισμένα φύκια και βακτήρια, χρησιμοποιώντας το ηλιακό φως ως πηγή ενέργειας, μπορούν επίσης να αποδώσουν υδρογόνο υπό ορισμένες συνθήκες ενώ βρίσκεται επίσης και σε όλες τις καλλιέργειες (βιομάζα).

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω είναι υψηλής ενεργειακής αξίας και ένας κινητήρας που χρησιμοποιεί καθαρό υδρογόνο έχει μηδενικές εκπομπές ρύπων. Μια κυψέλη καυσίμου (fuel cell) συνδυάζει υδρογόνο και οξυγόνο για την παραγωγή ηλεκτρισμού, θερμότητας και νερού. Οι κυψέλες καυσίμου πολύ συχνά συγκρίνονται με τις μπαταρίες, αφού και οι δύο μετατρέπουν την ενέργεια που παράγεται από μια χημική αντίδραση σε χρησιμοποιήσιμη ηλεκτρική ενέργεια. Ωστόσο, καύσιμα όπως το φυσικό αέριο, η μεθανόλη ή ακόμη και η βενζίνη μπορούν, με συγκεκριμένες διαδικασίες, να μετατραπούν ανάλογα και να παράξουν το υδρογόνο που απαιτείται για τις κυψέλες καυσίμου. Οι κυψέλες καυσίμου είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για χρήση ως πηγή θερμότητας και ηλεκτρισμού στα κτίρια και ως πηγή ηλεκτρικής ενέργειας στους ηλεκτρικούς κινητήρες των οχημάτων.



Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως ο ήλιος και ο αέρας, δεν μπορούν να παράγουν συνεχώς ενέργεια (άλλωστε δεν έχουμε συνέχεια ούτε ηλιοφάνεια ούτε ισχυρούς ανέμους), αλλά θα μπορούσαν για παράδειγμα, να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια και υδρογόνο, τα οποία μπορούν να αποθηκευτούν μέχρι να χρησιμοποιηθούν όταν χρειαστεί. Το υδρογόνο μπορεί επίσης, όπως η ηλεκτρική ενέργεια, να μεταφερθεί σε χώρους όπου αυτό είναι απαραίτητο (κοντά στις πηγές κατανάλωσης).

Το υδρογόνο από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, το αποκαλούμενο πράσινο υδρογόνο, μπορεί να φτάσει το 8% της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας έως το 2050. Το 16% όλης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή υδρογόνου μέχρι τότε. Ειδικά το πράσινο υδρογόνο θα μπορούσε να προσφέρει ποικίλους τρόπους για τη μείωση του άνθρακα σε διάφορους τομείς, όπου αποδεικνύεται δύσκολο να μειωθούν σημαντικά οι εκπομπές CO₂. Τα αποτελέσματα της απομάκρυνσης του άνθρακα (decarbonisation) από τα καύσιμα εξαρτώνται από τον τρόπο παραγωγής του υδρογόνου. Οι σημερινές αλλά και μελλοντικές επιλογές σχετικά με την προέλευση του υδρογόνου μπορούν να οδηγήσουν σε γκρι (με βάση τα ορυκτά καύσιμα), μπλε (παραγωγή με βάση τα ορυκτά καύσιμα με δέσμευση άνθρακα, αξιοποίηση και αποθήκευση) και πράσινο (βασισμένο σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας) υδρογόνο. Το μπλε και το πράσινο υδρογόνο μπορούν να διαδραματίσουν κάποιο ρόλο στη μετάβαση από τη μία μορφή στην άλλη ενώ υπάρχουν και συνέργειες.

Δεν είναι λίγοι αυτοί που συχνά συνδέουν το υδρογόνο με την αιολική ενέργεια και καλό θα ήταν να διευκρινίσουμε τη σχέση που έχουν μεταξύ τους. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι το υδρογόνο είναι ανανεώσιμο ή μηδενικού άνθρακα μόνο όταν παράγεται με χρήση ανανεώσιμης ή άνευ άνθρακα ηλεκτρικής ενέργειας, αφού σε αντίθετη περίπτωση τα αποτελέσματα δεν θα ήταν το ίδιο ενθαρρυντικά. Η αιολική ενέργεια αποτελεί σήμερα το 14% του ενεργειακού μίγματος της Ευρώπης, ενώ οι συνολικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (αιολική, υδροηλεκτρική, βιομάζα και ηλιακή) το 32%. Σύμφωνα με κάποιες προβλέψεις θα διπλασιαστούν μέχρι το 2030 και θα υπάρξει μια περαιτέρω αύξηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας περίπου στο 80% μέχρι το 2050. Ωστόσο, το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας είναι σήμερα μόνο 24% του ενεργειακού μίγματος της Ευρώπης. Το υπόλοιπο προορίζεται για



τη θέρμανση των κτιρίων και τις μεταφορές, ενώ η συντριπτική πλειοψηφία αυτών των κλάδων τροφοδοτείται από ορυκτά καύσιμα. Κάποιοι υποστηρίζουν ότι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για την απαλλαγή από τον άνθρακα στη θέρμανση και στις μεταφορές είναι η ηλεκτροδότηση αυτών. Τα ηλεκτρικά οχήματα καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια από ό, τι άλλοι τύποι οχημάτων και ειδικότερα αυτά με κινητήρα εσωτερικής καύσης που χρησιμοποιούν συμβατικά καύσιμα. Οι ηλεκτρικές αντλίες θερμότητας που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση των κτιρίων καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια από τους άλλους τύπους αντλιών.



