



Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στη Γεωργία

ΒιοΕνέργεια

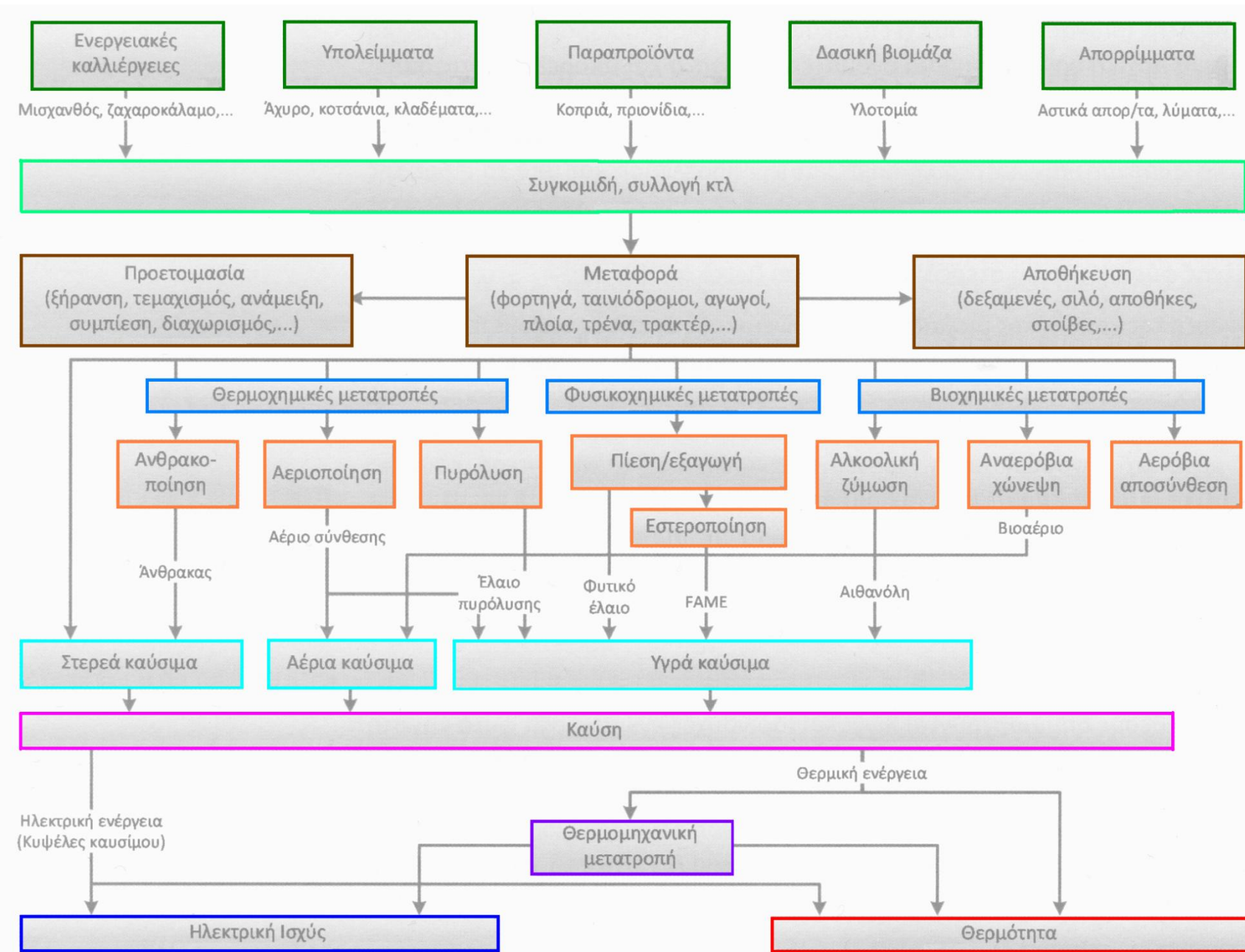
Αγγελική Μαραγκάκη
Μηχανικός Ορυκτών Πόρων, PhD

Εισαγωγή

- ❑ **Βιοενέργεια:** Η ενέργεια που απελευθερώνεται από την καύση των βιοκαυσίμων - δευτερογενής ηλιακή ενέργεια
- ❑ **Βιοκαύσιμα:** Τα καύσιμα που έχουν προκύψει με μηχανικές, θερμικές, χημικές ή βιοχημικές μεθόδους από τη βιομάζα
- ❑ **Βιομάζα:** Το αρχικό βιολογικό υλικό το οποίο προέρχεται από ζώντες οργανισμούς και μπορεί να είναι φυτικό προϊόν (ή παραπροϊόν), απόβλητο αστικής φύσης (υγρό ή στερεό) ή ακόμα και ζωικό απόβλητο

Βιοενέργεια

Πρώτες Ύλες Βιομάζας



Τα στάδια και οι μέθοδοι μετατροπής της βιομάζας σε ισχύ και θερμότητα

Βιομάζα - Γιατί....??

Ενέργεια = Κρίσιμη συνιστώσα κοινωνίας

Ορυκτά καύσιμα = 80% παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών

Εξάντληση πριν το τέλος του αιώνα μας



Αύξηση πληθυσμού



«x» Ενεργειακές ανάγκες

Πηγή C φυσικής
προέλευσης



ENERΓΕΙΑ



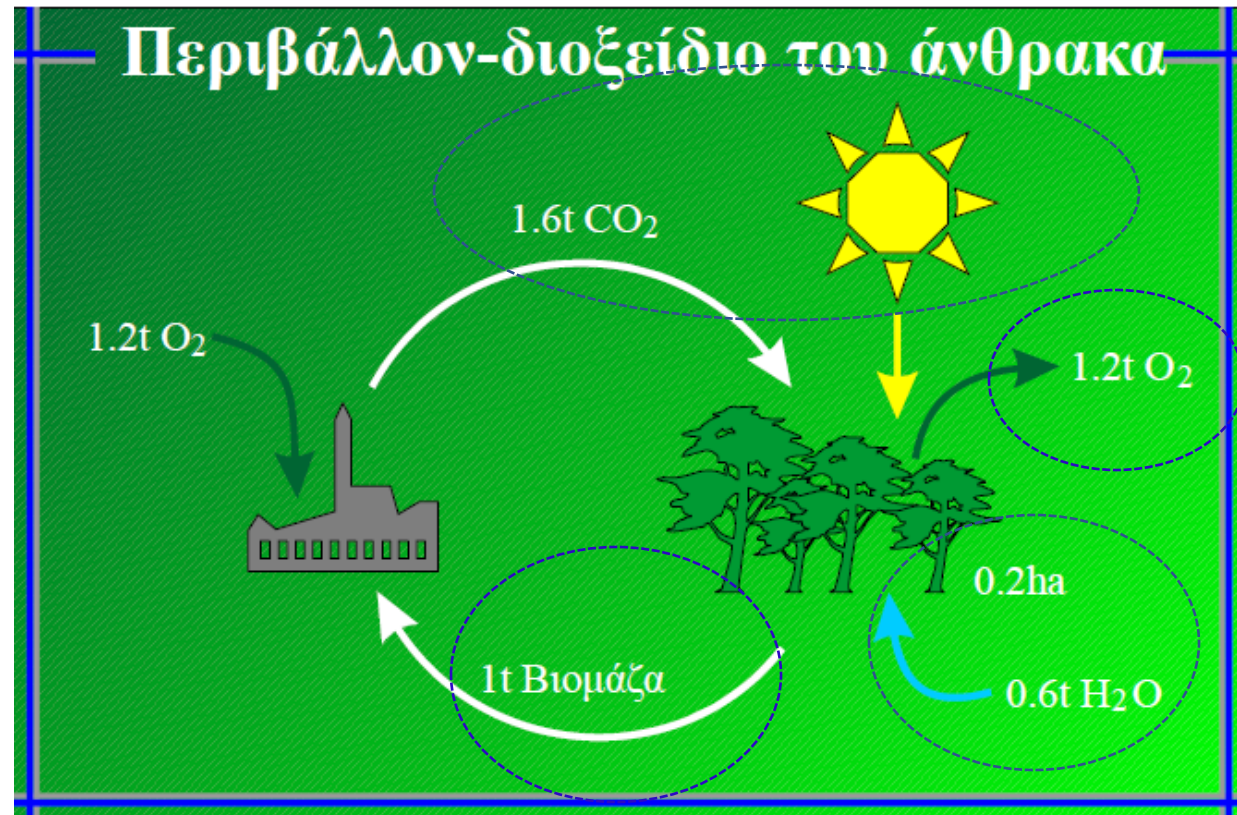


Βιομάζα

Βιομάζα λέγεται το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων που προέρχονται από τις γεωργικές, συμπεριλαμβανομένων φυτικών και ζωικών ουσιών, τις δασοκομικές και τις συναφείς βιομηχανικές δραστηριότητες, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών αποβλήτων και αστικών λυμάτων και απορριμμάτων (Ν.3468/2006).

Υλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση

Παγκοσμίως παράγονται
172 δις tn/year ξηρό
Ενεργειακό περιεχόμενο
 3×10^{12} GJ





Πρώτες Ύλες Βιομάζας

Υπολείμματα ξύλου:

- Πριονίδια
- Αστικά υπολείμματα ξύλου
- Υπολείμματα δένδρων
- Δασικά υπολείμματα

Γεωργικά υπολείμματα:

- Φλοιοί ρυζιού
- Άχυρο

Απορρίμματα:

- Βιομηχανικά απορρίμματα
- Αστικά στερεά Απορρίμματα, (ΑσΑ)
- Ζωικά Απορρίμματα
- Αστικά λύματα

Πηγές Βιομάζας

υπολειμματική μορφή βιομάζας

- Αγροτικά υπολείμματα
- Βιομάζα δασικής προέλευσης
- Απόβλητα κτηνοτροφίας
- Αγροτοβιομηχανικά απόβλητα, καθώς και απόβλητα των βιομηχανιών τροφίμων
- Οργανικό μέρος αστικών στερεών αποβλήτων και αστικά λύματα
- Ενεργειακές καλλιέργειες



Ενεργειακές καλλιέργειες

Είναι:

παραδοσιακές καλλιέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοκαυσίμων,

φυτά που δεν καλλιεργούνται προς το παρόν εμπορικά, αλλά προορίζονται **αποκλειστικά για την παραγωγή ισχύος.**


Το κύριο πλεονέκτημά τους είναι ότι η σταθερή παραγωγή τους μπορεί να **εξασφαλίσει μεγάλης κλίμακας μακροπρόθεσμη προμήθεια πρώτης ύλης με ομοιόμορφα ποιοτικά χαρακτηριστικά** σε μονάδες παραγωγής βιοκαυσίμων και ενέργειας.

Ετήσιες: Ηλίανθος, Ελαιοκράμβη, Γλυκό σόργο, Σιτάρι, Ζαχαρότευτλα, Αραβόσιτος, Κυτταρινούχο σόργο, Κενάφ

Πολυετείς: Καλάμι, Μίσχανθος, Αγριοαγκινάρα, Κυτταρινούχο σόργο, Κενάφ, Χόρτο-Switch grass

Δασικές: Ευκάλυπτος: Ψευδακακία






170-180 δισ. tn/year ξηρού υλικού (Παγκοσμίως)
με ενεργειακό περιεχόμενο δεκαπλάσιο της ενέργειας που
καταναλίσκεται παγκοσμίως στο ίδιο διάστημα

20-30 εκατ. tn/year (Ελλάδα)

Αγροτοβιομηχανικά – Αγροτοκτηνοτροφικά απόβλητα

- Αγροτικά υπολείμματα: **10–15 εκατ. tn/year**
- Κτηνοτροφικά απόβλητα **15–20 εκατ. tn/year**
- Αγροτοβιομηχανικά: **2–5 εκατ. tn/year**
- Απόβλητα τροφίμων: **>2 εκατ. tn/year**





33%

**Το ποσοστό των
παραγόμενων τροφίμων
που απορρίπτεται**

25%

**Ο χώρος που
καταλαμβάνουν τα
απόβλητα τροφίμων στις
χωματερές**



Βιοκαύσιμα

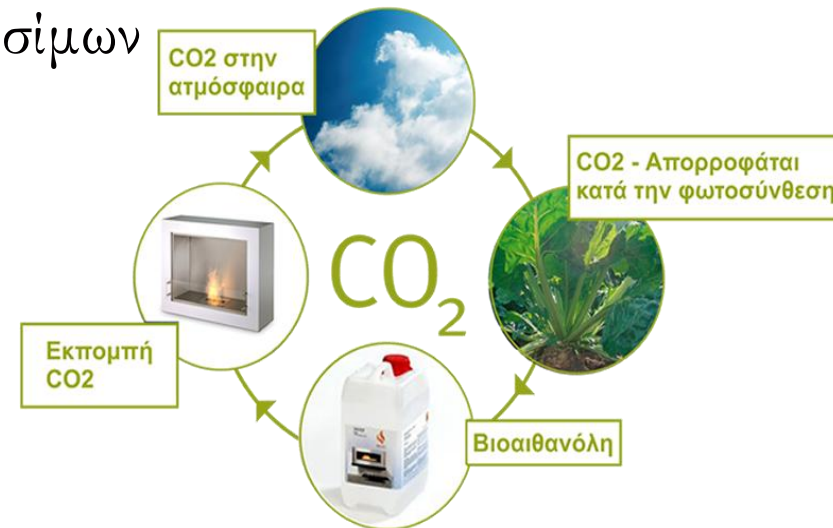
Βιοκαύσιμα από Βιομάζα (ζωντανούς οργανισμούς) – ΑΠΕ:

1. Βιοντίζελ - Εστέρας (φυτικά έλαια & ζωικό λίπος) = Ντίζελ
2. Βιοαιθανόλη – Αιθυλική αλκοόλη (σάκχαρα φυτών) = Βενζίνη
3. Βιοαέριο - μίγμα CH_4 & CO_2 (αναερόβια χώνεψη οργανικής ύλης με μ/ο)



Βοηθούν:

- ✓ Μείωση χρήσης & εξάρτησης ορυκτών καυσίμων
- ✓ Μείωση παραγωγής CO_2
3.2kg CO_2 / kg biodiesel
- ✓ Εξομαλύνουν φαινόμενο θερμοκηπίου



Στερεά βιοκαύσιμα

Τα στερεά βιοκαύσιμα πολλές φορές **ταυτίζονται με την ίδια την έννοια της βιομάζας**. Αυτή η ταύτιση έχει επικρατήσει επειδή κάποιες μορφές βιομάζας μπορούν με μικρή ή καθόλου επεξεργασία να παραγάγουν ενέργεια με καύση.

Τα στερεά βιοκαύσιμα διαχωρίζονται με βάση τη φυσική μορφή και την προέλευση. Οι συνηθέστερες μορφές των στερεών βιοκαυσίμων είναι τα **καυσόξυλα, τα ξυλοκάρβουνα και οι πελλέτες (pellets)**. Χρησιμοποιούνται σε ειδικούς καυστήρες βιομάζας για παραγωγή θερμότητας. Άλλη μορφή στερεού βιοκαυσίμου είναι οι μπρικέτες οι οποίες έχουν μέγεθος παρόμοιο με τα κούτσουρα. Η μορφή και η δομή τους επιτρέπει την καλύτερη καύση σε συμβατικές, παραδοσιακές ή ενεργειακές εστίες και σόμπες.

Σε αρκετές περιπτώσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο και η θρυμματισμένη βιομάζα.

Η προέλευση των στερεών βιοκαυσίμων μπορεί να είναι από **δασική βιομάζα και κάθε φυτικό υπόλειμμα** οποιασδήποτε επεξεργασίας.

Μειονεκτήματα

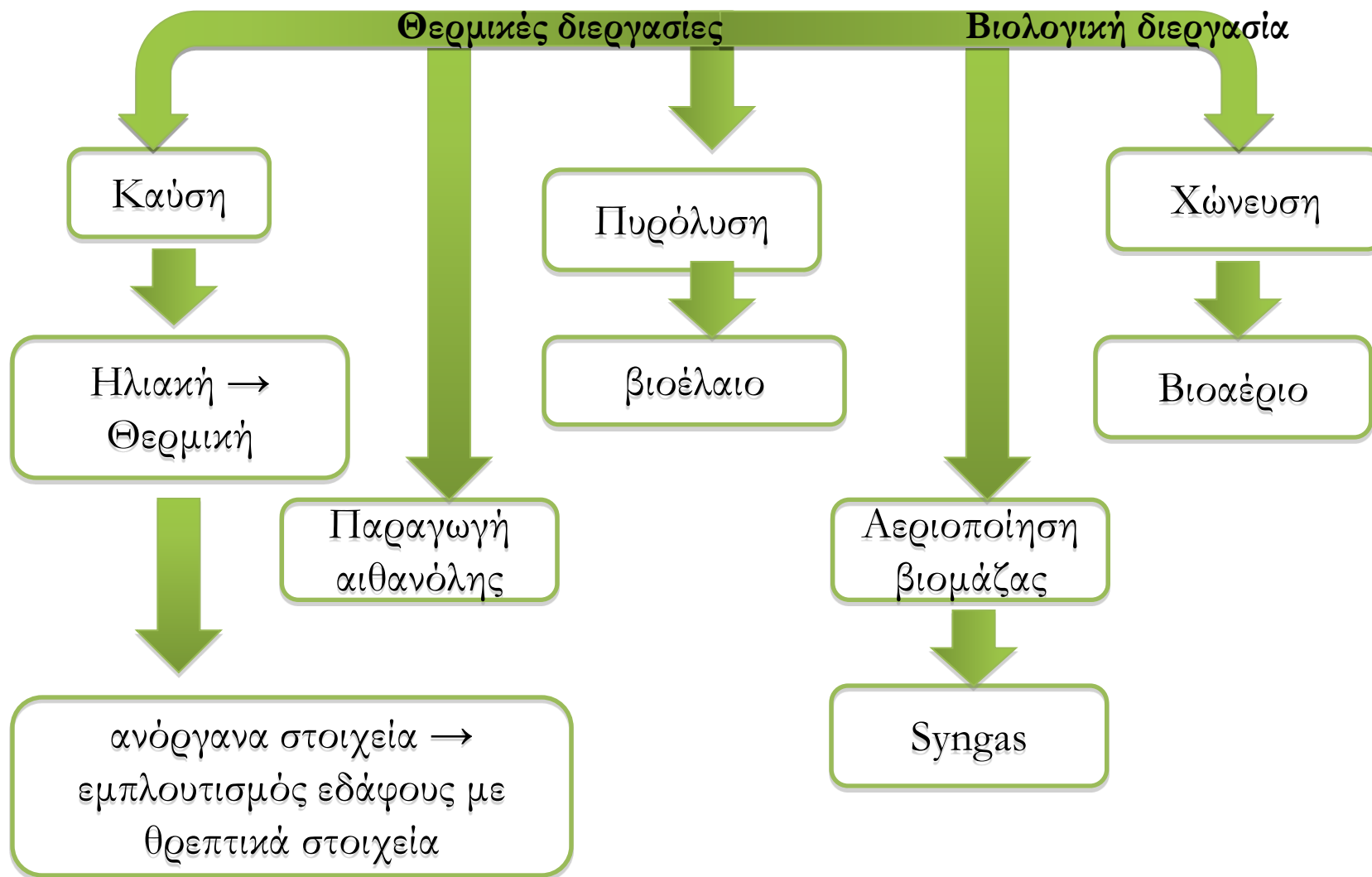
- ✓ Αυξημένος όγκος και περιεκτικότητα σε υγρασία
- ✓ Μεγάλη διασπορά και εποχιακή παραγωγή
- ✓ Δυσκολίες στη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευση
- ✓ Υψηλότερο κόστος εξοπλισμού

