

# ΑΕΡΙΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

Τ' αέρια καύσιμα είναι κυρίως 4

1. Το υδρογόνο
2. Το φυσικό αέριο
3. Το βιοαέριο
4. Το γκάζι ή υγραέριο

## 1. Το Υδρογόνο:

Το υδρογόνο ( $H_2$ ) είναι το πρώτο στοιχείο του περιοδικού πίνακα. Είναι το πιο ελαφρύ στοιχείο της φύσης με  $M_r=2$  οπότε είναι 14 περίπου φορές ελαφρύτερο του αέρα που έχει  $M_r=29$ . Είναι αέριο και υγροποιείται στους  $-253$  βαθμούς Κελσίου.

Το υδρογόνο δεν υπάρχει ελεύθερο στη φύση στον πλανήτη μας μολονότι είναι το βασικό στοιχείο όλων των αστέρων και το πιο άφθονο στοιχείο του σύμπαντος. Παράγεται:

- από το φυσικό αέριο ή άλλους υδρογονάνθρακες, οπότε αποκαλείται **μπλε**. Το μπλε υδρογόνο δεν είναι οικολογικό αφού με την παραγωγή του αποβάλλεται στην ατμόσφαιρα διοξείδιο του άνθρακα.
- από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), οπότε λέγεται **πράσινο** υδρογόνο, γιατί η παραγωγή του δεν αποβάλλει στην ατμόσφαιρα διοξείδιο του άνθρακα. Σ' αυτή την περίπτωση το υδρογόνο είναι ένας από τους δύο τρόπους αποθήκευσης του πλεονάσματος ενέργειας από ΑΠΕ. Ο δεύτερος τρόπος είναι η φόρτιση συσσωρευτών (επαναφορτιζόμενες μπαταρίες)

Το υδρογόνο παρουσιάζει την υψηλότερη θερμαντική αξία ανά βάρος από όλα τα χημικά καύσιμα. Μπορεί να αποθηκευτεί με πέντε διαφορετικούς τρόπους:

1. Σε φιάλες αερίου υψηλής πίεσης (έως 800 bar),
2. Ως υγρό σε κρυογονικές δεξαμενές (στους 21 K),
3. Ως προσροφημένο σε υλικά με μεγάλη ειδική επιφάνεια (σε  $T < 100$  K), απορροφάται σε ενδιάμεσες θέσεις σε μέταλλο ξενιστή (σε πίεση και θερμοκρασία περιβάλλοντος),
4. Κάνοντας χημικούς δεσμούς σε ομοιοπολικές και ιοντικές ενώσεις σε πίεση περιβάλλοντος
5. Ως δραστικά μέταλλα αλκαλίων τα οποία αντιδρώντας εύκολα με το νερό δημιουργούν υδροξείδια και απελευθερώνουν υδρογόνο από το νερό.

Με τη σημερινή τεχνολογία 5 κιλά υδρογόνου επιτρέπουν σε ένα αυτοκίνητο με fuel cells να ταξιδέψει για περίπου 500 χλμ. Τα 5 αυτά κιλά βρίσκονται υπό πίεση 700 bar !!! σε ένα ρεζερβουάρ 122 λίτρων. Οι φιάλες των 700bar είναι κατασκευασμένες από ειδικά κράματα μετάλλων και το εξωτερικό τους είναι καλυμμένο με ένα περίβλημα από ανθρακονήματα που έχουν την μορφή πλεκτού.

Το πρώτο πειραματικό λεωφορείο που κυκλοφορεί πρόσφατα στην Αθήνα έχει 5 δεξαμενές υδρογόνου υπό πίεση 350Bar στην οροφή του λεωφορείου οι οποίες έχουν βάρος 250Kg και εξασφαλίζουν αυτοτέλεια 300Km. Οι δεξαμενές έχουν όγκο 1560L και χωράνε περίπου

37,5kg υδρογόνου. Το υδρογόνο παράγει ενέργεια σε κυψέλες και όχι με καύση εξασφαλίζοντας ισχύ 70KW. Μία κυψέλη λειτουργεί αντίστροφα της ηλεκτρόλυσης. Δηλαδή ενώνεται υδρογόνο και οξυγόνο και παράγεται ηλεκτρική ενέργεια η οποία στη συνέχεια τροφοδοτεί έναν ηλεκτρικό κινητήρα.

