

Ενεργειακή Αξιοποίηση Βιομάζας

Δρ Θρασύβουλος Μανιός
Αναπληρωτής Καθηγητής ΤΕΙ Κρήτης
ΣΕΠ στην ΠΣΕ50

Τι ορίζουμε ως «βιομάζα»

Ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Πρακτικά, στον όρο βιομάζα εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται από το φυτικό κόσμο, άμεσα (πχ κλαδέματα, στάχια, υπολείμματα καρπών) ή έμμεσα (πχ κοπριές, κτηνοτροφικά απόβλητα).

Τι ορίζουμε ως «βιομάζα»

Η βιομάζα αποτελεί μία δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας και είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών. Κατά αυτήν, η χλωροφύλλη των φυτών μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μια σειρά διεργασιών, χρησιμοποιώντας ως βασικές πρώτες ύλες διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, καθώς και νερό και ανόργανα συστατικά από το έδαφος. Η διεργασία αυτή μπορεί να παρασταθεί ως εξής:



Τι περιλαμβάνεται στη «βιομάζα»

- Οι φυτικές ύλες που προέρχονται, είτε από φυσικά οικοσυστήματα, όπως π.χ. τα αυτοφυή φυτά και δάση, είτε από τις ενεργειακές καλλιέργειες (έτσι ονομάζονται τα φυτά που καλλιεργούνται ειδικά, με σκοπό την παραγωγή βιομάζας για παραγωγή ενέργειας) γεωργικών και δασικών ειδών, όπως π.χ. το σόργο το σακχαρούχο, το καλάμι, ο ευκάλυπτος κ.α..
- Τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της γεωργικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής, όπως π.χ. τα άχυρα, στελέχη αραβόσιτου, στελέχη βαμβακιάς, κλαδιά δένδρων, φύκι, κτηνοτροφικά απόβλητα, οι κληματίδες κ.α..
- Τα υποπροϊόντα που προέρχονται από τη μεταποίηση ή επεξεργασία των υλικών αυτών, όπως π.χ. ελαιοπυρήνα / πυρηνόξυλο, υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, το πριονίδι κ.α.
- Το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων (ιλύς γνωστή και ως λυματολάσπη) και Αστικών Στερεών Αποβλήτων ή ΑΣΑ (υπολείμματα κουζίνας / τροφίμων και χαρτί).

Κτηνοτροφικά Υπολείμματα - Κοπριές



ΕΑΠ - ΠΣΕ50

Φυτικά Υπολείμματα - Κλαδοκάθαρα



ΕΑΠ - ΠΣΕ50

Οργανικό Κλάσμα ΑΣΑ



ΕΑΠ - ΠΣΕ50

Παγκόσμιο και Ελληνικό Δυναμικό Βιομάζας

- Η βιομάζα που παράγεται κάθε χρόνο στον πλανήτη μας υπολογίζεται ότι ανέρχεται σε 172 δις. tn ξηρού υλικού, με ενεργειακό περιεχόμενο δεκαπλάσιο της ενέργειας που καταναλίσκεται παγκοσμίως στο ίδιο διάστημα.
- Μόνο το 1/7 της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας καλύπτεται από τη βιομάζα και αφορά κυρίως στις παραδοσιακές χρήσεις της (καυσόξυλα κλπ.).
- Στην Ελλάδα, τα κατ' έτος διαθέσιμα γεωργικά και δασικά υπολείμματα ισοδυναμούν ενεργειακά με 3 - 4 εκατ. tn πετρελαίου (ουσιαστικά 9 με 12 εκατ. tn ξηρού υλικού και διπλάσιο νωπού).
- Το ποσό αυτό τη βιομάζας αντιστοιχεί ενεργειακά στο 30 - 40% της ποσότητας του πετρελαίου που καταναλώνεται ετησίως στη χώρα μας.
- Σημειώνεται ότι ένας ξηρός τόνος βιομάζας ισοδυναμεί με περίπου 0,4 tn πετρελαίου.
- Εντούτοις, με τα σημερινά δεδομένα, καλύπτεται μόλις το 3% περίπου των ενεργειακών αναγκών της με τη χρήση της διαθέσιμης βιομάζας.
- Από πρόσφατη απογραφή, έχει εκτιμηθεί ότι το σύνολο της άμεσα διαθέσιμης βιομάζας στην Ελλάδα συνίσταται από 7.500.000 περίπου tn υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών (σιτηρών, αραβόσιτου, βαμβακιού, καπνού, ηλίανθου, κλαδοδεμάτων, κληματίδων, πυρηνόξυλου κ.ά.), καθώς και από 2.700.000 tn δασικών υπολειμμάτων υλοτομίας (κλάδοι, φλοιοί κ.ά.).