Πλεονεκτήματα

- ✓ Καύση της βιομάζας = ΑΡΝΗΤΙΚΟ ισοζύγιο CO₂ δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου
- ✓ Περιορισμός των εκπομπών SO₂ – όξινη βροχή
- ✓ Περιορισμός εισαγωγών ορυκτών καυσίμων
- ✓ Εξασφάλιση εργασίας και συγκράτηση πληθυσμών στις αγροτικές περιοχές

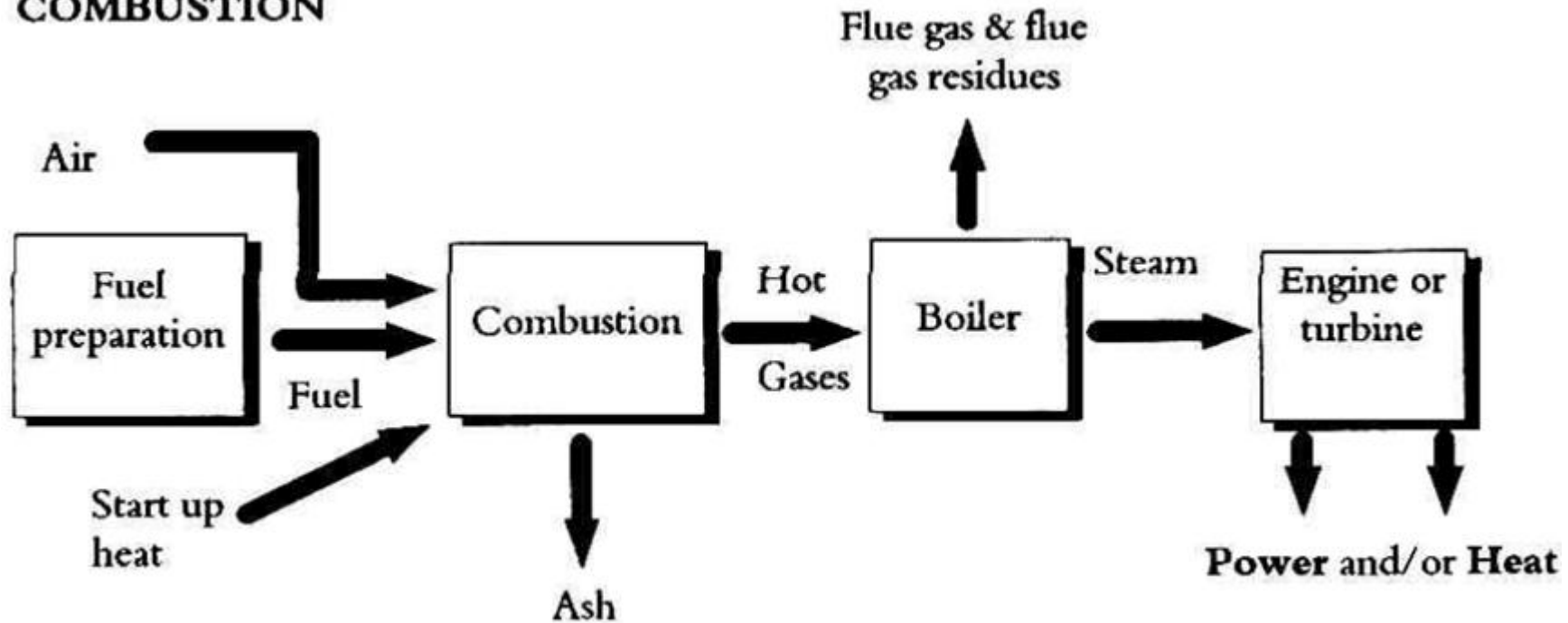
Η παραγωγή θερμικής ενέργειας 1 kWh με καύσιμη ύλη πέλλετ είναι περίπου 34% οικονομικότερη από το πετρέλαιο και 64% από το φυσικό αέριο με βάση τις σημερινές τιμές αγοράς

ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ



Καύση Βιομάζας

COMBUSTION



Κάθε ταχεία οξείδωση με περίσσεια αέρα από την οποία παράγεται θερμότητα

Καύση Βιομάζας

Πλεονεκτήματα

- ✓ Συσσωρευμένη εμπειρία εφαρμογών
- ✓ Δοκιμασμένη και αξιόπιστη τεχνολογία
- ✓ Απλότητα και ασφάλεια διεργασιών
- ✓ Χαμηλά κόστη λειτουργίας και εγκατάστασης

Μειονεκτήματα

- ✓ Προβληματική περιβαλλοντική επίδοση
- ✓ Χαμηλοί βαθμοί απόδοσης
- ✓ Μη εξελίξιμη τεχνολογία

Καύση Βιομάζας



Εργοστάσιο Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού - Θερμότητας : Wilton 10

Χώρα εγκατάστασης	Αγγλία, 2007	
Ισχύς ηλεκτρική	30 MWel	
Ισχύς θερμική	10 MWth (σε μορφή ατμού)	30.000
Καύσιμο	Ξυλώδης Βιομάζα - 300.000 τόνους ξυλώδους βιομάζας το χρόνο	νοικοκυριά
Κόστος κατασκευής	£60.000.000	

Καύση Βιομάζας



Εργοστάσιο Συμπαραγωγής Θερμότητας - Ηλεκτρισμού : Greenpower

Χώρα εγκατάστασης	Βέλγιο, 2010
Ισχύς ηλεκτρική	9 MWel
Ισχύς θερμική	8,5 MWth (σε μορφή θερμού νερού)
Καύσιμο	Υγρά βιοκαύσιμα - έλαιο του jatropha
Κόστος κατασκευής	€ 7.000.000

θερμοκηπίου καλλιέργειας
ντομάτας & μονάδας
παραγωγής βιοαερίου

Πυρόλυση Βιομάζας

Θερμική αποσύνθεση οργανικής μήτρας (απουσία οξυγόνου)

Θερμική διάσπαση:

- κυτταρίνης (240 – 350°C)
- ημι-κυτταρίνης (200 – 260°C) και
- λιγνίνης (280 – 500°C)

