



CERTH
CENTRE FOR
RESEARCH & TECHNOLOGY
HELLAS

***Βιομάζα και Εναλλακτικά Καύσιμα,
Εναλλακτικές Πηγές Ενέργειας***

Δρ. Παναγιώτης Γραμμέλης

Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών και Ενεργειακών Πόρων (ΙΔΕΠ),
ΕΚΕΤΑ, Πτολεμαΐδα,
grammelis@certh.gr



CPERI

Chemical
Process and
Energy
Resources
Institute



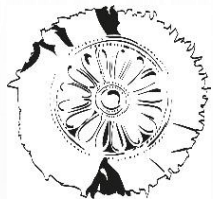
Περιεχόμενα



- 1. Βιομάζα**
- 2. Στερεά Βιοκαύσιμα**
- 3. Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας και Αποβλήτων-
Ορθές πρακτικές**
- 4. Νομοθετικό Πλαίσιο**
- 5. Ανανεώσιμα αέρια-Ενεργειακή Μετάβαση**
- 6. Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ Παράρτημα Πτολεμαΐδας**

Ορισμός

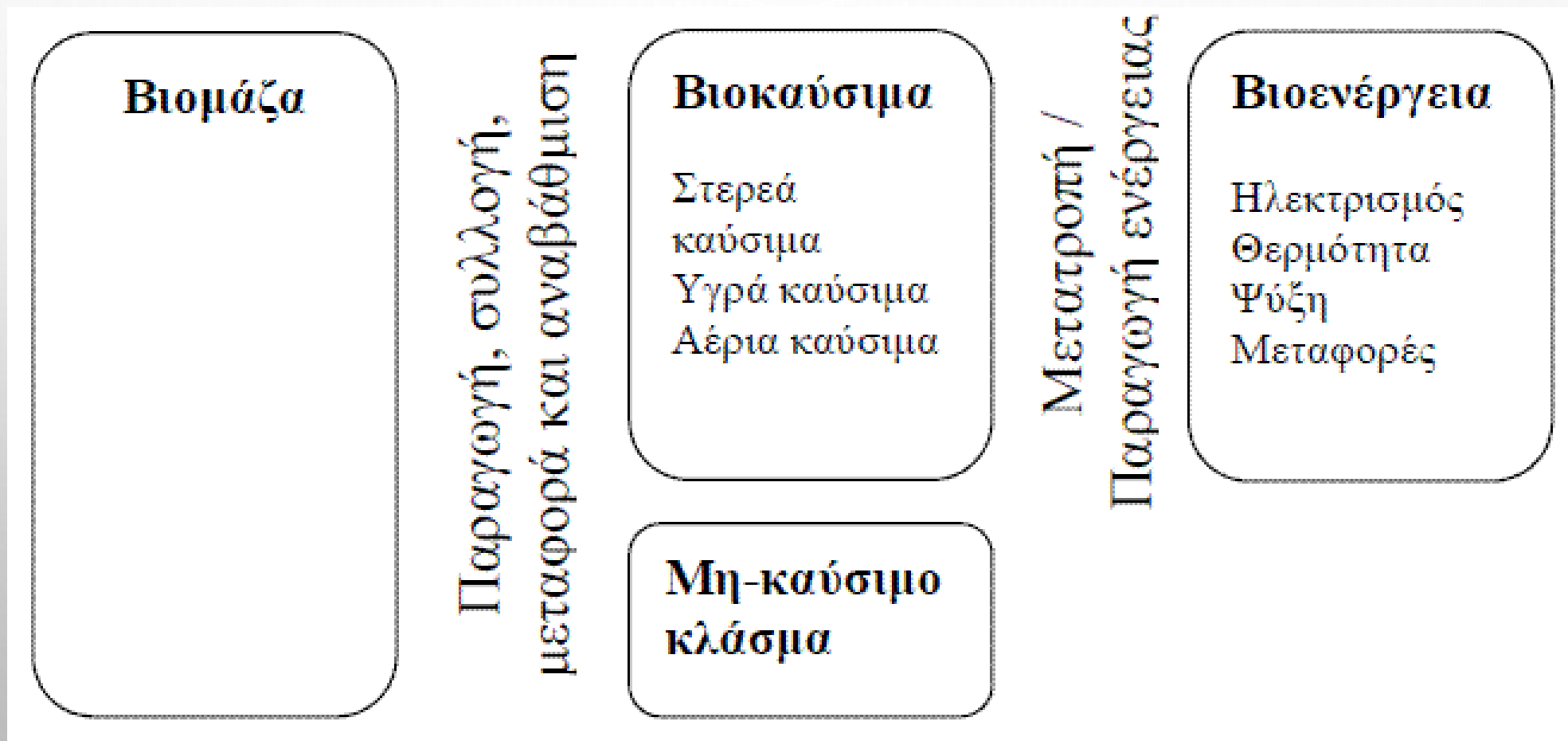
- **Βιομάζα:** το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων βιολογικής προέλευσης από τη γεωργία (συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και των ζωικών ουσιών), τη δασοκομία και τους συναφείς κλάδους, συμπεριλαμβανομένης της αλιείας και της υδατοκαλλιέργειας, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών αποβλήτων και των οικιακών απορριμμάτων (Οδηγία 2009/28/ΕΚ)

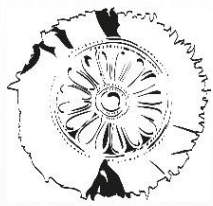


Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
----------------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Ορολογία σύμφωνα με το πρότυπο ISO 16559:2022





Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



- **Βιομάζα:** βιολογικής προέλευσης, δεν έχει υποστεί χημική μετατροπή και δεν περιέχει πρόσθετα.
- **Βιοκαύσιμο:** καύσιμη ύλη που προέρχεται από τη βιομάζα.
 - Φυσική μορφή: στερεά, υγρά και αέρια βιοκαύσιμα
 - Μπορεί να έχει υποστεί χημική μετατροπή (αεριοποίηση, υγροποίηση, πυρόλυση, ζύμωση, αναερόβια χώνευση ή άλλη αντίστοιχη), ή φυσική μετατροπή (άλεση, τεμαχισμό, πελλετοποίηση, μπρικετοποίηση).
 - Μπορεί επίσης να περιέχει πρόσθετα, με την προϋπόθεση ότι δεν περιέχουν βαρέα μέταλλα ή άλλες επιβλαβείς ουσίες.
- **Βιοενέργεια:** φορέας ενέργειας που προέρχεται από χρήση βιοκαυσίμου. π.χ. φιάλη (βιο)μεθανίου, (βιο)αιθανόλη ή βιο(ντίζελ) σε πρατήρια, ηλεκτρισμός, θερμότητα σε δίκτυο τηλεθέρμανσης, πελλέτες ξύλου, κ.λ.π.

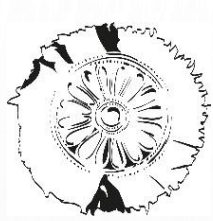


Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
----------------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Προέλευση βιομάζας





Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Απόβλητων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
----------------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------

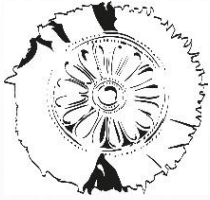


➤ Πηγές στερεής βιομάζας

- Παραπροϊόντα της φυτικής, ζωικής, δασικής κι αλιευτικής παραγωγής
 - Γεωργικά υπολείμματα
 - Κτηνοτρόφικά απόβλητα
 - Δασικά υπολείμματα
- Υποπροϊόντα τα οποία προέρχονται από τη βιομηχανική επεξεργασία των παραπάνω υλικών (ελαιοπυρήνες, πυρήνες φοινικιών κλπ)
- Ενεργειακές καλλιέργειες (μίσχανθος, ελαιοκράμβη, σόργος, ευκάλυπτος)
- Αστικά λύματα και απορρίμματα

➤ Πηγές υγρής βιομάζας

- Ενεργειακά φυτά, από τα οποία μπορούν να προκύψουν υγρά βιοκαύσιμα μετά από κατάλληλη επεξεργασία
- Υπολείμματα ελαίων, π.χ. τηγανέλαια

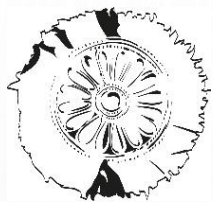


Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
----------------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



➤ Πηγές βιοαερίου

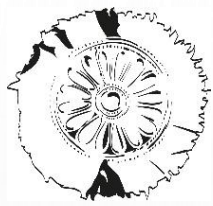
- Κυρίως από αναερόβια χώνευση
 - Οργανικό μέρος από αστικά στερεά απόβλητα
 - Υπολείμματα καλλιεργειών, ενεργειακές καλλιέργειες (π.χ. ενσίρωμα καλαμποκιού)
 - Υπολείμματα κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων
 - Υπολείμματα τυροκομείων, σφαγείων κ.α.



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Καθαρά	↔	«Προβληματικά»
Ακριβό καύσιμο	↔	Φθηνό καύσιμο
Μικρότερο κόστος επένδυσης	↔	Μεγαλύτερο κόστος
		
Πελλέτες ξύλου		Άχυρο
		
Φλοιός δέντρων		Υπολείμματα ξύλου
		
Τεμαχισμένο ξύλο		Φλοιός ρυζιού
		
Ελαιοπυρήνας		Οστεάλευρα (MBM)

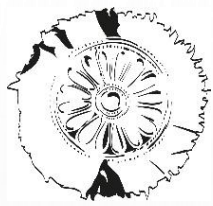


Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	--------------------------	---	--------------------	---	--------------------------



- Η πιο συνηθισμένη ενεργειακά εκμεταλλεύσιμη μορφή βιομάζας είναι τα στερεά βιοκαύσιμα
- Η παλιότερη πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο
- Μέχρι τα μέσα του 18^{ου} αιώνα το ξύλο αποτελούσαν τη σημαντικότερη πηγή ενέργειας παγκοσμίως
- Εξακολουθεί να αποτελεί κύρια πηγή ενέργειας σε αρκετές αναπτυσσόμενες χώρες

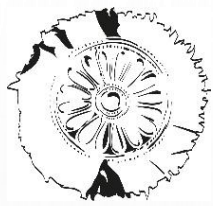




Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	--------------------------	---	--------------------	---	--------------------------



- ⌘ **ISO 16559** Στερεά Βιοκαύσιμα - Ορολογία, Ορισμοί και περιγραφές
- ⌘ **ISO 17225-1** Στερεά Βιοκαύσιμα - Προδιαγραφές και Κατηγορίες Καυσίμων- Μέρος 1: Γενικές Απαιτήσεις
- ✓ Τα στερεά βιοκαύσιμα είναι στερεά καύσιμα τα οποία άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από τις ακόλουθες πηγές βιομάζας:
 - Δασοκομία και Δενδροκομία
 - Γεωργία και Κηπουρική
 - Υδατοκαλλιέργειες
- ✓ Το Χημικά επεξεργασμένο υλικό δεν πρέπει να περιλαμβάνει Αλογωνούχες Οργανικές Ενώσεις ή Βαρέα Μέταλλα σε τιμές υψηλότερες από το αρχικό ακατέργαστο υλικό ή υψηλότερες από τις τυπικές τιμές της χώρας προέλευσης
- ✓ Το ακατέργαστο και επεξεργασμένο υλικό περιλαμβάνει ξυλώδη ,ποώδη, καρποφόρα, υδρόβια βιομάζα και βιοδιασπώμενα απόβλητα που προέρχονται από τους παραπάνω τομείς.



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Διεργασίες ενεργειακής αξιοποίησης

- Θερμοχημικές διεργασίες
 - Καύση (με ή χωρίς προεπεξεργασία της βιομάζας –τεμαχισμός, συμπίεση, ξήρανση κ.α.)
 - Αεριοποίηση
 - Πυρόλυση
- Βιοχημικές διεργασίες
 - Αερόβια ζύμωση (Composting)
 - Αναερόβια χώνευση (παραγωγή βιοαερίου)



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



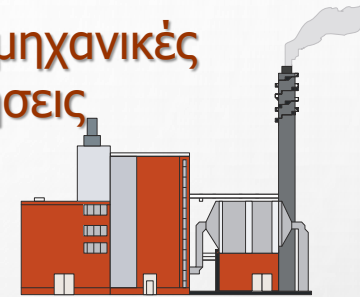
Χρήση και Εφαρμογές Βιομάζας

Πρώτες ύλες
βιομάζας
-ξυλώδεις
-ποώδεις
-φρουτώδεις
-μίγματα
(ISO 17225-1)

Χαμηλής ποιότητας
βιοκαύσιμα

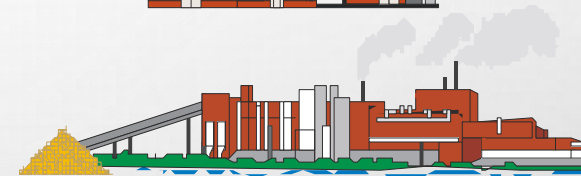


Βιομηχανικές
χρήσεις



Πρέπει να επιλυθούν τα
προβλήματα λόγω αλκαλίων
ή να προωθηθεί η καύση σε
ειδικούς λέβητες

Θερμικά
επεξεργασμένα
βιοκαύσιμα



Αντικατάσταση άνθρακα σε λέβητες
κονιοποιημένου καυσίμου και σε συμπαραγωγή

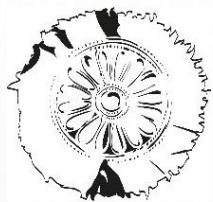
Βιοκαύσιμα από
υψηλής ποιότητας
πρώτες ύλες



Χρήση σε μικρή και μεσαία
κλίμακα



Προϊόντα από ξυλώδη βιομάζα (ISO 17225-2 to 5) ή υψηλής ποιότητας αγροτική βιομάζα (ISO 17225-1 or 6) ή βιοέλαια



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



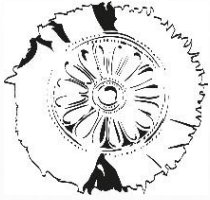
Ανεπτυγμένες αγορές, προηγμένα προϊόντα

- πρωτογενής θέρμανση
- δευτερογενής θέρμανση
- διακοσμητικά στοιχεία (ενεργειακά τζάκια, θερμαντικά σώματα χώρου)

www.ortner-cc.at & www.tulikivi.fi
& www.palazzetti.it

Όραμα 2020: πλήρης αντικατάσταση πετρελαίου στην αγορά αντικατάστασης και μετασκευής λεβήτων, διαμόρφωση ανταγωνιστικής θέσης ως προς το φυσικό αέριο, προσθήκη αξίας σε άλλες τεχνολογίες ΑΠΕ στον κτιριακό τομέα.





Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Προβλήματα χρήσης βιομάζας σε εφαρμογές οικιακής θέρμανσης

- Απουσία πανευρωπαϊκής διάχυσης των βέλτιστων τεχνολογιών
- Επενδυτικές δαπάνες
- Ανταγωνισμός με τις εφαρμογές φυσικού αερίου
- Χάσμα μεταξύ δοκιμών και λειτουργίας σε πραγματικές συνθήκες
- Κακή φήμη σχετικά με τις επιπτώσεις στην υγεία
- Νομοθεσία (όρια εκπομπών, ποιότητα αέρα, διαφοροποίηση ορίων ανά κράτος-μέλος)
- Απαίτηση ηλεκτρισμού για τεχνολογίες αυτοματισμού
- Απουσία λύσεων για εφαρμογές ψύξης



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---------------------------------------	-----------------------



Βιομηχανική θέρμανση & ψύξη

Χαρακτηριστικά

- Παροχή θερμικού φορτίου :
 - Μερικές εκατοντάδες kW (πολλές μονάδες) έως μερικές εκατοντάδες MW (λίγες μονάδες)
- Είδη εγκαταστάσεων:
 - Αποκλειστική παροχή θερμότητας / Συμπααραγωγή ή μικτή καύση με άνθρακα
- Συμπααραγωγή και Πολυπααραγωγή:
 - Συχνά η θερμότητα αποτελεί το κύριο προϊόν
 - Παραπροϊόντα (π.χ. ηλεκτρική ενέργεια) που υποστηρίζουν την τιμή θερμότητας

ΠΟΛΛΕΣ

Μικρή κλίμακα / τοπικό δίκτυο



Μεσαία κλίμακα / δίκτυο πόλεων



βιομηχανία



Βιοαέριο στο δίκτυο Φ.Α.



ΛΙΓΕΣ





Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



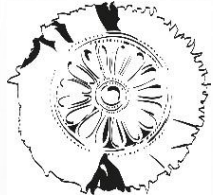
Λειτουργικότητα/ Διαθεσιμότητα

- Πολλά λειτουργικά προβλήματα
 - Φθορά
 - Εμφράξεις
 - Διάβρωση
 - Επικαθίσεις
 - Κίνδυνος έκρηξης
 - Αυτανάφλεξη
 - Διαταραχές της διαδικασίας ζύμωσης
- Διακοπή λειτουργίας τα Σαββατοκύριακα (για τη βιομηχανία)
 - Απότομη και δύσκολη αλλαγή φορτίου



Όραμα 2020: αύξηση της παραγωγής βιοενέργειας από συστήματα μεγάλης και βιομηχανικής κλίμακας με ανάπτυξη μονάδων πολλαπλών καυσίμων, υψηλού βαθμού απόδοσης και με αυξημένη διαθεσιμότητα





Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Κατάσταση στην Ελλάδα

Η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα στην Ελλάδα παρουσιάζει σημαντικές προοπτικές ανάπτυξης, οι οποίες όμως δεν έχουν ακόμα αρχίσει να υλοποιούνται:

1. Υψηλές εγγυημένες τιμές για ηλεκτροπαραγωγή από βιομάζα, σημαντικό επενδυτικό ενδιαφέρον (αιτήσεις αδειών παραγωγής) αλλά στασιμότητα στην εγκατεστημένη ισχύ / Απουσία κινήτρων για εφαρμογές θέρμανσης μεσαίας / μεγάλης κλίμακας
2. Η μικτή καύση βιομάζας σε λιγνιτικούς σταθμούς αποτελεί την πιο ώριμη και με μικρότερο κόστος τεχνολογική λύση για εφαρμογές μεγάλης κλίμακας
3. Ο τομέας οικιακής θέρμανσης με βιομάζα γνωρίζει άνθηση λόγω του χαμηλότερου κόστους καυσίμου σε σχέση με το πετρέλαιο θέρμανσης, αλλά και λόγω της πρόσφατης άρσης της απαγόρευσης για χρήση βιομάζας σε Αθήνα και Θεσσαλονίκη
4. Η οργάνωση εφοδιαστικών αλυσίδων, οι αβεβαιότητες / διακυμάνσεις στην ποιότητα του καυσίμου και οι πιθανές επιπτώσεις του στις λειτουργικές και περιβαλλοντικές επιδόσεις μονάδων καύσης αποτελούν τροχοπέδη στις επενδύσεις βιομάζας και βασικός λόγος καθυστέρησης σε σχέση με άλλες ΑΠΕ



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Κόστος θέρμανσης με στερεά Βιοκαύσιμα

❖ Ενεργειακή αξιοποίηση στερεών βιοκαυσίμων

Οφέλη – περιβαλλοντικά, οικονομικά, κοινωνικά

- Ανανεώσιμη πηγή ενέργειας
- Εξοικονόμηση ορυκτών καυσίμων (λιγνίτης)
- Μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενες ενεργειακές πηγές (πετρέλαιο)
- Αξιοποίηση γεωργικών / δασικών υπολειμμάτων
- Επανακαλλιέργεια μη χρησιμοποιούμενων εκτάσεων
- Ενίσχυση της αγροτικής δραστηριότητας



❖ Οικονομική σύγκριση συστημάτων θέρμανσης

- ✓ Λέβητες ορυκτών καυσίμων
- ✓ Καύση Βιομάζας
- ✓ Θέρμανση με Ηλεκτρική Ενέργεια





Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Θερμικό περιεχόμενο στερεών βιοκαυσίμων vs πετρελαίου

1.000 λίτρα πετρελαίου θέρμανσης αντιστοιχούν σε περίπου



Πέλετς ξύλου: 2.130 kg
(3,3 m³ ή 142 σακιά των 15 kg)



Μπριγκέτες ξύλου: 2.130 kg
(3,9 m³ στοιβαγμένων μπριγκετών)



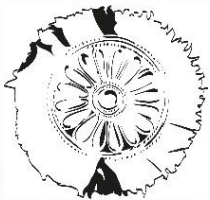
Πυρηνόξυλο: 2.070 kg
(2,9 m³ ή 103 σακιά των 20 kg)



Ροκανίδια οξιάς, χύδην :
8,0 m³ με 15% κ.β. υγρασία (2.370 kg)
9,1 m³ με 30 % κ.β. υγρασία (2.980 kg)



Καυσόξυλα οξιάς : (33 cm, στοιβαγμένα)
5,3 m³ με 15% κ.β. υγρασία (2.370 kg)
6,0 m³ με 30 % κ.β. υγρασία (2.980 kg)



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Παράδειγμα – Χρήση στερεών βιοκαυσίμων έναντι πετρελαίου

Αντικατάσταση λέβητα πετρελαίου με λέβητα pellet



1 Kg pellet 0.53 €



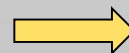
1 lt πετρέλαιο 1,30 €

Διώροφο σπίτι στην ζώνη Γ

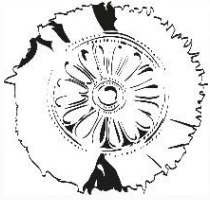
Ποσότητα πετρελαίου θέρμανσης 6500 lt (1 χρόνος)
Ποσότητα pellet θέρμανσης 9500 Kg (1 χρόνος)

Ετήσιο Κόστος θέρμανσης 9100 ευρώ.
Ετήσιο Κόστος θέρμανσης 5035 ευρώ.

Εξοικονόμηση χρημάτων



~ 45%



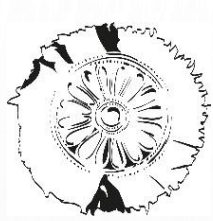
Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Εφοδιαστικές αλυσίδες - Γενικά

Στάδιο	Μέσα επίτευξης
Συλλογή ή ανάκτηση	Θερισμός, κοπή δέντρων, κλάδεμα, κτλ
Απομάκρυνση	
Μεταφορά	Φορτηγά, καρότσες, πλοία, τρένα
Ξήρανση	Φυσική (καιρικές συνθήκες, περιβάλλον), εξαναγκασμένη (ξηραντήρες)
Μείωση μεγέθους	Μύλοι, σπαστήρες, τεμαχιστές
Αποθήκευση	
Μετατροπή / Ομογενοποίηση / Συμπύεση	Δεματοποίηση, πελλετοποίηση / μπριγκετοποίηση
Τροφοδοσία	Γερανογέφυρες, πνευματική μεταφορά, κοχλίες
Ποιοτικός έλεγχος	Παρακολούθηση πρώτης ύλης, μέτρηση φυσικών / χημικών ιδιοτήτων

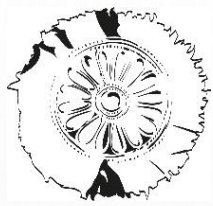
- Σε μια εφοδιαστική αλυσίδα βιομάζας κάποια βήματα μπορεί να συνδυάζονται, να επαναλαμβάνονται ή να παραλείπονται, ανάλογα με την περίπτωση!



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



- **Συλλογή ή ανάκτηση:** στάδιο μαζέματος βιομάζας.
 - Απλή διεργασία συλλογής υπολειμματικού υλικού (π.χ. παραγωγή ξυλείας) ή κύριου προϊόντος (π.χ. αραίωση, ενεργειακές καλλιέργειες).
 - Παραλείπεται, εάν υπολείμματα ήδη στοιβαγμένα π.χ. από μηχάνημα επεξεργασίας κατά το κόψιμο των κλαδιών από ολόκληρα δέντρα, ή κατά την παραγωγή από βιομηχανικές διεργασίες (π.χ. ξυλουργεία, βιομηχανίες τροφίμων, κτλ) ή σε έναν σταθμό συλλογής αστικών απορριμμάτων.
- **Απομάκρυνση :** συγκέντρωση διάσπαρτης βιομάζας στην άκρη του δρόμου ή σε κάποιο άλλο εύκολα προσβάσιμο μέρος (άνοιγμα, κτλ)
 - Απαραίτητη κατά τη συλλογή σε δασικές συστάδες ή σε αγροτεμάχια, με κακή προσβασιμότητα και διασπορά υλικού
 - Μπορεί επίσης να παραλείπεται (βλ. παραπάνω παραδείγματα).
- **Μετατροπή / Ομογενοποίηση / Συμπύεση :** συμπύεση των υπολειμμάτων (π.χ. δεματοποίηση, πελλετοποίηση, επεξεργασία, κτλ) και σε μερικές περιπτώσεις απομάκρυνση μη επιθυμητών τμημάτων (π.χ. κλαδιά για παραγωγή βιομάζας υψηλής ποιότητας).
 - Διευκόλυνση χειρισμού, μεταφοράς, αποθήκευσης και ποιότητας της βιομάζας.



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



- **Μείωση μεγέθους** : μορφή μετασχηματισμού σε τεμαχισμένη / θρυμματισμένη βιομάζα απαραίτητη στις περισσότερες διεργασίες ενεργειακής μετατροπής
- **Μεταφορά** στη μονάδα ή στο χώρο αποθήκευσης μπορεί να επιτευχθεί με ένα πλήθος μέσων (τρακτέρ και καρότσα, φορτηγό, τρένο, βάρκα, κτλ).
 - Μεγάλη συνεισφορά στο κόστος της εφοδιαστικής αλυσίδας (> 50%).
 - Μετατροπή για οικονομικά αποδοτικότερη μεταφορά.
 - Δυνατότητα απομάκρυνσης και μεταφοράς σε ένα βήμα.
- **Αποθήκευση** χρειάζεται εν γένει για εξασφάλιση της προμήθειας καυσίμου στην ενεργειακή μονάδα, για βελτίωση ποιότητας της βιομάζας (π.χ. για επίτευξη φυσικής ξήρανση και απώλειας βελόνων) και για βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής.
 - Αναπόφευκτη όταν η βιομάζα είναι διαθέσιμη σε διαφορετική εποχή από αυτή της κατανάλωσής της, όπως π.χ. στις Άλπεις και άλλα βουνά όπου τα δέντρα συλλέγονται το καλοκαίρι ενώ τα δίκτυα τηλεθέρμανσης λειτουργούν – προφανώς – το χειμώνα



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Ξήρανση

- Ανάλογα με το υλικό και τις απαιτήσεις τις διεργασίας, μπορεί να απαιτείται ξήρανση ή όχι
- Περιεχόμενη υγρασία βιομάζας ανεπιθύμητη αλλά αναπόφευκτη
 - μειώνει θερμογόνο ικανότητα, χαμηλός βαθμός απόδοσης της καύσης
 - αυξάνει μάζα «αδρανούς» υλικού που μεταφέρεται, αποθηκεύεται ή εν γένει διαχειρίζεται → αύξηση κόστος
 - επιτάχυνση βιολογικών διεργασιών αποσύνθεσης

Περιστροφικοί ξηραντήρες





Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Μείωση μεγέθους

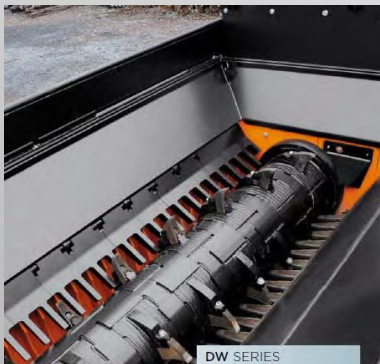
- Απαιτούμενο μέγεθος σωματιδίων ανάλογα με την τελική εφαρμογή (κονιοποιημένου καυσίμου, ρευστοποιημένη κλίνη, εσχάρα)
- Μείωση μεγέθους οδηγεί συνήθως σε επιμήκη σωματίδια
- Επιτυγχάνεται ομογενοποίηση σε είδη βιομάζας που αποτελούνται από ανόμοια μέρη (στελέχη, φύλλα, κοτσάνια)

Πιο κοινός εξοπλισμός για την πώδη βιομάζα είναι:

- Τεμαχιστές->εφαρμογές καύσης σε εσχάρα
- Σφυρόμυλοι->για κονιοποίηση-πελλετοποίηση
- Απομάκρυνση ακαθαρσιών (π.χ. μεγάλες πέτρες, μέταλλα, σύρμα για δέσιμο δεμάτων, κτλ) για αποφυγή ζημιάς στον εξοπλισμό μείωσης μεγέθους.
- Ενεργειακή κατανάλωση για την κονιοποίηση υψηλή
 - Όσο μειώνεται το απαιτούμενο μέγεθος σωματιδίων, τόσο αυξάνει η ενεργειακή κατανάλωση

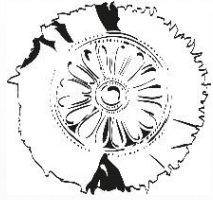
Εξοπλισμός μείωσης μεγέθους

Τεμαχιστές



Σφυρόμυλοι





Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Μεταφορά

Κύριο ζήτημα στο στάδιο της μεταφοράς:

Ενεργειακή πυκνότητα του καυσίμου

Μεγάλες ορθογωνικές μπάλες: 2 GJ/m^3

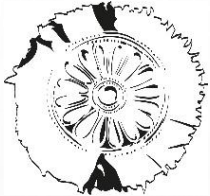
Πελλέτες: 10 GJ/m^3

Μεγάλα κόστη μεταφοράς ανά τόνο καυσίμου → Περιορισμός εφοδιαστικών αλυσίδων σε αποστάσεις $< 100 \text{ km}$, συνήθως $\sim 50 \text{ km}$.

