



**ΚΑΠΕ  
CRES**  
ΚΑΠΕ - Κέντρο Ανανεώσιμων  
Πηγών Ενέργειας  
Ελλάδα



**TNO**  
TNO Environment, Energy  
and Process Innovation  
Ολλανδία



**BIOHEAT**  
Promoting  
Biomass Heating in  
Large Buildings  
& Blocks



**E.V.A.**  
E.V.A. - the Austrian Energy  
Αυστρία



**STATOIL**  
Statoil ASA  
Νορβηγία

Θέρμανση κτιρίων και κατοικιών  
με εφαρμογές βιομάζας



**dk-TEKNIK ENERGY & ENVIRONMENT**  
Δανία



**CBE**  
CBE - Biomass Centre for Energy  
Πορτογαλία

# ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ



**biomasse normandie**  
au carrefour de l'énergie, de l'environnement et du développement local  
Biomasse Normandie  
Γαλλία



**IDAE**  
IDAE Instituto Para la Diversificación  
y Ahorro de la Energia  
Ισπανία



**ENEA**  
ENEA Italian National Agency for New  
Technology, Energy and the Environment  
Ιταλία



**SVEBIO**  
Svebio Swedish Bioenergy Association  
Σουηδία

<http://www.bioheat.info>



**ΚΑΠΕ  
CRES**

**Το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ)** - φορέας του Υπουργείου Ανάπτυξης - είναι το Εθνικό Κέντρο για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), την Εξοικονόμηση Ενέργειας (ΕΕ) και την Ορθολογική Χρήση Ενέργειας (ΟΧΕ). Κύριος σκοπός του είναι η προώθηση των εφαρμογών ΑΠΕ/ΕΕ σε εθνικό και διεθνές επίπεδο, λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την παραγωγή και χρήση ενέργειας.

Στα πλαίσια του Προγράμματος ALTENER - BIOHEAT "Promoting Biomass Heating in Large Buildings and Blocks", το ΚΑΠΕ, σε συνεργασία με αντίστοιχους Ευρωπαϊκούς φορείς, προσπαθεί να προωθήσει τη θέρμανση στον οικιακό τομέα μέσω της αξιοποίησης στερεών βιοκαυσίμων.

Κύριοι σκοποί του έργου ήταν:

- η προώθηση της παραγωγής θερμότητας με στερεά βιοκαύσιμα
- η χρήση της θερμότητας στον οικιακό τομέα
- η ανάπτυξη εγκαταστάσεων μικρής κλίμακας τηλεθέρμανσης



## Το Πρόγραμμα ALTENER

Σκοπός του Προγράμματος ALTENER της ΓΔ για την Ενέργεια και τις Μεταφορές (DG TREN) της Ευρωπαϊκής Ένωσης, είναι η αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), η ενίσχυση της προσφοράς υπηρεσιών, καθώς και η διακίνηση αγαθών και τεχνικού εξοπλισμού, όχι μόνο στα κράτη - μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και σε άλλες χώρες.

Οι κύριοι στόχοι του ALTENER μέχρι το 2005 είναι:

- ✓ ο διπλασιασμός της χρήσης των ΑΠΕ, από 4% της συνολικής κατανάλωσης που ανερχόταν το 1991, σε 8% το 2005
- ✓ ο τριπλασιασμός της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ
- ✓ η εξασφάλιση της χρήσης βιοκαυσίμων σε ποσοστό 5% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης των οχημάτων.

Μέσα για την επίτευξη των στόχων αυτών είναι:

- ✓ η προώθηση της αγοράς των ανανεώσιμων ενεργειακών τεχνολογιών και η ενσωμάτωσή τους στην εσωτερική αγορά
- ✓ η λήψη χρηματοδοτικών και οικονομικών μέτρων
- ✓ η ανάληψη δραστηριοτήτων για τη διάδοση των τεχνολογιών αυτών μέσα από την κατάρτιση και πληροφόρηση του κοινού
- ✓ η ανάπτυξη συνεργασίας με άλλες χώρες, μη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

### Παραγωγή:

**ΚΑΠΕ - ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**  
19ο χλμ. Λεωφόρου Μαραθώνος, 19009 Πικέρμι Αττικής  
Τηλ: 210 6603300, Fax: 210 6603301-2 - <http://www.cres.gr> - [cres@cres.gr](mailto:cres@cres.gr)

### Συντονισμός Έργου:

Θ. Τσούτσος

### Συγγραφή:

Θ. Τσούτσος, Ι. Μαυρογιάννης

### Επιμέλεια Έκδοσης:

Ε. Κορμά

## ΕΘΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ

Το ισχύον πλαίσιο ενισχύσεων και επιχορηγήσεων για την προώθηση και την υποστήριξη των προγραμμάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στην Ελλάδα καλύπτει και άμεσα και έμμεσα μέτρα. Τα άμεσα μέτρα συσχετίζονται με τη χρηματοδότηση του συγκριτικά υψηλού κόστους κεφαλαίου των επενδύσεων ΑΠΕ, και περιλαμβάνουν:

1. Επιχορηγήσεις μέσω του εθνικού Επιχειρησιακού Προγράμματος Ανταγωνιστικότητας ΕΠΑΝ (2000-2006).
2. Επιχορηγήσεις σε καινοτόμα ερευνητικά έργα ΑΠΕ, ανάπτυξης και επίδειξης, μέσω του ΕΠΑΝ Μέτρα 4.3 και 4.5 παρόμοια του προηγούμενου Προγράμματος Έρευνας και Τεχνολογίας (ΕΠΕΤ).
3. Επιδοτήσεις στα γενικά επενδυτικά προγράμματα, συμπεριλαμβανομένων των ΑΠΕ (Αναπτυξιακός Νόμος 2601/98).

Τα έμμεσα μέτρα επιδότησης και επιχορήγησης περιλαμβάνουν:

1. Το σύστημα τιμολόγησης για την ηλεκτροπαραγωγή ΑΠΕ σύμφωνα με τους Νόμους 2244/94 και 2773/99.
2. Τις παροχές φορολογικών απαλλαγών για επενδύσεις ΑΠΕ και για την αγορά οικιακών συστημάτων ΑΠΕ, που βρίσκεται υπό αναθεώρηση.
3. Συγκεκριμένα μέτρα για τις επενδύσεις επιχειρήσεων στις υψηλές ή καινοτόμες τεχνολογίες ΑΠΕ (Νόμος 2367/95).

Το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητας (ΕΠΑΝ) που ξεκίνησε το 2000 από το Υπουργείο Ανάπτυξης προσφέρει οικονομικά κίνητρα για επενδύσεις ΑΠΕ την περίοδο 2000-2006. Ο συνολικός προϋπολογισμός του προγράμματος για τις ΑΠΕ, τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας και συμπαραγωγής είναι 376 εκατ. €. Οι ανανεώσιμες ενεργειακές τεχνολογίες που θα έχουν προτεραιότητα είναι η αιολική, τα μικρά υδροηλεκτρικά, η συμπαραγωγή βιομάζας και τα φωτοβολταϊκά.