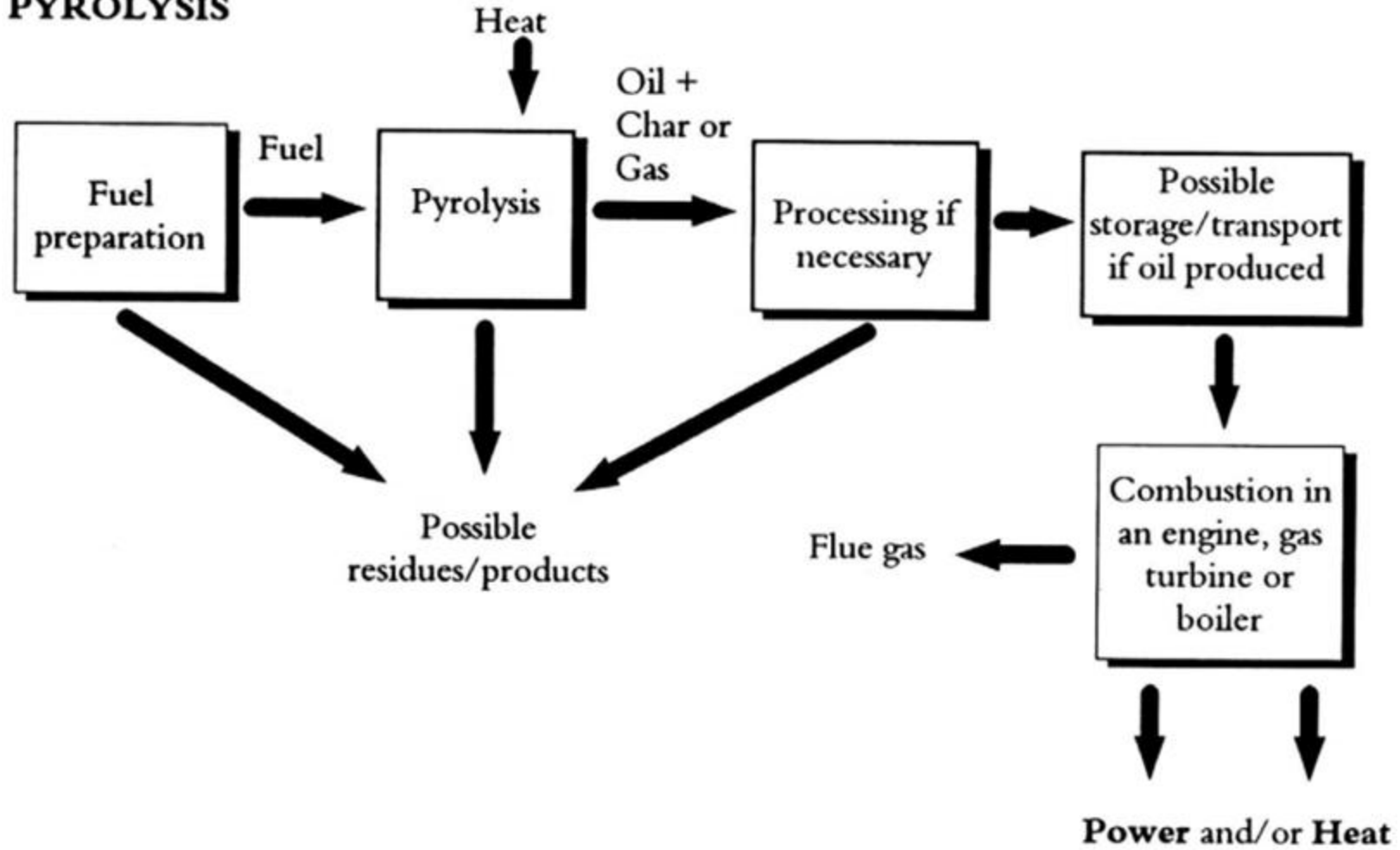
Τα δύο πρώτα διασπώνται προς πτητικά ενώ η λιγνίνη προς κωκ

Η κατανομή και η σύσταση των τελικών προϊόντων εξαρτάται από:

- Τύπο αντιδραστήρα,
- Μέγεθος σωματιδίων,
- Ρυθμό της θέρμανσης,
- Πίεση.

Πυρόλυση Βιομάζας

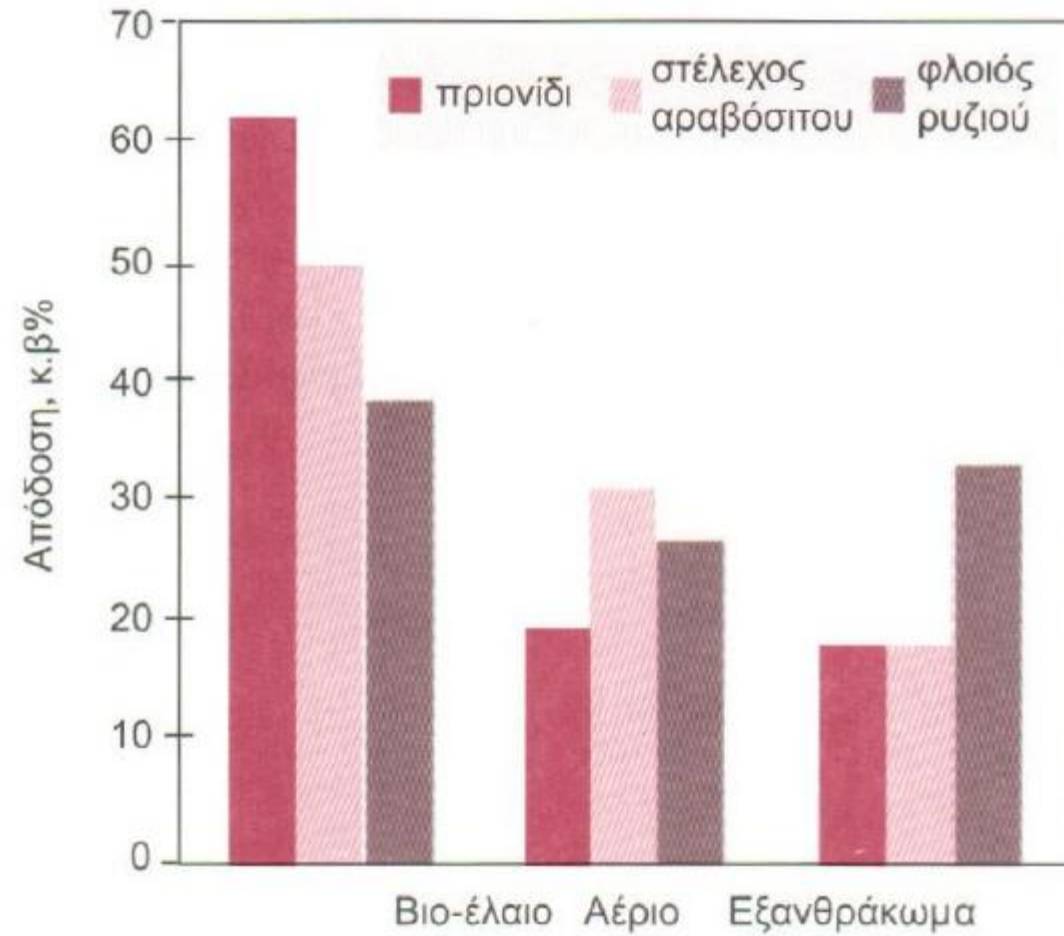
PYROLYSIS



Προϊόντα Πυρόλυσης

Είδος	Συνθήκες	Προϊόν υγρό/ αέριο/ στερεό wt%	Χρήση
Ταχεία Πυρόλυση	Θερμοκρασία αντίδρασης ~ 500 °C και μικρό χρόνο παραμονής αερίου ~ 1 sec	75 12 13	Υγρά καύσιμα
Μεσαία Πυρόλυση	Θερμοκρασία αντίδρασης ~ 500 °C και χρόνο παραμονής αερίου \sim 10 – 20 sec	50 20 30	Υγρά, αέρια στερεά καύσιμα, σύνθεση χημικών
Αργή Πυρόλυση	Θερμοκρασία αντίδρασης ~ 400 °C και πολύ μεγάλο χρόνο παραμονής αερίου	30 35 35	Υγρά, αέρια στερεά καύσιμα, σύνθεση χημικών
Αεριοποίηση	Θερμοκρασία αντίδρασης ~ 800 °C και μεγάλο χρόνο παραμονής αερίου	5 10 85	Αέριο καύσιμο

Προϊόντα Πυρόλυσης



Βιοέλαιο

- ✓ σκουρόχρωμο υγρό, έντονη μυρωδιά, προκαλεί ερεθισμούς στα μάτια, λόγω αλδεϋδών και οργανικών οξέων
- ✓ μικρή διαλυτότητα στο νερό, καλή σε οργανικούς διαλύτες αλλά καθόλου σε παράγωγα πετρελαίου (βενζίνη, ντίζελ),
- ✓ ιξώδες από 25 cSt – 1000 cSt (πετρέλαιο 3.4 cSt),
- ✓ Χημικά ασταθές - Μετατρέπεται σε στερεό και αέριο σε υψηλές θερμοκρασίες αλλά και σε θερμοκρασία δωματίου.

Χρήσεις

Χημικά προϊόντα

- Οξικό οξύ
- Υδρογόνο
- Συντηρητικά
- Κόλλες
- Ρητίνες
- Αρωματικές ουσίες
- Λιπάσματα αργής δράσης

Ενέργεια

- Καυστήρες
- Μηχανές εσωτερικής καύσης

Αναμόρφωση

- Αέρια καύσιμα
- Υγρά καύσιμα και για οχήματα

Πυρόλυση Βιομάζας

Πλεονεκτήματα

- ✓ Αέριο υψηλότερης Θ.Δ. από αεριοποίηση
- ✓ Πολύ καλή περιβαλλοντική επίδοση
- ✓ Πληθώρα δυνατοτήτων αξιοποίησης παραγόμενου καυσίμου αερίου

Μειονεκτήματα

- ✓ Μικρή εμπειρία εφαρμογών (σε μικρότερο βαθμό και από αεριοποίηση)

Βιο- εξανθράκωμα - biochar

Στερεό υπόλειμμα πυρολυτικής διεργασίας

- Είναι πλούσιο σε στοιχειακό άνθρακα και θρεπτικά

Εφαρμογές:

- στο έδαφος, ώστε να το εμπλουτίσει με άζωτο
- ως προσροφητικό υλικό
- ...

