



Έτος Ίδρυσης 2006

ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων
ΓΣΕΒΕΕ

Τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας για τους υδραυλικούς



ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ

Χαράλαμπος Μαλαματένιος

Επιδοτούμενες δράσεις κατάρτισης
& πιστοποίησης γνώσεων εργαζομένων

**ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ
ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥΣ**

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥΣ



Έτος Ίδρυσης 2006

ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων
ΓΣΕΒΕΕ

ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

**Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων
Γενική Συνομοσπονδία Επαγγελματιών Βιοτεχνών Εμπόρων Ελλάδας**

Αθήνα
Αριστοτέλους 46,
10433
τηλ —
210 8846852
email —
info@imegsevee.gr
www.imegsevee.gr

Εκδότης: **ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ**

Χρονολογία έκδοσης: **2019**

Τίτλος: **Τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας για τους υδραυλικούς**

Συγγραφέας: **Χαράλαμπος Μαλαματένιος**, Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός

Σελιδοποίηση | Εκτύπωση | Παραγωγή



Λ. Κηφισού 157-159
182 33 Αγ. Ι. Ρέντης, Αθήνα
Τ: 216 6000 500
info@fotolio.gr | www.fotolio.gr

© ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ
ISBN: 978-618-5025-69-4

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει συγγραφεί και εκδοθεί από το ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ στο πλαίσιο του έργου «Κατάρτιση και πιστοποίηση γνώσεων και δεξιοτήτων εργαζομένων σε επιλεγμένα επαγγέλματα του τομέα των Κατασκευών, σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας», με κωδικό ΟΠΣ 5002684 στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία 2014-2020», με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο - Ε.Κ.Τ.).

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	10
Summary	11
1 ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΕΡΗΣ ΛΥΣΗΣ	13
Εισαγωγή / Γενική περιγραφή.....	13
Σκοπός – Αναμενόμενα Αποτελέσματα	14
Έννοιες - κλειδιά / Βασική ορολογία.....	14
1.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ, ΜΕΓΕΘΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	15
1.1.1 Έργο, ενέργεια και ισχύς (ορολογία και μονάδες).....	15
1.1.2 Μορφές της ενέργειας και μετατροπή της	19
1.1.3 Μετάδοση θερμότητας - Θερμοφυσικές ιδιότητες υλικών και καυσίμων.....	22
1.2 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΤΙΚΗ ΤΟΥΣ ΧΡΗΣΗ	26
1.2.1 Προσέγγιση της σχέσης Νερού-Ενέργειας.....	26
1.2.2 Ανάγκη για αποδοτική χρήση του νερού και δυνατότητες στα κτίρια.....	27
1.2.3 Ενεργειακή αποδοτικότητα και σχετικό θεσμικό πλαίσιο	30
1.2.4 Σήμανση για προϊόντα και συσκευές.....	33

1.3	ΒΑΣΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΘΕΡΜΟΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ.....	35
1.3.1	Προσδιορισμός της ζήτησης για ζεστό νερό χρήσης (ΖΝΧ).....	35
1.3.2	Υπολογισμός της παροχής και της απώλειας πίεσης κάθε κλάδου.....	39
1.3.3	Εκτίμηση απωλειών των δικτύων διανομής θέρμανσης / ψύξης.....	42
1.3.4	Αξιολόγηση της επένδυσης.....	44
	Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης Κεφαλαίου 1.....	46
	Σύνοψη - Ανακεφαλαίωση του Κεφαλαίου 1.....	48
2	ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ, ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	49
	Εισαγωγή / Γενική περιγραφή.....	49
	Σκοπός – Αναμενόμενα Αποτελέσματα.....	50
	Έννοιες – κλειδιά / βασική ορολογία.....	50
2.1	ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ-ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	51
2.1.1	Συσκευές παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.....	52
2.1.2	Θερμοδοχείο (boiler).....	55
2.1.3	Δοχείο αδρανείας.....	58
2.2	ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΤΟΥ ΖΕΣΤΟΥ / ΨΥΧΡΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	60
2.2.1	Επιλογή κατάλληλων υλικών σωλήνων.....	61
2.2.2	Επιλογή κατάλληλων διαμέτρων σωλήνων.....	66
2.2.3	Επιλογή κυκλοφορητή.....	72
2.3	ΤΕΛΙΚΟΙ ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	73
2.3.1	Υδραυλικός εξοπλισμός.....	73
2.3.2	Οικιακές ηλεκτρικές συσκευές.....	77
2.3.3	Τερματικές μονάδες θέρμανσης.....	80
	Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης Κεφαλαίου 2.....	83
	Σύνοψη - Ανακεφαλαίωση του Κεφαλαίου 2.....	86

3 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	87
Εισαγωγή / Γενική περιγραφή.....	87
Σκοπός – Αναμενόμενα Αποτελέσματα.....	88
Έννοιες – κλειδιά / βασική ορολογία.....	88
3.1 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	89
3.1.1 Γενικές αρχές μιας εγκατάστασης διανομής ζεστού νερού.....	89
3.1.2 Αποδοτικές εγκαταστάσεις διανομής ζεστού νερού.....	91
3.1.3 Βασικές θεωρήσεις για τα αποδοτικά συστήματα διανομής ΖΝΧ.....	96
3.2 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	102
3.2.1 Εισαγωγή.....	102
3.2.2 Υδραυλική ισορροπία.....	103
3.2.3 Δυναμική εξισορρόπηση για δυναμικά δίκτυα.....	105
3.3 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ - ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	107
3.3.1 Έλεγχος της πίεσης λειτουργίας.....	107
3.3.2 Θερμομόνωση σωληνώσεων.....	108
3.3.3 Έξυπνοι υδρομετρητές.....	109
3.4 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΜΜΕΣΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	111
3.4.1 Συστήματα συλλογής και επεξεργασίας ομβρίων υδάτων.....	112
3.4.2 Συστήματα ανακύκλωσης γκρίζου νερού.....	118
Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης Κεφαλαίου 3.....	123
Σύνοψη - Ανακεφαλαίωση του Κεφαλαίου 3.....	126
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	127

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1-1:	Σχηματικό διάγραμμα της λειτουργίας ενός ενεργειακού συστήματος (συμπεριλαμβανομένων των απωλειών και της απόδοσής του)	16
Σχήμα 1-2:	Τυπική αλυσίδα μετατροπών ενέργειας σε κτιριακό συγκρότημα	22
Σχήμα 1-3:	Μετάδοση θερμότητας με (α) αγωγή, (β) συναγωγή, (γ) ακτινοβολία	22
Σχήμα 2-1:	Σχηματική παράσταση ενός θερμοδοχείου (boiler) τριπλής ενέργειας και του τρόπου σύνδεσης των διάφορων πηγών προέλευσης του ζεστού νερού	57
Σχήμα 2-2:	Σχηματική παράσταση ενός δοχείου αδρανείας και της λειτουργίας του	59
Σχήμα 2-3:	Διάγραμμα προσδιορισμού πτώσης πίεσης για χαλκοσωλήνες (θέρμανση νερού με αντλία, θερμοκρασία νερού 80°C)	69
Σχήμα 2-4:	Πληροφορίες σήμανσης - Παράδειγμα για τα πλυντήρια ρούχων	78
Σχήμα 2-5:	Τυπική διάταξη (αριστερά) και τυπική τομή (δεξιά) ενός ενδοδαπέδιου συστήματος	82
Σχήμα 3-1:	Γενική διαμόρφωση τυπική για τα συστήματα κορμού και διακλάδωσης	90
Σχήμα 3-2:	Γενική διαμόρφωση τυπική για τα συστήματα πυρήνα	92
Σχήμα 3-3:	Γενική διαμόρφωση τυπική για τα συστήματα διανομέα για ολόκληρη την κατοικία	93
Σχήμα 3-4:	Γενική διαμόρφωση τυπική για τα συστήματα ανακυκλοφορίας βάσει ζήτησης	94
Σχήμα 3-5:	Δίκτυο κεντρικής θέρμανσης χωρίς υδραυλική εξισορρόπηση	102
Σχήμα 3-6:	Τυπικό σύστημα συλλογής ομβρίων υδάτων	112
Σχήμα 3-7:	Διάταξη όπου το νερό συλλέγεται σε μια δεξαμενή αποθήκευσης και αντλείται απευθείας προς το σημείο χρήσης	116
Σχήμα 3-8:	Διάταξη όπου το νερό συλλέγεται σε μια δεξαμενή αποθήκευσης και αντλείται απευθείας προς το σημείο χρήσης	116
Σχήμα 3 9:	Επεξεργασία και ανακύκλωση γκρίζου νερού με πατενταρισμένα συστήματα της εταιρίας GreenLife	121

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1-1: Τυπικές τιμές για τη θερμογόνο δύναμη διαφόρων καυσίμων	25
Πίνακας 1-2: Δυνατότητες εξοικονόμησης των διαφορετικών τεχνολογιών στα νοικοκυριά	29
Πίνακας 2-1: Σύγκριση των θερμαντήρων νερού και σημαντικά χαρακτηριστικά τους	54
Πίνακας 2-2: Εσωτερικός όγκος των διάφορων σωληνώσεων διανομής νερού	63
Πίνακας 2-3: Χρόνος παράδοσης (σε sec) του ζεστού νερού σε μία βρύση ανάλογα με το είδος σωλήνα	64
Πίνακας 2-4: Συνιστώμενοι τύποι σωληνώσεων σε κλειστά δίκτυα νερού	65
Πίνακας 2-5: Συνιστώμενες ταχύτητες νερού w και πτώσης πίεσης R σε συστήματα θέρμανσης με εξαναγκασμένη κυκλοφορία	67
Πίνακας 3-1: Βασικές θεωρήσεις για τα συστήματα παροχής ζεστού νερού	97
Πίνακας 3-2: Εφαρμογή υδραυλικής εξισορρόπησης σε νέες και σε υφιστάμενες εγκαταστάσεις	104

Περίληψη

Το παρόν εγχειρίδιο περιέχει το εκπαιδευτικό υλικό για το θεματικό αντικείμενο «Τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας για τους υδραυλικούς» με στόχο να παρέχει στους επαγγελματίες του κλάδου τις εξειδικευμένες γνώσεις που χρειάζονται για να μπορούν να υλοποιούν αποδοτικές θερμοϋδραυλικές εγκαταστάσεις σε κτιριακές εφαρμογές. Αρχικά αναπτύσσονται οι βασικές αρχές της ενέργειας, η σχετική ορολογία και οι θερμοφυσικές ιδιότητες των υλικών και των καυσίμων, καθώς και το πώς εφαρμόζονται τα ενεργειακά μεγέθη για να υπολογιστεί η αποδοτικότητα των νέων τεχνολογιών ή/και εξοπλισμού και να προσδιοριστεί το ενεργειακό όφελος που θα προκύψει από την εφαρμογή τους. Στη συνέχεια παρέχονται οι αναγκαίες γνώσεις για τον προσδιορισμό του κατάλληλου για κάθε εφαρμογή εξοπλισμού για το σύστημα παραγωγής του ΖΝΧ, τον προσδιορισμό των κατάλληλων υλικών και διατομών για τις σωληνώσεις, καθώς και την επιλογή των κατάλληλων εξαρτημάτων και υδραυλικών ειδών εξοικονόμησης νερού και ενέργειας. Τέλος, δίνονται οι βασικές κατευθύνσεις για την αποδοτική υλοποίηση του σχεδιασμού των υδραυλικών εγκαταστάσεων, την τοποθέτηση των κατάλληλων υλικών θερμομόνωσης, καθώς και την επιλογή και εφαρμογή διάφορων άλλων τεχνικών και τεχνολογιών άμεσης ή έμμεσης εξοικονόμησης ενέργειας και νερού.

Summary

This manual contains the training material for the topic «Energy Saving Techniques for Plumbers», with the main objective of providing professionals with the specialized knowledge they need to be able to implement efficient thermo-hydraulic installations in building applications. Initially, the basic principles of energy, the relative terminology and the thermophysical properties of materials and fuels are presented, as well as how the various energy quantities are applied to calculate the efficiency of new technologies and / or equipment, and to determine the energy benefit to be derived from their application. The necessary knowledge is then provided to determine the most suitable for each application equipment for the DHW production system, to identify suitable materials and cross sections for piping, as well as to choose the suitable water and energy saving fittings and fixtures. Finally, the basic directions for the efficient implementation of the design of the plumbing installation, the installation of the appropriate thermal insulation materials, as well as the selection and application of various other techniques and technologies of direct or indirect energy and water saving are given.

1

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΕΡΗΣ ΛΥΣΗΣ



Εισαγωγή / Γενική Περιγραφή

Το 1^ο Κεφάλαιο παρέχει όλες τις γνώσεις και πληροφορίες που χρειάζεται ο υδραυλικός για να φέρει εις πέρας τις δραστηριότητες προσδιορισμού και τεκμηρίωσης της αποδοτικότερης λύσης. Στην αρχή γίνεται αναφορά στις σχετικές με την ενέργεια βασικές έννοιες (ορολογία και μονάδες), στις μορφές και τις μετατροπές της, καθώς και στους τρόπους μετάδοσης της θερμότητας και τις θερμοφυσικές ιδιότητες των υλικών και καυσίμων. Εν συνεχεία αναλύεται η σχέση Νερού-Ενέργειας, η ανάγκη για αποδοτική χρήση του νερού και οι δυνατότητες που υπάρχουν στα κτίρια, αναπτύσσεται η έννοια της ενεργειακής αποδοτικότητας και το σχετικό θεσμικό πλαίσιο σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο, ενώ γίνεται αναφορά και στη σήμανση προϊόντων και συσκευών. Τέλος, παρουσιάζεται η μεθοδολογία για τον προσδιορισμό της ζήτησης για ζεστό νερό χρήσης, τον υπολογισμό της παροχής και της απώλειας πίεσης κάθε κλάδου μιας υδραυλικής εγκατάστασης, την εκτίμηση των απωλειών των δικτύων διανομής θέρμανσης / ψύξης, καθώς και για την αξιολόγηση της σχετικής επένδυσης.



Σκοπός / Αναμενόμενα Αποτελέσματα

Οι εκπαιδευόμενοι μετά το τέλος της ενότητας θα μπορούν να:

- εφαρμόζουν τα ενεργειακά μεγέθη για να υπολογίζουν την αποδοτικότητα των νέων τεχνολογιών ή/και εξοπλισμού,
- αναγνωρίζουν (π.χ. μέσω της σήμανσής τους) τις νέες τεχνολογίες και εξοπλισμό που οδηγούν σε εξοικονόμηση ενέργειας ή/και νερού,
- προσδιορίζουν το ενεργειακό όφελος που θα προκύψει από την εφαρμογή των αποδοτικών τεχνικών / τεχνολογιών.



Έννοιες κλειδιά / Βασική Ορολογία

Εξοικονόμηση ενέργειας, ενεργειακή απόδοση / αποδοτικότητα, εξοικονόμηση νερού, σχέση Νερού-Ενέργειας (Water-Energy Nexus), θερμοφυσικές ιδιότητες υλικών, μετάδοση θερμότητας, απώλειες ενέργειας / θερμότητας.

1.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ, ΜΕΓΕΘΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τι είναι η **ενέργεια**; Είναι δύσκολο να δοθεί μία αφηρημένη/γενική απάντηση στο ερώτημα αυτό. Έτσι, συνήθως δίνεται απάντηση μέσω ενός *παραδείγματος*: «Ενέργεια είναι η ικανότητα ενός συστήματος να προκαλέσει κάποιο εξωτερικό αποτέλεσμα / επίδραση» (Μαξ Πλανκ). Η έννοια αναπτύχθηκε στα μέσα του 19ου αιώνα. Οι επιστήμονες και οι φιλόσοφοι τότε έψαχναν για κάποια αμετάβλητη ιδιότητα του κόσμου που θα έδινε μια «κρυφή» ενότητα στις συνεχείς διαδικασίες της αλληλαγής. Τη δεκαετία του 1840, ανακαλύφθηκε ποια είναι η ιδιότητα του κόσμου που δεν αλλάζει ποτέ. Η ιδιότητα αυτή ονομάστηκε **«Ενέργεια»!**

Θερμοδυναμική είναι ο κλάδος της επιστήμης που ενσωματώνει τις αρχές μετατροπής της ενέργειας σε μακροσκοπικά συστήματα. Στόχος αυτής της Υποεπότητας του εκπαιδευτικού υλικού δεν είναι να εμβαθύνει στη μελέτη της θερμοδυναμικής, αλλά να δώσει κάποιες εξηγήσεις για ορισμένες έννοιες, όπως είναι το **σύστημα**, το **περιβάλλον** και το **όριο** του, οι οποίες είναι σημαντικές στην κατανόηση της κύριας έννοιας των μεταφορών ενέργειας.

1.1.1 Έργο, ενέργεια και ισχύς (ορολογία και μονάδες)

Το **σύστημα** εκλαμβάνεται ως ένα αντικείμενο, οποιαδήποτε ποσότητα ύλης κλπ. το/η οποίο/α επελέγη για μελέτη και ξεχωρίζει (νοητικά) από οτιδήποτε άλλο που, ως εκ τούτου, αποκαλείται **περιβάλλον**. Ο φανταστικός φάκελος μέσα στον οποίο εσωκλείνεται το σύστημα καλείται **όριο** του συστήματος.

Ένα σύστημα έχει μια αναγνωρίσιμη **κατάσταση**, η οποία μπορεί να αναπαραχθεί (δηλ. είναι αναπαραγωγίσιμη), όταν όλες οι **ιδιότητες** του παραμένουν σταθερές. Η θερμοκρασία και η πίεση αποτελούν παραδείγματα ιδιοτήτων μιας κατάστασης η οποία δύναται να ανιχνευθεί με όργανα μέτρησης, όπως π.χ. τα θερμομέτρα και οι συσκευές μέτρησης της πίεσης.

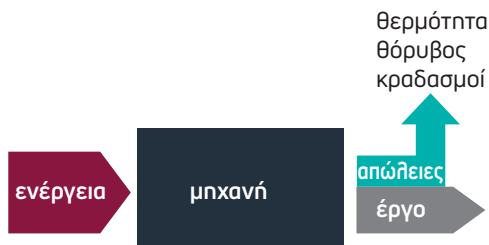
Όταν το σύστημα ξεφεύγει από μια κατάσταση ισορροπίας, υποβάλλεται σε μια διαδικασία κατά τη διάρκεια της οποίας μεταβάλλονται οι ιδιότητες του έως ότου επέλθει μια νέα κατάσταση ισορροπίας. Κατά τη διαδικασία αυτή, το σύστημα μπορεί να αναγκαστεί να αλληλεπιδράσει με το περιβάλλον του, έτσι ώστε να υπάρξει ανταλλαγή ενέργειας υπό τη μορφή θερμότητας και έργου, και να επέλθουν στο σύστημα ή το περιβάλλον αλλαγές οι οποίες, για τον άλφα ή βήτα λόγο, θεωρούνται επιθυμητές.

Θερμότητα – είναι η μορφή ενέργειας που περνά το όριο του συστήματος ως αποτέλεσμα μιας διαφοράς ή μεταβολής της θερμοκρασίας.

Έργο – είναι επίσης ενέργεια εκ μεταφοράς μεταξύ του συστήματος και του περιβάλλοντός του, η οποία όμως προκύπτει από την εκτόπιση της εξωτερικής δύναμης που ενεργεί στο σύστημα.

Στα πραγματικά συστήματα, η ποσότητα της ενέργειας που παρέχεται στο σύστημα είναι πάντοτε μεγαλύτερη από το άθροισμα των ποσοτήτων έργου και θερμότητας που προκύπτουν από το σύστημα. Ο λόγος αυτός καλείται **αποδοτικότητα**.

$$\eta = \text{παραγόμενο έργο} / \text{εισαγόμενη ενέργεια} < 100\%$$



Σχήμα 1-1: Σχηματικό διάγραμμα της λειτουργίας ενός ενεργειακού συστήματος (συμπεριλαμβανομένων των απωλειών και της απόδοσής του)

Η **ισχύς** είναι ένα μέτρο τού πόσο έργο μπορεί να παραχθεί σ' ένα δεδομένο χρονικό διάστημα ή, αλλιώς, ένα μέτρο τού πόσο γρήγορα πραγματοποιείται μια συγκεκριμένη ποσότητα έργου.

Μονάδες – ΔΣ (SI)

Οι **βασικές μονάδες** του **Διεθνούς Συστήματος (ΔΣ)** είναι οι εξής:

Μήκος	1 m	Μέτρο
Μάζα	1 kg	Κιλό
Χρόνος	1 s	Δευτερόλεπτο
Ηλεκτρικό ρεύμα	1 A	Αμπέρ
Θερμοκρασία	1 K	Κέλβιν (βαθμός)
Ποσότητα υλικού	1 mol	Mol
Ένταση φωτός	1 cd	Candela

Αντίστοιχα, **παράγωγες μονάδες** θεωρούνται οι εξής:

Δύναμη	$1 \text{ N} = 1 \text{ kgm/s}^2$
Ενέργεια, έργο	$1 \text{ J} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ Nm}$
Ισχύς	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ Nm/s}$
Πίεση	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ $1 \text{ bar} = 100.000 \text{ Pa}$
Εδική θερμοχωρητικότητα	$\text{J}/(\text{kgK})$
Ειδική βαρύτητα	-
Πυκνότητα	kg/m^3
Θερμική αγωγιμότητα	$\text{W}/(\text{m K})$
Συντελεστής θερμότητας	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$

Για λόγους πληρότητας, παρατίθενται στη συνέχεια τα προθέματα του διεθνούς συστήματος μονάδων (SI) για τα δεκαδικά πολλαπλάσια και κλάσματα.

Πρόθεμα	Συντομογραφία	Σημασία	Πρόθεμα	Συντομογραφία	Σημασία
Deca	Da	10^1	Deci	d	10^{-1}
Hecto	H	10^2	Centi	c	10^{-2}
Kilo	K (ή και k)	10^3	Milli	m	10^{-3}
Mega	M	10^6	Micro	μ	10^{-6}
Giga	G	10^9	Nano	n	10^{-9}
Tera	T	10^{12}	Pico	p	10^{-12}
Peta	P	10^{15}	Femto	f	10^{-15}
Exa	E	10^{18}	Atto	a	10^{-18}

Ενέργεια, έργο

$$\text{Έργο (W)} = \text{Ισχύς (P)} \times \text{Χρόνος (t)}$$

$$1 \text{ J (Joule)} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ Nm}$$

	J	kJ	kWh	kcal	kpm	toe ή tep
1 J	1	0,001	$0,278 \times 10^{-6}$	$0,239 \times 10^{-3}$	0,102	$0,024 \times 10^{-9}$
1 kJ	1000	1	$0,278 \times 10^{-3}$	0.239	101.97	$0,024 \times 10^{-6}$
1 kWh	$3,6 \times 10^6$	3600	1	860	367 000	$86,0 \times 10^{-6}$
1 kcal	4186,8	4.1868	0.001163	1	427	$0,10 \times 10^{-6}$
1 kpm	9,981	$9,981 \times 10^{-3}$	$2,72 \times 10^{-6}$	$3,7 \times 10^{-6}$	1	$23,43 \times 10^{-9}$
1 toe	$41,87 \times 10^9$	$41,97 \times 10^6$	$11,63 \times 10^3$	$10,0 \times 10^6$	$4,26 \times 10^9$	1

Ισχύς

$$\text{Ισχύς (P)} = \text{Έργο (W)} / \text{Χρόνος (t)}$$

$$1 \text{ W (Watt)} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ Nm/s}$$

	W	kW	kcal/h	kpm/s	HP (PS)
1 W	1	0,001	0.860	0.102	0.00136
1 kW	1000	1	860	102	1.35778
1 kcal/h	1.1628	0.0011628	1	0.119	0.00158
1 kpm/s	9.80665	0.0098067	8.43	1	0.01333
1 HP (PS)	736.498	0.7365498	632	75	1

Σημείωση περί ΤΙΠ (toe): Ο τόνος ισοδυνάμου πετρελαίου (tonne of oil equivalent) αναφέρεται ή/και χρησιμοποιείται ως ενεργειακή μονάδα αφού σε πολλές περιπτώσεις η ενεργειακή νομοθεσία αναφέρει την ειδική κατανάλωση ενέργειας σε ΤΙΠ ή kgoe (kilograms of oil equivalent).

kpm – κιλοποντόμετρο

HP (PS) – μετρικός ίππος

Στις περισσότερες φυσικές σταθερές, το έργο εκφράζεται σε kJ. Ωστόσο, σε τεχνικούς υπολογισμούς το έργο μπορεί να εκφραστεί, για παράδειγμα, σε kWh.

1.1.2 Μορφές της ενέργειας και μετατροπή της

Διακρίνονται δύο μορφές ενέργειας, η **κινητική** και η **δυναμική**. Η κινητική ενέργεια αναφέρεται στην ενέργεια της κίνησης. Η δυναμική ενέργεια αναφέρεται σε αποθηκευμένη ενέργεια. Η ενέργεια διατίθεται σε διάφορες μορφές:

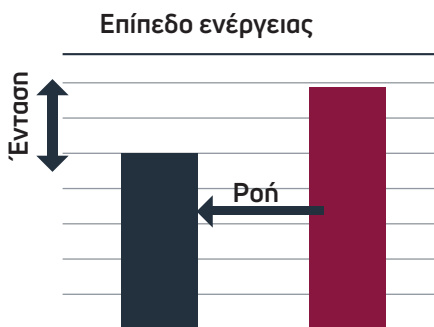
- Μηχανική ενέργεια
- Θερμική ενέργεια
- Χημική ενέργεια (δεσμευμένη)
- Φυσική ενέργεια (δεσμευμένη)
- Ενέργεια ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας
- Ηλεκτρική ενέργεια.

Όλες οι ανωτέρω μορφές ενέργειας μπορούν - τελικά - να διακριθούν είτε ως κινητική είτε ως δυναμική ενέργεια.

Νόμος Διατήρησης της Ενέργειας – Η ενέργεια δεν μπορεί να δημιουργηθεί ούτε να καταστραφεί. Η ενέργεια αλλάζει πάντοτε από μία μορφή σε μία άλλη. Η ολική ενέργεια ενός αντικειμένου δεν μεταβάλλεται ποτέ.

Επίπεδο ενέργειας: Οι ίδιες μορφές ενέργειας μπορεί να εμφανιστούν σε διαφορετικά επίπεδα. Ένα παράδειγμα είναι η θερμότητα η οποία γίνεται αισθητή είτε ως κρύο είτε ως ζέστη, ανάλογα με το επίπεδο.

Ενεργειακή ροή: Εάν υφίστανται δύο επίπεδα ενέργειας της αυτής μορφής, λαμβάνει χώρα μια ενεργειακή ροή από το ανώτερο προς το χαμηλότερο επίπεδο, η οποία προκαλείται από την μεταξύ τους τάση ή διαφορά. Τα φαινόμενα μεταφοράς θα συνεχίσουν να υφίστανται μέχρι να επέλθει ισορροπία. Ο ρυθμός της μεταφοράς εξαρτάται από τις φυσικές ή / και γεωμετρικές ιδιότητες του μέσου μέσω του οποίου πραγματοποιείται η ροή ενέργειας.



Ενεργειακή ροή = μεταβολή / αντίσταση

Με βάση το επίπεδο μετατροπής πριν την μορφή της τελευταίας χρήσης, η ενέργεια διακρίνεται και σε:

- ▶ **Πρωτογενή ενέργεια:** Η ενέργεια η οποία δεν έχει υποστεί καμία μετατροπή σε άλλη μορφή ενέργειας. Π.χ. ισχύς νερού, χημική ενέργεια αργού πετρελαίου, φυσικού αερίου, άνθρακα, ξύλου, κινητική ενέργεια του ανέμου, ενέργεια ακτινοβολίας του ηλίου, κλπ.
- ▶ **Δευτερογενή ενέργεια:** Η ενέργεια μετά την πρώτη της μετατροπή από την ανόθευτη / πρωτογενή μορφή της. Π.χ. ηλεκτρική ενέργεια μετά τη μετατροπή της σε υδροηλεκτρικούς σταθμούς, αιολικούς σταθμούς, ατμοηλεκτρικούς σταθμούς ή πυρηνικούς σταθμούς, πετρέλαιο μετά τη διύλιση, LPG από αργό πετρέλαιο, κλπ.
- ▶ **Ωφέλιμη ή καθαρή ενέργεια:** Η ενέργεια στη μορφή που χρησιμοποιείται ή αξιοποιείται από τον τελικό καταναλωτή. Π.χ. θέρμανση, ψύξη, δύναμη, πίεση, φωτισμός, ήχος, κίνηση, κλπ. Με άλλα λόγια, η **ωφέλιμη ενέργεια** είναι η ενέργεια που μένει μετά την τελευταία μετατροπή.

Κάποιοι άλλοι χρήσιμοι ορισμοί που αφορούν την ενέργεια είναι οι εξής:

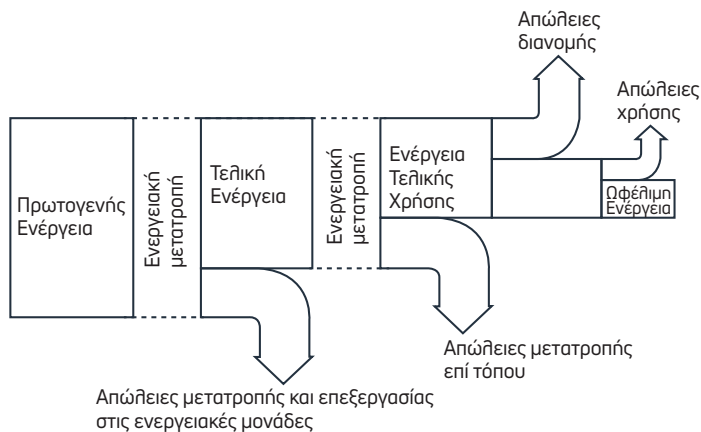
- ▶ **Μετατροπή ενέργειας (energy conversion):** Διαδικασία παραγωγής νέας μορφής ενέργειας, η οποία συντελείται με αλλαγή της κατάστασης της αρχικής μορφής ενέργειας.
- ▶ **Ενεργειακή υπηρεσία** είναι η υπηρεσία που λαμβάνει κανείς από τη χρήση ενέργειας. Π.χ. ένα καθαρό πουκάμισο μετά το πλύσιμο, κινητικότητα, διασκέδαση, φωτισμός, μια ευχάριστη θερμοκρασία του χώρου εργασίας ή διαμονής, κλπ.
- ▶ **Διάχυτες απώλειες ενέργειας:** Οι απώλειες κατά την μετατροπή, μεταφορά ή τελική χρήση της ενέργειας, οι οποίες εκλύονται προς το περιβάλλον μέσω συναγωγής (convection) θερμότητας ή ακτινοβολίας και οφείλονται σε τριβές ή σε υψηλότερες θερμοκρασίες τοιχωμάτων.
- ▶ **Συγκεντρωμένες απώλειες ενέργειας:** Οι απώλειες κατά την μετατροπή, διανομή ή τελική χρήση της ενέργειας οι οποίες εκλύονται ως θερμό ρεύμα προς το περιβάλλον και παρέχουν την δυνατότητα ανάκτησης θερμότητας (π.χ. απώλειες καυσαερίων).
- ▶ **Απώλειες χρήσης λόγω μη προσαρμογής:** Η πρόσθετη κατανάλωση ενέργειας από μία διεργασία η οποία οφείλεται στην πληθυσμένη χρονική ή ποιοτική προσαρμογή της παρεχόμενης χρήσιμης ενέργειας επί των πραγματικών

απαιτήσεων της διεργασίας. Π.χ. η υπερθέρμανση των υλικών κατεργασίας ή του χώρου ενός κτιρίου, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας υλικών πάνω από την απαιτούμενη και την αύξηση των απωλειών, ή η θέρμανση χώρων ή υλικών σε χρόνους που δεν χρειάζεται.

- ▶ **Σταθερή κατανάλωση ενέργειας:** Το μέρος εκείνο της καταναλισκόμενης ενέργειας το οποίο είναι ανεξάρτητο από το μέγεθος της παραγωγικής δραστηριότητας την οποία εξυπηρετεί.
- ▶ **Μεταβλητή κατανάλωση ενέργειας:** Το μέρος εκείνο της καταναλισκόμενης ενέργειας που εξαρτάται από το μέγεθος της παραγωγικής δραστηριότητας την οποία εξυπηρετεί.
- ▶ **Ειδική κατανάλωση ενέργειας:** Ο λόγος της καταναλισκόμενης ενέργειας (τελικής ή ωφέλιμης) προς το μέγεθος της δραστηριότητας (ή χώρου) που εξυπηρετεί.
- ▶ **Ισοζύγιο ενέργειας (energy balance):** Ο ισολογισμός όλων των εισροών και εκροών ενέργειας σε ένα σύστημα (συσκευή, εγκατάσταση, συγκρότημα) με βάση την αρχή της διατήρησης ενέργειας (energy conservation).

Για την κατανόηση της παραπάνω ενεργειακής αλυσίδας, παρατίθεται το παράδειγμα της διαδικασίας θέρμανσης ενός κτιρίου με κεντρικό σύστημα θέρμανσης. Έτσι, η πρωτογενής ενέργεια (δηλ. η ενέργεια από ανανεώσιμες ή μη ανανεώσιμες πηγές που δεν έχει υποστεί μετατροπή ή μετασχηματισμό) υφίσταται μετατροπή στις ενεργειακές μονάδες (π.χ. διυλιστήριο) και έτσι προκύπτει η τελική ενέργεια που, στην προκειμένη περίπτωση, είναι το ενεργειακό περιεχόμενο του πετρελαίου θέρμανσης.

Λόγω του βαθμού απόδοσης του λέβητα προκύπτουν οι απώλειες κατά τη διαδικασία μετατροπής και παραγωγής του ζεστού νερού, το ενεργειακό περιεχόμενο του οποίου αποτελεί την ενέργεια τελικής χρήσης. Το νερό αυτό μέσω των σωληνώσεων κατανέμεται στα διάφορα σημεία του κτιρίου (απώλειες διανομής) για να καταλήξει στα θερμαντικά σώματα (απώλειες χρήσης) και να προκύψει η ωφέλιμη ενέργεια. Πρόκειται για την τελική μορφή ενέργειας (θερμότητα), η οποία χρησιμοποιείται από τον καταναλωτή.

