

ΕΚΕΤΑ
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ
ΕΡΕΥΝΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΙΔΕΠ
Ινστιτούτο
Χημικών
Διεργασιών και
Ενεργειακών
Πόρων



Οδηγός στερεών βιοκαυσίμων και λεβήτων βιομάζας για εφαρμογές οικιακής θέρμανσης

ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ
Σεπτέμβριος 2014

BioMaxEff

BioMaxEff



ΕΚΕΤΑ
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ
ΕΡΕΥΝΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΙΔΕΠ

Ινστιτούτο
Χημικών
Διεργασιών και
Ενεργειακών
Πόρων





1. Βιομάζα

Η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2009/29/ΕΚ ορίζει τη βιομάζα ως «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».

Βάσει του ορισμού, η βιομάζα αποτελεί ουσιαστικά κάθε ύλη που έμμεσα ή άμεσα έχει βιολογική (οργανική) προέλευση.

Σε περίπτωση που η βιομάζα χρησιμοποιείται ως καύσιμο για την παραγωγή ενέργειας, μιλάμε για στερεά, υγρά και αέρια βιοκαύσιμα, ανάλογα με τη φυσική τους μορφή.

Τα **υγρά βιοκαύσιμα** (αναφέρονται συχνά και ως «βιοκαύσιμα») περιλαμβάνουν τη βιοαιθανόλη και το βιοντήζελ. Η συνθέστερη χρήση τους είναι ως καύσιμα κίνησης στον τομέα των μεταφορών.

Στα **αέρια βιοκαύσιμα** συμπεριλαμβάνεται το βιοαέριο από μονάδες αναερόβιας χώνευσης και άλλα αέρια καύσιμα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για παραγωγή ηλεκτρισμού ή/και θερμότητας είτε ως καύσιμα κίνησης (π.χ. ως υποκατάστατα του φυσικού αερίου).

Τέλος, τα **στερεά βιοκαύσιμα** περιλαμβάνουν ένα μεγάλο εύρος υλικών, όπως πελέτς, καυσόξυλα, πυρηνόξυλο κτλ.

Χρησιμοποιούνται κυρίως για παραγωγή ηλεκτρισμού ή/και θερμότητας σε βιομηχανική κλίμακα ή για την παραγωγή θερμότητας στον οικιακό τομέα.



2. Στερεά βιοκαύσιμα

Σύμφωνα με την Ελληνική Νομοθεσία (Υπουργική Απόφαση 189533/7.11.2011: «Ρύθμιση θεμάτων σχετικών με τη λειτουργία των σταθερών εστιών καύσης για τη θέρμανση κτιρίων και νερού»), τα στερεά βιοκαύσιμα, όπως ορίζονται στο **Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14961-1**, αποτελούν επιτρεπόμενο καύσιμο για εγκαταστάσεις θέρμανσης κτιρίων ή παραγωγής θερμού νερού χρήσης και ατμού σε όλη τη χώρα. Το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14961-1 ορίζει ως στερεά βιοκαύσιμα τα στερεά καύσιμα που προέρχονται άμεσα ή έμμεσα από μια σειρά από πηγές βιομάζας, π.χ. προϊόντα ή υπολείμματα από γεωργία και δασοκομία, παραπροϊόντα από βιομηχανίες επεξεργασίας προϊόντων γεωργίας ή υπολείμματα ξυλείας κ.τλ.

Δεν επιπύτουν στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14961-1 και επομένως **δεν επιτρέπεται** η χρήση τους ως καύσιμα για τις προαναφερθείσες χρήσεις στην Ελλάδα τα ακόλουθα:

- Προϊόντα ή παραπροϊόντα ζωικής προέλευσης, π.χ. κοπριά
- Απόβλητα ξυλείας που μπορεί να περιέχουν αλογονούχες οργανικές ενώσεις ή βαρέα μέταλλα, π.χ. ξυλεία κατεδαφίσεων
- Βιομάζα υδατικής προέλευσης, π.χ. άλγες
- Θερμικά επεξεργασμένα βιομάζα, π.χ. ξυλοκάρβουνο



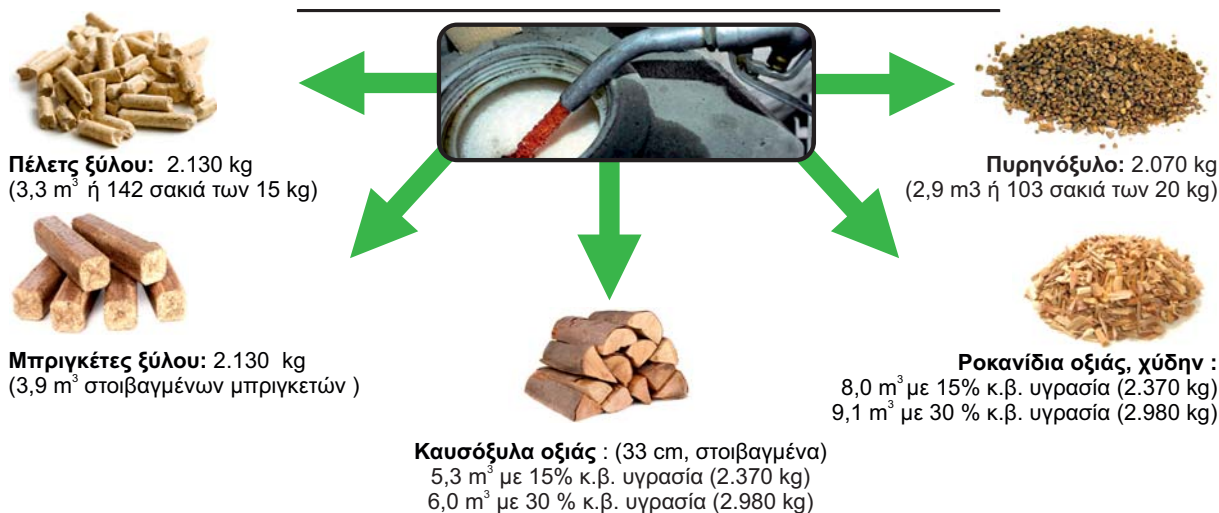
3. Εμπορικές μορφές στερεών βιοκαυσίμων

Με βάση τον ορισμό, υπάρχει ένα τεράστιο πλήθος υλικών πολύ διαφορετικών ιδιοτήτων που μπορούν να χαρακτηριστούν ως στερεά βιοκαύσιμα.