Ενεργειακή Αξιοποίηση Βιομάζας

Η αξιοποίηση της βιομάζας στην παραγωγή ενέργειας, δηλαδή ηλεκτρισμού, θερμότητας ή και των δύο. Επίσης στην ενεργειακή αξιοποίηση περιλαμβάνεται και η παραγωγή καυσίμων κίνησης όπως το biodiesel.

Ενεργειακή Αξιοποίηση Βιομάζας

Τα κυριότερα **πλεονεκτήματα** που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας, είναι τα ακόλουθα:

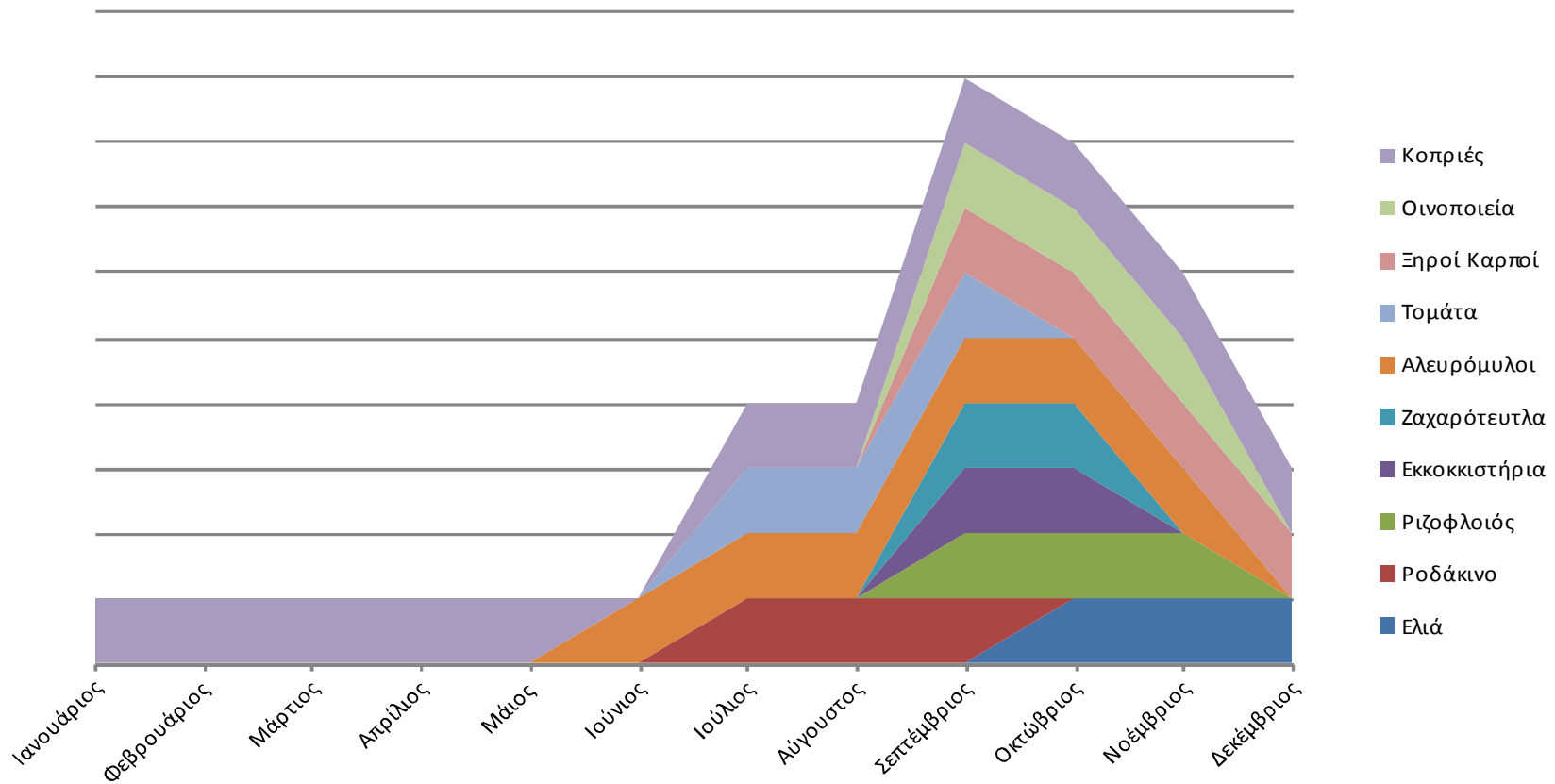
- Η πρόληψη του φαινομένου του θερμοκηπίου, το οποίο οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) που παράγεται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Η βιομάζα δε συνεισφέρει στην αύξηση της συγκέντρωσης του ρύπου αυτού στην ατμόσφαιρα γιατί, ενώ κατά την καύση της παράγεται CO_2 , κατά την παραγωγή της και μέσω της φωτοσύνθεσης επαναδεσμεύονται σημαντικές ποσότητες αυτού του ρύπου.
- Η αποφυγή της επιβάρυνσης της ατμόσφαιρας με το διοξείδιο του θείου (SO_2) που παράγεται κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων και συντελεί στο φαινόμενο της “όξινης βροχής”. Η περιεκτικότητα της βιομάζας σε θείο είναι πρακτικά αμελητέα.
- Η μείωση της ενεργειακής εξάρτησης, που είναι αποτέλεσμα της εισαγωγής καυσίμων από τρίτες χώρες, με αντίστοιχη εξοικονόμηση συναλλάγματος.
- Η εξασφάλιση εργασίας και η συγκράτηση των αγροτικών πληθυσμών στις παραμεθόριες και τις άλλες γεωργικές περιοχές, συμβάλλει δηλαδή η βιομάζα στην περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας.

