

## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΛΕΒΗΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

### ΛΕΒΗΤΕΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Οι λέβητες αυτοί είναι κατασκευασμένοι για καύση ξύλων, ή μιας ομάδας καυσίμων όπως : θρυμματισμένο κάρβουνο, pellets, πυρήνα, κοκ, φλοιούς ή κουκούτσια καρπών.

Συνήθως έχουν μεγαλύτερο θάλαμο καύσης από τους άλλους λέβητες και χώρο συγκέντρωσης της τέφρας (στάχτης) που παράγεται. Ανάλογα με το καύσιμο που καίνε, η απομάκρυνση της τέφρας μπορεί να γίνεται σε καθημερινή βάση ή αραιότερα.

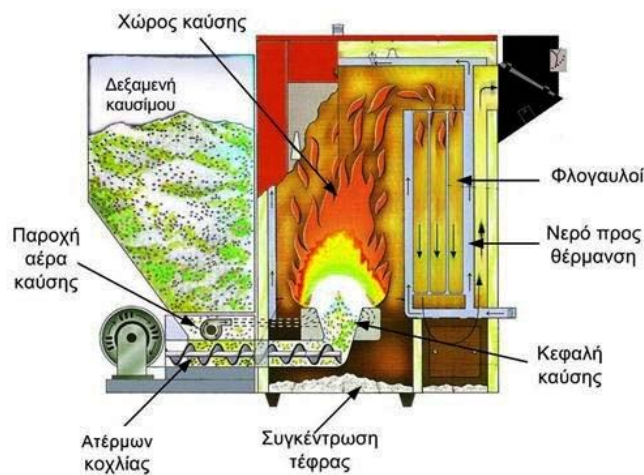
Τα υλικά κατασκευής τους είναι από χάλυβα ή χυτοσίδηρο.

Ο σχεδιασμός τους διαφέρει από κατασκευαστή σε κατασκευαστή. Η απαγωγή των καυσαερίων μπορεί να είναι με φυσικό ή τεχνητό ελκυσμό.

Διακρίνουμε δύο κατηγορίες λεβήτων στερεών καυσίμων:

1. με αυτόματη τροφοδοσία καυσίμου μέσω ατέρμονα κοχλία.
2. με χειρονακτική τροφοδοσία

#### Αυτόματη τροφοδοσία καυσίμου με ατέρμονα κοχλία.



**Λέβητας Pellets**

#### Χειρονακτική τροφοδοσία

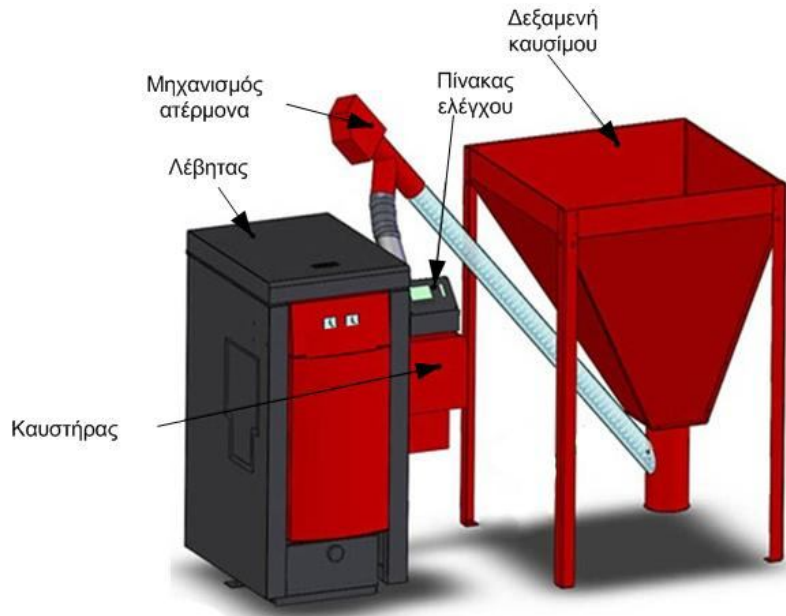


**Λέβητας ξύλου**

Το σημαντικότερο πρόβλημα που έχουμε να αντιμετωπίσουμε στους λέβητες αυτούς είναι ότι ο έλεγχος (η ταχύτητα) της καύσης δεν μπορεί να γίνει άμεσα, διακόπτοντας την τροφοδοσία του καυσίμου, όπως κάνουμε στους λέβητες υγρών και αερίων καυσίμων. Στους λέβητες αυτούς ακόμη και όταν διακόπτουμε την τροφοδοσία τους με καύσιμο, η καύση συνεχίζεται για κάποιο (συνά σημαντικό) χρονικό διάστημα δημιουργώντας πρόσθετα προβλήματα υπερθέρμανσης του νερού.

## Λέβητες με αυτόματη τροφοδοσία καυσίμου.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν στην κατηγορία αυτή οι λέβητες pellet οι οποίοι έχουν εξελιχθεί εντυπωσιακά τα τελευταία χρόνια, προσφέροντας μεγάλη ασφάλεια, οικονομία, πλήρη αυτοματισμό και οικολογική λειτουργία.



Τα pellet τοποθετούνται σε δεξαμενή που είτε είναι ενσωματωμένη στο λέβητα ή δίπλα από αυτόν και προωθούνται με μηχανισμό ατέρμονα κοχλία. Υπάρχουν ασφαλιστικές διατάξεις (π.χ. βαλβίδες ψεκασμού νερού), που δεν επιτρέπουν την διείσδυση της φλόγας στον χώρο της δεξαμενής. Ένας ανεμιστήρας φροντίζει να εισάγει τον απαιτούμενο αέρα για την καύση.

Ο θάλαμος καύσης είναι συχνά επενδυμένος με πυρίμαχα υλικά. Το άναμμα του καυσίμου, γίνεται με ηλεκτρική αντίσταση ή με φυσητήρα υπέρθερμου αέρα.