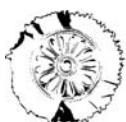
Στην πράξη, οι μορφές των στερεών βιοκαυσίμων που είναι διαθέσιμες στο εμπόριο είναι συγκεκριμένες και περιλαμβάνουν κυρίως τις ακόλουθες:

- Τα **πέλετες** (πελέτες) είναι μικρά κυλινδρικά σωματίδια, με τυπική διάμετρο 6 – 8 mm. Παράγονται από μια διαδικασία συμπίεσης βιομάζας. Γενικά, η παραγωγική διαδικασία των πέλετες εξασφαλίζει την ομοιομορφία του καυσίμου και χαμηλά ποσοστά υγρασίας (< 10 % κ.β.). Σήμερα, η συντριπτική πλειοψηφία των πέλετες που κυκλοφορούν στην αγορά είναι κατασκευασμένη από ξύλο και χαρακτηρίζονται από χαμηλά ποσοστά τέφρας. Είναι δυνατή και η κατασκευή πέλετες από άλλα υλικά (π.χ. άχυρο), η παραγωγή και η χρήση τους όμως στον οικιακό τομέα είναι πολύ περιορισμένη λόγω υψηλής περιεκτικότητας σε τέφρα. Στην ελληνική αγορά, τα πέλετες ξύλου διακινούνται συνήθως σε συσκευασίες των 15 kg.
- Οι **μπριγκέτες** είναι προϊόντα συμπίεσης βιομαζικών υλικών, συνήθως κυλινδρικής ή ορθογωνικής διατομής και πολύ μεγαλύτερου μεγέθους από τα πέλετες. Κατασκευάζονται συνήθως από ξυλώδη υλικά και χαρακτηρίζονται από χαμηλά ποσοστά υγρασίας και τέφρας.
- Τα **ροκανίδια (ή θρύμματα) ξύλων** (wood chips) είναι μικρά τεμάχια ξύλου, μήκους 5 - 50 mm. Η ποιότητα των θρυμμάτων βιομάζας εξαρτάται από την πρώτη ύλη και την τεχνολογία παραγωγής τους και συνήθως προέρχονται από δασικά υπολείμματα (κλαδιά, κορυφές, ολόκληρα δένδρα), υπολείμματα από πριονιστήρια κ.ά.. Δεν έχουν υποστεί συμπίεση ή κάποια διεργασία μη φυσικής ξήρανσης, γι' αυτό έχουν συνήθως αρκετά υψηλά ποσοστά υγρασίας, που μπορεί να φτάσουν και το 50% κ.β.
- Τα **καυσόξυλα** αποτελούν τη συνηθέστερη εμπορική μορφή στερεών βιοκαυσίμων στην Ελλάδα. Μπορεί να προέρχονται από διάφορα είδη δέντρων, π.χ. οξιά, πεύκο, ελιά, δρυς, σε διάφορες φυσικές μορφές (κούτσουρα ή σχισμένα καυσόξυλα) και διατίθενται σε διάφορους τύπους, π.χ. χύδην, στοιβαγμένα σε παλέτες, σε διάφορες συσκευασίες (big bags) κτλ.
- Το **πυρηνόξυλο** είναι το ξυλώδες υπόλειμμα που προκύπτει, λόγω της απομάκρυνσης της υγρασίας και του εναπομείναντος ελαίου (πυρηνέλαιου), από την ημιστερεά πάστα που παρέμεινε μετά την παραγωγή ελαιόλαδου στο ελαιουργείο. Το πυρηνόξυλο χαρακτηρίζεται γενικά από υψηλότερα ποσοστά τέφρας σε σχέση με τα εμπορικά στερεά βιοκαύσιμα από ξύλο ενώ, σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία, επιβάλλεται το περιεχόμενο έλαιο επί ξηρού να μην υπερβαίνει το 2%.

1.000 λίτρα πετρελαίου θέρμανσης αντιστοιχούν σε περίπου



* Η αντιστοιχία αφορά το ενεργειακό περιεχόμενο των καυσίμων.
Η ωφέλιμη θερμότητα που λαμβάνεται από αυτά εξαρτάται από το βαθμό απόδοσης του συστήματος καύσης.
Οι αναγραφόμενες ποσότητες καυσίμων βιομάζας μπορούν να τροφοδοτήσουν ένα λέβητα ονομαστικής ισχύος 30 kW και βαθμού απόδοσης 80% για λειτουργία 6 ωρών ημερησίως και για χρονικό διάστημα 45 ημερών.