Ενεργειακή Αξιοποίηση Βιομάζας

Τα **μειονεκτήματα** που συνδέονται με τη χρησιμοποίηση της βιομάζας και αφορούν, ως επί το πλείστον, δυσκολίες στην εκμετάλλευσή της, είναι τα εξής:

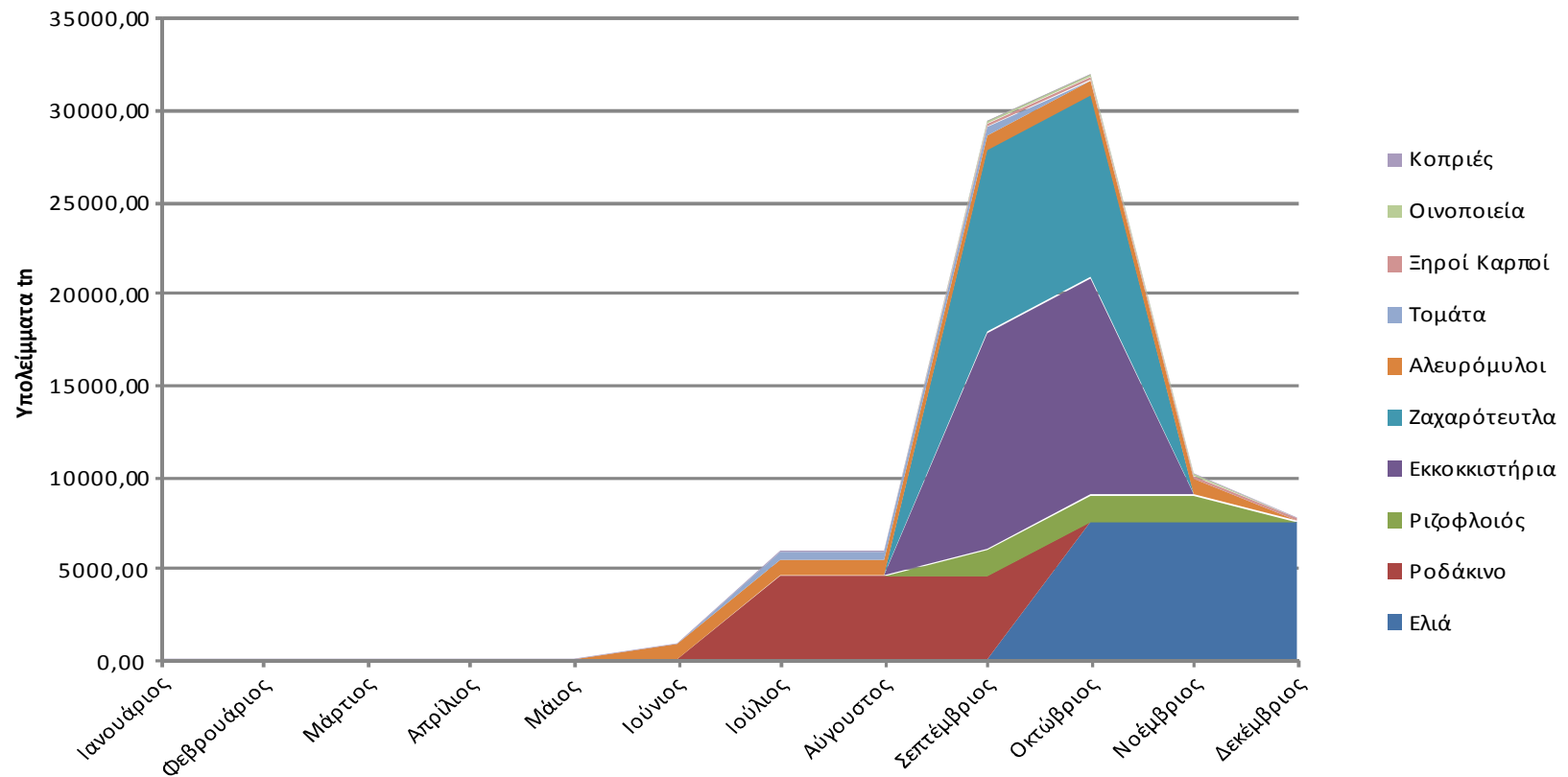
- Ο μεγάλος όγκος της και η μεγάλη περιεκτικότητά της σε υγρασία, ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας.
- Η δυσκολία στη συλλογή, μεταποίηση, μεταφορά και αποθήκευσή της, έναντι των ορυκτών καυσίμων.
- Οι δαπανηρότερες εγκαταστάσεις και εξοπλισμός που απαιτούνται για την αξιοποίηση της βιομάζας, σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας.
- **Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της.**
- Η αφαίρεση οργανικής ουσίας από το έδαφος, ιδιαίτερα για τα υποβαθμισμένα ελληνικά εδάφη που έχουν ήδη μικρή περιεκτικότητα και παρουσιάζουν μεγάλη τάση ερημοποίησης.

Ποιοτική Απεικόνιση Χρονικής Διακύμανσης Παραγωγής



ΕΑΠ - ΠΣΕ50

Ποσοτική Απεικόνιση Χρονικής Διακύμανσης Παραγωγής



Νομικό Πλαίσιο Ενεργειακή Αξιοποίηση Βιομάζας

- Νόμος 4152/ 2013
- Νόμος 3851/2010
- Νόμος 3468 / 2006
- Ουσιαστική Αλλαγή: Νόμος 3851 / 2010, με αύξηση της τιμής αποζημίωσης παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος ακόμα και πάνω από 150 %.