Το υγρό υδρογόνο έχει πυκνότητα 70Kg/m<sup>3</sup>

Οι υποστηρικτές μιας παγκόσμιας οικονομίας υδρογόνου υποστηρίζουν ότι το υδρογόνο μπορεί να είναι περιβαλλοντικά καθαρότερη πηγή ενέργειας για τους τελικούς χρήστες, ιδιαίτερα σε εφαρμογές μεταφοράς, χωρίς απελευθέρωση ρύπων (όπως σωματίδια) ή διοξειδίου του άνθρακα στο σημείο τελικής χρήσης.

Όπως είπαμε το πράσινο υδρογόνο παράγεται από ΑΠΕ. Η χρήση όμως των Α.Π.Ε έχει τα εξής προβλήματα:

- **Δεν έχουμε παραγωγή ενέργειας ανάλογη των αναγκών. Η παραγωγή εξαρτάται από την ηλιοφάνεια και τον άνεμο.**
- **Η περίσσεια αν δεν αποθηκευτεί με κάποιο τρόπο πάει χαμένη.**
- **Δεν μπορούμε να προβλέψουμε πότε θα συμβαίνει το ένα και πότε το άλλο.**

Οι τρόποι αποθήκευσης της ενέργειας από ΑΠΕ γίνεται είτε με την παραγωγή υδρογόνου είτε με αποθήκευση σε μπαταρίες είτε με ανέβασμα του νερού μέσω αντλιών σε υψηλότερα σημεία.

Πρέπει να τονιστεί ότι το υδρογόνο δεν αποτελεί **πηγή** ενέργειας—δεν το βρίσκουμε καθαρό στην φύση—αλλά **αποθήκη** ενέργειας.

Προς το παρόν, το 96% του υδρογόνου παράγεται από ορυκτά καύσιμα(!)

**Μερικές παρατηρήσεις σχετικές με την παραγωγή του υδρογόνου:**

**Πρώτον**, η παραγωγή υδρογόνου από ηλεκτρόλυση ύδατος έχει απόδοση 50-80% αναλόγως την εγκατάσταση.

**Δεύτερον**, η συμπίεση/υγροποίηση του υδρογόνου είναι ενεργοβόρος. Η συμπίεση στα 350 bar απαιτεί 2.07 kWh/kg, στα 700 bar 3.38 kWh/kg και η υγροποίησή του στους -253 °C απαιτεί από 7 έως 13 kWh/kg. Δεδομένου ένα κιλό υδρογόνου αποθηκεύει 39 kWh, η απλή συμπίεση καταναλώνει από 5.2% (350 bar) έως 8.6% (700 bar) της ονομαστικής ενέργειας. Η δε υγροποίηση, η πρακτικότερη μεγάλης κλίμακας μέθοδος αποθήκευσης, μεταξύ 18% και 33%.

**Τρίτον**, οι κυψέλες καυσίμου που θα μετατρέψουν το αέριο υδρογόνο σε ηλεκτρική ενέργεια (π.χ. στο ηλεκτρικό μας αυτοκίνητο) έχουν μέγιστη απόδοση 60%.

## 2. Το φυσικό αέριο

Αποτελεί πηγή ενέργειας αφού υπάρχει ελεύθερο στη φύση στις περιοχές που υπάρχει και το πετρέλαιο. Συνήθως βρίσκεται πάνω από κοιτάσματα πετρελαίου τα οποία βρίσκονται είτε κάτω από στεριά είτε κάτω από θάλασσα. Το φυσικό αέριο περιέχει σε μεγάλο ποσοστό μεθάνιο  $\text{CH}_4$ . Έχει  $M_r=16$  άρα είναι αρκετά ελαφρύτερο του αέρα. Υγροποιείται δύσκολα είτε με πίεση είτε με ψύξη.