Τα σενάρια της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το 2050 προϋποθέτουν σημαντική αύξηση της ηλεκτροκίνησης και ότι το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας στο ενεργειακό μείγμα θα αυξηθεί από 24% σε τουλάχιστον 50%. Υπάρχουν μάλιστα και οι πιο αισιόδοξοι που πιστεύουν ότι θα είναι πάνω από 60%. Αυτό εξακολουθεί να αφήνει εκτός πολλούς τομείς της οικονομίας που δεν θα ηλεκτροδοτηθούν μέχρι το 2050 - π.χ. θέρμανση σε πολλές βιομηχανικές διεργασίες, ναυτιλία και αεροπορία. Μπορούμε βέβαια να ηλεκτροδοτήσουμε πολλά από τα παραπάνω έμμεσα αν τα τροφοδοτούμε με υδρογόνο που παράγεται από ηλεκτρισμό - μέσω ηλεκτρόλυσης. Εδώ είναι λοιπόν που ο αέρας και η αιολική ενέργεια συναντούν το υδρογόνο.

Υπάρχουν ήδη μερικά μικρά έργα που μετατρέπουν την αιολική ενέργεια σε υδρογόνο. Η όλη διαδικασία είναι σχετικά ακριβή σήμερα, αλλά το κόστος θα πέσει καθώς οι ηλεκτρολύτες που χρησιμοποιούνται θα μεγαλώνουν και οι διαδικασίες θα γίνονται όλο και πιο αποτελεσματικές. Ο στόχος είναι να ανταγωνιστεί το συμβατικό υδρογόνο που βασίζεται σε ορυκτά καύσιμα, το οποίο είναι το 95% του συνόλου του υδρογόνου που καταναλώνεται στη βιομηχανία σήμερα. Το ανανεώσιμο υδρογόνο θα συνεχίσει να είναι λιγότερο ενεργειακά αποδοτικό από την άμεση ηλεκτροδότηση της θέρμανσης και των μεταφορών και καλό θα ήταν να το χρησιμοποιούμε μόνο όταν η άμεση ηλεκτροδότηση δεν λειτουργεί.

Το υδρογόνο είναι μεταφορέας ενέργειας με μεγάλες δυνατότητες για καθαρή και αποδοτική ενέργεια σε σταθερές ή/και φορητές εφαρμογές καθώς επίσης και στις μεταφορές. Προβλέπεται ότι θα είναι ένα σημαντικό στοιχείο του μελλοντικού μείγματος καυσίμων για τις μεταφορές, που ενισχύει την ενεργειακή ασφάλεια, μειώνει την εξάρτηση από το αργό πετρέλαιο, τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και την ατμοσφαιρική ρύπανση. Οι κυψέλες καυσίμου για τα ηλεκτρικά οχήματα αποτελούν μια ελκυστική τεχνολογία για τους κατασκευαστές αυτοκινήτων, καθώς προσφέρουν μια λύση χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα χωρίς τους περιορισμούς που υπάρχουν σε μία μπαταρία από την ισχύ της. Ωστόσο, τα σχετικά υψηλά κόστη, ο μικρός αριθμός προμηθευτών εξαρτημάτων και η έλλειψη υποδομής για την παροχή και διανομή του υδρογόνου που χρειάζονται οι κυψέλες καυσίμου, συγκαταλέγονται μεταξύ των παραγόντων που εμποδίζουν την αφομοίωση και την εμπορευματοποίηση αυτής της τεχνολογίας. Γίνονται προσπάθειες να αρθούν οι παραπάνω περιορισμοί ενώ αρκετοί ευρωπαίοι και όχι μόνο κατασκευαστές αυτοκινήτων για τα επόμενα χρόνια ανακοίνωσαν σχέδια για οχήματα ή πρωτότυπα που θα λειτουργούν με κυψέλες καυσίμου. Πλέον οι πιθανότητες να δούμε σύντομα στους δρόμους οχήματα που κινούνται με υδρογόνο είναι περισσότερες απ' ό,τι μερικές δεκαετίες πριν.

*Ο Δημήτρης Σαββίδης είναι διδάκτωρ μηχανικός (PhD) του Πανεπιστημίου του Leeds της Αγγλίας, κάτοχος δύο μεταπτυχιακών τίτλων (MSc) και εξειδικεύεται στις εκπομπές ρύπων από τις μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) των αυτοκινήτων. Περισσότερες πληροφορίες μπορείτε να βρείτε εδώ: www.dsavvidis.gr