➤ Ανάγκη μεταφοράς του καυσίμου σε μεγαλύτερες αποστάσεις →

Πελλετοποίηση: σημαντική αύξηση της ενεργειακής πυκνότητας.

➤ Η μεταφορά των πελλετών μπορεί να γίνει με μεγάλη ποικιλία οχημάτων: φορτηγά, συμπεριλαμβανομένων ειδικών φορτηγών για τη μεταφορά πελλετών, σιδηροδρομικά βαγόνια, βάρκες και πλοία

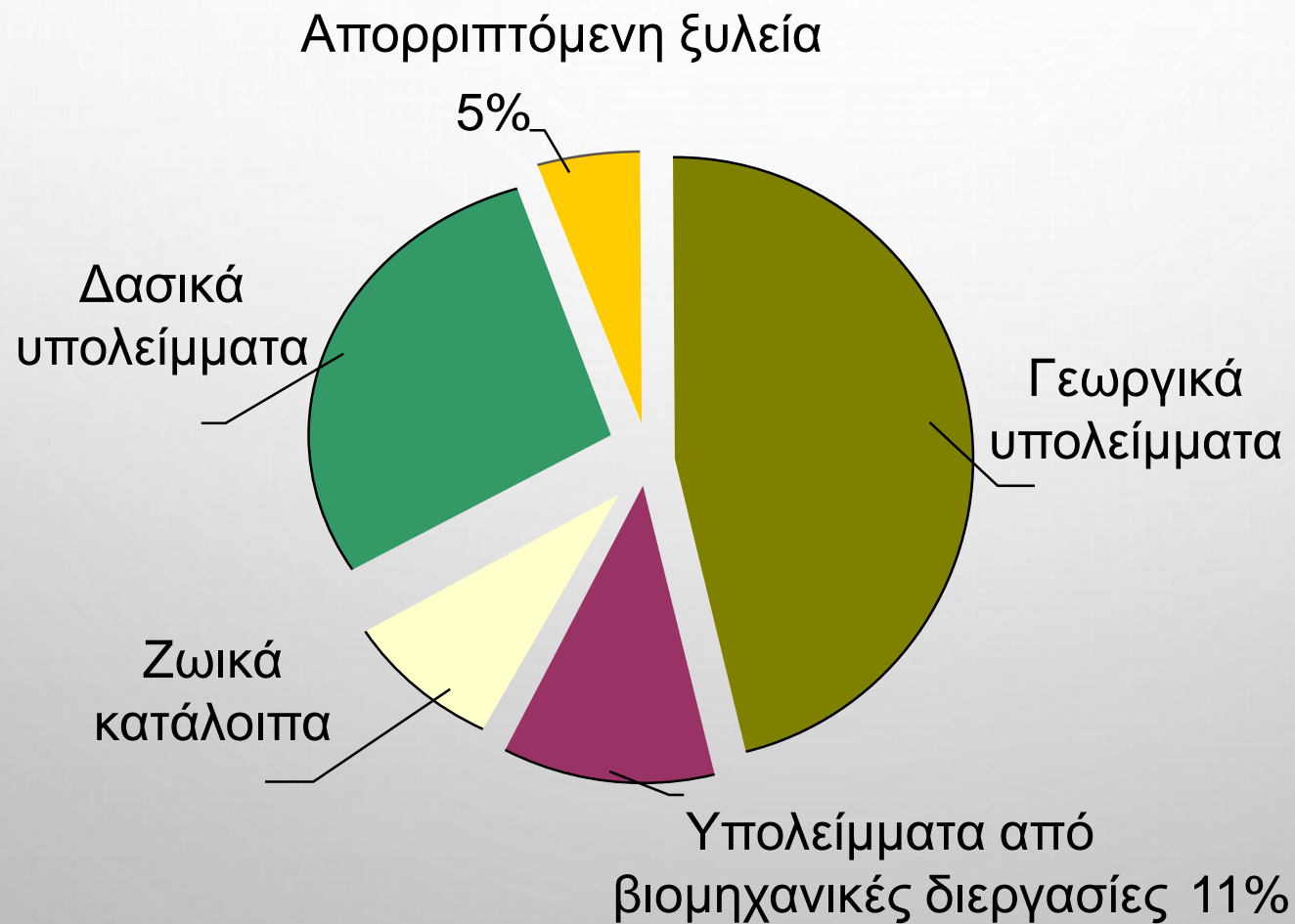


Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Ποσότητες Βιομάζας στην Ελλάδα

Ετήσιο ενεργειακό δυναμικό βιομάζας: ~ 4.4 Mtoe/έτος

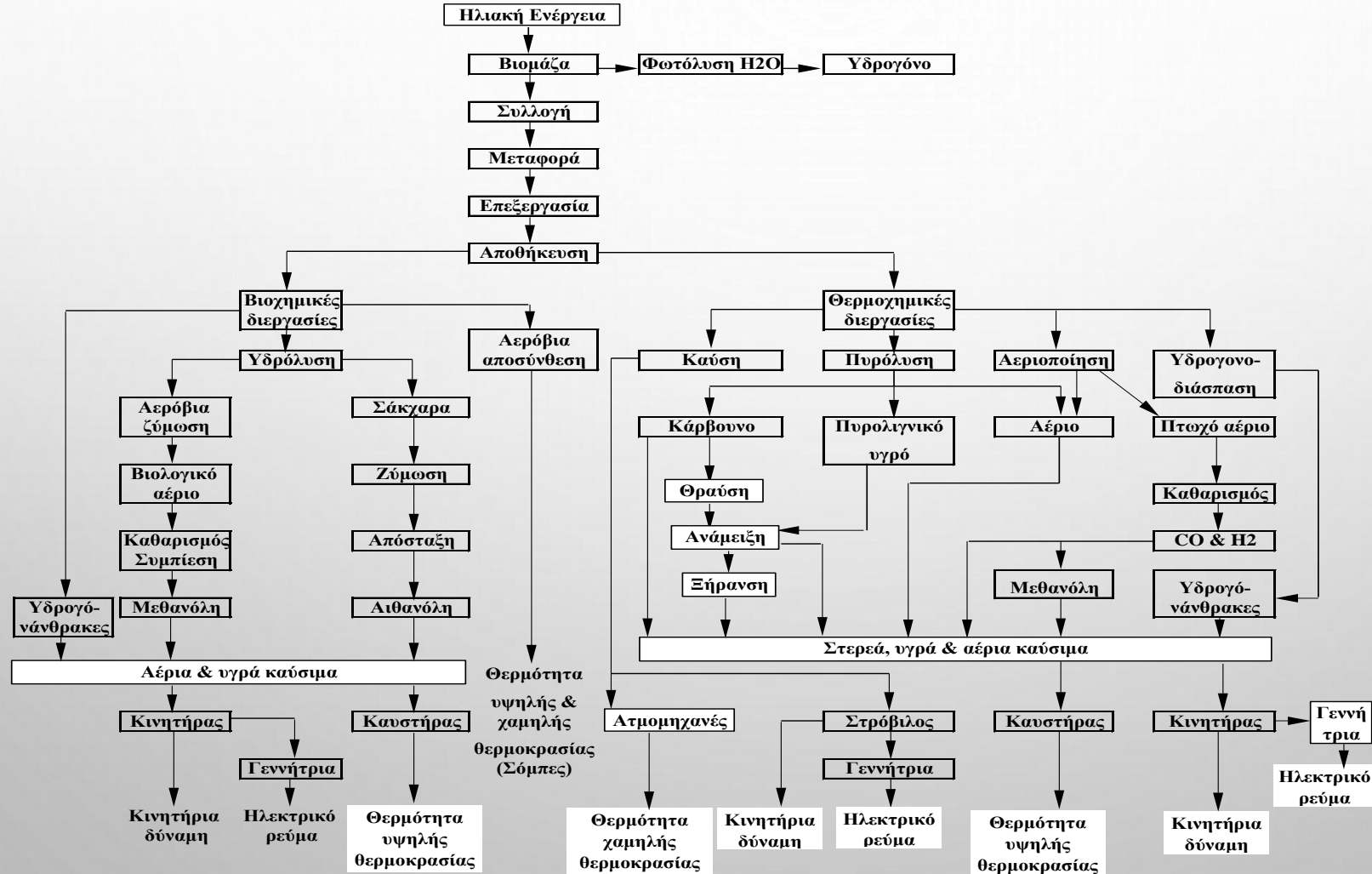


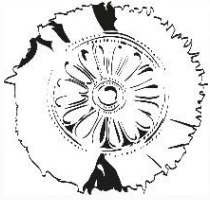


Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια-Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	--------------------------------------	-----------------------



Διεργασίες Βιομάζας





Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------

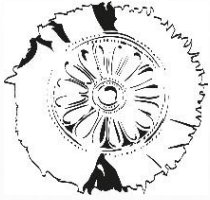


Ενεργειακή Αξιοποίηση Βιομάζας Στην Ελλάδα

Οι πιο διαδεδομένες εφαρμογές για την ενεργειακή μετατροπή της βιομάζας που υπάρχουν σήμερα στον ελληνικό χώρο είναι:

- Θέρμανση με καύση βιομάζας σε λέβητες ζεστού νερού
- Παραγωγή ενέργειας σε βιομηχανίες
- Μικτή καύση βιομάζας με λιγνίτη
- Τηλεθέρμανση

Οι τεχνολογίες της αεριοποίησης και της πυρόλυσης είναι ακόμη σε ερευνητικό επίπεδο, ενώ ο αριθμός των μονάδων παραγωγής βιο-αερίου έχει αυξηθεί σημαντικά.



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



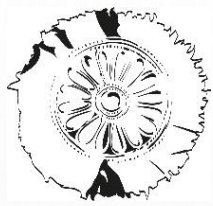
Επιπτώσεις από την Ενεργειακή Αξιοποίηση της Βιομάζας

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Αξιοποίηση του ανεκμετάλλευτου
.....
- Ενίσχυση της εθνικής οικονομίας
.....
.....
- Εξοικονόμηση των αποθεμάτων των
.....
- Ανάπτυξη στο εργ.
δυναμικό της χώρας
- Συμβολή στην πολιτική για καθαρό
.....
ρυπαντών CO₂ και SO₂)

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

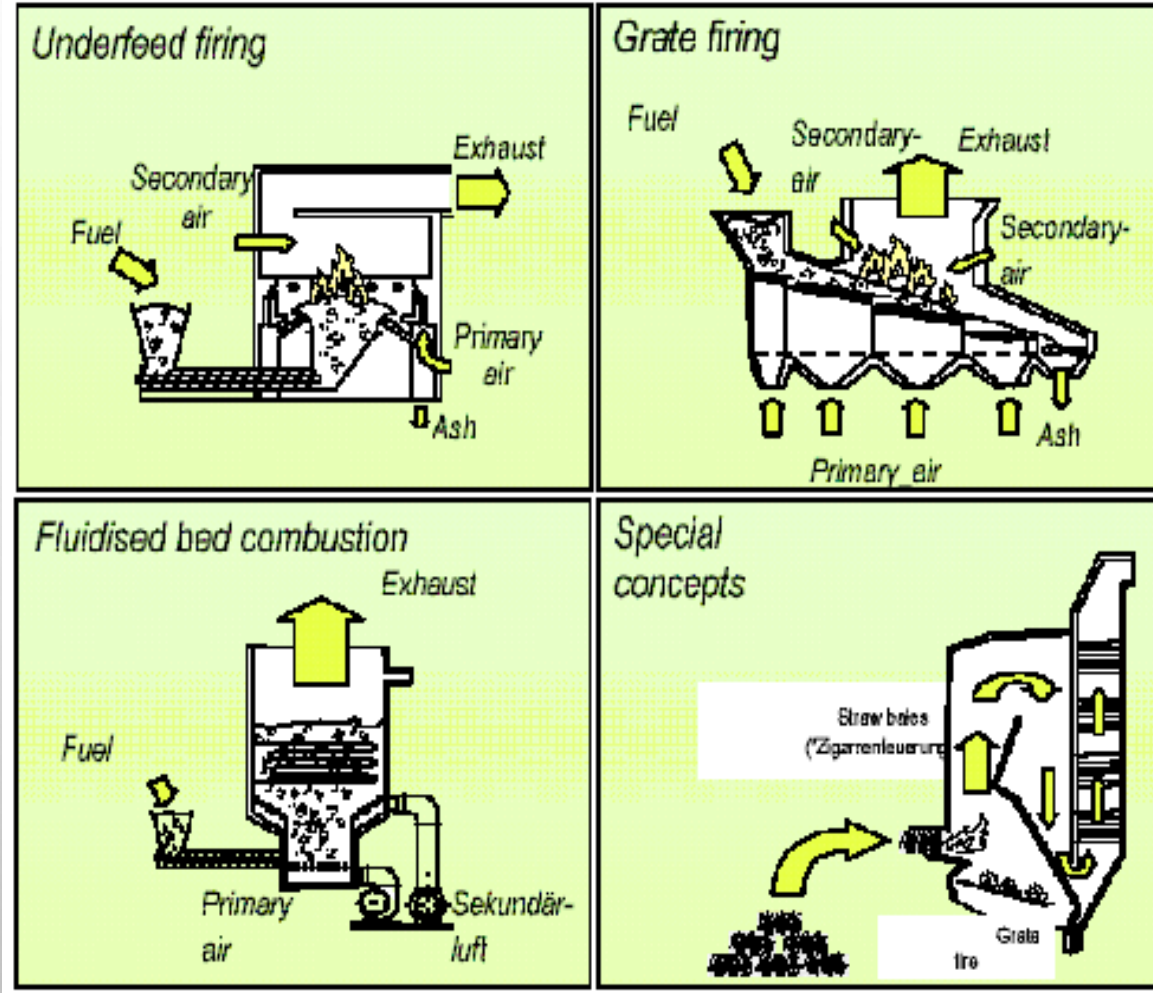
- Εποχιακή παραγωγή
- Μεγάλη διασπορά
- Αυξημένο κόστος μεταφοράς και αποθήκευσης
 - Μικρό ενεργειακό περιεχόμενο ανά μονάδα όγκου
 - Σημαντικές εδαφικές εκτάσεις για την παραγωγή βιομάζας

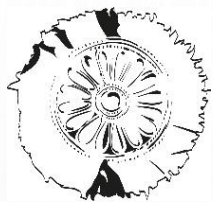


Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια-Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	--------------------------------------	-----------------------



Τεχνολογίες Καύσης Βιομάζας

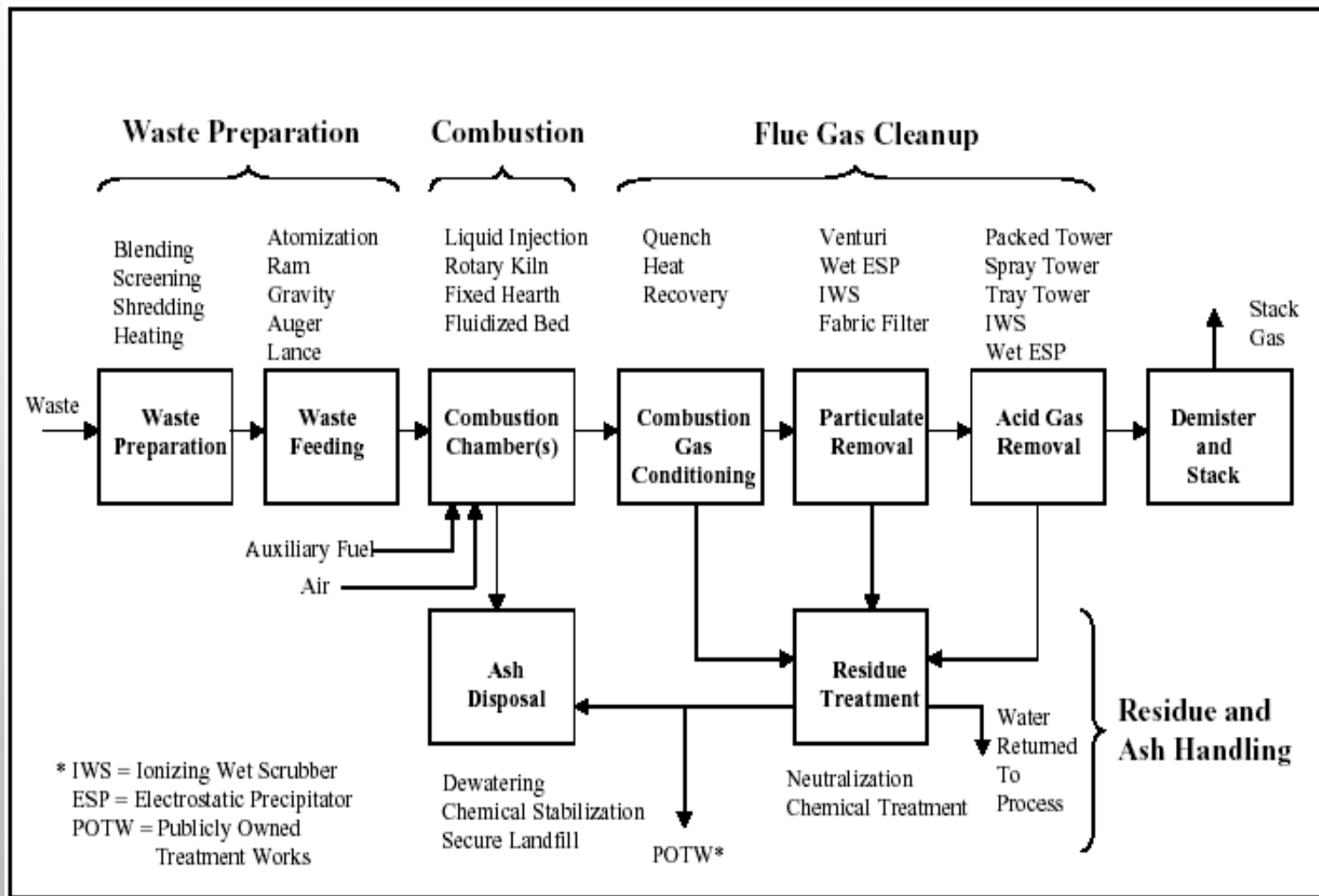




Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Διάγραμμα Ροής Διεργασιών Καύσης





Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Σύγκριση Τεχνολογιών καύσης Βιομάζας

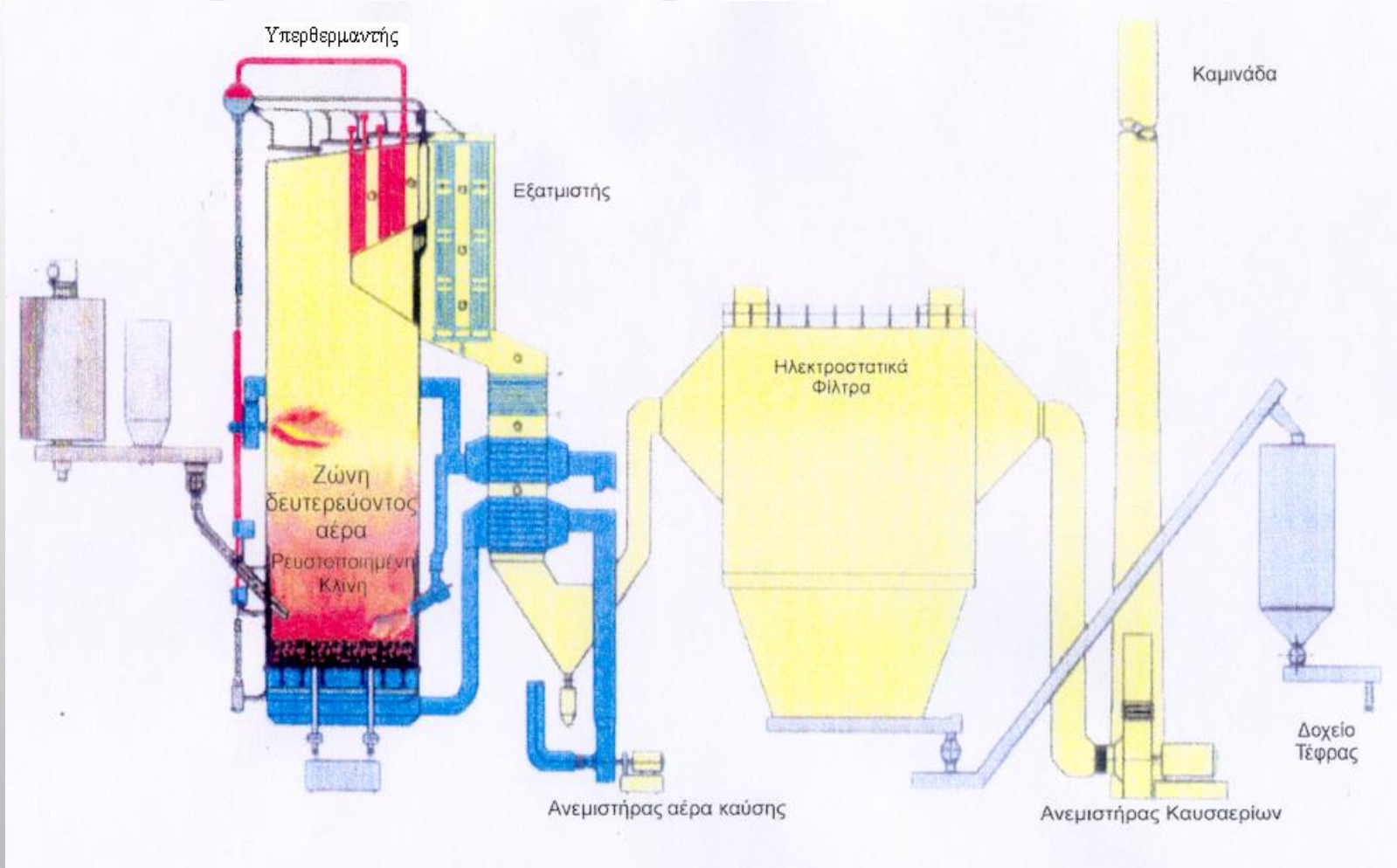
Τεχνολογία	Κύρια χαρακτηριστικά
Λέβητας καύσης με εσχάρα	<ul style="list-style-type: none">• Καύσιμα ακανόνιστης μορφής• Αδιάκοπτη λειτουργία με υλικά όπως μεταλλικά αντικείμενα, πέτρες, κ.λπ.• Διακύμανση καυσίμου σε συγκεκριμένα όρια• Μία μεγάλη επιλογή των τεχνολογιών σχάρας είναι διαθέσιμη για τα διάφορα είδη καυσίμων• Ο θάλαμος καύσης μπορεί είτε να ψυχθεί είτε να μη ψυχθεί• Ο όγκος του αέρα σε περίσσεια είναι μεγαλύτερος από ότι στη ΡΚ
Ρευστοποιημένη κλίνη	<ul style="list-style-type: none">• Εκτενές εύρος καυσίμων: άνθρακας και υπολείμματα άνθρακα, φλοιός και ξύλο, ίλος, RdF, πλαστικά απόβλητα κ.λπ.• Υψηλά ποσοστά καύσης με χαμηλές εκπομπές ρύπων• Υψηλά ποσοστά διαθεσιμότητας και μεγάλος χρόνος λειτουργίας• Ελαχιστοποίηση κόστους συντήρησης



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Εγκατάσταση ΡΚ Φυσαλίδων

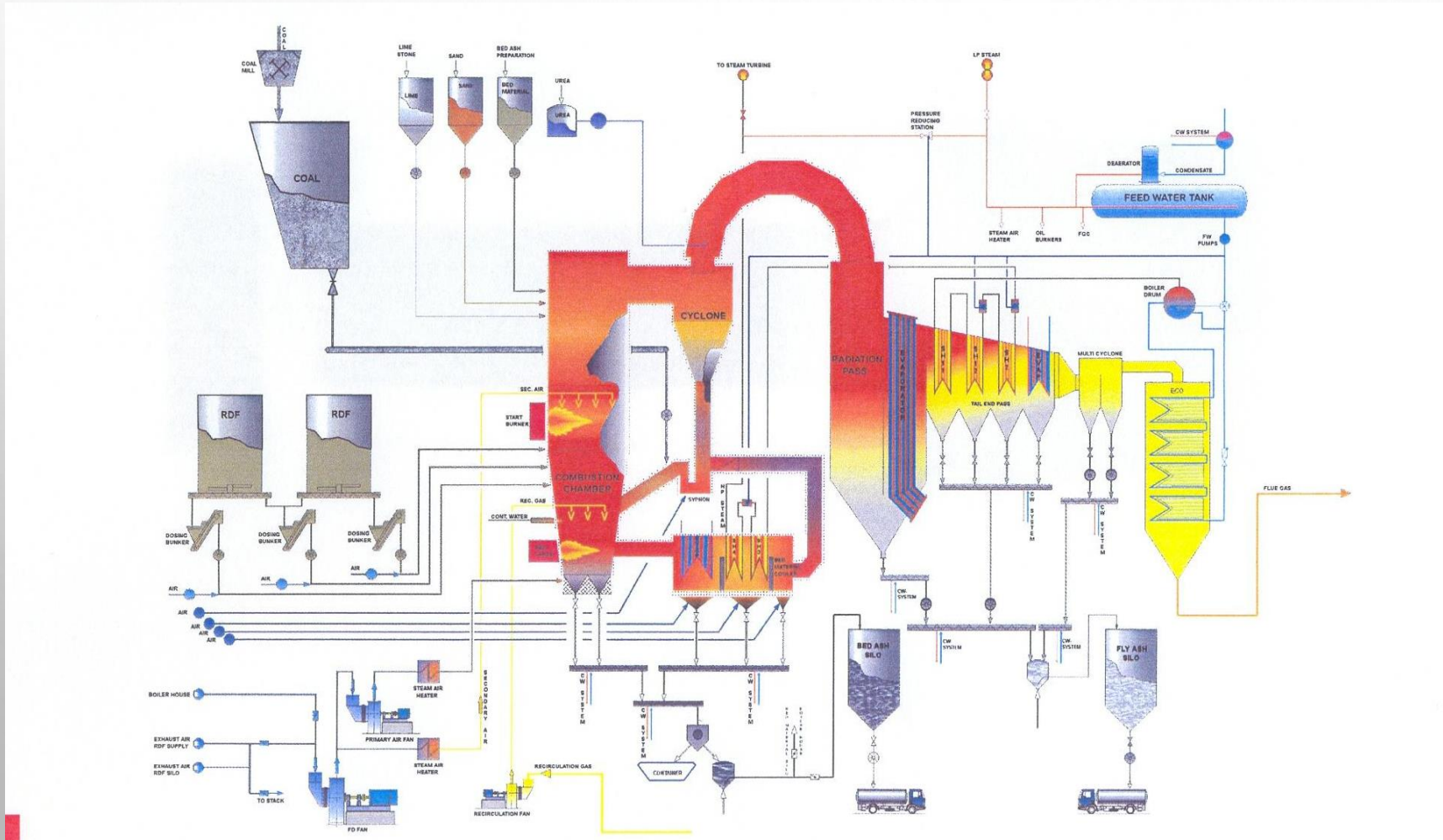




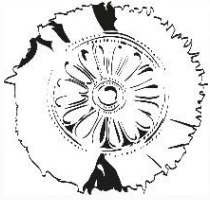
Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---------------------------------------	-----------------------



Εγκατάσταση ΡΚ Πολλαπλού Καυσίμου



Fuel blends of plastics, RDF, paper & municipal Sludge, TDF, carpet, plastics, rejects, car fluff, animal meal, sawdust, wood waste etc.

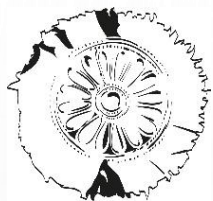


Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Τεχνικές Απαιτήσεις Καύσης Βιομάζας σε ΡΚ

- Έλεγχος της θερμοκρασίας καύσης όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά καύσιμα
- Έλεγχος της θερμοκρασίας ατμού όταν υπάρχουν ροές καυσαερίου από διαφορετικά καύσιμα.
- Πρόληψη της διάβρωσης του υπερθερμαντή λόγω του χλωρίου.
- Διαστασιολόγηση του βοηθητικού εξοπλισμού για διαφορετικά καύσιμα (π.χ. διαχείριση καυσίμων, απαγωγή τέφρας).
- Σχεδιασμός συστημάτων τροφοδοσίας για διαφορετικά καύσιμα
- Καταλληλότητα εξοπλισμού επεξεργασίας καυσαερίων από διαφορετικά καύσιμα για τη μείωση των εκπομπών ρύπων, SOx, NOx, N2O κ.λπ.

