

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΑΠΕ



Γ. ΒΙΣΚΑΔΟΥΡΟΣ

Ηλεκτρονικός Μηχανικός & Μηχανικός Η/Υ, M.Eng, Phd

ΕΙΣΑΓΩΓΗ



Ο όρος **βιομάζα** μπορεί να δηλώσει :

- α) Τα υλικά ή τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της φυσικής, ζωικής δασικής και αλιευτικής παραγωγής
- β) Τα υποπροϊόντα τα οποία προέρχονται από τη βιομηχανική επεξεργασία των υλικών αυτών
- γ) Τα αστικά λύματα και σκουπίδια
- δ) Τις φυσικές ύλες που προέρχονται είτε από φυσικά οικοσυστήματα π.χ, αυτοφυή φυτά δάση είτε από τεχνητές φυτείες αγροτικού ή δασικού τύπου

ΕΙΣΑΓΩΓΗ



Η βιομάζα είναι ΑΠΕ ;

- αποτελεί αποθήκη ενέργειας της οποίας πηγή είναι ο ήλιος
- κατά την καύση της δεν παράγονται αέρια θερμοκηπίου

Πως μετατρέπουμε την ενέργεια ξηρής βιομάζας σε ισοδύναμο πετρέλαιο:

- Η ξηρή βιομάζα (0% υγρασία) έχει ενέργεια 4000 kcal/kg.
- Το πετρέλαιο έχει ενέργεια 10000 kcal/kg.
- Συνεπώς ο συντελεστής **0.4** μετατρέπει την ενέργεια ξηρής βιομάζας σε ισοδύναμη ενέργεια πετρελαίου.

Βιομάζα

Η καύση της βιομάζας παράγει περίπου την ίδια ποσότητα C_{O_2} με τα ορυκτά καύσιμα, αλλά η ανάπτυξη νέων φυτών στην θέση αυτών που χρησιμοποιήθηκαν ως βιομάζα διατηρεί την ισορροπία του συστήματος

Βιοκαύσιμο

Το υγρό ή αέριο καύσιμο το οποίο προορίζεται για μετακίνηση και το οποίο παράγεται από βιομάζα.

- Βιοαιθανόλη
- Βιοντίζελ
- Βιοαέριο
- Βιομεθανόλη

Βιοκαύσιμα 1^{ης} γενιάς: ανήκουν τα βιοκαύσιμα που παράγονται από σπαρτά (πχ. καλαμπόκι)

Βιοκαύσιμα 2^{ης} γενιάς: ανήκουν τα βιοκαύσιμα που παράγονται από αγροτικά και δασικά υπολείμματα