Η μετάδοση της θερμότητας στον θάλαμο καύσης γίνεται κυρίως με ακτινοβολία, ενώ στις διαδρομές με αγωγιμότητα. Κατά την διαδρομή τους, τα καυσέρια μπορούν να διέρχονται μέσα από σωλήνες (φλογαυλωτοί λέβητες), οι οποίες διαβρέχονται από το νερό της εγκατάστασης, ή αντίθετα, το νερό να περνά από τις σωλήνες και τα καυσάερια γύρω από αυτές (υδραυλωτοί λέβητες).

Μια κεντρική μονάδα ελέγχου (PLC), φροντίζει για την ασφαλή και αποδοτική λειτουργία του λέβητα. Η μονάδα αυτή, παίρνει πληροφορίες με αισθητήρες, από διάφορα σημεία, όπως θερμοκρασία νερού, θερμοκρασία καυσαερίων, θερμοκρασία περιβάλλοντος και ανάλογα με τη ζήτηση θερμότητας προσαρμόζει την ταχύτητα του ατέρμονα, την παροχή του αέρα κ.λπ. Οι πιο σύγχρονες μονάδες διαθέτουν ακόμα και αισθητήρα λάμδα για τα καυσάερια.

### Καυστήρες pellets

Ο καυστήρας pellet είναι μία συσκευή που έχει ως αποστολή, την τροφοδοσία του λέβητα με καύσιμο, το άναμμα της φλόγας, την παροχή του αέρα καύσης και τον έλεγχο της καύσης.

Αν και οι διαφορές από κατασκευαστή σε κατασκευαστή είναι συχνά

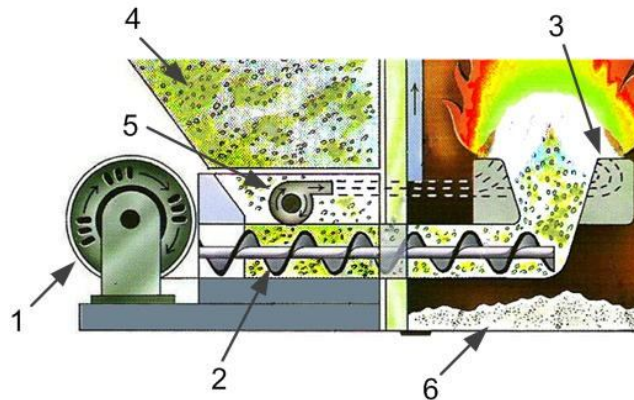
σημαντικές, στους περισσότερους καυστήρες pellet διακρίνουμε τα παρακάτω συστήματα :



1. Σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου.
2. Σύστημα παροχής αέρα.
3. Σύστημα έναυσης του καυσίμου.
4. Σύστημα ελέγχου και ασφάλειας.

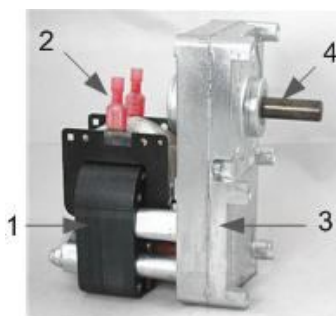
Αν και στις περισσότερες κατασκευές, τα παραπάνω συστήματα ενσωματώνονται σε ενιαίο block, δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που θα τα δούμε ξεχωριστά.

Το σύστημα τροφοδοσίας αποτελείται, από την δεξαμενή καυσίμου, τον κινητήρα και τον ενσωματωμένο μειωτήρα στροφών, τον ατέρμονα κοχλία και την εστία ή κεφαλή καύσης.



1. Ηλεκτροκινητήρας και μειωτήρας στροφών
2. Ατέρμονας κοχλίας προώθησης καυσίμου
3. Εστία καύσης
4. Δεξαμενή καυσίμου (σιλό)
5. Φυσητήρας παροχής αέρα καύσης
6. Θάλαμος συγκέντρωσης τέφρας

Ο **ηλεκτροκινητήρας** μπορεί να είναι συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος, με δυνατότητα ρύθμισης στροφών. Συνεργάζεται με μειωτή στροφών, για αύξηση της ροπής προώθησης.

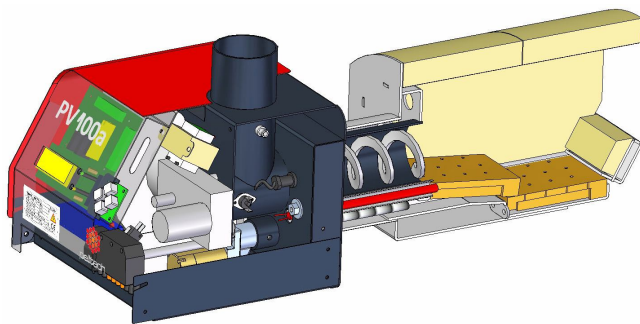


1. Ηλεκτροκινητήρας
2. Σύνδεση με ηλεκτρικό ρεύμα
3. Μειωτής στροφών
4. Άξονας σύνδεσης με ατέρμονα

Ο **ατέρμονας κοχλίας** είναι μια στιβαρή κατασκευή, με υλικά κατασκευής το χάλυβα, το χυτοσίδηρο ή τον ανοξείδωτο χάλυβα. Το βήμα του και η διάμετρος του εξαρτώνται από την ισχύ του καυστήρα (παροχή καυσίμου).



Η **εστία καύσης** είναι ως επί το πλείστον κατασκευασμένη από χυτοσίδηρο και φέρει οπές, από τις οποίες διέρχεται ο αέρας καύσης. Σε αυτή, προσαρμόζεται ο σωλήνας του ατέρμονα καθώς και ο σωλήνας του αέρα και φέρει υποδοχή τοποθέτησης της ηλεκτρικής αντίστασης, για την έναυση του καυσίμου.