Πλεονεκτήματα

- δέσμευση υδατανθράκων,
- υψηλή σταθερότητα,
- μπορεί να βελτιώσει τη γονιμότητα του εδάφους
- να προωθήσει την παραγωγή καλλιεργειών και
- να μειώσει τη ρύπανση βαρέων μετάλλων





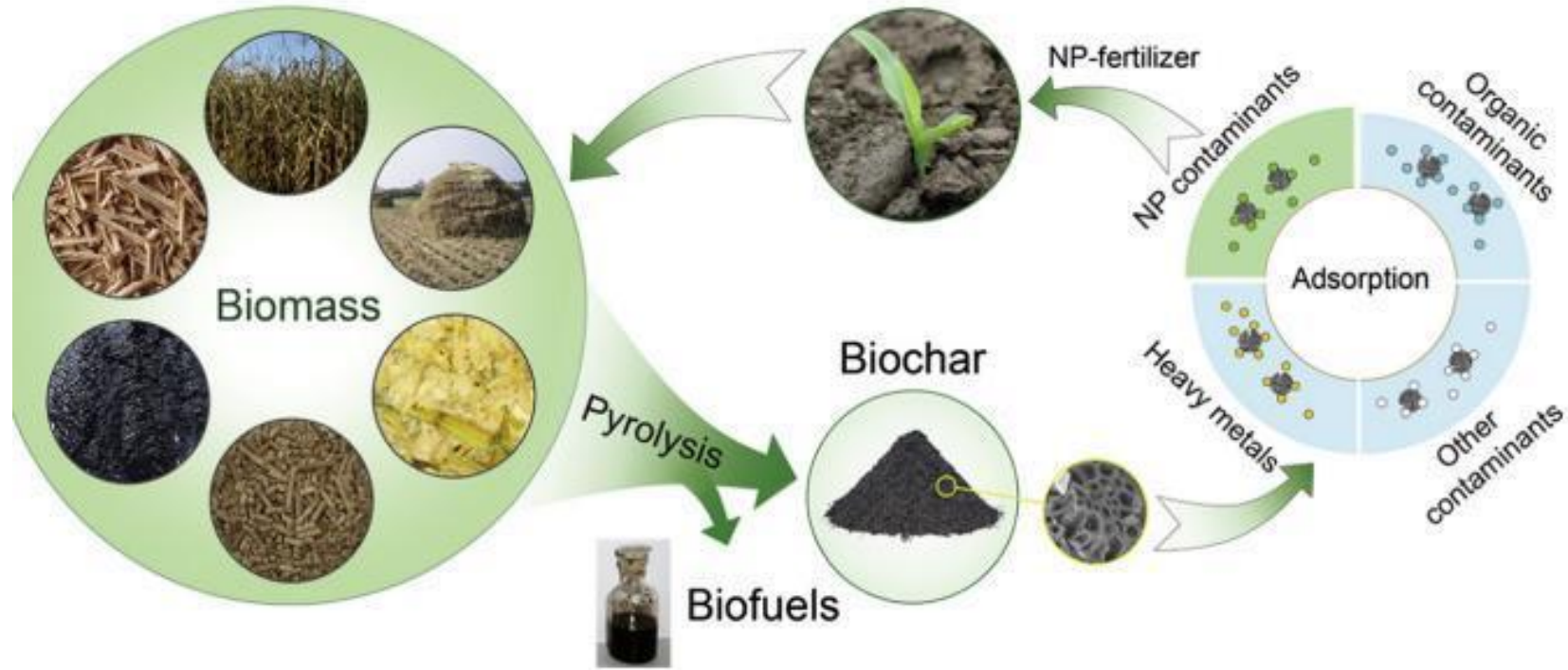
Βιο- εξανθράκωμα - biochar



No1 υλικό της βιώσιμης ανάπτυξης γιατί :

- προέρχεται από απόβλητα βιομάζας, που λειτουργούν σήμερα κυρίως ως ρύποι
- μπορεί να ενισχύσει την αειφορία και να αυξήσει την γεωργική παραγωγικότητα
- μπορεί να βοηθήσει στην διατήρηση των δασών και της άγριας ζωής
- μπορεί να βελτιώσει την υγεία και την απόδοση των κτηνοτροφικών ζώων και να μειώσει τη σχετική ρύπανση
- μπορεί να λειτουργήσει κατά της ερημοποίησης της γης
- μπορεί να αντικαταστήσει πολλά υλικά που προέρχονται από μη βιώσιμες πηγές
- έχει πολλές χρήσεις στη βιομηχανία και συνεχώς αναδύονται νέες

Βιο- εξανθράκωμα - biochar



Πυρόλυση Βιομάζας

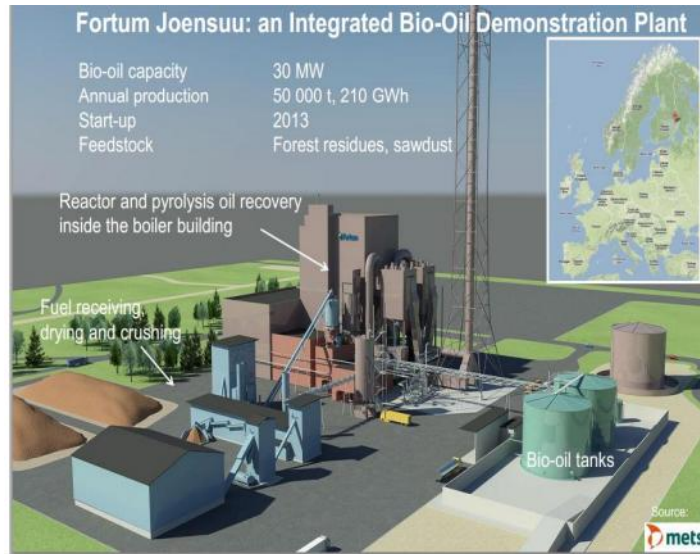


Μονάδα Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού – Θερμότητας : West Lorne

Χώρα εγκατάστασης	Καναδάς, 2005
Ισχύς ηλεκτρική	2,5 MWel
Ισχύς θερμική	12 m ³ /h (σε μορφή ατμού)
Καύσιμο	Ξυλώδης Βιομάζα από γειτονικό εργοστάσιο κατασκευής σανίδων παρκέ
Κόστος κατασκευής	CAD \$14.000.000

Επεξεργάζεται: 100 tn τη μέρα ξυλώδους βιομάζας παράγοντας 70 tn ελαίου πυρόλυσης, 20 tn στερεών εξανθρακωμάτων και 10 tn αερίων πυρόλυσης

Πυρόλυση Βιομάζας



Παράγει 50.000 τόνους ελαίου πυρόλυσης το χρόνο, ποσότητα που είναι ενεργειακά ισοδύναμη με 210 GWh

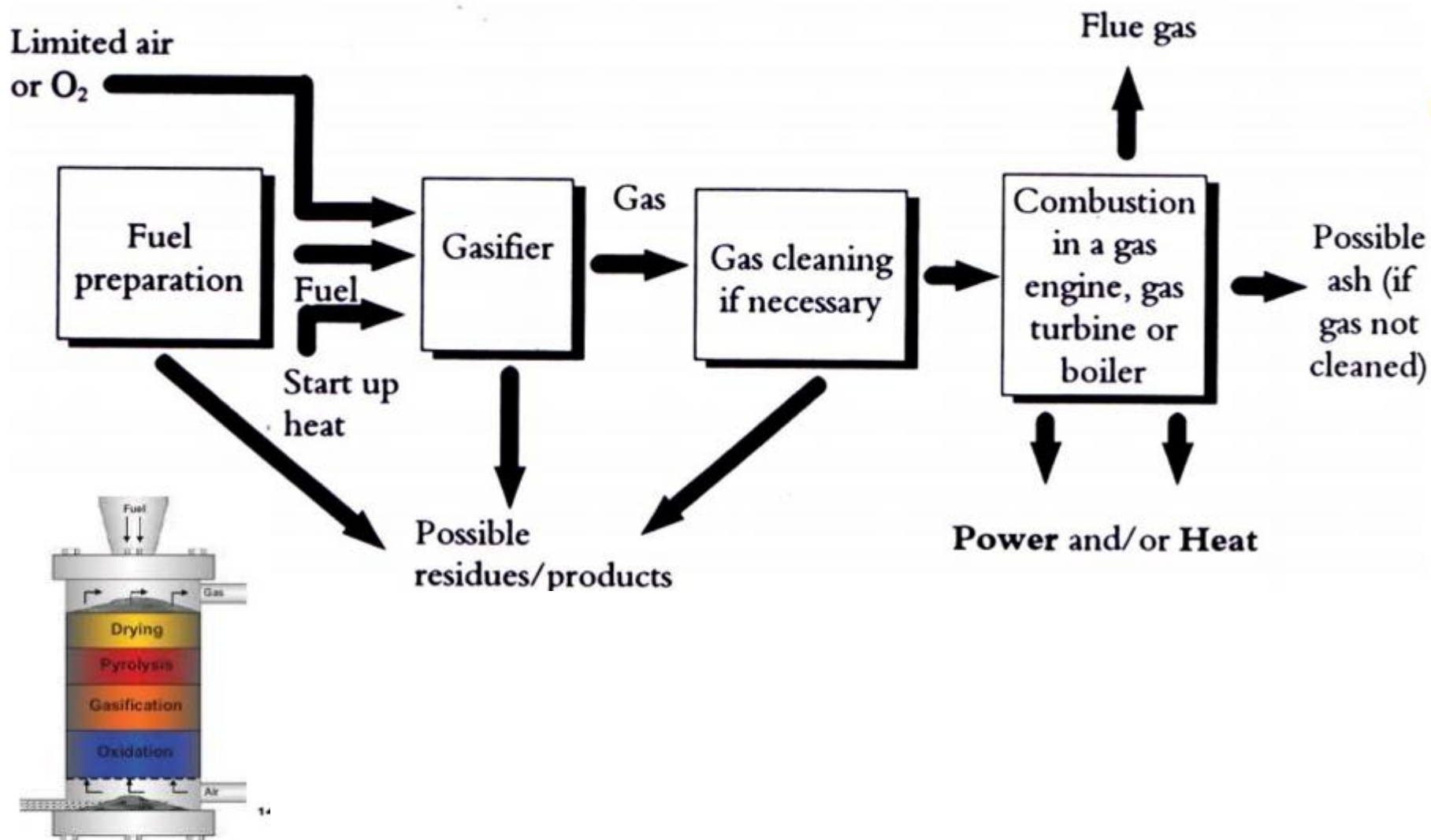
Μονάδα Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού – Θερμότητας και Ελαίου Πυρόλυσης: Fortum