N 3851/2010

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από:	Τιμή Ενέργειας (€/MWh)	
	Διασυνδεδεμένο Σύστημα	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
(α) Αιολική ενέργεια που αξιοποιείται με χειραίες εγκαταστάσεις ισχύος μεγαλύτερης των 50kW	87,85	99,45
(β) Αιολική ενέργεια που αξιοποιείται με εγκαταστάσεις ισχύος μικρότερης ή ίσης των 50kW	250	
(γ) Φωτοβολταϊκά έως 10kW _{peak} στον οικιακό τομέα και σε μικρές επιχειρήσεις (σύμφωνα με το ειδικό πρόγραμμα σε κτηριακές εγκαταστάσεις - ΚΥΑ 12323/ΓΓ 175/4.6.2009, Β' 1079)	550	
(δ) Υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται με μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ έως δεκαπέντε (15) MW _e	87,85	
(ε) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από ηλιοθερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής	264,85	
(στ) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από ηλιοθερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με σύστημα αποθήκευσης, το οποίο εξασφαλίζει τουλάχιστον 2 ώρες λειτουργίας στο ονομαστικό φορτίο	284,85	
(ζ) Γεωθερμική ενέργεια χαμηλής θερμοκρασίας κατά την παρ. 1στ του άρθρου 2 του νόμου 3175/2003 (Α' 207)	150	
(η) Γεωθερμική ενέργεια υψηλής θερμοκρασίας κατά την παρ. 1στ του άρθρου 2 του νόμου 3175/2003 (Α' 207)	99,45	
(θ) Βιομάζα που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ ≤1 MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	200	
