

Υδρογόνο: Το καύσιμο του μέλλοντος

ΚΕΙΜΕΝΟ: ΑΝΤΩΝΗΣ ΤΡΑΚΑΚΗΣ
ΝΙΚΟΣ ΔΑΡΕΜΑΣ



Ο κ. Αντώνης Τρακάκης είναι τεχνικός διευθυντής του RINA Hellas. Ο κ. Νίκος Δαρεμάς είναι μηχανικός, στέλεχος του Τεχνικού Τμήματος του RINA Hellas

Η ασφάλεια, η αχρωμία και η «πολυχρωμία», η παραγωγή, η αποθήκευση και η χρήση του καυσίμου του μέλλοντος. Μια συνοπτική εγκυκλοπαίδεια του υδρογόνου, της ουσιαστικής συμβολής του και της μακράς πορείας του στην ενεργειακή μετάβαση

Το υδρογόνο είναι ευρέως γνωστό για τη δυνατότητά του να συμβάλλει στη μείωση της εκπομπής τόσο του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), το οποίο είναι υπεύθυνο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, όσο και άλλων ρύπων που είναι επικίνδυνοι για την υγεία του ανθρώπου, όπως το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), τα μικροσωματίδια (PM) και οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC). Γενικότερα, η διαρροή υδρογόνου δεν μολύνει το περιβάλλον, επειδή ακριβώς δεν πρόκειται για τοξικό αέριο. Υπάρχει μια ευρεία άποψη, ωστόσο, ότι ως καύσιμο είναι επικίνδυνο. Ο σχετικός πίνακας, που δημοσιεύεται στη συνέχεια, περιγράφει τον κίνδυνο από πυρκαγιά, συγκρίνοντας το υδρογόνο με δύο κοινά καύσιμα, τη βενζίνη και το φυσικό αέριο. Όπως προκύπτει, σε σύγκριση με τα άλλα καύσιμα ευρείας χρήσης, η πιθανότητα έκρηξης του υδρογόνου είναι ελάχιστη. Παρόλο που μπορεί να καεί ακόμα κι όταν βρίσκεται σε μικρές συγκεντρώσεις, στην πραγματι-



κότητα είναι πολύ μικρή η πιθανότητα έκρηξης δεδομένου ότι διαχέεται πολύ γρήγορα στον αέρα. Έτσι, επίκειται κίνδυνος μονάχα για ελάχιστο χρόνο και μόνο εφόσον υφίσταται κάποια πηγή ανάφλεξης (όπως στατικός σπινθήρας στην περίπτωση του αερόπλοιου HIDDENBURG). Πολύ σημαντικό πλεονέκτημα, επίσης, είναι η χαμηλή θερμική ακτινοβολία της φλόγας του υδρογόνου. Ως εκ τούτου, μόνο πράγματα που έρχονται σε άμεση επαφή με τη φλόγα μπορεί να υποστούν βλάβες. Για τον ίδιο λόγο, το ανθρώπινο δέρμα μπορεί να παραμείνει ανέπαφο ακόμα και σε μικρή απόσταση από τη φλόγα.

«ΧΡΩΜΑΤΑ» ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Αν και είναι άχρωμο αέριο, του έχουν αποδοθεί «χρώματα» ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής του:

- **Πράσινο:** Παράγεται με ηλεκτρόλυση που τροφοδοτείται με ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές.
- **Μπλε:** Παράγεται από ορυκτά καύσιμα, κυρίως μεθάνιο (δηλ. φυσικό αέριο), αλλά η διάσπαση του μορίου του υδρογονάνθρακα συνοδεύεται με τεχνολογίες CCUS (carbon capture for use and storage) που αποφεύγουν εκπομπές CO₂.
- **Γκρι:** Παράγεται από ορυκτά καύσιμα, αλλά με παράλληλες εκπομπές CO₂.
- **Μαύρο:** Παράγεται από γαιάνθρακες (κοινώς, κάρβουνο).

Συνοδεύεται από μεγάλες εκπομπές CO και CO₂.

- **Τιρκουάζ:** Παράγεται με πυρόλυση (διάσπαση σε υψηλή θερμοκρασία) του μορίου του μεθανίου, όμως το άτομο του άνθρακα παραμένει σε στερεή μορφή και δεν προκύπτει CO₂.
- **Μοβ:** Παράγεται από θερμοχημική διάσπαση του νερού με ενέργεια από πυρηνικούς αντιδραστήρες.
- **Ροζ:** Παράγεται με ηλεκτρόλυση που τροφοδοτείται με ηλεκτρική ενέργεια από πυρηνικούς αντιδραστήρες.
- **Κόκκινο:** Παράγεται με την καταλυτική διάσπαση του μορίου του νερού με θερμική ενέργεια από πυρηνικούς αντιδραστήρες.
- **Λευκό:** Αναφέρεται στο ελεύθερο υδρογόνο.

Ηλεκτρόλυση του νερού μπορεί να συνδυαστεί με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Θεωρείται μέθοδος σταθεροποίησης του διαλείποντος χαρακτήρα των ανανεώσιμων πηγών, μετατρέποντας την περίσσεια ενέργειας σε υδρογόνο. Όμως, οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες και τα φωτοβολταϊκά πάνελ έχουν βαθμό απόδοσης κοντά στο 40% και 20% αντίστοιχα, και ο συνολικός βαθμός απόδοσης για την παραγωγή υδρογόνου διαμορφώνεται αντίστοιχα σε 25% και 15%. Για τον λόγο αυτό, σήμερα το 96% της παγκόσμιας παραγωγής υδρογόνου γίνεται μέσω της αναμόρφωσης μεθανίου (steam-methane reforming), με πρώτη ύλη το