4. Διασφάλιση ποιότητας στερεών βιοκαυσίμων

Σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία (Υ.Α. 198/2013 ΦΕΚ Β΄2499/04.10.2013), η διασφάλιση ποιότητας των στερεών βιοκαυσίμων που διατίθενται στο εμπόριο για μη βιομηχανική χρήση περιγράφεται στη σειρά προτύπων ΕΛΟΤ EN 15234. Τα Πρότυπα προβλέπουν την έκδοση μιας **Διακήρυξης Προϊόντος**, το οποίο εκδίδεται από τον προμηθευτή του καυσίμου στον τελικό χρήστη ή τον πωλητή. Η Διακήρυξη Προϊόντος αφορά συγκεκριμένη παρτίδα καυσίμου και περιλαμβάνει **κατ' ελάχιστον** τα ακόλουθα:

- Όνομα και στοιχεία επικοινωνίας του προμηθευτή
- Είδος και κατηγοριοποίηση του καυσίμου, σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14961-1, Πίνακας 1
- Χώρα/χώρες προέλευσης
- Εμπορική μορφή σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 14961-1, Πίνακας 2, π.χ. καυσόξυλα, πέλετς
- Καθορισμός **Υποχρεωτικών ιδιοτήτων**, προαιρετικά αναγραφή **Ενημερωτικών ιδιοτήτων**
- Χημική επεξεργασία, αν το καύσιμο έχει υποστεί τέτοια
- Υπογραφή, ημερομηνία και τοποθεσία

	Μπριγκέτες	Πέλετς	Ροκανίδια ξύλου	Καυσόξυλα	Πυρηνόξυλο
Υποχρεωτικές ιδιότητες (σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 14961-1)					
Διαστάσεις	✓	✓	✓	✓	✓
Υγρασία	✓	✓	✓	✓	✓
Τέφρα	✓	✓	✓		✓
Πυκνότητα υλικού	✓				
Λεπτόκοκκα		✓			
Χύδην πυκνότητα		✓			
Πρόσθετα	✓	✓			✓
Μηχανική αντοχή		✓			
Κατώτερη θερμογόνος ικανότητα, ως έχει	✓	✓			✓
Τρόπος πώλησης					
kg ή t	✓	✓			✓
m ³			✓	✓	

Ο παραπάνω πίνακας παρουσιάζει τις Υποχρεωτικές ιδιότητες για τις κύριες εμπορικές μορφές στερεών βιοκαυσίμων σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14961-1. Σε περίπτωση που γίνεται αναφορά σε κάποιο πιο εξειδικευμένο πρότυπο, π.χ. ΕΛΟΤ EN 14961-2 για τα πέλετς ξύλου για μη βιομηχανική χρήση, πιθανώς να απαιτείται η αναγραφή πρόσθετων υποχρεωτικών ιδιοτήτων, π.χ. περιεκτικότητα σε βαρέα μέταλλα.

* Από την 1η Σεπτεμβρίου 2014, η σειρά Ευρωπαϊκών προτύπων EN 14961-1 έως 14961-6 αντικαθίσταται από τα πρότυπα EN ISO 17225-1 το EN ISO 17225-6. Αναμένεται η υιοθέτησή τους από τον ΕΛΟΤ και η ενσωμάτωσή τους στην ελληνική νομοθεσία.

5. Συστήματα πιστοποίησης για πέλετς ξύλου

Η χρήση πέλετς ξύλου σε εφαρμογές οικιακής θέρμανσης στην Ευρώπη παρουσιάζει σημαντική ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια, ενώ από το 2011 βρίσκεται σε ισχύ το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 14961-2 που περιγράφει τις ποιοτικές κλάσεις ανάλογα με την πρώτη ύλη και τις ιδιότητές τους:

- **A1**, η καλύτερη ποιοτική κατηγορία, που χαρακτηρίζεται από το χαμηλότερο ποσοστό τέφρας και είναι συνήθως το προτεινόμενο καύσιμο από τους κατασκευαστές οικιακών λεβήτων ή σομπών πέλετς.

- **A2**, με υψηλότερα ποσοστά τέφρας, χρησιμοποιείται συνήθως σε μεγαλύτερης δυναμικότητας συστήματα θέρμανσης.

- **B**, με μεγάλο ποσοστό τέφρας. Συνήθως, δε χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές οικιακής θέρμανσης.

Τα **συστήματα πιστοποίησης για τα πέλετς ξύλου** στοχεύουν στην πρακτική εφαρμογή των σχετικών Ευρωπαϊκών Προτύπων και εξασφαλίζουν την εφαρμογή κριτηρίων ποιότητας σε όλη την αλυσίδα του καυσίμου, από την παραγωγή μέχρι την παράδοση στον τελικό χρήστη.

Τα πιο διαδεδομένα συστήματα πιστοποίησης για τα πέλετς ξύλου στην Ευρώπη είναι τα **ENplus** και **DINplus**. Τα συσκευασμένα πέλετς που έχουν πιστοποιηθεί κατά τα συστήματα αυτά φέρουν ειδική σήμανση στη συσκευασία ενώ, στις σχετικές ιστοσελίδες, υπάρχει ο κατάλογος των πιστοποιημένων παραγωγών. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις επιτρεπτές πρώτες ύλες και τις κύριες ιδιότητες των κλάσεων βάσει του συστήματος ENplus.