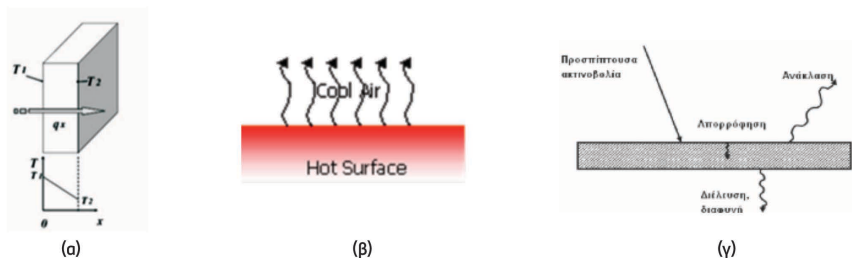


Σχήμα 1-2: Τυπική αλυσίδα μετατροπών ενέργειας σε κτιριακό συγκρότημα.

Πηγή: ΦΕΚ 1526/1999 «Διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τη διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων»

1.1.3 Μετάδοση θερμότητας - Θερμοφυσικές ιδιότητες υλικών και καυσίμων

Μετάδοση θερμότητας είναι η μεταφορά ενέργειας λόγω θερμοκρασιακής διαφοράς. Έτσι, όταν υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ δύο μέσων ή συστημάτων, πραγματοποιείται μετάδοση θερμότητας από το θερμότερο προς το ψυχρότερο. Στα επόμενα περιγράφονται οι τρεις κύριοι μηχανισμοί με τους οποίους πραγματοποιείται αυτή η μεταφορά ενέργειας, ενώ στο Σχήμα 1-3 δίνεται η γραφική απεικόνιση των τριών αυτών μηχανισμών. [1]



Σχήμα 1-3: Μετάδοση θερμότητας με (α) αγωγή, (β) συναγωγή, (γ) ακτινοβολία

Πηγή: [http://courseware.mech.ntua.gr/ml22034/Presentation_heat_transfer1\(1\).pdf](http://courseware.mech.ntua.gr/ml22034/Presentation_heat_transfer1(1).pdf)

- Μετάδοση θερμότητας με αγωγή:** Λαμβάνει χώρα μέσα σε ένα σώμα (στερεό, υγρό ή αέριο), χωρίς να συνοδεύεται από αλληλαγή φάσης, καθώς και στην περίπτωση σωμάτων που βρίσκονται σε επαφή. Οφείλεται σε θερμοκρασιακή διαφορά και συμβαίνει από μια μάζα υψηλής θερμοκρασίας σε μια μάζα χαμηλής θερμοκρασίας. Η ροή θερμότητας q (W/m^2) μέσω μίας πλάκας, γίνεται σύμφωνα με τον νόμο του Φουριέ, δηλαδή η ροή της θερμότητας είναι ανάλογη προς την θερμική αγωγιμότητα του υλικού λ (σε $\text{W/m}\cdot\text{K}$) και αντιστρόφως ανάλογη με το πάχος της οριζόντιας πλάκας Δx (σε m).
- Μετάδοση θερμότητας με συναγωγή:** Αυτή συμβαίνει μεταξύ της επιφάνειας ενός στερεού σώματος και ενός ρευστού (υγρού ή αέριου σώματος) που έρχονται σε επαφή και έχουν διαφορετική θερμοκρασία. Ανάλογα με το αίτιο που προκαλεί την κίνηση του ρευστού η συναγωγή διακρίνεται σε:
 - 1. Εξαναγκασμένη:** Οφείλεται σε εξωτερικά αίτια (π.χ. έναν ανεμιστήρα)
 - 2. Ελεύθερη:** Οφείλεται σε διαφορές πυκνοτήτων μέσα στο ρευστό λόγω θερμοκρασιακών διαφορών (π.χ. ο αέρας ενός δωματίου στο οποίο λειτουργεί ένα θερμαντικό σώμα)
- Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία:** Στηρίζεται στο γεγονός ότι κάθε σώμα πεπερασμένης θερμοκρασίας ακτινοβολεί θερμότητα, η οποία μεταδίδεται μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, αλλιώς και στην ικανότητα αρκετών σωμάτων να απορροφούν μέρος της ακτινοβολίας που δέχονται και να την επανεκπέμπουν. Έτσι, σε αντίθεση με τους δύο προαναφερθέντες μηχανισμούς, μεταξύ δύο σωμάτων διαφορετικής θερμοκρασίας θα υπάρχει μετάδοση θερμοκρασίας (η οποία ενισχύεται στο κενό), χωρίς την ανάγκη ύπαρξης κάποιου υλικού μέσου.

Η θερμοχωρητικότητα είναι όρος της φυσικής και ιδιαίτερα της θερμοδυναμικής, και αποτελεί βασική ιδιότητα των υλικών. Σε απλή απόδοση, πρόκειται για την ενέργεια που χρειάζεται για να θερμανθεί ή να ψυχθεί ένα σώμα. Συγκεκριμένα, με τον όρο αυτό ορίζεται η ποσότητα της θερμότητας που παράγεται ή απορροφάται από κάποιο σώμα ή υλικό για να μεταβληθεί η θερμοκρασία του κατά ένα βαθμό Κέλβιν (K).

Για να θερμανθεί ένα σώμα που έχει μάζα m κατά ΔT , πρέπει να πάρει ποσότητα θερμότητας ΔQ τόσο ώστε να ισχύει η εξίσωση (γνωστή ως 'θεμελιώδης εξίσωση της θερμομετρίας'):

$$\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

όπου c είναι η **ειδική θερμότητα** του σώματος, χαρακτηριστικό της ύλης από την οποία συνίσταται το σώμα, η οποία μετράται σε J/kg K (ως **ειδική θερμότητα** ενός υλικού ορίζεται το ποσό της θερμότητας που απαιτεί μια μονάδα μάζας του σώματος για την αύξηση της θερμοκρασίας του κατά ένα βαθμό K).

Επομένως, η ποσότητα $m \cdot c (= C)$ καλείται **θερμοχωρητικότητα** και μετράται σε J/K. Όπως γίνεται αντιληπτό, η θερμοχωρητικότητα δύο άνωσων μαζών του ίδιου σώματος διαφέρει ενώ η ειδική θερμότητά τους είναι η ίδια. Η ειδική θερμότητα του νερού είναι 4,184 kJ/(kg·K) ή 1,16 Wh/(kg·K), η δε του αέρα είναι 1,005 kJ/(kg·K) ή 0,28 Wh/(kg·K). Εν γένει, η θερμοχωρητικότητα ενός υλικού δεν είναι μια σταθερά, αλλήλ εξαρτάται από τη διαδικασία που ακολουθείται κατά τη θέρμανση του υλικού. Δηλαδή για την ίδια μεταβολή θερμοκρασίας ΔT να συμβαίνουν διαφορετικές διαδικασίες θέρμανσης που μπορεί να απαιτούν διαφορετικά ποσά θερμότητας ΔQ . Τέλος, θερμική ροή ονομάζεται ο λόγος της θερμότητας ΔQ που προσφέρεται σε ένα σώμα στη μονάδα του χρόνου dt : $Q = \Delta Q / dt$.

Στα συστήματα θέρμανσης / ψύξης-αερισμού / παραγωγής ζεστού νερού ιδιαίτερη σημασία έχει η **θερμογόνος δύναμη (H)** του καυσίμου που χρησιμοποιείται, δηλαδή το μέγεθος που μετρά την ικανότητα παραγωγής θερμικής ενέργειας ενός υλικού που μπορεί να καεί (δηλ. του καυσίμου) κατά την καύση του. Είναι η θερμική ενέργεια που εκλύεται κατά την καύση σε σταθερή πίεση ενός κιλού στερεού ή υγρού καυσίμου ή ενός κυβικού μέτρου αερίου καυσίμου που βρίσκεται σε κανονικές συνθήκες (δηλ. στους 0°C και υπό πίεση 1.013 bar).

Η θερμογόνος δύναμη, γνωστή και ως 'θερμογόνος αξία ή ικανότητα' ή/και ως "θερμική ικανότητα", μετράται σε kJ/kg ή kWh/kg ή kJ/m³ ή kWh/m³ ή kcal/kg ή kcal/m³, με ειδικές συσκευές που ονομάζονται θερμιδόμετρα. Μάλιστα, το μέγεθος αυτό αποτελεί και στοιχείο σύγκρισης μεταξύ των διαφόρων ειδών καυσίμων. Τώρα, αναλόγως της φύσης του νερού που παράγεται κατά την αντίδραση της καύσης, η θερμογόνος δύναμη διακρίνεται:

- στην **άνωτερη θερμογόνο δύναμη (ΑΘΔ ή HHV ή H_g)**, όπου το νερό βρίσκεται σε υγρή μορφή, και
- στην **κατώτερη θερμογόνο δύναμη (ΚΘΔ ή LHV ή H_u)**, όπου το παραγόμενο νερό απαντάται σε αέρια μορφή (υδρατμί).

Η διαφορά μεταξύ ανώτερης και κατώτερης θερμογόνου δύναμης είναι η λεγόμενη **πανθάνουσα θερμότητα συμπίκνωσης** των υδρατμών, δηλαδή η ενέργεια που αποδίδεται όταν ο εξατμισθείς υδρατμός συμπυκνωθεί προς νερό, η οποία εξαρτάται από την περιεκτικότητα του καυσίμου σε υδρογόνο. Έτσι, η ΑΘΔ και η ΚΘΔ συνδέονται με τη σχέση:

$$ΑΘΔ = ΚΘΔ + h_{fg} \cdot [9 h + w]$$

όπου h_{fg} είναι η αποδιδόμενη θερμότητα συμπίκνωσης των υδρατμών σε νερό, η οποία είναι 2441 kJ/kg νερού, h είναι η κατά βάρος σύσταση του καυσίμου σε υδρογόνο, και w είναι η κατά βάρος σύσταση σε υγρασία του καυσίμου.

Σε όλες τις πρακτικές εφαρμογές η θερμοκρασία των καυσαερίων είναι υψηλότερη από 100°C, οπότε η κατώτερη θερμογόνος δύναμη ενός καυσίμου είναι αυτή που – κατά βάση – προσδιορίζει το θερμικό περιεχόμενο που εκλύεται κατά την καύση ενός καυσίμου. Στον Πίνακα 1-1 παρατίθενται οι τυπικές τιμές για την Θερμογόνο Δύναμη των συνηθέστερων καυσίμων.

Πίνακας 1-1: Τυπικές τιμές για τη θερμογόνο δύναμη διαφόρων καυσίμων

Καύσιμο	Θερμογόνος Δύναμη (kWh/kg)
Πετρέλαιο	10,2
Φυσικό Αέριο	11,2
Ξύλο (καυσόξυλο)	4,2
Τύποι Βιομάζας:	
Πελλέτες	4,72
Πυρηνόξυλο	5,28
Θρυμματισμένο ξύλο	4,22
Άχυρο	4,00
Κουκούτσι ροδάκινου	5,67

1.2 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΤΙΚΗ ΤΟΥΣ ΧΡΗΣΗ

1.2.1 Προσέγγιση της σχέσης Νερού-Ενέργειας

Σε καθημερινή βάση, ενέργεια ξοδεύεται για την άντληση και μεταφορά του νερού, τη διύλιση, τη διανομή του (για να φτάσει στους τελικούς χρήστες) και, στη συνέχεια, τη μεταφορά των αποβλήτων και τον καθαρισμό τους για την απόδοση του νερού (της όποιας ποιότητας) στους τελικούς αποδέκτες. Αυτός ο «μικρός κύκλος» του νερού έχει ένα ενεργειακό κόστος το οποίο πολλές φορές είναι ιδιαίτερα σημαντικό (σε παγκόσμιο επίπεδο το κόστος αυτό καλύπτει το 7% της συνολικής παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας).

Υπολογίζεται ότι οι αμερικανικές υπηρεσίες ύδρευσης-αποχέτευσης καταναλώνουν περίπου 56 δισεκατομμύρια kWh ανά έτος (το 3% περίπου της εθνικής κατανάλωσης ενέργειας). Η ενέργεια αυτή είναι ικανή να τροφοδοτήσει με ηλεκτρικό ρεύμα πάνω από 5 εκατομμύρια κατοικίες για ένα ολόκληρο έτος και ισοδυναμεί με την έκλυση περίπου 45 εκατομμυρίων τόνων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι, αφήνοντας μια βρύση να τρέξει για πέντε λεπτά, χρησιμοποιείται περίπου τόση ενέργεια όση εάν αφεθεί ένας λαμπτήρας των 60 Watt αναμμένος για 14 ώρες.

Η ενέργεια είναι συνήθως μία από τις πρώτες δαπάνες σε δήμους που έχουν υπηρεσίες ύδρευσης-αποχέτευσης, συχνά δε ισοδυναμεί με το 1/3 του προϋπολογισμού τους, και αυτό εξαιτίας της λειτουργίας των προαναφερθέντων εγκαταστάσεων (η δεύτερη δαπάνη μετά τη μισθοδοσία). Το μεγαλύτερο βάρος της ενεργειακής δαπάνης ανήκει βέβαια στον εξοπλισμό π.χ. αντλίες), του οποίου από την άλλη είναι ιδιαίτερα σημαντική η ενεργειακή απόδοση. Έτσι, το Αμερικανικό Υπουργείο Ενέργειας (DoE) υπολογίζει ότι περισσότερο αποδοτικές αντλίες θα μπορούσαν να επιφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι και 20%.

Αναφέρεται στο διαδίκτυο ότι η κατανάλωση ενέργειας στα περισσότερα υδατικά συστήματα σε όλο τον κόσμο θα μπορούσε να μειωθεί τουλάχιστον κατά 25% μέσω οικονομικά αποδοτικών δράσεων. Το ποσοστό αυτό, όσο υψηλό και αν θεωρηθεί, καταδεικνύει τα περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας που υπάρχουν. Από όλα αυτά φαίνεται η στενή σχέση Νερού-Ενέργειας (για την ακρίβεια, ένα μικρό μόνο μέρος της σχέσης αυτής), αλλά και το πόσο σημαντικό είναι να περάσει στον κόσμο η έννοια

της οικονομίας στο νερό, ανεξάρτητα από το εάν διανύουμε περιόδους λειψυδρίας ή όχι. Εξίσου σημαντικό είναι το μεγάλο πρόβλημα των διαρροών στα δίκτυα (και αυτό αρμοδιότητας των υπηρεσιών ύδρευσης). Το ποσοστό των διαρροών σε αναπτυσσόμενες περιοχές φτάνει πολλές φορές το 50%, ενώ πολλές πόλεις στον ανεπτυγμένο κόσμο έχουν διαρροές της τάξης του 20%.

Τα επόμενα χρόνια το πρόβλημα θα ενταθεί, δεδομένου ότι όλο και μεγαλύτεροι πληθυσμοί μετακινούνται στις πόλεις (το 2020 πάνω από το 50% των κατοίκων των αναπτυσσόμενων χωρών θα ζουν σε αστικά κέντρα). Αντίστοιχα, το βάρος του κόστους για την παροχή νερού στους αστικούς πληθυσμούς θα γίνει ακόμη πιο κρίσιμο για τη βιωσιμότητα και ευημερία των δήμων. Αξίζει να σημειωθεί ότι, μόνο το μισό περίπου των κατοίκων των αστικών κέντρων στις αναπτυσσόμενες χώρες διαθέτουν σήμερα συνδέσεις νερού στα σπίτια τους, ενώ περισσότερο από το ένα τέταρτο δεν έχουν πρόσβαση σε ασφαλή πόσιμο νερό.

Ακόμα όμως και στις ανεπτυγμένες χώρες που διαθέτουν πολύ καλό δίκτυο ύδρευσης και αποχέτευσης, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το νερό και την επεξεργασία λιμμάτων αυξάνεται, λόγω των όλο και πιο αυστηρών κανονισμών σχετικά με την ποιότητα των υδάτων. Από όλα τα παραπάνω είναι σαφές ότι οι πόλεις, τόσο στις ανεπτυγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες, χάνουν ενέργεια, νερό και οικονομικούς πόρους, λόγω της αναποτελεσματικότητας των αντίστοιχων υπηρεσιών κοινής ωφέλειας. Όμως ακόμα και οι πιο αποτελεσματικές έχουν τη δυνατότητα βελτιστοποίησης της απόδοσης των συστημάτων τους, εφόσον έχουν υπόψη τους ότι κάθε λίτρο νερού που διακινούν έχει ένα σημαντικό ενεργειακό κόστος.

1.2.2 Ανάγκη για αποδοτική χρήση του νερού και δυνατότητες στα κτίρια

Καθώς η αύξηση του πληθυσμού δημιουργεί μεγαλύτερη ζήτηση για πόσιμο νερό, η υπάρχουσα προσφορά δεν είναι σε θέση να ανταποκριθεί. Μια πραγματικά βιώσιμη χρήση των αστικών δημόσιων αποθεμάτων του νερού δεν μπορεί να επιτευχθεί χωρίς πρόσθετες βελτιώσεις για την αποδοτική χρήση του αστικού νερού. Από την άλλη, όπως έγινε ήδη αντιληπτό, οι περισσότερες χρήσεις του νερού σχετίζονται με κατανάλωση ενέργειας. Πέρα των όσων αναφέρθηκαν για την κατανάλωση ενέργειας κατά την άντληση και την επεξεργασία του νερού προτού δοθεί στο δίκτυο, στα ίδια τα κτίρια το νερό πρέπει να θερμανθεί ή ψυχθεί, ανάλογα με τη χρήση του, και πρέπει επίσης να αντληθεί. Τέλος, αφού χρησιμοποιηθεί το νερό, τα απόβλητα αντλούνται και οδηγούνται προς επεξεργασία.

Η αποδοτική χρήση του νερού σε ένα κτίριο δεν αρκεί για να μειωθούν επαρκώς οι επιπτώσεις αυτές, αλλά πρέπει να μειωθεί η συνολική ποσότητα νερού που χρησιμοποιείται ή να αυξηθεί ο αριθμός των κύκλων που χρησιμοποιείται το νερό. Η μείωση της χρήσης του νερού στα κτίρια θα συνεισφέρει στη μείωση του ενεργειακού και οικονομικού κόστους (για παράδειγμα, μέσω μείωσης της ανάγκης για άντληση, θέρμανση, επεξεργασία) και αυτός ο παράγοντας πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη. Για την επίτευξη αυτών των στόχων δύο τύποι μέτρων μπορούν να ληφθούν: μείωση της ποσότητας του νερού που χρησιμοποιείται ή επαναχρησιμοποίηση νερού.

Υπάρχουν αρκετές πρωτοβουλίες στην Ευρώπη και αλλού με σκοπό τη βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης των κτιρίων. Αυτές που αφορούν το νερό περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα δράσεων, όπως τον καλύτερο έλεγχο των διαρροών, την εγκατάσταση προϊόντων που χρησιμοποιούν αποδοτικά το νερό, την επαναχρησιμοποίηση ή συλλογή νερού κλπ. Επίσης, υπάρχουν πρωτοβουλίες σε ευρωπαϊκό επίπεδο που εστιάζουν στην ανάπτυξη κριτηρίων για την αποδοτική χρήση του νερού στα κτίρια, τα οποία κριτήρια θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για ένα οικολογικό σήμα ή στις πράσινες δημόσιες προμήθειες ή σε οικολογικό σχεδιασμό που θα αφορά είτε κτίρια είτε προϊόντα που χρησιμοποιούν νερό. Τέτοιες πρωτοβουλίες οδηγούν στην ανάπτυξη πρακτικών για αποδοτική χρήση του νερού.

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, ήδη από το 2007 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προετοιμάζει ένα πλέγμα κανονιστικών και μη δράσεων για την αντιμετώπιση της λειψυδρίας και την εξοικονόμηση νερού. Το 21% των απολήψεων στην Ευρώπη αφορά στην ύδρευση ενώ το 60 – 80% της κατανάλωσης ύδρευσης αφορά κατοικίες (35% - 48% στην κατ' οίκον χρήση νερού στο μπάνιο). Η προώθηση των τεχνολογιών και πρακτικών που προάγουν την αποδοτική χρήση των υδάτινων πόρων καθώς και μιας νοοτροπίας για την εξοικονόμηση νερού είναι ανάμεσα στις βασικές της προτεραιότητες. Πάντως, σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) η νομοθεσία και τα μέτρα πολιτικής που προωθούν την αποδοτική χρήση του νερού είναι προς το παρόν περιορισμένα. [2]

Ένας τρόπος εξοικονόμησης νερού – και, κατ' επέκταση, ενέργειας – είναι η θέσπιση και εφαρμογή κανονισμών αναφορικά με την κατανάλωση νερού των διάφορων ειδών ή / και εξαρτημάτων. Αυτά αφορούν συνήθως καζανάκια και βρύσες με πιο συχνά όρια:

- **καζανάκια:** 4,5 – 6 lt/χρήση
- **βρύσες:** 6-9 lt/min (εδώ ειδικότερα υπάρχουν και άλλα "όρια", όπως π.χ. στις ΗΠΑ για την παροχή για την βρύση της κουζίνας της τάξης των 2,2 gpm ή για την βρύση του νιπτήρα του μπάνιου της τάξης των 1,5 gpm)
- **κεφαλές ντους:** 9-13 lt/min.

Ο Πίνακας 3.1 αφορά τη χρήση τεχνολογιών και συσκευών αποτελεσματικής χρήσης νερού στον οικιακό τομέα, και παρουσιάζει τις δυνατότητες εξοικονόμησης των διαφορετικών τεχνολογιών στα νοικοκυριά. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι πως μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση έως και κατά 25% με την βελτίωση των τεχνολογικών επιδόσεων των οικιακών συσκευών. [3]

Πίνακας 1-2: Δυνατότητες εξοικονόμησης των διαφορετικών τεχνολογιών στα νοικοκυριά

Χρήση νερού ανά συνιστώσα	Τυπική κατοικία		Κατοικία με αποδοτική χρήση νερού		Σύγκριση τυπικής κατοικίας με αποδοτική κατοικία
	Όγκος ανά χρήση (lt)	Κατά κεφαλή κατανάλωση (lt/h/d)	Όγκος ανά χρήση (lt)	Κατά κεφαλή κατανάλωση (lt/h/d)	Μείωση κατανάλωσης νερού (%)
Τουαλέτα	6	28	4	17	39
Ντους	45	25	30	17	32
Μπάνιο	85	30	80	28	7
Βρύσες	-	12	-	10	17
Πλυντήριο ρούχων	60	13	40	9	31
Πλυντήριο πιάτων	20	8	15	6	25
Κήπος	-	6	-	5	17
Σύνολο (lt/άτομο/ημέρα)	-	122	-	92	Συνολική μείωση: 25%

Πηγή: Αναφορά [3]

1.2.3 Ενεργειακή αποδοτικότητα και σχετικό θεσμικό πλαίσιο

Ανάλογο και ίσως πιο σοβαρό πρόβλημα με αυτό των υδατικών πόρων υπάρχει και με τους ενεργειακούς πόρους, δηλαδή τα 'καύσιμα' που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή της ενέργειας. Πράγματι, τα ενεργειακά αποθέματα της Γης είναι πεπερασμένα. Τα αποθέματα του άνθρακα αναμένεται να διαρκέσουν για περίπου 150 χρόνια ακόμα, ενώ το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και το Ουράνιο θα εξαντληθούν σε περίπου 40 χρόνια (ή και λιγότερο). Από την άλληλη, η κατανάλωση ενέργειας βάνει διαρκώς αυξανόμενη τόσο στις αναπτυγμένες όσο, και πολύ περισσότερο, στις αναπτυσσόμενες χώρες. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι, η κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ αυξήθηκε κατά 6% μεταξύ 1990 και 2010.

Παράλληλα, από τη χρήση των λεγόμενων 'συμβατικών καυσίμων' (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) έχει επιβαρυνθεί σημαντικά το περιβάλλον, λόγω των ρύπων που εκλύονται κατά την καύση τους για την παραγωγή ενέργειας κατά κύριο λόγο (πάνω από τα τρία τέταρτα των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου της ΕΕ προέρχονται από την καύση για παραγωγή ενέργειας). Η διεθνής επιστημονική (και όχι μόνο) κοινότητα έχει καταλήξει ότι οι μόνοι τρόποι για να λυθεί αυτό το συνδυασμένο 'Περιβαλλοντικό-Ενεργειακό' πρόβλημα του πλανήτη είναι αφενός η μείωση της κατανάλωσης μη απαραίτητης ενέργειας, και αφετέρου η αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων με άλλες πηγές ενέργειας που να είναι ανεξάντλητες και φιλικές προς το περιβάλλον, δηλαδή τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ).

Ως εκ τούτου, τα τελευταία χρόνια δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας (energy efficiency) των διεργασιών και στην εξοικονόμηση ενέργειας (energy saving), δηλαδή στη μείωση της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας σε ένα συγκρότημα ή μία μονάδα μέσω της μείωσης της σπατάλης, του περιορισμού των απωλειών ή και άλλων μέτρων βελτίωσης του βαθμού απόδοσης της ενέργειας. Δύο έννοιες αλληλένδετες με αυτή της ενεργειακής αποδοτικότητας είναι η διαχείριση της ενέργειας (energy management), δηλαδή οι διαδικασίες και η οργάνωση για την υλοποίηση και συνεχή παρακολούθηση προγραμμάτων εξοικονόμησης ενέργειας, και η ενεργειακή επιθεώρηση ή ενεργειακός έλεγχος (energy audit), δηλαδή η διαδικασία εκτίμησης των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας, των παραγόντων που τις επηρεάζουν και των δυνατοτήτων για εξοικονόμηση.

Αξίζει εδώ να αναφερθεί ότι, στην ΕΕ τα κτίρια είναι υπεύθυνα για το 40% της ενεργειακής κατανάλωσης και το 36% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (ΑΦΘ). Για παράδειγμα, ενώ τα νέα κτίρια γενικά απαιτούν λιγότερο από 3-5 λίτρα πετρελαίου θέρμανσης ανά τετραγωνικό μέτρο το έτος, τα παλιότερα κτίρια κατά μέσο όρο απαιτούν 25 λίτρα/m². Κάποια κτίρια απαιτούν ακόμη και 60 λίτρα/m²/έτος. Επίσης, περίπου το

35% των κτιρίων της ΕΕ έχουν ηλικία μεγαλύτερη των 50 ετών. Με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων είναι δυνατή η μείωση της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης της ΕΕ κατά 5 έως 6%, με παράλληλη μείωση των εκπομπών CO₂ κατά περίπου 5%. [4]

Έχοντας όλα αυτά υπόψη, η ΕΕ έχει θεσπίσει μία σειρά 'νομοθετημάτων' (κατά βάση Οδηγιών) με στόχο τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων, από τα οποία τα κυριότερα εν ισχύ σήμερα είναι η Οδηγία 2010/31/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και η Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση. Συγκεκριμένα, η **Οδηγία 2010/31/ΕΕ** [Ενεργειακή απόδοση κτιρίων - Αναδιאτύπωση] αποτελεί αναδιאτύπωση της αρχικής Οδηγίας 2002/91/ΕΚ [Ενεργειακή απόδοση κτιρίων – EPBD] και εισάγει την έννοια του κτιρίου μηδενικής ή σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας, την οικονομο-τεχνική σκοπιμότητα στην κατασκευή κτιρίων, καθώς και νέους, δεσμευτικούς στόχους.

Σύμφωνα με αυτή, τα κράτη μέλη πρέπει να ορίσουν τις ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις για τα κτίρια βάσει υπολογισμών βελτίστου κόστους, έχοντας τη δυνατότητα να διαφοροποιούν αυτά τα όρια ανάλογα με το εάν τα κτίρια είναι υφιστάμενα ή νέα και ανάλογα με την λειτουργία του κτιρίου (γραφεία, νοσοκομεία κλπ.). Πέραν της εισαγωγής της έννοιας των κτιρίων «σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας», τα κράτη μέλη υποχρεώνονται να καταθέσουν εθνικά σχέδια αύξησης του αριθμού των κτιρίων αυτού του είδους και τίθεται ως στόχος από τις 31/12/2020 όλα τα νέα κτίρια να αποτελούν κτίρια «σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας», ενώ τα νέα κτίρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι ιδιοκτησίας τους οφείλουν και αυτά να είναι κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας μετά την 31^η Δεκεμβρίου 2018.

Η **Οδηγία 2012/27/ΕΕ** [Οδηγία για την ενεργειακή απόδοση - EED] θεσπίζει ένα κοινό πλαίσιο μέτρων για την προώθηση της ενεργειακής απόδοσης εντός της ΕΕ προκειμένου να διασφαλιστεί η επίτευξη του στόχου της ΕΕ για 20% στην ενεργειακή απόδοση το 2020 και να προετοιμαστεί το έδαφος για περαιτέρω βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης πέραν της προαναφερομένης χρονολογίας. Πιο συγκεκριμένα, προβλέπονται:

- Υποχρεωτικά σχέδια δράσης ενεργειακής απόδοσης ανά τριετία για κάθε κράτος μέλος
- Ετήσια ανακαίνιση του 3% συνολικού εμβαδού των κτιρίων της κεντρικής κυβέρνησης την περίοδο 2014 -2020
- Ενεργειακά πιστοποιητικά ακινήτων (πώληση & ενοικίαση)
- Ενεργειακοί έλεγχοι ανά 4ετία σε μεγάλες επιχειρήσεις
- Μείωση κατά 1,5% στις πωλήσεις ενέργειας ανά κράτος μέλος

- Εκπαίδευση και ενημέρωση με χρήση κατευθυντήριων γραμμών
- Ενδυνάμωση των καταναλωτών με εργαλεία που επιτρέπουν την καλύτερη διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας (π.χ. ιστορικά στοιχεία)
- Χρήση νέων τεχνολογιών (smart meters) και Ecodesign και σήμανση (προϊόντα).

Όσον αφορά το εθνικό δίκαιο, υπάρχει μια σειρά Νόμων, ΥΑ, ΠΔ και Ρυθμιστικών Πράξεων που έχουν υιοθετηθεί για την εισαγωγή της ενεργειακής αποδοτικότητας στον κτιριακό τομέα στην Ελλάδα, σύμφωνα με τις υποχρεώσεις όπως προκύπτουν από τις Οδηγίες της ΕΕ. Τα σημαντικότερα εξ αυτών είναι:

- **N. 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις»** - Τα κύρια άρθρα του νόμου, ο οποίος ενσωματώνει την Οδηγία 2002/91/ΕΚ στο εθνικό δίκαιο, αφορούν κτιριακούς κώδικες και τις ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των νέων και υφιστάμενων κτιρίων (πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης σε όλα τα υφιστάμενα κτίρια, ενεργειακό έλεγχο του κελύφους του κτιρίου, επιθεώρηση των λεβήτων και συστημάτων κλιματισμού).
- ΚΥΑ Δ6/Β/οικ.5825/ 9.4.2010 «**Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων» (KENAK)** - Θεσμοθετείται ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός στον κτιριακό τομέα με συγκεκριμένες δράσεις, όπως την εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, τη θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, την Ενεργειακή Κατάταξη των Κτιρίων (ΠΕΑ), τις ενεργειακές επιθεωρήσεις κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.
- **N. 3855/2010 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις»** - Ο νόμος προβλέπει ειδικά μέτρα για τα κτίρια του δημόσιου τομέα ώστε να βελτιωθεί η ενεργειακή τους απόδοση και να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας, και θέτει το πλαίσιο για τη δημιουργία αγοράς εταιριών παροχής ενεργειακών υπηρεσιών (ΕΕΥ) μέσω των Συμβάσεων Ενεργειακής Απόδοσης (ΣΕΑ).
- **N. 4122/2013 "Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων-Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις"** - Με το νόμο αυτό επαναπροσδιορίζονται οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης που υπάρχουν στον ΚΕΝΑΚ, ενώ ορίζεται ότι από το 2021 και έπειτα όλα τα νέα κτίρια θα πρέπει να είναι κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας.

- **N. 4342/2015** – Με τις διατάξεις του Μέρους Β΄ εναρμονίζεται η ελληνική νομοθεσία με την Οδηγία 2012/27/ΕΕ, θεσπίζονται ενδεικτικοί εθνικοί στόχοι ενεργειακής απόδοσης για το 2020, μέτρα για την προώθησή τους και κανόνες που αποσκοπούν στην υπερνίκηση των αδυναμιών της αγοράς ενέργειας που παρεμποδίζουν την απόδοση στον εφοδιασμό και τη χρήση ενέργειας, ενώ παρέχεται η δυνατότητα (και όχι υποχρέωση, σε αυτήν τη φάση) για ενεργειακούς ελέγχους υψηλής ποιότητας σε όλους τους τελικούς καταναλωτές.

1.2.4 Σήμανση για προϊόντα και συσκευές

Όσον αφορά το θέμα της σήμανσης των προϊόντων και συσκευών, σε επίπεδο ΕΕ αυτήν τη στιγμή βρίσκονται σε ισχύ δύο σχετικές Οδηγίες καθώς και ένα πλήθος Κανονισμών (για την εφαρμογή των εν λόγω Οδηγιών). Συγκεκριμένα, η Οδηγία **2009/125/ΕΚ** για τη θέσπιση πλαισίου για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα συνδεδεμένα με την ενέργεια προϊόντα αφορά στον περιβαλλοντικά συμβατό ή 'οικολογικό σχεδιασμό' (Eco-design) των συνδεδεμένων με την ενέργεια προϊόντων (ErP). Με τον όρο 'οικολογικός σχεδιασμός' νοείται η *ένταξη περιβαλλοντικών πτυχών στο σχεδιασμό του προϊόντος με στόχο τη βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεών του, καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του.*

Έτσι, το κατά πόσο ένα προϊόν είναι ενεργειακά φιλικό προς το περιβάλλον εξαρτάται από όλες τις φάσεις της ζωής του, ξεκινώντας από τη σχεδίασή του. Η ΕΕ υποχρεώνει πριν από τη διάθεση στην αγορά ή την θέση σε λειτουργία ενός προϊόντος που καλύπτεται από μέτρα εφαρμογής, να τοποθετείται σε αυτό η σήμανση συμμόρφωσης (αρχικά CE) και να εκδίδεται δήλωση συμμόρφωσης, με την οποία ο κατασκευαστής ή ο εξουσιοδοτημένος αντιπρόσωπος του διασφαλίζει και δηλώνει ότι το προϊόν έχει συμμορφωθεί με όλες τις σχετικές διατάξεις της Οδηγίας και του σχετικού κανονισμού. Εάν το προϊόν δεν ικανοποιεί τα κριτήρια που θέτει το κάθε κράτος μέλος, πρέπει να απαγορεύσει την είσοδο του στην αγορά.