Χώρα εγκατάστασης	Φιλανδία, 2013
Ισχύς ηλεκτρική	45 MWel
Ισχύς θερμική	110 MWth (σε μορφή θερμού νερού)
Καύσιμο	Ξυλώδης Βιομάζα
Κόστος κατασκευής	€ 30.000.000

Αεριοποίηση Βιομάζας

Η μετατροπή ενός στερεού καυσίμου σε αέριο φορέα ενέργειας

GASIFICATION



Θερμοχημικές Μετατροπές

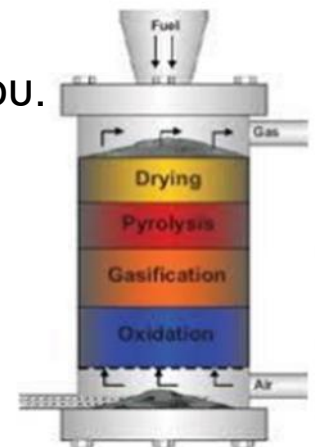
Αεριοποιητές σταθερής κλίνης (Fixed bed gasifiers)

Είναι η παραδοσιακή τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την αεριοποίηση, και **λειτουργεί σε θερμοκρασίες περίπου 1,000°C.**

Οι περισσότεροι αεριοποιητές σταθερής κλίνης χρησιμοποιούν τον **αέρα ως αέριο** μέσο και παράγουν αέρια χαμηλής θερμογόνου δύναμης.

Μειονεκτήματα αεριοποιητών ρευστοποιημένης κλίνης έναντι των αεριοποιητών σταθερής κλίνης:

- Είναι τεχνικά πολυπλοκότεροι με αντίστοιχα μεγαλύτερα κόστη σχεδιασμού, κατασκευής και λειτουργίας.
- Υψηλό ποσοστό πίσσας και σκόνης του παραγόμενου αερίου
- Υψηλές θερμοκρασίες του παραγόμενου αερίου, οι οποίες επιτρέπουν τα αλκαλικά μέταλλα να είναι στην κατάσταση ατμού.
- Ατελή καύση του άνθρακα.
- Σύνθετη λειτουργία λόγω της ανάγκης να ελεγχθεί η τροφοδοσία του αέρα και του στερεού καυσίμου.
- Ανάγκη συμπίεσης του ρεύματος αερίου.



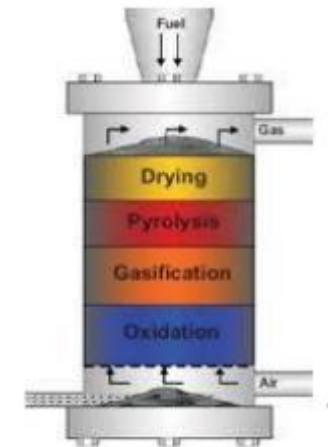
Αεριοποίηση Βιομάζας

Πλεονεκτήματα

- ✓ Πολύ καλή περιβαλλοντική επίδοση (αδρανή κατάλοιπα)
- ✓ Δυνατότητα αυξημένων βαθμών ηλεκτρικής απόδοσης
- ✓ Πληθώρα δυνατοτήτων αξιοποίησης παραγόμενου καυσίμου αερίου

Μειονεκτήματα

- ✓ Μικρή εμπειρία εφαρμογών
- ✓ Συγκριτικά μεγαλύτερα κόστη εγκατάστασης και λειτουργίας
- ✓ Αυξημένη επικινδυνότητα, λόγω διακίνησης του καυσίμου αερίου



Αεριοποίηση Βιομάζας



μία πόλη που
στηρίζεται
ενεργειακά μόνο στις
ανανεώσιμες πηγές
ενέργειας

Μονάδα Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού - Θερμότητας πρότυπης κοινότητας Gussing

Χώρα εγκατάστασης	Αυστρία, 2002
Ισχύς ηλεκτρική	2 MWel
Ισχύς θερμική	4,5 MWth (σε μορφή θερμού νερού)
Καύσιμο	Ξυλώδης βιομάζα σε μορφή τσιπς
Κόστος κατασκευής	€ 10.000.000
Απόδοση	81%

Αεριοποίηση Βιομάζας



900 καταναλωτές - ιδιωτικές κατοικίες και δημόσια κτήρια της πόλης

Μονάδα Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού – Θερμότητας : Vølund

Χώρα εγκατάστασης	Δανία, 2003
Ισχύς ηλεκτρική	1,4 Mwel
Ισχύς θερμική	3,4 MWth (σε μορφή θερμού νερού)
Καύσιμο	Ξυλώδης βιομάζα σε μορφή τσιπς
Κόστος κατασκευής	€ 9.000.000
Απόδοση	93%



Ηλεκτρικής ενέργειας ισχύος 499kWel

Ετήσια δυναμικότητα περίπου
3.800.000kWh ηλεκτρικής ενέργειας
(διοχετεύεται αποκλειστικά στο
δημόσιο δίκτυο)