	Μονάδες	ENplus A1	ENplus A2	EN B
Πρώτη ύλη (EN 14961-1)		1.1.3 Ξυλεία κορμού 1.2.1 Μη χημικά επεξεργασμένα υπολείμματα βιομηχανίας επεξεργασίας ξύλου	1.1.1 Ολόκληρα δέντρα χωρίς ρίζες 1.1.3 Ξυλεία κορμού 1.1.4 Υπολείμματα υλοτομίας 1.2.1.5 Φλοιός ¹ 1.2.1 Μη χημικά επεξεργασμένα υπολείμματα βιομηχανίας επεξεργασίας ξύλου	1.1 Καθαρή ξυλεία από δάση και φυτείες 1.2.1 Μη χημικά επεξεργασμένα υπολείμματα βιομηχανίας επεξεργασίας ξύλου 1.3.1 Μη χημικά επεξεργασμένη χρησιμοποιημένη ξυλεία ²
Διάμετρος	mm	6 (± 1) ³	6 (± 1) ³	6 (± 1) ³
Μήκος	mm	3,15 ≤ L ≤ 40 ³	3,15 ≤ L ≤ 40 ³	3,15 ≤ L ≤ 40 ³
Χύδη πυκνότητα	Kg/m ³	≥ 600	≥ 600	≥ 600
Κατώτερη Θερμογόνος Ικανότητα	MJ/kg	≥ 16,5	≥ 16,5	≥ 16,0
Υγρασία	% κ.β.	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Λεπτόκοκκα	% κ.β.	≤ 1 ⁴	≤ 1 ⁴	≤ 1 ⁴
Μηχανική αντοχή	% κ.β.	≥ 97,5	≥ 97,5	≥ 97,5
Τέφρα	% κ.β. ⁵	≤ 0,7	≤ 1,5	≤ 3,0
Θερμοκρασία τήξης τέφρας	°C	≥ 1200	≥ 1100	≥ 1100

¹ Από ξυλουργικές εργασίες και υπολείμματα φελλών

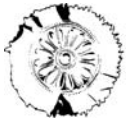
² Όχι ξυλεία κατεδαφίσεων

³ Η ποσότητα των πελλετών που μπορεί να έχουν μήκος μεγαλύτερο από 40 mm είναι 5%. Μέγιστο μήκος < 45 mm.

⁴ Λεπτόκοκκα στην πύλη μονάδας σε χύδη μεταφορά, λεπτόκοκκα σε μικρά σακιά, κατά την παράδοση στον τελικό χρήστη;

⁵ Λεπτόκοκκα σε μικρά σακιά στην πύλη μονάδας: 0,5 M-%;

⁶ Επί ξηρού



6. Συστήματα οικιακής θέρμανσης με βιομάζα

Όπως όλες οι τεχνολογίες καύσης, έτσι και τα συστήματα οικιακής θέρμανσης με βιομάζα αξιολογούνται βάσει των ακόλουθων βασικών χαρακτηριστικών:

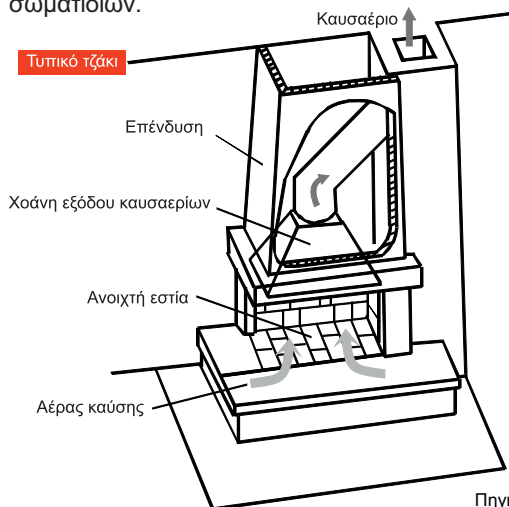
- Το **βαθμό απόδοσης (%)**, ο οποίος ορίζεται ως ο λόγος της ωφέλιμης θερμότητας που παράγει το σύστημα καύσης προς την προστιθέμενη από το καίόμενο καύσιμο ενέργεια (εκφρασμένη ως προς την κατώτερη θερμογόνο ικανότητα).

- Τις **εκπομπές από την καύση**, οι οποίες αφορούν κυρίως διάφορους αέριους ρύπους όπως το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), οξείδια του αζώτου (NOx) και του θείου (SOx), άκαυστες οργανικές ενώσεις και σωματίδια.

Βασικός στόχος κάθε συστήματος καύσης είναι η μεγιστοποίηση του βαθμού απόδοσης με παράλληλη ελαχιστοποίηση των εκπομπών. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με κατάλληλο σχεδιασμό του συστήματος, σωστή επιλογή καυσίμου και κατάλληλες ρυθμίσεις κατά τη λειτουργία του, π.χ. στην παροχή του αέρα καύσης.

Στα **πλεονεκτήματα** των συστημάτων οικιακής θέρμανσης με βιομάζα είναι οι ελάχιστες έως μηδενικές εκπομπές οξειδίων του θείου, ο ανανεώσιμος χαρακτήρας του καυσίμου και το χαμηλότερο κόστος του καυσίμου σε σχέση με τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, φυσικό αέριο).

Στα **μειονεκτήματα** των συστημάτων οικιακής θέρμανσης με βιομάζα περιλαμβάνονται το υψηλότερο κόστος απόκτησης των συσκευών και ο εν γένει χαμηλότερος βαθμός απόδοσης σε σχέση με τα συστήματα καύσης πετρελαίου και αερίου καθώς και ο κίνδυνος από την έκλυση εκπομπών σωματιδίων.



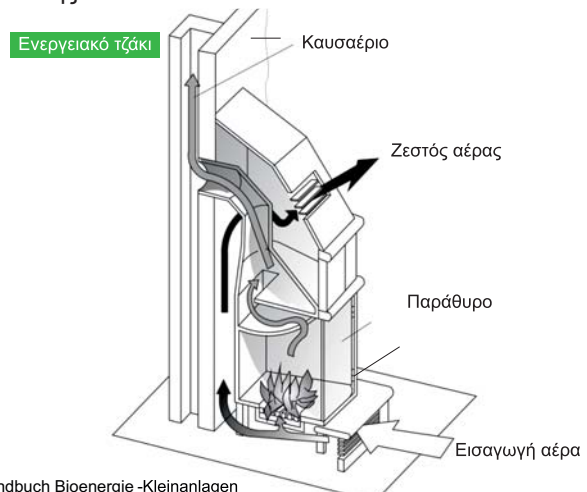
Τα συστήματα οικιακής θέρμανσης χαρακτηρίζονται ως:

- **Τοπικής θέρμανσης**, όταν η ενέργεια παράγεται και προσδίδεται στον ίδιο χώρο, χωρίς τη παρέμβαση ενός συστήματος μεταφοράς.