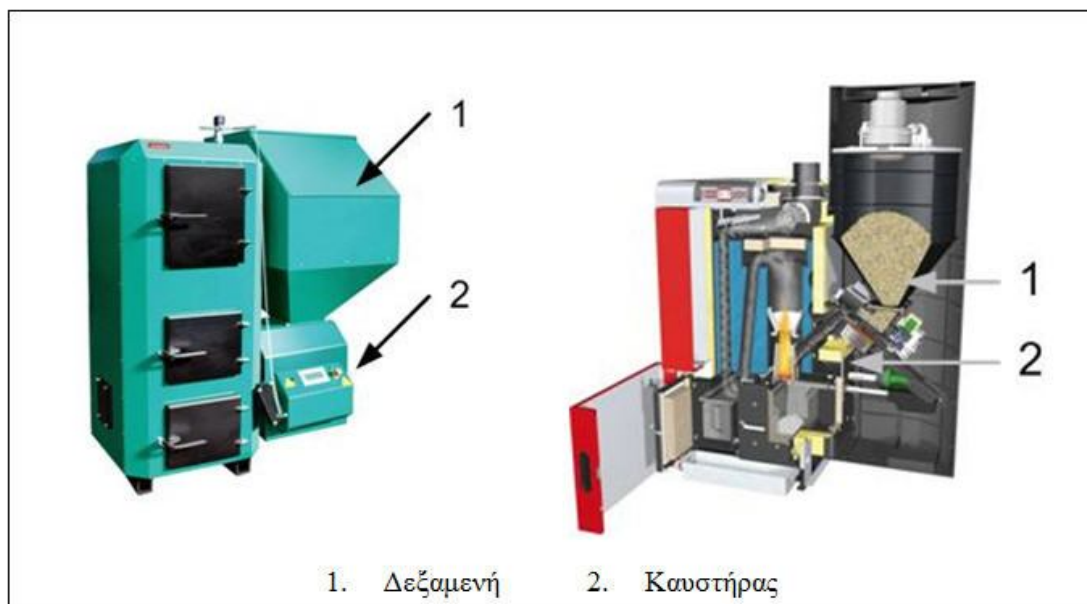
Σε κάποιους καυστήρες, η κεφαλή καύσης κατασκευάζεται από χάλυβα και επενδύεται με πυρίμαχο κεραμικό υλικό.

Κατά την σχεδίαση της εστίας, πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη προώθησης και απόρριψης της στάχτης σε δοχείο συλλογής.

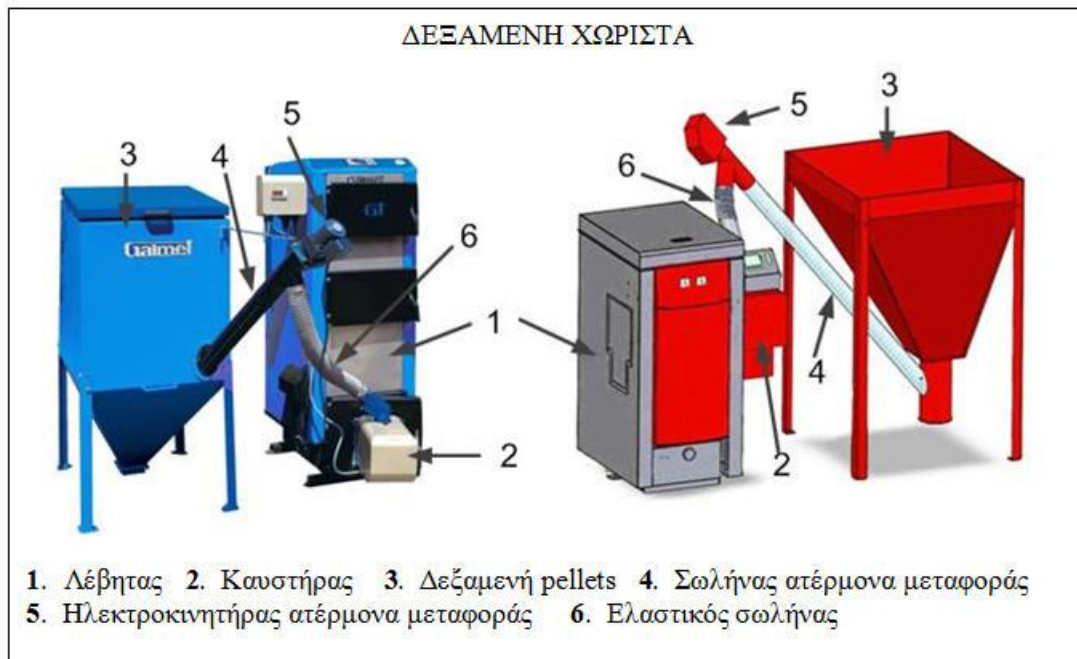
Για την **δεξαμενή καυσίμου** έχουν επικρατήσει δύο σχεδιαστικές προσεγγίσεις.

Η πρώτη, που εφαρμόζεται σε λέβητες μικρής κυρίως ισχύος, τοποθετεί την δεξαμενή πάνω από τον καυστήρα και αποτελεί με αυτόν ενιαίο σύνολο.

Το καύσιμο πηγαίνει στον ατέρμονα του καυστήρα με την βαρύτητα.



Σε λέβητες μεγαλύτερης ισχύος η δεξαμενή αποτελεί χωριστό κομμάτι που τοποθετείται πλησίον του καυστήρα. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει δεύτερος ατέρμονας που εισχωρεί στην δεξαμενή από την οποία παίρνει τα pellets, τα ανυψώνει και τα ρίχνει σε ένα ελαστικό σωλήνα μέσω του οποίου φθάνουν στον ατέρμονα του καυστήρα.