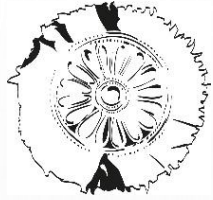


Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Μέθοδοι Καθαρισμού Καυσαερίου

Συστατικό	Μέθοδος καθαρισμού	Αποδοτικότητα
Σωματίδια	Ηλεκτροστατικά φίλτρα	99%
	Σακκόφιλτρα	99.9%
Όξινα συστατικά HCL, HF, SOx	Ξηρό σύστημα (σακκόφιλτρο): $\text{Ca}(\text{OH})_2$, ενεργός άνθρακας	HCl 98%, SO ₂ 85%
	ημι- ξηρό σύστημα (σακκόφιλτρο): αιώρημα του ύδατος και $\text{Ca}(\text{OH})_2$, ενεργός άνθρακας	HCl 95-98%, SO ₂ 85-90%
	πολύβαθμο σύστημα υγρής απομάκρυνσης : ύδωρ, NaOH ή/και $\text{Ca}(\text{OH})_2$	HCl 99%, HF 95%, SO ₂ >90%
NOx	SNCR: αμμωνία	40-65%
	Ουρία (Uria)	60-75%
	SCR: αμμωνία	80-90%
	Ενεργός άνθρακας	40-60%
PCDD/DF	Ενεργός άνθρακας: στατική κλίνη	>99.9%
	Επικαλούμενο 'flugsstrom'	>99.5%
	Καταλυτική οξείδωση σε SCR ή μεμομωμένα	97-99%
Υδράργυρος	Συστήματα ενεργού άνθρακα	98%
	Χρήση προσθέτων (NaClO_2 , Na_2S , SE, TMT, FeCl_3)	90-99%



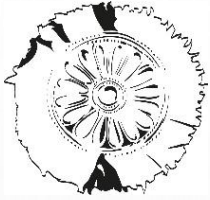
Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Αεριοποίηση Βιομάζας

Θερμοχημική αεριοποίηση είναι η διεργασία κατά την οποία μία στερεά

- Προ
- Τροφοδοσία του καυσίμου στον αντιδραστήρα.
- Επαφή του καυσίμου με τα αντιδρώντα αέρια στον αντιδρασ
- Απομάκρυνση και διαχωρισμό των στερεών, υγρών και αέριων προϊόντων.
- Περαιτέρω επεξεργασία των προϊόντων κατόντι του αντιδραστήρα για την αναβάθμισή

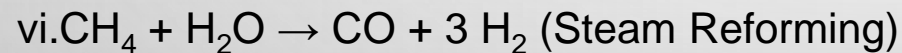
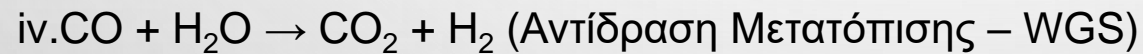
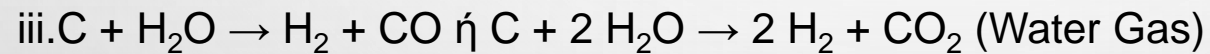
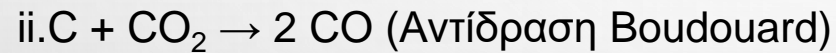
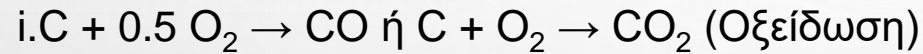


Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Αεριοποίηση Βιομάζας

Κατά την διάρκεια της διεργασία οι κυριότερες αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα είναι:





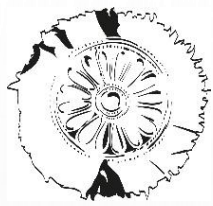
Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Αεριοποίηση Βιομάζας

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της διεργασίας της αεριοποίησης βιομάζας είναι:

1. Αυξάνει την ευελιξία στην δυνατότητα αξιοποίησης της για ηλεκτροπαραγωγή.
2. Επιτρέπει την αξιοποίηση βιομάζας για παραγωγή ενέργειας μέσω συστημάτων υψηλής απόδοσης όπως αεριοστρόβιλοι και κελιά καυσίμου.
3. Παρέχει την δυνατότητα αξιοποίησης διαφόρων ειδών βιομάζας για παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων και χημικών προϊόντων.
4. Συμβάλλει στον περιορισμό των εκπομπών αερίων ρύπων και κυρίως των εκπομπών NO_x .



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Είδη Αεριοποίησης Βιομάζας

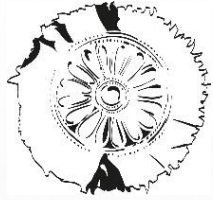
Ανάλογα με το μέσο το οποίο χρησιμοποιείται κατά την διεργασία της αεριοποίησης διακρίνονται τα ακόλουθα είδη αεριοποίησης:

1. Αυτόθερμη Αεριοποίηση

- Ως μέσο αεριοποίησης χρησιμοποιείται αέρας.
- Έχει χαμηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας, αλλά το τελικό προϊόν είναι αραιωμένο λόγω της ύπαρξης του N_2 .
- Χρήση καθαρού O_2 ή εμπλουτισμένου αέρα δεν είναι οικονομικά συμφέρουσα σε εφαρμογές αεριοποίησης βιομάζας.

2. Αλλοθερμική Αεριοποίηση

- Ως μέσο αεριοποίησης χρησιμοποιείται ατμός.
- Τελικό προϊόν υψηλής θερμογόνου ικανότητας και περιεκτικότητας σε H_2 και CH_4 .
- Απαιτείται η καύση μέρους της βιομάζας για την κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων του αεριοποιητή.



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Εφαρμογές Αεριοποίησης Βιομάζας

1. Παραγωγή Θερμότητας

Χρήση του παραγόμενου αερίου ως καύσιμο σε λέβητα αερίου.

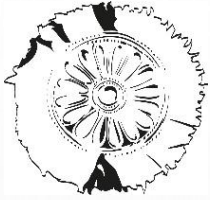
2. Παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας

Χρήση του παραγόμενου αερίου ως καύσιμο σε:

- i. ΜΕΚ
- ii. Μικροστρόβιλο
- iii. Συνδυασμένο κύκλο αεριοστροβίλου – ατμοστροβίλου (B-IGCC)
- iv. Κελιά καυσίμου
- v. Μηχανές Stirling

3. Παραγωγή Υγρών Βιοκαυσίμων και Χημικών

- i. Παραγωγή μεθανόλης, αιθανόλης και DME
- ii. Fischer – Tropsch synthesis
- iii. Συνθετικού Φυσικού Αερίου
- iv. Υδρογόνου
- v. Χημικών προϊόντων



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Είδη Αεριοποιητών

Τα κυριότερα είδη αεριοποιητών με βάση την αεροδυναμική συμπεριφορά είναι:

- Αεριοποιητής στατικής κλίνης (Fixed Bed Gasifier)
 - ✓ Ανοδικής Ροής Αεριοποιητής (Updraft)
 - ✓ Καθοδικής Ροής Αεριοποιητής (Downdraft)
- Αεριοποιητής ρευστοποιημένης κλίνης (Fluidised Bed)
 - ✓ Αεριοποιητής Ρευστοποιημένης Κλίνης Φυσαλίδων (Bubbling Fluidised Bed)
 - ✓ Αεριοποιητής Ρευστοποιημένης Κλίνης Ανακυκλοφορίας (Circulating Fluidised Bed)

Τα κυριότερα είδη αεριοποιητών με βάση την πίεση λειτουργίας είναι:

- Ατμοσφαιρικός Αεριοποιητής
- Αεριοποιητής υπό πίεση

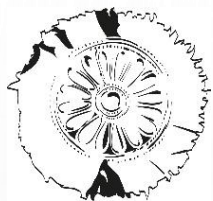


Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Συνδυασμένη Μονάδα Αεριοποίησης Βιομάζας και Συνδυασμένου Κύκλου

- Εφαρμογές μέσης κλίμακας (30 – 100 MW) λόγω περιορισμών στην διαθεσιμότητα καυσίμου.
- Πίεση αεριοποιητή 18 – 25 barg.
- Χρήση αεριοποίησης με ατμό και ψυχρό καθαρισμό του παραγόμενου αερίου δεν αποτελεί οικονομικά συμφέρουσα εναλλακτική.
- Εν θερμώ καθαρισμός του αερίου (300 – 500 οC).
- Αξιοποίηση του αερίου σε αεριοστρόβιλο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Χρήση θερμών καυσαερίων αεριοστροβίλου για την παραγωγή επιπρόσθετης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω κύκλου ατμού.



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------

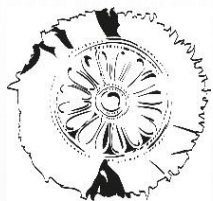


Συμβατικά vs Προηγμένα συστήματα συμπαγωγής με καύσιμο βιομάζα

Τεχνολογία		2005		Στόχος 2010 - 2015		Στόχος 2015 - 2020	
		Απόδοση %	Επένδυση €/kW _{el}	Απόδοση %	Επένδυση €/kW _{el}	Απόδοση %	Επένδυση €/kW _{el}
Αεριοποίηση ΜΕΚ (1-15 MW _{el})	-	20-30	3500-6000	30-35	2500-4000	35-40	2000-3000
Αεριοποίηση ΜCFC (0.5-5 MW _{el})	-	na	(> 10 000)	35-40	< 10 000	45-50	2500-3000
IGCC (15-100 MW _{el})		35-40	3000- 4500	40-45	2000-3500	45-50	1500-2000
Καύση 1-5 MW _{el} 10-50 MW _{el}		17 - 25 25 - 37	3000-4000 2000-3500	μικρά περιθώρια βελτίωσης (ώριμη τεχνολογία, θερμοδυναμικοί περιορισμοί)			

Μονάδες αεριοποίησης βιομάζας με χρήση κελιών καυσίμου καθώς και IGCC αποτελούν πολλά υποσχόμενες μονάδες καθώς μπορούν να εξασφαλίσουν :

- Υψηλό βαθμό απόδοσης
- Χαμηλό κόστος επένδυσης



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Σύγκριση Συστημάτων Καύσης & Αεριοποίησης

Υποσύστημα	Καύση	Αεριοποίηση
Σύγκριση διεργασιών	Κατάλληλη για τη μεγιστοποίηση της μετατροπής του καυσίμου σε CO ₂ & H ₂ O	Κατάλληλη για τη μεγιστοποίηση της μετατροπής του καυσίμου σε CO & H ₂
	Ιδιαίτερα οξειδωτικό περιβάλλον	Αναγωγικό περιβάλλον
	Θερμοκρασίες λειτουργίας κάτω από το σημείο τήξης τέφρας. Ανόργανη ύλη μετατρέπεται σε τέφρα	Θερμοκρασίες λειτουργίας πάνω από το σημείο τήξης της τέφρας. Ανόργανη ύλη μετατρέπεται σε υαλώδες τήγμα και εξανθράκωμα
Καθαρισμός παράγωγου αερίου	Καθαρισμός των καυσαερίων σε ατμοσφαιρική πίεση	Καθαρισμός του αερίου σύνθεσης σε υψηλή πίεση
	Το επεξεργασμένο καυσαέριο εκλύεται στην ατμόσφαιρα	Το επεξεργασμένο αέριο σύνθεσης χρησιμοποιείται στη χημική παραγωγή με επακόλουθη έκλυση των απαερίων
	Το θείο του καυσίμου μετατρέπεται σε SOx και εκπέμπεται με τα καυσαέρια	Ανάκτηση των ενώσεων του θείου υπό μορφή στοιχειακού θείου υψηλής καθαρότητας ή θειικού οξέος ως παραπροϊόν
Διαχείριση υπολειμμάτων και τέφρας	Η τέφρα πυθμένα και η ιπτάμενη τέφρα συλλέγονται, επεξεργάζονται και διατίθενται ως επικίνδυνα απόβλητα	Η ιπτάμενη τέφρα χαρακτηρίζεται ως επικίνδυνο απόβλητο. Το υαλώδες τήγμα δεν μπορεί να διαχωριστεί δι' εκπλύσεως, είναι ακίνδυνο και κατάλληλο ως δομικό υλικό. Τα σωματίδια επανατροφοδοτούνται στον αεριοποιητή ή υποβάλλονται σε επεξεργασία για την ανάκτηση των μετάλλων



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Θερμική επεξεργασία βιομάζας (torrefaction)

- Θέρμανση βιομάζας (230 - 350 °C)
- Συνήθως σε αδρανή ή φτωχή σε οξυγόνο ατμόσφαιρα
- Χρόνος παραμονής: 80 s - 30 min







(Πηγή: <http://daagar.blogspot.de/>)



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Torrefaction: Ιδιότητες καυσίμου

	Wood chips	Wood pellets	Torrefied wood pellets	Hard coal (Design fuel)
				
Υγρασία	35 – 45 % κ.β.	8 – 10 % κ.β.	1 – 7 % κ.β.	< 10 % κ.β.
Κατώτερη θερμογόνο ικανότητα	9 – 10 MJ/kg	17 MJ/kg	19 – 22 MJ/kg	25 MJ/kg
Φαινόμενη πυκνότητα	300 kg/m ³	650 kg/m ³	690-740 kg/m³	850 kg/m ³
Ενεργειακή πυκνότητα	~ 3 GJ/m ³	11 GJ/m ³	13-15 GJ/m³	~ 21 GJ/m ³
Υγροσκοπικές ιδιότητες	Υδρόφιλο	Υδρόφιλο	Υδρόφοβο	Υδρόφοβο
Βιολογική αποσύνθεση	Γρήγορη	Μέτρια	Αργή	Δεν υφίσταται
Άλεση	Ειδικόι μύλοι	<ul style="list-style-type: none">• Ανθρακικοί μύλοι για μικρά ποσοστά• Ειδικόι μύλοι για μεγαλύτερα	Ανθρακικοί μύλοι	Ανθρακικοί μύλοι
Transport cost	Υψηλό	Μέτριο	Χαμηλό	Χαμηλό

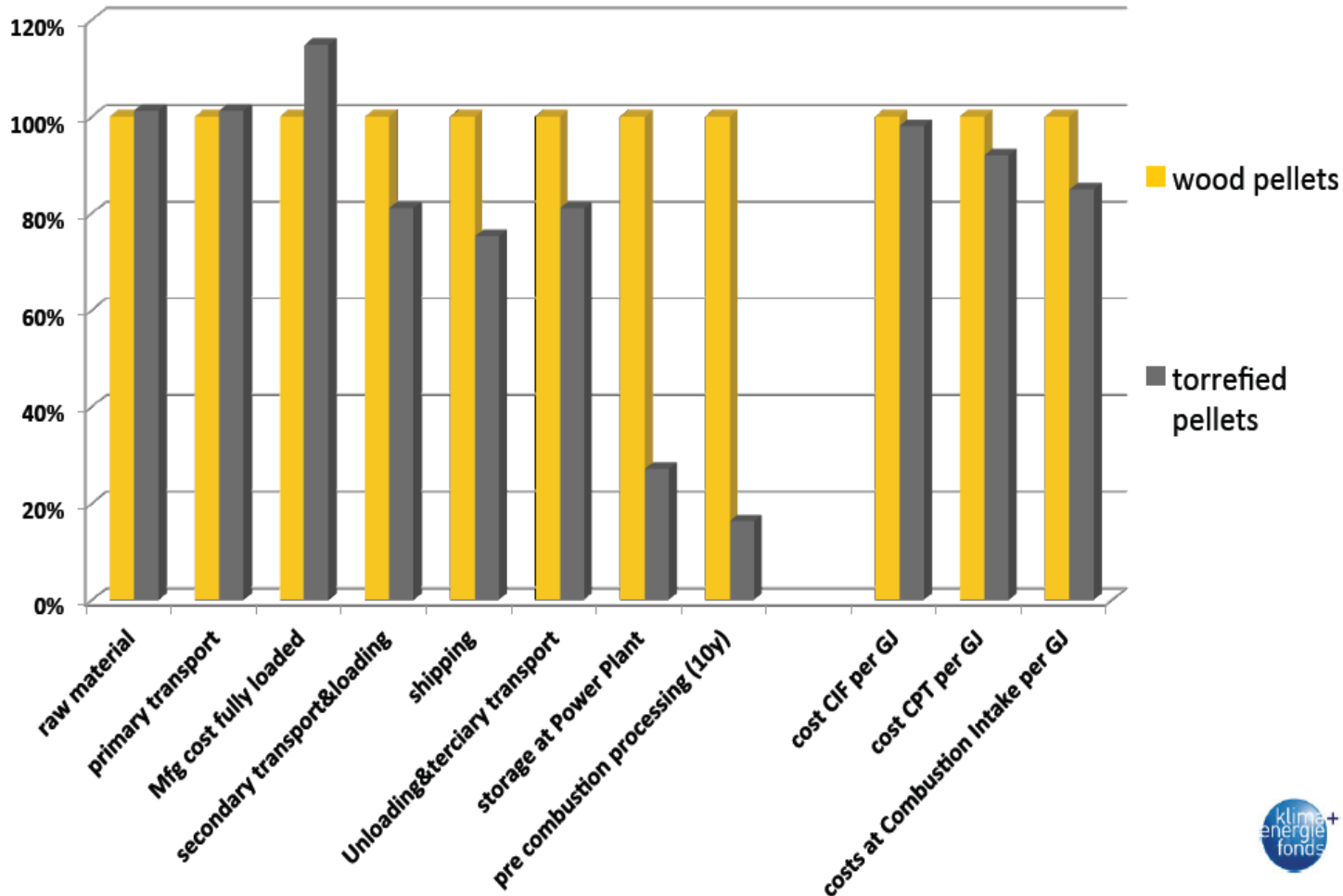
(Πηγή: Vattenfall, ECN)



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Torrefaction: Επίδραση στο κόστος



- (+) Αύξηση στο κόστος παραγωγής
- (-) Μείωση στο κόστος μεταφοράς, αποθήκευσης και διαχείρισης στο σταθμό





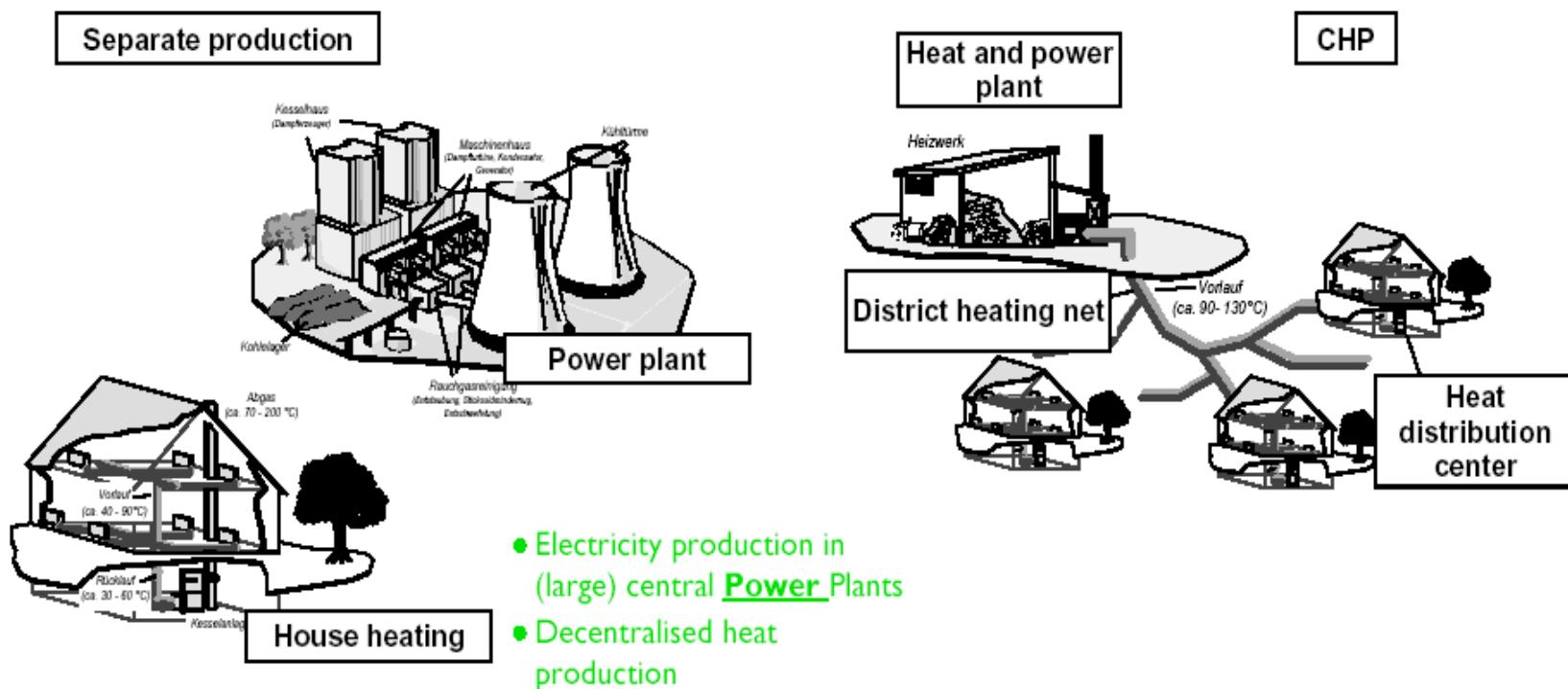
Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Μονάδες συμπαραγωγής (ΣΗΘ)

Combined heat and power production (CHP):

- simultaneous heat and power generation in decentral combined Heat and power Plants





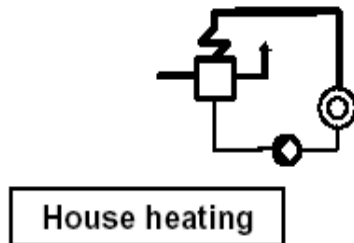
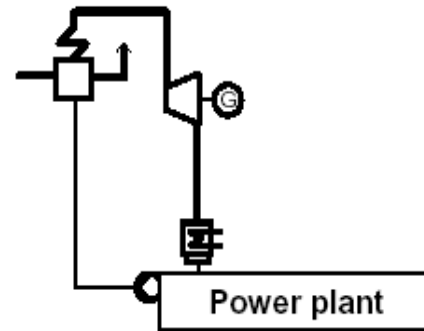
Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Μονάδες συμπαραγωγής (ΣΗΘ)

Principle of combined
Heat and power
Production:

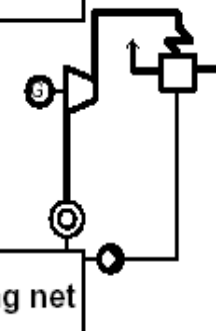
Separate production



Heat and power
plant

CHP

district heating net





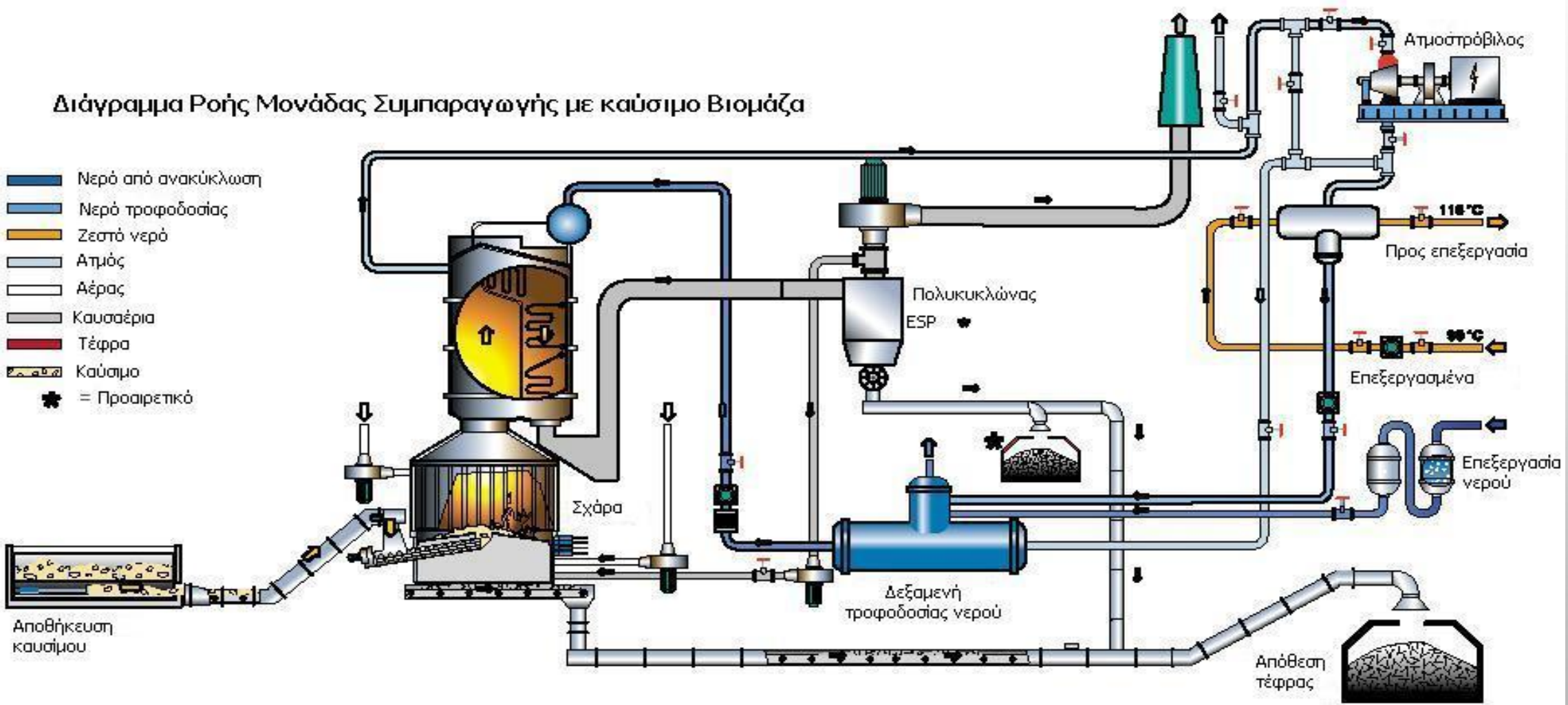
Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια-Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	--------------------------------------	-----------------------

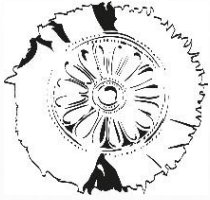


Μονάδες συμπαραγωγής (ΣΗΘ)

Διάγραμμα Ροής Μονάδας Συμπαραγωγής με καύσιμο Βιομάζα

- Νερό από ανακύκλωση
- Νερό τροφοδοσίας
- Ζεστό νερό
- Ατμός
- Αέρας
- Καυσαέρια
- Τέφρα
- Καύσιμο
- * = Προαιρετικό





Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Πλεονεκτήματα μονάδων συμπαραγωγής

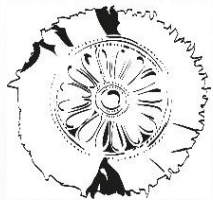
Ενεργειακό ισοζύγιο παραγωγής θερμότητας & ηλεκτρισμού

Πλεονεκτήματα μονάδων ΣΗΘ

- Η αξιοποίηση του καυσίμου βελτιώνεται μέσω ΣΗΘ (μεγαλύτερο συνολικό βαθμό απόδοσης)

ΑΛΛΑ

- Ο βαθμός απόδοσης ηλεκτροπαραγωγής μειώνεται
- Ο βαθμός απόδοσης παραγωγής θερμότητας μειώνεται