- **Κεντρικής θέρμανσης**, στα οποία η ενέργεια του καυσίμου εκλύεται μέσω καύσης σε ένα λέβητα και αποδίδεται σε ένα φορέα μεταφοράς, ο οποίος μέσω του συστήματος διανομής αποδίδει τη θερμότητα αυτή σε θερμαντικά σώματα κατάλληλα τοποθετημένα για τη θέρμανση διαφορετικών χώρων.

Το **τυπικό τζάκι** είναι ένα κλασικό σύστημα τοπικής θέρμανσης. Χαρακτηρίζεται από χαμηλό βαθμό απόδοσης (10-20%) τόσο λόγω ατελούς καύσης όσο και λόγω μη επαρκούς ανάκτησης της θερμοκρασίας των καυσαερίων, ενώ η χρήση του συνεπάγεται σημαντικές εκπομπές στο περιβάλλον. Το **ενεργειακό τζάκι** επιτυγχάνει καλύτερη εκμετάλλευση της θερμότητας που εκλύεται από την καύση των καυσίμων, την οποία αποδίδει στο χώρο εγκατάστασής τους ως θερμό αέρα. Εναλλακτικά, μπορεί ακόμα και να συνδεθεί με το σύστημα κεντρικής θέρμανσης.

Οι **σόμπες** είναι επιδαπέδιες συσκευές, κυρίως για τοπική θέρμανση (υπάρχουν όμως και σόμπες νερού με δυνατότητα σύνδεσης στο σύστημα κεντρικής θέρμανσης), που μπορούν να λειτουργούν με διάφορα είδη καυσίμων ανάλογα με την κατασκευή τους, π.χ. καυσόξυλα, πέλετς. Η εστία και τα τοιχώματα της κατασκευάζονται ή επενδύονται με πυρίμαχα υλικά, ενώ η απομάκρυνση της τέφρας γίνεται είτε από τεφροδοχείο κάτω από τη σχάρα καύσης είτε απευθείας από την εστία σε περίπτωση που δεν υπάρχει σχάρα. Παρέχουν περισσότερες δυνατότητες ρύθμισης του αέρα καύσης και μπορούν να επιτύχουν υψηλότερους βαθμούς απόδοσης.



Πηγή: TFZ / FNR, Handbuch Bioenergie - Kleinanlagen

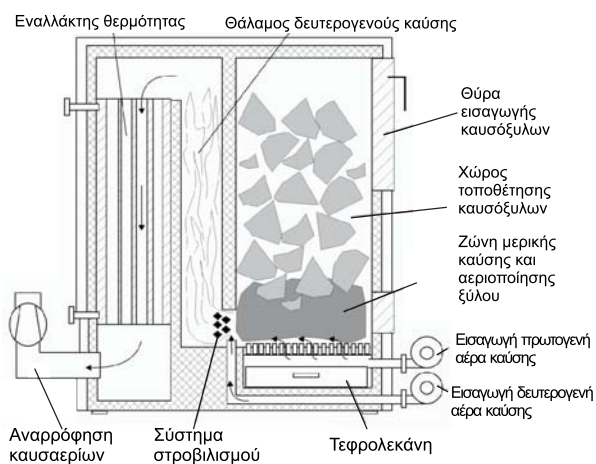
7. Λέβητες στερεών βιοκαυσίμων

Ο λέβητας είναι η συσκευή όπου η χημική ενέργεια του καυσίμου απελευθερώνεται μέσω καύσης και παραλαμβάνεται κατά το δυνατό από ένα εργαζόμενο μέσο που ανακυκλοφορεί σε κλειστό δίκτυο. Οι λέβητες χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση χώρων, τη θέρμανση ζεστού νερού χρήσης ή την παραγωγή ατμού.

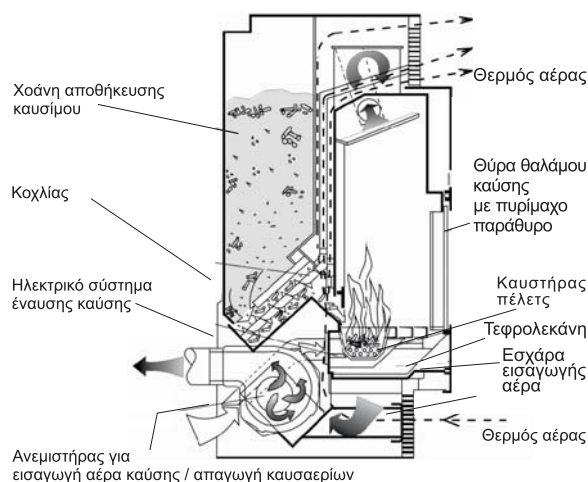
Οι λέβητες μπορούν να διακριθούν σε διάφορους τύπους, π.χ.:

- Ανάλογα με το είδος του καυσίμου σε **λέβητες καυσόξυλων, πέλετς ή άλλων ειδών βιομάζας** (π.χ. τεμαχισμένου ξύλου, πυρηνόξυλου κτλ).
- Ανάλογα με τον **τρόπο τροφοδοσίας του καυσίμου**. Λέβητες που λειτουργούν με καυσόξυλα, μπριγκέτες ή άλλα ογκώδη καύσιμα λειτουργούν γενικά με **χειροκίνητη τροφοδοσία**. Καύσιμα που διατίθενται σε σχετικά ομοιόμορφα και μικρά τεμαχίδια, π.χ. πέλετς, πυρηνόξυλο ή τεμαχισμένο ξύλο μπορούν να τροφοδοτηθούν στο λέβητα με ένα **αυτόματο σύστημα τροφοδοσίας**, συνήθως με τη μορφή ενός κοχλίου που παραλαμβάνει το καύσιμο από ένα σιλό ή άλλο χώρο αποθήκευσης. Σημειώνεται ότι η λειτουργία του συστήματος αυτού απαιτεί τη σύνδεση του λέβητα με το ηλεκτρικό δίκτυο.
- Ανάλογα με το αν επιτυγχάνεται συμπίκνωση των υδρατμών των καυσαερίων σε **λέβητες συμπίκνωσης ή μη**. Γενικά, η συμπίκνωση των υδρατμών αυξάνει το βαθμό απόδοσης του λέβητα, ωστόσο είναι δύσκολο να επιτευχθεί τεχνικά για την καύση βιομάζας. Για το λόγο αυτό οι λέβητες συμπίκνωσης με βιομάζα σπανίζουν στην αγορά και αν είναι διαθέσιμοι αφορούν συνήθως «εύκολα» καύσιμα, κυρίως πέλετς ξύλου.

Λέβητας καυσόξυλων τύπου καθοδικού ρεύματος



Σύστημα καύσης σε σόμπα πέλετς





8. Εγκατάσταση, συντήρηση και καλή λειτουργία λεβήτων στερεών βιοκαυσίμων

Η τεχνολογική πρόοδος έχει πλέον καταστήσει τους λέβητες στερεών βιοκαυσίμων πολύ πιο «φιλικούς» στη χρήση σε σχέση με παλαιότερα συστήματα. Ωστόσο, η ίδια η φύση του καυσίμου θέτει πολύ περισσότερες απαιτήσεις όσον αφορά την εγκατάσταση, τη συντήρηση και τον τρόπο λειτουργίας σε σχέση με τους συμβατικούς λέβητες ορυκτών καυσίμων (πετρελαίου ή φυσικού αερίου) προκειμένου να επιτευχθεί η βέλτιστη λειτουργία τους.

Γενικά, ο κατασκευαστής και ο εγκαταστάτης ενός λέβητα στερεών βιοκαυσίμων θα πρέπει να εξασφαλίσουν την ορθή εγκατάσταση του συστήματος και να δώσουν στο χρήστη τις κατάλληλες συμβουλές για την καλή λειτουργία του. Παρακάτω, παρουσιάζονται μερικές γενικές οδηγίες και συμβουλές για τους λέβητες στερεών βιοκαυσίμων.

Επιλογή λέβητα

Η επιλογή ανάμεσα σε διάφορους διαθέσιμους τύπους λεβήτων πρέπει να γίνει σύμφωνα με τις ανάγκες και απαιτήσεις του καταναλωτή και λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες της εφαρμογής. Γενικά, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη περιορισμοί στο διαθέσιμο χώρο για την εγκατάσταση του λέβητα, των συνοδευτικών συστημάτων και των χώρων αποθήκευσης του καυσίμου. Επίσης, η διαστασιολόγηση του λέβητα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τη μελέτη θέρμανσης του κτιρίου. Καθώς ο λέβητας έχει βέλτιστη απόδοση για λειτουργία σε πλήρες φορτίο, πρέπει να αποφεύγεται η υπερδιαστασιολόγηση – μεγαλύτερη δυναμικότητα δε σημαίνει και καλύτερες αποδόσεις.

Εγκατάσταση και πρόσθετα συστήματα

Η εγκατάσταση των λεβήτων στερεών βιοκαυσίμων πρέπει να γίνεται σε καλώς αεριζόμενα λεβητοστάσια, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της νομοθεσίας. Σε πολλές περιπτώσεις προτείνεται η χρήση ενός δοχείου αποθήκευσης (buffer tank) με νερό, καθώς βοηθάει στη γρηγορότερη ανταπόκριση στις μεταβολές του φορτίου και στη σταθερότερη λειτουργία του λέβητα. Ο ορθός σχεδιασμός ή ανακατασκευή της καμινάδας είναι απαραίτητος για τη μεγιστοποίηση του φυσικού ελκυσμού που προσφέρει ασφάλεια στη λειτουργία (αποφυγή πυρκαγιάς ή συσσώρευσης θανατηφόρων αερίων) και καλή λειτουργία του λέβητα. Γενικά, για ίδια δυναμικότητα λέβητα απαιτούνται μεγαλύτερες διαστάσεις καπνοδόχου σε σχέση με τους λέβητες πετρελαίου ή φυσικού αερίου. Ειδικά στους λέβητες πέλετς με αυτοματοποιημένη τροφοδοσία απαιτούνται και συνδέσεις με το ηλεκτρικό κύκλωμα για τη λειτουργία κοχλίων, συστημάτων ελέγχου κτλ.

Επιλογή και αποθήκευση καυσίμου

Θεωρητικά, ένας λέβητας στερεών βιοκαυσίμων έχει την ευελιξία να λειτουργεί με διαφορετικά είδη και ποιότητες καυσίμων, στα πλαίσια των περιορισμών που θέτει το σύστημα τροφοδοσίας. Στην πράξη, η σωστή τους λειτουργία απαιτεί τη χρήση κατάλληλων καυσίμων, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Γενικά, ο καταναλωτής πρέπει να προσέχει ώστε τα στερεά βιοκαύσιμα που προμηθεύεται να είναι προστατευμένα από την υγρασία και τις καιρικές συνθήκες, είτε με αποθήκευση σε κατάλληλους χώρους (π.χ. στεγασμένες δεξαμενές) ή και με χρήση κατάλληλων υλικών συσκευασίας (π.χ. για τα πέλετς).

