

# Παραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας από Βιοαέριο

Εύα Παρασκευαδάκη  
Ηλεκτρολόγος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Το βιοαέριο είναι καύσιμο αέριο το οποίο προέρχεται από βιομάζα ή από απόβλητα. Αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, αφού η καύση του δεν επιβαρύνει το ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, με πεδία χρήσης την παραγωγή θερμότητας, ηλεκτρισμού και λιπασμάτων. Με την κατάλληλη επεξεργασία μπορεί να φτάσει την ποιότητα του φυσικού αερίου. Η αφθονία του στις σύγχρονες κοινωνίες και η μεγάλη περιεκτικότητα σε μεθάνιο (40-70%) το καθιστούν κατάλληλο για καύση σε πολλές εφαρμογές. Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα του βιοαερίου σε μεθάνιο τόσο μεγαλύτερη η ικανότητά του για χρήση ως καύσιμο παραγωγής ενέργειας.

## 1. Γενικά

Το βιοαέριο παράγεται από την αναερόβια αποσύνθεση οργανικών απορριμμάτων που συγκεντρώνονται σε χωματερές και έχει ως κύρια συστατικά το μεθάνιο και το διοξείδιο του άνθρακα. Στην Ευρώπη κάθε πολίτης παράγει ημερησίως ως και 15 κιλά απορριμμάτων. Ως εκ τούτου, η δυνατότητα εκμετάλλευσης των σχετικά μεγάλων ποσοτήτων βιοαερίου που μπορούν να παραχθούν από αυτά τα απορρίμματα, ανοίγουν το δρόμο για μία νέα, σημαντική και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας.



Εικόνα 1. Βιομάζα για παραγωγή βιοαερίου.

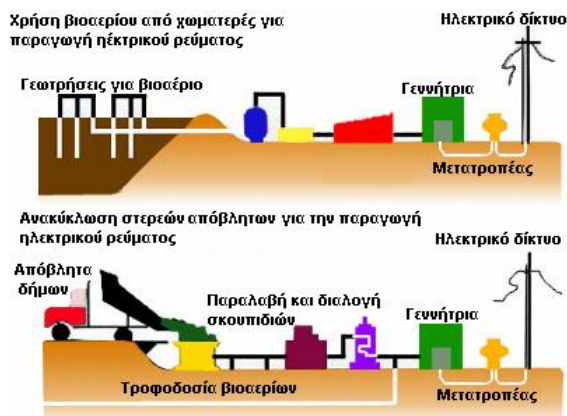
Η ευρωπαϊκή οδηγία 2003/30/ΕΚ, που αποτελεί μέτρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προώθηση της βιομάζας και των καυσίμων που προκύπτουν από αυτήν, κατατάσσει το βιοαέριο στη λίστα των ανανεώσιμων καυσίμων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα των μεταφορών (Πίνακας 1). Σύμφωνα με την οδηγία, τα βιοκαύσιμα επιτρέπεται να διατίθενται ως αμιγή βιοκαύσιμα ή με υψηλή περιεκτικότητα σε παράγωγα πετρελαιοειδών, ως βιοκαύσιμα αναμεμιγμένα με παράγωγα πετρελαιοειδών είτε ως υγρά τα οποία προέρχονται από βιοκαύσιμα.

Η Ελλάδα στις 13/12/2005 ενσωμάτωσε την ευρωπαϊκή οδηγία 2003/30/ΕΚ στην εθνική νομοθεσία με το νόμο υπ' αριθμόν 3423. Η συμμετοχή των βιοκαυσίμων και των Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων στην ελληνική αγορά, έως την 31<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2010, καθορίζεται σε ποσοστό 5,75% της βενζίνης και του πετρελαίου εσωτερικής καύσης ντίζελ που διατίθενται προς χρήση στις μεταφορές. Για τη διάθεση βιοκαυσίμων στην ελληνική αγορά απαιτείται Άδεια Διάθεσης Βιοκαυσίμων η οποία χορηγείται σε ανώνυμες εταιρείες ή εταιρείες περιορισμένης ευθύνης που εδρεύουν στην Ε.Ε., καθώς και σε Αγροτικές