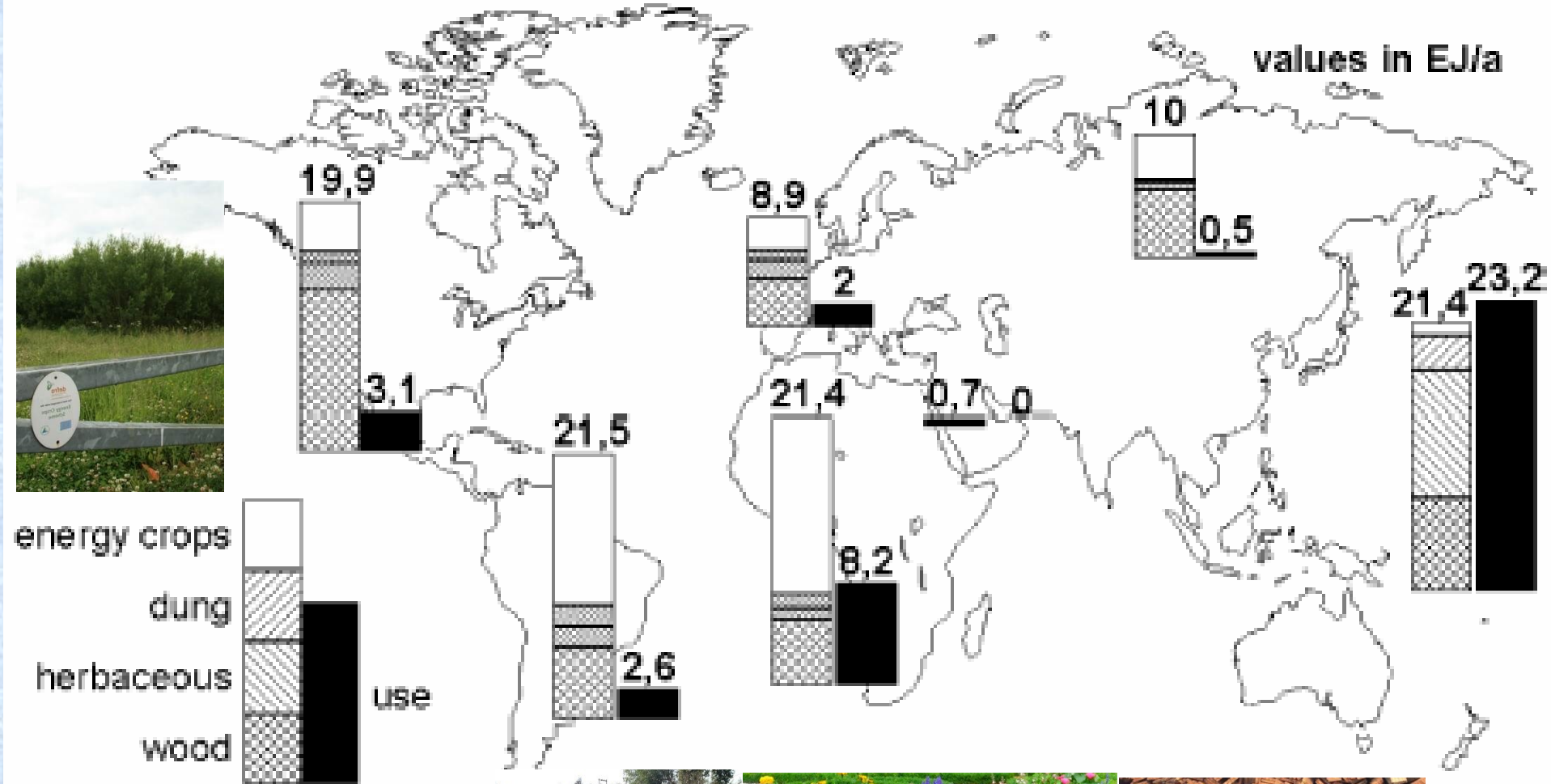
Πλεονεκτήματα των βιοκαυσίμων

- Είναι φιλικά προς το περιβάλλον
- Νέες θέσεις εργασίας στα εργοστάσια παραγωγής βιοκαυσίμων αλλά και νέες θέσεις για τους αγρότες που καλλιεργούν τα φυτά από τα οποία προέρχονται τα βιοκαύσιμα

Μειονεκτήματα των βιοκαυσίμων

- Αύξηση τιμών στις πρώτες ύλες πχ καλαμπόκι αλλά και ταυτόχρονη αύξηση στις τιμές των προϊόντων που εξαρτώνται από αυτές
- Πιθανή επιδείνωση της πείνας στις αναπτυσσόμενες χώρες, λόγω αύξησης του κόστους των τροφίμων

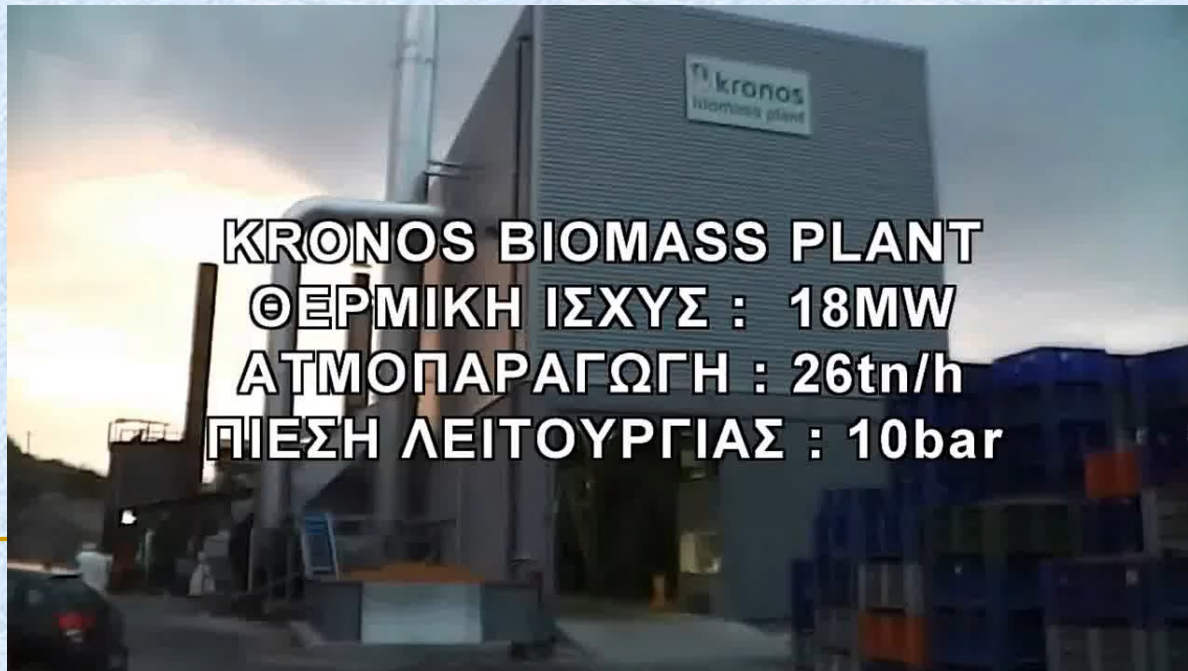
Η χρήση της βιομάζας σήμερα



Παραγωγή βιοκαυσίμων στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα η παραγωγή και κατανάλωση βιοκαυσίμων βρίσκεται ακόμα σε αρχικό στάδιο αλλά προχωράει με όλο και μεγαλύτερους ρυθμούς.