Η τροφοδοσία του αεριοποιητή γίνεται
με βιομάζα σε μορφή pellet

Παράγει περίπου 400 τόνους biochar
σε ετήσια βάση

Παράγει 500-600 kWth σε ζεστό νερό
θερμοκρασίας 85 βαθμών κελσίου

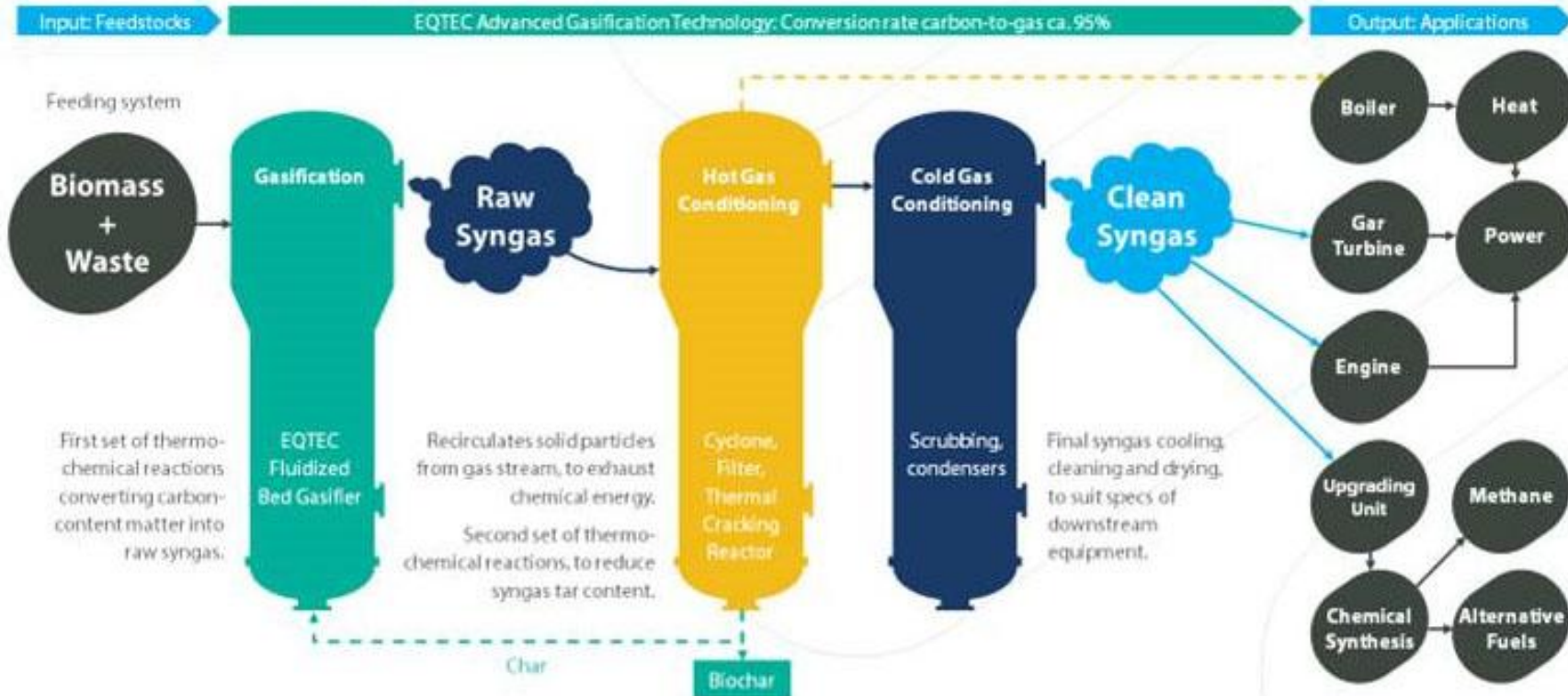
Μηχανολογικός εξοπλισμός



EQTEC Technology: The Process

The technology is based on a bubbling fluid bed gasifier

EQTEC™



αντιδραστήρα ρευστοποιημένης κλίνης

Μέγιστη ενεργειακή απόδοση (θερμική και ηλεκτρική ενέργεια)

Μονάδες αρθρωτής παραγωγής

Πολύ χαμηλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Τεχνολογία πολλαπλών καυσίμων. Λειτουργία με διαφορετικούς τύπους αποβλήτων και βιομάζας

Εξαιρετικά οικονομικά οφέλη



Προϊόντα



Ηλεκτρική Ενέργεια



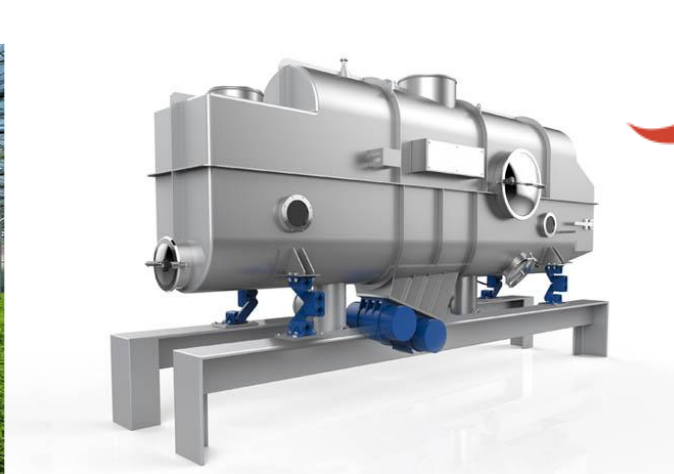
Αέριο σύνθεσης (syngas) - διαδικασία καθαρισμού / φιλτραρίσματος και οδηγείται σε γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα οδηγείται σε μετασχηματιστή ανύψωσης 0,4/20kV και από εκεί στο δημόσιο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας

Απόβλητα: αέρια εκπομπής της γεννήτριας ηλεκτροπαραγωγής = εντός των ορίων της Εθνικής & Ευρωπαϊκής νομοθεσία

Προϊόντα

Θερμότητα



Μεγάλο ποσό θερμότητας

Χρήση σε συνοδές ή βοηθητικές διεργασίες της μονάδας:

- για τη μείωση της υγρασίας της χρησιμοποιούμενης βιομάζας (ξηρανση βιομάζας)
- θερμοκηπιακή καλλιέργεια, ξηραντήριο κ.λπ.

Προϊόντα



Biochar
Agripellet



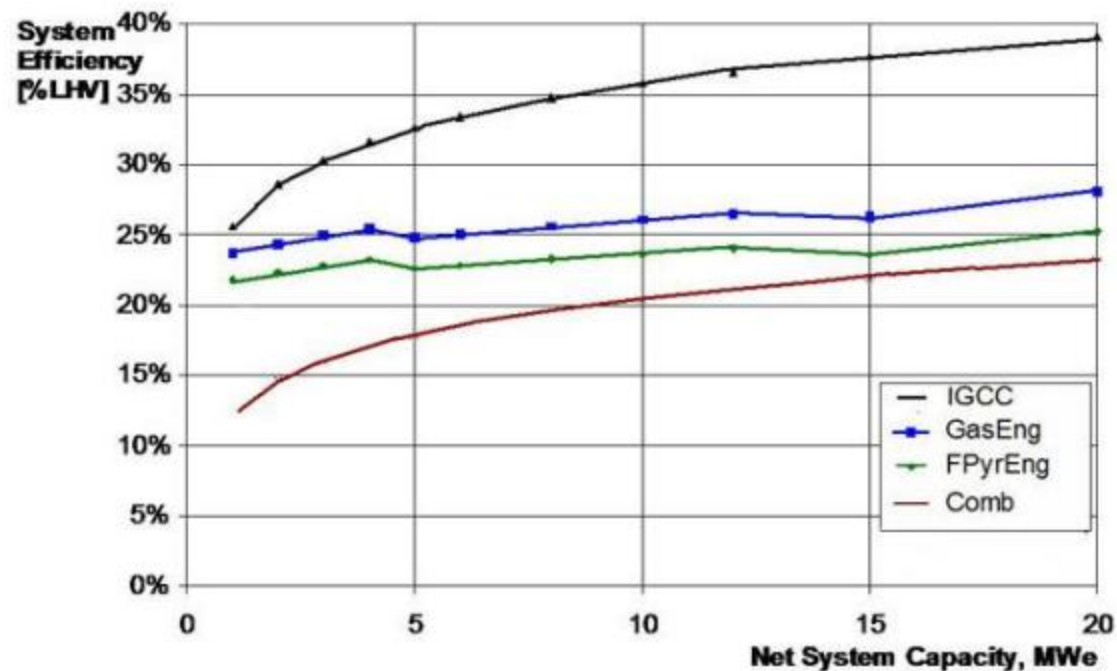
- ζωοτροφή (με προέλευση από βίκο, βρώμη, σιτάρι, κριθάρι)
- σαν βιοκαύσιμο, ή υπόστρωμα στρωμνής ζώων (με προέλευση από καλαμπόκι, βαμβάκι)

Σύγκριση τεχνολογιών αξιοποίησης βιομάζας

Θερμοχημική διεργασία μετατροπής	Παροχή οξυγόνου	Θερμοκρασιακό εύρος (°C)	Κύρια προϊόντα
Αεριοποίηση	Λιγότερη από την απαιτούμενη στοιχειομετρική	800 - 1200	Θερμότητα Αέριο αεριοποίησης Εξανθρακώματα
Καύση	Σε περίσσεια	800 - 1200	Θερμότητα
Πυρόλυση	Πλήρους απουσίας	300-600	Θερμότητα Έλαιο πυρόλυσης Εξανθρακώματα

Σύγκριση τεχνολογιών αξιοποίησης βιομάζας

■	Αεριοποίηση υψηλής πίεσης / Αεριοστρόβιλος & Ατμοστρόβιλος
■	Αεριοποίηση ατμοσφαιρικής πίεσης / Μηχανή εσωτερικής καύσης - Diesel
■	Γρήγορη πυρόλυση / Μηχανή εσωτερικής καύσης - Diesel
■	Καύση / Ατμοστρόβιλος



Σύγκριση τεχνολογιών αξιοποίησης βιομάζας

	Ωριμότητα τεχνολογίας	Οικονομική απόδοση	Περιβαλλοντική επιβάρυνση	Διαθέσιμη Αγορά	Εγκατεστημένη ισχύς
Καύση (Θέρμανση)	+++	€	+++	+++	+++
Καύση (Ηλεκτρισμός)	++ (+)	€ €	++ (+)	+++	++
Αεριοποίηση	+ (+)	€ € €	+ (++)	+++	
Πυρόλυση	(+)	€ € € €	(+++)	++ (+)	