Προϊόν	Περιγραφή
<b>βιοαιθανόλη</b>	παράγεται από τη βιομάζα ή από απόβλητα
<b>ντίζελ βιολογικής προέλευσης</b>	παράγεται από φυτικά ή ζωικά έλαια
<b>βιοαέριο</b>	καύσιμο αέριο από βιομάζα ή από απόβλητα, το οποίο μπορεί να φτάσει την ποιότητα του φυσικού αερίου
<b>βιομεθανόλη</b>	μεθανόλη που παράγεται από τη βιομάζα
<b>βιομεθουλαιθέρας</b>	παράγεται από τη βιομάζα
<b>βιο -ETBE</b>	ETBE που παράγεται από βιοαιθανόλη
<b>βιο - MTBE</b>	καύσιμο που παράγεται από βιομεθανόλη
<b>συνθετικά βιοκαύσιμα</b>	συνθετικοί υδρογονάνθρακες ή μείγματα αυτών που έχουν παραχθεί από βιομάζα
<b>βιοϋδρογόνο</b>	Υδρογόνο που παράγεται από βιομάζα ή από απόβλητα
<b>καθαρά φυτικά έλαια</b>	έλαια από ελαιούχα φυτά, μη χημικώς τροποποιημένα, συμβατά με τον τύπο του οικείου κινητήρα και τις προϋποθέσεις για τις εκπομπές

**Πίνακας 1. Λίστα με τα προϊόντα που περιλαμβάνονται στην Ευρωπαϊκή Οδηγία και θεωρούνται βιοκαύσιμα**

Συνεταιριστικές Οργανώσεις κάθε βαθμού και Συνεταιριστικές Εταιρείες. Για την χορήγηση της άδειας αυτής, είναι απαραίτητο να προϋπάρχει άδεια λειτουργίας Μονάδας Παραγωγής Βιοκαυσίμων ή ενεργές συμβάσεις αγοράς βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων. Η άδεια Διάθεσης Βιοκαυσίμων δίνει στον κάτοχό της την δυνατότητα να παράγει ή να εισάγει βιοκαύσιμα παρουσιάζοντας τους κατάλληλους αποθηκευτικούς χώρους, καθώς και να τα διαθέτει στην ελληνική αγορά. Είναι λοιπόν δυνατό οι αγρότες μέσω συνεταιρισμών να καλλιεργήσουν ενεργειακά φυτά και να παράγουν βιοκαύσιμα, αξιοποιώντας πλέον μια νέα πηγή εισοδήματος όπως οι ενεργειακές καλλιέργειες.



## II. Διαδικασία παραγωγής βιοαερίου από γεωργικές καλλιέργειες

Στον γεωργικό τομέα ανά περιόδους και συνθήκες, μπορεί να υπάρξει μεγάλο πλεόνασμα παραγωγής το οποίο φαίνεται να μένει ανεκμετάλλευτο. Στα πλαίσια της στροφής προς τα βιολογικά καύσιμα, η δυνατότητα που εμφανίζεται για παραγωγή βιοαερίου με την διαδικασία της αναερόβιας ζύμωσης, καθίσταται σημαντική για την ενεργειακή εκμετάλλευση των προηγουμένως αναξιοποίητων υλικών. Ας προστεθεί εδώ η ικανότητα του βιοαερίου, μέσω κατάλληλης επεξεργασίας, να φθάσει την ποιότητα του φυσικού αερίου, συμμετέχοντας, μετά από διοχέτευση στο υπάρχον δίκτυο, στην παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας/ψύξης.

Η διαδικασία παραγωγής του βιοαερίου ξεκινά με τη συγκέντρωση της βιομάζας η οποία μπορεί να προέρχεται από γεωργικά προϊόντα και κατάλοιπα ζώων. Η βιομάζα τεμαχίζεται και οδηγείται στον ομογενοποιητή, όπου αναμιγνύεται καλά με νερό ώστε το μείγμα να είναι σχεδόν ρευστό με την ίδια πυκνότητα σε όλη τη μάζα του. Στη συνέχεια προστίθεται η ζωική βιομάζα (αν υπάρχει) και το μείγμα οδηγείται με αντλίες σε κατάλληλη διάταξη,

όπου μέσω υψηλών θερμοκρασιών σκοτώνονται όλα τα μικρόβια. Στους βιοαντιδραστήρες γίνεται η παραγωγή του βιοαερίου με τη βοήθεια μικροοργανισμών που ονομάζονται βακτηρίδια. Στην πορεία το μείγμα έχει θερμανθεί σε εναλλάκτες θερμότητας. Το καύσιμο που προκύπτει οδηγείται στην εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας η οποία περιλαμβάνει κινητήρα, γεννήτρια, και μηχανή εσωτερικής καύσης. Το σύνολο μιας εγκατάστασης αναερόβιας ζύμωσης θα πρέπει να ελέγχεται για τη σωστή και αποδοτική λειτουργία του από εξειδικευμένο προσωπικό.

### **III. Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας και Θερμότητας**

Το βιοαέριο μπορεί να τροφοδοτήσει μηχανές εσωτερικής καύσης, καυστήρες αερίου ή αεριοστρόβιλους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. Μέσω της διάταξης που περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο, καθίσταται δυνατή η ηλεκτροπαραγωγή από βιοαέριο. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την καύση του βιολογικού αερίου χρησιμοποιείται προς κάλυψη των ιδίων αναγκών της εγκατάστασης και το πλεόνασμα μπορεί να πωλείται στη ΔΕΗ.

Καθ' όλη τη διαδικασία παράγεται θερμότητα η οποία μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί στην κάλυψη των θερμικών αναγκών της εγκατάστασης, στη θέρμανση/ψύξη των χώρων και στην παραγωγή ατμού. Η θερμότητα που παράγεται θα μπορούσε να καλύψει ανάγκες βιομηχανιών, βιοτεχνιών, μικρών και μεγάλων επιχειρήσεων που απαιτούν θερμικά φορτία για την παραγωγική τους διαδικασία. Ένα άλλο πεδίο είναι η θέρμανση κτιρίων και κατοικιών με τη δημιουργία δικτύου τηλεθέρμανσης. Η κάλυψη ιδίων αναγκών παρουσιάζει το πλεονέκτημα της μείωσης των συνολικών εκπεμπόμενων από την εγκατάσταση ρύπων.

Αυτή η αρχή λειτουργίας έρχεται σε αντίθεση με τη συνήθη πρακτική, όπου για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρισμό και θερμότητα αγοράζεται ενέργεια από το δίκτυο και η θερμότητα παράγεται τοπικά από την καύση σε έναν λέβητα κ.λπ.

Τα συστήματα συνδυασμένης παραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας παράγουν ταυτόχρονα ηλεκτρική και θερμική ενέργεια σε ένα ενιαίο, ολοκληρωμένο σύστημα. Η θερμική ενέργεια που ανακτάται σε ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση ή ψύξη στη βιομηχανία ή τα κτίρια.

Η εκμετάλλευση της θερμότητας που σε άλλη περίπτωση θα χανόταν, οδηγεί σε συνολική απόδοση αυτών των ολοκληρωμένων συστημάτων πολύ μεγαλύτερη από αυτή των μεμονωμένων

συστημάτων. Η συνολική απόδοση του συστήματος προκύπτει από μια αλληλεπίδραση μεταξύ των μεμονωμένων βαθμών απόδοσης των συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής και ανάκτησης θερμότητας. Δεδομένου ότι από ένα σύστημα συμπαραγωγής προκύπτουν δύο ή περισσότερα χρησιμοποιήσιμα ενεργειακά προϊόντα, ο καθορισμός του συνολικού βαθμού απόδοσης των συστημάτων αυτών είναι πιο σύνθετος απ' ό,τι στα απλά συστήματα.

Το βιοαέριο μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο μεταφορών, μετά την διαδικασία του καθαρισμού, δηλαδή την απομάκρυνση των σωματιδίων,  $H_2S$ ,  $NH_3$ ,  $H_2O$  και την αναβάθμισή του, δηλαδή την απομάκρυνση  $CO_2$  και προσθήκη προπανίου. Χρήση του βιοαερίου ως καύσιμο μεταφορών απαντάται στη Σουηδία, Ελβετία, Γαλλία και Γερμανία ενώ στη Σουηδία και στη Γερμανία, το βιοαέριο διοχετεύεται και στο δίκτυο του φυσικού αερίου.

### **IV. Ευρωπαϊκή κατάσταση - Ελλάδα**

Υπάρχουν σήμερα περισσότερες από 3000 μονάδες βιοαερίου που λειτουργούν σε εμπορική κλίμακα στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με τη Γερμανία και την Αγγλία να έχουν την πρωτιά, καταδεικνύοντας μια ολοένα αυξανόμενη παραγωγή και το ενδιαφέρον διεθνώς για τη συγκεκριμένη μορφή ανανεώσιμης ενέργειας. Η Σουηδία είναι δικαίως μία από τις πρωτοπόρες χώρες στον τομέα, με πολλές μονάδες βιολογικών καθαρισμών, παραγωγής, αναβάθμισης και διανομής βιοαερίου. Έχει αναπτύξει ειδικούς σταθμούς διανομής βιοαερίου για τα λεωφορεία, τα ταξί και τα Ι.Χ. αυτοκίνητα, ενισχύοντας με ειδικά οικονομικά μέτρα τη χρήση του βιοαερίου στις μεταφορές.

Στη χώρα μας οι μονάδες ενεργειακής αξιοποίησης βιοαερίου έχουν συνολική εγκατεστημένη ισχύ 28 MW. Οι σημαντικότερες είναι στο ΧΥΤΑ Άνω Λιοσίων με παραγωγή 184.000 κυβικών μέτρων βιοαερίου και εγκατεστημένη ισχύ 13 MW, και στην Ψυτάλλεια με παραγωγή 60.000 κυβ. μέτρων βιοαερίου την ημέρα και εγκατεστημένη ισχύ 7,5 MW. Επιπλέον αυτών λειτουργούν και άλλες μικρότερες μονάδες, οι οποίες χρησιμοποιούν κατά κύριο λόγο αστικά απόβλητα.

Στα πλαίσια του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ενέργειας του Β' Κ.Π.Σ. πραγματοποιήθηκε στο ΧΥΤΑ Άνω Λιοσίων μία σημαντική επένδυση συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας με αξιοποίηση του παραγόμενου από τα σκουπίδια βιοαερίου. Ο σταθμός των Άνω Λιοσίων είναι από τους μεγαλύτερους με καύσιμο βιοαέριο παγκοσμίως. Η μονάδα έχει δυνατότητα να παρέχει 8.000 κυβικά μέτρα βιοαερίου την ώρα, ενώ παράγει

και ηλεκτρισμό και θερμότητα. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τον σταθμό τροφοδοτεί τον υποσταθμό της ΔΕΗ στον Ασπρόπυργο. Η ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από την ίδια ποσότητα καυσίμου έχει σημαντικά μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης από την ανεξάρτητη παραγωγή της καθεμιάς.

Ο σταθμός παραγωγής ενέργειας αποτελείται συνολικά από 11 μονάδες, ηλεκτρικής ισχύος 1.262 kW<sub>e</sub> και θερμικής ισχύος 873 kW<sub>th</sub> έκαστη. Περιλαμβάνει επίσης τρεις πυρσούς καύσης βιοαερίου οι οποίοι τίθενται σε λειτουργία όταν για οποιοδήποτε λόγο διακοπεί η δυνατότητα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας στον υποσταθμό της ΔΕΗ. Τα καυσαέρια από την καύση του βιοαερίου είναι ικανά να παράγουν σημαντικές ποσότητες θερμότητας. Και για το λόγο αυτό στο έργο έχει ενσωματωθεί εξοπλισμός για την ανάκτηση μέρους της θερμικής ενέργειας από τα καυσαέρια.

Ένα άλλο παράδειγμα συμπαραγωγής είναι το εργοστάσιο βιολογικού καθαρισμού στα Γιάννενα. Στο εργοστάσιο αυτό, το βιοαέριο χρησιμοποιείται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για κάλυψη των αναγκών του εργοστασίου και θερμικής ενέργειας για τη διαδικασία του βιολογικού καθαρισμού των λημμάτων. Το πλεόνασμα του βιοαερίου καίγεται για να μην απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα λόγω της βλαβερότητας του (περιεκτικότητα σε μεθάνιο).



Εικόνα 2. XYTA Άνω Λιοσίων.

#### ***V. Πλεονεκτήματα, Μειονεκτήματα και Συμπεράσματα για τη χρήση του βιοαερίου***

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση του βιοαερίου είναι πολλαπλά. Η διαχείριση των καταλοίπων της γεωργικής και κτηνοτροφικής διαδικασίας (που συχνά έχουν μηδενική αξία), ως πρώτη ύλη για την παραγωγή ενέργειας σε συνδυασμό με τη διατήρηση του ισοζυγίου διοξειδίου του άνθρακα, συνεισφέρει

στην προστασία του περιβάλλοντος προς μία πράσινη ανάπτυξη στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής και των μεταφορών. Συγκεκριμένα στις μεταφορές, δίνει τη δυνατότητα λειτουργίας των λεωφορείων και των αυτοκινήτων με μειωμένες εκπομπές βλαβερών αερίων ανοίγοντας παράλληλα την αγορά για επενδύσεις σε νέες τεχνολογίες. Το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο μεταφορών συμμετέχοντας σε μείγμα με συμβατικά καύσιμα σε ποσοστό που μπορεί να φτάσει το 15-20%. Με τη διαδικασία της αναβάθμισης μπορεί να διοχετευτεί στο δίκτυο του φυσικού αερίου και να χρησιμοποιηθεί και για παραγωγή υδρογόνου (fuel cell). Επιπλέον αυτών, το στερεό οργανικό υπόλειμμα εάν τροποποιηθεί κατάλληλα με διαχωρισμό και εξάτμιση, μπορεί να πωληθεί σαν στερεό και υγρό λίπασμα.

Η παραγωγή βιοαερίου απαιτεί συγκεκριμένες εγκαταστάσεις και τρόπο λειτουργίας, δημιουργώντας έτσι νέες θέσεις εργασίας σε εξειδικευμένους τομείς. Ακόμα, προσφέρει στον αγροτικό πληθυσμό εναλλακτική απασχόληση τονώνοντας την αγροτική οικονομία. Η πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από εγκαταστάσεις βιοαερίου αποτελεί ικανό εισόδημα. Σε κρατικό και οικονομικό επίπεδο η παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας συντελεί προς την ανεξάρτηση από τις συμβατικές πηγές και ενδεχομένως τρίτες χώρες που παρέχουν τις πρώτες ύλες.

Από την άλλη πλευρά γίνεται λόγος για τις μονοκαλλιέργειες που απαιτούνται για την παραγωγή σημαντικής ποσότητας βιοαερίου και βιοκαυσίμων γενικότερα. Η μεγάλη διασπορά των μονάδων και η δυσκολία στην διαδικασία παραγωγής αποτελεί μειονέκτημα για την ευρεία ενσωμάτωση του βιοαερίου στην καθημερινότητα των σύγχρονων κοινωνιών.

#### ***Πηγές:***

1. [http://www.biofuels.gr/biogas\\_liosia.html](http://www.biofuels.gr/biogas_liosia.html)
2. [www.kathimerini.gr](http://www.kathimerini.gr)
3. [library.tee.gr](http://library.tee.gr)
4. [www.cres.gr](http://www.cres.gr)