Η δεύτερη, η **Οδηγία 2010/30/ΕΕ** για την ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας και λοιπών πόρων των οικιακών συσκευών με την επισήμανση και την παροχή ομοιόμορφων πληροφοριών σχετικά με τα προϊόντα αναφέρεται σε προϊόντα που έχουν άμεση ή έμμεση επίδραση στην κατανάλωση της ενέργειας. Οι προμηθευτές αυτών των προϊόντων πρέπει να τοποθετούν ετικέτες στα προϊόντα που παράγουν, στις οποίες να αναγράφεται η ενεργειακή κατανάλωση του προϊόντος (Α-Γ με την G να είναι το χειρότερο αποδοτικά), μια σύντομη περιγραφή του, τα αποτελέσματα από τους υπολογισμούς κατά την διάρκεια της σχεδίασης του προϊόντος και σχετικές αναφορές

που να επιτρέπουν την παρουσίαση άλλων προϊόντων. Επίσης πρέπει να περιέχει την ενεργειακή κατάταξη του προϊόντος. Η εν λόγω Οδηγία έχει τεθεί σε εφαρμογή από τις 20 Ιουλίου 2011.

Πιο συγκεκριμένα, η Οδηγία ErP, που από την 26^η Σεπτεμβρίου 2015 έχει τεθεί σε εφαρμογή και για τα προϊόντα θέρμανσης και παραγωγής ζεστού νερού, αφορά τους λέβητες θέρμανσης και τις αντλίες θερμότητας ισχύος έως και 400 kW, τις μονάδες συμπαραγωγής έως 400 kW παραγωγή θερμότητας και 50 kW ηλεκτρικής ισχύος, τα δοχεία αδρανείας και ζεστού νερού χρήσης έως 2.000 λίτρα, και εξαρτήματα εγκατάστασης όπως συστήματα αυτοματισμού και ηλιακούς σταθμούς. Σημαντικό για τους καταναλωτές και τους επαγγελματίες του χώρου είναι ότι οι λέβητες θέρμανσης, οι αντλίες θερμότητας, οι μονάδες ΣΗΘ και τα συνδυασμένα συγκροτήματα μέχρι 70 kW, τα δοχεία έως 500 λίτρα και τα εξαρτήματα εγκατάστασης που ήδη αναφέρθηκαν, πρέπει να επισημαίνονται με την «Ετικέτα Ενεργειακής Απόδοσης».

Αυτή η Ετικέτα Ενεργειακής Απόδοσης, που είναι παρόμοια με τις Ετικέτες Ενεργειακής Επισήμανσης των οικιακών συσκευών, κατηγοριοποιεί την αποδοτικότητα ενός προϊόντος ή συγκροτήματος με τη βοήθεια των διαφόρων τάξεων Ενεργειακής Απόδοσης, από το A+++ (για συγκροτήματα) ή A++ (για προϊόντα) έως το G (η τάξη A+++ αντιστοιχεί σε ιδιαίτερα υψηλό βαθμό απόδοσης και η G σε χαμηλή απόδοση). Ανάλογα με τον τύπο του προϊόντος, υπάρχουν διάφορες πρόσθετες πληροφορίες, όπως π.χ. η επωνυμία ή το εμπορικό σήμα του προμηθευτή, η ονομαστική θερμική ισχύς σε kW και η στάθμη ηχητικής ισχύος.

Στο πλαίσιο της Οδηγίας Eco-design (ή ErP), έχουν εκδοθεί 19 εκτελεστικοί Κανονισμοί που αφορούν διαφορετικά συνδεδεμένα με την ενέργεια προϊόντα. Από αυτούς, ο Κανονισμός 813/2013 αφορά τους θερμαντήρες χώρου και συνδυασμένης λειτουργίας, ο δε 814/2013 τους θερμαντήρες νερού & τις δεξαμενές αποθήκευσης ζεστού νερού. Αντίστοιχα, ο Κανονισμός 1015/2010 σχετικά με τις απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού για τα οικιακά πλυντήρια ρούχων καθορίζει τα κριτήρια απόδοσής τους, συμπεριλαμβανομένης της κατανάλωσης νερού. Τέλος, για τα οικιακά πλυντήρια πιάτων ισχύει ο Κανονισμός 1016/2010, ο οποίος καθορίζει τα κριτήρια ενεργειακής απόδοσής τους και περιλαμβάνει κάποια σημεία αναφοράς στην κατανάλωση νερού γι' αυτά (αν και δεν τίθεται συγκεκριμένος περιορισμός).

1.3 ΒΑΣΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΘΕΡΜΟΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

1.3.1 Προσδιορισμός της ζήτησης για ζεστό νερό χρήσης (ZNX)

Ο σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να παρουσιάσει ορισμένους “αποδεκτούς” τρόπους υπολογισμού του ποσού ενέργειας που απαιτείται για την καθημερινή παραγωγή ZNX. Σημειώνεται ότι, οι πληροφορίες που παρέχονται εδώ δεν αντικαθιστούν την δουλειά του σχεδιαστή - μηχανικού, αλλά προσφέρουν ένα γρήγορο τρόπο για τον υπολογισμό των απαιτούμενων ποσοτήτων. Η διαδικασία έχει ως εξής:

1. Υπολογίζεται το ποσό της ενεργείας που χρειάζεται για να παραχθεί ZNX, παίρνοντας υπόψη τον τύπο του κτιρίου (σκοπός χρήσης και εμβαδόν επιφάνειας), τον αριθμό των ενοίκων, τις θερμοκρασίες κλπ.
2. Προσδιορίζεται η ελάχιστη ισχύς της μονάδας (για την παραγωγή ZNX) αφού δεχτούμε ένα “λογικό” χρόνο για τη θερμική φόρτωση της δεξαμενής αποθήκευσης.

Το ποσό της ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας την παρακάτω εξίσωση:

$$Q_{DHW} = V_{DHW} \times \rho_w \times C_{s,w} \times N_{dd} \times (T_w - T_0)$$

όπου:

Q_{DHW} : Θερμική απαίτηση για παραγωγή ZNX (kJ)

V_{DHW} : Ημερήσια απαίτηση για ZNX (lit/ημέρα)

ρ_w : Πυκνότητα νερού (kg/m³)

$C_{s,w}$: Ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού (= 4186 J/kg °C)

N_{dd} : Αριθμός ημερών που θεωρούμε για την μελέτη (για ευκολία = 1)

T_w : Θερμοκρασία χρήσης του ZNX σε °C (φυσιολογικά 40 °C)

T_0 : Θερμοκρασία νερού από την κεντρική παροχή σε °C (φυσιολογικά 15 °C)

Με γνωστό το “θερμικό φορτίο” του δοχείου σε μια συγκεκριμένη περίοδο χρόνου, μπορεί να προσδιοριστεί η ελάχιστη απαιτούμενη ισχύς από τον θερμαντήρα με την παρακάτω απλή εξίσωση:

$$P_{DHW} = \frac{Q_{DHW}}{t_{RT}}$$

όπου:

P_{DHW} : Απαιτούμενη ισχύς για να προκύψει η αναγκαία Q_{DHW} (W)

t_{RT} : Χρόνος λειτουργίας του θερμαντήρα (sec)

Για συνθησμένες τιμές θερμοκρασίας της κεντρικής παροχής στους 15°C και παραγωγής ΖΝΧ στους 40°C τίθενται οι παρακάτω απαιτήσεις για τα **κτίρια οικιακής χρήσης** (σωστός αριθμός λουτρών και τύπος συστήματος ελέγχου):

Εμβαδόν οικίας (m ²)	Απαιτήσεις νερού V_{DHW} (lt/m ² την ημέρα)	Απαιτούμενη ενέργεια E_{DHW} (kJ/m ² την ημέρα)
S < 50	3	314
50 ≤ S < 120	2,5	262
120 ≤ S ≤ 200	2	210
S > 200	1,5	157

Οι συντελεστές διόρθωσης είναι οι παρακάτω:

Πλήθος λουτρών	Συντελεστής διόρθωσης F_s	Τύπος ελέγχου	Συντελεστής διόρθωσης F_d
1	1	Αυτόνομος	0,9
2	1,33	Μη αυτόνομος	1
≥3	1,66		

Παρατίθεται στη συνέχεια ένα παράδειγμα υπολογισμού χρησιμοποιώντας την προτεινόμενη μέθοδο (εμβαδόν οικίας 200 m² με 2 λουτρά και αυτόνομο έλεγχο)

Εμβαδό κατοικίας (m ²)	V_{DHW} (lt/m ² την ημέρα)	E_{DHW} (kJ/m ² την ημέρα)	F_s	F_d	t_{RT} (Ωρες)
200	2	210	1,33	0,9	3

↓

Απαιτήσεις ΖΝΧ (lt/ημέρα)	Απαιτούμενη ενέργεια (kJ/ημέρα)	Ισχύς μονάδας (kW)
479	50.274	4,7

Η απαιτούμενη ισχύς θα πρέπει να είναι εγγυημένη στις κρίσιμες συνθήκες λειτουργίας. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η υπολογισμένη ισχύς είναι για ημερήσια «φόρτωση» του θερμοδοχείου. Όταν το σύστημα είναι σε «διακοπτόμενη χρήση» (π.χ. Σαββατοκύριακα) θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ο χρόνος που απαιτείται για να έρθει το θερμοδοχείο στην απαιτούμενη θερμοκρασία εισόδου νερού πάνω από την θερμοκρασία ισορροπίας του συστήματος με την οποία ξεκινά.

Οι απαιτήσεις ενέργειας για **εμπορικά κτίρια**, ανά άτομο και ανά ημέρα, δίδονται από πίνακες όπως ο ακόλουθος:

Τύπος κτιρίου	Απαιτήσεις V_{DHW} (lt/άτομο - ημέρα)	Απαιτήσεις E_{DHW} (kJ/άτομο - ημέρα)
Ξενοδοχείο-λουτρό με ντουζ	60	6280
Ξενοδοχείο-κρεβατοκάμαρα με λουτρό	120	12600
Ξενοδοχείο-κοινό λουτρό	50	5240
Κολλήγια-άλλης κτιριακές υποδομές	50	5240
Νοσοκομείο-κοινό λουτρό	50	5240
Κλινικές-λουτρό στο δωμάτιο	120	12600
Γραφεία	20	2100
Κτιριακές εγκαταστάσεις με ντουζ	40	4190

Χρησιμοποιούνται δυο συντελεστές πολλαπλασιασμού (ο αριθμός των ανθρώπων και η συχνότητα διαμονής) για να υπολογιστεί η τελική τιμή. Στο παράδειγμα που ακολουθεί, υπάρχουν 20 άτομα σε δωμάτια ξενοδοχείου με λουτρό, η συχνότητα διαμονής είναι 0,8 και ο χρόνος απόκρισης 4 ώρες.

Αριθμός ατόμων N°	V_{DHW} (lt/άτομα την ημέρα)	E_{DHW} (kJ/άτομα την ημέρα)	$F_{\text{διαμ}}$	t_{RT} (Ώρες)
20	120	12.600	0,8	4

↓

Απαιτήσεις ZNX (lt/ημέρα)	Απαιτούμενη ενέργεια (kJ/ημέρα)	Ισχύς μονάδας (kW)
960	201.600	14,0

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η απαιτούμενη ισχύς θα πρέπει να επιλεγεί και να είναι εγγυημένη σε κρίσιμες συνθήκες λειτουργίας. Οι παρακάτω πίνακες (βασισμένοι σε άρθρα και τεχνικές μελέτες πολλών κατασκευαστών δοχείων ζεστού νερού) δίνουν μία γενική ιδέα για την κατανάλωση ZNX για διάφορες εφαρμογές:

Τύπος χρήσης	Λίτρα / ημέρα	Παρατηρήσεις
Σχοδεία	5	Ανά άτομο
Στρατώνες	30	Ανά άτομο
Βιομηχανίες	20	Ανά άτομο
Γραφεία	5	Ανά άτομο
Κάμπινγκ	30	Ανά άτομο
Γυμναστήρια	35	Ανά χρήστη
Πλυντήρια	6	Ανά kg ρούχων
Εστιατόρια	10	Ανά γεύμα
Μπαρ	2	Ανά ποτό

Η υπολογισμένη ενδεικτική κατανάλωση ZNX για κοινές οικιακές δραστηριότητες δίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Τύπος χρήσης	Λίτρα (lt) / ημέρα	kWh 10-40 °C
Λουτήρες χεριών	2 ÷ 5	0,07 ÷ 0,17
Λουτήρες μαλλιών	5 ÷ 15	0,17 ÷ 0,52
Πλύσιμο πιάτων χειρωνακτικά	13 ÷ 20	0,45 ÷ 0,70
Ντουζ	30 ÷ 50	1,00 ÷ 1,70
Μπάνιο	120 ÷ 150	4,20 ÷ 5,20

Ο πίνακας αυτός επιτρέπει π.χ. να υπολογιστεί η ποσότητα ζεστού νερού σε αιχμή, στην περίπτωση 3 ατόμων που κάνουν μπάνιο, ο ένας μετά τον άλλον, σε μία κατοικία.

1.3.2 Υπολογισμός της παροχής και της απώλειας πίεσης κάθε κλάδου

Οι υδραυλικές και αποχετευτικές εγκαταστάσεις αφορούν την εγκατάσταση των ειδών υγιεινής, των εσωτερικών γραμμών αποχέτευσης μέχρι την εξωτερική πλευρά του τοίχου του κτιρίου, των εσωτερικών γραμμών ύδρευσης και το σωλήνα παροχής μέχρι την εξωτερική πλευρά του κτιρίου. Ο υπολογισμός μίας υδραυλικής εγκατάστασης (μηχανολογική μελέτη) περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

1. Σχεδίαση του δικτύου των σωληνώσεων
2. Προσδιορισμό της παροχής του νερού που διαρρέει κάθε κλάδο του δικτύου
3. Επιλογή του κατάλληλου μεγέθους του σωλήνα
4. Υπολογισμό της απώλειας πίεσης κάθε κλάδου και εξ αυτής ολοκλήρου του δικτύου, η οποία απώλεια δεν πρέπει να ξεπερνά την ελάχιστη διαθέσιμη από το δίκτυο της πόλης πίεση.

Στις υδραυλικές εγκαταστάσεις θέρμανσης απαιτείται να λαμβάνεται υπόψη επιπλέον η επιλογή άλλων στοιχείων του δικτύου, όπως του κυκλοφορητή αλλά και άλλων εξαρτημάτων όπως είναι τα σώματα, οι λέβητες, οι βαλβίδες ασφαλείας, κλπ.

Προσδιορισμός παροχής κάθε κλάδου

Ο υπολογισμός της παροχής κάθε κλάδου ξεκινά από τους καταληκτικούς κλάδους, τους κλάδους δηλαδή που οδηγούν το νερό στους τελικούς υποδοχείς (νεροχύτες, νιπτήρες, μπανιέρες κλπ.) ή στις θερματικές μονάδες (θερμαντικά σώματα, fan coil, κλπ.) εφόσον πρόκειται για δίκτυο θέρμανσης. Η παροχή των κλάδων αυτών εξαρτάται από το είδος και το μέγεθος της υδροληψίας και δίνεται από εμπειρικούς πίνακες όπως ο παρακάτω:

Υδροληψία	Διάμετρος χαλκοσωλήνα (mm)	Παροχή lt/s
Νεροχύτες	15	0,125
Νιπτήρες	15	0,175
Καταιοντήρες	18	0,250
Λουτήρες	18	0,175
Λεκάνες	15	0,125
Οικιακές συσκευές	15-18	0,250
Θερμαντήρες	15	0,175
Ουρητήρια	15	0,125

Στην περίπτωση των δικτύων θέρμανσης, η παροχή πού τροφοδοτεί τα θερμαντικά σώματα εξαρτάται από το μέγεθος (απόδοση) του σώματος, τη θερμοκρασία του νερού και την επιθυμητή πτώση της θερμοκρασίας του. Με γνωστές τις παροχές όλων των καταηκτικών κλάδων, υπολογίζονται οι παροχές των υπολοίπων κλάδων, με σειρά αντίθετη της κατεύθυνσης ροής του νερού. Συγκεκριμένα, η παροχή του κλάδου προσαγωγής νερού σε κάθε διακλάδωση ισούται με το άθροισμα των παροχών των κλάδων που αναχωρούν από αυτή τη διακλάδωση. Κάποιες παρατηρήσεις:

- Η ταχύτητα ροής για τις εν λόγω υδραυλικές εγκαταστάσεις κυμαίνεται από 1 – 2 m/s και ποτέ πάνω από 3 m/s.
- Οι παροχές σε λίτρα ανά δευτερόλεπτο (lt/sec) είναι κατά προσέγγιση.
- Η ελάχιστη πίεση εκροής των λήψεων κυμαίνεται γύρω στο 1 bar.
- Σε ειδικές περιπτώσεις θερμαντήρων ή εναλλακτών θερμότητας ακολουθούνται οι οδηγίες των κατασκευαστών, τόσο για την παροχή όσο και για την πίεση λειτουργίας.

Υπολογισμός απώλειας πίεσης

Η διατιθέμενη στο μετρητή πίεση του νερού από το κεντρικό δίκτυο διανομής ποικίλει. Ο υπολογισμός των απωλειών του δικτύου λαμβάνει ως δεδομένη πίεση στον μετρητή την ελάχιστη τιμή, που στις περισσότερες περιπτώσεις είναι περίπου 4 bar.

Η απώλεια πίεσης του δικτύου (ΔP) οφείλεται σε:

1. Απώλειες λόγω υψομετρικής διαφοράς (H)
2. Απώλειες λόγω τριβής του νερού κατά τη ροή του μέσα στο σωλήνα (ΔP_L)
3. Απώλειες λόγω εσωτερικής τριβής εξαιτίας χρήσης εξαρτημάτων, βαλβίδων και άλλων οργάνων ελέγχου (ΔP_T).

$$\text{Δηλαδή: } \Delta P = H + \Delta P_L + \Delta P_T$$

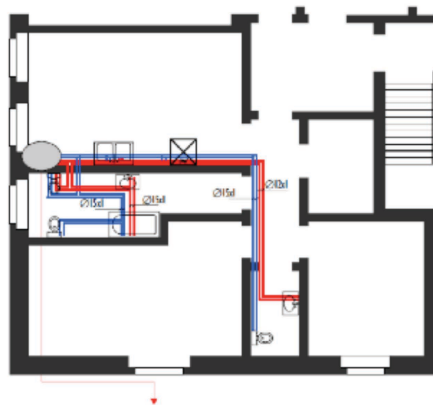
Η συνολική πτώση πίεσης όλου του δικτύου πρέπει να είναι μικρότερη από 4 bar. Η συνολική πτώση πίεσης ολόκληρου ή τμήματος του δικτύου δίνεται από το άθροισμα των απωλειών πίεσης των διαδοχικών κλάδων που συνιστούν αυτό το τμήμα του δικτύου.

Επιλογή σωλήνων

Με βάση τις καταναλώσεις νερού (υδροληψίες), επιλέγεται η **κατάλληλη διάμετρος** σωλήνων έτσι ώστε η ταχύτητα ροής του νερού να κυμαίνεται από 1-2 m/s, η δε ελά-

χιστη πίεση εκροής των λήψεων να βρίσκεται περίπου στο 1 bar (0,1 bar ισοδυναμεί με πίεση που προκαλείται από 1 m στήλης ύδατος).

Παράδειγμα



Τυπικό σχέδιο σύγχρονης υδραυλικής εγκατάστασης

Λαμβάνοντας υπόψη το μικρό μήκος των σωληνώσεων από τους συλλέκτες ΖΕΣΤΟΥ και ΚΡΥΟΥ νερού στις διάφορες υδροληψίες (βλ. σχέδιο σχήματος), καθώς και την έλλειψη χάλκινων και ορειχάλκινων εξαρτημάτων στη διαδρομή των αγωγών (δηλ. μικρή πτώση πίεσης ΔP_T του δικτύου), μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι παρακάτω διατομές σωληνών:

- Για νιπτήρα, νεροχύτη και πλυντήριο χρησιμοποιείται χαλκοσωλήνας $\varnothing 12 \times 1$ με παροχή $G \geq 0,125$ (450 lit/h) και ταχύτητα $U \geq 0,125$ m/s
- ➔ Από διάγραμμα απωλειών πίεσης λόγω τριβών κατά τη ροή του νερού:
 $\Delta P_L = 400$ mm Σ.Υ. / m
- Για λουτήρα και λεκάνη χρησιμοποιείται χαλκοσωλήνας $\varnothing 15 \times 1$ με παροχή $G \geq 0,22$ lit/sec (800 lit/h) και ταχύτητα $U \geq 1,6$ m/s
- ➔ Από διάγραμμα απωλειών πίεσης λόγω τριβών κατά τη ροή του νερού:
 $\Delta P_L = 300$ mm Σ.Υ. / m

Όσον αφορά το μήκος των σωληνώσεων, προβλέπονται:

- Χαλκοσωλήνας $\varnothing 12 \times 1$ συνολικά για ζεστό και κρύο νερό 22 m, για σύνδεση νιπτήρα 2×3 m, για νεροχύτη 2×6 m και για πλυντήριο 2×2 m
- Χαλκοσωλήνας $\varnothing 15 \times 1$ συνολικά για ζεστό και κρύο νερό 11 m, για σύνδεση νιπτήρα 2×4 m και για λεκάνη 3 m

- ☞ Άρα, συνολικά οι απώλειες πίεσης είναι:
 $\Delta P_L = 22 \text{ m} \times 400 + 11 \text{ m} \times 300 = 12.100 \text{ mm Σ.Υ.}$

Οι απώλειες στα όργανα και εξαρτήματα του δικτύου ΔP_T είναι αμελητέες λόγω έλλειψης εξαρτημάτων. Σε περίπτωση χρήσης ευθύγραμμων χαλκοσωλήνων με εξαρτήματα, για τον υπολογισμό της απώλειας πίεσης λόγω εξαρτημάτων ΔP_T χρησιμοποιείται ο αντίστοιχος πίνακας (για κάθε ένα από τα εξαρτήματα, π.χ. σύνδεσμοι, διακλαδώσεις, γωνίες, συστολικά, βαλβίδες, κλπ.).

Κατά συνέπεια η απώλεια πίεσης του δικτύου ΔP είναι:

$$\Delta P = H + \Delta P_T + \Delta P_L$$

όπου

$$H = \text{Ύψομετρική διαφορά πίεσης } \mathbf{6.000 \text{ mm Σ.Υ.}}$$

(3 m ο 1^{ος} όροφος + 3 m το υπόγειο)

$$\Delta P_L = \mathbf{12.100 \text{ mm Σ.Υ.}}$$

☞ $\Delta P = \mathbf{18.100 \text{ mm Σ.Υ.} = 18.1 \text{ m Σ.Υ. (1,8 bar)}$

Με την ελάχιστη πίεση εκροής των λήψεων να βρίσκεται περίπου στο 1 bar και την απώλεια πίεσης του δικτύου 1,8 bar, η λειτουργία του δικτύου ύδρευσης κρίνεται ικανοποιητική βάσει της προσφερόμενης από την δημόσια κεντρική παροχή νερού πίεσης που συνήθως είναι 4 bar.

Σημείωση: Σε περιπτώσεις μεγαλύτερων αποστάσεων των λήψεων ή σε ένα κλασικό σύστημα υδραυλικής εγκατάστασης με χρήση ευθύγραμμων χαλκοσωλήνων οι παραπάνω διατομές $\varnothing 12 \times 1$ και $\varnothing 15 \times 1$ γίνονται αντίστοιχα $\varnothing 15 \times 1$ και $\varnothing 18 \times 1 \text{ mm}$.

1.3.3 Εκτίμηση απωλειών των δικτύων διανομής θέρμανσης / ψύξης

Μία θερμή σωλήνα με θερμοκρασία ανώτερη εκείνης του περιβάλλοντος αποβάλλει θερμότητα προς το περιβάλλον με συναγωγή και ακτινοβολία. Η θεωρία της μετάδοσης θερμότητας σε κυλινδρικούς σωλήνες είναι ανάλογη με εκείνη για τις επίπεδες πλάκες που αναφέρθηκε στην Ενότητα 1.1.3. Οι απώλειες θερμότητας ανά τρέχον μέτρο σωλήνα είναι συνάρτηση της διαμέτρου του σωλήνα, του πάχους της μονώσεως εξωτερικά του σωλήνα και της θερμικής αγωγιμότητας του υλικού θερμομονώσεως του σωλήνα.

Ένας απλουστευμένος τύπος απωλειών θερμότητας ανά μήκος σωλήνα δίδεται από την σχέση:

$$U'_{\Sigma} = \frac{\pi}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_o}{d_{\Sigma}} + \frac{1}{\alpha_{\Sigma} d_o}}$$

όπου U'_{Σ} : οι γραμμικές θερμικές απώλειες από τον σωλήνα σε $W/(m^{\circ}C)$

λ : η θερμική αγωγιμότητα του υλικού θερμομόνωσης του σωλήνα

d_o : η εξωτερική διάμετρος του σωλήνα μαζί με την μόνωση

d_{Σ} : η εξωτερική διάμετρος του σωλήνα χωρίς την μόνωση

α_{Σ} : ο συντελεστής συναγωγής-ακτινοβολίας θερμότητας του σωλήνα, ο οποίος λαμβάνεται ίσος με $7 W/(m^{\circ}C)$ όταν έχει θερμομόνωση και $10 W/(m^{\circ}C)$ για την περίπτωση χωρίς θερμομόνωση.

Οι απώλειες διανομής αφορούν τις σωληνώσεις κεντρικής θέρμανσης οι οποίες διέρχονται είτε εξωτερικά του κτιρίου είτε εσωτερικά αυτού αλλιά σε μη θερμαινόμενους χώρους. Τέτοιοι χώροι είναι τα υπόγεια των κτιρίων, τα κλιμακοστάσια ή οι φωταγωγοί μέσα στους οποίους διέρχονται κατακόρυφα οι σωληνώσεις. Για όλα τα τμήματα σωληνώσεων τα οποία διέρχονται από μη θερμαινόμενους χώρους οι συνολικές απώλειες διανομής σε ετήσια βάση υπολογίζονται ως εξής:

$$\dot{A}_{\Delta N} = \sum_{i=1}^N U'_{\Sigma,i} (T_{\Sigma} - T_{a,i}) L_i$$

όπου $U'_{\Sigma,i}$: ο γραμμικός συντελεστής θερμικών απωλειών του σωλήνα i σε $W/(m^{\circ}C)$

T_{Σ} : η θερμοκρασία του νερού εντός του σωλήνα ($^{\circ}C$)

$T_{a,i}$: η θερμοκρασία του μη θερμαινόμενου χώρου i ($^{\circ}C$)

L_i : το μήκος του σωλήνα εντός του χώρου i (m)

Ο βαθμός απόδοσης $\eta_{\Delta N}$ του συστήματος διανομής μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

$$\eta_{\Delta N} = 1 - \frac{\dot{A}_{\Delta N}}{\dot{Q}_{\Delta N}}$$

όπου $\dot{Q}_{\Delta N}$ είναι η μεταφερόμενη θερμότητα από το δίκτυο διανομής. Αυτή μπορεί να υπολογιστεί ως: $\dot{Q}_{\Delta N} = m \cdot c \cdot \Delta T$ όπου m είναι η παροχή του θερμού νερού εντός του σωλήνα διανομής, c η θερμοχωρητικότητα του νερού [4,187 kJ/(kg °C)] και ΔT (= 20°C) είναι η διαφορά μεταξύ θερμού νερού προσαγωγής και επιστροφής από τα θερμαντικά σώματα.

Η παροχή του θερμού νερού μπορεί να υπολογιστεί ως $m = \rho V$, όπου ρ είναι η πυκνότητα του νερού στους 60°C (δηλαδή $\rho \approx 980 \text{ kg/m}^3$) και V είναι η ογκομετρική παροχή σε m^3/s , η οποία μπορεί να υπολογιστεί ως το γινόμενο της ταχύτητας του νερού εντός του σωλήνα επί την διατομή του σωλήνα: $V = w (\pi d^2 / 4)$. Εν προκειμένω, από την συνήθη πρακτική σχεδιασμού των σωληνώσεων, λαμβάνεται $w = 1,0 \text{ m/s}$. Με τον τρόπο αυτό, η μεταφερόμενη από το δίκτυο διανομής θερμότητα προκύπτει ως:

$$\dot{Q}_{\Delta N} = \rho w \frac{\pi d^2}{4} c \Delta T = 980 \times 1,0 \times \frac{\pi d^2}{4} \times 4,187 \times 20 \approx 64.421 d^2$$

1.3.4 Αξιολόγηση της επένδυσης

Ο **απλός χρόνος αποπληρωμής** είναι μια στοιχειώδης μορφή αξιολόγησης της επένδυσης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει στο να επιλέξουμε ανάμεσα σε δύο ή περισσότερες επιλογές, μια από τις οποίες μπορεί να είναι το «να μην γίνει τίποτα». Ο απλός χρόνος αποπληρωμής ορίζεται ως το χρονικό διάστημα στο οποίο το άθροισμα των ταμειακών ροών (καθαρό όφελος) υπερβαίνει το κόστος της επένδυσης.

Παραδείγματος χάριν, σε έναν ιδιοκτήτη προσφέρεται ένα σύστημα αντλίας θερμότητας με συνολικό κόστος εγκατάστασης 10.000 €. Οι υπολογισμοί δείχνουν ότι η ετήσια λειτουργική δαπάνη θα είναι 600 € έναντι της ετήσιας λειτουργικής δαπάνης για το υπάρχον σύστημα θέρμανσης που είναι 1600 €. Η καθαρή ετήσια εξοικονόμηση είναι επομένως 1000 €. Η περίοδος αποπληρωμής είναι το κόστος εγκατάστασης προς την ετήσια εξοικονόμηση:

$$\text{Απλός χρόνος αποπληρωμής} = \frac{10.000}{1.000} = 10 \text{ έτη}$$

Κατά τη σύγκριση δύο διαφορετικών επενδύσεων π.χ. σύγκριση μιας νέας αντλίας θερμότητας με έναν νέο λέβητα, η περίοδος αποπληρωμής ισούται με τη διαφορά του αρχικού κόστους των δύο επενδύσεων δια της διαφοράς των λειτουργικών δαπανών.

Είναι ελαφρώς δυσκολότερο να καθοριστεί η περίοδος αποπληρωμής όταν εμφανίζονται ακανόνιστα οι δαπάνες και τα οφέλη κατά τη διάρκεια του χρόνου ζωής της επένδυσης. Η πιο συνηθισμένη μέθοδος είναι να δημιουργήσουμε ένα λογιστικό φύλλο που να παρουσιάζει τις σωρευτικές δαπάνες και τα οφέλη σε μηνιαία βάση. Το σημείο στο οποίο τα οφέλη υπερβαίνουν τις δαπάνες μπορεί να καθοριστεί έπειτα από εξέταση.

Υπάρχουν βέβαια και άλλοι, περισσότερο πολύπλοκοι – τις περισσότερες φορές – μέθοδοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, όπως είναι ο μέσος βαθμός απόδοσης της επένδυσης, η μέθοδος ταμειακών ροών, η μέθοδος της καθαρής παρούσας αξίας (ΚΠΑ), ο έντοκος χρόνος αποπληρωμής, ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης της επένδυσης (IRR), κλπ. [5]

Αξίζει εδώ να αναφερθεί η «Ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής» (Life Cycle Cost Analysis –LCCA), η οποία είναι μία μεθοδολογία οικονομικής αξιολόγησης κατάλληλη για την επιλογή του οικονομικά βέλτιστου εναλλακτικού σχεδιασμού σε συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο. Η μέθοδος της LCCA βρίσκει εφαρμογή σε μια μεγάλη ποικιλία αποφάσεων όπως αποδοχή ή απόρριψη επιλογών, σχεδιασμών και διαστασιολόγησης, αντικατάστασης, επιλογών αγοράς ή ενοικίασης. Λαμβάνει υπόψη τα αρχικά κόστη (αρχική επένδυση, αγορά, εγκατάσταση), τα μελλοντικά κόστη (κόστος ενέργειας, λειτουργίας-συντήρησης, αντικατάστασης εξοπλισμού), καθώς και τα τελικά κόστη (μεταπώληση, κόστος καταστροφής, αξία εκποίησης).

Τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας είναι ιδανικά για να αξιολογηθούν με την μέθοδο LCCA, καθώς η αρχική επένδυση και η εξοικονόμηση στο συνολικό χρόνο ζωής της επένδυσης μπορούν να συγκριθούν με την κατάσταση αναφοράς, ενώ μπορεί να αξιολογηθεί η πιο αποδοτική επένδυση εξοικονόμησης ανάμεσα σε πολλές εναλλακτικές. Πάντως, η εφαρμογή της μεθόδου LCCA προϋποθέτει αρκετό χρόνο και ιδιαίτερη προσπάθεια, και γι' αυτό πρέπει να υπάρχει ξεκάθαρο κίνητρο για τη χρήση της ώστε να δικαιολογείται η αξία της εφαρμογής της για τον πελάτη.

Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης Κεφαλαίου 1

1. Ως *πρωτογενής μορφή ενέργειας* ή *πρωτογενής ενέργεια (primary energy)* ορίζεται η ενέργεια που δεν έχει υποστεί ουδεμία μετατροπή. Η πρόταση αυτή είναι:

Σωστή ✓ Λάθος
2. Η θερμότητα είναι ενέργεια που μεταφέρεται πάντα από το θερμό προς το ψυχρό σώμα-περιβάλλον. Η πρόταση είναι:

Σωστή ✓ Λάθος
3. Η θερμική αγωγιμότητα είναι υψηλή στα υλικά τα οποία αποκαλούνται «θερμικά αγωγίμα», όπως είναι τα μέταλλα, και είναι χαμηλή στα υλικά που αποκαλούνται «θερμομονωτικά». Η πρόταση αυτή είναι:

Σωστή ✓ Λάθος
4. Η μετάδοση θερμότητας γίνεται πάντοτε από το σώμα με τη μεγαλύτερη θερμοκρασία προς το σώμα με τη μικρότερη θερμοκρασία. Η πρόταση είναι:

Σωστή ✓ Λάθος
5. Σύμφωνα με την Οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, όλα τα νέα κτίρια πρέπει να είναι κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας έως τις ...
 - α. 1 Ιανουαρίου 2018
 - β. 31 Δεκεμβρίου 2020 ✓
 - γ. 31 Δεκεμβρίου 2022
 - δ. 31 Δεκεμβρίου 2025

6. Τα υγρά καύσιμα έχουν τιμή θερμογόνου δύναμης..... από αυτή των στερεών καυσίμων.