Ακολουθώντας και την Ευρωπαϊκή οδηγία 2003/30/EC έχει φτάσει το ποσοστό των βιοκαυσίμων που υπάρχουν στην ελληνική αγορά στο **5,75% μέχρι το 2010**

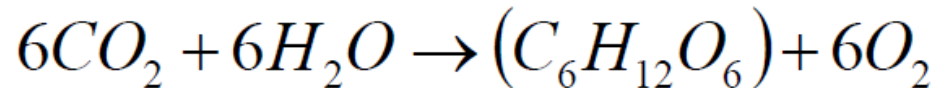


Οφέλη των καυσίμων βιομάζας

- Η βιομάζα είναι ευρύτερα διαθέσιμη
- Η βιομάζα παρέχει μια ανανεώσιμη πηγή καυσίμων
- Οικονομική μετατροπή της βιομάζας σε μια ποικιλία ενεργειακών φορέων (π.χ. θερμότητα, ηλεκτρισμός, μεθανόλη, αιθανόλη, υδρογόνο)
- Κοινωνικά οφέλη
 - Μειωμένες εισαγωγές καυσίμων
 - Διαφοροποίηση στις αγροτικές δραστηριότητες
 - Ενισχυμένη αγροτική εξέλιξη και απασχόληση
 - Κίνητρο για ανάκτηση αποδασωμένων και υποβασμένων εκτάσεων

ΤΡΟΠΟΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

- Η **βιομάζα** είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών
- Τα φυτά μετασχηματίζουν την **ηλιακή ενέργεια** με μια σειρά διεργασιών.
 - Πρώτες ύλες : νερό και CO_2
 - Διαδικασία : οι χλωροπλάστες, συλλαμβάνουν τα φωτόνια και στη συνέχεια ενεργοποιούν τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης που ανάγει το CO_2 σε υδατάνθρακες



↖ γλυκόζη (βιολογική ύλη)
3500 kcal/kg

Μέθοδοι ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας

Η επιλογή της μεθόδου μετατροπής προσδιορίζεται από τη σχέση C (άνθρακα)/ N (άζωτο), την περιεχόμενη υγρασία των υπολειμμάτων και την ώρα της συλλογής

- **θερμοχημικές (ξηρές)**
- **βιοχημικές (υγρές)**

Θερμοχημικές διεργασίες

- Οι θερμοχημικές διεργασίες εξαρτώνται από τη θερμοκρασία, για διαφορετικές συνθήκες οξείδωσης, χρησιμοποιούνται για τα είδη της βιομάζας με σχέση $C/N < 30$ και υγρασία $> 50\%$.
- Περιλαμβάνει :
 - α) Η πυρόλυση (θέρμανση απουσία αέρα).
 - β) Η απευθείας καύση
 - γ) Η αεριοποίηση
 - δ) Η υδρογονοδιάσπαση

Βιοχημικές διεργασίες

ΤΡΟΠΟΙ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗΣ ΕΙΔΩΝ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

ΤΥΠΟΣ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΟΣ

ΔΑΣΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ
ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ
ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΓΕΩΡ.ΒΙΟΜ/ΝΙΑΣ
ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΔΑΣΙΚΗΣ ΒΙΟΜ/ΝΙΑΣ
ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΡΙΜΜΑΤΑ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΒΙΟΜ.
& ΒΙΟΜ.ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΑΣΤΙΚΑ ΛΥΜΑΤΑ
ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΡΙΜΜΑΤΑ

ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΒΙΟΜ.
& ΒΙΟΜ.ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΠΛΕΟΝΑΣΜΑ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ

ΧΩΡΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ
ΚΟΝΙΟΠΟΙΗΣΗ
ΠΥΚΝΩΣΗ
ΠΥΡΟΛΥΣΗ
ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ

ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΖΥΜΩΣΗ

ΑΛΚΟΟΛΙΚΗ ΖΥΜΩΣΗ
ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ

ΧΡΗΣΗ

ΚΑΥΣΗ
ΣΕ
ΕΣΤΙΑ

ΚΑΥΣΗ
ΣΕ
ΚΙΝΗΤΗΡΑ

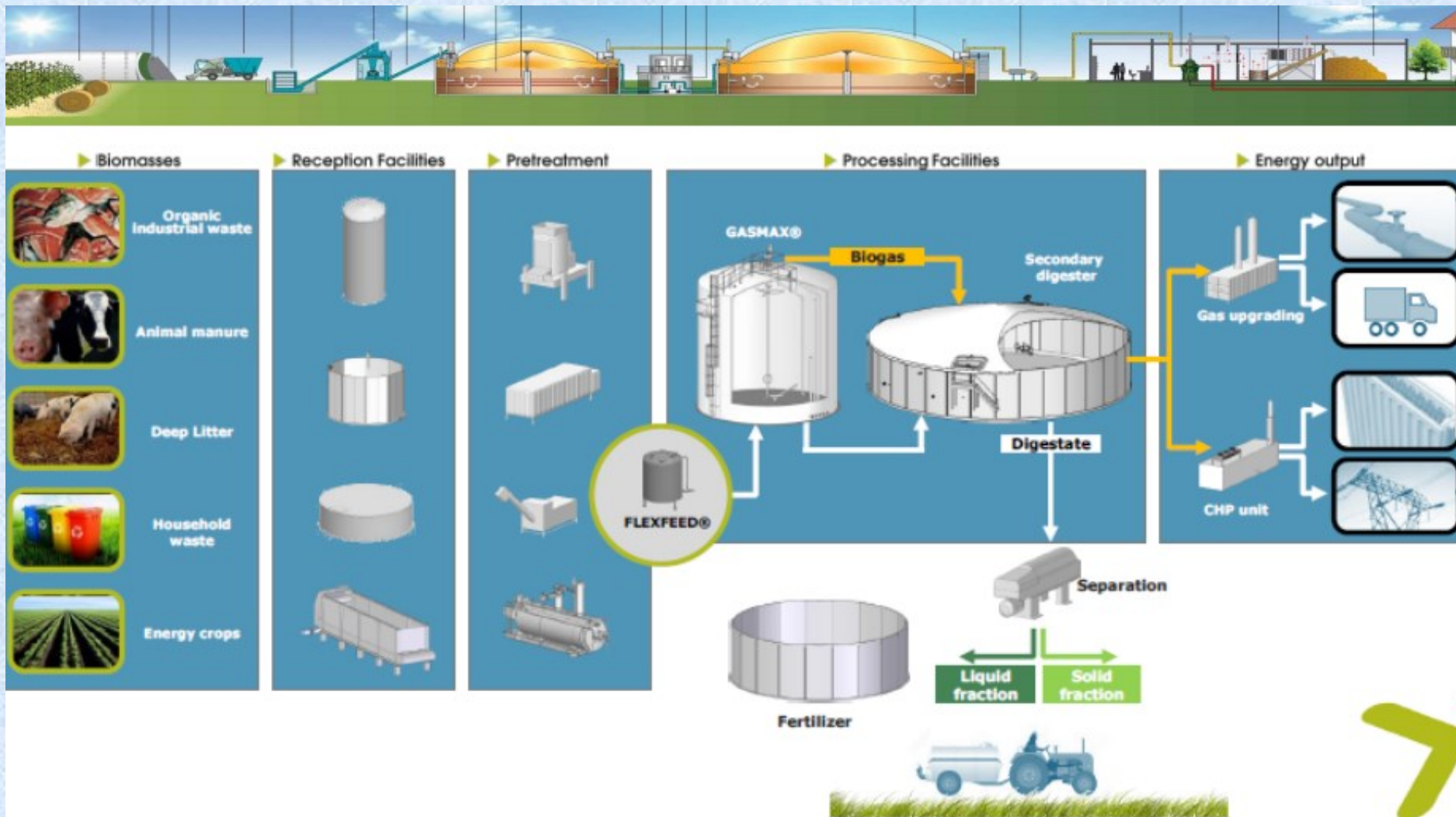
Άμεση καύση βιομάζας

- Η βιομάζα μπορεί να καεί σε μικρής κλίμακας μοντέρνους λέβητες ατμού για σκοπούς θέρμανσης ή σε μεγαλύτερους λέβητες για τη παραγωγή ηλεκτρισμού ή συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας (CHP)
- Το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας βασίζεται στο κύκλο Rankine (στρόβιλος ατμού)

Μέθοδος αεριοποίησης της βιομάζας

- Η αεριοποίηση της βιομάζας μετατρέπει τη **βιομάζα** σε ένα χαμηλής έως μέτριας θερμογόνου ικανότητας **αέριο καύσιμο**
- Το βιοαέριο παράγεται από την αναερόβια χώνευση κτηνοτροφικών κυρίως υποπροϊόντων,
- Το καύσιμο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για **απευθείας παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού** με άμεση καύση σε Μ.Ε.Κ. και ύστερα με οδήγηση του καυσαερίου σε στροβίλους ή καύση απευθείας σε λέβητες μετά από κατάλληλο καθαρισμό

Παραγωγή Βιοαερίου



Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

- Εγκατεστημένη ισχύς μονάδων παραγωγής από βιοαέριο (Πηγή Ρ.Α.Ε. 2008)

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ Ο.Τ.Α.	240
ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ	ΔΕΥΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	193
ΧΑΝΙΑ ΚΡΗΤΗΣ	ΔΕΥΑ ΧΑΝΙΩΝ	166
ΨΥΤΑΛΛΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ	ΕΥΔΑΠ	7400
ΣΥΝΟΛΟ		8000

Πυρόλυση βιομάζας

- Η πυρόλυση της βιομάζας παράγει ένα **υγρό καύσιμο** που μπορεί να μεταφερθεί και να αποθηκευτεί.
- Το καύσιμο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παραχθεί **θερμότητα** και **ηλεκτρισμός** με καύση σε λέβητες, μηχανές και τουρμπίνες.