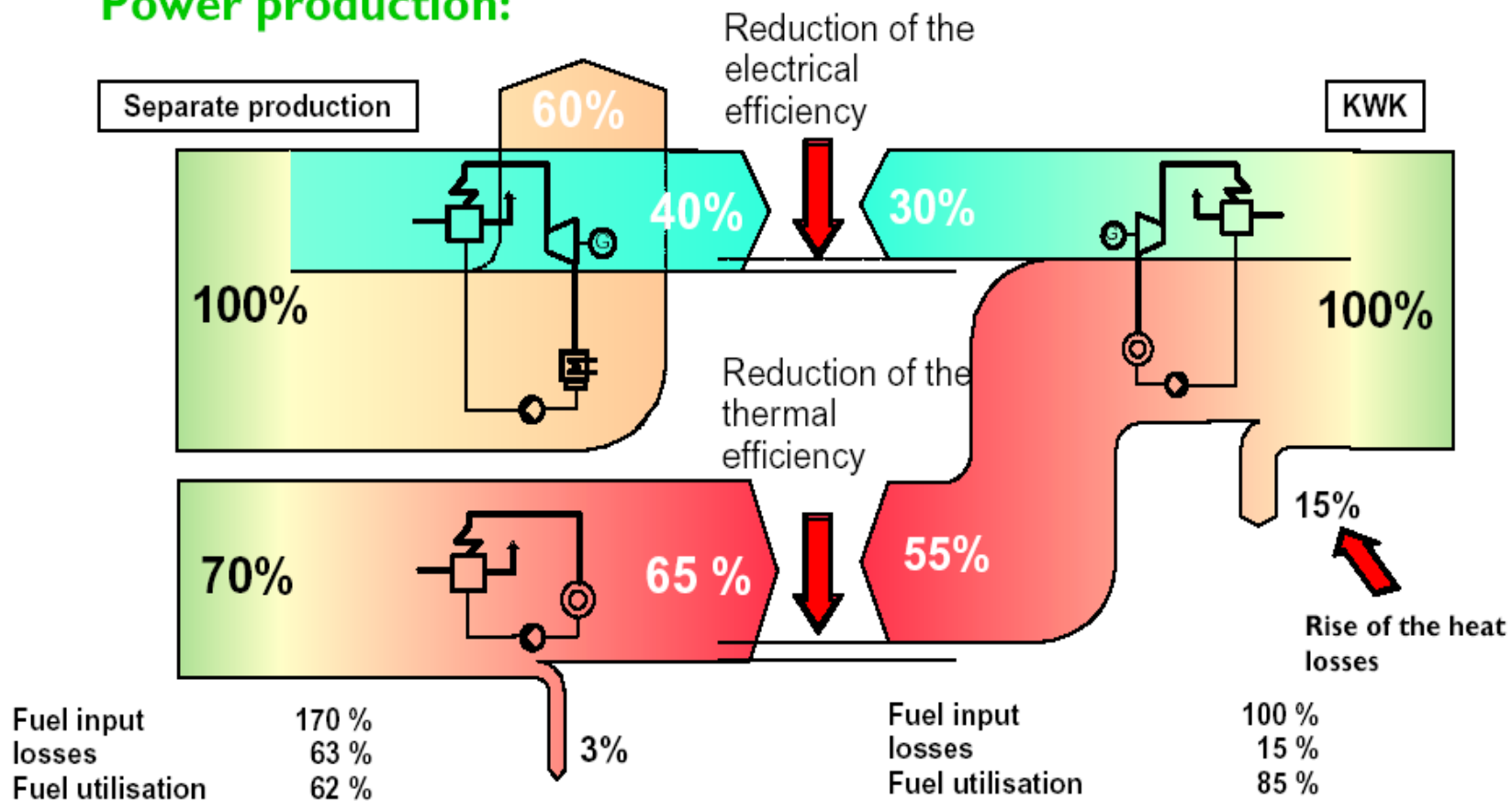


Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



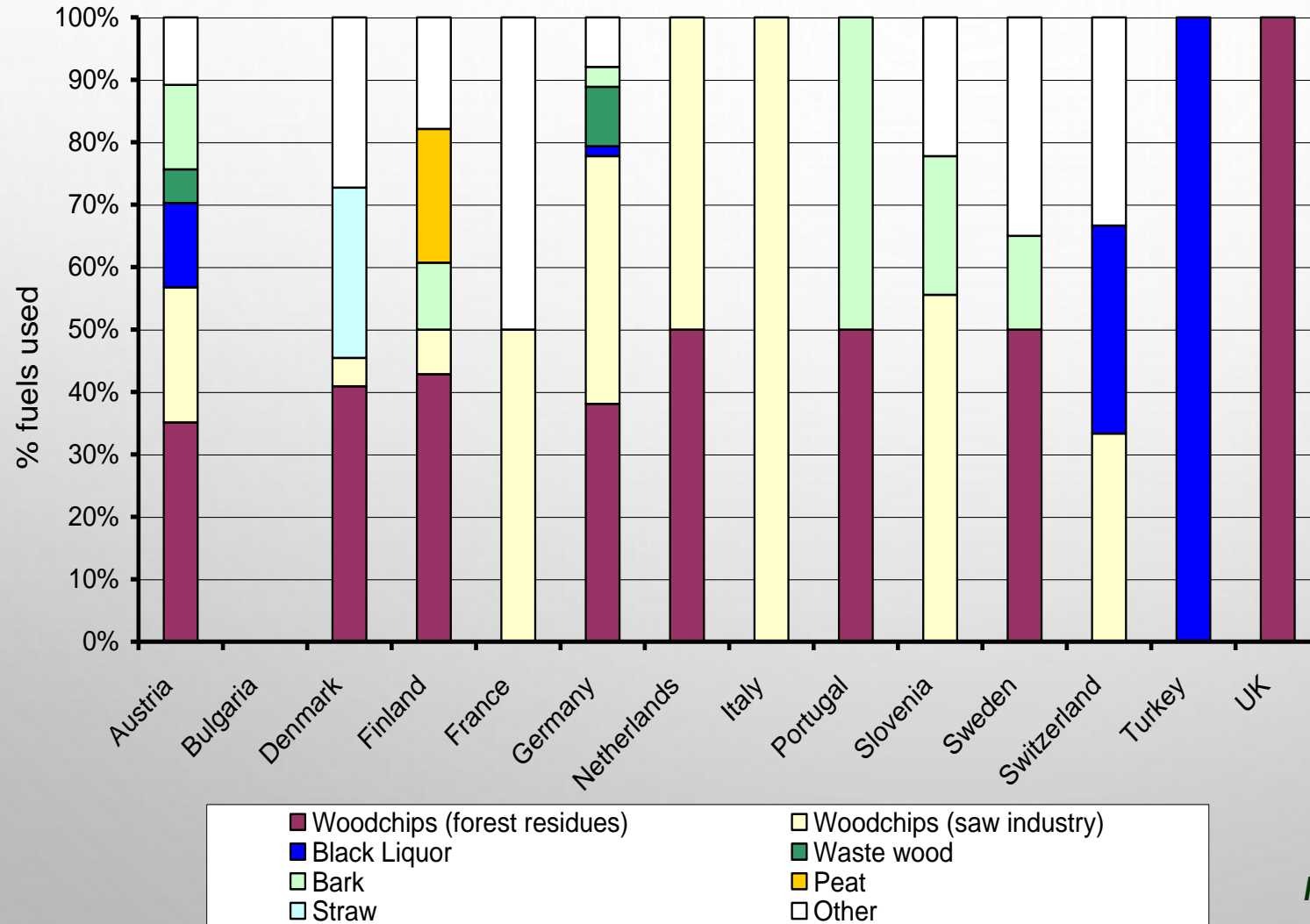
Ισοζύγιο ενέργειας σε ΣΗΘ

Energy balance Heat and Power production:





Είδος βιομάζας συμπαραγωγικών μονάδων



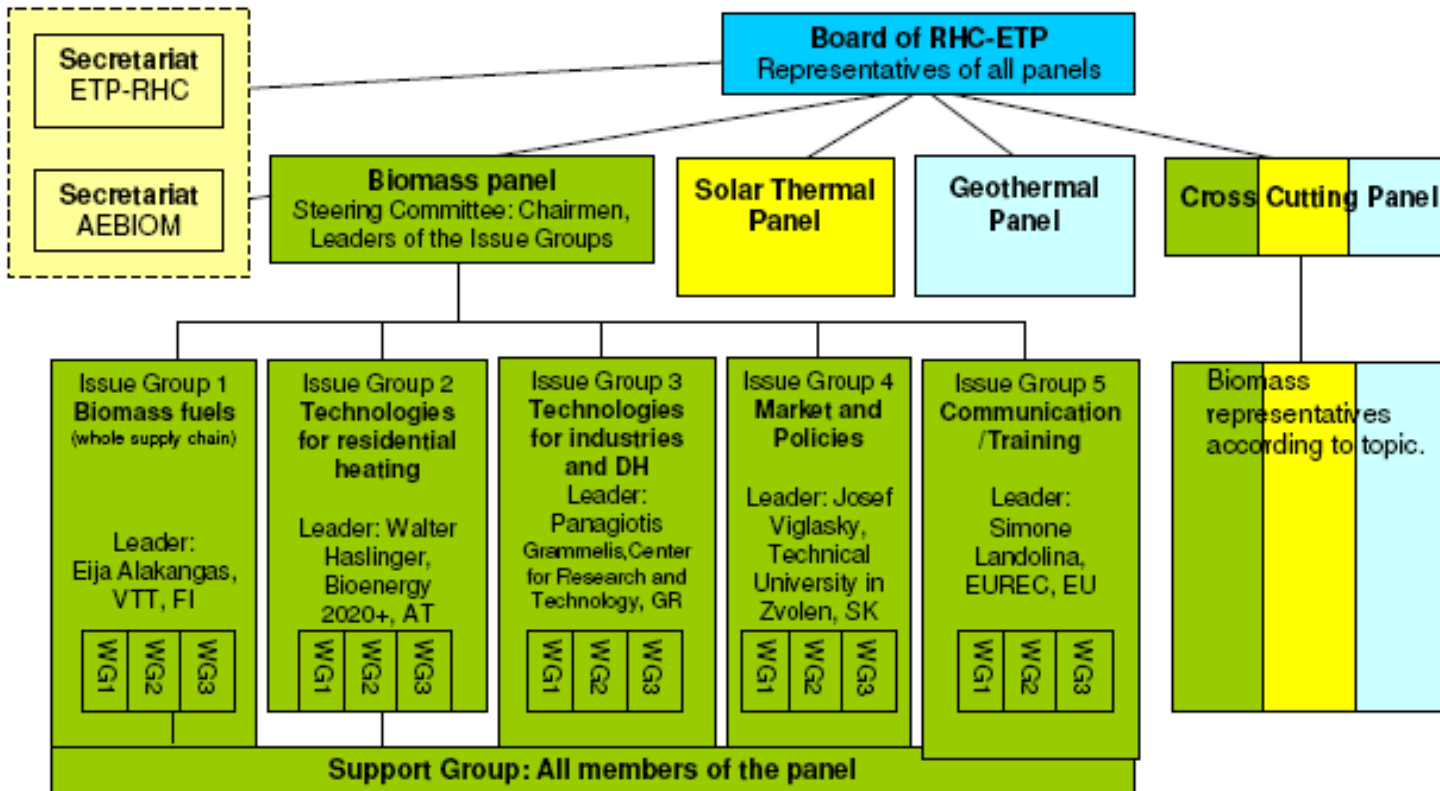
Πηγή: Workshop «Current Potentials for Biomass CHP in Europe»



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------

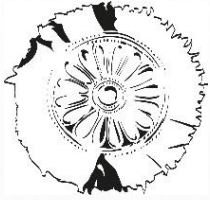


Ευρωπαϊκή Τεχνολογική Πλατφόρμα Ανανεώσιμης Θέρμανσης και Ψύξης-Όραμα αξιοποίησης βιομάζας



European Technology Platform – Renewable Heating & Cooling

Δομή του πάνελ Βιομάζας της ETP-RHC



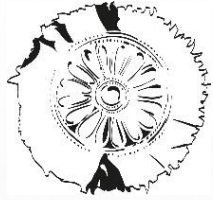
Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Ευρωπαϊκό Όραμα

2020

- Αύξηση χρήσης της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας από 98 (2007) σε 220 Mtoe
- Αυξημένη αξιοποίηση θερμότητας από ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες, εγκατάσταση νέων συστημάτων τηλεθέρμανσης και αντικατάσταση ορυκτών καυσίμων από βιομάζα σε υπάρχουσες μονάδες, για αύξηση της θερμότητας από 7,7 σε 34,5 Mtoe
- Διπλασιασμός της χρήσης βιομάζας στη βιομηχανία για παραγωγή θερμότητας διεργασιών (π.χ. τσιμεντοβιομηχανίες) από 18 σε 40 Mtoe
- Διπλασιασμός της ποσότητας βιομάζας για θέρμανση οικιών από 35 στους 73 Mtoe. Αύξηση της απόδοσης των συστημάτων μικρής κλίμακας
- Βιομάζα ως πηγή κύριας θέρμανσης στο 50% των κατοικιών και στο 25% των νεόδμητων οικιών
- Αύξηση της συμμετοχής της τηλεθέρμανσης από το 7% σε 14%



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------

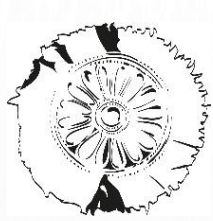


2030

- Αντικατάσταση του 50% των ορυκτών καυσίμων σε εφαρμογές θέρμανσης
- 70% των κατοικιών εξοπλισμένες με συστήματα βιοενέργειας για κύρια θέρμανση και 25% των νεόδμητων οικιών
- Τηλεθέρμανση σε έξυπνα συστήματα ανταλλαγής ενέργειας

2050

- Αντικατάσταση όλων των ορυκτών καυσίμων σε εφαρμογές θέρμανσης και ψύξης
- Σχεδόν πλήρης εφαρμογή συστημάτων βιοενέργειας για κύρια θέρμανση στις οικίες, 25% παραγωγή ηλεκτρισμού (microCHP) και 10% ψύξη
- Τηλεθέρμανση μηδενικών εκπομπών CO₂ (fully carbon neutral)



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Χρήσεις βιομάζας στην ΕΕ

Παραγωγή θερμικής / ηλεκτρικής ενέργειας & βιοκαυσίμων

Σήμερα: Κάλυψη του 4% των ενεργειακών αναγκών στην Ευρώπη

- ❖ Μεμονωμένη ή συνδυασμένη καύση βιομάζας
- ❖ Αναερόβια χώνευση απορριμμάτων
- ❖ Αεριοποίηση (παραγωγή αερίου σύνθεσης)
- ❖ Πυρόλυση
- ❖ Παραγωγή H₂ από διεργασίες ζύμωσης
- ❖ Βιοκαύσιμα 1^{ης} γενιάς
 - ❖ βιοντίζελ από φυτικά έλαια ή ζωικά λίπη,
 - ❖ βιοαιθανόλη από απλά σάκχαρα/αμυλούχες ουσίες
- ❖ Βιοκαύσιμα 2^{ης} γενιάς
 - ❖ βιοαιθανόλη από λιγνοκυτταρινούχες πρώτες ύλες,
 - ❖ BTL
- ❖ Βιο-διυλιστήριο



Μονάδα βιοαερίου 13,8 MWe
(Πηγή: ΗΛΕΚΤΩΡ ΑΕ,
Ελλάδα)



Combustion Power Plant
(240 MWe), Alholmens,
Φιλανδία



Integrated Gasification Combined
Cycle (6MWe, 9MWth), Varnamo,
Σουηδία



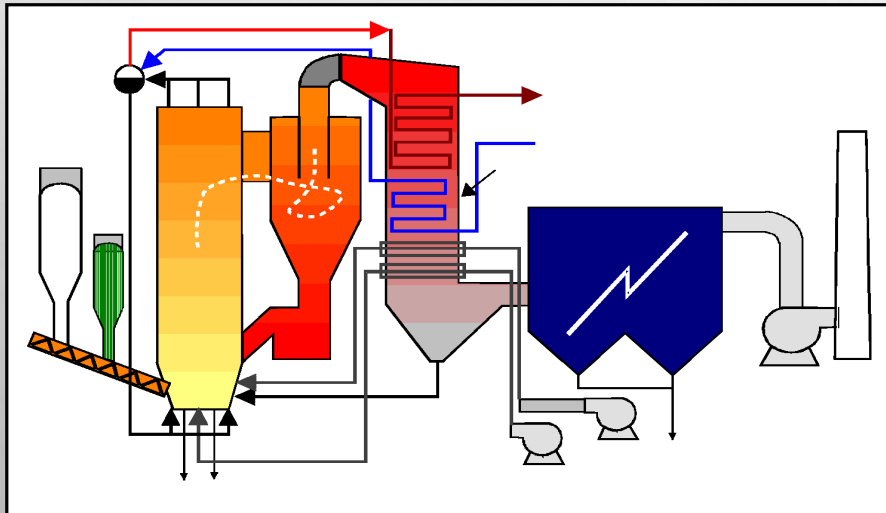
Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



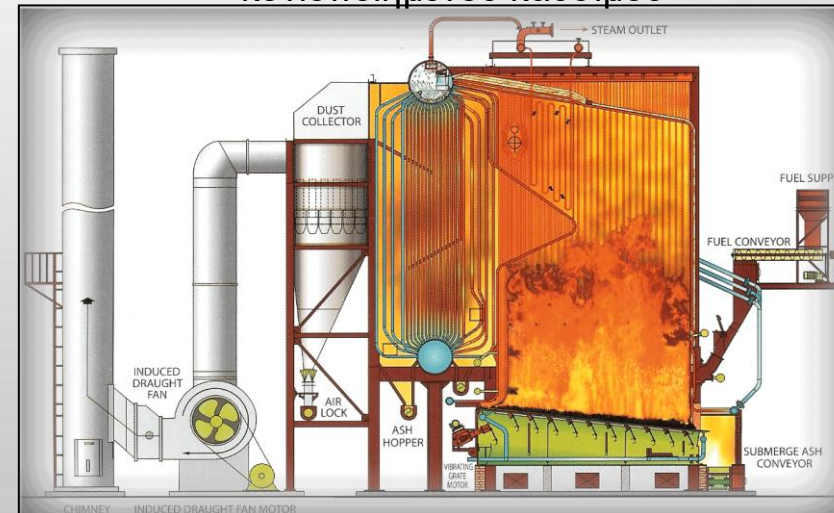
Τεχνολογίες καύσης στερεών βιοκαυσίμων μεγάλης κλίμακας

- ❖ Συστήματα καύσης
 - ❖ Λέβητας Εσχάρας
 - ❖ Ρευστοποιημένη κλίνη (Αναβράζουσα ή Ανακυκλοφορίας)
 - ❖ Λέβητας κονιοποιημένου καυσίμου

- ❖ Αποκλειστική καύση βιομάζας
 - ❖ Εμπορική εφαρμογή κυρίως σε λέβητες εσχάρας και ρευστοποιημένες κλίνες
- ❖ Μικτή καύση βιομάζας με ορυκτά καύσιμα
 - ❖ Εμπορική εφαρμογή κυρίως σε ρευστοποιημένες κλίνες και λέβητες κονιοποιημένου καυσίμου



Ρευστοποιημένη κλίνη



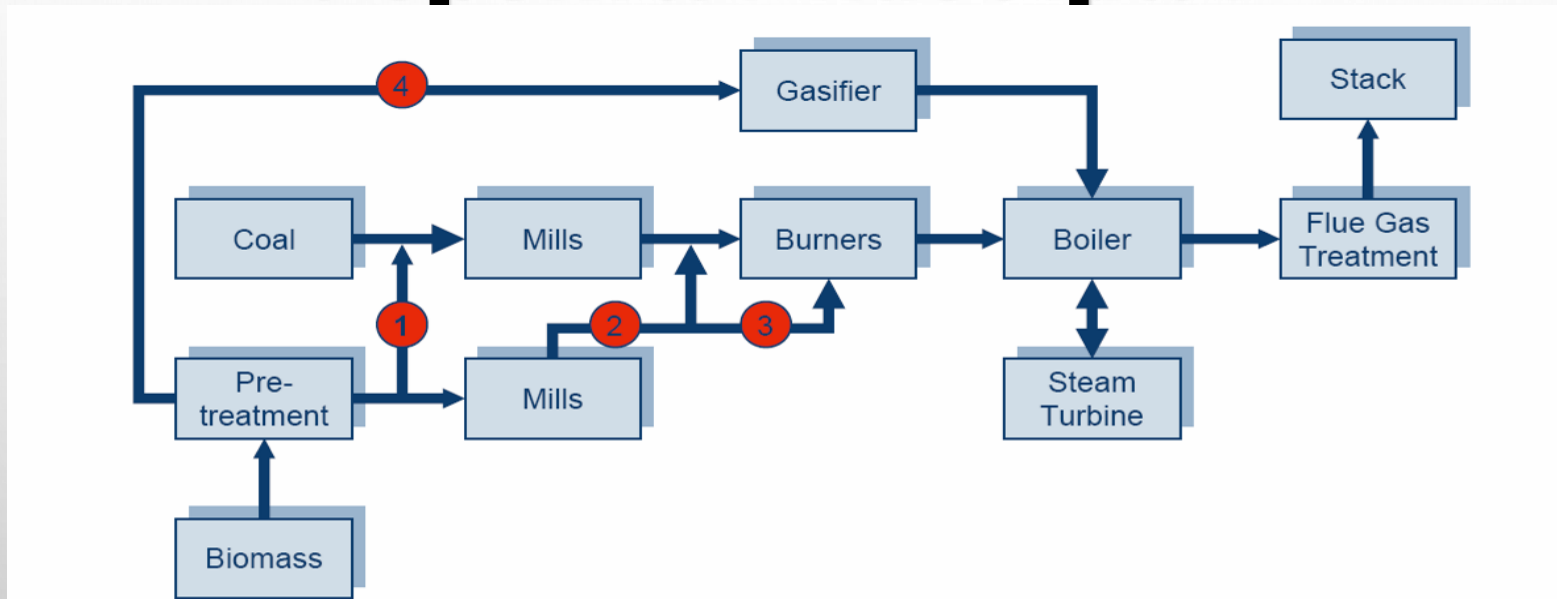
Λέβητας Εσχάρας



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------

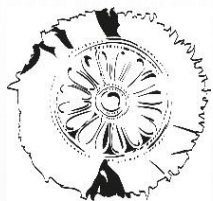


Τεχνικές Μικτής Καύσης βιομάζας / ορυκτών καυσίμων



1. Από κοινού κονιοποίηση και τροφοδοσία του καύσιμου μίγματος
2. Ξεχωριστή άλεση του καυσίμου υποκατάστασης, εισαγωγή του στον αγωγό τροφοδοσίας βασικού καυσίμου, καύση στους υπάρχοντες καυστήρες
3. Ξεχωριστή άλεση του δευτερογενούς καυσίμου, άλεση σε νέους καυστήρες βιομάζας
4. Αεριοποίηση της βιομάζας, καύση του παραγόμενου αερίου σύνθεσης στους καυστήρες του λέβητα

Σημείωση: Καθεμία από τις παραπάνω εναλλακτικές μικτής καύσης έχει τις δικές της (μοναδικές) λειτουργικές ανάγκες και ειδικές απαιτήσεις στην ποιότητα του καυσίμου.

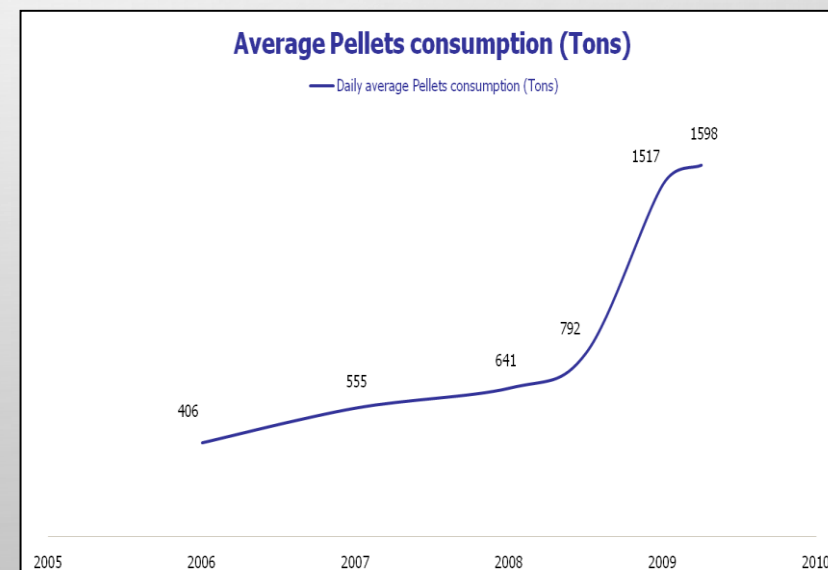


Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Μελέτη Περίπτωσης – Rodenhuiize (1/2)

- ❖ Ιδιοκτησία: GDF Suez / Electrabel
- ❖ Έτος κατασκευής 1974, Μέγιστη Δυναμικότητα 280 MWe
- ❖ Καύσιμο: Λιθάνθρακας, Αέριο Υψικαμίνων, Φυσικό Αέριο
- ❖ Project GREEN (2004): Εφαρμογή μικτής καύσης με πελλέτες ξύλου. Μέγιστη δυναμικότητα βιομάζας 65 MWe
- ❖ Project ADVANCED GREEN (2008): Διπλασιασμός δυναμικότητας βιομάζας στα 136 MWe. Ετήσια κατανάλωση 600.000 τόνοι πελλετών ξύλου / έτος.
- ❖ Project MAX GREEN (2010): Αντικατάσταση όλης της ποσότητας λιθάνθρακα με βιομάζα, δυναμικότητα βιοενέργειας 195 MWe
- ❖ Εγκατάσταση συστημάτων διαχείρισης, άλεσης και αποθήκευσης πελλετών





Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Μελέτη Περίπτωσης – Rodenhuize (2/2)

Σύστημα άλεσης βιομάζας



Διαχωριστήρας

Σιλό αποθήκευσης

4 Σφρόμυλοι

Κοσκίνιση, Απομάκρυνση
σιδηρούχων και μη-
σιδηρούχων



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια-Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	--------------------------------------	-----------------------



Περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις

• Σωματίδια - Particles

Κυρίως ανόργανα άλατα και οξείδια μετάλλων

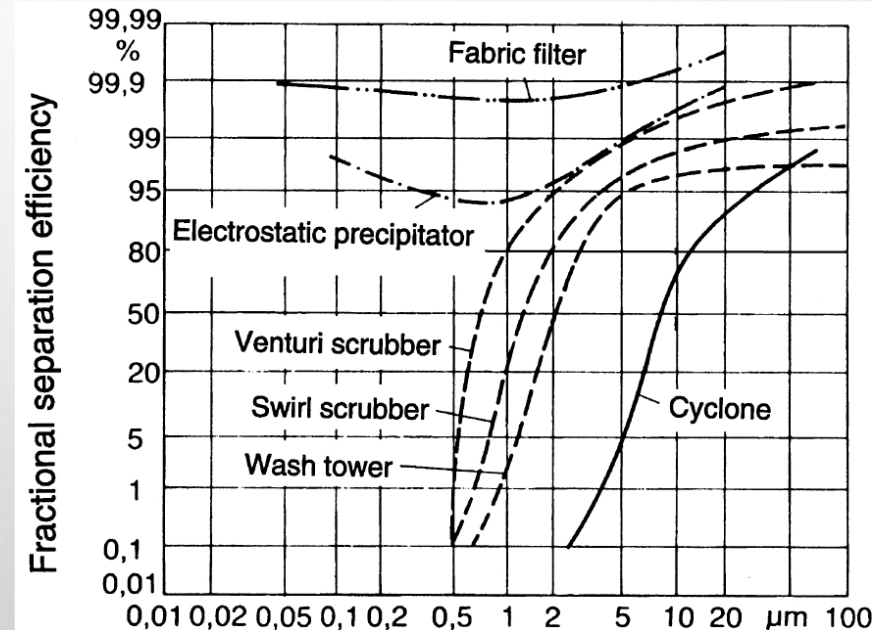
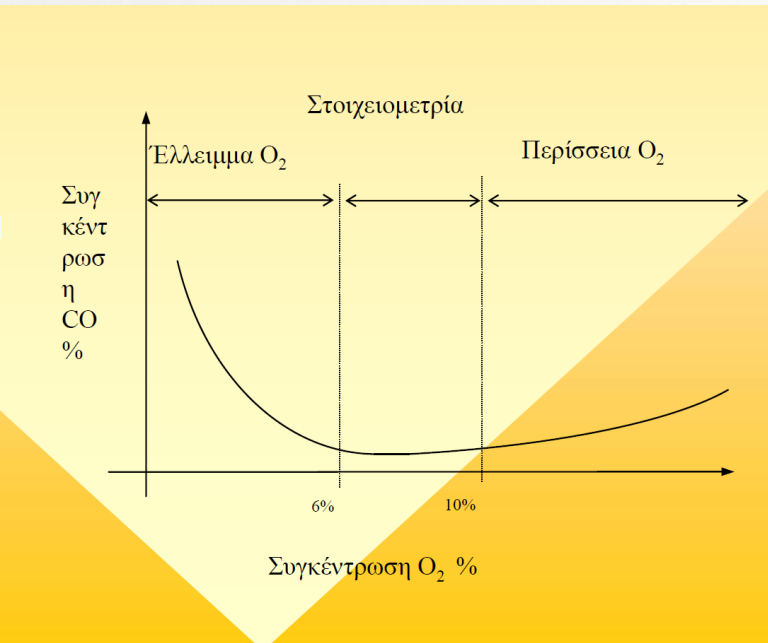
Αντιμετωπίζονται με:

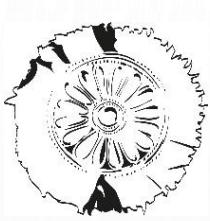
- Φυγοκεντρικό διαχωρισμό – πρώτο στάδιο (για σχετικά μεγάλες διαμέτρους σωματιδίου)
- Σακόφιλτρα
- Η/Σ φίλτρα
- Υγρές πλυντηρίδες (wet scrubber)
- Μονοξείδιο άνθρακα (CO)*

Προϊόν ατελούς καύσης

Αντιμετωπίζεται με:

- Καύσιμο απαλλαγμένο από υγρασία
- Ομοιόμορφη απολαβή θερμότητας
- Ομοιόμορφη κατανομή καυσίμου - οξειδωτικού





Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις

• Οξείδια αζώτου (NO_x)

Ορίζονται ως το σύνολο μονοξειδίου και διοξειδίου

Αρχικά παράγεται **NO**, το οποίο διαχωρίζεται σε:

- Θερμικό - Thermal NO

Οφείλεται στην αντίδραση του ατμοσφαιρικού αζώτου με οξυγόνο.