(ι) Βιομάζα που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ >1MW και ≤5MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	175	

(ια) Βιομάζα που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ >5MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	150	
(ιβ) Αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέρια από βιομάζα (συμπεριλαμβανομένου και του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αποβλήτων), με εγκατεστημένη ισχύ ≤2 MW	120	
(ιγ) Αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέρια από βιομάζα (συμπεριλαμβανομένου και του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αποβλήτων), με εγκατεστημένη ισχύ >2 MW	99,45	
(ιδ) Βιοαέριο που προέρχεται από βιομάζα (κτηνοτροφικά και αγροτοβιομηχανικά οργανικά υπολείμματα και απόβλητα) με εγκατεστημένη ισχύ ≤ 3 MW	220	
(ιε) Βιοαέριο που προέρχεται από βιομάζα (κτηνοτροφικά και αγροτοβιομηχανικά οργανικά υπολείμματα και απόβλητα) με εγκατεστημένη ισχύ > 3 MW	200	
(ιστ) Σ.Η.Θ.Υ.Α.	87,85xΣΡ	99,45xΣΡ
(ιζ) Λοιπές Α.Π.Ε. (συμπεριλαμβανομένων και των σταθμών ενεργειακής αξιοποίησης του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων που πληρούν τις προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας όπως εκάστοτε αυτές ισχύουν)	87,85	99,45

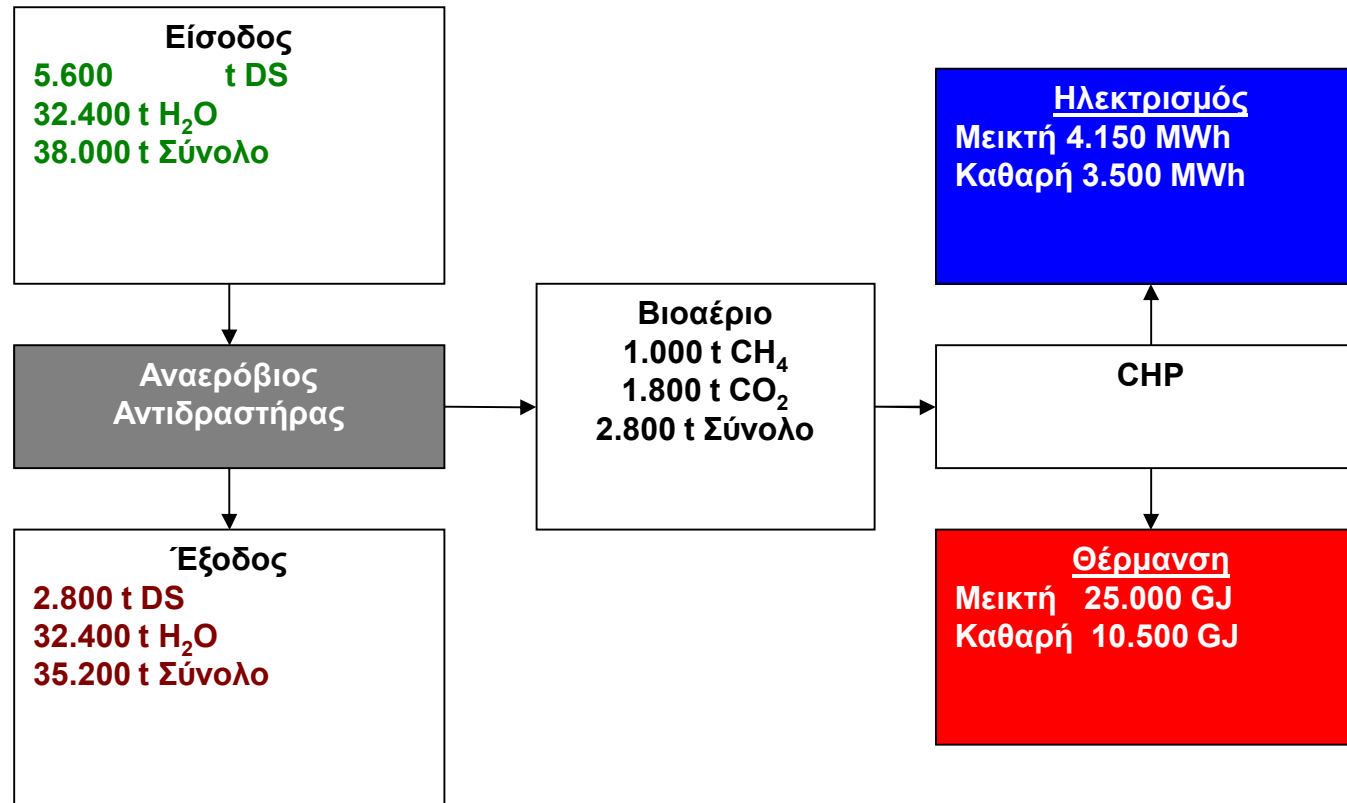
Βασικές Τεχνολογίες Αξιοποίησης Βιομάζας