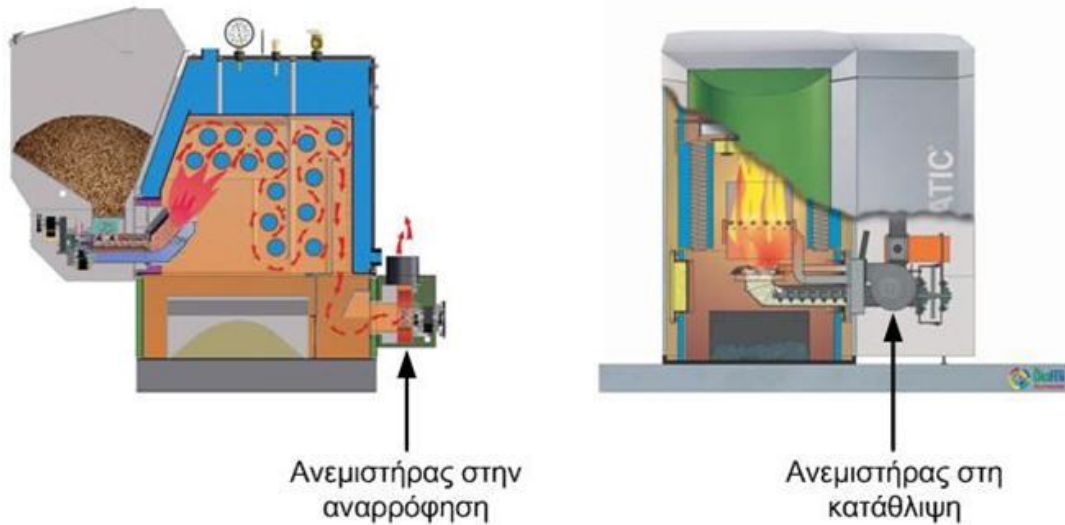


Οι δεξαμενές pellets έχουν πυθμένα σχήματος ανεστραμμένου κώνου, για να μη μένει στο τέλος άκαυτο καύσιμο και πρέπει να κλείνουν καλά με καπάκι για να μην μπαίνει υγρασία.

Ο **φουσητήρας ή ανεμιστήρας**, παρέχει τον απαραίτητο για την καύση, αέρα. Η ποσότητα του αέρα αυτού δεν είναι σταθερή, αλλά εξαρτάται από την ποσότητα του καυσίμου και κατά συνέπεια από την ισχύ του λέβητα, καθώς και από την φάση λειτουργίας του καυστήρα (την έναυση, τη θερμοκρασία του νερού, ή το σταμάτημα της λειτουργίας). Η ρύθμιση της παροχής του αέρα, γίνεται με αυξομείωση των στροφών του ηλεκτροκινητήρα που κινεί την φτερωτή του φουσητήρα, ή με την ρύθμιση του ανοίγματος, στην είσοδο του αέρα.



Ο ανεμιστήρας τοποθετείται, είτε στην είσοδο του αέρα στον θάλαμο καύσης, δημιουργώντας υπερπίεση που ωθεί τα καυσαέρια προς την καμινάδα, ή στην έξοδο των καυσαερίων, απορροφώντας τα και δημιουργώντας υποπίεση που αναγκάζει τον αέρα να εισέλθει στον θάλαμο καύσης.



Όταν το άναμμα του pellets δεν γίνεται από επαφή με ηλεκτρική αντίσταση αλλά με υπέρθερμο αέρα, τότε ο ανεμιστήρας τοποθετείται στην κατάθλιψη και στο στόμιο εξόδου υπάρχουν ισχυρές αντιστάσεις που λειτουργούν κατά την διάρκεια της έναυσης. Κατά την φάση αυτή ο ανεμιστήρας λειτουργεί με τις ελάχιστες στροφές.

Ο **πίνακας ελέγχου** των καυστήρων pellets είναι κρίσιμης σημασίας, λόγω της σημαντικής και δύσκολης αποστολής του, που είναι να ελέγξει και να ρυθμίσει την καύση στερεού καυσίμου.

Οι σύγχρονοι πίνακες ελέγχου των λεβήτων στερεών καυσίμων, είναι ψηφιακοί και διαθέτουν μία σειρά προγραμμάτων για καύση διάφορων καυσίμων, όπως pellets, φλοιούς καρπών, πετροκάρβουνο, ξύλο κ.λπ.

Η επιλογή του καυσίμου, γίνεται από το menu του πίνακα και ανάλογα με την επιθυμητή ισχύ του λέβητα, ο πίνακας ρυθμίζει:

1. Την ταχύτητα τροφοδοσίας του καυσίμου (η λειτουργία αυτή δεν είναι δυνατή αν έχει επιλεγεί σαν καύσιμο το ξύλο).
2. Την παροχή αέρα του φυσητήρα.
3. Την μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία νερού.
4. Τους νεκρούς χρόνους μη τροφοδοσίας.
5. Τους χρόνους ανάφλεξης του καυσίμου.