Μεγαλύτερη ✓ Μικρότερη

7. Ως ανωτέρα θερμογόνος δύναμη ενός καυσίμου ορίζεται:

- α. Η θερμογόνος δύναμη του καυσίμου όταν στα προϊόντα της καύσης το νερό βρίσκεται σε αέρια κατάσταση (υδρατμοί)
- β. Η θερμογόνος δύναμη του καυσίμου όταν στα προϊόντα της καύσης το νερό βρίσκεται σε υγρή κατάσταση ✓
- γ. Η θερμογόνος δύναμη του καυσίμου όταν στα προϊόντα της καύσης δεν υπάρχει νερό

8. Με την Οδηγία 2012/27/ΕΚ για την «Ενεργειακή Απόδοση» εισάγεται ο στόχος ανακαίνισης της συνολικής επιφάνειας των κτιρίων της κεντρικής δημόσιας διοίκησης.

- α. του 3% κατ' έτος ✓
- β. του 20% έως το 2020
- γ. του 5% από το 2020 και μετά

9. Η μετάδοση θερμότητας με αγωγή σταματάει όταν η θερμοκρασία του θερμότερου σώματος γίνει ίση με τη θερμοκρασία του ψυχρότερου σώματος. Η πρόταση είναι:

Σωστή ✓ Λάθος

10. Σύμφωνα με την Οδηγία Ecodesign της Ε.Ε. (ErP - "Energy Related Products"):

- α. τα δοχεία αδρανείας και ζεστού νερού χρήσης έως 100 λίτρα πρέπει να επισημαίνονται με την Ετικέτα Ενεργειακής Απόδοσης.
- β. τα δοχεία αδρανείας και ζεστού νερού χρήσης έως 500 λίτρα πρέπει να επισημαίνονται με την Ετικέτα Ενεργειακής Απόδοσης. ✓
- γ. τα δοχεία αδρανείας και ζεστού νερού χρήσης έως 1000 λίτρα πρέπει να επισημαίνονται με την Ετικέτα Ενεργειακής Απόδοσης.

Σύνοψη - Ανακεφαλαίωση του Κεφαλαίου 1

Στο 1^ο Κεφάλαιο παρουσιάστηκαν οι βασικές αρχές της ενέργειας (δηλ. σχετική ορολογία, μονάδες μέτρησης, κλπ.), οι τρόποι μετάδοσης της θερμότητας και οι θερμοφυσικές ιδιότητες των υλικών και των καυσίμων. Επίσης, παρουσιάστηκε και αναλύθηκε η μέθοδος με την οποία μπορούν να προσδιοριστούν οι πραγματικές ανάγκες για ζεστό νερό του πελάτη, καθώς και το πώς εφαρμόζονται τα ενεργειακά μεγέθη για να υπολογιστεί η αποδοτικότητα των νέων τεχνολογιών ή/και εξοπλισμού ενδιαφέροντος του τεχνίτη υδραυλικού και να προσδιοριστεί το ενεργειακό όφελος που θα προκύψει από την εφαρμογή τους.

2

ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ, ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ



Εισαγωγή / Γενική περιγραφή

Το 2^ο Κεφάλαιο του εγχειριδίου αφορά στην επιλογή των κατάλληλων συσκευών, υλικών και διαστάσεων. Διακρίνοντας ένα οποιοδήποτε θερμοϋδραυλικό σύστημα σε τρία μέρη, την παραγωγή, την διανομή και την απόδοση προς τελική χρήση του ζεστού νερού, στην αρχή γίνεται εκτενής αναφορά στις διατάξεις παραγωγής-αποθήκευσης του ζεστού νερού και αναλύονται οι συσκευές παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, τα θερμοδοχεία (boiler) και τα δοχεία αδρανείας. Στη συνέχεια αναπτύσσεται το σύστημα διανομής του ζεστού / ψυχρού νερού και δίνονται οι κατευθύνσεις για την σωστή επιλογή των κατάλληλων υλικών και διαμέτρων σωληνών, καθώς και για την επιλογή του κυκλοφορητή. Τέλος, φτάνοντας στο τμήμα της απόδοσης για χρήση του νερού και της ενέργειας, αναλύονται οι τελικοί υποδοχείς του νερού και οι τερματικές μονάδες θέρμανσης και παρέχονται όλες οι απαραίτητες γνώσεις για την επιλογή αποδοτικού από πλευράς κατανάλωσης νερού και ενέργειας υδραυλικού εξοπλισμού, οικιακών ηλεκτρικών συσκευών, καθώς και τερματικών μονάδων θέρμανσης.



Σκοπός / Αναμενόμενα Αποτελέσματα

Οι εκπαιδευόμενοι μετά το τέλος της ενότητας θα μπορούν να:

- προσδιορίζουν τον κατάλληλο για κάθε εφαρμογή εξοπλισμό για το σύστημα παραγωγής του ΖΝΧ,
- επιλέγουν τα κατάλληλα και πιστοποιημένα υλικά και τις κατάλληλες διατομές για τις σωληνώσεις
- κάνουν σωστές επιλογές όσον αφορά τα κατάλληλα εξαρτήματα και υδραυλικά είδη εξοικονόμησης νερού και ενέργειας.



Έννοιες κλειδιά / Βασική ορολογία

Θερμαντήρας νερού, θερμοδοχείο (boiler), δοχείο αδρανείας, ονομαστική διάμετρος σωλήνα, πτώση πίεσης κλάδου, ενεργειακή ετικέτα, καθοριφέρ, fan coils, σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης.

2.1 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ-ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Η θέρμανση του νερού είναι συνήθως η δεύτερη μεγαλύτερη χρήση της ενέργειας σε ένα σπίτι (μετά τη θέρμανση και ψύξη χώρων) [6]. Παρά την ένταση πόρου που εμφανίζει, το σύστημα παροχής ζεστού νερού σπάνια αποτελεί έναν τομέα σημαντικής εστίασης κατά την κατασκευή ενός σπιτιού. Ως αποτέλεσμα, πολλά σπίτια σήμερα έχουν κατασκευαστεί με κακής απόδοσης, αναποτελεσματικά συστήματα παροχής ζεστού νερού, τα οποία χρειάζονται αρκετά λίπητά για να παρέχουν το ζεστό νερό στο σημείο της χρήσης και σπαταλούν μεγάλες ποσότητες ενέργειας και νερού κατά τη διαδικασία. Περίπου 10 έως 15% της χρήσης ενέργειας που συνδέεται με ένα σύστημα παροχής ζεστού νερού σπαταλιέται σε απώλειες διανομής. Μελέτες έχουν δείξει ότι στη μέση κατοικία χαραμίζονται πάνω από 13.800 λίτρα νερού το χρόνο κατά την αναμονή για να φτάσει το ζεστό νερό στο σημείο χρήσης. [7]

Το πόσο γρήγορα και αποτελεσματικά μπορεί να παράσχει ένα σύστημα ζεστού νερού κατάλληλα θερμασμένο νερό στο σημείο της χρήσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που συμβαίνουν σε τρεις διακριτές φάσεις:

- 1. Παραγωγή:** Το πόσο αποτελεσματικά μπορεί να μετατρέψει ένας θερμαντήρας νερού την ηλεκτρική ενέργεια ή φυσικό αέριο (ανάλογα με τον τύπο της συσκευής) σε ωφέλιμο ζεστό νερό έχει σημαντική επίδραση στη συνολική απόδοση του συστήματος. Η παραγωγή ζεστού νερού μπορεί να γίνει πιο αποτελεσματική με την επιλογή ενός θερμαντήρα νερού με έναν υψηλότερο συντελεστή ενέργειας (EF).
- 2. Διανομή:** Μόλις θερμαίνεται, το ζεστό νερό πρέπει να παραδοθεί στο προβλεπόμενο σημείο χρήσης σε κάθε κατοικία. Διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν την αποδοτικότητα της διανομής και μπορούν να παίξουν ρόλο σε ένα πιο αποτελεσματικό σύστημα. Σ' αυτούς περιλαμβάνονται το μήκος των σωληνώσεων μεταξύ του θερμαντήρα νερού και ενός συγκεκριμένου υδραυλικού είδους (fixture), η διάμετρος των σωληνών και τα υλικά τους, καθώς και το εάν η σωληνώση είναι μονωμένη (ή όχι).
- 3. Χρήση:** Το ζεστό νερό χρησιμοποιείται από μια ποικιλία από υδραυλικά είδη και συσκευές σε όλο το σπίτι (βρύσες, ντους, πλυντήρια ρούχων και πλυντήρια πιάτων). Χρησιμοποιώντας προϊόντα όπως βρύσες και ντους που λειτουργούν σε χαμηλότερες ταχύτητες ροής θα αυξηθεί η αποδοτικότητα του συστήματος.

Τόσο η παραγωγή όσο και η χρήση του ζεστού νερού μπορούν να μειωθούν μέσω απλών προϊόντικών λύσεων. Ειδικά όσον αφορά στην παραγωγή του ΖΝΧ, η επιλογή θερμαντήρων νερού με υψηλότερους Συντελεστές Ενέργειας (ΕF) μειώνει την ενέργεια που απαιτείται για να εξυπηρετήσει τις ανάγκες σε ζεστό νερό μιας κατοικίας.

2.1.1 Συσκευές παραγωγής ζεστού νερού χρήσης

Κατά το παρελθόν, οι θερμαντήρες νερού αποθήκευσης (δηλ. με δεξαμενή) ήταν ο πιο συνηθισμένος τύπος εξοπλισμού. Τα τελευταία χρόνια, οι θερμαντήρες νερού βάσει της ζήτησης (άνευ δεξαμενής) εμφανίζονται με μεγαλύτερη συχνότητα, ενώ για το σκοπό της προετοιμασίας ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν (και διατίθενται στο εμπόριο) τόσο οι ηλιακοί θερμαντήρες νερού όσο και οι αντλίες θερμότητας.

Για εγκατάσταση σε νέες ή υπό μετασκευή παλαιότερες κατοικίες είναι διαθέσιμες οι ακόλουθες επιλογές:



- **Οι θερμαντήρες νερού αποθήκευσης (με δεξαμενή)** είναι πολύ πιο αποδοτικοί από ό,τι ήταν στο παρελθόν (πρέπει να ελέγχεται κάθε φορά το συγκεκριμένο μοντέλο/κατασκευαστή, καθώς η αποδοτικότητα μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τον τύπο του καυσίμου και την τεχνολογία), αλλά ακόμα είναι λιγότερο αποδοτικοί από ό,τι τα περισσότερα συστήματα με βάση τη ζήτηση λόγω της απώλειας θερμότητας και της χρήσης ενέργειας στη φάση της αναμονής.

- **Οι στιγμιαίοι (άνευ δεξαμενής) θερμαντήρες νερού**, αν και – σύμφωνα με τους ειδικούς – δεν είναι σωστή η ονομασία τους, δεδομένου ότι ο θερμαντήρας δεν ξεκινάει (συνήθως) ακαριαία με ζεστό νερό, εξαλείφουν τις απώλειες σε θέση αναμονής και μπορούν να μειώσουν σημαντικά την χρήση ενέργειας. Τα συστήματα αυτά ζεσταίνουν νερό μόνο όταν υπάρχει μια ζήτηση για ζεστό νερό από το σύστημα. Είναι κρίσιμο στην περίπτωση των θερμαντήρων νερού άνευ δεξαμενής να θεωρούνται οι απαιτούμενες παροχές ζεστού νερού, και να διασφαλίζεται ότι (όπως και με κάθε άλλο σύστημα) δεν είναι πάρα πολύ μεγάλες οι αποστάσεις από τον θερμαντήρα νερού μέχρι τα υδραυλικά είδη (ή, εάν είναι μεγάλες, ότι αντιμετωπίζονται επαρκώς με ανακυκλοφορία ή συμπληρωματική θέρμανση).

- **Τα ηλιακά (και ηλιακά υποβοηθούμενα) συστήματα θέρμανσης νερού** ζεσταίνουν το νερό χρησιμοποιώντας την ενέργεια του ήλιου. Μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας έως και 90% σε ορισμένες περιοχές, αλλά είναι χρήσιμα ακόμα και στα νεφελώδη και τα βόρεια κλίματα. Δεν θα πρέπει να ξεχνάει κανείς ότι ο ήλιος έχει το δικό του χρονικό πλαίσιο για την παροχή ενέργειας και ότι η χρήση νερού από τους ενοίκους γίνεται σε ένα διαφορετικό χρόνο. Είναι πιθανό να χρειάζεται ένας συμπληρωματικός θερμαντήρας με το ηλιακό σύστημα καθώς, κατ' ελάχιστο, θα χρειαστεί ζεστό νερό το βράδυ και τότε το ηλιακό σύστημα δεν θα μπορέσει να ικανοποιήσει όλες τις ανάγκες από μόνο του.
- **Οι θερμαντήρες νερού αντλίας θερμότητας** χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια για να μεταφέρουν θερμότητα αντί να παράγουν θερμότητα οι ίδιοι. Για παράδειγμα, οι αντλίες θερμότητας πηγής εδάφους (γεωθερμικές) μετακινούν τις θερμοκρασίες του θερμού εδάφους στην κατοικία τον χειμώνα για την παροχή θέρμανσης και μεταφέρουν τον θερμό αέρα των εσωτερικών χώρων έξω από την κατοικία το καλοκαίρι για να παρέχουν ψύξη.
- **Οι μονάδες συνδυασμού** παρέχουν τόσο θέρμανση χώρων όσο και ζεστό νερό σε ένα σύστημα, εξορίζοντας την ανάγκη για δύο ξεχωριστά συστήματα. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν ένα φυσητήρα (ο οποίος επιτρέπει στον αέρα να κυκλοφορήσει πάνω από μία σπείρα παραγωγής ζεστού νερού και μέσα στους αεραγωγούς της κατοικίας) ή ένα υδραυλικό σύστημα θέρμανσης ακτινοβολίας (που χρησιμοποιεί σωληνώσεις νερού εγκατεστημένες κάτω από τα δάπεδα ή στα κατωκάσια). Είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για τις περιπτώσεις όπου διατίθεται περιορισμένος χώρος για μηχανικά συστήματα, και παρέχουν βελτιωμένη απόδοση.
- **Τα συστήματα ανάκτησης θερμότητας από το νερό αποστράγγισης** κάνουν ακριβώς αυτό: ανακτούν θερμότητα από το ζεστό νερό που εγχύεται στην αποχέτευση μέσω μιας απλής σπείρας από σωλήνα νερού που τροφοδοτείται πίσω στον θερμοσίφωνα. Αυτό μειώνει την ποσότητα του έργου που πρέπει να κάνει ο θερμαντήρας για να παράξει ζεστό νερό στην απαιτούμενη θερμοκρασία. Δεδομένου ότι μια σημαντική ποσότητα ζεστού νερού στις κατοικίες χρησιμοποιείται για τα ντους, αυτό είναι μια εξαιρετική θέση για να εγκατασταθεί ένα τέτοιο σύστημα ανάκτησης θερμότητας. Ωστόσο, τα οικιακά συστήματα αποτελούν πρόκληση λόγω της μικρότερης ροής του νερού και της ανάγκης για δεξαμενές αποθήκευσης, που δεν είναι αναγκαία σε εμπορικές εφαρμογές.

Μία σύγκριση των βασικών θερμαντήρων νερού που διατίθενται στην αγορά δίνεται στον Πίνακα 2-1, ενώ σημειώνεται ότι κάποια χαρακτηριστικά μεγέθη που πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη κατά την επιλογή του εξοπλισμού είναι τα εξής:

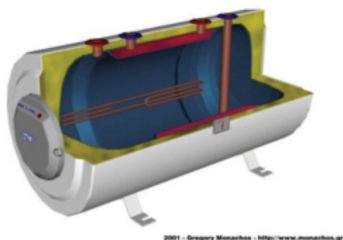
- Διαβάθμιση Πρώτης Ώρας (FHR).** Ο δείκτης αυτός δείχνει την ικανότητα ενός θερμαντήρα να παρέχει πλήρως θερμασμένο νερό την πρώτη ώρα της λειτουργίας του και μετράει το πόσο ζεστό νερό θα είναι διαθέσιμο κατά την διάρκεια της ώρας με την περισσότερη ζήτηση σε μια ημέρα (αθληώς, την ποσότητα του νερού που μπορεί να παράσχει ο θερμαντήρας σε μία ώρα, εκκινώντας με μια δεξαμενή γεμάτη ζεστό νερό). Μια μεγάλη δεξαμενή αποθήκευσης δεν μεταφράζεται απαραίτητως σε υψηλότερο FHR. Είναι σημαντικό και ο “ρυθμός αποκατάστασης”, καθώς καταδεικνύει την ικανότητα του θερμαντήρα νερού να αναπληρώνει το ζεστό νερό καθώς αυτό τραβιέται από τη δεξαμενή.
- Αποδοτικότητα.** Η αποδοτικότητα ενός θερμαντήρα νερού μετριέται με τον **Συντελεστή Ενέργειας (EF)**, ο οποίος συνήθως εμφανίζεται δίπλα στην ενεργειακή ετικέτα. Όσο μεγαλύτερος είναι αυτός, τόσο πιο ενεργειακά αποδοτικός είναι ο θερμαντήρας νερού.

Πίνακας 2-1: Σύγκριση των θερμαντήρων νερού και σημαντικά χαρακτηριστικά τους

Τύπος θερμαντήρα νερού υψηλής απόδοσης	Ενεργειακά οφέλη vs. Ελάχιστες προδιαγραφές	Κατάλληλα κλίματα	Αναμενόμενα οφέλη σε όλη τη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού	Αναμενόμενη διάρκεια ζωής	Κύρια πλεονεκτήματα
Υψηλής απόδοσης θερμαντήρας αποθήκευσης (πετρελαίου, αερίου, ηλεκτρικός)	10-20%	Οποιοδήποτε	Έως και €365	8-10 έτη	Χαμηλότερο αρχικό κόστος
Στιγμιαίος θερμαντήρας φυσικού αερίου ή ηλεκτρικός	45%-60%	Οποιοδήποτε	Έως και €1300	20 έτη	Απεριόριστη παροχή ζεστού νερού

Τύπος θερμαντήρα νερού υψηλής απόδοσης	Ενεργειακά οφέλη vs. Ελάχιστες προδιαγραφές	Κατάλληλα κλίματα	Αναμενόμενα οφέλη σε όλη τη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού	Αναμενόμενη διάρκεια ζωής	Κύρια πλεονεκτήματα
Αντλία θερμότητας	65% (σύγκριση με ηλεκτρική αντίσταση)	Ήπιο Θερμό	Έως και €650	10 έτη	Η πιο αποδοτική επιλογή όσον αφορά στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας
ΘΗΣ με ηλεκτρική αντίσταση (για back-up)	70%-90%	Ήπιο Θερμό	Έως και €1,600	20 έτη	Μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας με χρήση μιας ΑΠΕ

2.1.2 Θερμοδοχείο (boiler)



Τα θερμοδοχεία ή μπόιλερ (boiler) ΖΝΧ είναι κατασκευές σχεδόν ίδιες με τους ηλεκτρικούς θερμοσίφωνες, με τη διαφορά ότι τα μπόιλερ, εκτός της ηλεκτρικής αντίστασης, διαθέτουν έναν ή περισσότερους εναλλάκτες θερμότητας για θέρμανση του νερού χρήσης από άλλη πηγή πλιν του ηλεκτρισμού (νερό θέρμανσης, ηλιακοί συλλέκτες, κλπ.). Τα μπόιλερ κατασκευάζονται

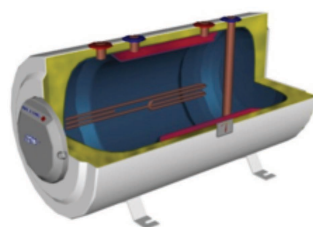
από χάλυβα, ο οποίος αναλόγως της ποιότητας του boiler μπορεί να είναι χαλκός, ανοξείδωτος χάλυβας, κοινός (μαύρος) χάλυβας επικαλυμμένος στο εσωτερικό του θερμοσίφωνα με υαλώδη σμάλτο για προστασία από διάβρωση. Φέρουν επίσης φιλάντζα με ηλεκτρική αντίσταση, θερμοστάτη και ηλεκτρόδιο προστασίας.

Ανάλογα με τον αριθμό των πηγών που μπορούν να συνδεθούν σε ένα μπόιλερ, διακρίνονται τα μπόιλερ διπλής ενέργειας (ηλεκτρική αντίσταση και ένας εναλλάκτης) και τριπλής ενέργειας (ηλεκτρική αντίσταση και δύο εναλλάκτες), για ταυτόχρονη σύνδεση π.χ. σε δίκτυο θέρμανσης και κλειστό κύκλωμα ηλιακών συλλεκτών. Τα μπόιλερ διακρίνονται σε τοίχου (οριζόντια και κάθετα) και δαπέδου. Οι τύποι αυτοί κατασκευάζονται σε χωρητικότητες έως 120 lt.



Σε μεγαλύτερα μεγέθη, τα μπόιλερ σχεδιάζονται για κατακόρυφη τοποθέτηση στο δάπεδο του λεβητοστασίου και ονομάζονται μπόιλερ λεβητοστασίου. Τα μπόιλερ αυτά είναι συνήθως διπλής ή τριπλής ενέργειας. Μπορούν να φέρουν ηλεκτρική αντίσταση ανάλογη της ισχύος τους (max 6 kW 3~), ενώ φέρουν πολλαπλά σημεία σύνδεσης και τοποθέτησης οργάνων (θερμομέτρων, αισθητηρίων κλπ.). Επίσης, τα μπόιλερ λεβητοστασίου καλό είναι να έχουν θυρίδα καθαρισμού, η οποία επιτρέπει την απομάκρυνση των αλάτων, όταν απαιτηθεί.

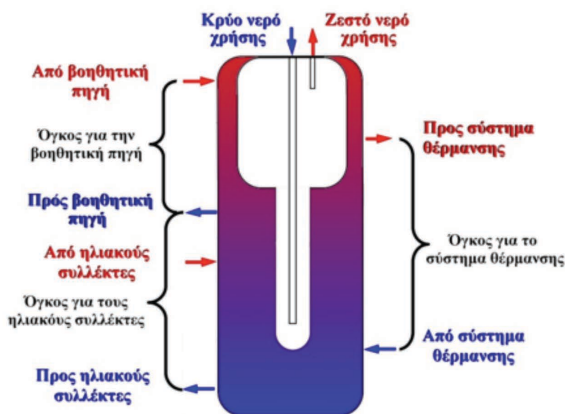
Οι εναλλιάκτες των μπόιλερ μπορεί να είναι τύπου μανδύα (όπως στο διπλανό σχήμα) όπου το ζεστό νερό από το λέβητα ή τους ηλιακούς συλλέκτες ρέει μέσα από το διπλό τοίχωμα του μπόιλερ (κόκκινη περιοχή) και ανταλλάσσει θερμότητα με το νερό χρήσης ζεσταίνοντας το. Τα μπόιλερ αυτού του τύπου ονομάζονται «μπόιλερ μανδύα».



2011 - Gregory Moutakas - <http://www.moutakas.gr>

Ένας άλλος τύπος εναλλιάκτη που χρησιμοποιείται σε μπόιλερ ZNX, είναι ο σωληνωτός εναλλιάκτης (τύπου σερπαντίνας), όπου το νερό θέρμανσης / συλλεκτών κυκλοφορεί μέσα σε σωλήνα μεγάλου μήκους τυλιγμένο σε σπείρα και ανταλλάσσει θερμότητα με το ZNX διαμέσω της επιφάνειας της σωλήνας αυτής. Η σερπαντίνα μπορεί να είναι χάλκινη (σύνθετες), χαλύβδινη, αλουμινίου ή ανοξείδωτη.

Στα μπόιλερ λεβητοστασίου τριπλής ενέργειας συνήθως οι εναλλιάκτες είναι ο ένας χαμηλά (ζεσταίνει ολόκληρη τη μάζα του νερού) και ο άλλος ψηλά (ζεσταίνει τη μισή μάζα του νερού). Στον κάτω εναλλιάκτη πρέπει να συνδέονται οι ηλιακοί συλλέκτες, ώστε με τον ήλιο που είναι δωρεάν να ζεσταίνεται ολόκληρη η μάζα του νερού, και στον επάνω εναλλιάκτη το σύστημα θέρμανσης, ώστε να μην ζεσταίνεται περισσότερο νερό από όσο χρειάζεται. Και στις δύο περιπτώσεις, το νερό χρήσης είναι το νερό που βρίσκεται έξω από τις σωληνώσεις.



Σχήμα 2-1: Σχηματική παράσταση ενός θερμοδοχείου (boiler) τριπλής ενέργειας και του τρόπου σύνδεσης των διάφορων πηγών προέλευσης του ζεστού νερού

Σημειώνεται ότι, σε όλες τις εγκαταστάσεις με μπόιλερ χωρητικότητας μεγαλύτερης από 120 lt, απαιτείται η τοποθέτηση δοχείου διαστολής και στο κύκλωμα νερού χρήσης, καθώς η μάζα του νερού που ζεσταίνεται είναι μεγάλη και η διαστολή του νερού σημαντική.

Εάν το νερό χρήσης ρέει μέσα στις σωλήνες, τότε δεν υπάρχει αποθήκευση ζεστού νερού χρήσης, αλλά το νερό χρήσης παράγεται τη στιγμή της ζήτησης. Οι διατάξεις αυτές ονομάζονται εναλλιάκτες ροής. Το νερό στο δοχείο είναι νερό της εγκατάστασης θέρμανσης και θερμαίνεται στο λέβητα ή σε άλλη πηγή (οι διατάξεις αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα και σαν δοχεία αδρανείας – βλ. Ενότητα 2.1.3).



Ειδική μορφή αυτού του τύπου είναι τα μπόιλερ με δύο σερπαντίνες και ενδιάμεσο αδρανές υγρό, στα οποία το νερό της μάζας δεν κυκλοφορεί στον λέβητα (ή την αντλία θερμότητας), αλλά παραμένει στάσιμο, θερμαίνεται από σωληνωτό εναλλιάκτη συνδεδεμένο στην πηγή και αποδίδει την ενέργεια του με δεύτερο σωληνωτό εναλλιάκτη στο δίκτυο (όπως και οι εναλλιάκτες ροής). Το στάσιμο νερό διατηρείται σε ατμοσφαιρική πίεση και δεν ανανεώνεται ούτε κυκλοφορεί. Για το λόγο αυτό προστίθενται στο αδρανές νερό αντιβακτηριακά πρόσθετα.

Τέλος, ο εναλλιάκτης, μπορεί ακόμα να είναι και ένα δεύτερο δοχείο, πλήρως εμβαπτισμένο μέσα στο εξωτερικό δοχείο του μπόιλερ. Στην περίπτωση αυτή, το νερό χρήσης

κυκλοφορεί μέσα στο εσωτερικό δοχείο (και όχι στη μάζα του νερού όπως στους πιο πάνω τύπους). Τα μπόιλερ αυτής της μορφής ονομάζονται tank in tank.

2.1.3 Δοχείο αδρανείας

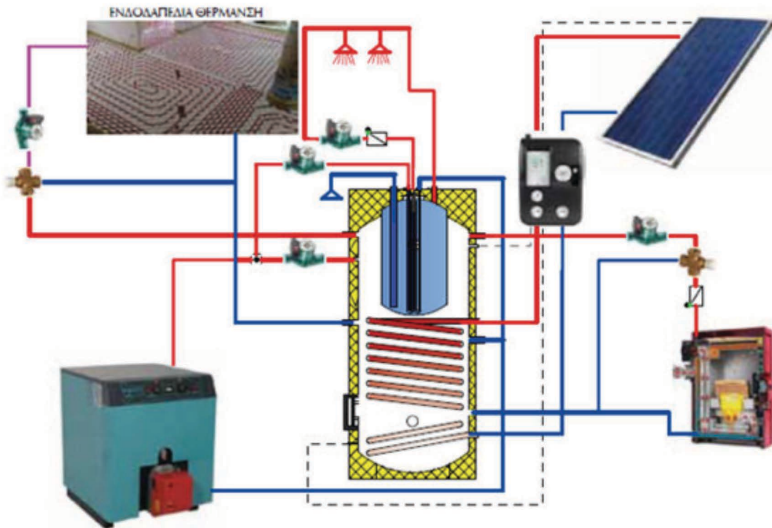
Το δοχείο αδρανείας (γνωστό και ως buffer tank) είναι ένα δοχείο με πολύ καλή θερμομόνωση που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση ζεστού νερού για θέρμανση χώρων πρωτίστως, αλλά και για ζεστό νερό χρήσης (αντίστοιχα, σε συστήματα ψύξης χρησιμοποιείται για αποθήκευση ψυχρού νερού). Τα σύγχρονα δοχεία αδρανείας έχουν μόνωση από αφρό πολυουρεθάνης. Ο αφρός πολυουρεθάνης μπορεί να εφαρμοστεί σε συμπυκνωμένη μορφή, πράγμα που επιτρέπει την απομάκρυνση του στρώματος της μόνωσης για τακτικό έλεγχο και, εάν απαιτείται, για κατάλληλη επιδιόρθωση της δεξαμενής νερού (σε περιπτώσεις μεγάλης περιεκτικότητας του νερού σε άλατα ή όταν τα επίπεδα οξυγόνου του δικτύου του νερού είναι υψηλά).

Ο σκοπός του δοχείου αδρανείας, το οποίο συνδέεται εν σειρά με τον λέβητα (είτε αυτός είναι λέβητας πετρελαίου, φυσικού αερίου, ξυλολέβητας, λέβητας πέλλητ - βιομάζας, αντλία θερμότητας) ή και με τους ηλιακούς συλλέκτες, είναι να αποθηκεύει ζεστό νερό όταν αυτό παράγεται από την λειτουργία του λέβητα κάθε τύπου, αντλία θερμότητας (ή του ηλιακού συλλέκτη) και να παρέχει ζεστό νερό όταν παύει να λειτουργεί ο λέβητας ή η αντλία θερμότητας ή όταν δύει ο ήλιος και ο ηλιακός συλλέκτης παύει να προσφέρει ζεστό νερό. Επίσης, τα δοχεία αδρανείας μπορεί να διαθέτουν ενσωματωμένο σύστημα καυστήρα φυσικού αερίου ή πετρελαίου, ηλεκτρικές αντιστάσεις, ή και κάποια άλλη εφεδρική πηγή παροχής θερμότητας.

Έτσι, εάν ένας λέβητας (ή μία αντλία θερμότητας) λειτουργεί 4 ώρες κάθε ημέρα (π.χ. από τις 7 έως τις 11 το βράδυ), αυτές τις ώρες παρέχει ζεστό νερό υψηλής θερμοκρασίας το οποίο, μέσω του κυκλοφορητή, μεταφέρεται στα θερμαντικά σώματα για τη θέρμανση των χώρων. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του λέβητα (ή της αντλίας θερμότητας) αποθηκεύεται στο δοχείο αδρανείας ζεστό νερό. Όταν παύει η λειτουργία του λέβητα, ο κυκλοφορητής αρχίζει πλέον και μεταφέρει στα θερμαντικά σώματα το ζεστό νερό που είχε αποθηκευτεί στο δοχείο αδρανείας, παρέχοντας με αυτόν τον τρόπο δωρεάν θέρμανση για αρκετές ώρες ακόμα.

Με τον τρόπο αυτόν επιτυγχάνεται οικονομία ενέργειας (επομένως και χρημάτων), αφού χρησιμοποιούμε το ζεστό νερό του δοχείου αδρανείας και δεν χρειάζεται να λειτουργεί συνέχεια ο λέβητας ή η αντλία θερμότητας για να έχουμε ζεστό νερό στα σώματα του καλοριφέρ ή στο ενδοδαπέδιο σύστημα. Το ίδιο ισχύει και για το ζεστό

νερό χρήσης, εάν το δοχείο αδρανείας είναι συνδεδεμένο με ηλιακούς συλλέκτες και είναι τύπου “δοχείο εντός δοχείου” (tank in tank) ή δοχείο αδρανείας με ανοξειδωτο εναλλιάκτη (βλ. Σχήμα 2-2).



Σχήμα 2-2: Σχηματική παράσταση ενός δοχείου αδρανείας και της λειτουργίας του

Τα δοχεία αδρανείας λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο όπως πιο πάνω και για αποθήκευση κρύου νερού (αντί για ζεστού) με μόνη διαφορά ότι αντί να συνδέεται σε λέβητα ή ηλιακούς συλλέκτες, συνδέεται σε ψύκτες νερού. Και εδώ επιτυγχάνουμε οικονομία ενέργειας και χρημάτων καθότι ο κυκλοφορητής συνεχίζει και μεταφέρει ψυχρό νερό από το δοχείο αδρανείας, παρόλο που το μοτέρ του ψυκτικού μηχανήματος έχει σταματήσει να λειτουργεί.

2.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΤΟΥ ΖΕΣΤΟΥ / ΨΥΧΡΟΥ ΝΕΡΟΥ

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να δοθούν μερικοί βασικοί ορισμοί που αφορούν τις υδραυλικές εγκαταστάσεις. Έτσι, το σύνολο των αγωγών μιας υδραυλικής εγκατάστασης ονομάζεται σωλήνωση (ή σωληνογραμμή). Σε μια σωλήνωση, πέρα από τους σωλήνες, χρησιμοποιούνται μια σειρά από εξαρτήματα τα οποία χρειάζονται για προσαρμογή:

- ▶ Σύνδεση δύο τμημάτων ίδιας διαμέτρου
- ▶ Σύνδεση δύο τμημάτων διαφορετικής διαμέτρου
- ▶ Αλλαγή κατεύθυνσης
- ▶ Σύνδεση δύο ρευμάτων για σχηματισμό τρίτου
- ▶ Διακλάδωση για διανομή σε διάφορες χρήσεις
- ▶ Τερματισμός σωλήνωσης
- ▶ Ρύθμιση της παροχής,

Μια καλή υδραυλική εγκατάσταση θα πρέπει να:

- έχει εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες,
- έχει αντοχή στη φωτιά,
- είναι αδιαπέραστη και ανθεκτική στην επίδραση των εξωτερικών παραγόντων,
- έχει αντοχή στις αυξομειώσεις της πίεσης και της θερμοκρασίας,
- είναι από υλικό παγκόσμια αποδεκτό και κατάλληλο για κάθε τύπο εφαρμογής,
- έχει αντοχή στη γήρανση και στις αλλαγές των καταπονήσεων,
- συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος και να κατασκευάζεται με ανακυκλώσιμα υλικά,
- είναι θετική σε θέματα προστασίας της υγείας.

Με άλλα λόγια, μία καλή υδραυλική εγκατάσταση θα πρέπει να έχει αντοχή στην πίεση, στις θερμοκρασίες και στις μεταβολές της καθώς και στις εξωτερικές καταπονήσεις. Σε γενικές γραμμές μία σωστή υδραυλική εγκατάσταση θα πρέπει να ανταποκρίνεται (και να παίρνει μεγαλύτερο βαθμό, όταν αξιολογείται) στις ακόλουθες απαιτήσεις που χαρακτηρίζουν τις μηχανικές ιδιότητες:

- ▶ Η εγκατάσταση θα πρέπει να δέχεται λιγότερες καταπονήσεις λόγω της συστοδιαστολής από τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας (μικρός συντελεστή διαστολής).
- ▶ Ένα δίκτυο θα πρέπει να εξασφαλίζει ελάχιστες απώλειες ροής λόγω τριβών (μικρός συντελεστής τραχύτητας - μικρή αντίσταση ροής).
- ▶ Ένα δίκτυο πρέπει να αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες, να μην καίγεται, να μη παράγει τοξικά αέρια και να ανταποκρίνεται πλήρως στους κανονισμούς πυροπροστασίας.
- ▶ Η εγκατάσταση θα πρέπει να προστατεύει τη ροή και την ποιότητα του νερού από εξωτερικούς παράγοντες και να μην είναι επιβλαβής για την ποιότητα του νερού.
- ▶ Το μέγεθος των σωλήνων και των διάφορων εξαρτημάτων θα πρέπει να τυποποιούνται ανεξάρτητα από τον κατασκευαστή, τον προμηθευτή και το είδος του υλικού.
- ▶ Η εγκατάσταση θα πρέπει να κατασκευάζεται από υλικό φιλικό προς το περιβάλλον και οικονομικό, και με μεγάλη διάρκεια κύκλου ζωής.

2.2.1 Επιλογή κατάλληλων υλικών σωλήνων

Με τον αποδοτικό σχεδιασμό και την αποδοτική διάταξη του συστήματος παροχής ζεστού νερού μπορεί να αντιμετωπιστεί ως ένα βαθμό η σπατάλη νερού από τις μεγάλες διαδρομές σωληνώσεων, αλλιώς, όπως προαναφέρθηκε, το υλικό των σωλήνων και η διάμετρός τους επηρεάζουν και αυτά σημαντικά την αποδοτικότητα του συστήματος. Για μια δεδομένη ονομαστική διάμετρο του σωλήνα (όπου η διάμετρος μετράται εξωτερικά), η εσωτερική διάμετρος θα ποικίλει ανάλογα με το υλικό, καθώς τα διάφορα υλικά έχουν διαφορετικά πάχη τοιχώματος. Αυτό σημαίνει ότι, πανομοιότυπα σχεδιασμένα συστήματα παροχής ΖΝΧ, με εξαίρεση τον τύπο του υλικού που χρησιμοποιείται, θα αποθηκεύουν διαφορετικούς όγκους ζεστού νερού εντός των αντίστοιχων σωληνώσεων.

Από την άλλη, κατά την αξιολόγηση των σωλήνων και των εξαρτημάτων, η επιλογή του υλικού είναι ζωτικής σημασίας για διάφορους λόγους, στους οποίους περιλαμβάνεται η ανθεκτικότητα, η ενσωματωμένη ενέργεια, και το συνολικό αποτύπωμα άνθρακα στην παρασκευή του προϊόντος. Η ποιότητα του νερού μπορεί επίσης να επηρεαστεί από τα υλικά, οπότε η υγεία και η καλή διαβίωση των ενοίκων αποτελεί επίσης μέλημα. Ενώ υπάρχει μια ποικιλία από διαθέσιμα υλικά, και το καθένα έχει τα πλεονεκτήματά και τα μειονεκτήματά του, είναι δύσκολο να βρεθεί μια ολοκληρωμέ-

νη, συγκριτική ανάλυση του κύκλου ζωής των υλικών των υδραυλικών εγκαταστάσεων που θα επιτρέψει την επί ίσοις όροις σύγκρισή τους. Σε τελική ανάλυση όμως, τα νεότερα, ελαφρύτερα και με πιο αποδοτικό τρόπο παραγόμενα υλικά θα προκαλούν μικρότερη ενεργειακή και περιβαλλοντική επιβάρυνση από τα βαρύτερα, περισσότερο υψηλής έντασης παραγωγής υλικά. Ωστόσο, η αντοχή στη διάβρωση και η έκπλυση αποτελούν πηγή ανησυχίας σε ορισμένα προϊόντα.

Κατά το σχεδιασμό των συστημάτων παροχής ζεστού νερού, οι κατασκευαστές έχουν πολλές διαθέσιμες επιλογές σχετικά με το υλικό του σωλήνα. Στη συνέχεια παρατίθεται μια γρήγορη επισκόπηση των τύπων υλικών για να βοηθηθούν οι ενδιαφερόμενοι ώστε να ξεκινήσουν τη δική τους αξιολόγηση των σωληνών και εξαρτημάτων:

- Ο **χαλκός** είναι ένα από τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα υλικά σωληνώσεων, λόγω της διαθεσιμότητας και της ανθεκτικότητάς του. Ο χαλκός μπορεί να διαβρωθεί υπό την παρουσία νερού με υψηλή περιεκτικότητα οξέων και, όπως το PVC, μπορεί να περιέχει μόλυβδο. Στις ΗΠΑ, σε Πολιτείες όπως η Καλιφόρνια και το Βερμόντ, έχει δραματικά μειωθεί ο επιτρεπόμενος μόλυβδος στα υδραυλικά εξαρτήματα σε κάτω από 0,25%.
- Ο **γαλβανισμένος χάλυβας** δεν χρησιμοποιείται πια ευρέως, λόγω της υψηλής του τάσης να διαβρώνεται και της μειωμένης ωφέλιμης διάρκειας ζωής του. Όπως μπορούν να επιβεβαιώσουν πολλοί ιδιοκτήτες κατοικιών και μετασκευαστές, ο γαλβανισμένος χάλυβας αποτελεί συχνά τον κινητήριο παράγοντα για την αλλαγή ολόκληρων των υδραυλικών συστημάτων σε παλιά σπίτια, λόγω των διαβρωμένων γαλβανισμένων σωληνώσεων. Εκτός από την εσωτερική διάβρωση, η οποία προκαλεί περιορισμένη ροή του νερού, άλλα μέταλλα που χρησιμοποιούνται σε βαλβίδες και εξαρτήματα μπορούν να προκαλέσουν την ταχύτερη διάβρωση του γαλβανισμένου χάλυβα.
- Το **πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC)** είναι ένα πλαστικό υλικό που χρησιμοποιείται συχνά για την τροφοδοσία του νερού στις κατοικίες από την κεντρική παροχή, στις πισίνες, και τα συστήματα αποστράγγισης καταιονισμού. Το PVC περιέχει φθαλικούς εστέρες, οι οποίοι είναι αμφιλεγόμενοι όσον αφορά τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στην υγεία, ιδιαίτερα στην έκθεση των βρεφών. Αν και είναι ασαφές κατά πόσον η χρήση των σωληνώσεων από PVC μπορεί να αυξήσει την έκθεση του ανθρώπου στους φθαλικούς εστέρες σε σημαντικό βαθμό, με το PVC υπάρχουν και άλλα θέματα. Μερικές φορές χρησιμοποιείται μόλυβδος ως παράγοντας σκλήρυνσης στο PVC κατά τη διάρκεια της διαδικασίας παρασκευής. Όσον αφορά στα θετικά, το χλωριωμένο PVC (CPVC) παρέχει καλύτερη αντοχή στη διάβρωση σε καταστάσεις με νερό υψηλής οξύτητας.
- Το **διχτυωμένο πολυαιθυλένιο (PEX)** είναι υλικό που χρησιμοποιείται για εύκαμπους πλαστικούς σωλήνες που είναι εξαιρετικά ανθεκτικοί στο πάγωμα

και επιτρέπουν την χρήση λιγότερων εξαρτημάτων σε σχέση με τα άκαμπτα συστήματα σωληνώσεων. Λιγότερα εξαρτήματα σημαίνει μικρότερη απώλεια πίεσης, το οποίο καθιστά δυνατή τη μείωση του μεγέθους του σωλήνα, μειώνοντας τον περίκλειστο όγκο. Το PEX έχει μεγάλη αντοχή και χαμηλή διάβρωση εξαιτίας της πολυπλοκής μοριακής σύνθεσής του. Ωστόσο, το PEX πρέπει να φυλάσσεται μακριά από το άμεσο ηλιακό φως, καθώς η υπεριώδης ακτινοβολία το διασπά με την πάροδο του χρόνου.

- **Άλλα υλικά** περιλαμβάνουν το αυξημένων θερμοκρασιών πολυαιθυλένιο (PE-RT), το οποίο διαθέτει υψηλές μηχανικές αντοχές σε πίεση και θερμοκρασία σε συνδυασμό με μεγάλη ευκαμψία και ευκολία τοποθέτησης χωρίς να απαιτείται διαδικασία δικτύωσης, το τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο (PET), καθώς και το πολυπροπυλένιο (PP ή PPR).

Οι κατασκευαστές θα πρέπει να προσέξουν ότι, όταν χρησιμοποιούνται σωληνώσεις χαλκού, υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι χαλκού που μπορούν να χρησιμοποιηθούν: χαλκός τύπου M (λεπτός), τύπου L (ενδιάμεσο πάχους), ή τύπου K (πολύ παχύς). Από τους τρεις, οι τύποι L και M παραδοσιακά χρησιμοποιούνται σε υδραυλικά συστήματα κατοικιών, ενώ ο σωλήνας τύπου K, που είναι και το πιο παχύ είδος σωληνώσεων, χρησιμοποιείται κυρίως για τις κύριες παροχές και τις υπόγειες γραμμές νερού.

Πίνακας 2-2: Εσωτερικός όγκος των διάφορων σωληνώσεων διανομής νερού

Ουγγιές νερού ανά πόδι σωληνώσης ζεστού νερού								
Ονομαστική διάμετρος σε ίντσες (in)	Χαλκός τύπου M	Χαλκός τύπου L	Χαλκός τύπου K	CPVC CTS SDR11	CPVC SCH40	PEX-AI-PEX ASTM F1281	PE-AL-PE	PEX CTS SDR9
3/8	1,06	0,97	0,84	N/A	1,17	0,63	0,63	0,64
1/2	1,69	1,55	1,45	1,25	1,89	1,31	1,31	1,18
3/4	3,43	3,22	2,90	2,67	3,38	3,39	3,39	2,35
1	5,81	5,49	5,17	4,43	5,53	5,56	5,56	3,91
1 1/4	8,70	8,36	8,09	6,61	9,66	8,49	8,49	5,81
1 1/2	12,18	11,83	11,45	9,22	13,20	13,88	13,88	8,09
2	21,08	20,58	20,04	15,79	21,88	21,48	21,48	13,86

Μετατροπές: 1 γαλόνι (gallon) - ισοδυναμεί με 3,8 λίτρα = 128 ουγγιές (ounces)
1 ουγγιά (ounce) = 0,00781 gallons (0,0296 λίτρα)

Πηγή: Αναφορά [8]

Σύμφωνα με διεθνώς αποδεκτά «πρότυπα» (π.χ. προδιαγραφές για νέες κατοικίες WaterSense της Αμερικάνικης Υπηρεσίας Προστασίας του Περιβάλλοντος), προκειμένου μια υδραυλική εγκατάσταση να μπορεί να θεωρηθεί ως ενεργειακά αποδοτική, μεταξύ του θερμαντήρα νερού και του πλέον απομακρυσμένου υδραυλικού είδους δεν θα πρέπει να αποθηκεύονται παραπάνω από 1,9 λίτρα νερού, αθροιστικά σε όλους τους κλάδους σωλήνων που εκτείνονται από τον θερμαντήρα έως το υδραυλικό είδος. Στον Πίνακα 2-2 παρουσιάζεται η ποσότητα νερού που αποθηκεύουν διάφοροι τύποι σωλήνων που χρησιμοποιούνται για τα συστήματα παροχής ΖΝΧ ανά πόδι (foot) του σωλήνα, για δεδομένη διάμετρο σωλήνα.

Ο λόγος για τον οποίο είναι τόσο σημαντικός ο εσωτερικός όγκος των διάφορων τύπων σωλήνων διανομής του νερού είναι ότι, στις εγκαταστάσεις ΖΝΧ τόσο σε κατοικίες όσο και σε κτίρια του τροπογενή τομέα, παρουσιάζεται ένα σύνθετο πρόβλημα: Ανοίγοντας τον διακόπτη του ζεστού νερού, χρειάζεται να περάσει κάποιος χρόνος μέχρι να αρχίσει η βρύση να βγάζει ζεστό νερό. Στην πραγματικότητα, ο χρόνος αναμονής μπορεί να είναι αρκετά μεγάλος σε μεγάλες κατοικίες με πολλά μπάνια και μεγάλο μήκος σωληνώσεων για το ΖΝΧ. Στον Πίνακα 2-3 παρουσιάζεται ο χρόνος που απαιτείται (κατά προσέγγιση) ώστε να φτάσει το ζεστό νερό σε μία βρύση.

Πίνακας 2-3: Χρόνος παράδοσης (σε sec) του ζεστού νερού σε μία βρύση ανάλογα με το είδος σωλήνα

Παροχή νερού (lt/sec)		0,03		0,1		0,16		0,25	
		3	10	3	10	3	10	3	10
Χαλκοσωλήνας	DN15	24	81	8	26	5	16	3	10
	DN22	46	155	15	52	10	32	6	19
Χαλυβδωσωλήνας	DN15	61	203	20	68	13	42	8	26
	DN20	88	294	29	97	17	58	11	35
Σωλήνας από CPVC (χλωριωμένο πολυβινυλοχλωρίδιο)	DN15	62	206	20	68	13	42	8	26
	DN20	92	306	31	103	18	61	12	39

Πηγή: ASPE Domestic Water Heating Design Manual

Είναι, αξιόλογο, σημαντικό να σημειωθεί ότι η επιλογή υλικού του σωλήνα υπαγορεύεται - σε κάποιο βαθμό - από τον τύπο του συστήματος παροχής ζεστού νερού που θα εγκατασταθεί σε μια κατοικία. Για παράδειγμα:

- Τα συστήματα κορμού και διακλαδώσεων και τα συστήματα πυρήνα μπορούν να χρησιμοποιούν οποιοδήποτε τύπο σωληνώσεως, αν και παραδοσιακά χρησιμοποιείται ο χαλκός.
- Στα συστήματα διανομέα για ολόκληρη την κατοικία συνήθως χρησιμοποιούνται εύκαμπτες σωληνώσεις όπως PEX-AL-PEX, PE-AL-PE, ή PEX CTS SDR 9.
- Στα συστήματα ανακυκλοφορίας βάσει ζήτησης συνήθως χρησιμοποιείται χαλκός ή σωληνώσεις CPVC, αλλά μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σωλήνες PEX.

Γενικά, οι συνιστώμενες χρήσεις κάθε τύπου (υλικού) σωλήνα δίνονται στον παρακάτω Πίνακα (TOTEE 2423/86). Αυτό που πρέπει να σημειωθεί είναι ότι, οι κατασκευαστές οφείλουν να εξετάζουν το πώς το υλικό των σωληνώσεων και οι σχετιζόμενες διάμετροι επηρεάζουν την αποδοτικότητα των συστημάτων παροχής του ζεστού νερού. Από την άλλη, θα πρέπει η διάμετρος να μην ελαχιστοποιείται σε βαθμό που να θέσει σε κίνδυνο την λειτουργικότητα του συστήματος. Οι διάμετροι των σωληνών πρέπει να διαστασιοποιούνται σύμφωνα με τις ειδικές ανάγκες, τους περιορισμούς του σχεδιασμού, καθώς και τους ισχύοντες κώδικες ή πρότυπα (βλ. Ενότητα 2.2.2).

Πίνακας 2-4: Συνιστώμενοι τύποι σωληνώσεων σε κλειστά δίκτυα νερού

ΧΡΗΣΗ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ	ΤΥΠΟΣ ΣΩΛΗΝΑ	ΠΡΟΤΥΠΟ
Ψυκτικό μέσο	Χαλκοσωλήνας	-
	Χαλυβδοσωλήνας	EN 10216, EN 10217
Ψυχρό νερό	Χαλυβδοσωλήνας (μαύρος ή γαλβανισμένος)	EN 10255, EN 10216, EN 10217
	Χαλκοσωλήνας	EN 1057
	Πολυπροπυλένιο	-
Νερό ψύξης υδρόψυκτων συμπυκνωτών	Γαλβανισμένος σιδηροσωλήνας ή χαλυβδοσωλήνας	EN 10255, EN 10216, EN 10217
	Χαλκοσωλήνας	EN 1057
	Πολυπροπυλένιο	-
Συμπυκνώματα	Ως ανωτέρω	
Ζεστό νερό	Σιδηροσωλήνας ή χαλυβδοσωλήνας	EN 10255
	Χαλκοσωλήνας	EN 1057
	Πολυπροπυλένιο	-

2.2.2 Επιλογή κατάλληλων διαμέτρων σωλήνων

Τα βασικά χαρακτηριστικά μεγέθη των σωλήνων είναι τα εξής:

- d_o (ονομαστική διάμετρος): συμπίπτει με την εξωτερική διάμετρο για μεγάλους σωλήνες, ενώ δεν αντιστοιχεί σε πραγματική διάσταση για τους μικρούς
- b : πάχος τοιχώματος (επιλέγεται με βάση την πίεση και την επιτρεπόμενη τάση)
- N_o (αριθμός σειράς) αφορά στο πάχος (μεγάλο N_o συνεπάγεται μεγάλο πάχος) για τους χαλυβδοσωλήνες
- Εσωτερική διάμετρος
- Εξωτερική διάμετρος

Αξίζει να σημειωθεί ότι, δύο σωλήνες με ίδια ονομαστική διάμετρο έχουν ίδια εξωτερική διάμετρο ανεξαρτήτως πάχους, καθώς και ότι συνήθως καθορίζονται η ονομαστική διάμετρος και ο αριθμός σειράς.

Τρία είναι τα μεγέθη που σχετίζονται με τον υπολογισμό των δικτύων σωληνώσεων:

1. η διάμετρος των σωλήνων,
2. η ταχύτητα του νερού και
3. η πτώση πίεσης που παρουσιάζει το νερό μέσα στους σωλήνες, τις συσκευές και τα διάφορα εξαρτήματα.

Για την αποφυγή δημιουργίας θορύβων στα δίκτυα σωληνώσεων πρέπει να τηρούνται κάποιοι περιορισμοί στην ταχύτητα και στην πτώση πίεσης του νερού ανά m σωλήνα. Η επιλογή της πτώσης πίεσης και η διαστασιολόγηση των σωλήνων, πρέπει να έχει ως σκοπό την επίτευξη της βέλτιστης δυνατής λύσης, μεταξύ του βέλτιστου κόστους αρχικής εγκατάστασης (διατομές σωλήνων) και του βέλτιστου κόστους λειτουργίας (ισχύς αντλιών).

Η διαστασιολόγηση των σωλήνων γίνεται συνήθως – και χάριν ευκολίας – από διαγράμματα, τηρώντας τους περιορισμούς για την ταχύτητα και την πτώση πίεσης. Από την παροχή του νερού (σε lt/s ή σε kg/h) που κυκλοφορεί στο αντίστοιχο τμήμα σωληνώσεως και επιθέγοντας μέση πτώση πίεσης (Pa/m) ή ταχύτητα (m/s), προκύπτει η διάμετρος του σωλήνα και αντίστοιχα η ταχύτητα ή η πτώση πίεσης ανά m σωλήνα (ανάλογα με την αρχική επιλογή).

Η διαδικασία υπολογισμών για δίκτυα θερμού νερού έχει ως εξής:

- Προσδιορίζεται η μεταφερόμενη θερμική ισχύς [σε W] σε κάθε τμήμα σωλήνωσης.
- Υπολογίζεται η παροχή του θερμού νερού σε κάθε τμήμα σωλήνωσης [σε kg/h]:

$$\dot{m}_{HW} = \frac{Q_H}{3600 \times c \times \Delta T}$$

όπου Q_H είναι η μεταφερόμενη θερμική ισχύς [kW], C είναι η ειδική θερμότητα του νερού (4,19 kJ/kgK), και ΔT η διαφορά θερμοκρασίας προσαγωγής - επιστροφής του νερού [K].

- Ορίζεται η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα του νερού [σε m/s] ή η πτώση πίεσης ανά μέτρο σωλήνα [kPa/m], σύμφωνα με τον Πίνακα 2-5.
- Επιλέγεται σε κάθε τμήμα σωλήνωσης μία αρχική διατομή υπολογισμού (από σχετικά διαγράμματα – βλ. π.χ. το διάγραμμα του Σχήματος 2-3).
- Εάν δεν ικανοποιείται το κριτήριο της μέγιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας ή της μέγιστης επιτρεπόμενης πτώσης πίεσης ανά μέτρο μήκους, τότε επιλέγεται μεγαλύτερη διατομή.

Πίνακας 2-5: Συνιστώμενες ταχύτητες νερού w και πτώσης πίεσης R σε συστήματα θέρμανσης με εξαναγκασμένη κυκλοφορία

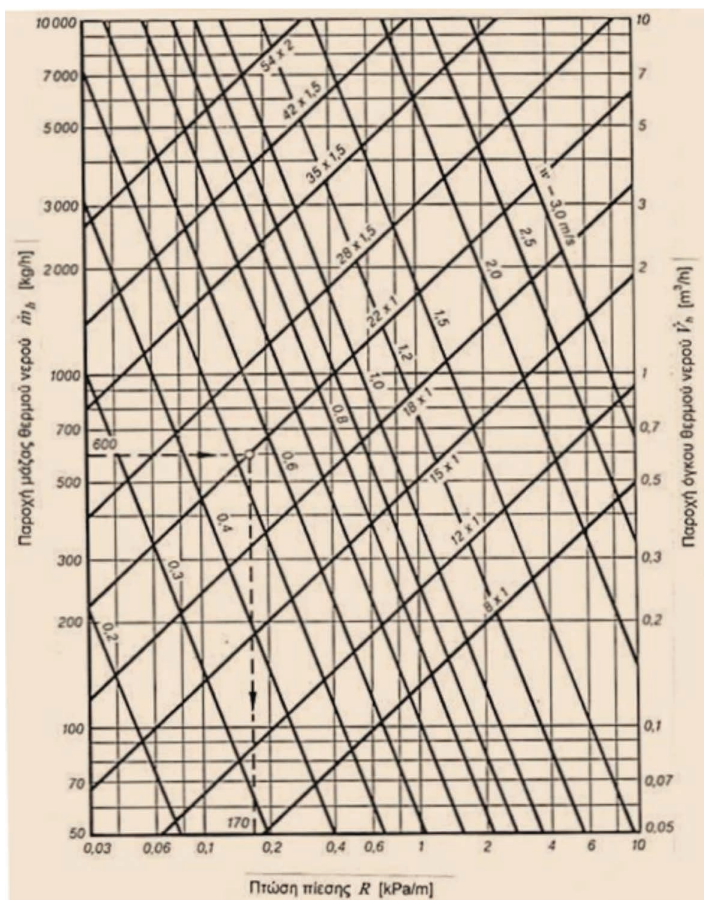
ΘΕΣΗ ΣΩΛΗΝΩΣΗΣ	Ταχύτητα w (m/s)	Πτώση πίεσης (Pa/m)
Εντός των κτιριών κατοικιών, σε δευτερεύοντες κλάδους, σε βρόγχους και στα θερμικά σώματα	0,5 έως 0,7	50 έως 100
Εντός των κτιριών κατοικιών, σε πρωτεύοντες κλάδους και στο ληβητοστάσιο	0,8 έως 1,5	100 έως 200
Εκτός των κτιρίων, σε δίκτυα τηλεθέρμανσης	2 έως 3	200 έως 400
Εντός των βιομηχανικών κτιρίων, σε πρωτεύοντες-δευτερεύοντες κλάδους και στα θερμαντικά σώματα	1 έως 2	100 έως 250
Εκτός των βιομηχανικών κτιρίων, σε κλάδους τροφοδοσίας	2 έως 3	200 έως 400

Πηγή: Buderus Handbuch fuer Heizungstechnik, Beuth Verlag GmbH, 1994

Αντίστοιχη διαδικασία ακολουθείται και στην περίπτωση των δικτύων ψυχρού νερού, δηλ. προσδιορίζεται η μεταφερόμενη ψυκτική ισχύς σε κάθε τμήμα σωλήνωσης, υπολογίζεται η παροχή του ψυχρού νερού σε κάθε τμήμα σωλήνωσης, ορίζεται η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα του νερού ή η πτώση πίεσης ανά μέτρο σωλήνα, σύμφωνα με τα κριτήρια επιλογής, τα οποία σε αυτήν την περίπτωση είναι:

1. Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα νερού για σωλήνες διαμέτρου μέχρι 50 mm:
 $w=1,2$ m/s
2. Εύρος πτώσης πίεσης: 100 έως 400 Pa/m
3. Μέση συνιστώμενη πτώση πίεσης: 250 Pa/m
4. Μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση πίεσης για σωλήνες διαμέτρου άνω των 50 mm:
400 Pa/m
5. Η ταχύτητα του νερού μπορεί να ξεπεράσει τα 1,2 m/s σε σωλήνες διαμέτρου άνω των 50 mm, εφόσον τηρείται ο περιορισμός της μέγιστης επιτρεπόμενης πτώσης πίεσης.



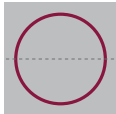
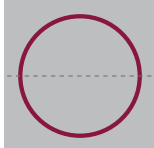
Έτσι, επιλέγεται σε κάθε τμήμα σωλήνωσης μία αρχική διατομή υπολογισμού και, εάν δεν ικανοποιείται το κριτήριο της μέγιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας ή πτώσης πίεσης ανά μέτρο μήκους, τότε επιλέγεται μεγαλύτερη διατομή.

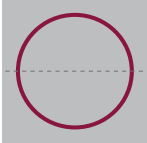
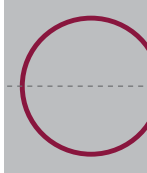
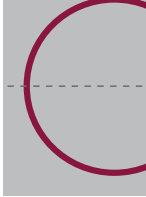
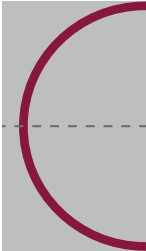


Σχήμα 2-3: Διάγραμμα προσδιορισμού πτώσης πίεσης για χαλκοσωλήνες (θέρμανση νερού με αντλία, θερμοκρασία νερού 80°C)

Πηγή: Buderus Handbuch fuer Heizungstechnik, Beuth Verlag GmbH, 1994

Σύμφωνα με τα παραπάνω, και με γνωστή (από τα προηγούμενα στάδια υπολογισμού) την παροχή κάθε κλάδου της υδραυλικής εγκατάστασης, μπορεί να υπολογισθεί η διάμετρος του σωλήνα που θα τοποθετηθεί σ' αυτόν χρησιμοποιώντας κατάλληλους πίνακες – όπως αυτόν που ακολουθεί για την περίπτωση των χαλκοσωλήνων - και επιδιώκοντας η ταχύτητα ροής να μην ξεπερνά τα 2 m/s, αλλά και το μέγεθος του σωλήνα για τους καταληκτικούς κλάδους να μην είναι μικρότερο αυτού που αναλογεί στις καταναλώσεις νερού για κάθε υδροληψία. Για τις εγκαταστάσεις θέρμανσης η οριακή μέγιστη ταχύτητα είναι αυτή που δίνεται στον Πίνακα 2-5.

m/s	lt/s	lt/min	lt/s	lt/min	lt/s	lt/min	lt/s	lt/min
3,00	0,24	14,1	0,40	24,0	0,60	36,0	0,90	54,0
2,75	0,22	19,9	0,36	22,0	0,55	33,0	0,87	49,5
2,50	0,20	11,8	0,33	20,0	0,50	30,0	0,75	45,0
2,25	0,18	10,6	0,30	18,0	0,45	27,0	0,68	40,5
2,00	0,16	9,4	0,26	16,0	0,40	24,0	0,60	36,0
1,75	0,14	8,2	0,23	14,0	0,35	21,0	0,53	31,5
1,50	0,12	7,0	0,20	12,0	0,30	18,0	0,45	27,0
1,25	0,10	5,9	0,17	10,0	0,25	15,0	0,38	22,5
1,00	0,08	4,7	0,13	8,0	0,20	12,0	0,30	18,0
0,75	0,06	3,5	0,10	6,0	0,15	9,0	0,23	13,5
0,50	0,04	2,1	0,07	4,0	0,10	6,0	0,15	9,0
0,25	0,02	1,2	0,03	2,0	0,05	3,0	0,07	4,5
								
	12 × 1		15 × 1		18 × 1		22 × 1	

m/s	lt/s	lt/min	lt/s	lt/min	lt/s	lt/min	lt/s	lt/min	
3,00	1,47	88,2	2,42	144,8	3,60	214,8	5,89	353,4	
2,75	1,35	81,4	2,21	132,7	3,30	196,9	5,39	323,4	
2,50	1,23	74,0	2,01	120,6	3,00	179,0	4,91	294,5	
2,25	1,10	6,6	1,80	108,5	2,70	161,1	4,41	262,6	
2,00	0,98	59,2	1,60	96,5	2,40	143,2	3,92	235,2	
1,75	0,86	51,8	1,40	84,4	2,10	125,4	3,44	206,1	
1,50	0,74	44,4	1,20	72,4	1,80	107,5	2,95	176,7	
1,25	0,61	36,8	1,00	0,3	1,50	89,5	2,45	147,2	
1,00	0,49	29,4	0,80	48,2	1,20	71,6	1,96	117,8	
0,75	0,37	22,1	0,60	36,2	0,90	53,7	1,47	88,4	
0,50	0,25	14,7	0,40	21,1	0,60	35,8	0,98	58,9	
0,25	0,13	7,4	0,20	12,0	0,30	17,9	0,49	29,5	
									

Πηγή : Ελληνικό Ινστιτούτο Ανάπτυξης Χαλκού.

2.2.3 Επιλογή κυκλοφορητή

Η θερμική ενέργεια που παράγεται από το σύστημα καυστήρας-λέβητας σε μια εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης έχει τελικό προορισμό τα θερμαντικά σώματα, τα κλιματιστικά, κλπ. Ως μεταφορικό μέσο της θερμότητας χρησιμοποιείται το νερό, ο ατμός ή ο αέρας. Στο κοινό καλοριφέρ χρησιμοποιείται το νερό. Η διακίνηση του νερού μπορεί να γίνει με δύο τρόπους: με φυσική κυκλοφορία ή με κυκλοφορητές.

Οι κυκλοφορητές είναι αντλίες φυγοκεντρικού τύπου οι οποίες έχουν σκοπό τη βεβαιωμένη μεταφορά του ζεστού νερού από το λέβητα στα θερμαντικά σώματα και κινούνται με τη βοήθεια ηλεκτρικού ρεύματος. Συνήθως τοποθετούνται μέσα στο λεβητοστάσιο και κοντά στο λέβητα. Το μέγεθός τους εξαρτάται από την ποσότητα νερού που πρέπει να διακινηθεί και τις αντιστάσεις του δικτύου.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά επιλογής ενός κυκλοφορητή είναι:

- Η παροχή G (m³/h)
- Το μανομετρικό H (m.Σ.Υ)
- Η διάμετρος των σωλήνων εισόδου-εξόδου
- Η απαιτούμενη ισχύς του κινητήρα (Watt ή HP)

Η παροχή του κυκλοφορητή υπολογίζεται από τον τύπο: $G = \dot{Q} / \Delta T \cdot 1.000$

όπου

G [m³/h]: η παροχή νερού,

\dot{Q} [kcal/h]: η ισχύς του λέβητα.

ΔT είναι η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου νερού (για ακροσωλήνιο σύστημα θέρμανσης παίρνει τιμή 15)

1.000 = σταθερός αριθμός.

Για απλές εγκαταστάσεις, η παροχή του κυκλοφορητή G μπορεί να υπολογιστεί με βάση την παραδοχή ότι κάθε κυβικό μέτρο νερού αποδίδει στους θερμαινόμενους χώρους 15.000 kcal/h. Δηλαδή εάν διατείνεται ένας λέβητας 50.000 kcal/h, τότε η παροχή του κυκλοφορητή πρέπει να είναι 50.000/15.000 = 3,33 m³/h.

Αρχικά προσδιορίζεται η παροχή και το μανομετρικό του απαιτούμενου κυκλοφορητή, το οποίο εκφράζεται σε m.Σ.Υ. (μέτρα στήλης ύδατος) και υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας το συνολικό μήκος (L σε m) των σωλήνων προσαγωγής (ζεστού) και επιστροφής (κρύου) του δυσμενέστερου (μεγαλύτερου σε μήκος) θερμαντικού σώματος της εγκατάστασης επί το 16 (δηλ. μανομετρικό = $L \cdot 16$), σύμφωνα με τα παραπάνω. Όλα αυτά βέβαια προϋποθέτουν και σωστό υπολογισμό των διαμέτρων των σωλήνων, σύμφωνα με το μεταφερόμενο από αυτούς θερμικό φορτίο (kcal/h).

2.3 ΤΕΛΙΚΟΙ ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Όπως ήδη αναφέρθηκε προηγούμενα, το νερό (ζεστό ή κρύο) χρησιμοποιείται από μία πληθώρα υδραυλικών ειδών / εξαρτημάτων / συσκευών μέσα σε ένα νοικοκυριό. Με τη χρήση προϊόντων τα οποία φέρουν την κατάλληλη Σήμανση/Τυποποίηση της απόδοσής τους όσον αφορά στην κατανάλωση νερού, αυξάνεται η αποδοτικότητα του συστήματος τόσο ως προς την χρήση της ενέργειας όσο και ως προς τη χρήση του νερού με τη χρήση λιγότερου ζεστού νερού στο σημείο της χρήσης. Δεν είναι όμως μόνο η χρήση του ήδη ζεσταμένου νερού που ενδιαφέρει, αλλά και του νερού γενικότερα.

Στις επόμενες παραγράφους περιγράφονται συνοπτικά τόσο τα εξαρτήματα / υδραυλικά είδη εξοικονόμησης νερού όσο και οι συσκευές που καταναλώνουν ζεστό νερό σε μία κατοικία (ή ένα κτίριο γενικότερα) ώστε ο εγκαταστάτης υδραυλικός να μπορεί να παρέχει τις κατάλληλες συμβουλές στους πελάτες του όσον αφορά τη χρήση των κατάλληλων κάθε φορά συσκευών με στόχο τη μείωση της σπατάλης τόσο του νερού όσο και της ενέργειας.

2.3.1 Υδραυλικός εξοπλισμός

Στην αγορά κυκλοφορούν συστήματα εξοικονόμησης νερού για οικιακή κατανάλωση σε προσιτές τιμές. Στη συνέχεια περιγράφονται εν συντομία οι διαθέσιμες τεχνολογίες άμεσης εξοικονόμησης νερού που υπάρχουν στην αγορά και που περιλαμβάνουν κεφαλές ντους, βρύσες και τουαλέτες.

Συστήματα και συσκευές που εξοικονομούν νερό στο ντους

Το ντους είναι συνήθως ο μεγαλύτερος καταναλωτής νερού σε ένα νοικοκυριό. Η ποσότητα του νερού που καταναλώνεται καθορίζεται από τον τύπο του τηλεφώνου και τη συνεπαγόμενη παροχή λειτουργίας, τη συχνότητα και τον μέσο όρο διάρκειας που χρησιμοποιείται το ντους. Οι κεφαλές ντους που εξοικονομούν νερό βελτιώνουν την αποδοτική χρήση του νερού. Μπορούν να διακριθούν κυρίως τέσσερις εναλλακτικές:

- ▶ Υπάρχουν **κεφαλές ντους που χρησιμοποιούν αέρα** και μειώνουν με τον τρόπο αυτό τη ροή του νερού, διατηρώντας την πίεση καθώς αναμιγνύουν αέρα με νερό. Καθώς αναμιγνύονται νερό και αέρας, βελτιώνεται η διασπορά του νερού ή δημιουργείται μια στενότερη διασπορά που δίνει την ίδια αίσθηση σε ποσότητα νερού με μικρότερο όγκο ροής.

- ▶ Μια άλλη εναλλακτική είναι η **εγκατάσταση εξοπλισμού που μειώνει τη ροή στις κεφαλές των ντους υψηλού όγκου ροής**. Ο εξοπλισμός αυτός είναι πλαστικά ή μεταλλικά δισκία με μια μικρή τρύπα στη μέση και μπορεί να τοποθετηθεί σε υπάρχουσες ντουζιέρες. Ωστόσο, η ροή δεν μπορεί να προσαρμοστεί με ακρίβεια όταν χρησιμοποιούνται αυτές οι συσκευές, επειδή ο ειδικός ρυθμός ροής εξαρτάται και από την πίεση του νερού.
- ▶ Μια τρίτη εναλλακτική αποτελούν οι **κεφαλές ντους που χρησιμοποιούν συσκευές ελέγχου ροής** και μπορούν να ρυθμίζονται σε ένα συγκεκριμένο ρυθμό ροής, ανεξάρτητα από την ειδική πίεση του νερού. Η λειτουργία τους βασίζεται σε ένα δίσκο, που περιέχει ένα ελαστικό δακτύλιο κυκλικής διατομής. Υπό υψηλή πίεση ο δακτύλιος ισοπεδώνεται και μειώνει τη ροή του νερού, ενώ υπό χαμηλότερη πίεση χαλαρώνει και επιτρέπει υψηλότερη ροή.
- ▶ Υπάρχουν επίσης **κεφαλές ντους χαμηλής πίεσης** που μειώνουν την ποσότητα νερού που χρησιμοποιείται χωρίς να στερούνται την αίσθηση ενός φυσιολογικού ντους.

Εξάλλου υπάρχουν τα **ηλεκτρικά ντους**, τα οποία τροφοδοτούνται απευθείας με κρύο νερό και παρέχουν ζεστό νερό ανάλογα με τη ζήτηση. Το νερό θερμαίνεται επιτόπου καθώς διέρχεται από ένα στοιχείο μέσα στη μονάδα του ντους και η θερμοκρασία και η ροή του νερού ρυθμίζεται σύμφωνα με τις προτιμήσεις του χρήστη. Τέλος, υπάρχουν και τα **ντους ανάμιξης**, στα οποία το ζεστό και το κρύο νερό αναμιγνύονται στη μονάδα του ντους ώστε να δώσουν την επιθυμητή θερμοκρασία.

Η παροχή λειτουργίας των διαθέσιμων στην αγορά κεφαλών ντουζιέρων κυμαίνεται από 7 έως και 23 lt/mín, με κόστος που κυμαίνεται από 10 έως 45 € ανά τεμάχιο. Τα προϊόντα εξοικονόμησης προσφέρουν δυνατότητα εξοικονόμησης έως και 50% χωρίς να παρατηρείται μείωση στην απόδοση.

Βρύσες εξοικονόμησης νερού

Οι μπαταρίες (βρύσες) διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες ανάλογα με το σημείο τοποθέτησης: στις μπαταρίες κουζίνας (τοποθετούνται στον νεροχύτη) και μπάνιου (νιπτήρα). Μέσω αυτών καταναλώνεται περίπου το 25% της ημερήσιας κατανάλωσης νερού σε ένα νοικοκυριό. Οι βρύσες εξοικονόμησης νερού προσφέρουν τη δυνατότητα να μειωθεί σημαντικά η κατανάλωση νερού σε σύγκριση με τις συμβατικές μπαταρίες. Ένα βασικό μέτρο για την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας των μπαταριών είναι η επισκευή των διαρροών, καθώς είναι μια από τις πιο κοινές αιτίες σπατάλης νερού σε πολλά νοικοκυριά.

Στην αγορά προσφέρονται διάφορες επιλογές για εξοικονόμηση νερού στις βρύσες:

- ▶ **Βρύσες που παρέχουν ροή μικρού όγκου νερού.**
- ▶ **Βρύσες που επιτρέπουν την επιλογή μεταξύ ροής μεγάλου όγκου και μικρού όγκου νερού,** συνεπώς μπορούν να προσφέρουν μεγάλη ποσότητα νερού σε σύντομο χρονικό διάστημα, αλλά μπορούν να προσφέρουν και μικρή ροή για εξοικονόμηση νερού. Σε αυτές τις βρύσες η ροή του νερού ρυθμίζεται από πωματισμό εντός του κρουνού.
- ▶ **Βρύσες με διατάξεις αερισμού,** οι οποίες μπορούν να μειώσουν τη ροή του νερού καθώς αναμιγνύουν αέρα με το νερό ή μειώνουν τη διάμετρο εξόδου του νερού στις βρύσες. Αυτές δεν μπορούν να ρυθμιστούν σε συγκεκριμένες ταχύτητες ροής, επειδή η πραγματική ροή εξαρτάται και από την ειδική πίεση του νερού.
- ▶ **Συσκευές ελέγχου της ροής** που μειώνουν το ρυθμό ροής ανεξάρτητα από την πίεση του νερού. Οι συσκευές αυτές βιδώνονται στην κεφαλή της βρύσης.
- ▶ Μικρές **μηχανικές συσκευές** που τοποθετούνται στην κεφαλή της βρύσης (όμοια με τις διατάξεις αερισμού) και ρυθμίζουν τη ροή σε ένα συγκεκριμένο μέγιστο ρυθμό ροής. Διατίθενται για τιμές ροής από 1,7 lt και άνω (σε κλίμακα που κυμαίνεται ανά 0,5 ή 1 lt).



Εναλλακτικές συσκευές εξοικονόμησης νερού (που εφαρμόζονται κυρίως σε δημόσια κτίρια) είναι οι **βρύσες με μετρητές**, που προσφέρουν μια προκαθορισμένη ποσότητα νερού πριν το αυτόματο κλείσιμο της λειτουργίας. Οι **βρύσες που κλείνουν αυτόματα** διαθέτουν ένα διακόπτη αυτο-κλεισίματος, και η λειτουργία τους διακόπτεται αυτόματα όταν ο χρήστης απελευθερώνει το διακόπτη. Υπάρχουν, τέλος, **βρύσες με αισθητήρα ανίχνευσης κίνησης**, που αρχίζουν την λειτουργία όταν ο αισθητήρας ανιχνεύει κίνηση απευθείας μπροστά του και σταματούν όταν ο χρήστης απομακρύνεται.

Η παροχή λειτουργίας των διαθέσιμων στην αγορά βρυσών παρουσιάζει μεγάλο εύρος διακύμανσης, στο διάστημα από 5 έως και 24 lt/min, με το κόστος να κυμαίνεται από 20 έως 300 ευρώ ανά τεμάχιο. Η δυνατότητα εξοικονόμησης νερού μπορεί να είναι έως και 70%, χωρίς να παρατηρείται μείωση στην απόδοση. Αξίζει να αναφερθεί εδώ ότι, η τοποθέτηση κάποιας συσκευής σε υφιστάμενη βρύση είναι λιγότερο ακριβή από την αντικατάσταση ολόκληρης της μονάδας. Ωστόσο, στην κουζίνα, η εγκατάσταση μιας νέας βρύσης εξοικονόμησης νερού που επιτρέπει την επιλογή μεταξύ δύο ροών (μεγάλου και μικρού όγκου νερού) είναι πιο αποτελεσματική από τη χρήση συσκευών εξοικονόμησης νερού.



Κωδ. M 22 x 1

4l/min	100 - 4
5l/min	100 - 5
6l/min	100 - 6
7l/min	100 - 7
8l/min	100 - 8
9l/min	100 - 9

Πρέπει ακόμα να αναφερθούν τα **ακροφύσια εξοικονόμησης**, τα οποία τοποθετούνται στις απολήξεις των μπανιερών και αποδίδουν σταθερή ροή με την αλλαγή πίεσης, εισάγοντας αέρα στη ροή του νερού. Κατατάσσονται ανάλογα με την παροχή που αποδίδουν, ανάλογα με το πού θα χρησιμοποιηθούν και ανάλογα με το είδος της μπαταρίας όπου θα συνδεθεί το ακροφύσιο.

Έχουν χαμηλό κόστος αγοράς που κυμαίνεται από 3 ως 20 € το τεμάχιο και, ανάλογα με την παροχетеυτικότητα τους, προσφέρουν έως και 50% εξοικονόμηση νερού χωρίς να μειώνεται η αποδοτικότητα.

Τουαλέτες εξοικονόμησης νερού

Η κατανάλωση νερού για την έκπλυση της τουαλέτας αντιστοιχεί περίπου στο 25 με 40% της συνολικής κατανάλωσης νερού σε μια οικία. Η δυνατότητα εξοικονόμησης βρίσκεται κυρίως στην ποσότητα νερού που θα χρησιμοποιηθεί. Έτσι, πέρα από την περίπτωση των τουαλετών με δεξαμενές μικρού όγκου (αυτές συνήθως χρησιμοποιούν 6 λίτρα νερού ανά έκπλυση, αλλά υπάρχουν και περιπτώσεις που χρειάζονται μόνο 4 λίτρα ανά έκπλυση, σε αντίθεση με τις κλασσικές που απαιτούν περίπου 10 λίτρα ανά έκπλυση ή και περισσότερο), εξοικονόμηση μπορεί να επιτευχθεί με:

- **Καζανάκια ελεγχόμενης ή διπλής ροής**, στα οποία ο μηχανισμός εκκένωσης παρέχει τη δυνατότητα επιλογής ανάμεσα σε δύο πλήκτρα, το ένα εκ των οποίων ενεργοποιεί το 1/2 της ροής ενώ το άλλο επιτρέπει ολόκληρη την εκκένωση του δοχείου. Έτσι, επιτρέπουν στο χρήστη να επιλέγει είτε μια πλήρη έκπλυση (με 4, 6, ή 9 λίτρα ανάλογα με το μοντέλο) για στερεά απόβλητα ή μισή έκπλυση (2 έως 4,5 λίτρα) για υγρά απόβλητα.
- **Συσκευές μετατόπισης νερού**, όπως για παράδειγμα φιάλες ή τούβλα, που μπορούν να εγκατασταθούν εύκολα και εξοικονομούν νερό καταλαμβάνοντας μέρος της δεξαμενής που θα γέμιζε κανονικά με νερό. Έτσι, μειώνεται η ποσότητα του νερού που συγκρατείται στη δεξαμενή και απελευθερώνεται για κάθε έκπλυση.
- **Συσκευές πρόωρου κλεισίματος**, οι οποίες είναι διαθέσιμες σε διάφορες μορφές. Όταν τραβάμε το καζανάκι της τουαλέτας, το κλείσιμο με τις συσκευές αυτές είναι δυνατό να γίνει νωρίτερα από ότι με την αρχική βαλβίδα, απελευθερώνοντας μειωμένη ποσότητα νερού. Η εγκατάσταση απαιτεί εμπειρία στα υδραυλικά.

Με τη χρήση συστημάτων διπλής ροής επιτυγχάνεται έως και 50% εξοικονόμηση, αφού μόνο μία στις πέντε φορές της χρήσης της τουαλέτας θα χρειαστεί η χρήση ολόκληρης της ροής. Τα καζανάκια με δυνατότητα διακοπής δίνουν τη δυνατότητα εξοικονόμησης νερού, όμως η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται σημαντικά από το χρήστη. Στην αγορά διατίθενται δοχεία χωρητικότητας από 6 (3 στο ½ της ροής) έως και 12 lt, με το κόστος να κυμαίνεται από 25 έως 200 €, με τις μεγαλύτερες τιμές να αντιστοιχούν στα εντοιχισμένα συστήματα.

2.3.2 Οικιακές ηλεκτρικές συσκευές

Δύο είναι οι οικιακές συσκευές οι οποίες καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες νερού (ζεστού ή / και κρύου) και ενέργειας: τα πλυντήρια πιάτων και τα πλυντήρια ρούχων. Η κατανάλωση νερού (και ενέργειας) ποικίλει σημαντικά ανάμεσα στα διάφορα μοντέλα και τις τεχνολογίες που υπάρχουν, ωστόσο η χρήση της νέας αποδοτικής τεχνολογίας μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση νερού και ενέργειας.

Για τις εν λόγω συσκευές, πέρα από τις όποιες οδηγίες καλής «συμπεριφοράς» ή «χρήσης» έχουν κυκλοφορήσει κατά καιρούς για την εξοικονόμηση νερού και ενέργειας από αυτές, υπάρχει μία σειρά σημάτων που αφορούν τα θέματα αυτά. Συγκεκριμένα, πέρα από την τυπική σήμανση CE, η οποία αποτελεί μία βασική ένδειξη περί της συμμόρφωσης ενός προϊόντος με τη νομοθεσία της ΕΕ και καθιστά ικανή την ελεύθερη διακίνηση των προϊόντων εντός της Ευρωπαϊκής αγοράς, υπάρχει η «Οικολογική Σήμανση» της ΕΕ (Ecolabel), η οποία σχετίζεται με τον οικολογικό σχεδιασμό των συνδεδεμένων με την ενέργεια προϊόντων (μη υποχρεωτική προς το παρόν), ενώ οι περισσότερες από τις συσκευές αυτές διαθέτουν και σήμανση “Energy Star” (Ενεργειακό Αστέρι), η οποία επίσης είναι εθελοντική.

Η πιο σχετική με τις εν λόγω συσκευές σήμανση όμως είναι η «Ενεργειακή ετικέτα» (Ενεργειακή Σήμανση). Αυτή αποτελεί έναν τρόπο γνωστοποίησης στον καταναλωτή της ενεργειακής αποδοτικότητας των οικιακών συσκευών. Τον βοηθάει έτσι να επιλέξει ένα πιο αποδοτικό εξοπλισμό και να εξοικονομήσει χρήματα. Η σήμανση παρέχει επίσης και άλλες πληροφορίες οι οποίες σχετίζονται με τη χρήση ενέργειας ή άλλων πόρων: π.χ. κατανάλωση νερού, όγκος της συσκευής, κλπ. Πιο συγκεκριμένα η ενεργειακή ετικέτα ενός πλυντηρίου ρούχων έχει ως εξής:

A+++	EEI<46
A++	46<EEI<52
A+	52<EEI<59
A	59<EEI<68
B	68<EEI<77
C	77<EEI <87
D	EEI>87

- Πλυντήρια πιάτων:** Για τον υπολογισμό του Δείκτη Ενεργειακής Απόδοσης (EEI) ενός μοντέλου οικιακού πλυντηρίου πιάτων, συγκρίνεται η *ετήσια κατανάλωση ενέργειας* του οικιακού πλυντηρίου με την *τυπική ετήσια κατανάλωση ενέργειας* του μοντέλου αυτού. Για την *ετήσια κατανάλωση ενέργειας* λαμβάνονται υπόψη η κατανάλωση ενέργειας για τον τυπικό κύκλο, η ισχύς σε “κατάσταση εκτός λειτουργίας” για τον τυπικό κύκλο πλυσίματος, η ισχύς σε “κατάσταση αναμονής” για τον τυπικό κύκλο πλυσίματος και ο συνολικός αριθμός τυπικών κύκλων πλυσίματος ανά έτος. Το σχήμα που τέθηκε σε εφαρμογή από τις 30 Ιουνίου 2014 είναι το εξής:

A+++	EEI<50
A++	50≤ EEI <56
A+	56≤ EEI <63
A	63≤ EEI <71
B	71≤ EEI <80
C	80≤ EEI <90
D	EEI≥90

Πέρα από τα παραπάνω, για τις εν λόγω ηλεκτρικές συσκευές υπάρχουν και κάποια κριτήρια απόδοσης που αφορούν την κατανάλωση νερού. Έτσι, ο Κανονισμός 1015/2010 σχετικά με τις απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού για τα οικιακά πλυντήρια ρούχων καθορίζει τα κριτήρια απόδοσης, συμπεριλαμβανομένης της κατανάλωσης νερού (W_r), η οποία πρέπει να είναι: $W_r \times 5 \times \frac{1}{2} c + 35$, όπου c είναι η διαβαθμισμένη χωρητικότητα του οικιακού πλυντηρίου ρούχων για το κανονικό πρόγραμμα για βαμβακερά στους

60 °C με πλήρες φορτίο ή για το κανονικό πρόγραμμα για βαμβακερά στους 40 °C με πλήρες φορτίο, αναλόγως του ποια από τις δύο τιμές είναι η χαμηλότερη.

Όσον αφορά τα οικιακά πλυντήρια πιάτων δεν υπάρχει περιορισμός στην κατανάλωση του νερού, ωστόσο ο Κανονισμός 1016/2010, που εκδόθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή σχετικά με την εφαρμογή της οδηγίας 2009/125/EK όσον αφορά τις απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού για τα οικιακά πλυντήρια πιάτων περιλαμβάνει σημεία αναφοράς για την κατανάλωση νερού. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται αναφορά σε 9 λίτρα ανά κύκλο για πλυντήριο πιάτων χωρητικότητας 12 σερβίτσια και 7 λίτρα νερού ανά κύκλο για πλυντήριο πιάτων χωρητικότητας 6 σερβίτσια. Υπάρχουν επίσης κάποια πιο φιλικά προς το περιβάλλον προγράμματα (αποκαλούμενα 'Eco' ή 'Economy') που χρησιμοποιούν ακόμα λιγότερο νερό.

2.3.3 Τερματικές μονάδες θέρμανσης

Οι τερματικές μονάδες είναι οι συσκευές που μεταφέρουν τελικά την θερμότητα στους προς θέρμανση χώρους. Πρόκειται δηλαδή για εναλλάκτες μεταξύ του αέρα του θερμαινόμενου χώρου και του μέσου μεταφοράς της θερμότητας από το σύστημα παραγωγής και μέσω του δικτύου διανομής στους χώρους. Διακρίνονται με βάση την θερμοκρασία λειτουργίας τους σε: α) υψηλών θερμοκρασιών (προσαγωγή νερού στους 90°C και επιστροφή στους 70°C), β) μεσαίων θερμοκρασιών (προσαγωγή από 60 έως 70°C και επιστροφή 35 έως 55°C) και γ) χαμηλών θερμοκρασιών (προσαγωγή στους 30 - 40°C και επιστροφή στους 25 - 35°C).

Η λειτουργία των τερματικών μονάδων θέρμανσης, βασίζεται κυρίως σε δύο τρόπους μετάδοσης θερμότητας: α) στη μεταφορά / συναγωγή και β) στην ακτινοβολία, ενώ συνθέστερα συνδυάζονται και οι δύο τρόποι. Το ποσοστό μετάδοσης της θερμότητας με τον ένα ή τον άλλο τρόπο εξαρτάται από τον τύπο της τερματικής μονάδας και τη θερμοκρασία λειτουργίας της. Στα επόμενα γίνεται μια σύντομη περιγραφή των συνθέστερων τύπων τερματικών μονάδων θέρμανσης.



Τα σώματα ακτινοβολίας (άβακες-radiators) αποτελούν τον δημοφιλέστερο τύπο θερμαντικού σώματος, όπου η θερμότητα ακτινοβολείται στο περιβάλλον από τις θερμές επιφάνειες του σώματος. Φυσικά, σημαντικό τμήμα της μετάδοσης θερμότητας γίνεται και με μεταφορά, από την – φυσική – κυκλοφορία του αέρα γύρω από το σώμα. Είναι τερματικές μονάδες υψηλών θερμοκρασιών. Τα σώματα είναι συνήθως κατασκευασ-

σμένα από χάλυβα ή αλουμίνιο (τα χυτοσίδηρα σώματα έχουν εγκαταλειφθεί σήμερα, καθώς είναι πιο βαριά, και ενώ διατηρούν τη θερμοκρασία τους για πολλή ώρα, αργούν να ζεσταθούν). Τα θερμαντικά σώματα διαθέτουν ειδικούς διακόπτες που επιτρέπουν την απομόνωσή τους, προκειμένου να μην ξοδεύεται ενέργεια άσκοπα σε χώρους που δεν κατοικούνται. Διαθέτουν επίσης βαλβίδες εξαερισμού για την εξαέρωσή τους σε περιπτώσεις που συσσωρεύεται αέρας, μη επιτρέποντας την ομαλή κυκλοφορία του νερού στο εσωτερικό τους.



Επίσης, **τα σώματα βεβιασμένης μεταφοράς ή εξαναγκασμένης κυκλοφορίας** (fan coils ή στοιχεία ανεμιστήρα) είναι σώματα τα οποία λειτουργούν τόσο σε μεσαίες όσο και σε χαμηλές θερμοκρασίες, και τα οποία μπορούν να θερμάνουν άμεσα ένα χώρο και σε συνδυασμό με τη χρήση κατάλληλων αεραγωγών καλύπτουν απαιτήσεις εξαερισμού. Στην περίπτωση αυτή

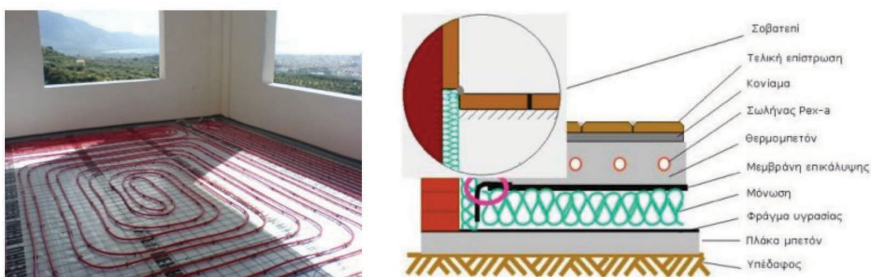
δεν υπάρχει μετάδοση με ακτινοβολία, αφού το σώμα αποτελείται από έναν εναλλιάκτη όπου, από την πλευρά του αέρα, η κυκλοφορία είναι εξαναγκασμένη (μέσω αντίστοιχου ανεμιστήρα) και με πολύ μεγαλύτερη παροχή και ταχύτητα από ό,τι στα σώματα φυσικής κυκλοφορίας.

Τα συστήματα αυτά μπορούν να εφαρμοστούν τόσο με συμβατικές μεθόδους θέρμανσης (λέβητας) και ψύξης (chiller), όσο και με συστήματα που εκμεταλλεύονται τις ήπιες μορφές ενέργειας, π.χ. ηλιακοί συλλέκτες, λέβητες βιομάζας, κλπ. Συνήθεις εφαρμογές χρήσης των fan coils,, εκτός από τις περιπτώσεις κατοικιών με μεγάλα φορτία και πολλή ψυχρές επιφάνειες, είναι και οι περιπτώσεις επαγγελματικών και βιομηχανικών χώρων, λόγω της άμεσης απόκρισης των συστημάτων αυτών.

Τέλος, τα τελευταία χρόνια έχει διευρυνθεί και η εφαρμογή **«ενσωματωμένων» συστημάτων**, δηλαδή συστημάτων απόδοσης της θερμότητας που ενσωματώνονται / εντοιχίζονται σε οικοδομικά στοιχεία των χώρων. Αυτά είναι τερματικές μονάδες χαμηλών θερμοκρασιών. Μεταξύ αυτών των συστημάτων το πιο διαδεδομένο είναι η **ενδοδαπέδια θέρμανση**, που σε άλλες χώρες αποτελεί ήδη το βασικό σύστημα θέρμανσης καθώς εξασφαλίζει τις βασικές απαιτήσεις της σύγχρονης ζωής, δηλαδή άνετη και υγιεινή διαβίωση σε συνθήκες θερμικής θαλπωρής και με αισθητική χωρίς περιορισμούς στη σύγχρονη μοντέρνα κατοικία, λόγω της απουσίας των μη αναγκαίων θερμαντικών σωμάτων, αλλά και με φιλικότητα προς το περιβάλλον (ιδιαίτερα εάν υποστηρίζεται από ηλιοθερμικό σύστημα).

Στο σύστημα αυτό, ζεστό νερό θερμοκρασίας 35-45°C κυκλοφορεί μέσα σε κύκλωμα εύκαμπτων σωλήνων σε διάταξη μαιάνδρων ή σαλίγκαρων που είναι ενσωματωμένο στο δάπεδο του χώρου, μετατρέποντας το ίδιο το δάπεδο σε θερμαντικό σώμα (βλ.

Σχήμα 2-). Σημειώνεται ότι, η μέγιστη θερμοκρασία της επιφάνειας του δαπέδου δεν πρέπει να υπερβεί τους 29°C. Μόνο σε συγκεκριμένες θέσεις με υψηλές απώλειες θερμότητας, όπως κοντά στους στενούς εξωτερικούς τοίχους, σε μεγάλα παράθυρα ή πόρτες και στο λουτρό, η θερμοκρασία επιτρέπεται να φθάσει τους 35°C (αυτό μπορεί να επιτευχθεί αυξάνοντας την πυκνότητα των σωλήνων στο πάτωμα).



Σχήμα 2-5: Τυπική διάταξη (αριστερά) και τυπική τομή (δεξιά) ενός ενδοδαπέδιου συστήματος

Οι σωλήνες που ενσωματώνονται στο πάτωμα έχουν συνήθως διάμετρο μεταξύ 16 (10) και 25 mm και τοποθετούνται σε απόσταση 80 με 350 mm ο ένας από τον άλλο. Υπό την προϋπόθεση ότι το σκυρόδεμα της πλάκας δαπέδου είναι σωστά επιπεδωμένο, το συνολικό πάχος της ενδοδαπέδιας κυμαίνεται μεταξύ 9 και 11 cm για τελική επίστρωση με πλακάκι (2,5 cm μονωτικό min + 0,2 cm μεμβράνη + 5 cm σκυρόδεμα + 2 cm πλακάκι και κόλλημα) ή τελική επίστρωση με κοιλυμβητό ή κολλητό ξύλο πάχους 1,6 cm (max 2 cm). Η μετάδοση της θερμότητας πραγματοποιείται με ακτινοβολία από το δάπεδο προς τον θερμαινόμενο χώρο, από τα χαμηλότερα στρώματα προς τα υψηλότερα σε όλη την επιφάνεια του χώρου, χωρίς ισχυρά ρεύματα. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η επιθυμητή διαστρωμάτωση της θερμοκρασίας, δηλαδή στο ύψος της κεφαλής η θερμοκρασία να ανέρχεται στους 18-20°C.

Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης Κεφαλαίου 2

1. Η ταχύτητα και η αποτελεσματικότητα ενός συστήματος ζεστού νερού χρήσης, εξαρτάται και από τη διανομή. Ποιοι από τους παρακάτω παράγοντες δεν επηρεάζουν την αποδοτικότητα του συστήματος διανομής;
 - α. Το μήκος των σωληνώσεων
 - β. Η διάμετρος των σωληνώσεων
 - γ. Η ταχύτητα ροής της τελικής συσκευής ✓
 - δ. Η μόνωση των σωληνώσεων

2. Σε ποιες περιπτώσεις χρησιμοποιείται καθένας από τους τρεις τύπους του χαλκού;
 - α. Οι τύποι Κ και L παραδοσιακά χρησιμοποιούνται σε υδραυλικά συστήματα κατοικιών, ενώ ο σωλήνας τύπου Μ χρησιμοποιείται κυρίως για τις κύριες παροχές και τις υπόγειες γραμμές νερού
 - β. Οι τύποι Κ και Μ παραδοσιακά χρησιμοποιούνται σε υδραυλικά συστήματα κατοικιών, ενώ ο σωλήνας τύπου L χρησιμοποιείται κυρίως για τις κύριες παροχές και τις υπόγειες γραμμές νερού
 - γ. Οι τύποι L και Μ παραδοσιακά χρησιμοποιούνται σε υδραυλικά συστήματα κατοικιών, ενώ ο σωλήνας τύπου Κ χρησιμοποιείται κυρίως για τις κύριες παροχές και τις υπόγειες γραμμές νερού ✓

3. Πανομοιότυπα σχεδιασμένα συστήματα παροχής ζεστού νερού τα οποία χρησιμοποιούν σωλήνες της ίδιας ονομαστικής διαμέτρου, αλλά από διαφορετικό υλικό κατασκευής, αποθηκεύουν διαφορετικούς όγκους θερμού νερού εντός τους. Η πρόταση είναι:

<input type="checkbox"/>	Σωστή ✓	<input type="checkbox"/>	Λάθος
--------------------------	---------	--------------------------	-------

4. Για τα συστήματα παροχής ζεστού νερού, ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;
 - α. Τα συστήματα κορμού και διακλαδώσεων και τα συστήματα πυρήνα μπορούν να χρησιμοποιήσουν μόνο εύκαμπτες σωληνώσεις
 - β. Τα συστήματα διανομέα για ολόκληρη την κατοικία μπορούν να χρησιμοποιούν οποιοδήποτε τύπο σωληνώσης, αν και παραδοσιακά χρησιμοποιείται ο χαλκός
 - γ. Στα συστήματα ανακυκλοφορίας βάσει ζήτησης συνήθως χρησιμοποιείται χαλκός ή σωληνώσεις CPVC, αλλά μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σωλήνες PEX ✓

5. Η χρήση κλασικών προϊόντων που συμβάλουν στην εξοικονόμηση νερού προσθέτει στην αποδοτικότητα τόσο ως προς την ενέργεια όσο και ως προς το νερό του συστήματος με τη χρήση ...
 - α. ζεστού νερού μόνο στο σημείο της χρήσης.
 - β. επαρκούς ποσότητας ζεστού νερού στο σημείο της χρήσης.
 - γ. λιγότερου ζεστού νερού στο σημείο της χρήσης. ✓

6. Μία βασική απαίτηση των προδιαγραφών για το σύστημα παροχής ζεστού νερού είναι:
 - α. Να μην μπορούν να αποθηκευτούν σε οποιαδήποτε σωληνώση ή παράλληλη διάταξη (manifold) μεταξύ της πηγής του ζεστού νερού και κάθε υδραυλικού είδους ζεστού νερού παραπάνω από 1,9 λίτρα
 - β. Να μην μπορούν να αποθηκευτούν σε οποιαδήποτε σωληνώση ή διανομέα (manifold) μεταξύ της πηγής του ζεστού νερού και κάθε υδραυλικού είδους ζεστού νερού παραπάνω από 1,9 λίτρα ✓
 - γ. Να μην μπορούν να αποθηκευτούν σε οποιαδήποτε σωληνώση ή διανομέα (manifold) μεταξύ της πηγής του ζεστού νερού και κάθε υδραυλικού είδους ζεστού νερού παραπάνω από 1,8 λίτρα

- 7.** Ποιά είναι τα πλεονεκτήματα των σιδηροσωλήνων σε σχέση με τους χαλκοσωλήνες ύδρευσης/θέρμανσης; (Επιλέξτε τις σωστές απαντήσεις)
- α. Δεν έχουν υψηλό κόστος αγοράς ✓
 - β. Δεν διαβρώνουν τον υπόλοιπο εξοπλισμό που αποτελείται από σίδηρο
 - γ. Διαβρώνονται πιο δύσκολα
 - δ. Τοποθετούνται πιο εύκολα
- 8.** Ονομαστική διάμετρος ενός σωλήνα ύδρευσης/θέρμανσης είναι:
- α. Η εξωτερική διάμετρος
 - β. Η εσωτερική διάμετρος ✓
 - δ. Κανένα από τα παραπάνω
- 9.** Η «Διαβάθμιση Πρώτης Ώρας (FHR)» είναι ένας δείκτης που δείχνει την ποσότητα του νερού που μπορεί να παράσχει ο θερμοαπόθετης νερού την πρώτη ώρα μετά την έναυσή του
- Σωστό Λάθος ✓
- 10.** Ποιος είναι ο θεωρητικά μέγιστος όγκος νερού που πρέπει να αποθηκεύεται μεταξύ του θερμοαπόθετη νερού και του πλέον απομακρυσμένου υδραυλικού είδους;
- α. 2,7 λίτρα
 - β. 1,9 λίτρα ✓
 - γ. 3,5 λίτρα
 - δ. 4,2 λίτρα

Σύνοψη - Ανακεφαλαίωση του Κεφαλαίου 2

Στο δεύτερο Κεφάλαιο παρουσιάστηκαν και αναλύθηκαν όλα τα στοιχεία που απαιτούνται για τη σχεδίαση ενός αποτελεσματικού συστήματος παραγωγής - διανομής - απόδοσης για χρήση του ζεστού νερού. Κατ' αρχήν αναπτύχθηκαν τα είδη και τα βασικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού παραγωγής του ζεστού νερού για την υποβοήθηση του προσδιορισμού του κατάλληλου για κάθε εφαρμογή εξοπλισμού. Επίσης, αναλύθηκε διεξοδικά το θέμα του προσδιορισμού των κατάλληλων υλικών και διατομών για τις σωληνώσεις, καθώς και αυτό της επιλογής των κατάλληλων εξαρτημάτων και υδραυλικών ειδών εξοικονόμησης νερού και ενέργειας, και παρασχέθηκαν οι αναγκαίες πληροφορίες και κατευθύνσεις.

3

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ



Εισαγωγή / Γενική περιγραφή

Στο 3ο Κεφάλαιο του εγχειριδίου παρέχονται όλες οι απαραίτητες γνώσεις και πληροφορίες σχετικά με την τοποθέτηση και τον έλεγχο των εγκαταστάσεων. Στην αρχή αναπτύσσονται οι τεχνικές υλοποίησης αποδοτικών εγκαταστάσεων διανομής ζεστού νερού, ξεκινώντας από τις γενικές αρχές μιας τέτοιας εγκατάστασης και περνώντας στα είδη και τα χαρακτηριστικά των αποδοτικών συστημάτων διανομής ζεστού νερού. Στη συνέχεια γίνεται εκτενής αναφορά στην υδραυλική εξισορρόπηση των δικτύων κεντρικής θέρμανσης, εντοπίζεται το πρόβλημα της υδραυλικής ισορροπίας και παρέχονται προτάσεις για την επίλυσή του (π.χ. η δυναμική εξισορρόπηση). Επίσης, αναπτύσσονται διάφορες άλλες τεχνικές βελτίωσης της λειτουργίας - απόδοσης των υδραυλικών εγκαταστάσεων, όπως π.χ. ο έλεγχος της πίεσης λειτουργίας, η εφαρμογή θερμομόνωσης σωληνώσεων και οι έξυπνοι υδρομετρητές. Τέλος, παρέχονται όλες οι απαραίτητες γνώσεις και πληροφορίες σχετικά με την τοποθέτηση και τον έλεγχο για δύο από τις τεχνολογίες έμμεσης εξοικονόμησης νερού (και ενέργειας), ήτοι για τα συστήματα συλλογής και επεξεργασίας ομβρίων υδάτων και τα συστήματα ανακύκλωσης γκρίζου νερού.



Σκοπός – Αναμενόμενα Αποτελέσματα

Οι εκπαιδευόμενοι μετά το τέλος της ενότητας θα μπορούν να:

- υλοποιούν με αποδοτικό τρόπο το σχεδιασμό των υδραυλικών εγκαταστάσεων,
- τοποθετούν τα κατάλληλα υλικά θερμομόνωσης,
- επιλέγουν και εφαρμόζουν τεχνικές / τεχνολογίες άμεσης ή έμμεσης εξοικονόμησης ενέργειας και νερού,
- εκτελούν αποτελεσματικά τον έλεγχο και τη συντήρηση των υδραυλικών συστημάτων - εγκαταστάσεων.



Έννοιες – κλειδιά / βασική ορολογία

Συστήματα κορμού και διακλαδώσεων, συστήματα πυρήνα, συστήματα διανομέα για όλη την κατοικία, ανακυκλοφορία βάσει ζήτησης, υδραυλική εξισορρόπηση, θερμομόνωση, έξυπνοι μετρητές, συλλογή και επεξεργασία ομβρίων υδάτων, συλλογή και ανακύκλωση γκρίζου νερού.

3.1 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

3.1.1 Γενικές αρχές μιας εγκατάστασης διανομής ζεστού νερού

Η συνολική απόδοση μιας υδραυλικής εγκατάστασης σχετίζεται με την αποτελεσματικότητα της αποστολής της, δηλαδή το κατά πόσο ο “πελάτης” θα λάβει εν τέλει την επιθυμητή υπηρεσία. Όπως παρουσιάστηκε στις προηγούμενες Ενότητες, τόσο η παραγωγή όσο και η χρήση του ζεστού νερού μπορούν να μειωθούν με τη βοήθεια απλών προϊοντικών λύσεων. Εντούτοις, η αποδοτικότητα του συστήματος ZNX φαίνεται στην έξοδο του ζεστού νερού (βρύσες, ντους). Εάν τα υδραυλικά στο ενδιάμεσο δεν είναι αποτελεσματικά, ο “πελάτης” απλά δεν θα μπορέσει τελικά να απολαύσει όσο (ζεστό) νερό θα ήθελε να έχει. Το ίδιο ισχύει και για το κρύο νερό που χάνεται σε αναμονή για το ζεστό (απώλειες νερού).

Κάποιες βασικές απαιτήσεις για το σύστημα παροχής ζεστού νερού για την αντιμετώπιση του προβλήματος σπατάλης νερού και απώλειας ενέργειας είναι οι εξής [9]:

- Να μην μπορούν να αποθηκευτούν σε οποιαδήποτε σωλήνωση ή διανομέα (manifold) μεταξύ της πηγής του ζεστού νερού (θερμαντήρας νερού ή βρόχος ανακυκλοφορίας) και οποιουδήποτε υδραυλικού είδους ZNX παραπάνω από 1,9 λίτρα.
- Για να ληφθεί υπόψη το επιπλέον νερό που πρέπει να αφαιρεθεί από το σύστημα πριν βγει το ζεστό νερό (δηλ. το νερό που αποθηκεύεται στο ίδιο το υδραυλικό είδος ή αυτό που ψύχεται ενώ κινείται από τον θερμαντήρα στο σημείο χρήσης), δεν πρέπει να παρέχονται σ' ένα υδραυλικό είδος πάνω από 2,3 λίτρα νερού προτού φτάσει το ζεστό νερό.
- Τα συστήματα ανακυκλοφορίας θα πρέπει να βασίζονται στη ζήτηση. Δεν μπορεί να λειτουργούν μόνο με χρονοδιακόπτη ή να βασίζονται στη θερμοκρασία.

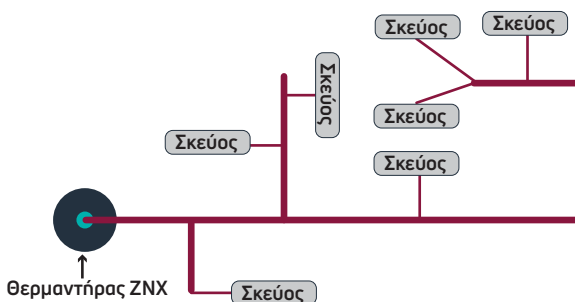
Ο αποδοτικός σχεδιασμός του συστήματος διανομής ζεστού νερού, ο οποίος περιλαμβάνει το σχεδιασμό για την ελαχιστοποίηση των μηκών των σωλήνων και, στο μέτρο του δυνατού, των διαμέτρων τους, μπορεί να μειώσει σημαντικά την σπατάλη ενέργειας και νερού στο σύστημα παροχής ZNX. Επίσης, παρέχει απτά οφέλη τόσο για τους ιδιοκτήτες των κατοικιών όσο και για τους κατασκευαστές τους. Για τους μεν ιδιοκτήτες είναι ιδιαίτερα επιθυμητή η ευκολία της γρήγορης άντλησης ζεστού νερού από τα υδραυλικά είδη, όπως και οι μειωμένες δαπάνες για νερό και ενέργεια που σχε-

τίζονται με ένα αποδοτικό σύστημα παροχής ζεστού νερού. Για τους κατασκευαστές, ένα αποτελεσματικό σύστημα παροχής ζεστού νερού μπορεί να μειώσει τα κόστη για τα υλικά και την εγκατάσταση.

Οι στρατηγικές για την αντιμετώπιση των προβλημάτων στην διανομή του νερού διαφέρουν στις νέες και τις υπάρχουσες κατοικίες. Για τις νέες υπάρχει ένας αριθμός επιλογών που διασφαλίζουν την αποδοτική παροχή του ζεστού νερού, δεδομένου ότι ξεκινάει κανείς από το μηδέν. Κάποιες πιο 'αποδοτικές' διαμορφώσεις των υδραυλικών συστημάτων μπορούν να εφαρμοστούν και κατά την μετασκευή υφιστάμενων εγκαταστάσεων. ΑΝ ΚΑΙ οι επιμέρους σχεδιασμοί διαφέρουν από έργο σε έργο, τέσσερις είναι οι βασικοί τύποι του συστήματος παροχής (διανομής) ΖΝΧ που χρησιμοποιούνται σε μονοκατοικίες και πολυκατοικίες:

- Συστήματα κορμού και διακλαδώσεων,
- Συστήματα πυρήνα,
- Συστήματα διανομέα για ολόκληρη την κατοικία,
- Συστήματα ανακυκλοφορίας βάσει ζήτησης.

Τα **συστήματα κορμού και διακλαδώσεων** χαρακτηρίζονται από μία μακριά, μεγάλης διαμέτρου κύρια γραμμή (δηλαδή, τον «κορμό») που διατρέχει από τον θερμαντήρα νερού προς το πλέον απομακρυσμένο υδραυλικό είδος της οικίας. Όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 3-1, κατά μήκος της γραμμής, «κλάδοι» από τον κύριο κορμό παρέχουν ζεστό νερό σε διάφορες περιοχές της κατοικίας, και μικρότερα «παρακλάδια» διακλαδίζονται για να παρέχουν ζεστό νερό σε μεμονωμένα υδραυλικά είδη. Συνήθως, στον κύριο κορμό χρησιμοποιείται σωλήνας μεγαλύτερης διαμέτρου για την εξασφάλιση επαρκούς ροής, με σωληνώσεις μικρότερης διαμέτρου να διακλαδίζονται προς τα μεμονωμένα υδραυλικά είδη.



Σχήμα 3-1: Γενική διαμόρφωση τυπική για τα συστήματα κορμού και διακλαδώσεων

Πηγή: Αναφορά [9]

Τα συστήματα κορμού και διακλαδώσεων είναι ο πιο κοινός τύπος συστήματος παροχής ΖΝΧ. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μονοκατοικίες αθήλα και σε πολυκατοικίες. Όσον αφορά τη μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας του συστήματος παροχής ΖΝΧ, τα συστήματα κορμού και διακλαδώσεων είναι πιο κατάλληλα για τις μικρότερες κατοικίες, για κατοικίες με σχετικά λίγα υδραυλικά είδη, ή για πολυκατοικίες εφόσον εγκαθίστανται ξεχωριστά σε κάθε διαμέρισμα.

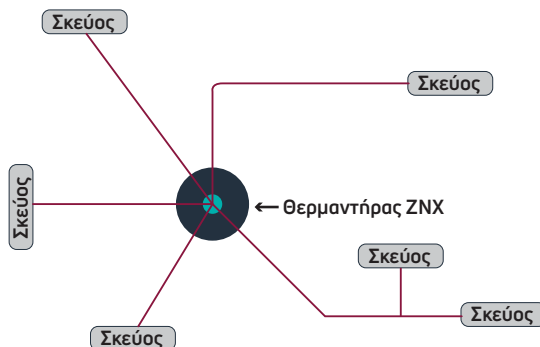
Εν γένει είναι αρκετά δύσκολο να σχεδιαστεί ένα αποδοτικό σύστημα κορμού και διακλαδώσεων σε μεγαλύτερες κατοικίες με μεγάλους χώρους και μεγάλο αριθμό υδραυλικών ειδών. Από όλα τα συστήματα παροχής ΖΝΧ που υπάρχουν, τα συστήματα κορμού και διακλαδώσεων είναι αυτά με τη μεγαλύτερη πιθανότητα να καταστούν αναποτελεσματικά, εάν δεν ληφθεί μέριμνα για τη συγκέντρωση των υδραυλικών ειδών και την ελιχιστοποίηση των μηκών ροής των σωλήνων.

3.1.2 Αποδοτικές εγκαταστάσεις διανομής ζεστού νερού

Υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι συστημάτων παροχής / διανομής ΖΝΧ που μπορούν να σχεδιαστούν και να εγκατασταθούν για την αποδοτική παροχή ζεστού νερού στους τελικούς υποδοχείς – τα συστήματα πυρήνα (κεντρικά συστήματα), τα συστήματα διανομέα για ολόκληρη την κατοικία και τα συστήματα ανακυκλοφορίας του ζεστού νερού βάσει της ζήτησης. Καθένας από αυτούς τους τύπους συστημάτων περιγράφεται παρακάτω.

Συστήματα πυρήνα

Τα συστήματα πυρήνα αποτελούν έναν ιδιαίτερο τύπο των συστημάτων κορμού και διακλαδώσεων. Αξίζουν ειδικής αναφοράς καθώς είναι, εκ σχεδιασμού, γενικά πιο αποδοτικά από ό,τι ένα παραδοσιακό σύστημα κορμού και διακλαδώσεων. Τα συστήματα πυρήνα χρησιμοποιούν έναν κεντρικό υδραυλικό πυρήνα, όπου οι υδραυλικές περιοχές (δηλαδή, οι κουζίνες, τα μπάνια, τα δωμάτια πλυντηρίων) τοποθετούνται σε άμεση γειτνίαση με τον θερμαντήρα νερού. Το ζεστό νερό διοχετεύεται απευθείας σε κάθε υδραυλικό είδος ή ομάδα υδραυλικών ειδών χρησιμοποιώντας σωλήνωση μικρότερης διαμέτρου όταν ενδείκνυται και όσο το δυνατόν πιο ευθεία διαδρομή. Το Σχήμα 3-2 απεικονίζει αυτές τις βασικές αρχές σχεδιασμού. Όπως φαίνεται στο σχήμα, η σχετική εγγύτητα των υδραυλικών ειδών και οι απευθείας οριζόντιες γραμμές ελιχιστοποιούν το μήκος των σωληνώσεων και τον χρόνο που απαιτείται για το ζεστό νερό να φθάσει σε κάθε υδραυλικό είδος.



Σχήμα 3-2: Γενική διαμόρφωση τυπική για τα συστήματα πυρήνα

Πηγή: Αναφορά [9]

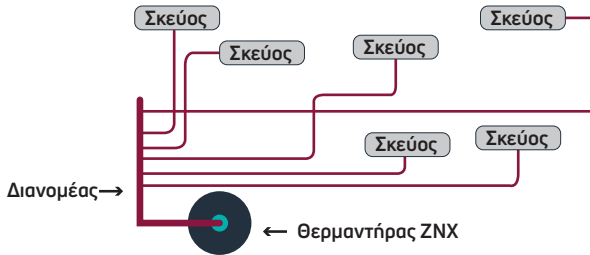
Καθώς τα συστήματα πυρήνα χρησιμοποιούν μικρότερου μήκους και μικρότερης διαμέτρου σωλήνωση, μπορούν να μειώσουν σημαντικά την αγωγή απώλεια θερμότητας και την ποσότητα του νερού που οι χρήστες σπαταλούν περιμένοντας για να φτάσει το ζεστό νερό στα υδραυλικά είδη. Μπορούν επίσης να γίνουν με οποιοδήποτε τύπο σωλήνωσης (ή και με πολλούς τύπους εάν χρειάζεται) – ο αλκός, το CPVC και το δικτυωμένο πολυαιθυλένιο (PEX) είναι οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι τύποι. Ως εκ τούτου, τα συστήματα πυρήνα παρέχουν μεγαλύτερη ευελιξία και μπορεί να είναι λιγότερο ακριβά και πιο γρήγορα για να εγκατασταθούν σε σχέση με άλλους τύπους συστημάτων.

Τα συστήματα πυρήνα μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο στις μονοκατοικίες όσο και στις πολυκατοικίες. Είναι παρόμοια με τα συστήματα κορμού και διακλαδώσεων κατά το ότι είναι πιο κατάλληλα για μικρότερες κατοικίες ή κατοικίες με σχετικά λίγα υδραυλικά είδη. Μπορεί να μην είναι κατάλληλα για κτίρια πολυκατοικιών, εάν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως σύστημα παροχής ζεστού νερού σε κεντρικό επίπεδο. Πρέπει πάντως να σημειωθεί ότι, δεδομένου ότι τα συστήματα πυρήνα τροφοδοτούν κάθε υδραυλικό είδος ή σημείο χρήσης με τη δική τους γραμμή, μπορεί να είναι δύσκολο να αναβαθμιστούν σε μεταγενέστερο χρόνο.

Συστήματα διανομέα για ολόκληρη την κατοικία

Τα συστήματα διανομέα για ολόκληρη την κατοικία, που ονομάζονται επίσης συστήματα παράλληλου σωλήνα ή συστήματα που διατρέχουν ολόκληρη την κατοικία, χρησιμοποιούν μικρής διαμέτρου, εύκαμπτους σωλήνες (π.χ. PEX) που πηγαίνουν απευ-

θείας στο κάθε υδραυλικό είδος από έναν κεντρικό διανομέα (manifold / κολληκτήρ). Όπως φαίνεται στο Σχήμα 3-3, ο κεντρικός διανομέας διατηρείται σε στενή γειτνίαση με τον θερμαντήρα νερού. Ο διανομέας μπορεί να είναι κατασκευασμένος από πλαστικό ή μέταλλο.



Σχήμα 3-3: Γενική διαμόρφωση τυπική για τα συστήματα διανομέα για ολόκληρη την κατοικία

Πηγή: Αναφορά [9]

Η χρήση εύκαμπτων σωλήνων επιτρέπει σε αυτά τα συστήματα να εγκατασταθούν πιο γρήγορα από ό,τι τα άκαμπτα, μη ευέλικτα υδραυλικά συστήματα καθώς απαιτούνται λιγότερα εξαρτήματα κατά την εγκατάσταση. Καθώς η εύκαμπτη σωλήνα παρέχεται σε καρούλια συνεχούς σωλήνωσης, οι υδραυλικοί μπορούν να διαμορφώσουν σχετικά μεγάλες διαδρομές σωλήνωσης χωρίς να χρειάζεται να εγκαθιστούν εξαρτήματα σύνδεσης σε τακτά διαστήματα. Επιπλέον, λόγω της ευελιξίας του, ο σωλήνας μπορεί να επαναπροσανατολιστεί όπως απαιτείται εφαρμόζοντας συνεχείς σαρωτικές στροφές, εξαλείφοντας έτσι την ανάγκη για τη χρήση γωνιών, οι οποίες είναι χρονοβόρες να εγκατασταθούν και συμβάλλουν σε απώλεια της πίεσης και της θερμότητας καθώς το νερό κινείται μέσα από το σύστημα.

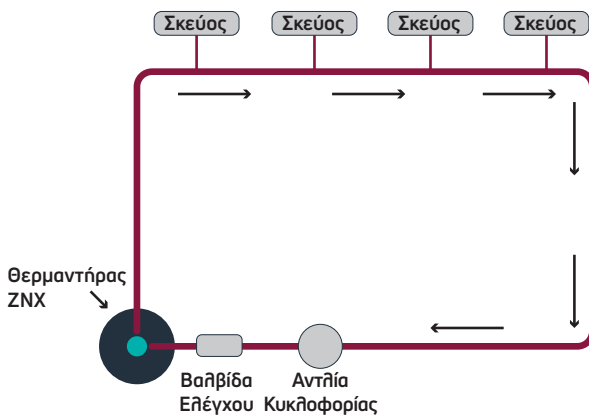
Τα συστήματα διανομέα για ολόκληρη την κατοικία επίσης αντισταθμίζουν την πίεση και, ως εκ τούτου, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα πολλά υδραυλικά είδη χωρίς δραματικές αλλαγές στην πίεση ή τη θερμοκρασία. Όπως σημειώνεται παραπάνω, η εξάλειψη των ενσωματωμένων εξαρτημάτων μειώνει επίσης τις απώλειες πίεσης, επιτρέποντας τη χρήση σωλήνα μικρότερης διαμέτρου, π.χ. 3/8 της ίντσας. Οι μικρότερης διαμέτρου σωλήνες, με τη σειρά τους, παρέχουν ζεστό νερό για υδραυλικά είδη γρηγορότερα και με λιγότερες απώλειες νερού και ενέργειας από τα συμβατικά συστήματα σωληνώσεων.

Τα συστήματα διανομέα για ολόκληρη την κατοικία μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε σε μονοκατοικίες είτε σε πολυκατοικίες. Αυτός ο τύπος συστήματος αποτελεί ιδανική

επιλογή για μεγαλύτερες κατοικίες με πολύ μεγάλους χώρους και πολλαπλά υδραυλικά είδη στα οποία μπορεί να είναι απαραίτητες σωληνώσεις μεγαλύτερου μήκους. Όπως με τα συστήματα πυρήνα, τα συστήματα διανομέα για ολόκληρη την κατοικία παρέχουν κάθε υδραυλικό είδος με μια ανεξάρτητη γραμμή και μπορεί να είναι δύσκολο να αναβαθμιστούν.

Συστήματα ανακυκλοφορίας του ζεστού νερού βάσει της ζήτησης

Τα συστήματα ανακυκλοφορίας αποτελούνται από ένα βρόχο ζεστού νερού συνεχούς ροής που επανακυκλοφορεί το νερό σε ολόκληρο το δίκτυο. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 3-4, μία αντλία κυκλοφορίας αντλεί ζεστό νερό μέσα από το βρόχο ανακυκλοφορίας και επιστρέφει στον θερμαντήρα τυχόν υπολείμματα νερού σε θερμοκρασία περιβάλλοντος που διαμένουν εντός του βρόχου. Εναλλακτικά, η αντλία μπορεί να επιστρέφει αυτό το νερό στη γραμμή του κρύου νερού και ταυτόχρονα να αντλεί ζεστό νερό από τον θερμαντήρα νερού.



Σχήμα 3-4: Γενική διαμόρφωση τυπική για τα συστήματα ανακυκλοφορίας βάσει ζήτησης

Πηγή: Αναφορά [9]

Η αξιοποίηση της γραμμής του κρύου νερού για την επιστροφή αποτελεί συχνά μια βολική λύση για τα ανεπαρκή συστήματα διανομής που υφίστανται μετασκευή. Τα συστήματα ανακυκλοφορίας εξοικονομούν νερό αφενός επειδή μπορούν να μειώσουν το χρόνο αναμονής για ζεστό νερό σχεδόν στο μηδέν (εξαλείφοντας έτσι την απώλεια νερού στην αποχέτευση), αφετέρου με την επιστροφή σε θερμοκρασία περιβάλλοντος του νερού που αποθηκεύεται στη σωληνώση πίσω στο θερμαντήρα. Αυτό μειώνει το έργο που πρέπει να κάνει ο θερμαντήρας νερού για να επιτευχθεί η αποδεκτή

θερμοκρασία. Επιπλέον, ο βρόχος ανακυκλοφορίας πρέπει να τοποθετείται εκεί όπου μπορεί να διατηρείται όσο το δυνατόν βραχύτερος και σε απόσταση 3 μέτρων από κάθε υδραυλικό είδος. [10]

Τα συστήματα ανακυκλοφορίας βάσει ζήτησης έχει αποδειχτεί ότι είναι περισσότερο ενεργειακά αποδοτικά απ' ό,τι τα άλλα συστήματα ανακυκλοφορίας, με χρονοδιακόπτη ή βάσει της θερμοκρασίας, καθώς το ζεστό νερό εισάγεται στον βρόχο ανακυκλοφορίας μόνον όταν χρειάζεται ζεστό νερό. Τα συστήματα βάσει ζήτησης χρησιμοποιούν ηλεκτρονικούς ανιχνευτές εγκατεστημένους στα υδραυλικά είδη ώστε να προσαρμόζονται αυτόματα οι θερμοκρασίες περιβάλλοντος του στάσιμου νερού στο βρόχο ανακυκλοφορίας ζεστού νερού. Όταν ο χρήστης ενεργοποιεί την αντλία με το πάτημα ενός κουμπιού, ή μέσω ενός αισθητήρα κίνησης που βρίσκεται κοντά στο υδραυλικό είδος ζεστού νερού, ο αισθητήρας μετράει τις αλλαγές της θερμοκρασίας στον βρόχο ανακυκλοφορίας και ενεργοποιεί τον κυκλοφορητή μέχρις ότου το νερό στο βρόχο φθάσει σε μία συγκεκριμένη θερμοκρασία, και τότε το νερό παρέχεται στο υδραυλικό είδος.

Η εμπειρία έχει δείξει ότι τα συστήματα ανακυκλοφορίας με χρονοδιακόπτη και αυτά που λειτουργούν βάσει της θερμοκρασίας μπορεί να χρησιμοποιούν μεγάλη ποσότητα ενέργειας (τελικά) για τη διατήρηση της θερμοκρασίας του νερού στο βρόχο ανακυκλοφορίας, συνεπώς θεωρούνται ως όχι τόσο αποδοτικά από ενεργειακής απόψεως. Τα συστήματα ανακυκλοφορίας βάσει ζήτησης μπορούν να παρέχουν στους κατασκευαστές μεγαλύτερη ευελιξία από τους άλλους τύπους συστημάτων, καθώς μπορούν να επιτρέψουν μεγαλύτερες διαδρομές σωλήνων και λιγότερο κεντρική τοποθέτηση των υδραυλικών ειδών, ενώ μπορούν να εγκαθίστανται ταχύτερα και χρησιμοποιούν λιγότερα μήκη σωληνώσεων από τα παραδοσιακά συστήματα διανομής. Αυτό μπορεί να μειώσει το κόστος εγκατάστασης.

Κατά το σχεδιασμό θα πρέπει να προσεχθεί το μέγεθος του κυκλοφορητή, ο οποίος δεν θα πρέπει να υπερδιστασιοποιηθεί. Ένας υπερδιστασιοποιημένος κυκλοφορητής θα αύξανε τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας του συστήματος και το ποσοστό της ακανόνιστης ροής, ενώ θα δημιουργούσε ταχύτερη και πιο τυρβώδη ροή, με αποτέλεσμα την ταχύτερη διάβρωση των σωληνώσεων, γεγονός που οδηγεί σε διαρροές. Αξίζει εδώ να αναφερθεί ότι, το σώμα του κυκλοφορητή που προορίζεται για την κεντρική θέρμανση είναι από χάλυβα ενώ αυτού που προορίζεται για την ανακυκλοφορία του ζεστού νερού χρήσης είναι από ορείχαλκο.

Είναι γεγονός ότι το κόστος του κυκλοφορητή και της καλωδίωσης των απαιτούμενων αισθητήρων αποτελεί επιπρόσθετη δαπάνη, όπως επίσης ότι τα συστήματα ανακυκλοφορίας βάσει ζήτησης χρησιμοποιούν ενέργεια κατά τη λειτουργία τους. Παρόλα αυτά, μπορούν να εξοικονομήσουν ενέργεια με τρεις τρόπους [10]:

- Το νερό στο βρόχο ανακυκλοφορίας που επιστρέφεται στο θερμαντήρα νερού γενικά είναι θερμότερο από το νερό που εισέρχεται στην κατοικία, και ως εκ τούτου, ο θερμαντήρας νερού απαιτεί λιγότερη ενέργεια για να κρατήσει ζεστό το νερό.
- Καθώς το ζεστό νερό διανέμεται με μεγάλη παροχή στα υδραυλικά είδη, κατά τη διανομή χάνεται σημαντικά λιγότερη θερμότητα.
- Η μεγάλη παροχή διανομής επίσης επιτρέπει στο ζεστό νερό να φθάσει ταχύτερα στα υδραυλικά είδη και, ως εκ τούτου, απαιτείται λιγότερο ζεστό νερό για την εκκίνηση του βρόχου ανακυκλοφορίας.

Λόγω της ενέργειας που απαιτείται για την ανακυκλοφορία του νερού σε θερμοκρασία περιβάλλοντος που είναι αποθηκευμένο στο σύστημα, τα συστήματα ανακύκλωσης βάσει ζήτησης μπορεί να μην είναι κατάλληλα για μεγαλύτερες κατοικίες, όπου είναι αναγκαία η εφαρμογή μεγάλων βρόχων ή όταν δεν είναι πρακτικό να τοποθετηθούν υδραυλικά είδη σε απόσταση τριών μέτρων από το βρόχο, καθώς τότε ο έλεγχος ζήτησης μπορεί να μην παρέχει αρκετά γρήγορη απόκριση. Σ' αυτήν την περίπτωση μια καλή επιλογή αποτελεί ο έλεγχος με διαφοροποίηση της θερμοκρασίας. Εν γένει, και παρότι οι κατασκευαστές θα πρέπει να σταθμίσουν τα οφέλη της εξοικονόμησης νερού σε σχέση με τα πιθανά μειονεκτήματα που συνδέονται με τη χρήση αυτού του τύπου συστήματος σε μεγάλες κατοικίες, η ενέργεια που εξοικονομείται από τη μείωση της ποσότητας του νερού που θερμαίνεται και στη συνέχεια διαφεύγει στην αποχέτευση συνήθως ξεπερνά κατά πολύ την ενέργεια που χρησιμοποιείται για την λειτουργία του κυκλοφορητή.

3.1.3 Βασικές θεωρήσεις για τα αποδοτικά συστήματα διανομής ΖΝΧ

Κατά τη φάση σχεδιασμού μιας νέας κατοικίας είναι σημαντικό να εξετάζονται όλες οι ειδικές ανάγκες του έργου ή οι πολεοδομικοί περιορισμοί προκειμένου να προσδιοριστεί το σύστημα παροχής ζεστού νερού και το υλικό που θα εξυπηρετήσει καλύτερα την κατοικία. Ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά σε αρκετές διαρρυθμίσεις κάθε είδους συστήματος παροχής ζεστού νερού, κανένα σύστημα δεν καλύπτει πλήρως τις ανάγκες της κάθε κατοικίας. Για να βοηθηθούν οι κατασκευαστές με την επιλογή του πιο κατάλληλου συστήματος για τις κατοικίες τους, στον Πίνακα 3-1 παρέχεται μία σύνοψη των βασικών ζητημάτων για κάθε τύπο συστήματος παροχής ζεστού νερού.

Πίνακας 3-1: Βασικές θεωρήσεις για τα συστήματα παροχής ζεστού νερού

Θεώρηση	ΤΥΠΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ			
	Κορμού και διακλαδώσεων	Πυρήνα	Διανομέα για ολόκληρη την κατοικία	Ανακυκλοφορίας βάσει ζήτησης
Κατάλληλότητα σύμφωνα με τον τύπο της κατοικίας	<ul style="list-style-type: none"> • Μικρότερες κατοικίες • Κατοικίες με σχετικά λίγα υδραυλικά είδη • Ανεξάρτητα διαμερίσματα σε πολυκατοικίες 	<ul style="list-style-type: none"> • Μικρότερες κατοικίες • Κατοικίες με σχετικά λίγα υδραυλικά είδη • Ανεξάρτητα διαμερίσματα σε πολυκατοικίες 	<ul style="list-style-type: none"> • Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε μονοκατοικία ή πολυκατοικία, αλλά πιο κατάλληλο για: • Μεγαλύτερες κατοικίες όπου μπορεί να χρειάζονται μεγαλύτερες διαδρομές σωληνώσεων • Κατοικίες με μεγάλο αριθμό υδραυλικών ειδών • Πολυκατοικίες με τρεις ή λιγότερους ορόφους με ένα κεντρικό σύστημα που παρέχει ζεστό νερό σε πολλαπλές μονάδες 	<ul style="list-style-type: none"> • Μικρότερες κατοικίες όπου τα υδραυλικά είδη δεν είναι κεντρικά τοποθετημένα κοντά στον θερμαντήρα νερού • Ανεξάρτητα διαμερίσματα σε πολυκατοικίες • Μεγαλύτερες κατοικίες με μεγάλο αριθμό υδραυλικών ειδών, με την προϋπόθεση ότι μπορεί να εγκατασταθεί ένα σύστημα ανακυκλοφορίας σε απόσταση 3 μέτρων από κάθε υδραυλικό είδος

Θεώρηση	ΤΥΠΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ			
	Κορμού και διακλαδώσεων	Πυρήνα	Διανομέα για ολόκληρη την κατοικία	Ανακυκλοφορίας βάσει ζήτησης
Διάταξη και στρατηγική σχεδιασμού	<ul style="list-style-type: none"> Εγκαταστήστε τα υδραυλικά είδη κοντά στον θερμαντήρα νερού για να ελαχιστοποιηθεί το μήκος σωλήνωσης έως το πλέον απομακρυσμένο υδραυλικό είδος Ένας μακρύς κύριος κορμός τροφοδοτεί με νερό τα πιο μακρινά υδραυλικά είδη, τα επιμέρους υδραυλικά είδη συνδέονται με τον κύριο κορμό 	<ul style="list-style-type: none"> Εγκαταστήστε τα υδραυλικά είδη κοντά στον θερμαντήρα νερού για να ελαχιστοποιηθεί το μήκος σωλήνωσης έως το πλέον απομακρυσμένο υδραυλικό είδος Οι σωλήνες οδεύουν απευθείας από τον θερμαντήρα νερού στα επιμέρους υδραυλικά είδη 	<ul style="list-style-type: none"> Μπορεί να χρησιμοποιηθεί με μία λιγότερο συγκεντρωτική διάταξη, όπου χρειάζονται μεγαλύτερα μήκη σωλήνων Οι σωλήνες οδεύουν από τον διανομέα προς τα επιμέρους υδραυλικά είδη Τοποθέτηση του διανομέα κοντά στον θερμαντήρα νερού 	<ul style="list-style-type: none"> Μπορεί να χρησιμοποιηθεί με μία λιγότερο συγκεντρωτική διάταξη, όπου αλλιώς θα χρειάζονταν μεγαλύτερα μήκη σωλήνων Τοποθέτηση των υδραυλικών ειδών εντός 3 μέτρων από τον βρόχο και σε σχετική εγγύτητα για να ελαχιστοποιηθεί το μέγεθος του βρόχου ανακυκλοφορίας Οι σωλήνες οδεύουν απευθείας από το βρόχο στα επιμέρους υδραυλικά είδη

Θεώρηση	ΤΥΠΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ			
	Κορμού και διακλαδώσεων	Πυρήνα	Διανομέα για ολόκληρη την κατοικία	Ανακυκλοφορίας βάσει ζήτησης
Υλικά και διάμετρος σωλήνωσης	<ul style="list-style-type: none"> Μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάθε τύπος σωλήνωσης, αν και οι χαλκοσωλήνες είναι οι πλέον συνήθεις Απαιτούνται μεγαλύτεροι σωλήνες για την κύρια γραμμή του κορμού, ενώ μπορούν να χρησιμοποιηθούν μικρότερες σωληνώσεις για την τροφοδοσία των επιμέρους υδραυλικών ειδών 	<ul style="list-style-type: none"> Μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάθε τύπος σωλήνωσης, και πολλαπλοί τύποι εάν υπάρχει ανάγκη, παρότι οι πιο συνήθεις είναι ο χαλκός και τα CPVC, PEX Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σωλήνωση μικρότερης διαμέτρου που να συνδέει απευθείας τον θερμαντήρα με τα επιμέρους υδραυλικά είδη 	<ul style="list-style-type: none"> Χρησιμοποιούνται εύκαμπτες σωληνώσεις όπως οι PEX Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σωλήνας μικρότερης διαμέτρου από τον διανομέα προς τα επιμέρους υδραυλικά είδη – μια διάμετρος σωλήνα 3/8 της ίντσας είναι ιδανική 	<ul style="list-style-type: none"> Συνήθως χρησιμοποιούνται σωληνώσεις χαλκού ή CPVC Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σωλήνας μικρότερης διαμέτρου για να τροφοδοτηθούν τα επιμέρους υδραυλικά είδη από τον βρόχο ανακυκλοφορίας