Αναερόβια χώνευση

- Είναι μια βιολογική διαδικασία κατά την οποία μετατρέπεται **στερεή ή υγρή βιομάζα σε αέριο**.
- Το αέριο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα
- Η αναερόβια χώνευση χρησιμοποιείται στη διαχείριση απόβλητων βιομηχανικής, αγροτικής και οικιακής προέλευσης για να παράγουν αέριο για θέρμανση και ηλεκτρισμό

Παραγόμενο αέριο καύσιμο σε Χ.Υ.Τ.Α. (Landfill gas)

- Το Landfill αέριο (LFG) είναι ένα προϊόν διαδικασίας αναερόβιας και αερόβιας χώνευσης
- Μόνο 30-40% του Landfill αέριου συλλέγεται σε κανονικές συνθήκες με τα υπολείμματα του αέριου να διαρρέουν στην ατμόσφαιρα
- Το αέριο που συλλέγεται μπορεί να καθαριστεί και να καεί αποκλειστικά σε μηχανές ή με συνδυασμό με στροβίλους για να παραχθεί θερμότητα ή ηλεκτρισμό

Εστεροποίηση φυτικών ελαίων / Φυσικο-χημική μετατροπή

- Φυτικά έλαια μπορούν να αποκτηθούν με άσκηση πίεσης και εξαγωγή ελαίων από τη βιομάζα
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ειδικές μηχανές ή μηχανές πετρελαίου μετά από ένα στάδιο εστεροποίησης για τη παραγωγή ελαίου / μεθυλεστέρα

Ζύμωση και υδρόλυση

- Η παραγωγή αιθανόλης από τη βιομάζα παρέχει ένα υψηλής ποιότητας καύσιμο για τον τομέα των μεταφορών.
- Η διαδικασία της παραγωγής βιοαιθανόλης εξαρτάται από το τύπο θεώρησης της βιομάζας.
- Τα σάκχαρα μπορούν να ζυμωθούν με διάφορους οργανισμούς.
- Η αμυλώδης και κυτταρική βιομάζα χρειάζεται πρώτα να διασπαστεί από όξινη ενζυματική υδρόλυση

Μειονεκτήματα χρήσης βιομάζας

- Μεγάλος όγκος και μεγάλη περιεκτικότητα υγρασίας ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας
- Δυσκολία στη συλλογή, μεταποίηση, μεταφορά και αποθήκευση, έναντι των ορυκτών καυσίμων
- Δαπανηρότερες εγκαταστάσεις και εξοπλισμός αξιοποίησης της βιομάζας
- Η μεγάλη διασπορά της και η εποχιακή παραγωγή της



Εκκοκκιστήρια βαμβακιού



Εγκατάσταση Τηλεθέρμανσης , Νυμφασία

ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ

Γεωθερμική ενέργεια

- Σε περιοχές με σχετικά πρόσφατη ηφαιστειότητα, **διάπυρο υλικό** από το εσωτερικό της γης έχει κινηθεί προς την επιφάνεια και το υπέδαφος έχει θερμανθεί.
- Η θερμότητα αυτή μεταφέρεται σε τυχόν υδροφόρους σχηματισμούς της περιοχής. Τα νερά θερμαίνονται και κυκλοφορούν μέσα στα πετρώματα φθάνοντας σε πολλές περιπτώσεις μέχρι την επιφάνεια
- Κάποιες άλλες φορές τα νερά εγκλωβίζονται σε μη υδροπερατά πετρώματα και αποκτούν θερμοκρασίες που ξεπερνούν τους 350°C
- Έχουμε συνεχή απώλεια θερμότητας $11 \times 10^{20} \text{ kJ/έτος}$
- Η γεωθερμική ισχύς είναι περίπου 33 TW



Γεωθερμική ενέργεια

- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε εργοστάσια
 - γεωθερμική ενέργεια → ατμός → στρόβιλος → ηλεκτρ. ενέργεια)
- Απευθείας χρήση
 - θέρμανση νερού μέσω εναλλάκτη θερμότητας, district heating systems,...
- Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας
 - εναλλάκτες εδάφους-αέρος

ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

- Η γεωθερμική ενέργεια **υψηλής ενθαλπίας** χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
 - Η εγκατεστημένη ισχύς 6.000 MW παγκοσμίως
- Η γεωθερμική ενέργεια **χαμηλής και μέσης ενθαλπίας** βρίσκει εφαρμογές στη γεωργία, τη γεωργική βιομηχανία, την κτηνοτροφία – ιχθυοκαλλιέργεια και τη θέρμανση χώρων

Μορφές γεωθερμικής ενέργειας

Αβαθής Γεωθερμία:

Θερμότητα πετρωμάτων μικρού βάθους και επιφανειακών υδάτων

Θερμοκρασία : $< 25\text{ }^{\circ}\text{C}$

Απόδοση $< 2\%$

Εφαρμογή : Ψύξη – θέρμανση κτιρίων

Γεωθερμία χαμηλής ενθαλπίας:

Θερμότητα υπόγειων πετρωμάτων & υδάτων

Θερμοκρασία : $25 - 90\text{ }^{\circ}\text{C}$

Απόδοση $2 - 8\%$

Εφαρμογή : Νερό οικιακής χρήσης

Μορφές γεωθερμικής ενέργειας

Γεωθερμία μέσης ενθαλπίας:

Θερμότητα υπόγειων πετρωμάτων & υδάτων

Θερμοκρασία : $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $150\text{ }^{\circ}\text{C}$

Απόδοση : 2 -8%

Εφαρμογή : ηλεκτροπαραγωγή με πτητικό ρευστό

Γεωθερμία υψηλής ενθαλπίας:

Θερμότητα υπόγειων πετρωμάτων & υδάτων

Θερμοκρασία : $> 150\text{ }^{\circ}\text{C}$

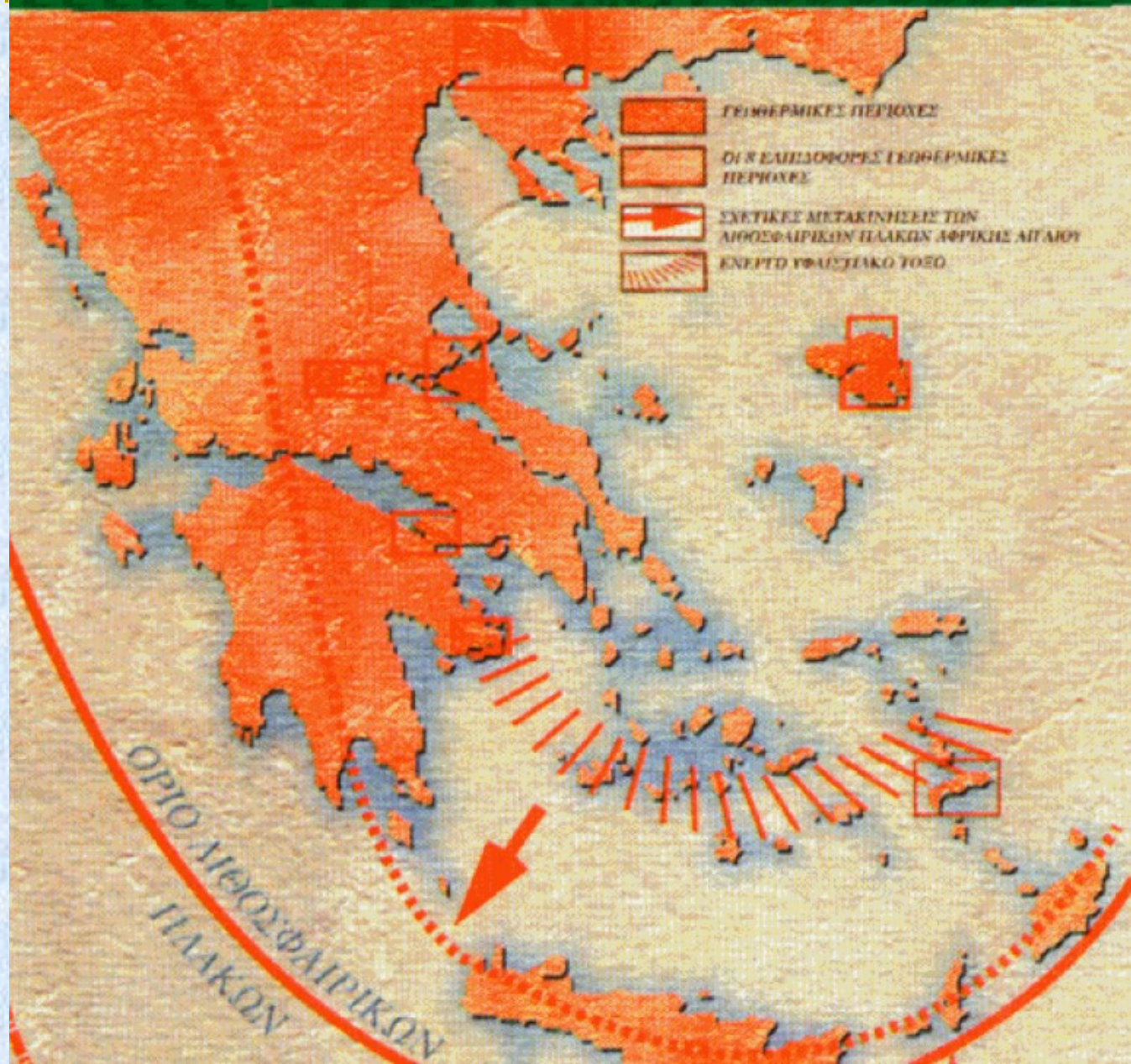
Απόδοση : 8 – 18%

Εφαρμογή : Ηλεκτροπαραγωγή

• Ξηρού ατμού: $H > 1.5\text{ MJ/kg}$

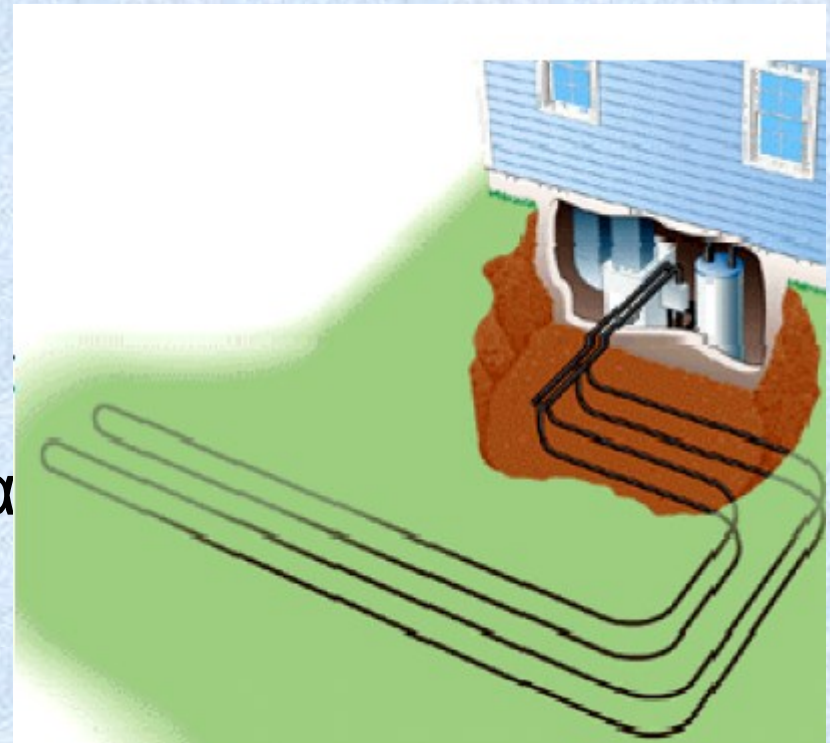
• Υγρής φάσης: $H > 2.5\text{ MJ/kg}$

ΧΑΡΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

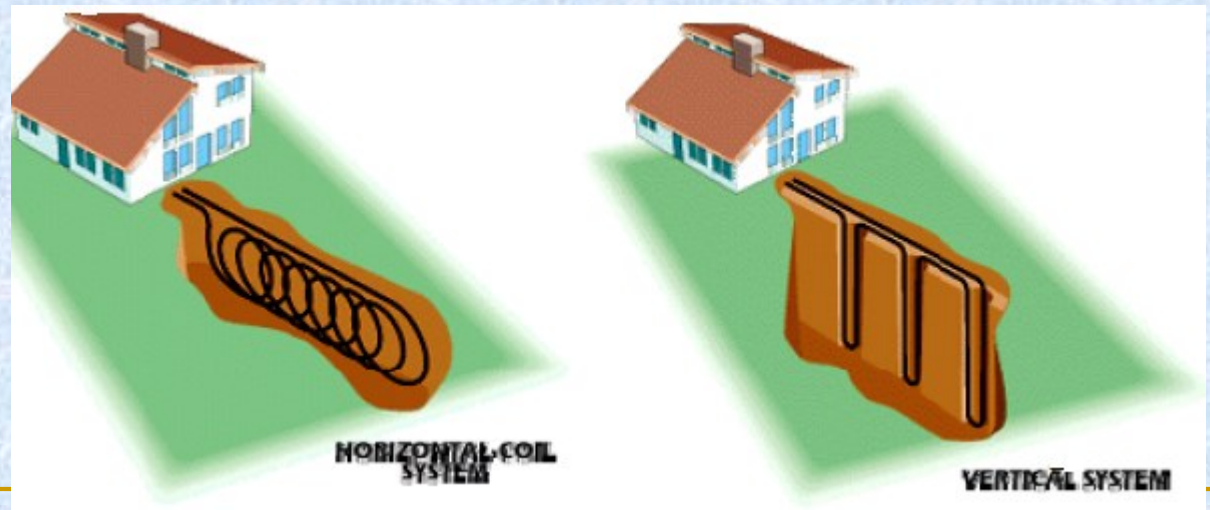
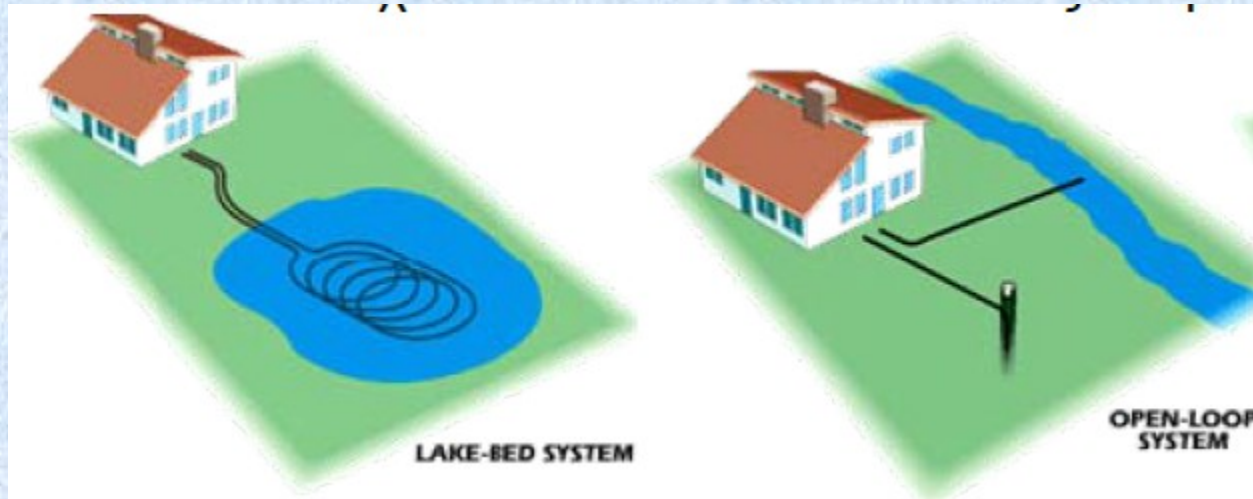


Τηλεθέρμανση

- Θερμικές απαιτήσεις :
 - Κατοικίες 18-20 °C, γραφεία 17-18 °C
- Θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού να είναι τουλάχιστον 65 °C
- Οικονομικές απαιτήσεις για χρήση γεωθερμικής ενέργειας χαμηλής ενθαλπίας : το κόστος της γεωθερμικής ενέργειας να αντιστοιχεί στο 50-60% του κόστους πετρελαίου.



Τηλεθέρμανση



Τηλεθέρμανση Ξενώνα Τραϊανούπολης

- Τηλεθέρμανση 5 κτιρίων (ξενώνες & κτίριο λουτρών)
- Θερμοκρασία 55°C
- Θέρμανση με ενδοδαπέδιο σύστημα & παραγωγή ζεστού νερού



Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας (ΓΑΘ)

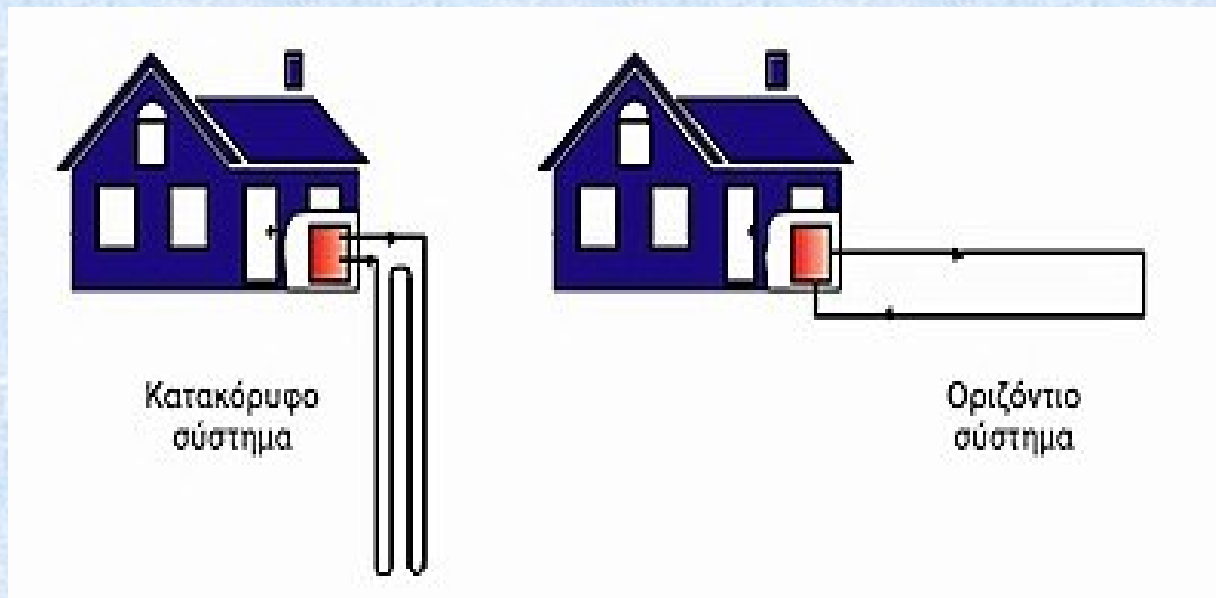
Θέρμανση/ψύξη και ζεστό νερό χρήσης στα κτίρια με αναστρέψιμη αντλία θερμότητας και με χρήση του υπεδάφους ως πηγή/αποδέκτη θερμότητας

- Αναστρέψιμη αντλία θερμότητας – θέρμανση/ψύξη
- Αντλία θερμότητας νερού-νερού
- Χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία του ψυκτικού κυκλώματος



Γεωθερμικός κλιματισμός:

Λίγα μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης η θερμοκρασία του εδάφους είναι σταθερή στους 18-20 βαθμούς Κελσίου. Αν εκμεταλλευτούμε τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ υπεδάφους και επιφάνειας, μπορούμε να θερμάνουμε χώρους το χειμώνα και να τους ψύξουμε αντίστοιχα το καλοκαίρι, με τη χρήση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας



Θερμοκήπια



Ξήρανση προϊόντων



(a)



(b)



ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΣΙΔΗΡΟΚΑΣΤΡΟΥ ΣΕΡΡΩΝ