Παράγεται κυρίως όταν η θερμοκρασία της φλόγας υπερβεί τους 1540 °C

- NO Καυσίμου (Fuel)

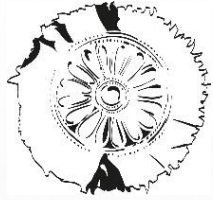
Παράγεται μέσω οξείδωσης του περιεχόμενου αζώτου (όπως και των νιτρικών ριζών) στο καύσιμο

• Διοξείδιο Θείου (SO₂)

Προέρχεται από οξείδωση του στοιχειακού θείου που περιέχεται στο καύσιμο

Οι εκπομπές αντιμετωπίζονται με:

- Επεξεργασία του καυσίμου – μη εφαρμόσιμο για ΑΣΑ
- Απορρόφηση μέσω πρόσθετου – δολομίτη (CaMg(CO₃)₂) ή ασβεστόλιθου (CaCO₃)



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις

• Υδραλογόνα (HCl HCl, HF)

Προέρχεται από αντιδράσεις με το στοιχειακό χλώριο ή φθόριο του καυσίμου, όπως επίσης και από χλωριωμένους ή φθοριωμένους υδρογονάνθρακες

Οι εκπομπές αντιμετωπίζονται με τρόπο αντίστοιχο με το SO₂

• Βαρέα μέταλλα στα καυσαέρια

Τα μέταλλα που βρίσκονται σε αέρια φάση στερεοποιούνται στην ιπτάμενη τέφρα όταν τα καυσαέρια περάσουν σε ψυχρότερες του θαλάμου καύσης περιοχές. Έτσι, η δέσμευση της τέφρας αντιστοιχεί σε δέσμευση των βαρέων μετάλλων.

(Στα ΑΣΑ προέρχονται από έντυπα (Zn), λάστιχα (Cr), μπαταρίες (Hg) και άλλες πηγές)

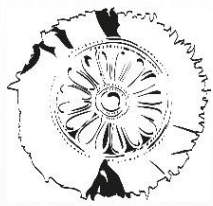
• Διοξίνες – Φουράνια (PCDDs – PCDFs PCDFs)

Έντονα καρκινογόνες ενώσεις ενώσεις, που έγιναν γνωστές κυρίως από το ατύχημα του Σεβέζο (1977).

Βασικό επιχείρημα των πολέμιων της θερμικής αξιοποίησης των ΑΣΑ

• Υπόλοιπες οργανικές ενώσεις

- Πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAHs)
- Πολυχλωριωμένες διφαινόλες (PCBs)



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Απόβλητων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις

Στερεά απόβλητα

- Τέφρα πυθμένα θαλάμου καύσης
- Ιπτάμενη τέφρα. Αποτελεί επικίνδυνο (hazardous) απόβλητο, καθώς είναι φορέας βαρέων μετάλλων σε μη σταθεροποιημένη κατάσταση – μεγάλη πιθανότητα έκλυσης.

Η **αεριοποίηση** και η **πυρόλυση** παράγουν μικρότερα ποσά τέφρας, και τα στερεά τους κατάλοιπα υπόκεινται σε στάδιο πλήρους τήξης και σχηματισμού υαλώδους αδρανούς υπολείμματος. Το πρόβλημα είναι οι πισσώδεις ουσίες που απαιτούν καταλυτική ή θερμική διάσπαση (cracking)

Υγρά απόβλητα

- Blow down λέβητα (στρατσωνισμός)
- Υγρές πλυντηρίδες (εφόσον υπάρχουν)



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Περιβαλλοντική επίδοση συστημάτων θέρμανσης

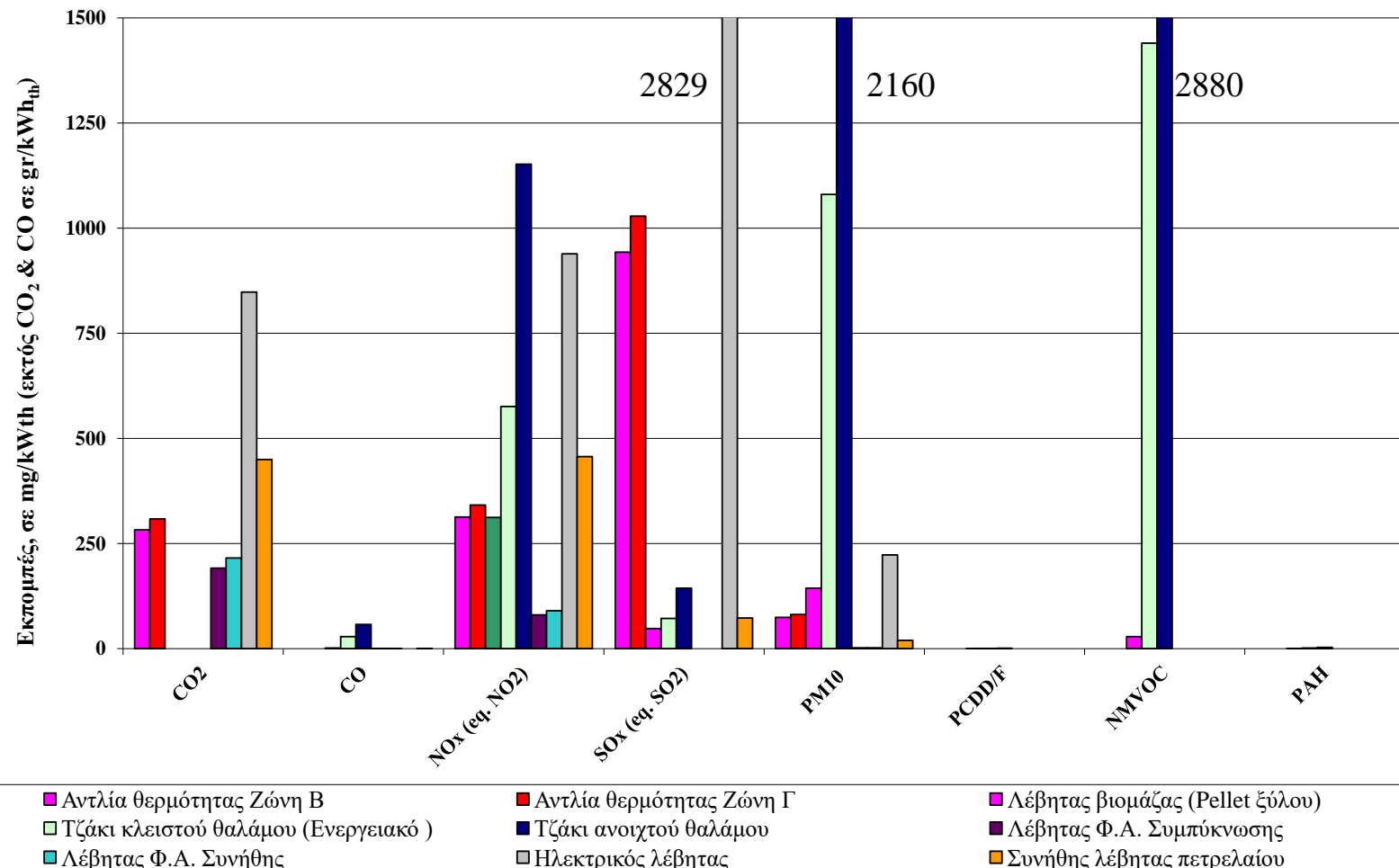
	CO ₂ (gr/kWh _{th})	CO (gr/kWh _{th})	NO _x ως ισοδύναμο NO ₂ (mg/kWh _{th})	SO _x ως ισοδύναμο SO ₂ (mg/kWh _{th})	PM ₁₀ (mg/kWh _{th})	PCDD/F (ng/kWh _{th})	NM VOC (mg/kWh _{th})	PAH (mg/kWh _{th})
Συνήθης λέβητας πετρελαίου	450	0,26	457	73	20,0	n/a	n/a	n/a
Λέβητας Φ.Α. Συνήθης	216	0,13	90	n/a	2,1	n/a	n/a	n/a
Λέβητας Φ.Α. Συμπύκνωσης	191	0,11	80	n/a	1,8	n/a	n/a	n/a
Αντλία θερμότητας Ζώνη Β	283	n/a	313	943	80,0	n/a	n/a	n/a
Αντλία θερμότητας Ζώνη Γ	308	n/a	341	1029	87,0	n/a	n/a	n/a
Ηλεκτρικός λέβητας	848	n/a	939	2829	240,0	n/a	n/a	n/a
Τζάκι ανοιχτού θαλάμου	-	58	1152	144	2160	1,0	2880,0	2,9
Τζάκι κλειστού θαλάμου (Ενεργειακό)	-	29	576	72	1080	0,5	1440,0	1,4
Λέβητας βιομάζας (Pellet ξύλου)	-	1,4	312	48	144	0,3	28,8	0,0



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---------------------------------------	-----------------------



Δείκτες εκπομπών ανά τύπο καυσίμου και τεχνολογιών καύσης

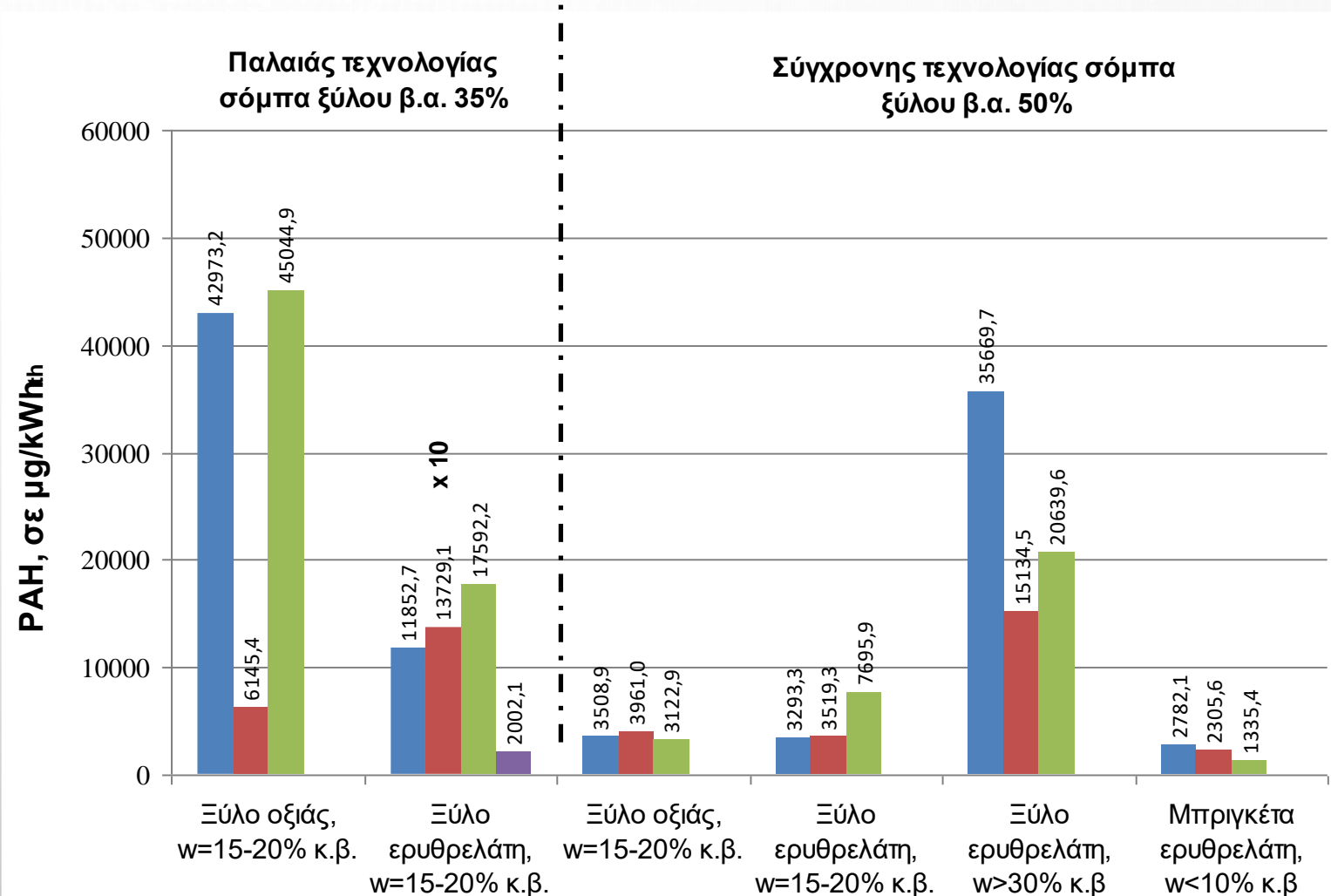




Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---------------------------------------	-----------------------



Δείκτες εκπομπών πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων (ΡΑΗ)

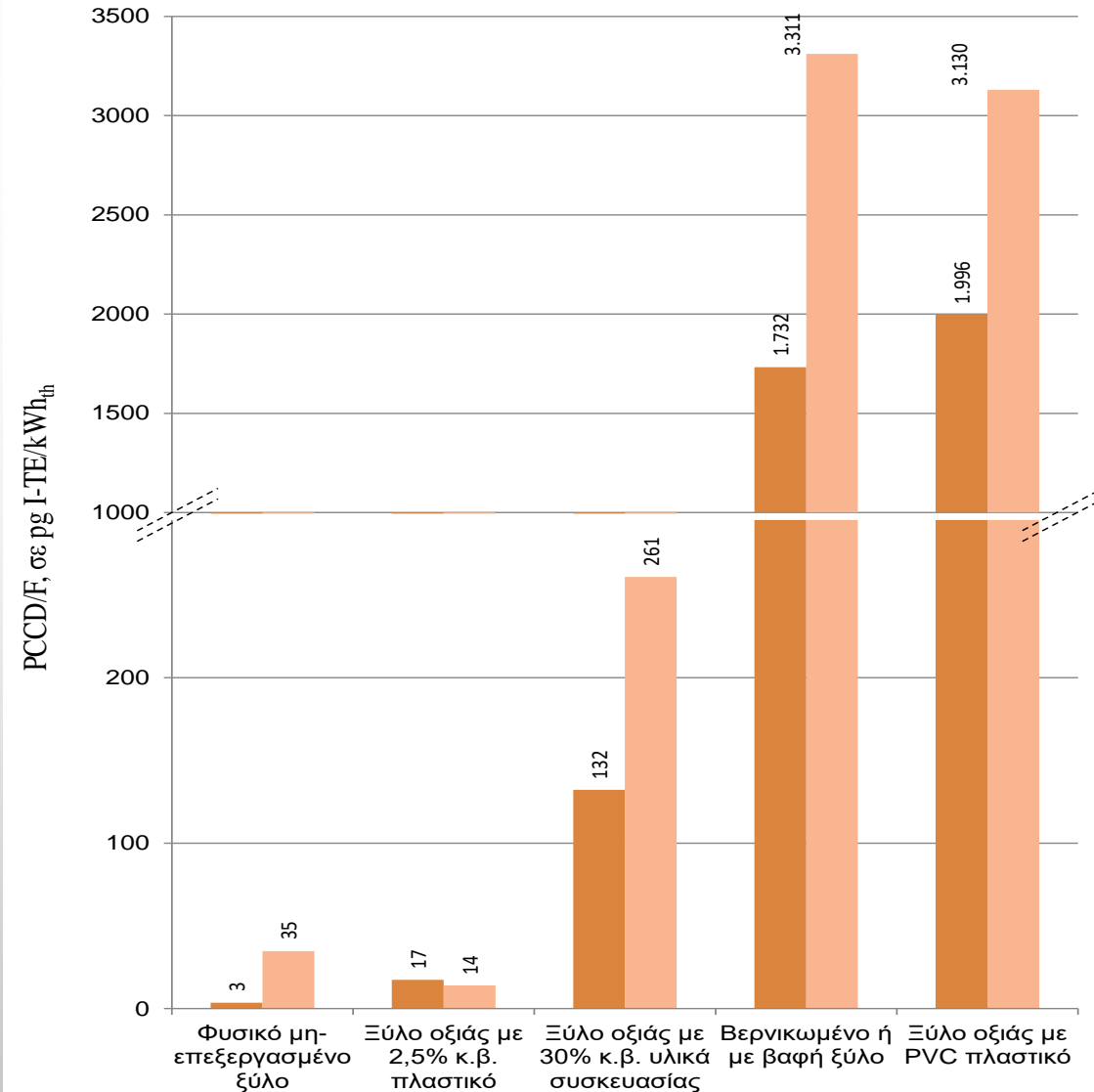




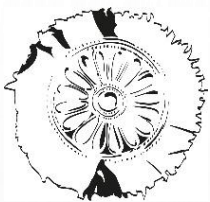
Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---------------------------------------	-----------------------



Διοξίνες-Φουράνια (PCDD/F) κατά την καύση διαφορετικής καθαρότητας ξύλου σε μια σόμπα ξύλου



Πηγή: T. Launhardt, A. Strehler, R. Dumler - Gradl, H. Thoma, O. Vierle "PCDD/F- and PAH- Emission from House Heating Systems" Chemosphere, Vol.37, Nos 9-12, pp. 2013-2020, 1998



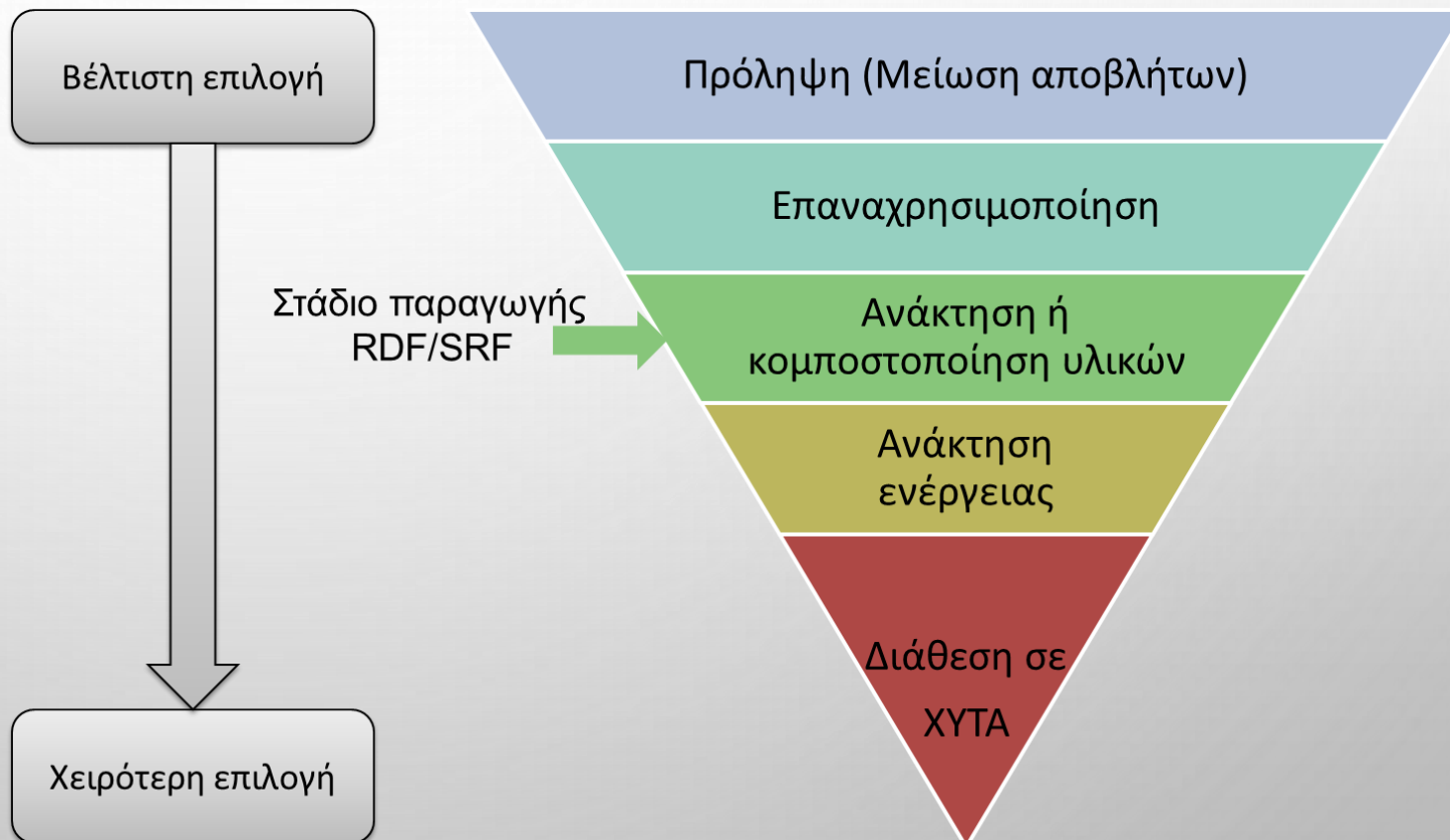
Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---------------------------------------	-----------------------



Πρακτικές επεξεργασίας απορριμμάτων στην ΕΕ– Μελλοντικοί Στόχοι

□ Οι εθνικές στρατηγικές επεξεργασίας απορριμμάτων περιλαμβάνουν:

- Ανάκτηση υλικών σε εργοστάσια Μηχανικής και Βιολογικής Επεξεργασίας (MBT)
- Ανάκτηση υλικών & Αποτέφρωση MSW



Πύραμιδα ιεραρχίας προτεραιοτήτων διαχείρισης αποβλήτων (Οδ. 2008/98/ΕΚ)



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---------------------------------------	-----------------------

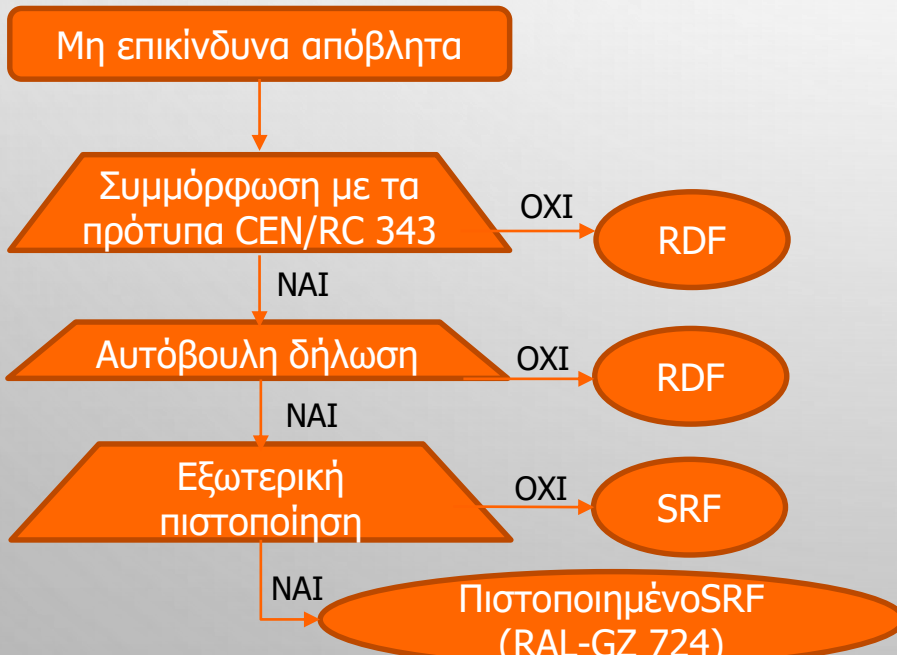
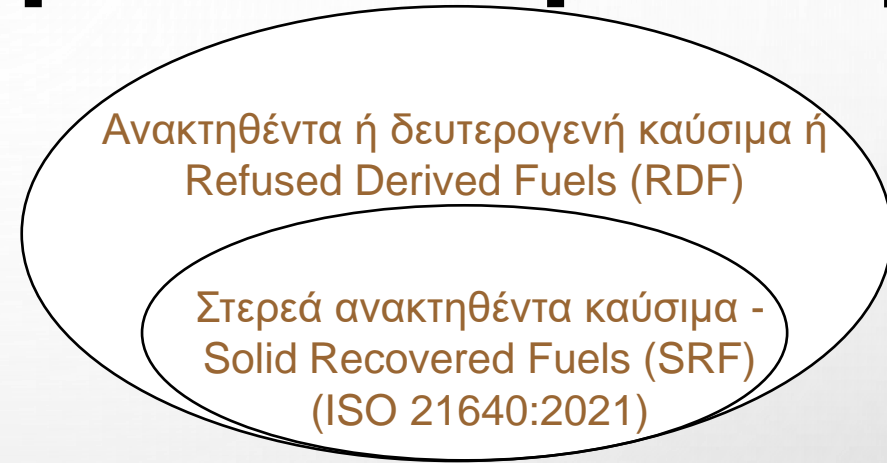


Ανακτηθέντα Καύσιμα: Ορισμοί και Ονοματολογία

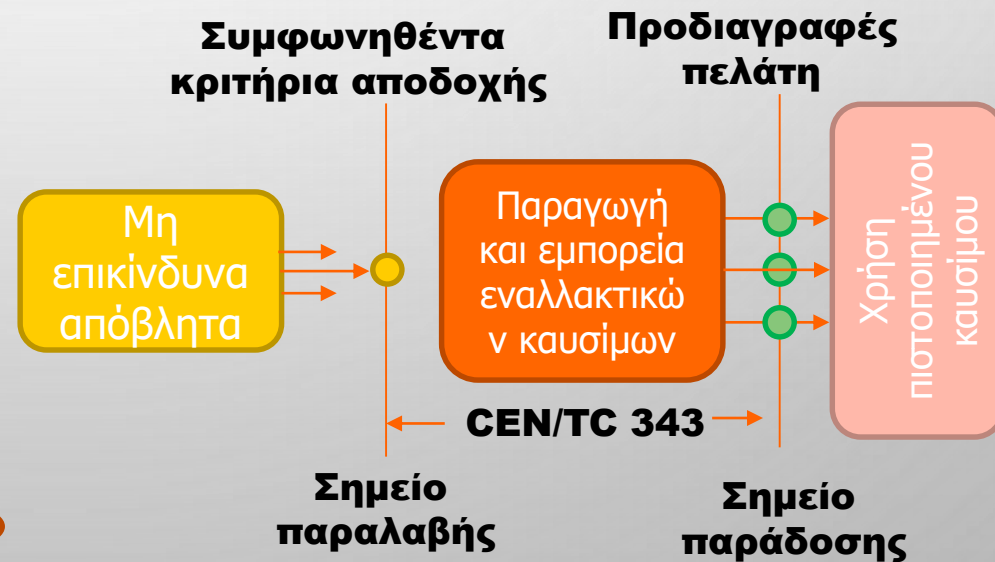
Ο όρος RDF (Refuse Derived Fuels) είναι γενικός και περιλαμβάνει όλα τα ανακτηθέντα καύσιμα

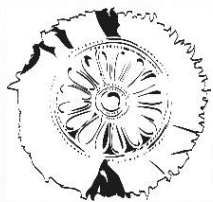
Ορισμός – *Solid Recovered Fuels (SRF)*

«Καύσιμα που παράγονται από κλάσματα μη επικίνδυνων αποβλήτων υψηλής θερμογόνου ικανότητας και προορίζονται για ενεργειακή αξιοποίηση στη βιομηχανία»



Σκοπός του ISO 21640:2021





Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Ενεργειακή αξιοποίηση RDF Πλεονεκτήματα-Ανησυχίες

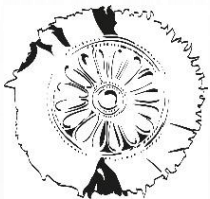
Πλεονεκτήματα ενεργειακής αξιοποίησης

- Μείωση του όγκου απορριμμάτων που οδηγούνται για απόθεση και αξιοποίηση υπολειπομένου ρεύματος (με περαιτέρω διαχωρίσιμου) προς παραγωγή ηλεκτρικής ή/και θερμική ενέργειας
- Ώριμη τεχνολογία για δυναμικότητα μεγάλης κλίμακας μονάδων
- Εξοικονόμηση ορυκτών καυσίμων
- Μείωση της επίδρασης στο φαινόμενο του θερμοκηπίου μέσω της αξιοποίησης του βιογενούς κλάσματος
- Αξιοποίηση υφιστάμενων εγκαταστάσεων (τσιμεντοβιομηχανία, ηλεκτροπαραγωγή) για μικτή καύση του SRF: Μικρό κόστος επένδυσης και επωφελείς οικονομίες κλίμακας

Ανησυχίες

- Ανησυχία σχετικά με τις αποκλίσεις των ελέγχων που εφαρμόζονται σε μονάδες αποκλειστικής αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης
- Ποιοτικός έλεγχος καυσίμου, πιθανοί ρυπαντές στο SRF (Cl, Βαρέα μέταλλα)
- Απαραίτητη η κοινωνική αποδοχή και εμπιστοσύνη

**Ανάγκη για
προτυποποίηση και
κατηγοριοποίηση του
SRF**



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Ενδεικτικά έργα παραγωγής ανακτηθέντων καυσίμων στην Ευρώπη και Ελλάδα



Μονάδα Μηχανικής και Βιολογικής Επεξεργασίας στο Osnabruck

- ❑ Δυναμικότητα : 105.000 t/a
- ❑ Η μονάδα χρησιμοποιεί τεχνολογίες μηχανικού διαχωρισμού
- ❑ Το οργανικό κλάσμα των εισερχόμενων απορριμμάτων επεξεργάζεται μέσω αερόβιας επεξεργασίας για παραγωγή SRF

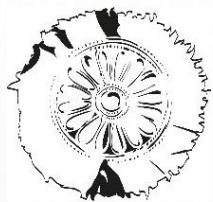


Polystabilat: POLYgeneration through gasification of the solid recovered fuel STABILAT

Μονάδα Μηχανικής Ανακύκλωσης Εμπορο-βιομηχανικών Στερεών Αποβλήτων (BEΑΣ) και παραγωγή SRF – WATT A.E.