Το φυσικό αέριο αποθηκεύεται συνήθως με δύο τρόπους.

Ως **CNG** που είναι συμπιεσμένο στα 200 με 300 bar (εξ ου και το “compressed”) ώστε να καταλαμβάνει λιγότερο όγκο. Στο φυσικό αέριο CNG προστίθεται ένα επιπλέον χημικό στοιχείο με βάση το θείο, ώστε να γίνεται ευκολότερα η ανίχνευση διαρροών. Το φυσικό αέριο, καθώς είναι ελαφρύτερο από τον αέρα, σε περίπτωση διαρροής διαχέεται στον αέρα, δίνοντας σημαντικό πλεονέκτημα ασφαλείας έναντι της βενζίνης, του υγραερίου και άλλων καυσίμων. Το φυσικό αέριο δεν έχει την ίδια θερμογόνο δύναμη με το γκάζι, τη βενζίνη ή το πετρέλαιο. Η θερμογόνος δύναμη του φυσικού αερίου είναι μικρότερη, με αποτέλεσμα το αυτοκίνητο που κινείται με CNG να έχει μειωμένες επιδόσεις κατά 15%.

Ως **LNG** που είναι υγροποιημένο φυσικό αέριο στους  $-162^\circ\text{C}$  και καταλαμβάνει όγκο 600 φορές μικρότερο από τον όγκο της αντίστοιχης ποσότητας CNG. Αυτό τον τρόπο αποθήκευσης τον χρησιμοποιούν συνήθως τα καράβια που μεταφέρουν φυσικό αέριο.

Μπορεί να αποθηκευτεί και με έναν 3<sup>ο</sup> τρόπο που βρίσκεται όμως σε πειραματικό στάδιο. Είναι το **ANG** όπου το φυσικό αέριο προσροφάται σε πορώδη υλικά συνήθως άνθρακα υπό πίεση 35 Bar.

## 3. Το βιοαέριο

Αποτελείται και αυτό κυρίως από μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ), περιέχει όμως και διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) και μπορεί να περιέχει και μικρές ποσότητες από υδρόθειο ( $\text{H}_2\text{S}$ ), υγρασία και σιλοξάνιαμεθάνιο. Παράγεται από ακατέργαστες πρώτες ύλες όπως τα αγροτικά απόβλητα, κοπριά, αστικά απόβλητα, φυτική ύλη, βοθρολύματα, πράσινα απόβλητα ή απορρίμματα τροφών με την αποσύνθεσή τους απουσία οξυγόνου. Αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και σε πολλές περιπτώσεις αφήνει ένα πολύ μικρό αποτύπωμα άνθρακα.

## 4. Το υγραέριο – γκάζι

Το Υγραέριο **LPG**, από τα αρχικά της διεθνούς ονομασίας Liquefied Petroleum Gas ή LPG, είναι επίσης γνωστό ως Autogas. Αποτελείται κυρίως από προπάνιο, προπυλένιο, βουτάνιο, και βουτυλένιο σε διάφορες αναλογίες. Παράγεται ως ένα παραπροϊόν της επεξεργασίας του φυσικού αερίου και της διύλισης του πετρελαίου. Σε κανονικές θερμοκρασίες και πιέσεις, το υγραέριο εξατμίζεται. Εξαιτίας αυτού, το υγραέριο αποθηκεύεται σε φιάλες υπό πίεση. Σε αντίθεση με το φυσικό αέριο, το υγραέριο είναι βαρύτερο από τον αέρα. Έχει επίσης ένα πρόσθετο με βάση το θείο ώστε να μυρίζει και να διευκολύνει έτσι την ανίχνευση διαρροών. Το LPG επίσης είναι το γνωστό μας υγραέριο, που συναντάμε σε δεξαμενές τοποθετημένες συνήθως στα πορτομπαγκάζ των αυτοκινήτων. Η σύστασή του απαρτίζεται από ένα μίγμα προπανίου και βουτανίου, χωρίς να λείπουν το προπένιο και το βουτυλένιο συμπιεσμένα μεταξύ 5 και 7 bar.