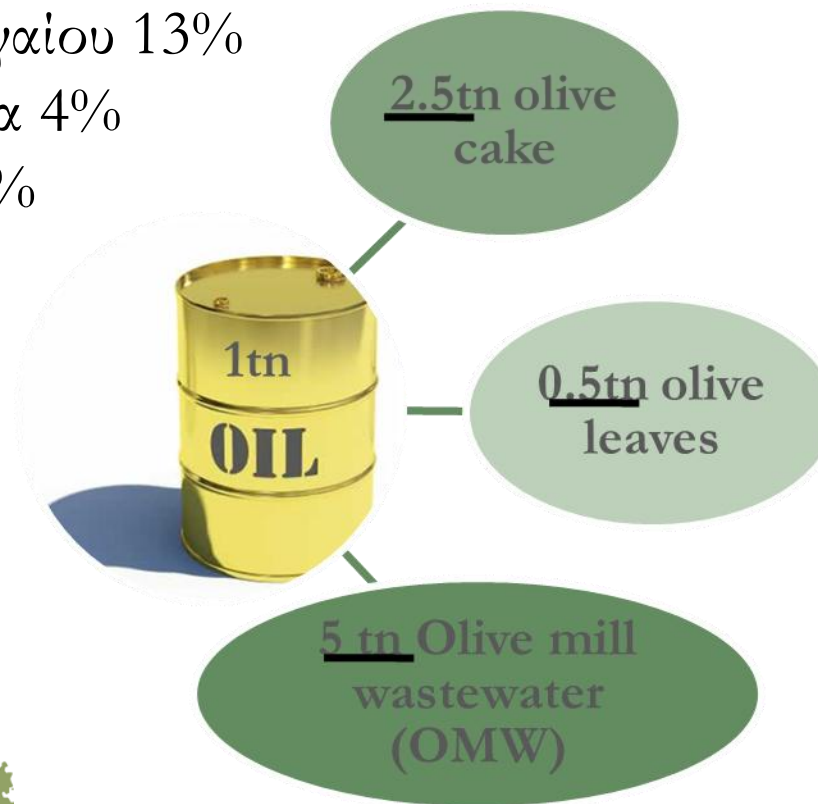
**Εργαστήριο
Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων
& Γεωργικής Μηχανικής
(Α.Φ.Πο.Γε.Μ.)**

Άσκηση
Θέρμανση Θερμοκηπίου με Βιομάζα
(πυρηνόξυλο)

Θεωρία

- ✓ Καλλιέργεια ελιάς Ελλάδα = 6.310.743 στρέμματα έκταση,
- ✓ Πελοπόννησο 28%
- ✓ Κρήτη 22%
- ✓ Νησιά Αιγαίου 13%
- ✓ Μακεδονία 4%
- ✓ Ήπειρο 3%

Τριφασικό ελαιοτριβείο



Θεωρία

- ✓ Πυρηνόξυλο Θερμογόνος δύναμη = 3.500-4.000kcal/kg
- ✓ Ετήσια παραγωγή Κρήτη 110.000tn
- ✓ Ενεργειακή αξία 110.000tn = 385.000.000.000 kcal = 37.000tn πετρελαίου = 448.000MWh



ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΟΡΟ



ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ & ΜΕΙΩΣΗ
ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ



Χρήσεις

Θερμότητα σε:

- ✓ Βιομηχανίες, βιοτεχνίες
- ✓ Κτίρια,
- ✓ **Θερμοκήπια**

Σητεία & Ιεράπετρα 2-3% θερμοκηπίων



Σητεία = Γυάλινο θερμοκήπιο 18 στρ
= χρήση πυρηνόξυλου

Εξισώσεις Υπολογισμού

Αποδιδόμενη θερμότητα κατά την καύση

$$Q1 = m * \lambda * n$$

- ✓ $Q1$ = αποδιδόμενη θερμότητα κατά την καύση του πυρηνόξυλου (kcal/h),
- ✓ m = ποσότητα χρησιμοποιημένου πυρηνόξυλου (kg/h)
- ✓ λ = θερμογόνος δύναμη πυρηνόξυλου (kcal/kg),
- ✓ n = βαθμός απόδοσης συστήματος θέρμανσης

Αποδιδόμενη θερμότητα θερμού νερού

$$Q2 = M * c_p * (T_v - T_\theta)$$

- ✓ $Q2$ = αποδιδόμενη θερμότητα εντός του θερμοκηπίου λόγω της διέλευσης του θερμού νερού (kcal/h),
- ✓ M = παροχή θερμού νερού (kg/h, lt/h),
- ✓ c_p = ειδική θερμότητα νερού (kcal/kg. °C),
- ✓ T_v = θερμοκρασία εισόδου θερμού νερού στους σωλήνες (°C),
- ✓ T_θ = θερμοκρασία εξόδου θερμού νερού στους σωλήνες (°C)

Εξισώσεις Υπολογισμού

Ετήσιες ανάγκες θέρμανσης

$$Q_{\text{ετ}} = Q_1 * h$$

- ✓ $Q_{\text{ετ}}$ = ετήσιες ανάγκες θέρμανσης του θερμοκηπίου (kcal/έτος),
- ✓ Q_1 = ωριαίες ανάγκες θέρμανσης θερμοκηπίου (kcal/h),
- ✓ h = ώρες ετησίως θέρμανσης θερμοκηπίου (h/έτος)

Ετήσιο Κόστος Θέρμανσης

$$K = n * a$$

- ✓ K = ετήσιο κόστος πυρηνόξυλου (ευρώ/έτος),
- ✓ n = χρησιμοποιούμενο πυρηνόξυλο (kg/έτος),
- ✓ a = κόστος πυρηνόξυλου (ευρώ/kg),

Εξισώσεις Υπολογισμού

Ετήσιες απαιτήσεις σε πετρέλαιο

$$\Lambda = Q_{\text{ετησ}} / q * \beta$$

- ✓ Λ = ετήσιες απαιτήσεις πετρελαίου (kg/έτος),
- ✓ $Q_{\text{ετ}}$ = ετήσιες ανάγκες θέρμανσης του θερμοκηπίου (kcal/έτος),
- ✓ q = θερμογόνος δύναμη πετρελαίου (kcal/kg),
- ✓ β = βαθμός απόδοσης συστήματος θέρμανσης με πετρέλαιο.

Ετήσια μείωση εκπομπών CO₂

$$C = \Lambda * d$$

- ✓ C = μείωση εκπομπών CO₂ λόγω της χρήσης του πυρηνόξυλου (kg/έτος),
- ✓ Λ = ετήσιες απαιτήσεις σε πετρέλαιο για θέρμανση θερμοκηπίου (kg/έτος),
- ✓ d = εκπομπές CO₂ του πετρελαίου (kg/kg).

Υπολογίστε

Άσκηση

1. Ανάγκες θέρμανσης για 6 στρέμματα
2. Παροχή θερμού νερού (lt/h)
3. Απαιτούμενη ποσότητα πυρηνόξυλου για την ετήσια θέρμανση 6 στρεμμάτων θερμοκηπίου
4. Αποδιδόμενη θερμότητα θερμού νερού
5. Ετήσιες ανάγκες θέρμανσης και κόστους θέρμανσης του θερμοκηπίου
6. Μείωση / έτος CO₂

Υποθέτουμε σωστή λειτουργία συστήματος Q₁=Q₂

Δίνονται

- ✓ $m = (\text{kg/h})$
- ✓ $\lambda = 3.800 (\text{kcal/kg})$
- ✓ $n = 78\%$
- ✓ $c_p = 1 (\text{kcal/lt. } ^\circ\text{C})$
- ✓ $T_v = 52 (^\circ\text{C}),$
- ✓ $T_\theta = 41 (^\circ\text{C})$
- ✓ $h = 1200 (\text{h/έτος})$
- ✓ $a = 150 (\text{ευρώ/tn})$
- ✓ Ανάγκες θέρμανσης θερμοκηπίου = 100.000 kcal/h στρέμμα
- ✓ $q = 10.000 (\text{kcal/kg})$
- ✓ $\beta = 85\%$
- ✓ $d = 3.43 (\text{kg CO}_2/\text{kg πετρελαίου})$

Λύση

οι ανάγκες είναι 100.000 kcal/h ανά στρέμμα και έχουμε 6 στρέμματα:

$$Q = 6 \times 100.000 = 600.000 \text{ kcal/h}$$

M= παροχή θερμού νερού

$$Q_2 = M * c_p * (T_v - T_\theta)$$

$$M = Q / [c_p \times (T_v - T_\theta)] = 54.545 \text{ lt/h}$$

Απαιτούμενο πυρηνόξυλο ανά ώρα

$$Q_1 = m \times \lambda \times n$$

$$m = 600.000 / (3.800 \times 0,78) = 202,43 \text{ kg/h}$$

Αποδιδόμενη θερμότητα θερμού νερού

$$Q_2 = 54.545 \times 1 \times 11 = 600.000 \text{ kcal/h}$$

Ετήσιες ανάγκες θέρμανσης

$$Q_{\text{ετ}} = 600.000 \times 1.200 = 720.000.000 \text{ kcal/έτος}$$

Ετήσιο πυρηνόξυλο:

$$202,43 \times 1.200 = 242.915 \text{ kg/έτος} = 242,9 \text{ tn/έτος}$$

Ετήσιο κόστος:

$$242,9 \times 150 \text{ ευρώ/tn} = 36.437 \text{ €/έτος}$$

Λύση

Μείωση CO₂ ανά έτος

Πετρέλαιο που θα χρειαζόταν:

$$\Lambda = 720.000.000 / (10.000 \times 0,85) = 84.706 \text{ kg πετρελαίου/έτος}$$

CO₂:

$$C = 84.706 \times 3,43 = 290.541 \text{ kg CO}_2/\text{έτος, δηλαδή περίπου } 290,5 \text{ tn CO}_2/\text{έτος}$$