Συντήρηση

Η πιο κοινή εργασία συντήρησης είναι ο καθαρισμός του λέβητα από την τέφρα του καυσίμου. Εκτός του ετήσιου καθαρισμού από ειδικό συνεργείο, που αποτελεί συχνά όρο για την εγγύηση του λέβητα, απαιτείται και ο ανά τακτά χρονικά διαστήματα καθαρισμός από το χρήστη.

Η συχνότητα του καθαρισμού εξαρτάται από το είδος του καυσίμου και την περιεκτικότητά του σε τέφρα και τη λειτουργία του λέβητα.

Ορισμένοι λέβητες έχουν συστήματα αυτόματης απομάκρυνσης και συμπίεσης της τέφρας σε κλειστό δοχείο, το οποίο πρέπει να καθαρίζεται σε πιο αραιά χρονικά διαστήματα.

Η καλή λειτουργία απαιτεί επίσης τον τακτικό καθαρισμό της καπνοδόχου από εξειδικευμένο συνεργείο, συνήθως σε ετήσια βάση.



9. Προτυποποίηση λεβήτων - ΕΛΟΤ EN 303-5

Το πρότυπο **ΕΛΟΤ EN 303-5** καθορίζει τις απαιτήσεις και τις μεθόδους δοκιμής για την ασφάλεια, ποιότητα καύσης, λειτουργικά χαρακτηριστικά, σήμανση και συντήρηση **λεβήτων κεντρικής θέρμανσης με στερεά καύσιμα (συμπεριλαμβανομένων των στερεών βιοκαυσίμων)** με μέγιστη ονομαστική θερμική ισχύ έως 500 kW.

Εγκαταστάσεις τοπικής θέρμανσης, όπως τα τζάκια ή οι σόμπες, δεν περιλαμβάνονται στο πεδίο εφαρμογής του προτύπου ΕΛΟΤ EN 303-5.



Ένας από τους θεμελιώδεις στόχους του προτύπου είναι η εξασφάλιση ότι η καύση σε λέβητες βιομάζας οδηγεί σε περιορισμένες εκπομπές αερίων ρύπων. Το πρότυπο προβλέπει μια διαδικασία «**εξέτασης τύπου**», σύμφωνα με την οποία μετράται ο βαθμός απόδοσης και οι εκπομπές ενός λέβητα για λειτουργία στην ονομαστική ισχύ.

Ανάλογα με τα αποτελέσματα της εξέτασης αυτής, ο λέβητας κατατάσσεται στην Κλάση 3, 4 ή 5 με σειρά αυξανόμενου βαθμού απόδοσης και μειωμένων εκπομπών. Η εξέταση τύπου πρέπει να πραγματοποιείται σε κατάλληλο διαπιστευμένο φορέα, ο οποίος εκδίδει σχετική Βεβαίωση Εξέτασης Τύπου.

Σύμφωνα με την Υπουργική Απόφαση 189533/7.11.2011: «Ρύθμιση θεμάτων σχετικών με τη λειτουργία των σταθερών εστιών καύσης για τη θέρμανση κτιρίων και νερού», οι λέβητες στερεών βιοκαυσίμων στην Ελλάδα θα πρέπει να πληρούν τουλάχιστον τις απαιτήσεις ως προς το βαθμό απόδοσης και τις εκπομπές της **κλάσης 3 του προτύπου ΕΛΟΤ EN 303-5**.

Τα όρια παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Μέθοδος τροφοδοσίας	Ονομαστική ισχύς, Q _n (kW)	Οριακές τιμές εκπομπών ρύπων (mg/m ³ σε συγκέντρωση O ₂ 10%)				Βαθμός απόδοσης (%)	
		CO	OGC ¹	Σωματίδια	NO _x ²		
Χειροκίνητη	< 50	5000	150	150	340	≥ 67 + 6 log(Q _n)	
	50 - 150	2500	100				
	150 - 300	1200	100				
Αυτόματη	< 50	3000	100	150	340		≥ 67 + 6 log(Q _n)
	50 - 150	2500	80				
	150 - 300	1200	80				

¹ Ολικός αέριος οργανικός άνθρακας

² Εκφρασμένα ως NO₂ - Εθνικό όριο, δεν περιλαμβάνεται στο ΕΛΟΤ EN 303-5

Σύμφωνα με το πρότυπο, κάθε λέβητας θέρμανσης θα πρέπει να φέρει **ειδική πινακίδα σήμανσης** (στη γλώσσα της χώρας προορισμού του λέβητα), η οποία θα περιέχει τουλάχιστον τις ακόλουθες πληροφορίες:

- Στοιχεία κατασκευαστή (επωνυμία, διεύθυνση, λογότυπο)
- Εμπορική ονομασία προϊόντος
- Αριθμός παραγωγής και έτος κατασκευής
- Ονομαστική θερμική ισχύς και εύρος ισχύος (σε kW) για κάθε τύπο καυσίμου
- Κλάση του λέβητα για κάθε καύσιμο που εξετάστηκε στα πλαίσια των δοκιμών
- Μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας (σε bar)
- Μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία λειτουργίας (σε ° C).
- Περιεκτικότητα του λέβητα σε νερό (σε λίτρα)
- Ηλεκτρολογικά δεδομένα (τάση, συχνότητα, ένταση ηλεκτρικού ρεύματος) και ισχύς
- Αριθμός παραγωγής και έτος κατασκευής του λέβητα
- Το είδος του καυσίμου, π.χ. σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 14961



10. Αποτελέσματα προγράμματος BioMaxEff

Το Ευρωπαϊκό Ερευνητικό Έργο **BioMaxEff** είχε ως στόχο την επίδειξη νέων τεχνολογιών λεβήτων βιομάζας για τον οικιακό τομέα μέσω της πραγματοποίησης δοκιμών τόσο σε εργαστηριακές συνθήκες όσο και πραγματικές κτιριακές εγκαταστάσεις. Το έργο αποτελεί μια συνεργασία της Αυστριακής εταιρείας κατασκευής λεβήτων βιομάζας Windhager και άλλων 11 φορέων (πανεπιστημίων, ερευνητικών κέντρων, επιχειρήσεων) από άλλες Ευρωπαϊκές χώρες, συμπεριλαμβανομένου και του **ΕΚΕΤΑ**. Στα πλαίσια του έργου, το ΕΚΕΤΑ εξέτασε τη λειτουργία ένας σύγχρονου λέβητα πέλετς ξύλου δυναμικότητας 12 kW για διαφορετικές συνθήκες φορτίου και ποιότητας καυσίμου:

- Ως προς το φορτίο:
 - **Δοκιμές σε ονομαστικό φορτίο**
 - **Δοκιμές σε μεταβαλλόμενο φορτίο**, βάσει μεθοδολογίας που προσομοιώνει την ετήσια λειτουργία ενός λέβητα
- Ως προς το καύσιμο:
 - Πέλετς ξύλου 1: **πιστοποιημένο** καύσιμο κατηγορίας **ENplus** (τέφρα ~ 0,3 % κ.β. επί ξηρού)
 - Πέλετς ξύλου 2: **μη πιστοποιημένο καύσιμο**, ιδιότητες καυσίμου αντίστοιχες με τα όρια του ENplus (τέφρα ~ 1,2 % κ.β. επί ξηρού)

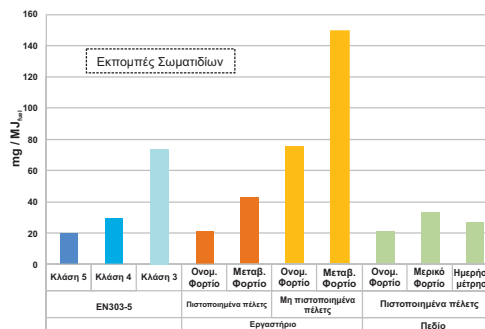
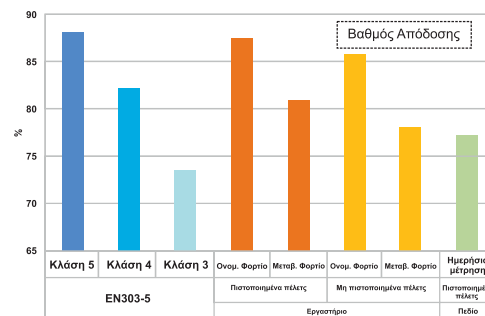
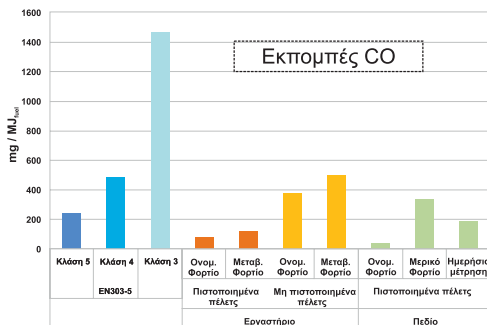
Παράλληλα, κατά τα έτη 2013 – 2014 πραγματοποιήθηκαν τρεις ημερήσιες **μετρήσεις πεδίου** για τον ίδιο τύπο λέβητα εγκατεστημένο σε οικία στην Αττική. Κατά τη διάρκεια των δοκιμών αυτών καταγράφηκαν οι εκπομπές κατά τη λειτουργία του λέβητα σε ονομαστικό φορτίο, μερικό φορτίο (30% του ονομαστικού) και για τη συνολική ημερήσια λειτουργία.

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται στα ακόλουθα διαγράμματα. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι:

✓ Κατά τις εργαστηριακές δοκιμές, ο λέβητας εμφανίζει πολύ καλές επιδόσεις, αντίστοιχες των κλάσεων 4-5 του EN 303-5 με χρήση πιστοποιημένου καυσίμου καλής ποιότητας.

✓ Η χρήση μη πιστοποιημένου καυσίμου και η λειτουργία σε μεταβαλλόμενο ή μερικό φορτίο αυξάνει τις εκπομπές και μειώνει το βαθμό απόδοσης. **Ειδικά για τις εκπομπές σωματιδίων, η χρήση πέλετς ξύλου με αρκετά υψηλά ποσοστά τέφρας οδηγεί σε υπέρβαση των ορίων της κλάσης 3.**

Τα παραπάνω καταδεικνύουν τη σημασία της **ορθής επιλογής καυσίμου και συστήματος καύσης** από τον καταναλωτή.



Η παραγωγή και εκτύπωση αυτού του φυλλαδίου, καθώς και τα ερευνητικά αποτελέσματα που αναφέρονται σε αυτό, πραγματοποιήθηκαν με χρηματοδότηση από το 7ο Πρόγραμμα Πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (FP7/2007-2013) στα πλαίσια του έργου

BioMaxEff: Cost efficient biomass boiler systems with maximum annual efficiency and lowest emissions
(Αριθμός Συμβολαίου: 268217).

Ιστοσελίδα έργου: <http://www.biomaxeff.eu/>

Στοιχεία επικοινωνίας ομάδας έργου ΕΚΕΤΑ:
Δρ. Παναγιώτης Γραμμέλης, Ερευνητής Β΄
Εμμανουήλ Καραμπίνης, Επιστημονικός Συνεργάτης

Τηλ: +30 211 10 69 500

Fax: +30 211 10 69 501

e-mail: isfta@certh.gr



BioMaxEff



ΕΚΕΤΑ

ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ
ΕΡΕΥΝΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