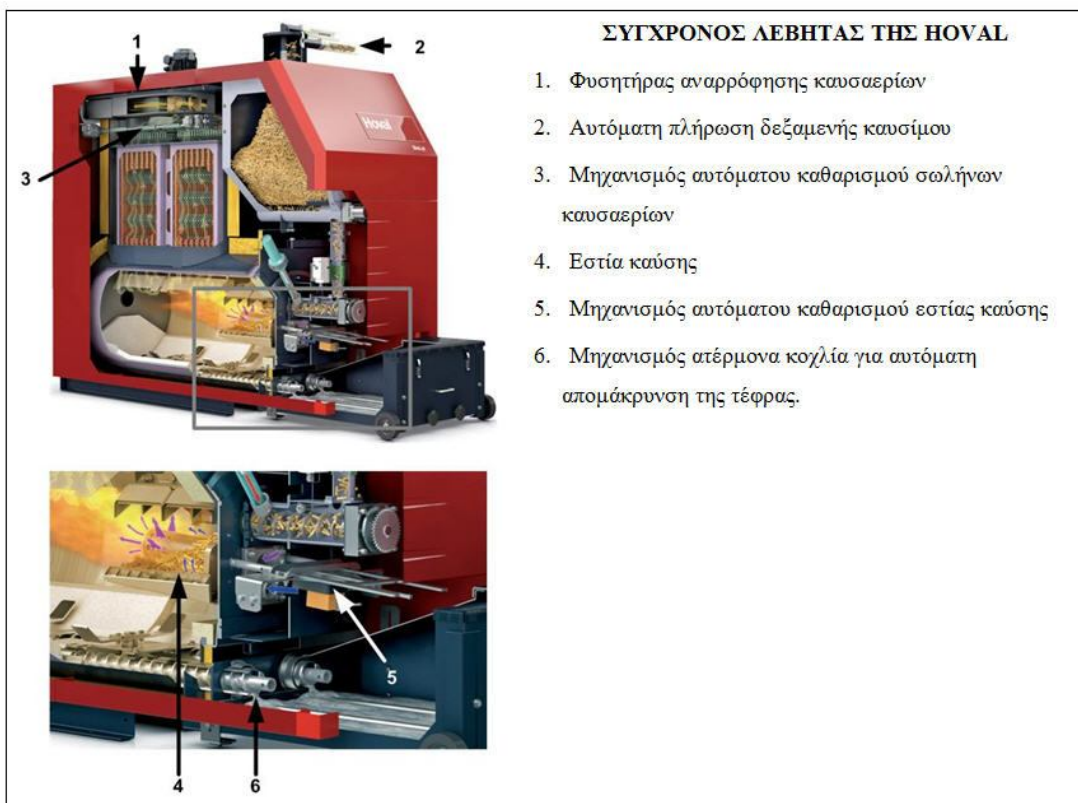
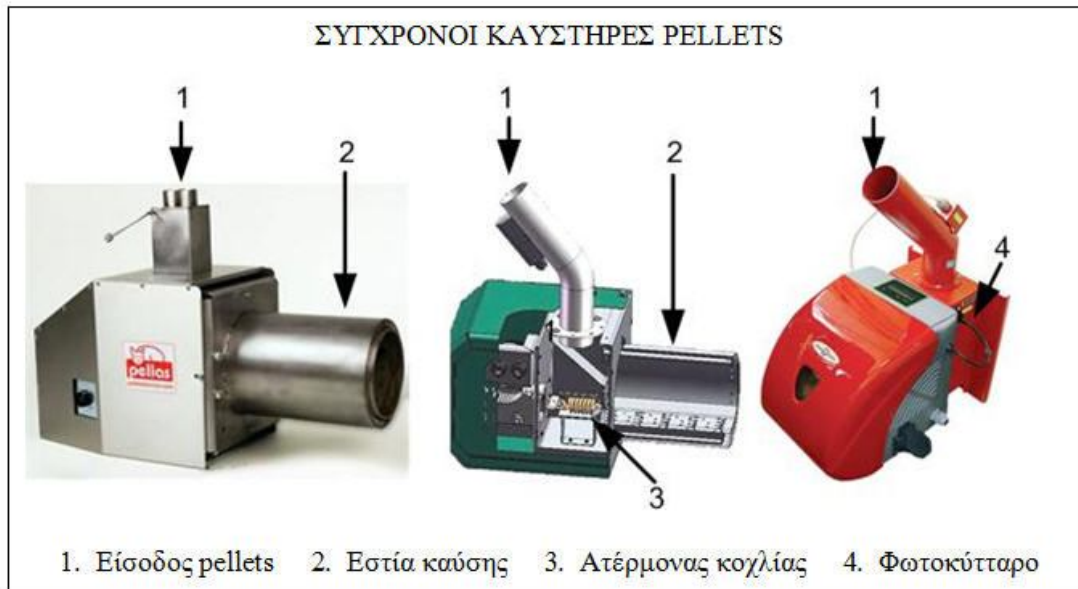


Για την επίτευξη των παραπάνω, διαθέτει φωτοκύτταρο, αισθητήριο θερμοκρασίας νερού και αισθητήριο θερμοκρασίας καυσαερίων. Κάποιοι πίνακες, έχουν επιπλέον αισθητήρα καυσαερίων τύπου λάμδα και αν ενσωματώνουν και λειτουργία αντιστάθμισης, συνοδεύονται και με εξωτερικό αισθητήριο θερμοκρασίας περιβάλλοντος.

Ενδέχεται ο πίνακας να έχει δυνατότητα ελέγχου ηλεκτροβαλβίδας νερού, για ψεκασμό νερού στην εστία ή στον ατέρμονα, αν διαπιστωθεί επικίνδυνη αύξηση της θερμοκρασίας του νερού.

Ορισμένοι πίνακες διαθέτουν και μενυ, προσβάσιμο μόνο από τους κατασκευαστές. Από το μενού αυτό, μπορεί ο ειδικός τεχνικός να διαχειριστεί, καταστάσεις υψηλών θερμοκρασιών, διαστήματα service, χρόνους καθαρισμού της εστίας κ.α.

Ο κάθε πίνακας ελέγχου, ανάλογα με το πόσο εξελιγμένος είναι, μπορεί να προσφέρει περισσότερες ή λιγότερες δυνατότητες και αντίστοιχα περισσότερη ή λιγότερη οικονομία καυσίμου.



## ΛΕΒΗΤΕΣ ΞΥΛΟΥ

Όταν τα στερεά καύσιμα είναι pellet, agropellet, βιομάζα, φλοιοί καρπών, ή δημητριακά, η καύση ρυθμίζεται από την ταχύτητα τροφοδοσίας του καυσίμου (ταχύτητα περιστροφής του ατέρμονα κοχλία) και από την ποσότητα του αέρα καύσης. Αν όμως το καύσιμο είναι το ξύλο ή μπρικέτες ξύλου, ή ξυλοκάρβουνο, η τροφοδοσία δεν μπορεί να γίνει αυτόματα και ο έλεγχος της ταχύτητας καύσης γίνεται μόνο ελέγχοντας τον αέρα καύσης που εισέρχεται στον λέβητα.

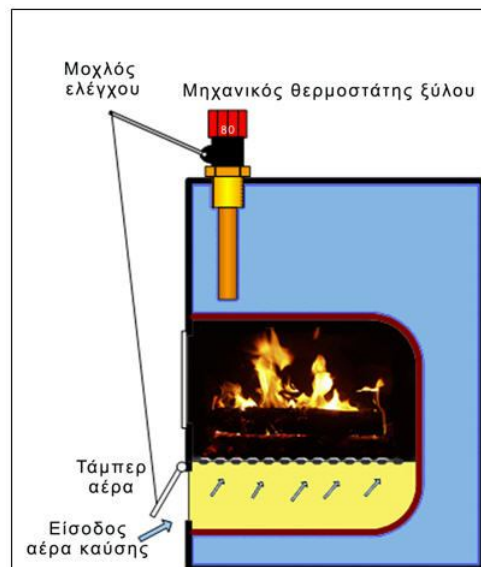
Ο έλεγχος της καύσης μόνο από τον προσαγόμενο αέρα έχει μεγάλο χρόνο ανταπόκρισης με αποτέλεσμα οι πιθανότητες υπερθέρμανσης να είναι αυξημένες και γι αυτό θα πρέπει να λαμβάνονται πρόσθετα μέτρα ασφάλειας όπως:

1. Θερμοστατική βαλβίδα ασφαλείας.
2. Θερμοστατική βαλβίδα υπερθέρμανσης.
3. Ανοικτό δοχείο διαστολής.
4. Αν είναι αναγκαίο να τοποθετηθεί κλειστό δοχείο διαστολής να είναι υπερδιαστολογημένο κατά 80%.