Το ΕΠΑΝ παρέχει οικονομικά κίνητρα για την πραγματοποίηση ιδιωτικών ενεργειακών επενδύσεων Εξοικονόμησης/Συμπαραγωγής/Υποκατάστασης και ΑΠΕ, μέσω των πόρων που διατίθενται για τον σκοπό αυτό από τα Μέτρα 2.1 και 6.3 του ΕΠΑΝ και το Μέτρο 3.2 του Επιχειρησιακού Προγράμματος Κοινωνία της Πληροφορίας (ΕΠΚτΠ) του Γ' ΚΠΣ.

Επιπλέον υπάρχει το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Αγροτική Ανάπτυξη-Ανασυγκρότηση Υπαίθρου με επιμέρους δράσεις που προβλέπει την υποστήριξη παραγωγής, μεταποίησης και αξιοποίησης βιομάζας για κάλυψη ενεργειακών αναγκών.

# ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

## Εισαγωγή

Στην έκδοση αυτή παρουσιάζεται τεχνική πληροφορία χρήσιμη για τον σχεδιασμό έργων, που θερμαίνονται με βιοκαύσιμα όπως τα συσσωματώματα (pellets) και τα θρύμματα βιοκαυσίμων (wood chips). Τυπικά έργα μπορούν να είναι κατοικίες ή δημόσια κτίρια (σχολεία, ΚΑΠΗ, Δημαρχεία ή μεγαλύτερα κτίρια με θερμικό φορτίο από 50-800 kW. Στο εύρος αυτό υπάρχουν αξιολογούμενα οικονομικά πλεονεκτήματα και η σχετικά εύκολη υλοποίηση έργων, γιατί η εγκατάσταση μπορεί να πραγματοποιηθεί σε υπάρχοντα κτίρια.

Αφορά κυρίως σε συμβούλους επιχειρήσεων, σχεδιαστές, αρχιτέκτονες και ενεργειακές εταιρίες που έχουν μικρή ή/και καμία εμπειρία, ενώ ενδιαφέρονται να υλοποιήσουν έργα.

## Γιατί θέρμανση με ξύλα

Παράλληλα με τη φιλικότητα στο περιβάλλον και την τεχνολογική ωριμότητα μπορεί να αποτελέσει μία οικονομικά ελκυστική λύση. Επιπλέον ως εγχώρια πηγή προσφέρει μεγαλύτερη ασφάλεια στον εφοδιασμό και σταθερότητα στην τιμή.

## Πολιτικό πλαίσιο στήριξης

Η συμφωνία του Κιότο προβλέπει ότι η χρήση βιοκαυσίμων είναι ένα από τα πιο αποτελεσματικά μέτρα για τον περιορισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Η **Ευρωπαϊκή Καμπάνια για την απογείωση** (Campaign for take off) έχει βάλει ήδη ως στόχο μέχρι το 2003 στην Ευρώπη 2000 MW συστημάτων θέρμανσης με ξυλοκάυσιμα σε μεγάλα κτίρια. Μερικές Ευρωπαϊκές χώρες έχουν δημιουργήσει εθνικά προγράμματα για τη ενεργειακή χρήση της βιομάζας για την ενίσχυση των περιφερειακών οικονομιών και να δώσουν νέες προοπτικές στους αγρότες. Τέλος η βιομάζα συμμετέχει στη βελτίωση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού.

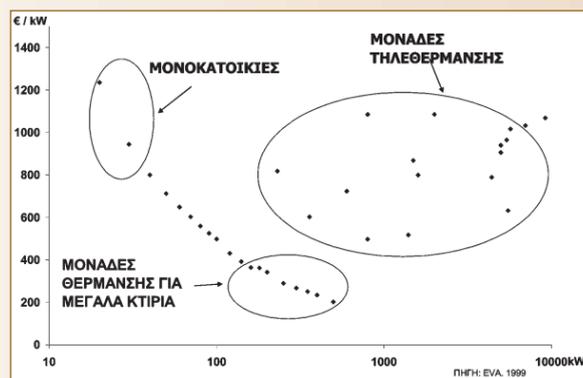
## Υπάρχει διαθέσιμη τεχνολογία υψηλής ποιότητας

Ενώ η καύση καυσοξύλων είναι πολύ διαδεδομένη σε ολόκληρο τον κόσμο, η χρήση συσσωματωμάτων και θρυμμάτων βιοκαυσίμων σε αυτοματοποιημένους λέβητες ανταποκρίνεται στις πιο υψηλές προδιαγραφές απόδοσης, εκπομπών και άνεσης είναι μία νέα επιλογή που είναι ακόμη σχετικά άγνωστη. Η τεχνολογία λέβητων βιομάζας την τελευταία δεκαετία έχει επιτύχει μεγάλη μείωση των εκπομπών, ενώ οι αποδόσεις είναι αντίστοιχες των λέβητων πετρελαίου ή αερίου. Στην πρόοδο περιλαμβάνεται και η ενίσχυση της αξιοπιστίας της αυτόματης λειτουργίας του λέβητα. Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχει ένα ευρύ φάσμα από ποιότητες στην αγορά. Οι εμπορικοί χρήστες στη βιομηχανία ξύλου που χρησιμοποιούν λέβητες, για να απαλλαγούν από τα απορρίμματά τους, έχουν μικρότερες ποιοτικές απαιτήσεις από εκείνους για τις εφαρμογές σε κατοικίες. Η προσεκτική επιλογή υψηλής ποιότητας λέβητα είναι ουσιώδης για την υλοποίηση επιτυχημένου έργου σε κτίριο επαγγελματικό, δημόσιο ή για κατοικίες.

## Η αγορά μεγαλώνει

Η θέρμανση με βιοκαύσιμα μπορεί να είναι οικονομική, γιατί τα βιοκαύσιμα είναι σημαντικά φθηνότερα από τα ορυκτά καύσιμα.

Η θέρμανση κτιρίων είναι μία πολύ ευρεία ενεργειακή αγορά. Ιδιαίτερα σε χώρες όπως η Αυστρία, η Δανία, η Γαλλία, η Γερμανία και η Σουηδία η αγορά αυτή μεγαλώνει γρήγορα τα τελευταία χρόνια.



**Σχήμα 1.** Κόστη επένδυσης συστημάτων θέρμανσης με βιομάζα. Το σχήμα δείχνει ότι τα κόστη επένδυσης είναι ιδιαίτερα χαμηλά για μεγάλα κτίρια με υψηλή ζήτηση σε θερμότητα. Τα κόστη για τα συστήματα τηλεθέρμανσης είναι υψηλότερα.

## Είναι βιώσιμο ένα σύστημα θέρμανσης με βιοκαύσιμα;

Η όλη διαδικασία από την πρώτη ιδέα μέχρι μία πλήρη εγκατάσταση βιοενέργειας καλύπτει πολλές διαφορετικές πτυχές. Είναι αλήθεια ότι η οικονομική αξιολόγηση του έργου ότι θα πρέπει να γίνει και στην αρχή και στο τέλος της διαδικασίας.

Τα σύγχρονα συστήματα θέρμανσης δουλεύουν παρόμοια με τα συμβατικά πετρελαίου ή αερίου. Εκτιμάται ότι στο μέλλον πολλά κτίρια θα θερμαίνονται με τον τρόπο αυτό.

### Διαθέσιμος χώρος, προεκτικός σχεδιασμός

Ένα σύστημα θέρμανσης με βιομάζα απαιτεί περισσότερο χώρο για τον λέβητα και την αποθήκευση του καυσίμου, αλλά και πρόσβαση στην παραλαβή του καυσίμου. Αν είναι πολύ λίγος διαθέσιμος χώρος δεν είναι πιθανά ένα καλό έργο για την επίδειξη της νέας τεχνολογίας. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό πλεονέκτημα το έργο να βρίσκεται στην αρχική φάση του σχεδιασμού, ώστε να σχεδιαστεί ορθά.

### Εφοδιασμός με καύσιμα

Ενώ υπάρχουν διαθέσιμα βιοκαύσιμα σε όλη την Ευρώπη, ο εφοδιασμός τους συνήθως υστερεί σε οργάνωση. Τα βιοκαύσιμα είναι διαθέσιμα από τις τοπικές βιοτεχνίες και βιομηχανίες επεξεργασίας ξύλου, από όπου παράγονται υπολείμματα επεξεργασίας, και από την πρωτογενή γεωργική και δασική παραγωγή. Η παραγωγή συσσωματωμάτων ξύλου, που έχουν υψηλή πυκνότητα και ενεργειακό περιεχόμενο και μπορούν να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις, μπορεί να βελτιώσει την κατάσταση σημαντικά και ο αριθμός των παραγωγών συσσωματωμάτων αυξάνει διεθνώς συνεχώς. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να εξασφαλιστεί ο μακροχρόνιος εφοδιασμός με σταθερή και καλή ποιότητα βιοκαυσίμων πριν την εγκατάσταση ενός συστήματος θέρμανσης.

### Συντήρηση του λέβητα

Η κύρια διαφορά στη λειτουργία ενός λέβητα ξύλου και ενός πετρελαίου είναι ότι οι στάχτες θα πρέπει να απομακρύνονται περιοδικά. Είναι συνεπώς σημαντικό να αποσαφηνιστεί από την αρχή ποιος θα έχει την ευθύνη της δουλειάς αυτής και της παρακολούθησης του αποθέματος καυσίμου. Αν χρησιμοποιείται λέβητας χωρίς αυτόματο σύστημα καθαρισμού του εναλλάκτη, απαιτείται φροντίδα για τον καθαρισμό του λέβητα από την ιπτάμενη τέφρα.

### Εκτίμηση των απαιτήσεων σε ισχύ και καύσιμο

Είναι σημαντικό να αποσαφηνισθούν οι ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου στην αρχική φάση του σχεδιασμού γιατί θα επηρεάσουν σημαντικά την οικονομικότητα της εγκατάστασης αλλά και την ορθή λειτουργία.

Αν το σύστημα θέρμανσης με ξύλο αντικαταστήσει ένα συμβατικό σε υπάρχον κτίριο, η προηγούμενη ζήτηση σε καύσιμα είναι η καλύτερη βάση για τον υπολογισμό της μελλοντικής ζήτησης καυσίμου και απαιτήσεις σε ισχύ. Η απαιτούμενη ισχύς μπορεί να υπολογιστεί από τη θερμότητα που χρησιμοποιείται λαμβάνοντας υπόψη και την απόδοση του λέβητα, τις ώρες πλήρους φορτίου για τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες και τη χρήση του κτιρίου.

Αν το σύστημα εγκατασταθεί σε νέο κτίριο το θερμικό φορτίο και η ενεργειακή ζήτηση θα υπολογισθούν με βάση τα δεδομένα της μόνωσης και των επιφανειών, αλλά και τη ζήτηση σε ζεστό νερό πιο πολύ από τις προδιαγραφές του κτιρίου που γενικά χρησιμοποιούνται.

### Εκτιμώντας τα οικονομικά

Ο πιο εύκολος τρόπος για να συγκριθούν τα οικονομικά των διαφορετικών συστημάτων θέρμανσης είναι με τη μέθοδο VDI 2067. Ένα υπολογιστικό φύλλο για σύγκριση με τα κόστη των συμβατικών συστημάτων θέρμανσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από την ιστοσελίδα [www.bioheat.info](http://www.bioheat.info).

Στη Σουηδία το 20-25% του επενδυτικού κόστους, για ένα σύστημα θέρμανσης με βιοκαύσιμα σε υπάρχον κτίριο, αφορά τα συστήματα αποθήκευσης του καυσίμου και το σύστημα ανάκτησης καυσίμου. Το 50% αφορά τον αυτοματοποιημένο λέβητα συμπεριλαμβανομένου ενός απλού συστήματος καθαρισμού απερίων και των λοιπών εγκαταστάσεων που συνήθως υπάρχουν στο λεβητοστάσιο. Το υπόλοιπο κατανέμεται μεταξύ εργασίας στοιβάσματος, εγκατάστασης, σχεδιασμού, διοίκησης, κλπ.

## Επιλογή βιοκαυσίμων

### Ιδιότητες συσσωματωμάτων και θρυμμάτων βιοκαυσίμων

Τα **συσσωματώματα** είναι τυποποιημένο κυλινδρικό βιολογικό καύσιμο που παρασκευάζεται με τη συμπίεση ξηρών, πριονιδιών και τεμαχιδίων από καθαρά υπολείμματα ξύλου βιομηχανιών επεξεργασίας ξύλου. Στην παραγωγική διαδικασία δεν χρησιμοποιούνται κόλλες ή χημικά πρόσθετα-μόνο υψηλή πίεση και ατμός. Σε κάποιες χώρες χρησιμοποιούνται σε ποσοστό 3% βιολογικά πρόσθετα όπως πατάτα ή άρωμα καλαμποκιού ή τα υγρά από τη χαρτοβιομηχανία.

Είναι ουσιώδες τα συσσωματώματα να μην περιέχουν άλλα συστατικά ή προσμίξεις που αυξάνουν σημαντικά το ποσό της στάχτης και συνεπώς δημιουργούν λειτουργικά προβλήματα στο λέβητα. Επιπλέον είναι σημαντικό τα συσσωματώματα να έχουν συγκεκριμένες μηχανικές ιδιότητες, ώστε να μη θρυμματίζονται εύκολα σε σκόνη, καθώς αυτή

έχει διαφορετικές ιδιότητες κατά την καύση. Πρότυπα για την ποιότητα των συσσωματωμάτων υπάρχουν σε Σουηδία, Αυστρία, Γερμανία και ΗΠΑ.