Ως Καύσιμο, το υγραέριο κίνησης LPG δουλεύει σε πίεση 40bar , ενώ το CNG (Φυσικό Αέριο) σε πίεση 240bar . Πρακτικά, αυτό σημαίνει πως η Συσκευή CNG είναι πολύ πιο βαριά από μια εγκατάσταση LPG (Υγραέριο κίνησης). Η μεγάλη διαφορά βάρους, εμφανίζεται στη Δεξαμενή Καυσίμου.

Πρακτικά, αυτό σημαίνει πως ένα αυτοκίνητο που κινείται με CNG δεν μπορεί να αποκτήσει την αυτονομία που του παρέχει η αντίστοιχη μετατροπή σε LPG, ακριβώς διότι οι δεξαμενές CNG δεν δίνουν μεγάλη αυτονομία.

Βεβαίως, για αυτό το λόγο υπάρχουν οι δεξαμενές τύπου 4 με ανθρακονήματα. Για να αποκτήσει κάποιος μεγαλύτερη αυτονομία, μπορεί να προσθέσει παραπάνω δεξαμενές καυσίμου.

Συγκρίνοντας το LPG με το CNG

- Το CNG είναι κατά 30-35% φθηνότερο καύσιμο από το LPG.
- Για ένα αυτοκίνητο, που δεν απαιτεί μεγάλη αυτονομία, καλύπτοντας τις ανάγκες χρήσης του με μια δεξαμενή αυτονομίας 100-200 περίπου χιλιομέτρων, η εγκατάσταση συσκευής CNG είναι πιο συμφέρουσα επιλογή.
- Ένα επαγγελματικό αυτοκίνητο επίσης, το οποίο δεν απαιτεί ελεύθερο χώρο αποσκευών, σίγουρα θα επιλέξει συσκευή CNG, διότι μπορεί να τοποθετήσει 2-3 δεξαμενές CNG, χωρίς να σκέφτεται τις επιπτώσεις του δεσμευμένου όγκου.
- Για την πλειονότητα των Ι.Χ. της χώρας μας, που είναι μεσαίου κυβισμού και επιθυμούν μια αυτονομία περί των 400-500 χλμ, η επιλογή συσκευής LPG σίγουρα καλύπτει τις ανάγκες τους.

Το γκάζι αν είναι καθαρό βουτάνιο υγροποιείται σε πίεση περίπου 2 bar στους 20 °C ενώ αν είναι καθαρό προπάνιο για να υγροποιηθεί απαιτεί πίεση έως και 22bar ανάλογα με τη θερμοκρασία. Αυτό έχει σαν συνέπεια ότι σε περίπτωση αστοχίας υλικού, ατυχήματος κλπ, η εξίσωση της πίεσης με την ατμοσφαιρική να προκαλέσει εκτεταμένη καταστροφική εκτόνωση. Οι εκρήξεις αυτού του τύπου είναι πολύ επικίνδυνες διότι δεν χρειάζεται να υπάρξει ανάφλεξη για να συμβούν, αλλά αρκεί η απότομη ατμοποίηση του υγρού. Τότε ολόκληρη η δεξαμενή, όσο μεγάλη κι αν είναι αυτή, μπορεί να διαρραγεί εκρηκτικά και αν υπάρξει τέτοιου είδους έκρηξη σε δεξαμενή θα εκτονωθεί αναπόφευκτα όλο το περιεχόμενο υγρό. Τέτοια ατυχήματα έχουν συμβεί κατά καιρούς όπως το 2009 στο Viareggio της Ιταλίας.