Ο έλεγχος του αέρα στους ξυλολέβητες γίνεται με τον μηχανικό θερμοστάτη.

Ο μηχανικός θερμοστάτης τοποθετείται στο επάνω μέρος του λέβητα και το αισθητήριο του εμβαπτίζεται στο θερμό νερό. Η διαστολή που υφίσταται μεταφέρεται και κινεί ένα μοχλό ο οποίος με την σειρά του κλείνει το τάμπερ του αέρα. Ο θερμοστάτης έχει μία περιοχή ρύθμισης από 30 ° C έως 90 ° C, η οποία μπορεί να ρυθμιστεί από ένα πλαστικό περιστρεφόμενο διαβαθμισμένο διακόπτη. Η μέγιστη θερμοκρασία στον αισθητήρα μπορεί να είναι έως 120 ° C.

Έτσι με το κλείσιμο του τάμπερ περιορίζεται η ταχύτητα καύσης του ξύλου προλαβαίνοντας την υπερθέρμανση του νερού που θα συμβεί από πιθανή υπερτροφοδοσία του θαλάμου καύσης με ξύλα. Για επιπλέον ασφάλεια από υπερθέρμανση, σε κάποιους ξυλολέβητες έχουν ενσωματωθεί συστήματα ψεκασμού νερού στα ξύλα για μείωση της έντασης της καύσης.





## Θερμοστατική βαλβίδα ασφαλείας λεβήτων στερεών καυσίμων

Οι βαλβίδες αυτές χρησιμοποιούνται σε λέβητες ξύλου, σε λέβητες πυρήνα, pellet, σε τζάκια κεντρικής θέρμανσης και γενικά όπου δεν είναι δυνατός ο άμεσος έλεγχος της καύσης. Οι λέβητες αυτοί, είναι σκόπιμο να λειτουργούν, για λόγους ασφαλείας, με ανοικτά δοχεία διαστολής και δε θέλουμε σε καμία περίπτωση η θερμοκρασία του νερού να υπερβεί τους 100 °C, προκειμένου να αποφύγουμε την ατμοποίηση.

Οι θερμοστατικές βαλβίδες ασφαλείας έχουν αισθητήριο, ενσωματωμένο ή αποστάσεως, το οποίο εμβαπτίζεται στο νερό του λέβητα.

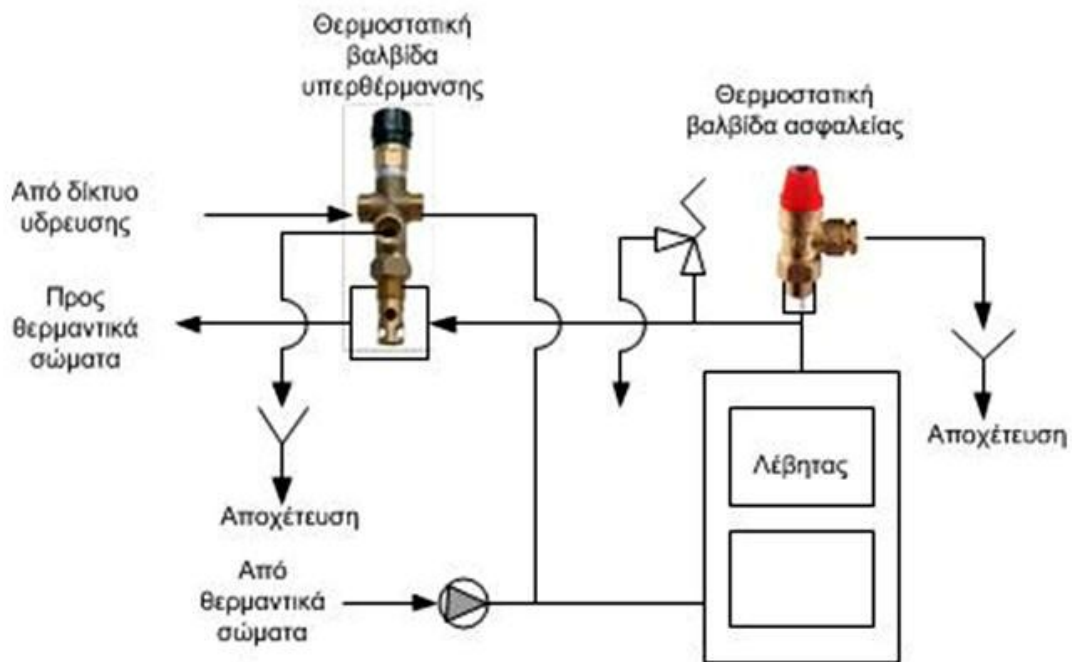


Οι θερμοστατικές βαλβίδες ασφαλείας χρησιμοποιούνται κυρίως σε λέβητες στερεών καυσίμων.

Έτσι, όταν η θερμοκρασία του νερού πλησιάσει τους 100 °C, ανοίγουν και μεταφέρουν μία ποσότητα θερμού νερού εκτός εγκατάστασης και ταυτόχρονα αντίστοιχη ποσότητα κρύου νερού έρχεται για αντικατάσταση από το ανοικτό δοχείο διαστολής, οπότε η θερμοκρασία του νερού της εγκατάστασης μειώνεται.