- ❑ Η μονάδα της WATT A.E. λειτουργεί από τις αρχές του 2010 στο Δ. Κρωπίας
- ❑ Η μονάδα Μηχανικής Ανακύκλωσης έχει ετήσια δυναμικότητα 100.000 τόνων Δημοτικών Αποβλήτων («μπλε κάδος»)
- ❑ Η μονάδα συμβάλλει σημαντικά στην επίτευξη των στόχων ανακύκλωσης και στην ενδυνάμωση της αγοράς δευτερογενών προϊόντων (επαναχρησιμοποίηση υλικών)





Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



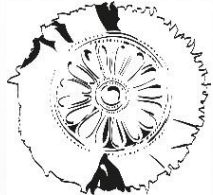
Στερεά Ανακτηθέντα Καύσιμα – Τυποποίηση

Το πρότυπο **ISO 21640:2021** καθορίζει όλα τα απαραίτητα πρότυπα και διαδικασίες σχετικά με τα **στερεά ανακτηθέντα καύσιμα (SRF)**

- Η κατηγοριοποίηση των SRF λαμβάνει υπόψη οικονομικές (ΚΘΙ), τεχνικές (% κ.β. Cl) και περιβαλλοντικές παραμέτρους (% κ.β. Hg), όπως στον παρακάτω πίνακα.

Ιδιότητα Ταξινόμησης		Μονάδες	Κατηγορίες				
			1	2	3	4	5
Κ.Θ.Ι.	Στατιστική μέτρηση (μέσος όρος)	MJ/kg ως έχει	≥25	≥20	≥15	≥10	≥3
Χλώριο (Cl)	Στατιστική μέτρηση (μέσος όρος)	% επί ξηρού	≤0,2	≤0,6	≤1,0	≤1,5	≤3,0
Υδράργυρος (Hg)	Διάμεσος τιμή	mg/MJ ως έχει	≤0,02	≤0,03	≤0,08	≤0,15	≤0,50
	80° εκατοστημόριο		≤0,04	≤0,06	≤0,16	≤0,30	≤1,00

- Η κατηγοριοποίηση του SRF διευκολύνει την αποδοχή του και την ανάπτυξη βιώσιμων εμπορικών εφαρμογών.
- Η προτυποποίηση του SRF αποτελεί ένα σημαντικό κίνητρο για τις μονάδες μηχανικής ανακύκλωσης και μηχανικής-βιολογικής επεξεργασίας-MBT (βελτίωση προϊόντος).



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Πιστοποίηση εργαστηρίου ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ κατά ISO17025 – αναλύσεις ανακτηθέντων καυσίμων

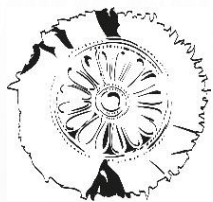
ΑΝΘΡΑΚΑ	Εφαρμοζόμενο Πρότυπο
Υγρασία	ASTM D7582
Τέφρα	ASTM D7582
Πτητικά	ASTM D7582
Θερμογόνος	ASTM D5865
Χλώριο	ASTM D4208
Στοιχειακή	ASTM D5373
Θείο	ASTM d4239
Βαρέα μέταλλα και ιχνοστοιχεία	ASTM d6349

SRF	Εφαρμοζόμενο Πρότυπο
Υγρασία	EN 15414-1
Τέφρα	ISO 21656
Πτητικά	ISO 22167
Θερμογόνος	ISO 21654
Χλώριο	ISO 22940
Στοιχειακή	ISO 21663
Θείο	ISO 22940
Βαρέα μέταλλα και ιχνοστοιχεία	EN 15411
Βιογενές κλάσμα	ISO 21644
Συμπεριφορά Τήξης Τέφρας	CEN/TR 15404

ΒΙΟΜΑΖΑ	Εφαρμοζόμενο Πρότυπο
Υγρασία	ISO 18134-1
Τέφρα	ISO 18122
Πτητικά	ISO 18123
Θερμογόνος	ISO/DIS 18125
Χλώριο	ISO/TS 16996
Στοιχειακή	ISO 16948
Θείο	ISO/TS 16996
Βαρέα μέταλλα και ιχνοστοιχεία	ISO 16976
Συμπεριφορά Τήξης Τέφρας	CEN/TS 15370-1



✓ Χημικές και φυσικοχημικές δοκιμές στερεών καυσίμων (ASTM), βιομάζας (CEN 335) και στερεών ανακτηθέντων καυσίμων–SRF (CEN 343)



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------

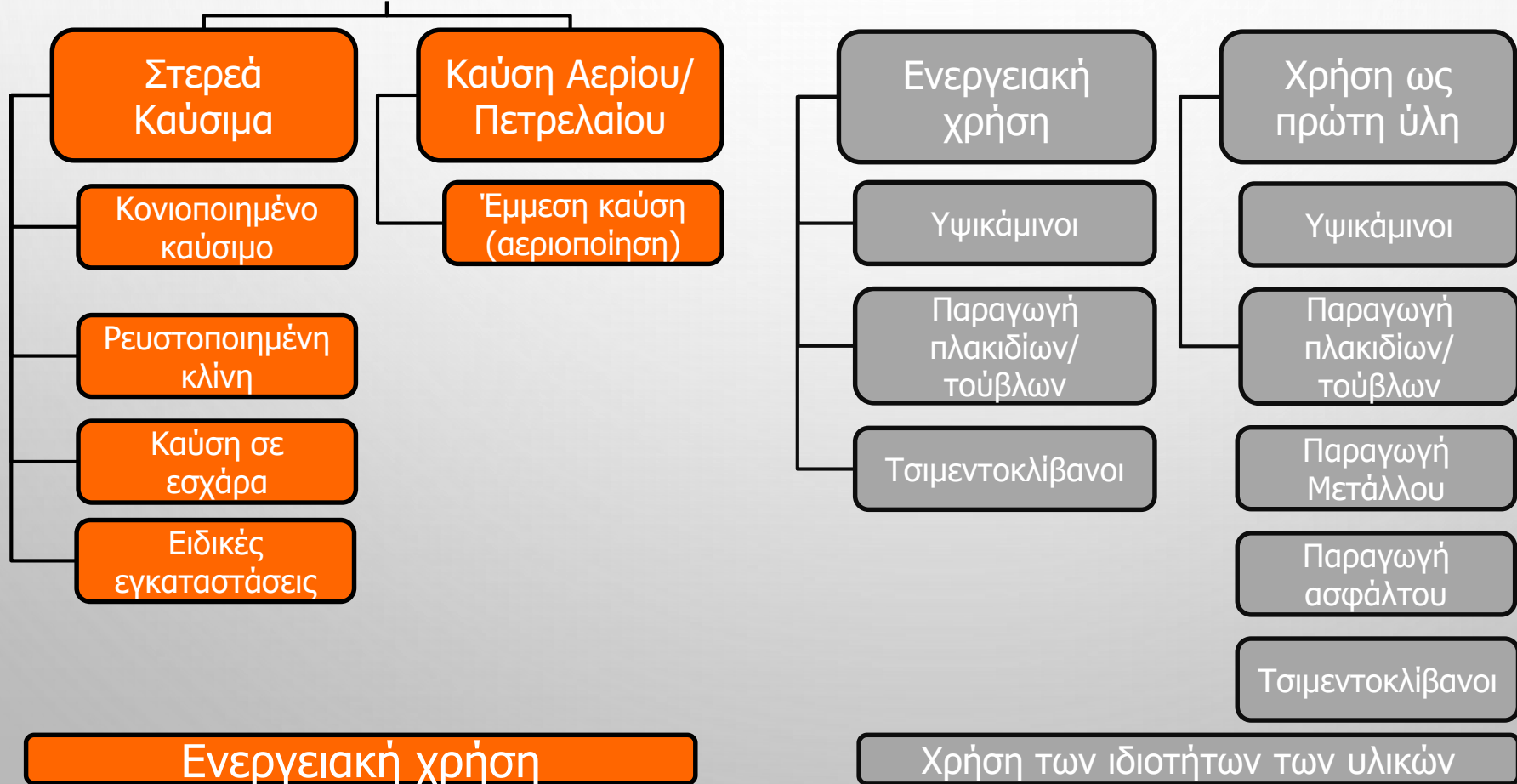


Στερεά Ανακτηθέντα Καύσιμα – Χρήσεις

Αξιοποίηση Στερεών ανακτηθέντων καυσίμων

Σταθμοί παραγωγής ενέργειας

Βιομηχανικές Διεργασίες





Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Αυτόνομη ενεργειακή αξιοποίηση RDF/SRF

Η μονάδα συμπαραγωγής RDF/SRF στο Industriepark Höchst

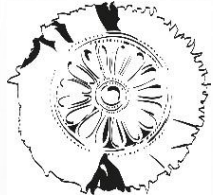


- Η μονάδα υλοποιείται στο Industriepark Höchst και θα αξιοποιεί 675.000 τόνους RDF/SRF σε ετήσια βάση, παράγοντας ~70 MWe (~250 kg ατμού/h).
- Η μονάδα συμπαραγωγής αξιοποιεί την τεχνολογία ρευστοποιημένης κλίνης με εσωτερική ανακυκλοφορία (ICFB) της εταιρείας EBARA.

Η μονάδα συμπαραγωγής της Vattenfall Europe



- Η μονάδα υλοποιείται στο λιμάνι του Rostock και θα επεξεργάζεται 230.000 τόνους το έτος. Συνολική παραγωγή 20 MWe



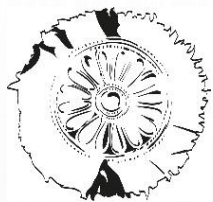
Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Περιβαλλοντικό αποτύπωμα μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης RDF

Σύγκριση ενεργειακής αξιοποίησης RDF και ορυκτών καυσίμων σε σχέση με την επίδραση τους στο φαινόμενο του θερμοκηπίου

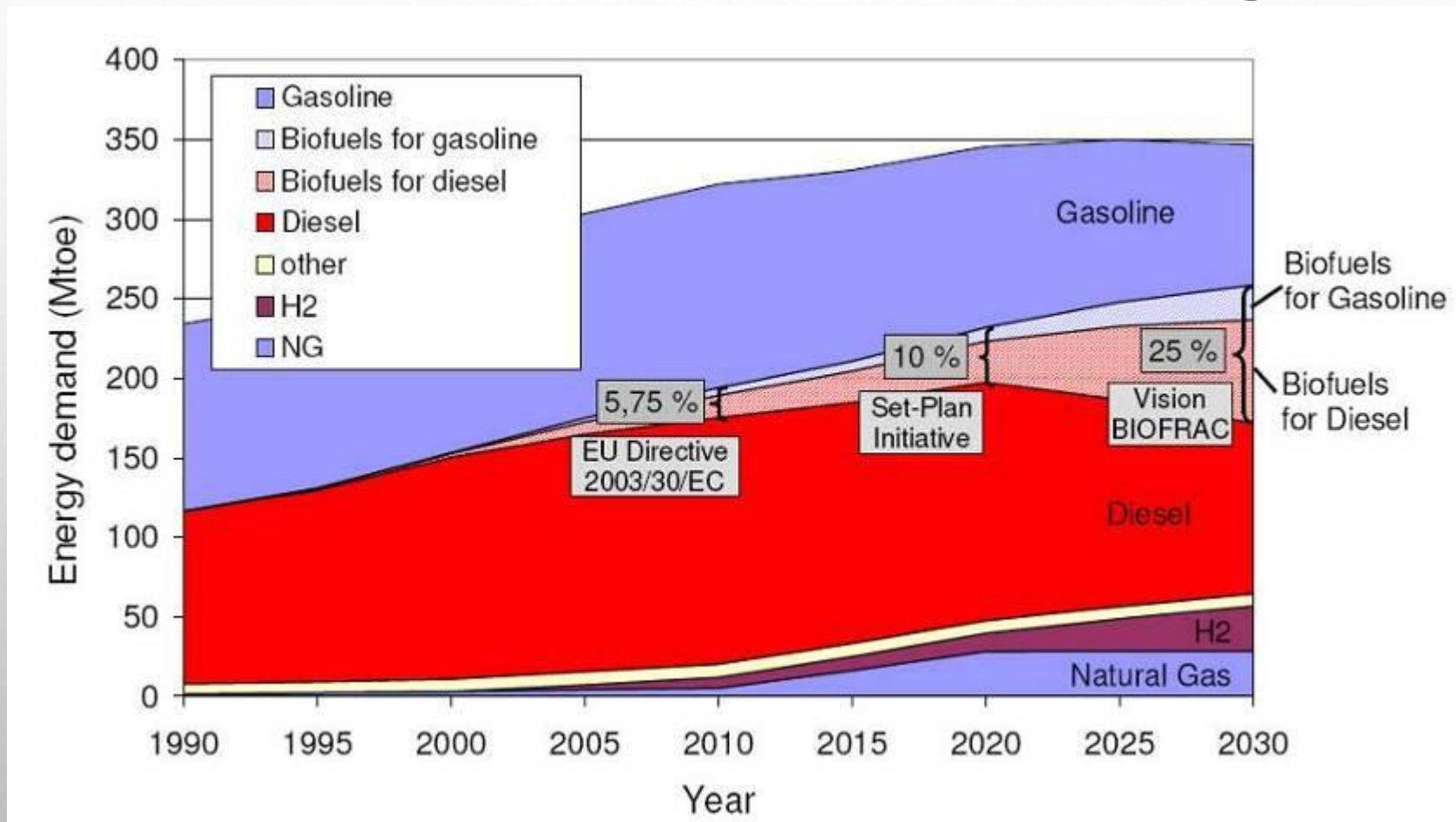
Καύσιμο	Θερμογόνος ικανότητα (MJ/kg)	Συνολικός συντελεστής εκπομπών CO ₂ (tn CO ₂ /GWh)	Συνολικός συντελεστής εκπομπών CO ₂ (tn CO ₂ /tn καυσίμου)	Βιογενές κλάσμα (%)	Συντελεστής εκπομπών CO ₂ με τη θεώρηση του βιογενούς κλάσματος (tn CO ₂ /GWh)
Λιγνίτης	7.8	382,12	828	0%	382.12
Λιθάνθρακας	30	329,56	2.746	0%	329.56
Πετρέλαιο	35,4	266,4	2.620	0%	266,4
Φυσικό αέριο	31,7	201,6	1.775	0%	201,6
RDF	12.9	374.82	1.340	51.71%	181



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια-Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	---------------------------	--------------------------------------	-----------------------



Ισχύον νομοθετικό πλαίσιο, Οδοχάρτης καυσίμων ΕΕ



Πηγή: Ευρωπαϊκή Τεχνολογική Πλατφόρμα Βιοκαυσίμων (WG3)
Αναφορά: 02.08.2007



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα

Το κυρίαρχο νομοθετικό πλαίσιο αποτελεί ο Νόμος [3851/2010](#) για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και ο οποίος έρχεται να αναβαθμίσει το πρότερο νομικό πλαίσιο για τις ΑΠΕ.

Εγκαταστάσεις με
χρήση βιομάζας

Παραγωγή ηλεκτρικής
ενέργειας από:

(€/MWh)

(θ) Βιομάζα που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ ≤ 1 MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)

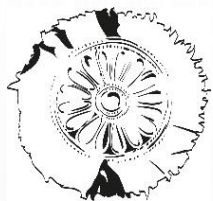
200

(ι) Βιομάζα που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ > 1 MW και ≤ 5 MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)

175

(ια) Βιομάζα που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ > 5 MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)

150



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	---------------------------	---	--------------------------



Νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα

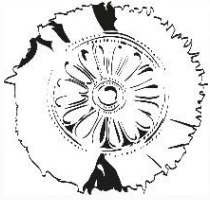
ΦΕΚ Αριθμ. **198/2013** - Καύσιμα στερεής βιομάζας για μη βιομηχανική χρήση –
Απαιτήσεις και Μέθοδοι Δοκιμών.

- (α) εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης κτιρίων (αποκλειστικά για τη θέρμανση των χώρων αυτών)
- (β) εγκαταστάσεις θέρμανσης νερού χρήσης ή παραγωγής ατμού (ξενοδοχεία, νοσοκομεία, κλινικές, γυμναστήρια, κολυμβητήρια, πισίνες, λουτρικές εγκαταστάσεις και στεγνοκαθαριστήρια,
- (γ) τοπικές θερμάνσεις

Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14588 - «Στερεά βιοκαύσιμα – Ορολογία, ορισμοί εννοιών και περιγραφές»

Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14778 - Διαδικασία δειγματοληψίας

Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14780 - Προετοιμασία του δείγματος καυσίμων στερεής βιομάζας

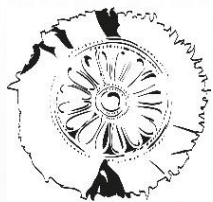


Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Υγροποιημένο Φυσικό αέριο (ΥΦΑ)/ Liquefied Natural Gas (LNG)

- Υγροποιημένο Φυσικό αέριο (LNG) είναι το φυσικό αέριο που έχει ψυχθεί και έχει αποκτήσει υγρή μορφή (-160°C)
- Το LNG καταλαμβάνει 600 φορές μικρότερο χώρο από ότι το ΦΑ του αγωγού - ευκολότερη μεταφορά
- Η διαδικασία της υγροποίησης απομακρύνει το οξυγόνο, το διοξείδιο του άνθρακα, τις ενώσεις του θείου, και το νερό από το φυσικό αέριο.
- Υψηλή θερμογόνο δύναμη (ΚΘΙ = 48 MJ / kg) σε σύγκριση με το ντίζελ (ΚΘΙ = 42 MJ / kg)



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια-Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	-----------------------

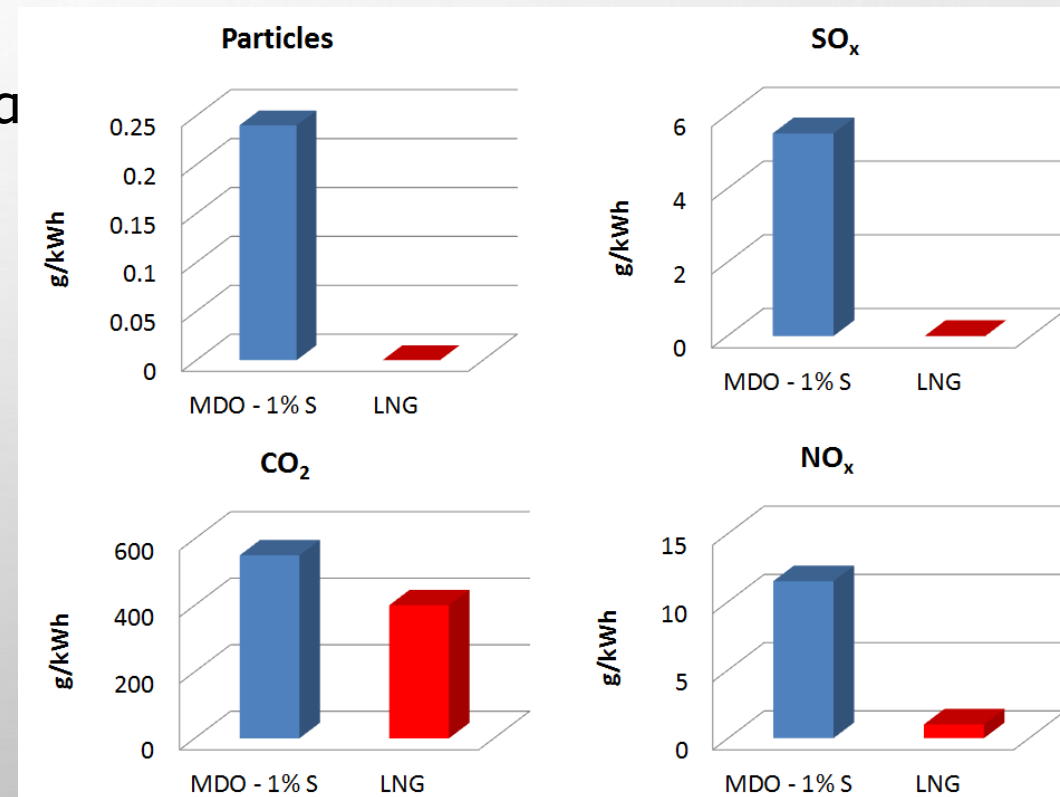


Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο (LNG) ως καύσιμο πλοίων

- ✓ Φιλικό προς το περιβάλλον
- ✓ Ασφαλής, ώριμη, διαθέσιμη τεχνολογία
- ✓ Χαμηλότερο λειτουργικό κόστος από ότι σε εναλλακτικές επιλογές (Scrubbers+ μαζούτ)
- ✓ Καθαρό καύσιμο, δεν υπάρχει ανάγκη για μετ' επεξεργασία

ΥΦΑ vs μαζούτ

- ✓ 100% χαμηλότερες εκπομπές SO_x
- ✓ 20-25% χαμηλότερες εκπομπές CO₂
- ✓ 90% χαμηλότερες εκπομπές NO_x
- ✓ Φθηνότερο καύσιμο





Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	--	--------------------------



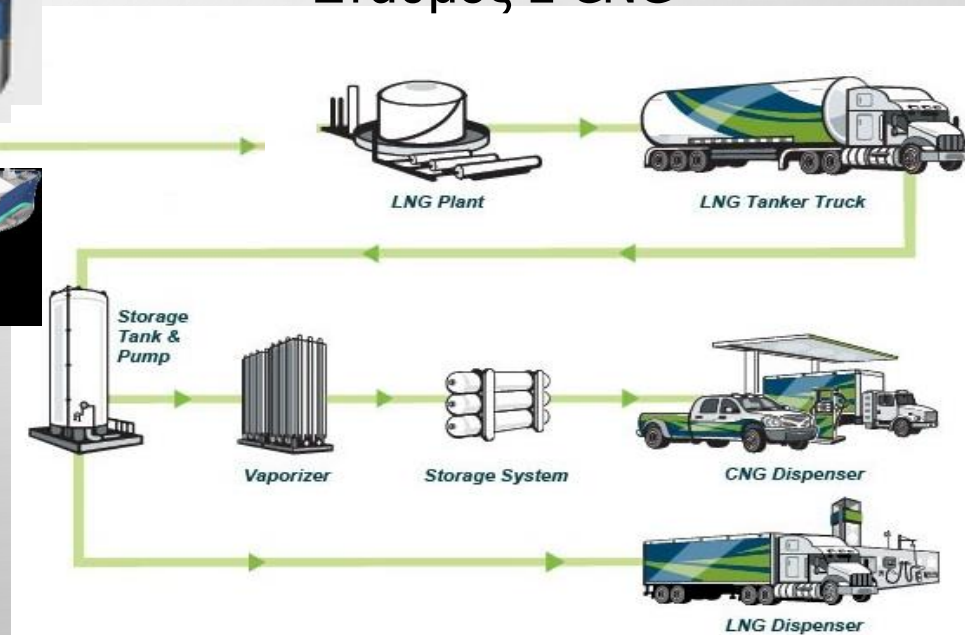
LNG για τελική χρήση

Το LNG είναι ένα καύσιμο το οποίο θα χρησιμοποιηθεί σε διάφορες μορφές σε ένα μεγάλο αριθμό εφαρμογών τελικής χρήσης:

- 1) LNG για τα οχήματα και σκάφη
- 2) LNG ΣΦΑ (Συμπιεσμένο Φ.Α) CNG για οχήματα και άλλες χρήσεις
- 3) LNG ΦΑ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας



Σταθμός L CNG





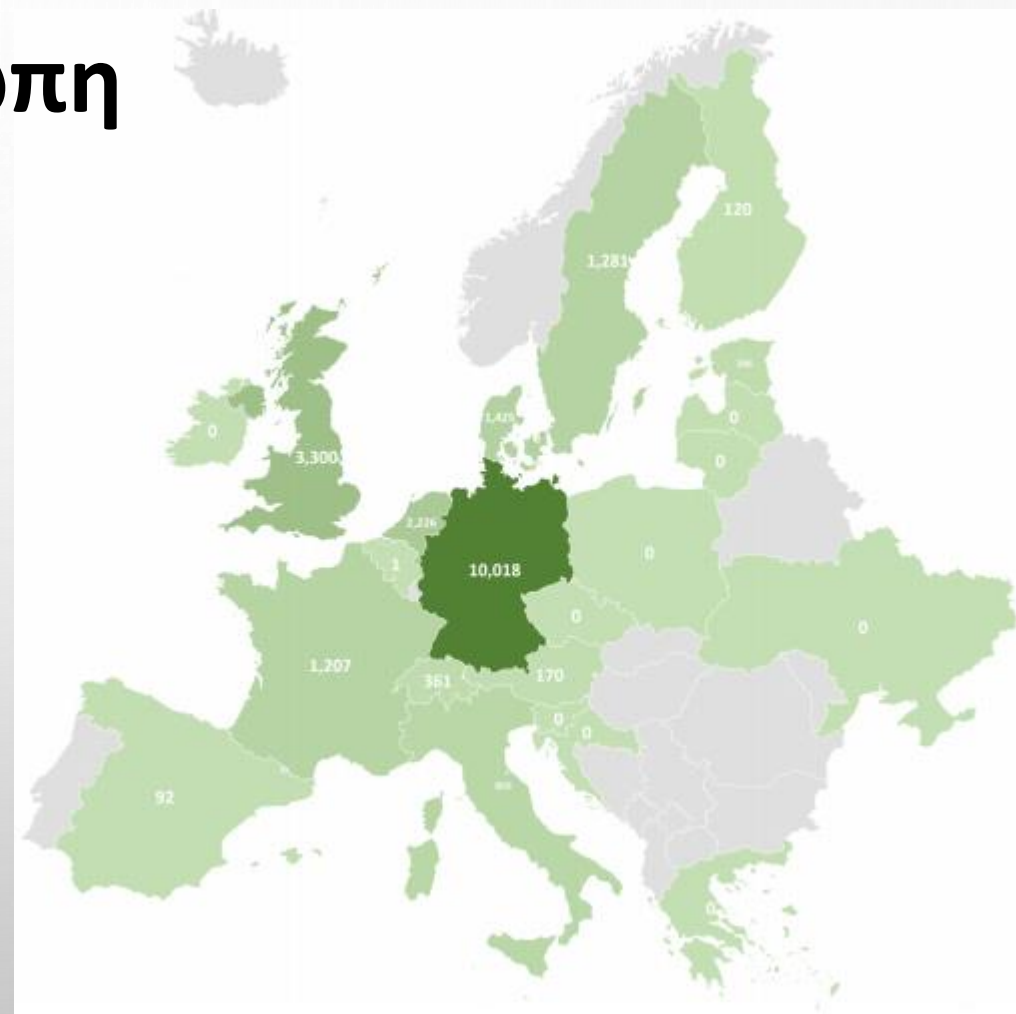
Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια-Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	--------------------------------------	-----------------------



Βιοαέριο

Υφιστάμενη κατάσταση στην Ευρώπη

- Οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή ανανεώσιμων αερίων είναι: η Γερμανία, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ολλανδία, η Δανία, η Σουηδία και η Γαλλία.
- Μόνο η Σουηδία και η Γερμανία αναφέρουν παραγωγή ανανεώσιμων αερίων μέσω αεριοποίησης ή μεθανίου από ηλεκτρική ενέργεια (Power-to-Methane).
- Στατιστικά στοιχεία του EBA (τέλος του 2019): **707 εγκαταστάσεις βιομεθανίου** με παραγωγή **3 bcm**, 2.5% υγροποιημένο.



Πηγή EBA

Παραγωγή ανανεώσιμων αερίων ανά χώρα το 2018 (GWh/y)

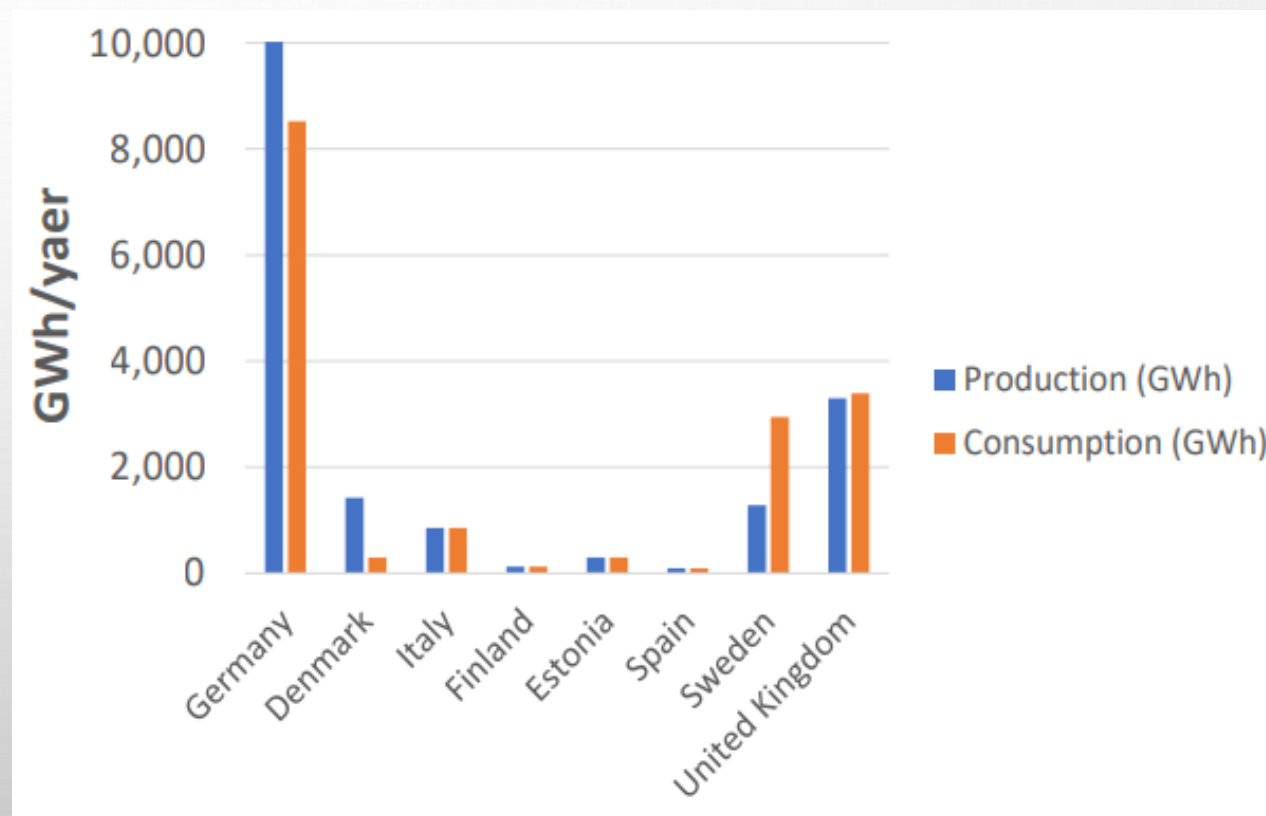


Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια-Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	--------------------------------------	-----------------------



Συνολική παραγωγή βιομεθανίου σε σύγκριση με τη συνολική κατανάλωση ανά χώρα

- Κατανάλωση σε μια χώρα = Εφαρμογή τελικής χρήσης στη συγκεκριμένη χώρα
- Στις περισσότερες χώρες υπάρχει ισορροπία Παραγωγής – Κατανάλωσης.
- **Σουηδία:** τα κίνητρα εστιάζονται στην πλευρά της κατανάλωσης, ενώ τα περισσότερα άλλα κράτη επικεντρώνονται στην παραγωγή → *Η Σουηδία εισάγει βιομεθάνιο.*



* Το γράφημα δείχνει μόνο χώρες όπου υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα τόσο για την παραγωγή όσο και για την κατανάλωση.

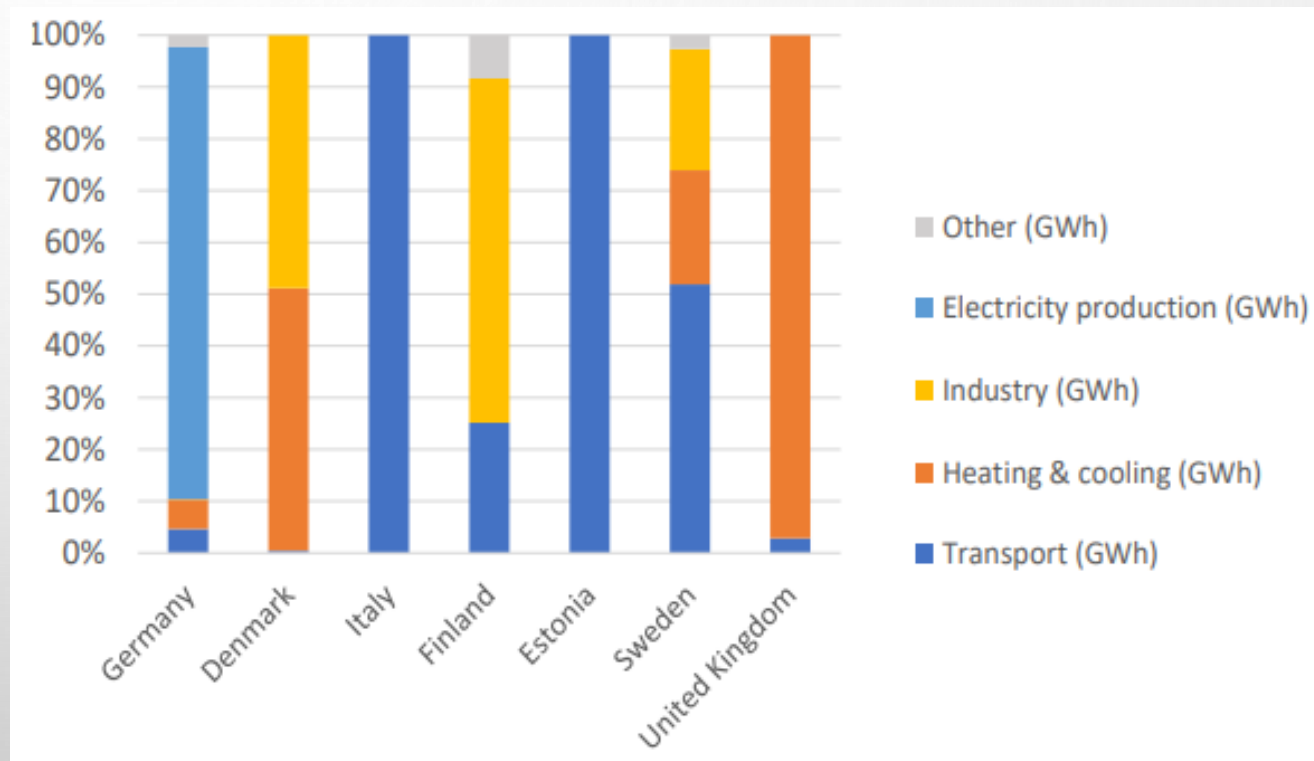


Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	--	--------------------------

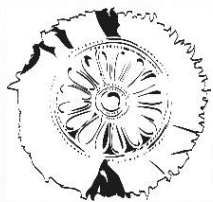


Κατανάλωση βιομεθανίου ανά τομέα & χώρα

- Κατανομή διαφορετικών εφαρμογών τελικής χρήσης για βιομεθάνιο.
- Οι μέθοδοι μέτρησης μπορεί να διαφέρουν μεταξύ των χωρών και οι τελικές χρήσεις εξαρτώνται από του νομοθετικό πλαίσιο στην κάθε χώρα
- Οι διαδρομές τελικής χρήσης εξαρτώνται κυρίως από τους Κανονισμούς στην εκάστοτε χώρα.
- **Σουηδία:** Μεταφορές λόγω ευνοϊκού συστήματος στήριξης.
- **Ιταλία:** Μεταφορές, που διευκολύνονται από την ήδη υπάρχουσα υποδομή και στόλο οχημάτων μεθανίου.
- **Γερμανία:** Μονάδες ΣΗΘ λόγω τιμολόγησης τροφοδοσίας (Feed-in-Tariff).



Πηγή EBA

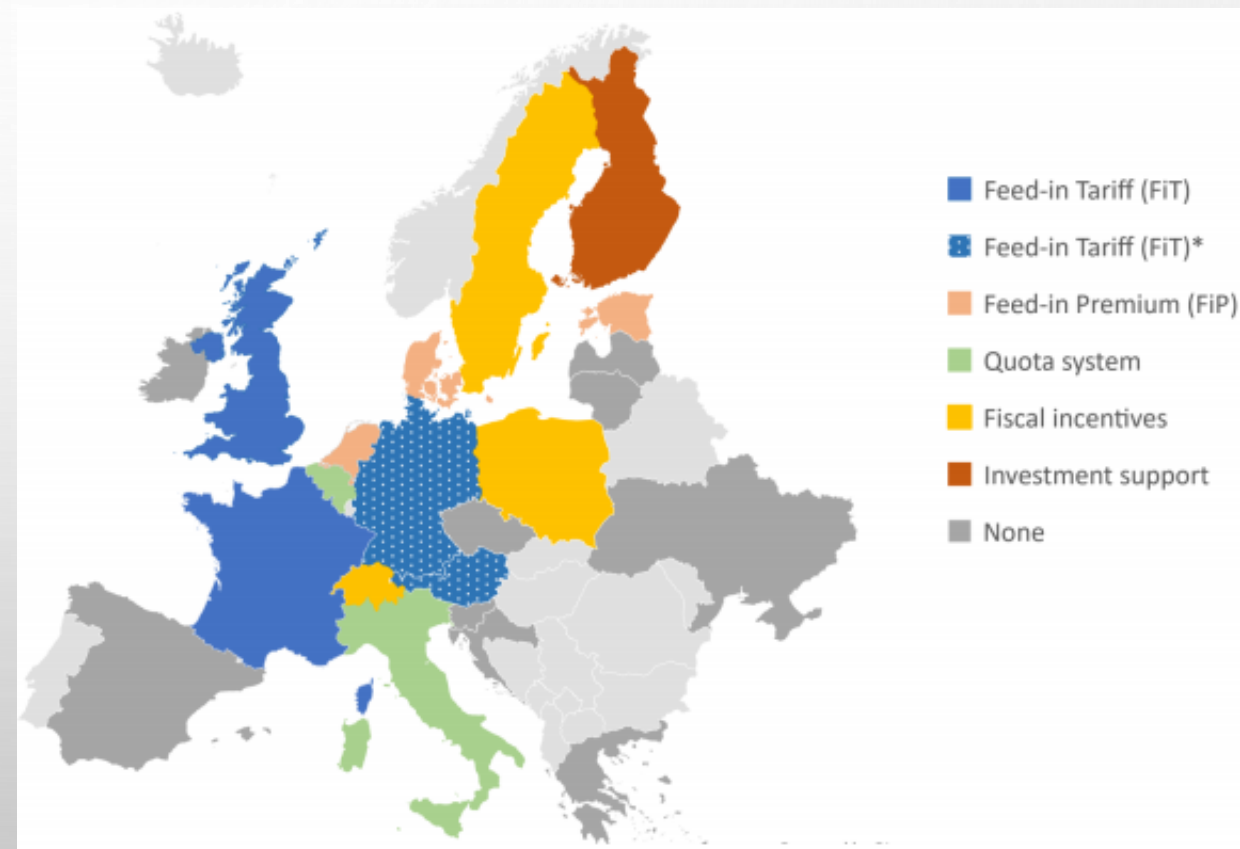


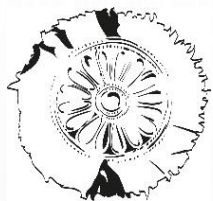
Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Καθεστώτα στήριξης με τη μεγαλύτερη επίδραση στην αγορά βιομεθανίου ανά χώρα

- Το πιο συχνά εφαρμοζόμενο καθεστώς στήριξης για το βιομεθάνιο στην Ευρώπη είναι η τιμολόγηση βάσει συστήματος σταθερών εγγυημένων τιμών (**Feed-in Tariff**).
- **Αυστρία και Γερμανία:** τα συστήματα στήριξης ισχύουν μόνο όταν η τελική χρήση βιομεθανίου αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- **Βέλγιο:** εφαρμόζεται μόνο στη Βαλονία.
- **Βέλγιο - Φλάνδρα:** προς το παρόν δεν υπάρχει μηχανισμός υποστήριξης για το βιομεθάνιο, μικρή επενδυτική υποστήριξη.



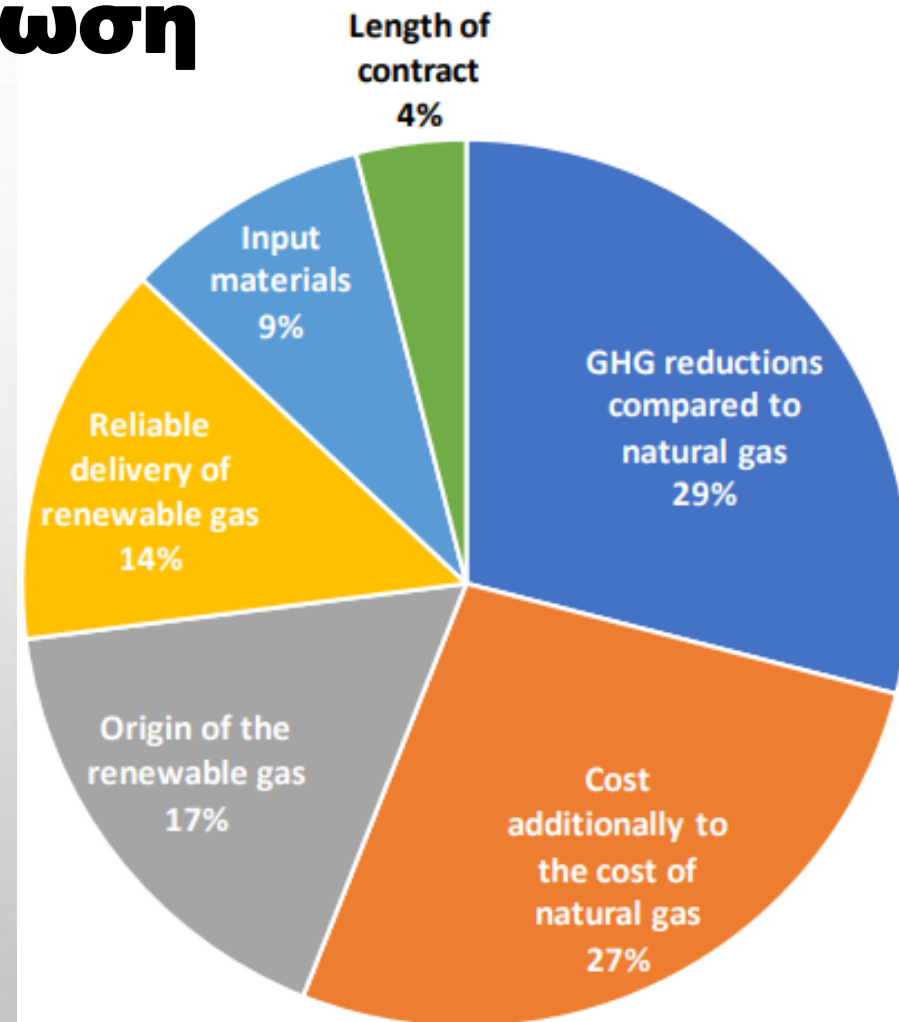


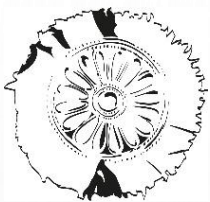
Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	--	--------------------------



Σημασία των διαφόρων πτυχών του ανανεώσιμου αερίου για κατανάλωση

- Η χαρτογράφηση που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του έργου REGATRACE εντόπισε τις προτιμήσεις των καταναλωτών για διαφορετικούς τύπους ανανεώσιμων αερίων.
- Το σχήμα δείχνει τη σχετική σημασία των διαφορετικών ιδιοτήτων των ανανεώσιμων αερίων.
- Η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έχει τον υψηλότερο αντίκτυπο στην επιλογή των καταναλωτών (29%), ακολουθούμενη από το επιπρόσθετο κόστος σε σύγκριση με αυτό του φυσικού αερίου (27%).





Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια-Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	-----------------------

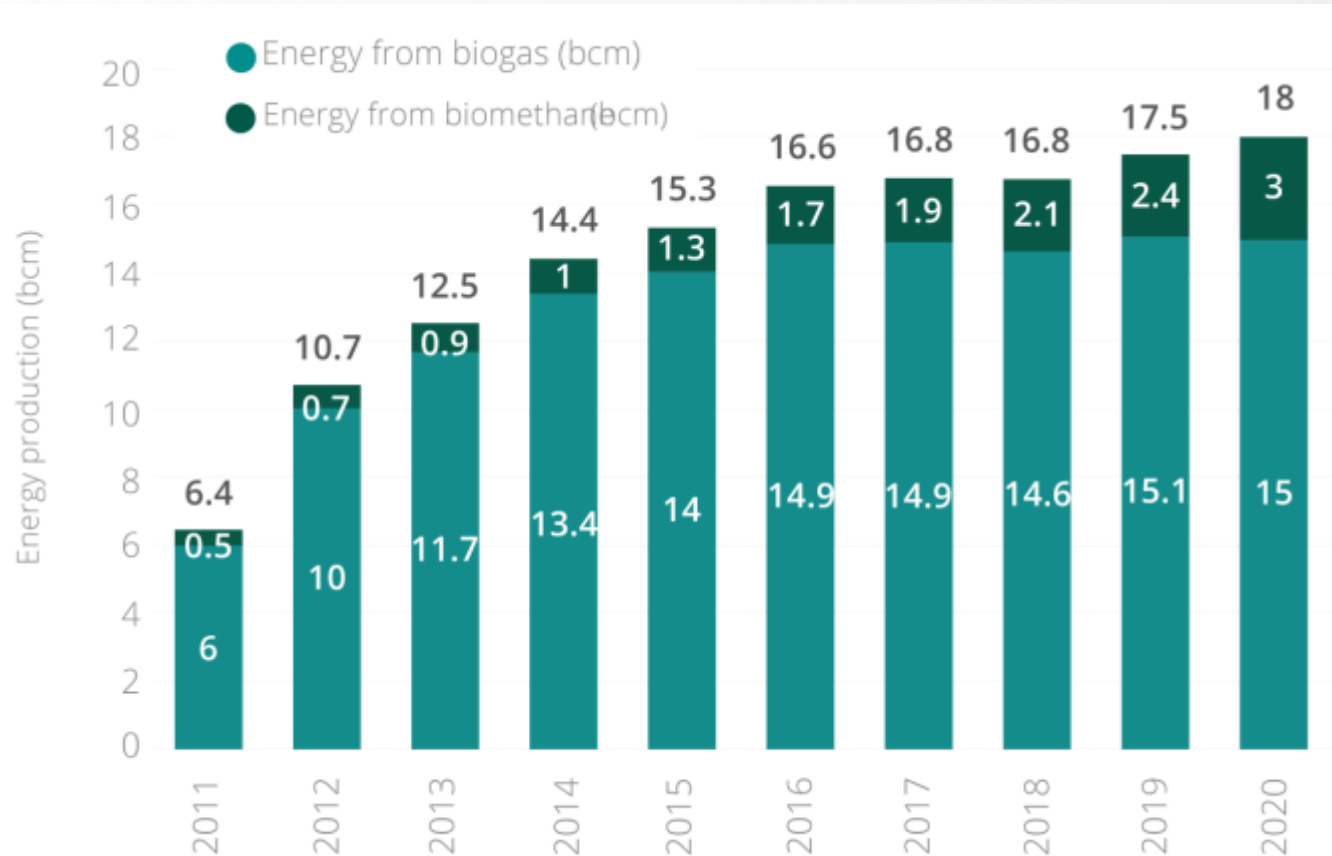


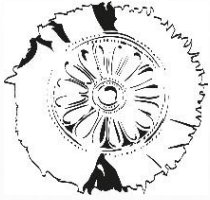
Ευρωπαϊκή Πολιτική

Στην Ευρώπη (2020):

- 20.000 μονάδες παραγωγής Βιοαερίου
- 15 bcm Βιοαερίου
- 3 bcm Βιομεθανίου

Στόχος 35
bcm
βιομεθανίου
μέχρι το
2030





Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	--	--------------------------



Σχέδιο Δράσης επίτευξης στόχου 35bcm βιομεθανίου





Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------

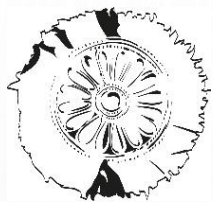


Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα



- 66 Μονάδες Βιοαερίου-100MW
- 13 Μονάδες Επεξεργασίας Νερού / ΧΥΤΑ
- 53 Αγροκτηνοτροφικές Μονάδες

- Το βιομεθάνιο είναι άγνωστο ως πηγή ενέργειας στην Ελλάδα, λόγω της έλλειψης σχετικού κανονιστικού και νομοθετικού πλαισίου.
- Στόχος 12 % έγχυση στο δίκτυο Φυσικού Αερίου μέχρι 2030, μέσω της αναβάθμισης υφιστάμενων μονάδων και δημιουργία νέων για παραγωγή βιομεθανίου



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	--	--------------------------



Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα

- Ο τομέας του **βιοαερίου** έχει σημειώσει αργή πρόοδο σε σύγκριση με την εποχή πριν το 2010, όπου το κύριο ζήτημα ήταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, κυρίως από στερεά και υγρά απόβλητα (από ΧΥΤΑ και λύματα).
- Το ισχύον κανονιστικό πλαίσιο και το καθεστώς επιδοτήσεων αφορούν μόνο την **παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας**.

Μέτρο πολιτικής	Στόχος	Τομέας	Κατηγορία μέτρου
Ανάπτυξη και βελτιστοποίηση πλαισίου αδειοδότησης, καθώς και τεχνικών προδιαγραφών για τηλεθερμάνσεις από ΑΠΕ, έγχυση βιοαερίου στο δίκτυο φυσικού αερίου, εκμετάλλευσης γεωθερμικών πεδίων	Αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Αύξηση των ΑΠΕ για θέρμανση-ψύξη.	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας Θέρμανση-ψύξη	Κανονιστικό μέτρο
Ανάπτυξη συστήματος στήριξης θερμικής ενέργειας από ΑΠΕ και, ειδικότερα, βιομεθανίου στο δίκτυο φυσικού αερίου.	Αύξηση των ΑΠΕ για θέρμανση-ψύξη.	Θέρμανση-ψύξη	Κανονιστικό, οικονομικό μέτρο
Χρήση των εγγυήσεων προέλευσης.	Αύξηση της παραγωγής ΑΠΕ σε ηλεκτρική ενέργεια, θέρμανση-ψύξη, μεταφορές.	Παραγωγή ηλεκτρισμού Θέρμανση-ψύξη Μεταφορές	Κανονιστικό, Οικονομικό μέτρο
Πιλοτικές δράσεις για τη χρήση αερίων καυσίμων από ΑΠΕ στον τομέα των μεταφορών.	Αύξηση των ΑΠΕ στις μεταφορές.	Μεταφορές	Κανονιστικό, τεχνικό μέτρο

Πηγή: Εθνικό σχέδιο δράσης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ([NREAP](#) – Greece)

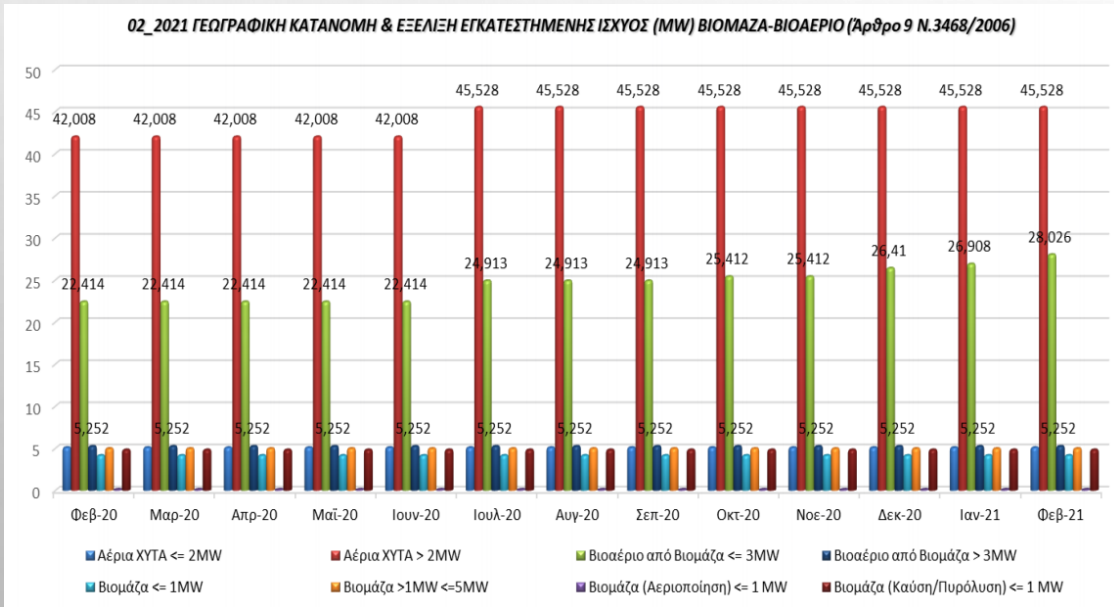


Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια-Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	--------------------------------------	-----------------------

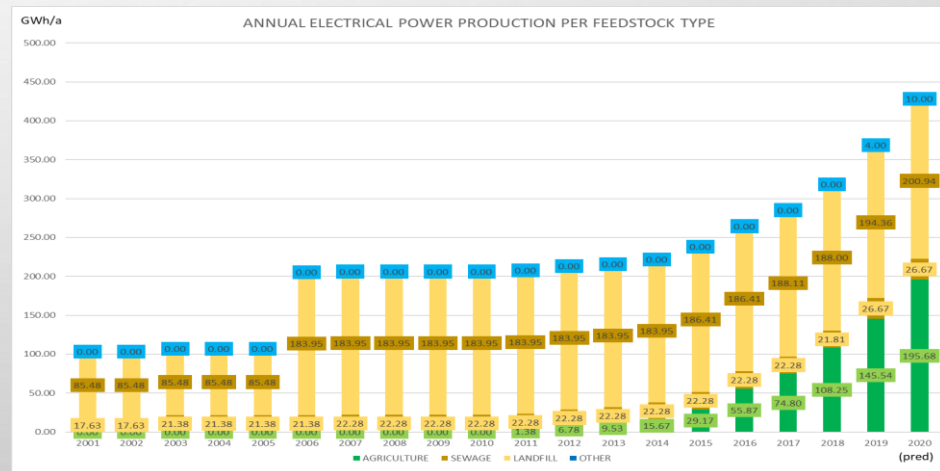
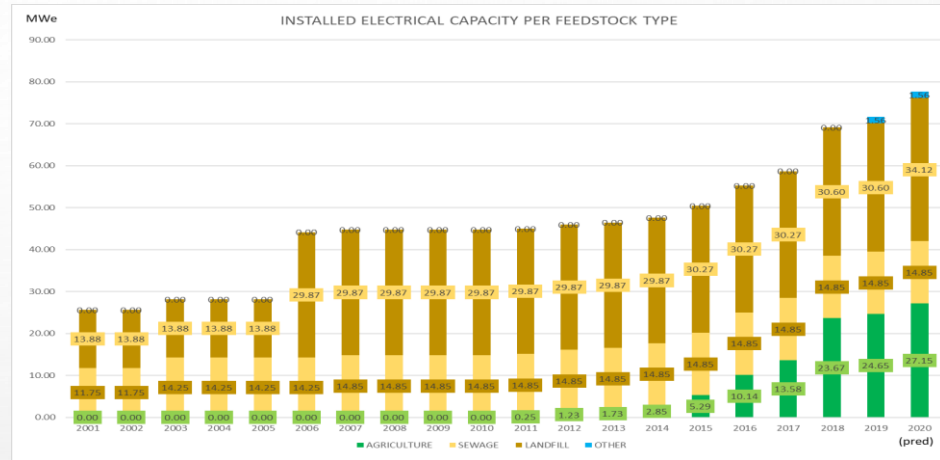


Δυναμικότητα μονάδων βιοαερίου

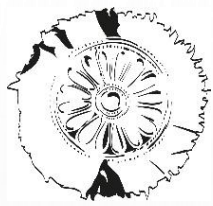
- Η εγκατεστημένη ισχύς ήταν **98 MW** (Φεβρ. 2021).
- Η αντίστοιχη μηνιαία παραγωγή ενέργειας από βιοαέριο-βιομάζα ήταν **35 MWh** με συντελεστή φορτίου **53%**.



Πηγή: ΔΑΠΕΕΠ - Δελτίο ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ για τον Φεβρουάριο 2021



Στις αρχές του 2020, η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο είναι περίπου **430 GWh_e**.



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Διείσδυση έργων βιομεθανίου στην ελληνική αγορά

Ευκαιρίες αγοράς/Προτάσεις:

- Καθορισμός συστήματος σταθερών εγγυημένων τιμών (€/MWh)
- Εισαγωγή βιομεθανίου στο δίκτυο φυσικού αερίου. Έμφαση στις αποκεντρωμένες περιοχές.
- Εισαγωγή στις μεταφορές: α) Χερσαίες: ανάμιξη με φυσικό αέριο (σε αντιστοιχία με RED II), β) Θαλάσσιες μεταφορές: ανάμειξη Bio-LNG με ορυκτό LNG με γνώμονα την επερχόμενη ένταξη στο ETS , γ) μεταφορές γενικά: προνόμια κυκλοφορίας σε αντιστοίχιση με αυτά της ηλεκτροκίνησης
- Προμήθεια bio-LNG στα ελληνικά νησιά.
- Υπάρχουν περίπου 10 σταθμοί CNG σε όλη τη χώρα, με ρυθμό αύξησης 3-5 νέων ετησίως. Αυτοί οι σταθμοί θα μπορούσαν να χρησιμεύσουν για προμήθεια βιομεθανίου στο μέλλον.



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια-Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	--------------------------------------	-----------------------

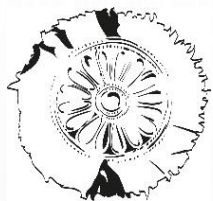


Το μέλλον των ανανεώσιμων αερίων στην Ευρώπη



Source: Navigant 2019

- ✓ Το δυναμικό βιομεθανίου στην Ευρώπη έως το 2050: **1 170 TWh**
- ✓ Η προοπτική από το 2030 με τις κατάλληλες πολιτικές: **370 TWh**



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	--	--------------------------



Μελέτη Διαχείρισης Βιοαποβλήτων Μεγάλου Δήμου της Αττικής

Στόχος

- Καταγραφή παραγόμενων ποσοτήτων των ρευμάτων βιοαποβλήτων στα όρια του δήμου
- Πρόταση τεχνολογικής λύσης βάσει ανάλογων εφαρμογών στην Ευρώπη
- Εκπόνηση επιχειρηματικού σχεδίου για τα μονάδα διαχείρισης των βιοαποβλήτων
- Προτάσεις χωροθέτησης της μονάδας και χρονοδιάγραμμα υλοποίησης του έργου
- Τεχνικές προδιαγραφές για τις μελέτες ωρίμανσης του έργου

Πρόταση: Μονάδα ξηρής αναερόβιας χώνευσης

Πλεονεκτήματα

- Πιο απλή στην κατασκευή και στη λειτουργία από τα ξηρά συστήματα αναερόβιας χώνευσης μεγάλης κλίμακας.
- Μικρής κλίμακας μονάδα με δυνατότητα επέκτασης
- Η διαδικασία πραγματοποιείται σε κλειστά containers (τύπου γκαράζ)
- Δεν απαιτείται προσθήκη νερού

Δυναμικότητα της Μονάδας

- Δυναμικότητα μονάδας προ-επεξεργασίας: 37.000 tn βιοαποβλήτων/έτος
- Δυναμικότητα μονάδας βιοαερίου : 30.000 tn βιοαποβλήτων/έτος
- Εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς: 1 MWe





Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---------------------------------------	-----------------------



Ολοκληρωμένη Μονάδα Επεξεργασίας υπολειμματικής βιομάζας και οργανικών αποβλήτων

Στόχος

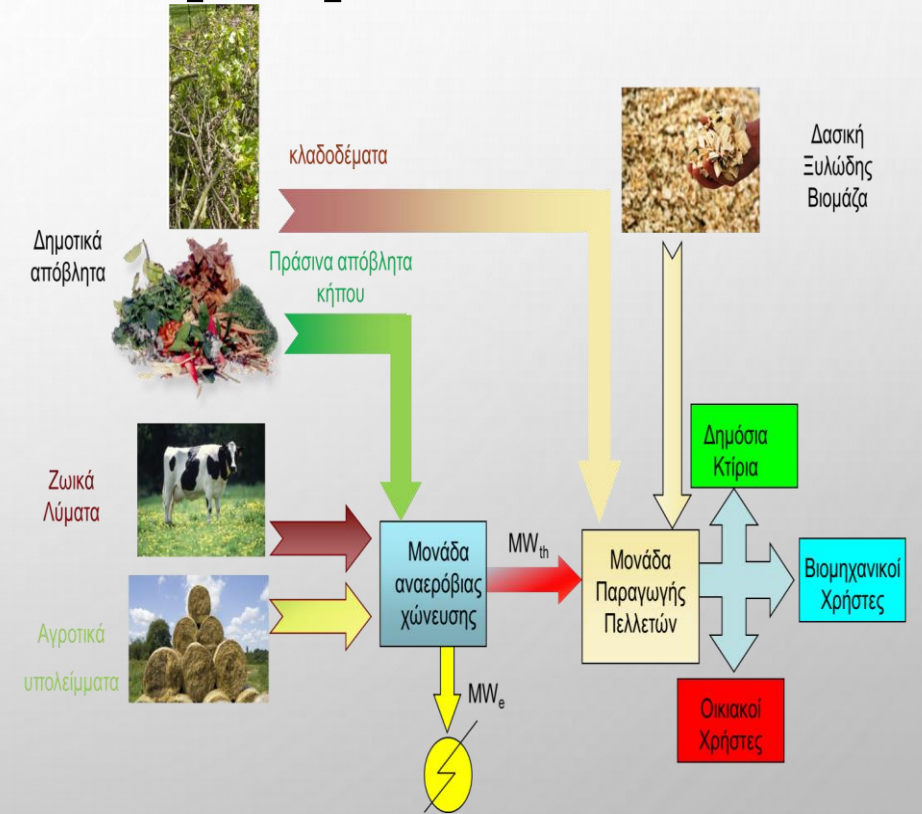
- Διαχείριση αγρο-κτηνοτροφικών και δασικών υπολειμμάτων για την αστική ανάπλαση της περιοχής
- Υποβολή φακέλου για την ένταξη σε χρηματοδοτικό μηχανισμό της ΕΕ

Πρόταση: Ολοκληρωμένη Μονάδα Επεξεργασίας υπολειμματικής βιομάζας και οργανικών αποβλήτων με τη σύζευξη:

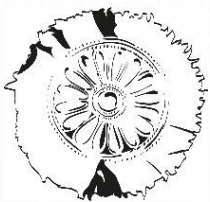
- Μονάδας ξήρανσης της προσκομιζόμενης υπολειμματικής βιομάζας με αναβάθμιση της προκύπτουσας ξηρής βιομάζας σε pellets
- Μονάδας Υγρής Αναερόβιας Χώνευσης των αγρο-κτηνοτροφικών και πράσινων δημοτικών αποβλήτων

Δυναμικότητα μονάδας

- Μονάδα Παραγωγής pellets: 5.100 tn pellets/έτος
- Μονάδα υγρής αναερόβιας χώνευσης: 48.400tn κτηνοτροφικών αποβλήτων, 4.000 tn αχύρου σιτηρών και 306 tn δημοτικών πράσινων αποβλήτων ετησίως
- Εγκαταστημένη ηλεκτρική ισχύς: είναι **800kW_e**.



Ενδεικτικός προϋπολογισμός: 6.000.000€



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια-Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	-----------------------

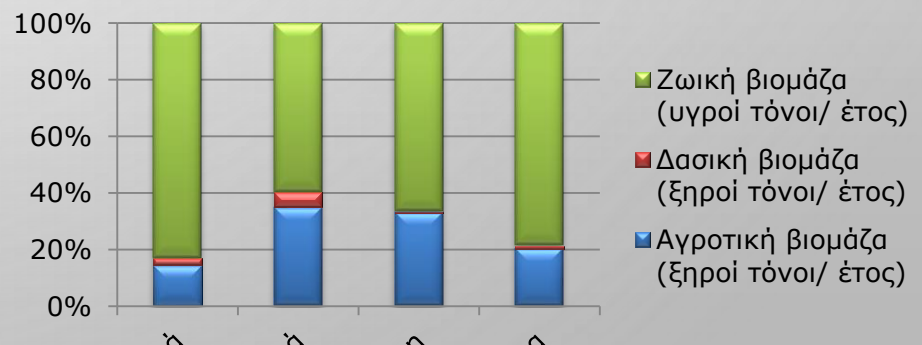


Σχέδιο Δράσης της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας για την Αξιοποίηση της Βιομάζας με έμφαση στην Τηλεθέρμανση

Στόχος: Υποστήριξη της περιφέρειας της Δυτικής Μακεδονίας για

- Την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος καταγραφής και διαχείρισης της βιομάζας
- Την επικαιροποίηση του περιφερειακού χάρτη διαθεσιμότητας βιομάζας και την εξέταση
- Τον προσδιορισμό της δυνατότητας αξιοποίησης της βιομάζας σε μονάδες τηλεθέρμανσης.

Δυναμικό βιομάζας



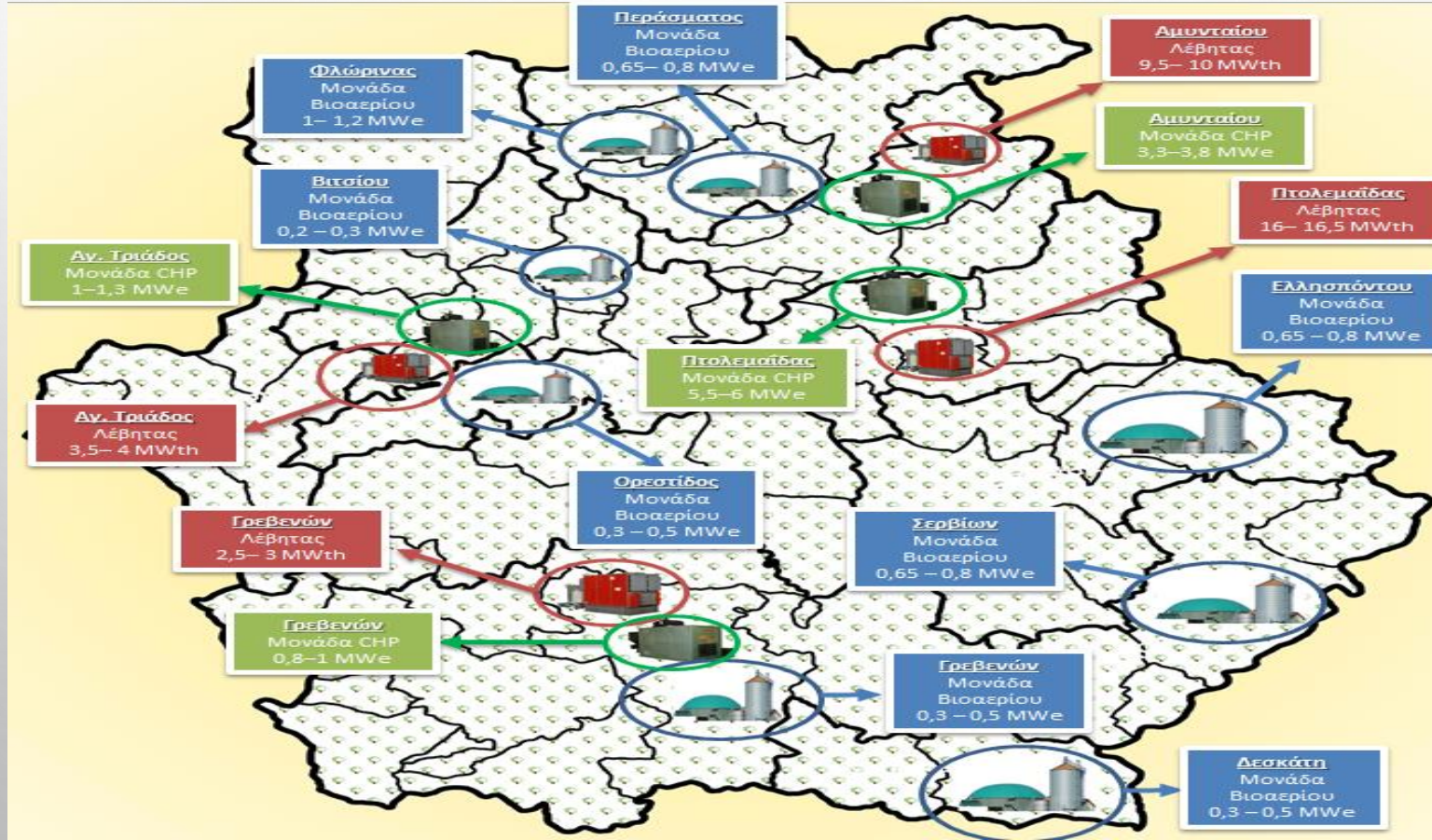


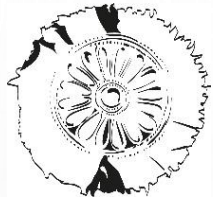
Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Δυτική Μακεδονία

Διαστασιολόγηση μονάδων βιοαερίου και προτάσεις χωροθέτησης

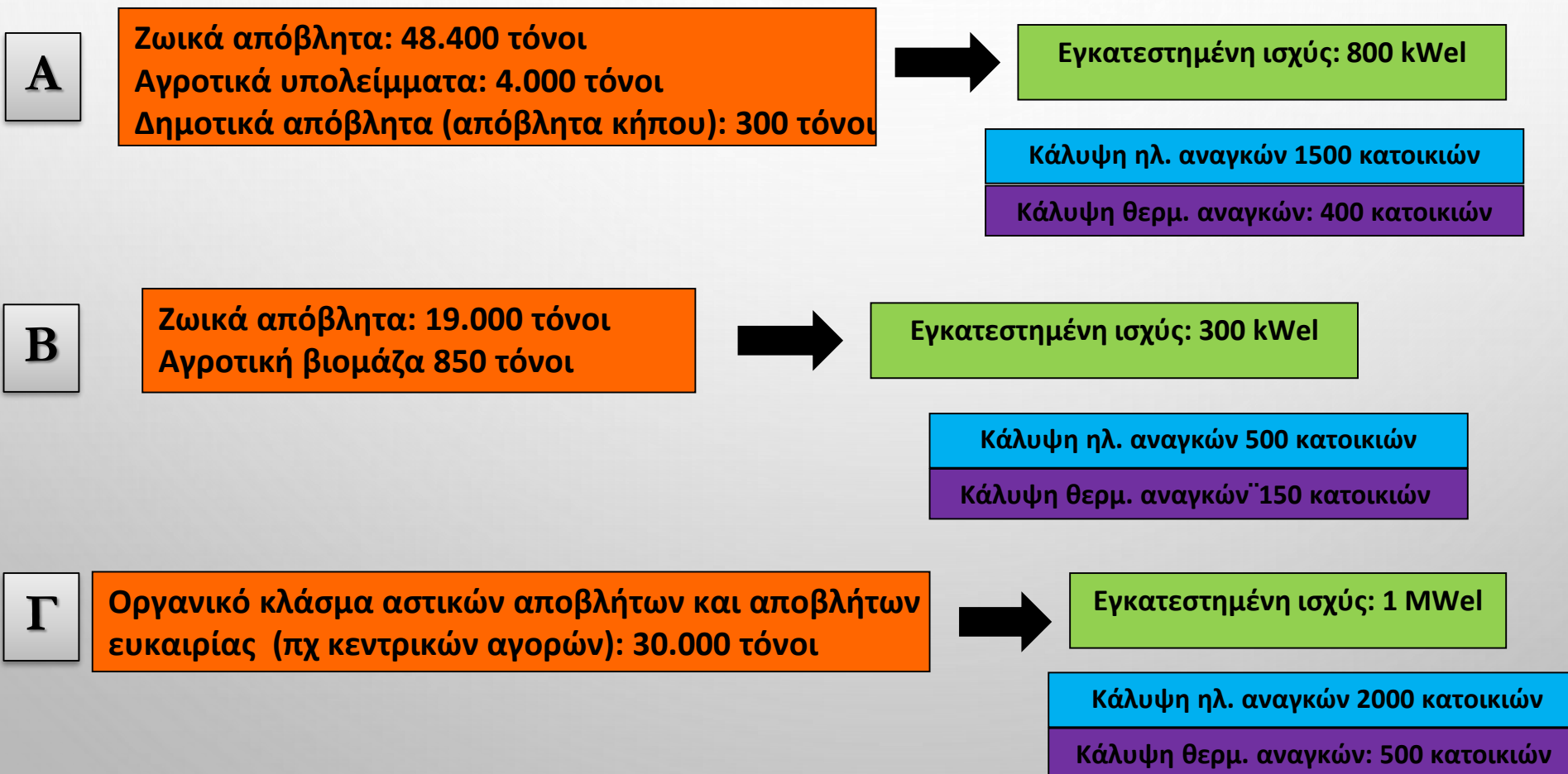


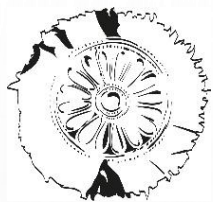


Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------



Ενδεικτικές διαστασιολογήσεις μονάδων βιοαερίου από μελέτες του ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ





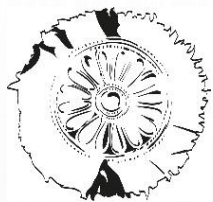
Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---------------------------------------	-----------------------



Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ)

Τομέας Βιομάζας

- **Ηλεκτροπαραγωγή**, με την προοπτική διατήρησης του υφιστάμενου σχήματος στήριξης των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα σε καθεστώς λειτουργικής ενίσχυσης τουλάχιστον έως το 2030.
- **Μείγμα καυσίμων χερσαίων μεταφορών**, όπου παράλληλα με την χρήση υγρών βιοκαυσίμων, εξετάζεται η συνεισφορά ανανεώσιμων αερίων βιοκαυσίμων.
- **Χρήση υδρογόνου** σε ορισμένους τομείς των μεταφορών. Προτεραιότητα για τα βαριά οχήματα, λεωφορεία και φορτηγά.
- **Διείσδυση βιοκαυσίμων και συνθετικών καυσίμων** στο μίγμα κατανάλωσης καυσίμων, ιδιαίτερα μέσω της αεριοποίησης φυτικής λιγνοκυτταρινούχας βιομάζας, η οποία μπορεί να αποτελέσει μία εναλλακτική και αξιόπιστη τεχνολογία παραγωγής ανανεώσιμων αερίων και να αξιοποιηθεί παράλληλα προς την τεχνολογία της αναερόβιας χώνευσης σε περιοχές της χώρας με πλούσιο δυναμικό σε στερεά αγρωστώδη και ξυλώδη υπολείμματα, όπως άχυρο σιτηρών και κλαδέματα.
- Ανάπτυξη **βιομεθανίου**. Μέχρι τώρα δεν υπάρχει εγχώρια παραγωγή βιομεθανίου. Σύμφωνα με το παρόν ΕΣΕΚ, το βιομεθάνιο το 2030 θα ανέρχεται σε 2,1 TWh/έτος και το 2050 σε 9,7 TWh/έτος, ενώ παράλληλα ετοιμάζεται θεσμικό πλαίσιο για την αναβάθμιση υφιστάμενων μονάδων βιοαερίου σε μονάδες βιομεθανίου, ανάπτυξη δικτύου βιομεθανίου και την έγχυση του σε δίκτυα διανομής φυσικού αερίου.
- **Τομέας χρήσης γης, αλλαγής χρήσης γης και δασοπονίας** (Land Use, Land Use Change and Forestry-LULUCF) αύξηση των ξυλωδών ενεργειακών καλλιεργειών, ουσιαστικά καλλιεργειών μικρού περιόδου χρόνου (short rotation coppice) για τη παραγωγή βιομάζας σε 50.000 εκτάρια έως το 2030 (μέσω δάσωσης). Παράλληλα προς τον στόχο των δασώσεων, επισημαίνεται ότι η αειφόρος διαχείριση των δασών, στο πλαίσιο μετριασμού του κινδύνου εκδήλωσης καταστροφικών δασικών πυρκαγιών μπορεί να αποδώσει την υπολειμματική δασική βιομάζα προς χρήση για τις ανάγκες σε βιοβασισμένα προϊόντα και βιοενέργεια, στο πλαίσιο της κυκλικής βιοοικονομίας. Η υπολειμματική βιομάζα χρησιμοποιείται ήδη για την παραγωγή διαφόρων προϊόντων, όπως καλλυντικά, καθώς και πέλλετ για την παραγωγή βιοενέργειας.



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια-Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	--------------------------------------	-----------------------



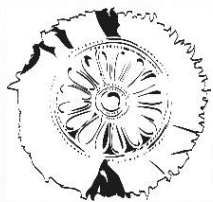
Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ)

Τομέας Βιοκαυσίμων

- **Υγρά προηγμένα βιοκαύσιμα** (SAF-Sustainable Aviation Fuel, προηγμένο biodiesel, βιομεθανόλη κλπ.) Η συμμετοχή των προηγμένων βιοκαυσίμων αναμένεται να φθάσει στο **2,4%** των καυσίμων μεταφορών μέχρι το **2030** και το **17%** μέχρι το **2040**. Σήμερα δεν υπάρχει παραγωγή στην Ελλάδα
- **Τα συμβατικά υγρά βιοκαύσιμα** (βιοντίζελ) ως ποσοστό των καυσίμων μεταφορών διατηρείται στο **1,7% καθ' όλη τη διάρκεια** της ενεργειακής μετάβασης.
- **Ανανεώσιμα καύσιμα μη βιολογικής προέλευσης (RFNBO- Renewable Fuels of Non-Biological Origin)** που παράγονται χρησιμοποιώντας ως πηγή άνθρακα, CO₂ δεσμευόμενο από απαέρια/ καυσαέρια βιομηχανικών διεργασιών ή από την ατμόσφαιρα (DAC- Direct Air Capture) και «πράσινο» υδρογόνο, προβλέπεται όμως αυτή να φθάσει το **1%** των καυσίμων μεταφορών μέχρι το **2030** και το **23%** μέχρι το **2040**. Στην Ελλάδα δεν υπάρχει σήμερα παραγωγή ή χρήση ανανεώσιμων καυσίμων μη βιολογικής προέλευσης.

ΕΣΕΚ (Απρ. 2023)	2021 (εκτίμηση)	ΕΣΕΚ 2019 για το 2030	Κεντρικό σενάριο					
			2025	2030	2035	2040	2045	2050
Αέρια του θερμοκηπίου χωρίς LULUCF (μεταβολή από το 1990)	-26%	-40%	-41%	-54%	-68%	-82%	-89%	-93%
Αέρια του θερμοκηπίου με LULUCF (μεταβολή από το 1990)			-44%	-57%	-72%	-87%	-95%	-99%
Δείκτης ΑΠΕ ως % ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας	22%	35%	31%	44%	65%	83%	97%	105%
Ενεργειακή αποδοτικότητα		0%	-4%	-5%	-14%	-18%	-22%	-27%
Τελική κατανάλωση ενέργειας (εκατ. τυ)	15.65	16.5	16.6	15.4	13.8	12.8	12.0	11.5
ΑΠΕ-Ηλεκτροπαραγωγή	36%	61%	58%	79%	94%	96%	96%	97%
ΑΠΕ-Θέρμανση/Ψύξη	31%	43%	36%	46%	63%	80%	99%	100%
ΑΠΕ-Μεταφορές	4%	19%	13%	29%	98%	209%	381%	584%
RFNBO (% καύσιμα μεταφορών)	0%	0%	0%	1.0%	11%	23%	31%	50%
Προηγμένα βιοκαύσιμα (% καύσιμα μεταφορών)	0%	1.5%	0%	2.4%	10%	17%	26%	32%
Συμβατικά βιοκαύσιμα (% καύσιμα μεταφορών) - άνω όριο	1.7%	1.7%	1.7%	1.7%	1.7%	1.7%	1.7%	1.7%
ESR (% μεταβολή ΑτΘ στους τομείς εκτός ETS)	-32%	-40%	-36%	-46%	-61%	-76%	-84%	-87%

(τυπ : τόνοι ισοδυνάμου πετρελαίου)



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	--	--------------------------



Αναλύσεις Εργαστηρίου χαρακτηρισμού και αξιοποίησης υγρών αποβλήτων του ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ

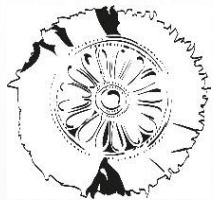
➤ Μέθοδοι Ανάλυσης

Δοκιμή	Πρότυπη Μέθοδος
pH	4500 H ⁺ , APHA 23 th Ed
Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC)	2510 B, APHA 23 th Ed
Αλκαλικότητα	2320 B, APHA 23 th Ed
Αμμωνιακό Άζωτο (N-NH ₄ ⁺)	EPA 350.1
Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD)	EPA 410.1
Ολικός Φώσφορος (TP)	EPA 365.2+3
Ολικά Στερεά (TS)	2540 B, APHA 23 th Ed
Πτητικά Στερεά (VS)	2540 F, APHA 23 th Ed
Πτητικά Λιπαρά Οξέα (VFAs)	Kapp (Titration)/HPLC
Ολικός Οργανικός Άνθρακας (TOC)	5310 B, APHA 23 th Ed
Ολικό Άζωτο (TN)	2720 C, APHA 23 th Ed
Νιτρικά (NO ₃ ⁻²)	MERCK 1.14773
Βιολογικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD ₅)	5210 B, APHA 23 th Ed
Χλωροϊόντα (Cl ⁻)	EPA 325.1
Θειικά Ιόντα (SO ₄ ⁻²)	ASTM, D516
Μέταλλα	APHA Standard Methods/ ISO 15586

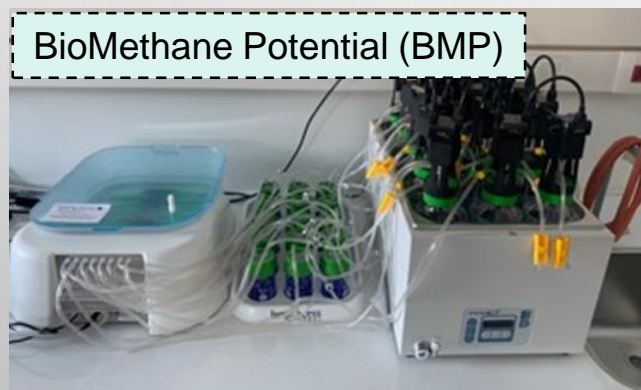
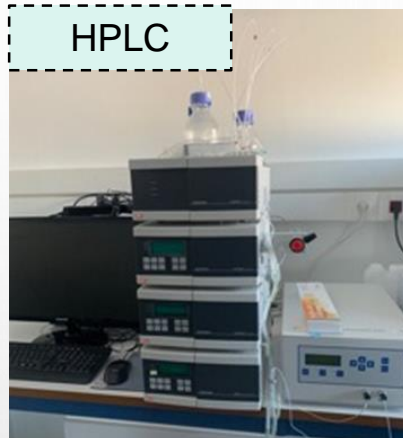
➤ Απόδοση Βιοαερίου/Βιομεθανίου και σύσταση

Βιοαέριο/Βιομεθάνιο	Πρότυπη Μέθοδος
Biogas yield (N ml/g VS added)	-
Biomethane yield (CH ₄ N ml/g VS added)	VDI 4630
% Composition CH ₄ , CO ₂ , CO, H ₂ S, O ₂ , H ₂ , N ₂	2720 C, APHA 23 th Ed

Φυσικοχημικές δοκιμές υγρών αποβλήτων σύμφωνα με την APHA (American Public Health Association), Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Analysis



Βιομάζα	Στερεά Βιοκαύσιμα	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιομάζας & Αποβλήτων, Ορθές Πρακτικές	Νομοθετικό Πλαίσιο	Ανανεώσιμα Αέρια- Ενεργειακή Μετάβαση	Εργαστήριο ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
---------	-------------------	---	--------------------	---	--------------------------





CERTH
CENTRE FOR
RESEARCH & TECHNOLOGY
HELLAS

Ευχαριστώ για την προσοχή σας!



CPERI

Chemical
Process and
Energy
Resources
Institute