- Αναερόβια Χώνευση – Παραγωγή Βιοαερίου. Ιδανική τεχνολογία για υδαρή υπολείμματα (βλέπε κοπριές)
- Αεριοποίηση – Παραγωγή SYNGAS. Ιδανική τεχνολογία για ξηρά υπολείμματα (βλέπε φυτικά / δασικά υπολείμματα).

Αναερόβια Χώνευση – Παραγωγή Βιοαερίου

Η αναερόβια χώνευση είναι μια καθαρά βιολογική διαδικασία, στην οποία αναερόβιοι μικροοργανισμοί (απουσία αέρα / οξυγόνου) αποδομούν την οργανική ουσία σε διοξείδιο του άνθρακα και κυρίως σε μεθάνιο σε αναλογία 40 : 60 κατά όγκο. Η καύση του τελευταίου οδηγεί στην παραγωγή ενέργειας.

Παραγωγή Ενέργειας από Βιοαέριο



Αναερόβια Χώνευση – Παραγωγή Βιοαερίου – Πρώτη Ύλη



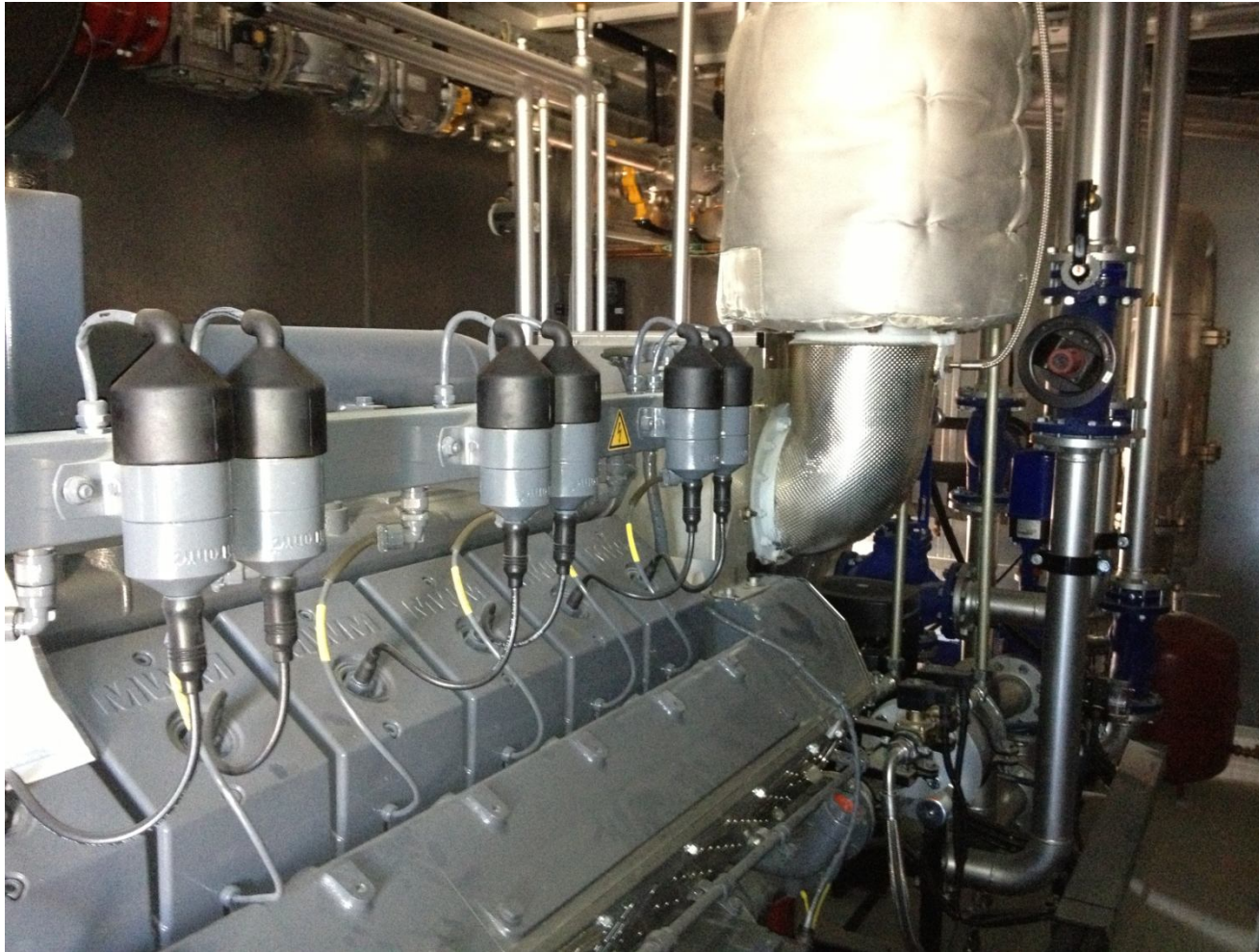
ΕΑΠ - ΠΣΕ50

Αναερόβια Χώνευση – Παραγωγή Βιοαερίου – Αναερόβιοι Αντιδραστήρες



ΕΑΠ - ΠΣΕ50

Αναερόβια Χώνευση – Παραγωγή Βιοαερίου – Γεννήτρια / CHP



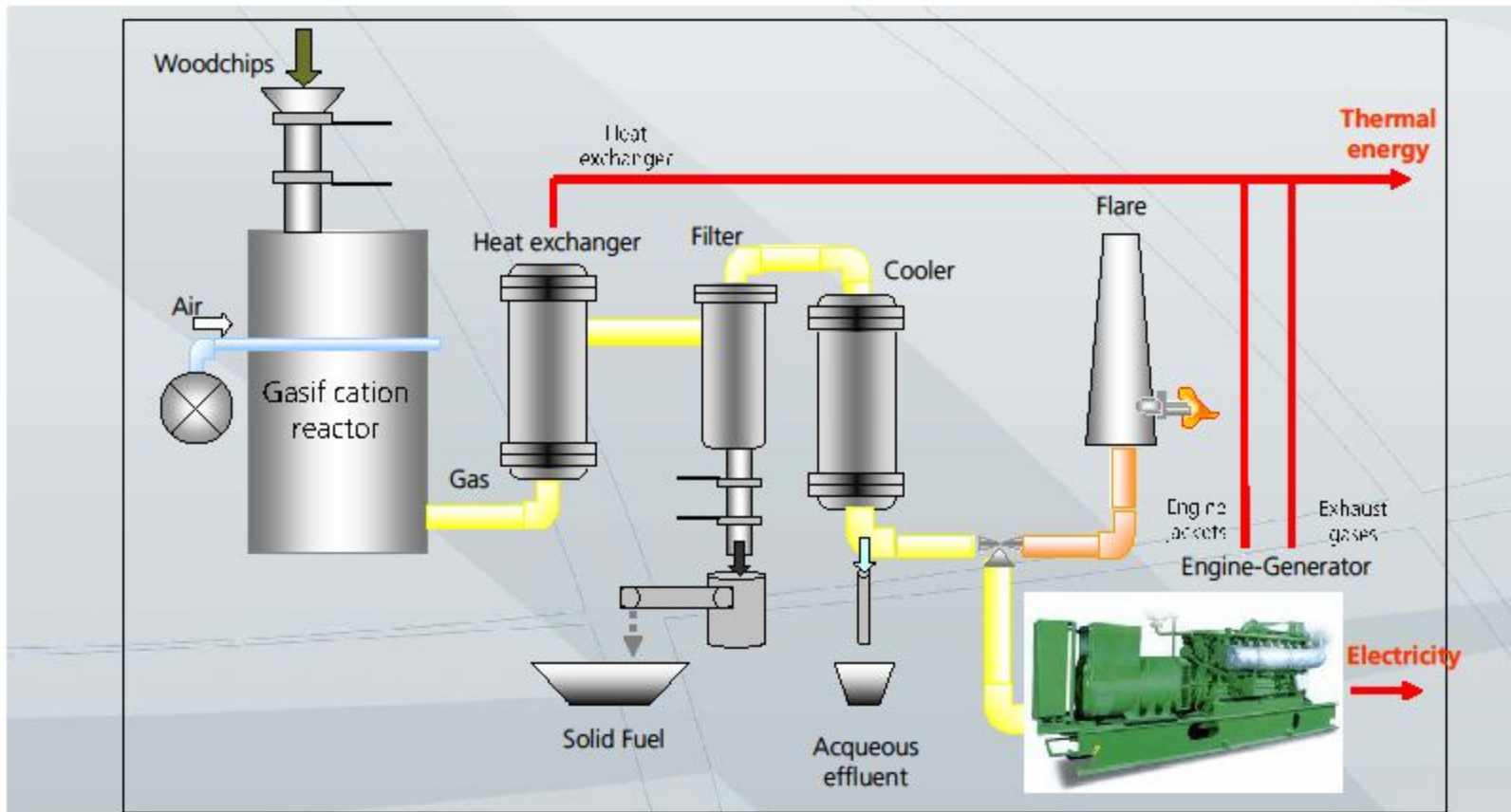
ΕΑΠ - ΠΣΕ50

Αεριοποίηση – Παραγωγή SYNGAS

Η αεριοποίηση της βιομάζας είναι μια ενδόθερμη θερμική διεργασία κατά την οποία η στερεή βιομάζα μετατρέπεται σε καύσιμο αέριο. Το καύσιμο προϊόν της διεργασίας αεριοποίησης ονομάζεται αέριο σύνθεσης.

Το παραγόμενο αυτό αέριο αποτελεί μίγμα πολλών καυσίμων (και μη) αερίων: μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα (CO , CO_2), υδρογόνο (H_2), μεθάνιο (CH_4), υδρατμοί (H_2O), ίχνη υδρογονανθράκων (π.χ. C_2H_6 , C_2H_4) και άζωτο (N_2 , σε περίπτωση που για την διεργασία χρησιμοποιείται αέρας και όχι καθαρό οξυγόνο). Πέραν των παραπάνω ενώσεων στο αέριο προϊόν εμφανίζονται και διάφοροι επιμολυντές κυριότεροι εκ των οποίων είναι η σωματίδια πίσσας, τέφρα, αμμωνία, οξέα και σύνθετοι υδρογονάνθρακες.

Αεριοποίηση – Παραγωγή SYNGAS



Αεριοποίηση – Παραγωγή SYNGAS



ΕΑΠ - ΠΣΕ50

Απόδοση Συστημάτων Αεριοποίησης

- 25 – 30 %, ηλεκτρισμός
- 50 – 60 %, θερμότητα
- 8 - 10 %, τέφρα
- 10 – 20 % απώλειες