Για λόγους ασφαλείας, καλό είναι οι λέβητες στερεών καυσίμων να συνδέονται με ανοικτό δοχείο διαστολής. Στην περίπτωση που η εγκατάσταση γίνει με κλειστό δοχείο διαστολής, αυτό θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο κατά 80% σε σχέση με αυτό που θα έμπαινε αν το καύσιμο ήταν πετρέλαιο ή αέριο και να ληφθούν επιπλέον μέτρα ασφαλείας.

Ειδικά όταν έχουμε **ξυλολέβητα με κλειστό δοχείο διαστολής**, θα πρέπει να τοποθετείται στην εγκατάσταση **θερμοστατική βαλβίδα υπερθέρμανσης**.



Η βαλβίδα αυτή συνδέεται όπως απεικονίζεται στο σχέδιο και ενεργοποιείται όταν το νερό στο λέβητα πάει να ξεπεράσει τους 95°C. Κατά την ενεργοποίηση της ανοίγει και διώχνει μία ποσότητα νερού προς την αποχέτευση, ενώ συγχρόνως εισάγει ισόποση ποσότητα κρύου νερού από το δίκτυο ύδρευσης, κατεβάζοντας με αυτόν τον τρόπο την θερμοκρασία του νερού στον λέβητα.

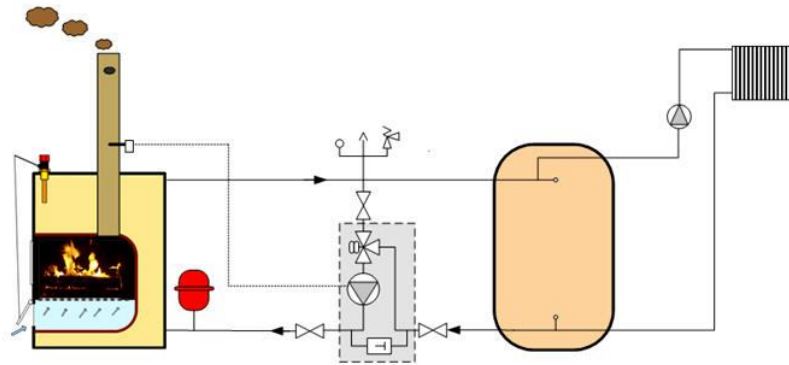


## ΕΛΕΓΧΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ LADDOMAT

Στους λέβητες στερεών καυσίμων και ιδιαίτερα στους λέβητες ξύλου παρατηρούνται αυξημένες διαβρώσεις και εναπόθεση πίσσας στα τοιχώματα. Αυτό οφείλεται στην υγρασία που υπάρχει στα καύσιμα αυτά. Τα φαινόμενα της διάβρωσης είναι εντονότερα κατά την εκκίνηση που το νερό του λέβητα είναι κρύο και τα συμπυκνώματα της υγρασίας αυξημένα. Για την αποφυγή του παραπάνω, αλλά και για καλύτερο έλεγχο της λειτουργίας, αλλά και για εξοικονόμηση ενέργειας προτείνεται η τοποθέτηση του συστήματος Laddomat σε συνδυασμό με δοχείο αδρανείας.

### Το δοχείο αδρανείας

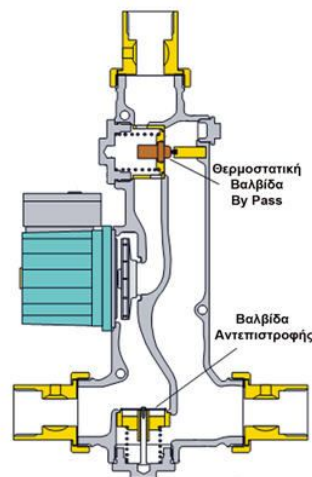
Το δοχείο αδρανείας λειτουργεί μια ενδιάμεση δεξαμενή αποθήκευσης ζεστού νερού. Ο λέβητας ζεσταίνει το νερό στη δεξαμενή και το ζεστό νερό παρέχεται στα θερμαντικά σώματα από τον κυκλοφορητή της εγκατάστασης. Με μια δεξαμενή αποθήκευσης ο λέβητας θα ζητάει πολύ πιο σπάνια τροφοδότηση με καύσιμη ύλη.



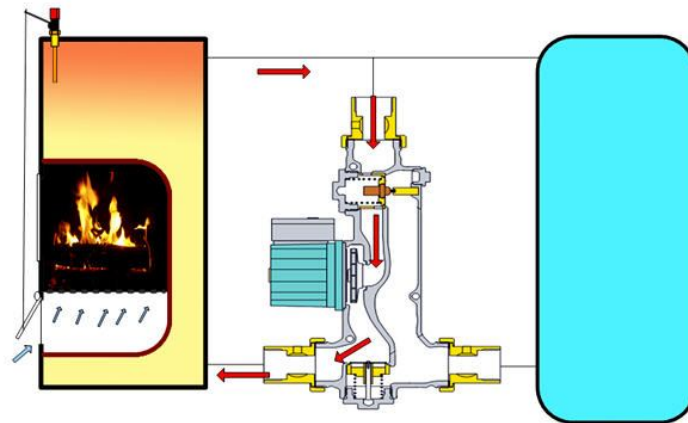
Εγκατάσταση Laddomat με δοχείο αδρανείας