**Θρύμματα** βιοκαυσίμων είναι μικρά τεμάχια ξύλου μήκους 5-50 mm. Η ποιότητα των θρυμμάτων βιομάζας εξαρτάται από την πρώτη ύλη και την τεχνολογία παραγωγής. Στην Ευρώπη συναντώνται τρεις κύριοι τύποι θρυμμάτων:

1. Θρύμματα από δασικά υπολείμματα όπως κλαδιά και κορυφές ή ολόκληρα δένδρα από αραιώμα. Αυτά τα θρύμματα είναι κατάλληλα για μεγάλους λέβητες σε συστήματα τηλεθέρμανσης.
2. Θρύμματα βιομάζας από τα πριονιστήρια. Έχουν καλύτερες ιδιότητες καύσης αλλά είναι πολύ υγρά για μικρούς λέβητες, εκτός αν τα υπολείμματα ξύλου έχουν αφαιρεθεί για ξήρανση (π.χ. με αποθήκευση σε χώρο που αερίζεται με θερμό αέρα).
3. Θρύμματα βιομάζας από αραιώμα χωρίς κλαδιά και φύλλα που αφήνονται να ξηραθούν πριν το θρυμματίσματος. Τα θρύμματα αυτά περιέχουν 30% υγρασία και είναι ομοιόμορφα σε ποιότητα και μέγεθος ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία θρυμματισμού. Τα θρύμματα είναι κατάλληλα για λέβητες σε μεγάλα κτίρια. Μεγάλα τεμάχια αθρυμματίστου ξύλου μπορεί να προκαλέσουν λειτουργικά προβλήματα και θα πρέπει να απομακρύνονται κατά την παραγωγή.

Ο παρακάτω πίνακας δίνει βασικά δεδομένα για βιοκαύσιμα κατάλληλα για τη θέρμανση μεγάλων κτιρίων. Χλωρά θρύμματα δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε τέτοια συστήματα.

	Συσσωματώματα ξύλου	Θρύμματα ξηρής βιομάζας
Θερμογόνος δύναμη	17.0 GJ/t	13.4 GJ/t
- ανά kg	4,7 kWh/kg	3,7 kWh/kg
- ανά m <sup>3</sup>	3077 kWh/ m <sup>3</sup>	744 kWh/ m <sup>3</sup>
Περιεχόμενη υγρασία	8%	25%
Φαινόμενη πυκνότητα	650 kg/m <sup>3</sup>	200 kg/m <sup>3</sup>
Στάχτη	0.5%	1%

Σε κάθε περίπτωση είναι σημαντικό για την κατάλληλη λειτουργία του συστήματος θέρμανσης με ξύλο, να ταιριάζουν οι προδιαγραφές του καυσίμου με τις προδιαγραφές του λέβητα.

### Επιλογή καυσίμου

Τα θρύμματα και τα συσσωματώματα έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα:

Θρύμματα	Συσσωματώματα
Είναι διαθέσιμα τοπικά (+)	Τυποποιημένο καύσιμο-υψηλή αξιοπιστία κατά τη λειτουργία (+)
Η παραγωγή ενισχύει την τοπική αγορά εργασίας (+)	Απαιτούνται μικρότεροι χώροι για την αποθήκευση (+)
Είναι πιο φθηνά από τα συσσωματώματα (+)	Λιγότερες απαιτήσεις για τη λειτουργία και συντήρηση (+)
Απαιτούν μεγαλύτερο χώρο αποθήκευσης (-)	Υψηλότερα κόστη καυσίμου (-)
Η υψηλή και ομοιόμορφη ποιότητα καυσίμου είναι σημαντική αλλά δύσκολο να εξασφαλισθεί (-)	Λιγότερα οφέλη για την τοπική οικονομία (-)
Απαιτείται εξειδικευμένο προσωπικό για τη λειτουργία και συντήρηση (-)	

## Αποθήκευση βιοκαυσίμων

Τα βιοκαύσιμα μπορούν είτε να αποθηκευτούν σε υπάρχοντα κτίρια σε χώρο κοντά στο λέβητα ή σε ξεχωριστό χώρο εκτός του κτιρίου (σιλό, υπόγειο από όπου με μεταφορά μπορεί να μεταφερθεί στο λέβητα). Μία άλλη λύση είναι σύστημα αποθήκευσης που βρίσκεται στο πλάι του κτιρίου με κεκλιμένο διάδρομο μεταφοράς, ώστε να διευκολυνθεί η μεταφορά του φορτίου.

1 m<sup>3</sup> συσσωματωμάτων έχει τριπλάσιο ενεργειακό περιεχόμενο από 1 m<sup>3</sup> ξηρών θρυμμάτων βιομάζας - έτσι οι απαιτήσεις για αποθήκευση είναι σημαντικά μικρότερες. Κάποιοι λέβητες στην αγορά μπορούν να χειρισθούν παράλληλα ξηρά θρύμματα βιομάζας και συσσωματώματα.



Εικόνες 1, 2, 3: Παραδείγματα αποθήκευσης βιοκαυσίμων.

Η επιλογή του συστήματος αποθήκευσης έχει επιπτώσεις στα συστήματα μεταφοράς και παραλαβής. Πάνω από τα επίγεια σιλό απαιτούνται οχήματα παραλαβής για την είσοδο καυσίμου. Είναι πολύ ενδιαφέρον να υπάρξει εγγύηση, ότι υπάρχει στεγάνωση του υπογείου από υγρασία.



## Μέγεθος αποθήκης

Το μέγεθος της αποθήκης καυσίμου εξαρτάται από την αναμενόμενη ζήτηση καυσίμου, τον τύπο του, την αξιοπιστία στην τροφοδοσία, το διαθέσιμο χώρο, το μέγεθος του οχήματος τροφοδοσίας κλπ. Για υπάρχοντα κτίρια η πλέον οικονομικά αποδοτική λύση είναι να προσαρμοσθεί η παραλαβή καυσίμου στον υπάρχοντα χώρο αποθήκευσης, αντί να δημιουργηθεί νέος χώρος.

Δύσκολα ο αποθηκευτικός χώρος γεμίζει περισσότερο από το 70% και είναι σημαντικό να μπορεί να γίνεται η τροφοδοσία χωρίς να περιμένουμε να αδειάσει τελείως. Έτσι, όταν κατασκευάζεται ένα νέο κτίσμα το ελάχιστο μέγεθος του χώρου αποθήκευσης πρέπει να είναι τουλάχιστον 50% μεγαλύτερος από ένα πλήρες φορτίο με βιοκαύσιμα ή 2 βδομάδες κατανάλωσης βιοκαυσίμου. Επιπλέον:

- ✓ Λάβετε υπόψη σας πως να αδειάσετε την αποθήκη σε περίπτωση τεχνικού σφάλματος ή κατασκευών κάτω από την αποθήκη.
- ✓ Αναζητείστε επαφή με τις κατά τόπους κατασκευαστικές εταιρίες για να δείτε τις τοπικές προδιαγραφές και ιδιαίτερότητες στη διαδικασία του σχεδιασμού.
- ✓ Λογισμικό για τον υπολογισμό της ζήτησης σε βιοκαύσιμα μπορεί να παραληφθεί από την ιστοσελίδα [www.bioheat.info](http://www.bioheat.info).

## Σχεδιασμός αποθήκης και λεβητοστασίου

Το λεβητοστάσιο και η αποθήκη πρέπει να είναι γενικά χωριστά για λόγους πυροπροστασίας. Αφήστε αρκετό χώρο γύρω από την εγκατάσταση για τυχόν συντήρηση και επισκευή.

Τυπικά ένα λεβητοστάσιο για λέβητα κάτω από 350 kW απαιτεί γύρω στα 20 m<sup>2</sup>. Παραδείγματα υπάρχουν στην ιστοσελίδα <http://www.pelletsheizung.at/einbau/beispiel.htm>

## Θέματα ασφαλείας της αποθήκης συσσωματωμάτων

Χώροι για την αποθήκευση συσσωματωμάτων ακολουθούν ειδικούς κανόνες ασφαλείας, ώστε να προλάβουν προβλήματα όπως η καταστροφή της αποθήκης, οι εκρήξεις σκόνης και η αποσύνθεση του καυσίμου. Σε μία αποθήκη συσσωματωμάτων πρέπει:

1. Να εξασφαλίζονται συνθήκες στεγανότητας.
2. Να υπάρχει προστασία για τον τοίχο από το ξεφόρτωμα των συσσωματωμάτων.
3. Η πόρτα της αποθήκης να είναι ανθεκτική σε φωτιά και σταθερή.
4. Να αποφεύγονται ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.
5. Να υπάρχουν μονώσεις στους σωλήνες τροφοδοσίας του καυσίμου για προστασία από ηλεκτροστατικούς σπινθήρες κατά τη διάρκεια της φόρτωσης.
6. Οι τοίχοι να είναι αρκετά ισχυροί για να αντισταθούν στην πίεση των συσσωματωμάτων.
7. Οι τοίχοι να αντέχουν σε φωτιά τουλάχιστο για 90 λεπτά.

## Παραλαβή καυσίμου

Η παραλαβή των βιοκαυσίμων συνήθως γίνεται είτε με φορτηγά είτε με εκλυστήρες που αφήνουν το καύσιμο (κυρίως για θρύμματα) στο άνοιγμα της αποθήκης ή από φορτηγά που ωθούν το καύσιμο (κυρίως συσσωματώματα).

Καθώς 1 m<sup>3</sup> συσσωματωμάτων περιέχει 3-4 φορές το ενεργειακό περιεχόμενο 1 m<sup>3</sup> ξηρών θρυμμάτων βιοκαυσίμου, η παραλαβή είναι λιγότερο συχνή από τα θρύμματα. Για το λόγο αυτό, μεταξύ των άλλων, εγκαταστάσεις συσσωματωμάτων είναι πιο εύκολα αποδεκτές από εγκαταστάσεις θρυμμάτων σε πυκνοκατοικημένα κέντρα πόλεων.

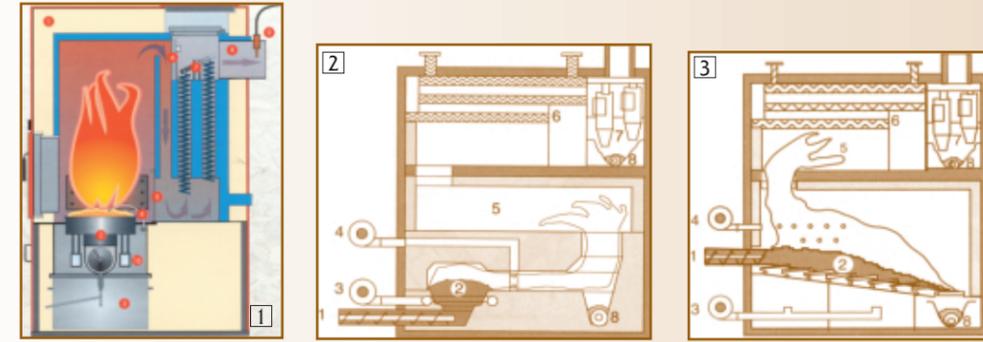
## Αυτόματοι λέβητες ξύλου

Μεγάλη πρόοδος έχει γίνει με σκοπό την υψηλότερη απόδοση και τις μειωμένες εκπομπές σκόνης και CO. Έχουν επιτευχθεί βελτιώσεις ιδιαίτερα στο σχεδιασμό του χώρου καύσης, την τροφοδοσία αέρα στην καύση και το σύστημα αυτόματου ελέγχου για τη διεργασία της καύσης. Λέβητες τελευταίας τεχνολογίας με αυτόματη έναυση έχουν αυξήσει την απόδοση από 60-92% στην τελευταία δεκαετία, ενώ έχουν κατεβάσει τις εκπομπές CO από 5000 mg/m<sup>3</sup> σε 50 mg/m<sup>3</sup>. Η ετήσια απόδοση - η σχέση της ενέργειας που λαμβάνεται στην πράξη προς το ενεργειακό περιεχόμενο του καυσίμου φτάνει μία μέση τιμή 78% για εγκαταστάσεις θέρμανσης με βιοκαύσιμα σε μεγάλα κτίρια.

Έχει μεγάλη σημασία να επιλεγεί λέβητας τελευταίας τεχνολογίας κατάλληλος για υψηλές απαιτήσεις σε κτίριο για κατοικίες. Συμβατικοί λέβητες σχεδιασμένοι για τη χρήση σε βιομηχανίες ξύλου μπορεί να προκαλέσουν σημαντικές εκπομπές, να έχουν μικρότερη απόδοση, να χρειάζονται σημαντικά περισσότερη συντήρηση και να μην έχουν την απαραίτητη λειτουργική αξιοπιστία.

## Αντιμετώπιση των διακυμάνσεων φορτίου και αύξηση της ασφαλείας εφοδιασμού

Κατά τη διάρκεια του χειμώνα κάθε σύστημα θέρμανσης υπάγεται σε ένα μεγάλο εύρος φορτίων που εξαρτώνται από τον καιρό, τη συμπεριφορά του χρήστη κ.λπ. Για το λόγο αυτό:



Εικόνα 4: Compact units, (1) λέβητες με τροφοδοσία από κάτω, (2) λέβητες με κινούμενο step grade, (3) τροποποιημένοι λέβητες με καυστήρα συσσωματωμάτων.

1. Ο λέβητας βιοκαυσίμου συμπληρώνεται και από συμβατικό λέβητα (πετρελαίου ή αερίου) που καλύπτει το φορτίο αιχμής and χρησιμεύει ως σύστημα υποστήριξης. Η δυναμικότητα του λέβητα βιοκαυσίμου ελαττώνεται στο 60-70% του μέγιστου θερμικού φορτίου. Στην περίπτωση αυτή είναι δυνατόν να καλύψει το 90-95% των ενεργειακών αναγκών για θέρμανση ως φορτίο ζήτησης αιχμής σε σύντομες χρονικές περιόδους (αυτό όμως εξαρτάται από το τοπικό κλίμα και απαιτεί σωστή διαστασιοδότηση). Η λύση αυτή έχει ιδιαίτερα πλεονεκτήματα όταν υπάρχει ένα παλιό σύστημα θέρμανσης (πετρελαίου ή αερίου)
2. Ο λέβητας βιοκαυσίμου μπορεί να καλύψει το μέγιστο φορτίο, μία δεξαμενή αποθήκευσης θερμότητας βοηθά να καλυφθούν βραχυπρόθεσμες ανάγκες λόγω διακύμανσης και εγγυάται ότι ο λέβητας μπορεί να λειτουργήσει και με χαμηλό φορτίο με λογικό τρόπο. Η δεξαμενή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση ηλιακής ενέργειας το καλοκαίρι. Η λύση αυτή έχει το πλεονέκτημα ότι μόνο μία καμινάδα είναι απαραίτητη.
3. Συνδυάζονται δύο λέβητες ξύλου. Ο δεύτερος λέβητας αυξάνει αφενός μεν την ασφάλεια εφοδιασμού, αφετέρου δε εξασφαλίζει ότι οι λέβητες λειτουργούν στην άριστη κατάσταση σε όλα τα φορτία. Είναι φθηνότερο να εγκατασταθεί ένας δεύτερος λέβητας βιοκαυσίμου από ένα συμβατικό λέβητα με το δικό του σύστημα αποθήκευσης πετρελαίου και αερίου.

Για ισχύ 50-500 kW υπάρχουν διαφορετικοί αυτοματοποιημένοι λέβητες, όπως οι:

- ✓ Υψηλή απόδοση (>85%) με βάση πιστοποιημένες μετρήσεις
- ✓ Χαμηλές εκπομπές CO (<200 mg/m<sup>3</sup>), χαμηλές εκπομπές σκόνης (<200 mg/m<sup>3</sup>) σε πλήρες φορτίο
- ✓ Συνεχής διακύμανση της αποδιδόμενης ισχύος
- ✓ Αυτοματισμός υψηλού βαθμού για την ελάττωση των απαιτήσεων συντήρησης
- ✓ Δυνατότητες για τηλεχειρισμό του λέβητα
- ✓ Αναφορές που αποδεικνύουν ότι ο λέβητας έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς σε οικιακές εφαρμογές.

## Συστήματα ασφαλείας

Ένας λέβητας βιοκαυσίμου έχει μεγαλύτερη αδράνεια στην παραγωγή θερμότητας από το λέβητα πετρελαίου ή αερίου. Αν συμβεί διακοπή ηλεκτρικού ρεύματος, το καύσιμο στο λέβητα θα συνεχίσει να καίγεται και να παράγει θερμότητα που πρέπει να απομακρυνθεί. Μία επιλογή για να λυθεί το πρόβλημα είναι ένα δοχείο για την εκτόνωση του ατμού αν η θερμοκρασία φθάσει τους 100°C. Μία άλλη επιλογή είναι ένας εναλλάκτης ασφαλείας, που ψύχεται με νερό βρύσης, όταν η θερμοκρασία του λέβητα ανέβει πολύ. Ένα δοχείο αποθήκευσης θερμότητας μπορεί επίσης να προσφέρει ασφάλεια, αν η φυσική κυκλοφορία ψύξη πολύ το λέβητα.

Ένα άλλο σημαντικό σύστημα ασφαλείας πρέπει να προστατεύσει από την ανάφλεξη του καυσίμου στην αποθήκη από τη φωτιά του λέβητα. Απαιτούνται τουλάχιστον δύο συστήματα για να εξασφαλίσουν μία διακοπή στο σύστημα μεταφοράς του καυσίμου και ένα σύστημα ραντίσματος στο σωλήνα μεταφοράς του καυσίμου αν συμβεί το πρόβλημα αυτό.

Ένα άλλο σύστημα ασφαλείας για την προστασία του λέβητα από τη διάβρωση αναμιγνύει το νερό ψύξης από το σύστημα θέρμανσης με το ζεστό νερό του λέβητα, πριν μπει στο λέβητα. Αυτό σημαίνει ότι τα απαέρια ποτέ δεν συμπυκνώνονται στο λέβητα.

Η ασφάλεια ακολουθεί το πρότυπο EN 303-5.

## Θόρυβος

Ο ενδεχόμενος θόρυβος από συστήματα που αξιοποιούν τη βιομάζα μπορεί δημιουργήσει προβλήματα στους κατοίκους και πρέπει να αντιμετωπισθεί κατά τη φάση του σχεδιασμού, απλά και φθηνά. Κύριες πηγές θορύβου είναι

οι ανεμιστήρες αέρα και απαερίων, αλλά και οι κοχλιωτοί μεταφορείς για την πνευματική μεταφορά του καυσίμου. Για να αποφευχθούν προβλήματα θορύβου θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα κάτωθι:

1. Τα υποδωμάτια δεν πρέπει να βρίσκονται ακριβώς πάνω από το λεβητοστάσιο. Επίσης οι καμινάδες, αν είναι δυνατόν, να μην περνούν από τα υποδωμάτια.
2. Αν το κτίριο είναι νέο, ένα αποδοτικό μέτρο είναι να διαχωριστεί το πάτωμα του λεβητοστασίου και της αποθήκης καυσίμου από τους τοίχους με ελαστική γέμιση μεταξύ του πατώματος και των τοίχων
3. Κάθε σημείο επαφής μεταξύ μηχανικών τμημάτων και τοίχων/πατωμάτων θα πρέπει ακουστικά να μονωθεί (π.χ. όπου ο μεταφορέας περνά από τον τοίχο της αποθήκης στο λεβητοστάσιο, κ.λπ.)
4. Ρωτείστε τον κατασκευαστή του λέβητα τι έχει κάνει για να περιορίσει τις εκπομπές θορύβου.
5. Επισκεφτείτε εγκαταστάσεις που λειτουργούν για να συγκρίνετε θορύβους κατά τη λειτουργία.
6. Οι καμινάδες από χάλυβα είναι πιο θορυβώδεις
7. Για λόγους θορύβου, αλλά και για άθλους τεχνικούς και οργανωτικούς λόγους ένα ξεχωριστό (υπόγειο) κτίριο για το λέβητα και την αποθήκευση μπορεί να είναι η προτιμότερη επιλογή.  
Θόρυβος μπορεί να προκληθεί κατά τη διάρκεια του εφοδιασμού με καύσιμο. Αυτό μπορεί να διευθετηθεί με τη χωροθέτηση, αλλά και πρακτικές διευθετήσεις του εφοδιασμού σε καύσιμο π.χ. καθορίζοντας τον εφοδιασμό σε καύσιμο τη μέρα και βδομάδα που θα απουσιάζουν οι γείτονες.

## Προετοιμασία θερμού νερού και ενσωμάτωση της ηλιακής ενέργειας

Ο συνδυασμός λέβητα βιοκαυσίμου με ηλιακό σύστημα για τη θέρμανση νερού είναι μία ιδιαίτερα ελκυστική λύση. Το ηλιακό σύστημα μπορεί να λειτουργεί συμπληρωματικά με το υπόλοιπο, ελαχιστοποιώντας τις ώρες λειτουργίας του λέβητα βιοκαυσίμου. Η δεξαμενή αποθήκευσης θερμότητας από το ηλιακό σύστημα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση των διακυμάνσεων φορτίου. Με τον ορθό σχεδιασμό, ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την ετοιμασία θερμού νερού και για θέρμανση χώρου. Στο μέλλον η ηλιακή ενέργεια θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για ψύξη με τις νέες καινοτομικές τεχνολογίες (π.χ. [www.solarfrost.com](http://www.solarfrost.com)). Επί πλέον μία ομάδα με ηλιακούς συλλέκτες προσθέτει αξία στο έργο, σε όρους περιβαλλοντικού «image».

