



ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΧΟΛΗ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Ενότητα 10: Βιομάζα

Δρ. Γεώργιος Μητσόπουλος

Περιεχόμενα

- ▶ Ορισμός Βιομάζας
- ▶ Κατηγορίες Βιομάζας
- ▶ Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά
- ▶ Τεχνολογίες μετατροπής
- ▶ Καύση - αεριοποίηση - πυρόλυση
- ▶ Βιοκαύσιμα
- ▶ Βιοαέριο
- ▶ Ενεργειακές εφαρμογές
- ▶ Περιβαλλοντικές επιπτώσεις
- ▶ Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα
- ▶ Παράδειγμα εφαρμογής
- ▶ Άσκηση

Τι είναι η Βιομάζα

Βιομάζα ονομάζεται το βιοαποδομήσιμο κλάσμα οργανικών υλικών φυτικής ή ζωικής προέλευσης.

Περιλαμβάνει:

- ▶ ξυλεία
- ▶ γεωργικά υπολείμματα
- ▶ κτηνοτροφικά απόβλητα
- ▶ οργανικά αστικά απορρίμματα
- ▶ ενεργειακές καλλιέργειες

Η ενέργεια της βιομάζας προέρχεται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία μέσω της φωτοσύνθεσης.

Φωτοσύνθεση και Αποθήκευση Ενέργειας

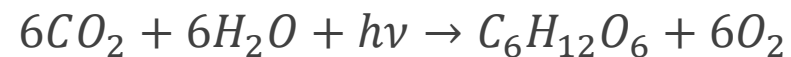
Η φωτοσύνθεση μετατρέπει:

- ▶ ηλιακή ενέργεια
- ▶ CO_2
- ▶ νερό

σε:

- ▶ οργανική ύλη
- ▶ χημική ενέργεια

Βασική αντίδραση:



Κατηγορίες Βιομάζας

Στερεή Βιομάζα

- ▶ ξύλο
- ▶ pellets
- ▶ πυρηνόξυλο
- ▶ άχυρο

Υγρή Βιομάζα

- ▶ Βιοαιθανόλη
- ▶ Βιοντίζελ

Αέρια Βιοκαύσιμα

- ▶ Βιοαέριο
- ▶ syngas

Πηγές Βιομάζας

- ▶ Δασικά υπολείμματα
- ▶ Γεωργικά υπολείμματα
- ▶ Κτηνοτροφικά απόβλητα
- ▶ Βιομηχανικά οργανικά απόβλητα
- ▶ Αστικά οργανικά απορρίμματα
- ▶ Ενεργειακές καλλιέργειες

Ενεργειακές Καλλιέργειες

Παραδείγματα:

- ▶ μίσχανθος
- ▶ αγριαγκινάρα
- ▶ ιτιά
- ▶ λεύκα
- ▶ switchgrass

Χαρακτηριστικά:

- ▶ υψηλή παραγωγικότητα
- ▶ μικρές απαιτήσεις
- ▶ υψηλή θερμογόνος δύναμη

Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά

Κύριες παράμετροι:

- ▶ υγρασία
- ▶ τέφρα
- ▶ πτητικά
- ▶ σταθερός άνθρακας
- ▶ πυκνότητα
- ▶ θερμογόνο δύναμη

Θερμογόνος Δύναμη

Ανώτερη Θερμογόνος Δύναμη (HHV)

Περιλαμβάνει τη λανθάνουσα θερμότητα συμπύκνωσης.

Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη (LHV)

Δεν περιλαμβάνει τη λανθάνουσα θερμότητα.

Τυπικές τιμές:

- ▶ ξύλο: 14-18 MJ/kg
- ▶ pellets: 16-19 MJ/kg

Επίδραση Υγρασίας

Αύξηση υγρασίας:

- ▶ μειώνει τη θερμογόνο δύναμη
- ▶ δυσκολεύει την καύση
- ▶ μειώνει τον βαθμό απόδοσης

Παράδειγμα:

- ▶ ξηρό ξύλο → υψηλή απόδοση
- ▶ νωπή βιομάζα → χαμηλή απόδοση

ΔΙΑΦΑΝΕΙΑ 11 – Τεχνολογίες Μετατροπής

Θερμοχημικές

- ▶ καύση
- ▶ αεριοποίηση
- ▶ πυρόλυση

Βιοχημικές

- ▶ αναερόβια χώνευση
- ▶ ζύμωση

Χημικές

- ▶ μετεστεροποίηση

Άμεση Καύση Βιομάζας

Η πιο διαδεδομένη τεχνολογία.

Παραγόμενα:

- ▶ θερμότητα
- ▶ ατμός
- ▶ ηλεκτρική ενέργεια

Εφαρμογές:

- ▶ λέβητες
- ▶ τηλεθέρμανση
- ▶ μονάδες CHP

Στάδια Καύσης

- ▶ Ξήρανση
- ▶ Πυρόλυση
- ▶ Καύση πτητικών
- ▶ Καύση στερεού άνθρακα

Λέβητες Βιομάζας

Τύποι:

- ▶ λέβητες ξύλου
- ▶ λέβητες pellets
- ▶ λέβητες πυρηνόξυλου

Βαθμός απόδοσης:

- ▶ 75-95%

Pellets

Χαρακτηριστικά:

- ▶ μικρή υγρασία
- ▶ υψηλή ενεργειακή πυκνότητα
- ▶ εύκολη μεταφορά

Τυπική διάμετρος:

- ▶ 6-8 mm

Αεριοποίηση

Μετατροπή βιομάζας σε αέριο καύσιμο με περιορισμένο οξυγόνο.

Παραγόμενο syngas:

- ▶ CO
- ▶ H₂
- ▶ CH₄

Πυρόλυση

Θερμική αποσύνθεση χωρίς οξυγόνο.

Παραγόμενα:

- ▶ bio-oil
- ▶ biochar
- ▶ syngas

Αναερόβια Χώνευση

Βιολογική αποδόμηση οργανικής ύλης χωρίς οξυγόνο.

Παράγεται:

- ▶ Βιοαέριο
- ▶ digestate

Σύνθεση Βιοαερίου

Τυπική σύνθεση:

- ▶ $\text{CH}_4 \rightarrow 50\text{-}70\%$
- ▶ $\text{CO}_2 \rightarrow 30\text{-}50\%$
- ▶ ίχνη H_2S

Κύρια χρήση:

- ▶ παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας

Μονάδες Βιοαερίου

Τμήματα εγκατάστασης:

- ▶ δεξαμενή τροφοδοσίας
- ▶ χωνευτής
- ▶ αποθήκευση αερίου
- ▶ CHP

Βιοκαύσιμα

Βιοαιθανόλη

- ▶ Παράγεται από ζύμωση σακχάρων.

Βιοντίζελ

- ▶ Παράγεται μέσω μετεστεροποίησης φυτικών ελαίων.

Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (CHP)

Η βιομάζα χρησιμοποιείται σε:

- ▶ ατμοστρόβιλους
- ▶ κινητήρες εσωτερικής καύσης
- ▶ ORC συστήματα

Συνολική απόδοση:

- ▶ έως 85-90%

Εκπομπές και Περιβάλλον

Η βιομάζα θεωρείται σχεδόν ουδέτερη ως προς CO₂.

Ωστόσο υπάρχουν:

- ▶ εκπομπές σωματιδίων
- ▶ NO_x
- ▶ ανάγκη βιώσιμης διαχείρισης

Πλεονεκτήματα Βιομάζας

- ▶ αποθήκευση ενέργειας
- ▶ αξιοποίηση αποβλήτων
- ▶ μείωση ορυκτών καυσίμων
- ▶ τοπική ανάπτυξη
- ▶ δυνατότητα CHP

Μειονεκτήματα Βιομάζας

- ▶ ανάγκη μεταφοράς και αποθήκευσης
- ▶ εκπομπές ρύπων
- ▶ εποχικότητα
- ▶ απαιτήσεις εφοδιαστικής αλυσίδας

Βιομάζα στην Ελλάδα

Κύριες μορφές:

- ▶ πυρηνόξυλο
- ▶ ξυλεία
- ▶ αγροτικά υπολείμματα

Εφαρμογές:

- ▶ θέρμανση
- ▶ θερμοκήπια
- ▶ Βιομηχανία τροφίμων
- ▶ Βιοαέριο

Παράδειγμα Εφαρμογής

Μονάδα τηλεθέρμανσης με βιομάζα

Καύσιμο:

- ▶ pellets ή wood chips

Παραγόμενα:

- ▶ θερμότητα για οικισμούς
- ▶ ηλεκτρική ενέργεια

Μελλοντικές Τάσεις

- ▶ advanced biofuels
- ▶ BECCS
- ▶ Βιοδιυλιστήρια
- ▶ πράσινο υδρογόνο από βιομάζα
- ▶ αρνητικές εκπομπές άνθρακα

Συμπεράσματα

- ▶ Η βιομάζα αποτελεί σημαντική ΑΠΕ.
- ▶ Μπορεί να παρέχει ηλεκτρισμό, θερμότητα και καύσιμα.
- ▶ Παίζει σημαντικό ρόλο στην κυκλική οικονομία.
- ▶ Απαιτείται βιώσιμη διαχείριση πόρων.

Άσκηση

Άσκηση Υπολογισμού Ενέργειας από Βιομάζα

Μια μονάδα καύσης χρησιμοποιεί 3 tn/h pellets με κατώτερη θερμογόνο δύναμη:

► $LHV = 17 \text{ MJ/kg}$

Ο συνολικός βαθμός απόδοσης της μονάδας είναι:

► $\eta = 82\%$

Να υπολογιστούν:

- Η θερμική ισχύς εισόδου του καυσίμου
- Η ωφέλιμη θερμική ισχύς της μονάδας

Λύση Άσκησης

Μαζική παροχή:

$$\blacktriangleright \dot{m} = 3 \text{ tn/h} = 3000 \text{ kg/h} = 0.833 \text{ kg/s}$$

Θερμική ισχύς εισόδου:

$$\blacktriangleright P_{in} = \dot{m} \cdot LHV = 0.833 \times 17 = 14.16 \text{ MW}$$

Ωφέλιμη ισχύς:

$$\blacktriangleright P_{useful} = \eta \cdot P_{in} = 0.82 \times 14.16 = 11.61 \text{ MW}$$

Άρα:

$$\blacktriangleright \text{Εισερχόμενη ισχύς} \approx 14.2 \text{ MW}$$

$$\blacktriangleright \text{Ωφέλιμη ισχύς} \approx 11.6 \text{ MW}$$