### Το σύστημα Laddomat

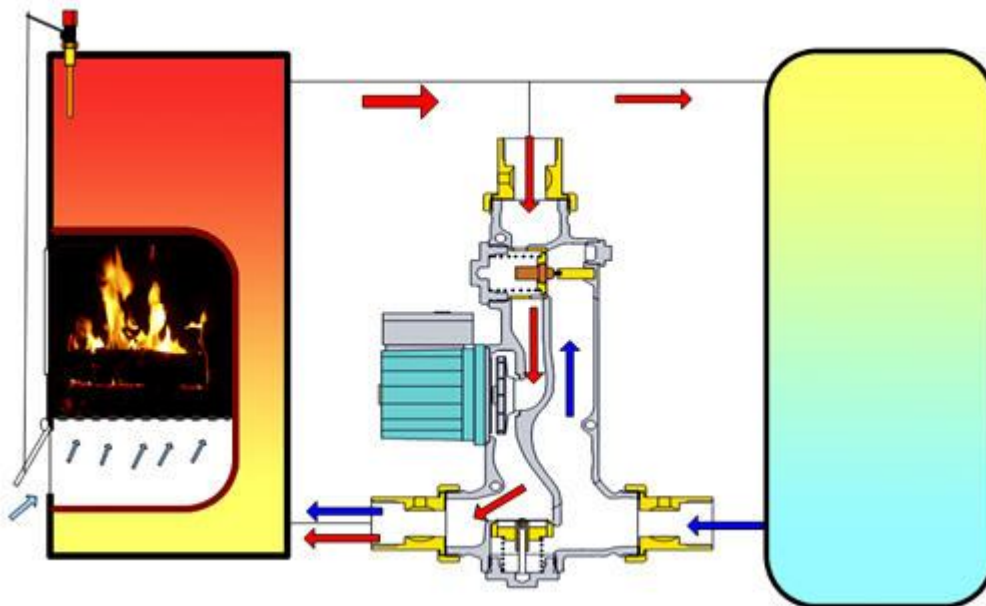
Το σύστημα αυτό αποτελείται από μία τριόδη βάνα ανάμιξης, που ελέγχεται θερμοστατικά και από έναν κυκλοφορητή, που εκκινεί από έναν πυροστάτη καυσαερίων που τοποθετείται στην καμινάδα πολύ κοντά στον λέβητα.



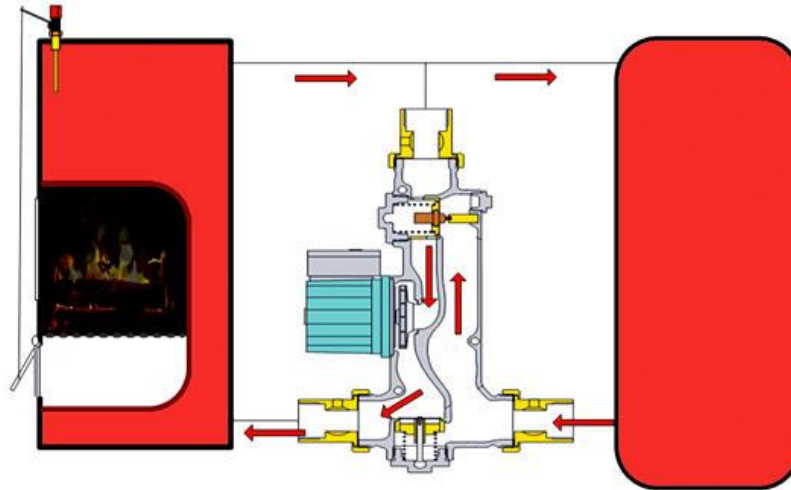
## Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



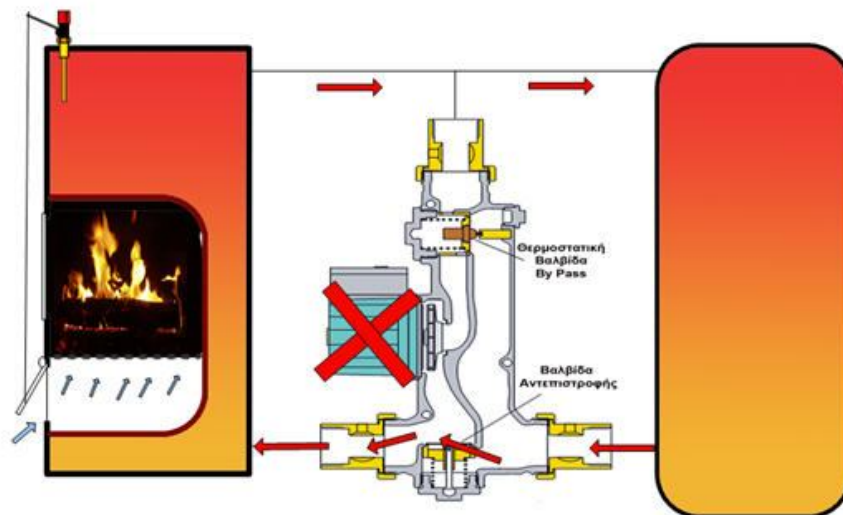
Κατά την εκκίνηση της λειτουργίας της εγκατάστασης (Φάση 1<sup>η</sup>) όλο το νερό ανακυκλοφορεί στον λέβητα μέσω του κυκλοφορητή του Laddomat. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την γρήγορη θέρμανση του λέβητα και την δραστική μείωση της διάρκειας των υγροποιήσεων στο εσωτερικό του με σημαντικά οφέλη στη διάρκεια της ζωής του.



Στην συνέχεια και αφού το νερό στον λέβητα έχει ζεσταθεί (Φάση 2<sup>η</sup>) η τρίοδη θερμοστατική βαλβίδα αναμιγνύει κρύο νερό από το δοχείο αδρανείας με ζεστό νερό από τον λέβητα και το στέλνει στην επιστροφή του με θερμοκρασία μεγαλύτερη από την θερμοκρασία υγροποίησης των υδρατμών. Έτσι και ο λέβητας προστατεύεται και το νερό στο δοχείο θερμαίνεται. Η ποσότητα του νερού που πηγαίνει στην δεξαμενή είναι τόση ώστε να μη χαλάει η διαστρωμάτωση της.



Καθώς το νερό στο δοχείο αδρανείας βαίνει να θερμανθεί πλήρως (Φάση 3<sup>η</sup>) , η θερμοστατική τριόδη διακόπτει προοδευτικά το by pass και όλο το νερό από τον λέβητα οδεύει στο δοχείο. Λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του νερού στον λέβητα, το τάμπερ του αέρα κλείνει και η καύση σταματά.



Σε περίπτωση που για κάποιο λόγο (π.χ. διακοπή ρεύματος) ο κυκλοφορητής θα σταματήσει να λειτουργεί, θα ανοίξει η βαλβίδα αντεπιστροφής και θα υπάρξει μια φυσική ανακυκλοφορία ικανή για να μην έχουμε υπερθέρμανση.

### ΟΙ ΤΡΕΙΣ ΦΑΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΤΡΙΟΔΗΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ