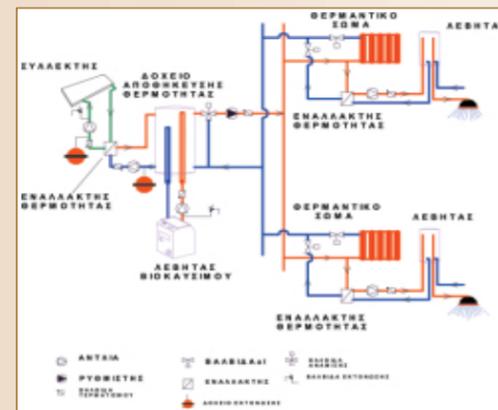
Δύο συστήματα, που συνδυάζουν ηλιακή ενέργεια και βιομάζα, έχουν αναπτυχθεί προσφέροντας αξιοσημείωτα πλεονεκτήματα σε όρους απλότητας, κόστους και ενεργειακής απόδοσης. Και τα δύο βασίζονται στην ιδέα της ολοκλήρωσης θερμικών αναγκών για θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης. Το «σύστημα 2 σωλήνων» έχει σημαντικά μικρότερες απώλειες, απαιτεί λιγότερες εγκαταστάσεις, μπορεί να επεκταθεί εύκολα και επιτρέπει τη χρήση σε μεγάλα ποσά ηλιακής ενέργειας.

### Σύστημα δύο σωλήνων με αποκεντρωμένη αποθήκευση ζεστού νερού

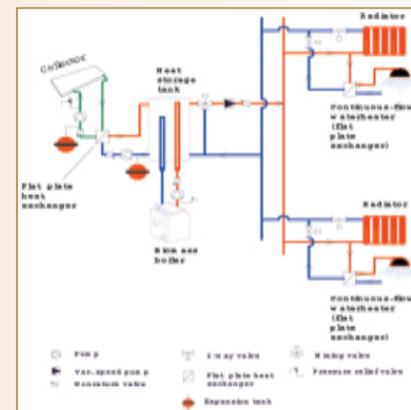
Η θερμότητα παράγεται είτε από τον ηλιακό συλλέκτη είτε από τον λέβητα. Το σύστημα είναι ελκυστικό π.χ. μακρόστενα σπίτια με σχετικά μακρές σωληνώσεις καθώς επιτρέπει την απώλειών από την κυκλοφορία μόνο περιοδικά (π.χ. 2 φορές τη μέρα) ώστε να φορτωθεί η αποθήκη ζεστού νερού.

### Σύστημα δύο σωλήνων με απευθείας προετοιμασία ζεστού νερού

Ακόμη φθηνότερο από το σύστημα αυτό είναι το σύστημα 2 σωλήνων με απευθείας προετοιμασία ζεστού νερού μέσω εναλλάκτη. Ο εναλλάκτης ολοκληρώνεται σε σταθμό μεταφοράς θερμότητας που επίσης περιλαμβάνει μετρητές για κρύο νερό και θερμότητα, ηλεκτρονική επικοινωνία με το λεβητοστάσιο και άλλα υδραυλικά στοιχεία.



Εικόνα 5: Σύστημα δυο σωλήνων με αποκεντρωμένη αποθήκη ζεστού νερού



Εικόνα 6: Δισωλήνιο σύστημα με απευθείας προετοιμασία του ζεστού νερού μέσω εναλλάκτη

## Συντήρηση και Λειτουργία

Βασικό προαπαιτούμενο για την άριστη λειτουργία και συντήρηση είναι η ορθή επιλογή της δυναμικότητας του λέβητα. Η ορθή διαστασιοποίηση δίδει τις άριστες λειτουργικές συνθήκες και ελαττώνει τις ανάγκες για χειρισμό της στάχτης.

Οι απαιτήσεις για εργασία εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως αν η υποδοχή του καυσίμου μπορεί να γίνει με το υπάρχον προσωπικό, αν υπάρχουν διακοπές στο σύστημα τροφοδοσίας, αν μέρος του ελέγχου μπορεί να γίνει από απόσταση, αν χρησιμοποιούνται θρύμματα ή συσσωματώματα κλπ. Απαιτούνται:

1. Οπτικός έλεγχος του λέβητα - 2 φορές τη βδομάδα.
2. Ρυθμίσεις, συντήρηση και φροντίδα μικρών λειτουργικών προβλημάτων.
3. Αγορά καυσίμου.
4. Χειρισμός και διάθεση της στάχτης.

Για τη θέρμανση μεγάλων κτιρίων με βιοκαύσιμο εκτιμούνται οι ακόλουθες απαιτήσεις σε προσωπικό:

Εγκαταστάσεις με συσσωματώματα: 3,0 ώρες/βδομάδα

Εγκαταστάσεις με θρύμματα βιομάζας: 4,4 ώρες/βδομάδα

Φυσικά οι αριθμοί αυτοί εξαρτώνται από το μέγεθος της εγκατάστασης και την κατανάλωση καυσίμου-λιγότερες ώρες για μικρότερες εγκαταστάσεις. Γνωρίζοντας την κατανάλωση καυσίμου και το μέγεθος της εγκατάστασης είναι δυνατό να υπολογισθούν βασικά μεγέθη για τον απαιτούμενο χρόνο, σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί.

Χρόνος ως προς κατανάλωση καυσίμου	Χρόνος ως προς εγκατεστημένη δυναμικότητα του λέβητα
Εγκαταστάσεις με συσσωματώματα	4 min/GJ 70 min/βδομάδα ανά 100 kW
Εγκαταστάσεις με θρύμματα βιομάζας	5 min/GJ 110 min/βδομάδα ανά 100 kW

Όπως είναι όμως γνωστό αντίστοιχη φροντίδα απαιτείται και για τους συμβατικούς λέβητες πετρελαίου και αφορά τη λειτουργία και συντήρησή τους. Υπάρχουν δυνατότητες για ελαχιστοποίηση των αναγκών για εργασία.

1. Συμφωνία με εταιρία υπηρεσιών για τη συντήρηση του συστήματος
2. Αυτοματοποιημένη απομάκρυνση στάχτης
3. Αυτοματοποιημένος καθαρισμός των εναλλακτών
4. Ο προμηθευτής των συσσωματωμάτων φροντίζει τα της παραλαβής
5. Ο καθαριστής της καμινάδας ασχολείται με το καθαρίσμα των εγκαταστάσεων

Με λέβητα τελευταίας τεχνολογίας και συσσωματώματα ή θρύμματα από βιοκαύσιμο καλής ποιότητας, η συντήρηση δεν ξεπερνά τα 30 min/βδομάδα για ένα λέβητα compact υψηλής αυτοματοποίησης για μεγάλα κτίρια.

Πολλά προβλήματα μπορούν να αποφευχθούν χρησιμοποιώντας τις οδηγίες του κατασκευαστή, του εγκαταστάτη ή του συμβούλου κατά την έναρξη λειτουργίας της εγκατάστασης που αφορούν καθημερινή ρουτίνα, τυπικά σφάλματα, επίλυση προβλημάτων, επαφές για επίλυση προβλημάτων, συμφωνία για την έναρξη λειτουργίας της εγκατάστασης και ρύθμιση της καύσης.

## Διάθεση της στάχτης

Οι στάχτες του ξύλου δεν είναι επικίνδυνες και συχνά χρησιμοποιούνται ως λίπασμα. Στις πόλεις η διάθεσή τους μπορεί να γίνει μαζί με τα υπόλοιπα σκουπίδια με προσοχή σε τοπικούς κανονισμούς. Στον πίνακα που ακολουθεί απεικονίζονται τα κυριότερα συστατικά στάχτης από θρύμματα βιομάζας (EVA 2002).

Συστατικά στάχτης (% του βάρους)	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O
	24,6	46,6	4,8	6,9	0,5	3,8

Ο Zn που περιέχεται κυμαίνεται από 260-500 mg/kg, ενώ το Cd από 3,0-6,6 mg/kg.

## Αγορά εξοπλισμού

Η αγορά προγραμματίζεται για τα πρώτα στάδια λειτουργίας, αλλά όχι νωρίτερα από τη σχετική μελέτη βιωσιμότητας. Τα ελάχιστα που θα πρέπει να ζητηθούν κατά την πρώτη παρουσίαση είναι:

- ✓ Ζήτηση σε θερμότητα
- ✓ Καύσιμο, τύπος και περιεχόμενη υγρασία
- ✓ Απαιτήσεις για την αποθήκευση του καυσίμου στο εσωτερικό ή το εξωτερικό των κτιρίων
- ✓ Διαθεσιμότητα στο κτίριο για το λεβητοστάσιο
- ✓ Απαιτήσεις σε εκπομπές από τοπικούς κανονισμούς

Επιπλέον πληροφορία για:

- ✓ Θέματα υπευθυνότητας
- ✓ Πρώτα σχέδια της εγκατάστασης
- ✓ Τιμή και συνθήκες παραλαβής
- ✓ Συστάσεις για υπάρχοντες χρήστες των εγκαταστάσεων

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **EVA**, Austria, Wood fuel - Sustainable heat for public buildings, 2002.
2. **Iatridis M.**, Indicators for energy efficiency monitoring and target setting ODYSEE, SAVE project, CRES, 2002.
3. **ΚΑΠΕ**, Έρευνα στα πλαίσια του έργου BIOHEAT, Τμήμα Ανάπτυξης - Marketing & Τμήμα Βιομάζας, 2002.
4. **ΚΑΠΕ**, RES statistics for 1998: Greece, Final Report for EUROSTAT, Τμήμα Πληροφοριακών Συστημάτων, 2000.
5. **Τσούτσος Θ., Edge M. και Παπαστεφανάκης Δ.**, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Περιβάλλον, ALTENER, ΚΑΠΕ, 1997.
6. **Υπουργείο Ανάπτυξης**, Γενικό Ισοζύγιο Ενέργειας Ετών 1995-2000, Υπουργείο Ανάπτυξης, Αθήνα, 2000.
7. **ΥΠΕΧΩΔΕ**, Emissions Inventory - National inventory for Greenhouse and other Gases for the years 1990-1998. Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2000.
8. **Λυριντζής, Γ., Ζέρβα, Γ., Παναγιώτου, Π., Σκαρβέλης, Μ., Ντζούρας, Ν., Αξαόπουλος, Π., Κατσαρός, Δ., Αλεξίου, Ι., Αλατάς, Ι. και Π. Γκαγκάρη**, «Δυνατότητες αξιοποίησης βιομάζας Νομών Βοιωτίας και Ευρυτανίας», πρακτικά, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, σελ. 213, 2000.
9. **Ντζούρας Ν., Σκαρβέλης Μ. και Γ. Λυριντζής**, «Προτεραιότητες στην οργάνωση δικτύων εφοδιασμού μονάδων παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού με βιομάζα», Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, Τρίπολη, 26-29 Μαΐου 2002, «Έρευνα, Προστασία και Διαχείριση Χερσαίων Οικοσυστημάτων, Περιστατικών Δασών και Αστικού Πρασίνου», Ελληνική Δασολογική Εταιρεία (υπό δημοσίευση).

### **Τηλεθέρμανση μικρών οικισμών και συγκροτημάτων κατοικιών**

Ο όρος τηλεθέρμανση αναφέρεται στην παροχή και μεταφορά θερμικής ενέργειας από μία κεντρική μονάδα παραγωγής προς έναν αριθμό περιφερειακών καταναλωτών, μέσω ενός δικτύου αγωγών μεταφοράς.

Οι καταναλωτές της θερμικής ενέργειας μπορεί να είναι οι κατοικίες ενός οικισμού ή μιας κοινότητας ή οι βιοτεχνίες και βιομηχανίες, που ευρίσκονται σε μικρή απόσταση από τη μονάδα παραγωγής. Η τελικές χρήσεις της θερμικής ενέργειας στην περίπτωση του οικιακού τομέα είναι η θέρμανση χώρων και η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

Γενικά μία μονάδα τηλεθέρμανσης αποτελείται από το σταθμό παραγωγής της θερμότητας και το σύστημα διανομής του θερμού νερού. Ο κεντρικός σταθμός παραγωγής περιλαμβάνει τους χώρους αποθήκευσης και τον εξοπλισμό προεπεξεργασίας της βιομάζας, το σύστημα τροφοδοσίας της βιομάζας, το θάλαμο καύσης και το λέβητα, το σύστημα καθαρισμού των απαερίων, το σύστημα συμπύκνωσης των απαερίων, την καμινάδα και το σύστημα απομάκρυνσης της στάχτης.

Το σύστημα διανομής περιλαμβάνει το δίκτυο των σωληνώσεων μεταφοράς του θερμού νερού και τους σταθμούς σύνδεσης με τους καταναλωτές. Στο σύστημα διανομής περιλαμβάνονται και οι εγκαταστάσεις θέρμανσης των καταναλωτών (δίκτυα σωληνώσεων, θερμαντικά σώματα κλπ.). Οι αγωγοί του δικτύου διανομής είναι προμονωμένοι για την ελαχιστοποίηση των απωλειών ενέργειας. Αποτελούνται από εσωτερικό χαλύβδινο αγωγό, με περίβλημα μόνωση πολυουρεθάνης και εξωτερικό προστατευτικό περίβλημα πολυαιθυλενίου.

Το θερμό νερό, που παράγεται στον κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας από την καύση της βιομάζας, τροφοδοτεί μέσω υπόγειου δικτύου αγωγών τους χρήστες, για την κάλυψη των αναγκών τους σε θέρμανση χώρων και παρασκευή ζεστού νερού χρήσης. Στη συνέχεια επιστρέφει μέσω του δισωληνίου δικτύου αγωγών στην κεντρική μονάδα όπου επαναθερμαίνεται.

Η τεχνολογία της τηλεθέρμανσης με χρήση βιομάζας είναι επιτυχώς δοκιμασμένη σε άλλες χώρες όπως η Σουηδία, η Δανία και η Αυστρία.