Θεώρηση	ΤΥΠΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ			
	Κορμού και διακλαδώσεων	Πυρήνα	Διανομέα για ολόκληρη την κατοικία	Ανακυκλοφορίας βάσει ζήτησης
Υλοποίηση	<ul style="list-style-type: none"> • Παραδοσιακό σύστημα με το οποίο είναι εξοικειωμένοι οι περισσότεροι επαγγελματίες υδραυλικοί • Απαιτεί σχεδίαση για συγκεντρωτική τοποθέτηση των υδραυλικών ειδών και ελαχιστοποίηση των μηκών ροής των σωληνών 	<ul style="list-style-type: none"> • Απαιτείται καλός σχεδιασμός για τη συγκέντρωση της τοποθέτησης των υδραυλικών ειδών και την ελαχιστοποίηση των μηκών των σωληνώσεων • Παρέχει ευελιξία στην επιλογή υλικού για τον σωλήνα • Χρησιμοποιεί λιγότερο υλικό από τα συστήματα κορμού και διακλαδώσεων και μπορεί να είναι μια διάταξη λιγότερο ακριβή και πιο γρήγορη να εγκατασταθεί 	<ul style="list-style-type: none"> • Μπορεί να εγκατασταθεί πιο γρήγορα από τα παραδοσιακά άκαμπτα συστήματα • Απαιτούνται λιγότερα εξαρτήματα και η εγκατάσταση είναι πιο ευέλικτη 	<ul style="list-style-type: none"> • Μπορεί να είναι πιο ακριβό από τους άλλους τύπους συστημάτων • Απαιτείται η εγκατάσταση αντλιών, διακοπών ή αισθητήρων και μια σημαντική ποσότητα σωληνώσεων για το βρόχο ανακυκλοφορίας • Μπορεί να απαιτείται η εκπαίδευση του ιδιοκτήτη

Θεώρηση	ΤΥΠΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ			
	Κορμού και διακλαδώσεων	Πυρήνα	Διανομέα για ολόκληρη την κατοικία	Ανακυκλοφορίας βάσει ζήτησης
Αποδοτικότητα και άλητες θεωρήσεις	<ul style="list-style-type: none"> Εμφανίζει τη μεγαλύτερη πιθανότητα για να είναι μη αποδοτικό Μπορεί να είναι ο πιο δύσκολος τύπος συστήματος για να ικανοποιηθούν οι "αυστηρές" προδιαγραφές 	<ul style="list-style-type: none"> Οι μικρότερης διαμέτρου σωλήνες που οδεύουν απευθείας στα υδραυλικά είδη μπορούν να μειώσουν τις απώλειες θερμότητας λόγω αγωγής σε σχέση με τα συστήματα κορμού και διακλαδώσεων 	<ul style="list-style-type: none"> Εξισορροπεί την πίεση, επιτρέποντας να χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα τα υδραυλικά είδη χωρίς αλληλαγές στην πίεση ή τη θερμοκρασία Η εξάλειψη των κατά μήκος εξαρτημάτων μειώνει την απώλεια πίεσης και επιτρέπει την ακόμα περαιτέρω μείωση της διαμέτρου σωλήνα έναντι των άλλων συστημάτων Η μειωμένη διάμετρος σωλήνα παρέχει πιο γρήγορα το ΖΝΧ και με λιγότερη σπατάλη νερού και ενέργειας 	<ul style="list-style-type: none"> Εάν σχεδιαστεί κατάλληλα, μπορεί να είναι το πλέον αποδοτικό σύστημα παροχής ζεστού νερού

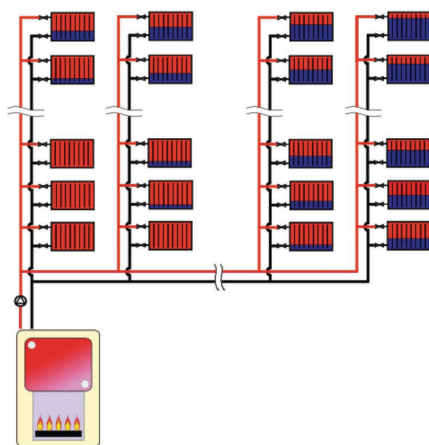
Πηγή: Αναφορά [9]

3.2 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

3.2.1 Εισαγωγή

Εάν μπορούσε να παρομοιαστεί το δίκτυο θέρμανσης με ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με αντιστάσεις σε σειρά, θα υπήρχε η εξής αναλογία: όπως το ρεύμα περνάει μέσα από την μικρότερη μεγέθους αντίσταση, έτσι και το νερό θα περάσει από τη διαδρομή με τη μικρότερη αντίσταση. Οι σωλήνες, οι βαλβίδες, τα σώματα και άλλα στοιχεία του δικτύου θέρμανσης θεωρούνται ως αντιστάσεις σε σειρά στο ηλεκτρικό ανάλογο. Έτσι, τα θερμαντικά σώματα που είναι πιο μακριά από τον λέβητα δέχονται λιγότερο ζεστό νερό από ότι αυτά που είναι κοντά του (αντίστοιχα για την περίπτωση ψύξης με κύκλωμα νερού). Με άλλα λόγια, σε ένα δίκτυο με πάνω από ένα βρόχο, οι πιο κοντινοί στον κυκλοφορητή “κλέβουν” το νερό.

Το γράφημα του Σχήματος 3-5 απεικονίζει αυτήν την κατάσταση. Όπως είναι προφανές, τα επάνω θερμαντικά σώματα (δηλ. τα σώματα στους πάνω ορόφους) απέχουν περισσότερο από τον λέβητα από ότι τα κάτω σώματα (δηλ. στους κάτω ορόφους) και γι’ αυτό δεν θερμαίνονται αρκετά. Το ίδιο ισχύει και με τα περισσότερο απομακρυσμένα από την πηγή της θερμότητας σώματα (βλ. κύκλωμα στα δεξιά του Σχήματος 3-5 – σύγκριση με τα πιο αριστερά / πλησιέστερα στον λέβητα / κυκλοφορητή κυκλώματα αυτού).

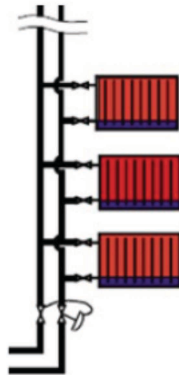


Σχήμα 3-5: Δίκτυο κεντρικής θέρμανσης χωρίς υδραυλική εξισορρόπηση

Έτσι, συχνά οι διαχειριστές πολυκατοικιών ή άλλων κτιριακών συγκροτημάτων είναι αναγκασμένοι να εκκινούν ενωρίτερα την θέρμανση ή να διατηρούν υψηλότερη θερμοκρασία στο νερό θέρμανσης προκειμένου να επιτύχουν ανεκτές θερμοκρασίες σε όλους τους χώρους. Η κατάσταση αυτή οδηγεί σε σημαντική σπατάλη ενέργειας αφενός μεν λόγω υπερθέρμανσης των κοντινών χώρων και αφετέρου λόγω της πρώιμης έναρξης της λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης, προκειμένου να θερμανθούν και τα πλέον απομακρυσμένα δωμάτια τα οποία συνήθως αργούν να θερμανθούν.

3.2.2 Υδραυλική ισορροπία

Η υδραυλική εξισορρόπηση σημαίνει το 'στραγγαλισμό' της ροής στα κοντινά σώματα για να αυξηθεί η αντίστασή τους, έτσι ώστε η ροή του νερού να είναι η βέλτιστη, ανάλογα με τη χωρητικότητα του κάθε σώματος. Ουσιαστικά, σε κάθε βρόχο προστίθεται πτώση πίεσης (μια επιπλέον 'αντίσταση') τέτοια ώστε όλοι οι βρόχοι του δικτύου να παρουσιάζουν την ίδια πτώση πίεσης. Αυτό μειώνει τη συνολική παροχή του νερού και έτσι μειώνονται οι απώλειες στα συστήματα παραγωγής και διανομής της θερμότητας. Ένα βελτιστοποιημένο σύστημα χρειάζεται λιγότερη ενέργεια για τις αντλίες λόγω της μειωμένης ροής νερού. Αυτό έχει ως συνέπεια και την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας. Για την επίτευξη της υδραυλικής εξισορρόπησης είναι πιθανή (ή αναγκαία) η εγκατάσταση ρυθμιστικών βαλβίδων σε κάποιους ή σε όλους τους κλάδους του δικτύου διανομής.



Πιο συγκεκριμένα, οι υδραυλικές διατάξεις που χρησιμοποιούνται για την υδραυλική εξισορρόπηση των δικτύων θέρμανσης είναι οι στραγγαλιστικές βαλβίδες ελεγχόμενης ΔΡ, οι αναλογικές ηλεκτροβάνες και οι διαφορικοί υδραυλικοί ελεγκτές. Η πρώτη από αυτές τις διατάξεις απαιτεί χειροκίνητο έλεγχο και είναι κατάλληλη μόνο για στατική ρύθμιση. Οι λοιπές δύο διατάξεις είτε είναι ηλεκτροκίνητες είτε κινούμενες μέσω σερβομηχανισμών (ελατήριο – μεμβράνη), είναι δε κατάλληλες και για στατική και για δυναμική ρύθμιση.

Στην περίπτωση της **στατικής ρύθμισης** πρέπει να ακολουθηθεί αυτόνομα μία επαληθευτική διαδικασία στραγγαλισμού έως ότου επιτευχθούν οι ζητούμενες παροχές.

Στην περίπτωση της **δυναμικής ρύθμισης**, δηλαδή της απαίτησης προσαρμογής των στραγγαλισμών στα μεταβαλλόμενα υδραυλικά χαρακτηριστικά του δικτύου, ακολουθείται μεν μία αυτόνομη διαδικασία συνεχούς στραγγαλισμού, αλλά είναι πλέον σχετικό το κατά πόσο θα επιτευχθούν τελικά οι ζητούμενες παροχές. Και αυτό γιατί οι στραγγαλιστικές διατάξεις έχουν ένα εύρος ΔΡ στο οποίο συμπεριφέρονται αναλογικά και ουσιαστικά λειτουργούν, ενώ εκτός αυτού του ορίου δεν μπορούν να ανταποκριθούν. Τελικά, παρουσιάζεται το φαινόμενο όλες οι δυναμικές ρυθμιστικές διατάξεις να βρίσκονται σε συνεχή επαναληπτική διαδικασία στραγγαλισμού.

Σε μια καλή υδραυλική ισορροπία μπορούν να οδηγήσουν διαφορετικές διαδικασίες στις νέες ή σε υφιστάμενες εγκαταστάσεις, υπό την προϋπόθεση ότι ο καθορισμός των απαιτούμενων τιμών πραγματοποιείται μέσω ενός ενδεδειχμένου υπολογισμού ή με κάποιο άλλο τρόπο. Ο στόχος είναι η ακριβής ρύθμιση της ροής (παροχής) στα θερμαντικά σώματα. Ενδεικτικά, οι απαιτούμενες διαδικασίες και για τα δύο είδη εγκαταστάσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 3-2. Σημειώνεται ότι, οι θερμοστατικές βαλβίδες των καθοριζόμενων πρέπει να προστατεύονται ενάντια στις πολύ υψηλές διαφορικές πιέσεις.

Πίνακας 3-2: Εφαρμογή υδραυλικής εξισορρόπησης σε νέες και σε υφιστάμενες εγκαταστάσεις

Νέες εγκαταστάσεις	Υφιστάμενες εγκαταστάσεις
Προσδιορισμός της ζήτησης θερμότητας	Προσδιορισμός της ζήτησης θερμότητας
Προσδιορισμός των θερμοκρασιών εντός του συστήματος	Μέτρηση ή προσδιορισμός των θερμοκρασιών εντός του συστήματος
Σχεδιασμός των επιφανειών θέρμανσης	Έλεγχος των επιφανειών θέρμανσης
Υπολογισμός του μεγέθους της ροής των θερμαντικών σωμάτων	Υπολογισμός του μεγέθους της ροής των θερμαντικών σωμάτων με τη βοήθεια της ζήτησης της θερμότητας και της διαφοράς θερμοκρασίας
Διαστασιολόγηση των σωληνώσεων έτσι ώστε η διαφορική πίεση να είναι μεταξύ 30 και 100 Pa/m	Καταγραφή των υφιστάμενων σωληνώσεων για τον καθορισμό της πτώσης πίεσης εντός του συστήματος
Εγκατάσταση βαλβίδων εξισορρόπησης, εάν είναι απαραίτητο. Στη συνέχεια, διεξαγωγή των αναγκαίων υπολογισμών και ρυθμίσεων.	Εγκατάσταση βαλβίδων εξισορρόπησης εάν είναι απαραίτητο. Πρέπει να οριστούν οι τιμές προεπιλογής και να πραγματοποιηθεί η επακόλουθη ρύθμιση.

Νέες εγκαταστάσεις	Υφισταμένες εγκαταστάσεις
Προσδιορισμός των τιμών προεπιλογής της θερμοστατικής βαλβίδας των θερμαντικών σωμάτων.	Εγκατάσταση ρυθμιστών διαφορικής πίεσης εάν η διαφορική πίεση εντός των σωληνώσεων υπερβαίνει τα 200 mbar
Προσδιορισμός της πτώσης πίεσης (μανομετρικό) του κυκλοφορητή	Έλεγχος του κυκλοφορητή και αντικατάστασή του εάν χρειάζεται
Εγκατάσταση ρυθμιστών διαφορικής πίεσης εάν η διαφορική πίεση εντός των σωληνώσεων υπερβαίνει τα 200 mbar	Προσδιορισμός των τιμών προεπιλογής της θερμοστατικής βαλβίδας των θερμαντικών σωμάτων. Για υποβοήθηση των υπολογισμών μπορεί να ληφθεί ως πίεση μια τιμή της τάξης των 100 mbar στη βαλβίδα.
Ρύθμιση των θερμοστατικών βαλβίδων των θερμαντικών σωμάτων	Ρύθμιση των θερμοστατικών βαλβίδων των θερμαντικών σωμάτων

3.2.3 Δυναμική εξισορρόπηση για δυναμικά δίκτυα

Όπως προαναφέρθηκε, παρότι είναι σύνηθες να χρησιμοποιούνται αντλίες και κυκλοφορητές μεταβλητής παροχής, όπως επίσης και να μειώνεται η διαφορική πίεση της αντλίας, ο έλεγχος του δικτύου εξακολουθεί να πραγματοποιείται σε μεγάλο βαθμό μέσω της διαδικασίας του στατικού ελέγχου. Κοινή πρακτική αποτελεί η εξισορρόπηση των υδραυλικών δικτύων με τη χρήση στατικών βανών εξισορρόπησης, προρυθμιζόμενων βανών ή βανών ελέγχου κυκλώματος. Αυτές οι παρεμβάσεις, φυσικά, εκτελούνται μόνο μια φορά και μόνο για τη συγκεκριμένη κατάσταση: το στάδιο σχεδιασμού υπό πλήρες φορτίο.

Ωστόσο, η κατάσταση λειτουργίας υπό πλήρες φορτίο συμβαίνει σπάνια και η εγκατάσταση λειτουργεί σχεδόν πάντα υπό μερικό φορτίο. Οπότε τίθεται το ερώτημα εάν θα πρέπει να προσαρμόζονται η αντλία και τα εξαρτήματα ελέγχου στις επιμέρους καταστάσεις λειτουργίας (μερικό φορτίο). Σε αυτή την περίπτωση, η στατική υδραυλική εξισορρόπηση σε μια μεταβλητή εγκατάσταση σημαίνει την επιπρόσθετη εισαγωγή αντιστάσεων, προκειμένου η απώλεια πίεσης σε κάθε διαδρομή να συμπίσει με τη λιγότερο επιθυμητή στο σύστημα αντίσταση όταν η εγκατάσταση είναι υπό σχεδιασμό. Αυτό είναι απαραίτητο για την απρόσκοπτη λειτουργία του συστήματος κάτω από αυτές τις συνθήκες.

Βάσει της εκάστοτε χρήσης και των εσωτερικών και εξωτερικών φορτίων, η λιγότερο επιθυμητή διαδρομή ροής μεταβάλλεται συνεχώς. Η συμπεριφορά του δικτύου απο-

κτά δυναμική. Σε αυτή την περίπτωση οι εγκατεστημένες στατικές βάνες εξισορρόπησης όχι μόνο είναι περιττές, αλλά αποτελούν μια σημαντική υδραυλική “αντίσταση”, η οποία μπορεί να επηρεάσει τον έλεγχο του δικτύου, ανάλογα με τη χρήση. Δεδομένου ότι τα υδραυλικά δίκτυα στα κτίρια λειτουργούν σχεδόν πάντα υπό μερικό φορτίο, το πρόβλημα προκύπτει όταν η αντλία καλείται να ξεπερνάει κατ’ επανάληψη περιττές αντιστάσεις σε εγκαταστάσεις μεταβαλλόμενης παροχής και συμβατικής στατικής υδραυλικής εξισορρόπησης.



Προκειμένου να εξισορροπηθεί σωστά ένα δίκτυο με μεταβλητή ογκομετρική παροχή είναι απαραίτητη η δυναμική ρύθμιση της βάνας εξισορρόπησης. Την λύση προς την κατεύθυνση αυτή παρέχουν οι βάνες αυτόματης εξισορρόπησης. Αυτές αποτελούνται από δύο μέρη: το πρώτο είναι η συνήθης βάνα ελέγχου και το άλλο είναι ο ηλεκτικός διαφορικής πίεσης, ο οποίος συνδέεται σε σειρά και διατηρεί την πίεση σταθερή διαμέσου της βάνας ελέγχου. Η βάνα ελέγχου ενεργοποιείται σύμφωνα με την απαίτηση του δικτύου (π.χ. από σήμα ελέγχου θερμοκρασίας) και αλλάζει τη διαδρομή του εμβόλου, με τη βοήθεια ενός κινητήρα.

Ταυτόχρονα, ο ηλεκτικός διατηρεί μια σταθερή διαφορική πίεση σε μια αντίστοιχη βάνα ελέγχου. Λόγω αυτού του συνδυασμού, η βάνα ελέγχου παραμένει ανεξάρτητη από την πίεση όσο διατηρείται μια συγκεκριμένη ελάχιστη διαφορική πίεση.

Λόγω της δυναμικής συμπεριφοράς τους, οι βάνες αυτόματης εξισορρόπησης μπορούν να αντισταθμίσουν μικρές αποκλίσεις μεταξύ του σχεδιασμού και της συναρμολόγησης στην ίδια την εγκατάσταση. Είναι επίσης δυνατό να αναβαθμιστεί ένα υδραυλικό δίκτυο σχετικά εύκολα με τη χρήση προρυθμιζόμενων βανών εξισορρόπησης, δεδομένου ότι οι βάνες αυτές αντισταθμίζουν και τα νέα υδραυλικά τμήματα.

3.3 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ - ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

3.3.1 Έλεγχος της πίεσης λειτουργίας

Κάποια 'πρακτικά' θέματα που προκύπτουν και αφορούν στην εξοικονόμηση νερού (ζεστού ή κρύου) έχουν να κάνουν με την πίεση που παρέχεται το νερό. Πιο συγκεκριμένα, οι επιχειρήσεις ύδρευσης (δημοτικές ή ιδιωτικές) χρησιμοποιούν αντλίες και αντλιοστάσια για την ενίσχυση των πιέσεων παροχής του νερού στα δίκτυα παροχής. Σε κάποιες περιπτώσεις, η πίεση μπορεί να υπερβαίνει τα 200 psi. Οι περισσότεροι κώδικες υδραυλικών εγκαταστάσεων απαιτούν τη χρήση βαλβίδων ρύθμισης πίεσης (PRV) στα οικιακά συστήματα όπου η πίεση του παρεχόμενου νερού υπερβαίνει τα 80 psi, καθώς οι υψηλότερες πιέσεις μπορούν να επιφέρουν τη ρήξη των σωλήνων και να προκαλέσουν ζημιές στα εξαρτήματα.

Διασφαλίζοντας ότι το νερό εισέρχεται σε μια υδραυλική εγκατάσταση με πίεση που δεν υπερβαίνει τα 60 psi (414 kPa), μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση νερού, μειώνοντας την ποσότητα του νερού που βγαίνει από το υδραυλικό είδος και μειώνοντας την πιθανότητα διαρροής νερού από τους σωλήνες, διαρροής από τους θερμαντήρες, για βρύσες που στάζουν, και για καταστροφικά γεγονότα, εάν υποστούν ρήξη οι σωλήνες, τα ελαστικά ή οι σιμιστώσες σε μία εγκατάσταση που χρησιμοποιεί νερό. Η διατήρηση της πίεσης στα 60 psi μπορεί επίσης να συμβάλει στη διατήρηση της απόδοσης των υδραυλικών ειδών, στη μείωση του θορύβου του πλυντήριου πιάτων και ρούχων, και να μειώσει το ποσοστό βλαβών σε μία υδραυλική εγκατάσταση, ενώ με τη μείωση της κατανάλωσης του ZNX μειώνεται και η ποσότητα της ενέργειας που απαιτείται για την προθέρμανση του νερού.



Ο πιο κοινός τύπος βαλβίδας μείωσης της πίεσης του νερού είναι η βαλβίδα άμεσης δράσης. Οι βαλβίδες άμεσης δράσης αποτελούνται από σώματα τύπου σφαίρας με ένα ελατηριωτό, ανθεκτικό στη θερμότητα διάφραγμα συνδεδεμένο στην έξοδο της βαλβίδας που ενεργεί επάνω σε ένα ελατήριο. Το νερό που εισέρχεται στη βαλβίδα συστέλλεται μέσα στο σώμα της βαλβίδας και κατευθύνεται μέσω του εσωτερικού θαλάμου, ο οποίος ελέγχεται από ένα ρυθμιζόμενο διάφραγμα με ελατήριο και δίσκο. Ακόμη και αν αυξηθεί η πίεση του νερού, η PRV εξασφαλίζει σταθερή ροή νερού σε πίεση λειτουργίας. Η ελάχιστη παροχή μέσω μιας PRV πρέπει να είναι μεταξύ 10 και 15% της μέγιστης επιθυμητής παροχής.

Γενικά, πρέπει να επιλέγεται ένας ρυθμιστής για τον οποίο οι πιέσεις λειτουργίας πέφτουν στο μέσο της ονομαστικής περιοχής του και δεν βασίζονται στο μέγεθος του σωλήνα στον οποίο θα συνδεθεί. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η χρήση μιας PRV δημιουργεί ένα κλειστό σύστημα και ότι η θερμική διαστολή μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη πίεση σε ορισμένες περιπτώσεις. Οι κατά τόπους κώδικες υδραυλικών εγκαταστάσεων θα πρέπει να παρέχουν οδηγίες για τον έλεγχο αυτού του ζητήματος.

3.3.2 Θερμομόνωση σωληνώσεων

Όπως ήδη αναφέρθηκε σε πολλά σημεία προηγούμενα, η θερμική **μόνωση των σωληνών νερού** μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την αποδοτικότητα ενός συστήματος διανομής ζεστού νερού. Με τη μόνωση των σωληνών ζεστού - αλλιά και ψυχρού - νερού μειώνεται ο ρυθμός της απώλειας θερμότητας προς το περιβάλλον και μπορεί να παραδοθεί νερό που είναι 2°C έως 4°C θερμότερο (αντίστοιχα ψυχρότερο) από ό,τι μπορούν να το παραδώσουν οι μη μονωμένοι σωλήνες. Έτσι η θερμοκρασία του νερού διατηρείται μέχρι τα ακραία σημεία της εγκατάστασης, κάτι που εξασφαλίζει ομοιομορφία θέρμανσης ή ψύξης. Επίσης αποφεύγονται οι φθορές από συμπυκνώσεις υδρατμών ή δημιουργία πάγου.

Η αποτελεσματικότητα της μόνωσης εκφράζεται ως τιμή R (αντίσταση θερμοδιαφυγής). Όσο πιο ανθεκτικό είναι το μονωτικό υλικό στη διέλευση της θερμότητας, τόσο υψηλότερη είναι η τιμή R και τόσο πιο αποτελεσματική η μόνωση. Για παράδειγμα, το γκρι μονωτικό υλικό σωληνών 9 mm έχει τιμή R 0,030, ενώ το μπλε των 13 mm έχει τιμή R 0,035 (χρωματική κωδικοποίηση μόνωσης) [11]. Το πολυαιθυλένιο έχει υψηλή τιμή R, άρα έχει εξαιρετικές μονωτικές ιδιότητες. Το υλικό αυτό είναι επίσης φλογεπιβραδυντικό και απορροφά τον ήχο (δηλ. λιγότερος θόρυβος στους σωλήνες). Είναι εύκολο στην τοποθέτηση, επειδή είναι εύκαμπτο και εύκολο να γλιστρήσει πάνω στον σωλήνα, και δεν συρρικνώνεται. Τα συνήθη υλικά που χρησιμοποιούνται για τη μόνωση των σωληνών είναι ο υαλοβάμβακας, ο πετροβάμβακας και η πολυουρεθάνη.

Το ελάχιστο πάχος της μόνωσης καθορίζεται ανάλογα με τη διάμετρο του σωλήνα και το υλικό της θερμομόνωσης. Η μόνωση των σωληνών πραγματοποιείται με λωρίδες μονωτικού παπλώματος ή με θερμομονωτικές θήκες (κοχύλια). Η εσωτερική διάμετρος του μονωτικού περιβλήματος πρέπει να ταιριάζει με τη διάμετρο του σωλήνα για στενή εφαρμογή. Πριν τη μόνωση οι σωλήνες πρέπει να καθαριστούν. Η μόνωση θα πρέπει να φορεθεί στον σωλήνα πριν την συναρμολόγηση, όπου είναι δυνατόν, ώστε να αποφευχθούν οι διαμήκεις ενώσεις. Οι μονωτικές λωρίδες τοποθετούνται γύρω από τους σωλήνες με περιτύλιξη σε σπειροειδή μορφή και αλληλοεπικάλυψη των άκρων τους. Η περιτύλιξη πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην παγιδεύεται αέρας.

Το δέσιμο της μόνωσης γίνεται κάθε 30 ή 60 cm, χρησιμοποιώντας ταινία, σύρμα ή καλώδιο, πράγμα που βοηθάει επίσης στο να διατηρηθεί η μόνωση σε επαφή με το σωλήνα. Μόνωση πρέπει να χρησιμοποιείται σε όλο το μήκος των σωλήνων, συμπεριλαμβανομένων των γωνιών, των ενώσεων και των αρμών, αλλά θα πρέπει να διατηρείται σε απόσταση τουλάχιστον 15 cm μακριά από την καμινάδα των θερμαντήρων νερού πετρελίου ή αερίου. Τα μονωτικά παπλώματα έχουν γενικά πιο χρονοβόρα διαδικασία εφαρμογής, ενδείκνυνται όμως για τη μόνωση των σωλήνων ειδικά σε σημεία διακλαδώσεων. Τα πάχη των μονωτικών κοχυλίων στις σωληνώσεις ζεστού νερού πρέπει να είναι τουλάχιστον 9 mm.

Οι μονωμένες σωληνώσεις οι οποίες είναι εκτεθειμένες στην ηλιακή ακτινοβολία (οδεύσεις στα δώματα) πρέπει να φέρουν εξωτερική προστασία με φύλλο αλουμινίου πάχους 0,6 mm. Από την άλλη, οι σωλήνες που διατρέχουν τον τοίχο είναι δύσκολο να μονωθούν εξαιτίας της έλλειψης χώρου. Αυτό που μπορεί να γίνει σε αυτή την περίπτωση είναι να γεμίσουν τα κενά στον τοίχο με αφρό πολυουρεθάνης ή ορυκτοβάμβακα.

3.3.3 Έξυπνοι υδρομετρητές

Ο υδρομετρητής είναι μία συσκευή που χρησιμοποιείται για την ηλεκτρονική καταγραφή της κατανάλωσης του νερού σε ένα κτίριο. Ένας 'έξυπνος' υδρομετρητής έχει την ικανότητα να αποθηκεύει και να μεταδίδει μεγάλο όγκο δεδομένων που σχετίζονται με την κατανάλωση και χρήση του νερού σε πραγματικό χρόνο. Οι 'έξυπνοι' υδρομετρητές φέρουν ένα ηλεκτρονικό τσιπάκι προκειμένου η κατανάλωση του νερού να καταγράφεται αυτόματα μέσω του τηλεμετρικού συστήματος στις φορητές συσκευές των τελικών χρηστών ή/και στη βάση δεδομένων των εταιριών ύδρευσης. Οι υδρομετρητές, εκτός από τον όγκο του νερού (κατανάλωση) καταγράφουν και το χρόνο/τρόπο της κατανάλωσης.

Οι 'έξυπνοι' υδρομετρητές είναι συστατικό στοιχείο ενός αυτοματοποιημένου συστήματος ύδρευσης (AMI). Τα συστήματα αυτά έχουν την δυνατότητα να μετρούν και να αναλύουν πληροφορίες σχετικές με την κατανάλωση του νερού και κατόπιν να επικοινωνούν τις πληροφορίες αυτές στον καταναλωτή / πελάτη μέσω του διαδικτύου. Οι επιχειρήσεις ύδρευσης χρησιμοποιούν συστήματα αυτοματοποιημένης ύδρευσης (AMI) ως μέρος της ευρύτερης πρωτοβουλίας ανάπτυξης "Smart Grids", τα οποία περιλαμβάνουν και υπηρεσίες ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου (μέτρηση κατανάλωσης). Η τεχνολογία AMI επεκτείνει την υπάρχουσα προηγμένη ανάγνωση μέτρησης (AMR) παρέχοντας αμφίδρομη επικοινωνία και επιτρέποντας την αποστολή των πληροφοριών και των εντολών προς τους τελικούς χρήστες για πολυπληθούς σκοπούς (π.χ. χρήση

σε πραγματικό χρόνο και πληροφορίες τιμολόγησης, ανίχνευση διαρροής και μη ορθής χρήσης, ανταλλαγή μηνυμάτων για στοχευμένη αποδοτική χρήση, μετρώντας αλληλαγές στη χρήση του νερού, και ακόμη υπηρεσίες διακοπής παροχής εξ' αποστάσεως).

Η εφαρμογή των 'έξυπνων' υδρομετρητών που συλλέγουν δεδομένα χρήσης του νερού σε πραγματικό χρόνο, φαίνεται επίσης να βοηθά τους χρήστες / καταναλωτές να διαχειριστούν τη χρήση του νερού καθώς και τις εταιρίες ύδρευσης, οι οποίες έχουν την δυνατότητα να διαχειριστούν το δίκτυό τους πιο αποτελεσματικά μέσω της ανίχνευσης διαρροών ή όποιας άλλης μη ορθής χρήσης.

3.4 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΜΜΕΣΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα όμβρια ύδατα και το γκρίζο νερό αποτελούν εναλλακτικές πηγές νερού. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στα συστήματα ομβρίων υδάτων και τα συστήματα γκρίζου νερού, που αποτελούν τεχνολογίες έμμεσης εξοικονόμησης νερού. Οι τεχνολογίες αυτές παρέχουν τη δυνατότητα εξοικονόμησης πόσιμου νερού, αφού προσφέρουν νερό χρήσης που συνήθως μπορεί να αξιοποιηθεί κυρίως σε μη πόσιμες χρήσεις.

Μόνο το 20% του νερού που χρησιμοποιείται από διάφορους τομείς που λαμβάνουν δημόσια παροχή νερού καταναλώνεται πραγματικά. Το υπόλοιπο 80% επιστρέφει στο περιβάλλον, κυρίως ως επεξεργασμένα απόβλητα. Στις πόλεις, τα νερά της βροχής συνήθως οδηγούνται στα δίκτυα αποχέτευσης όπου συγχωνεύονται με τα λύματα. Αυτό αποτρέπει τις βροχοπτώσεις να διεισδύσουν στο έδαφος και να αποτελέσουν μέρος του αποθέματος των υπόγειων υδάτων, που μπορεί να μας ωφελήσουν στο μέλλον. Η απορροή της βροχής και τα υγρά απόβλητα συνήθως περνούν από μια εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων προτού επιστρέψουν σε ποτάμια ή στη θάλασσα.

Με κάποιες αλλαγές στα αστικά υδατικά συστήματα, θα μπορούσε το νερό της βροχής να αξιοποιείται και έτσι θα υπήρχαν λιγότερα λύματα προς επεξεργασία. Μια από αυτές τις αλλαγές είναι η επαναχρησιμοποίηση των 'γκρίζων νερών', δηλαδή τα οικιακών λυμάτων που δεν προέρχονται από την τουαλέτα, όπως είναι τα λύματα από το μπάνιο, το ντους, τους νιπτήρες και την κουζίνα. Το νερό αυτό μπορεί να υποστεί επιτόπια επεξεργασία και στη συνέχεια να επαναχρησιμοποιηθεί, σε χρήσεις όπου δεν απαιτείται ποιότητα πόσιμου νερού.

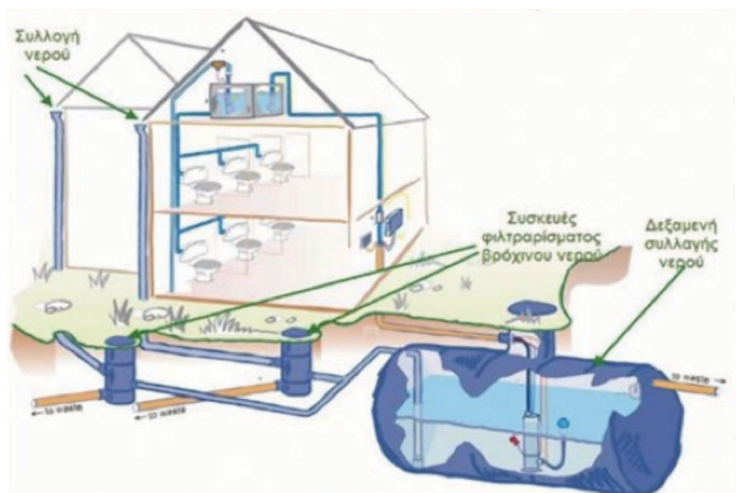
Ακόμη, είναι δυνατό να εφαρμοστεί συλλογή των όμβριων υδάτων που ρέουν στις στέγες ή τους δρόμους. Το νερό αυτό μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε δραστηριότητες που δεν απαιτούν πόσιμο νερό, όπως είναι το καζανάκι της τουαλέτας, το πλύσιμο του αυτοκινήτου ή το πότισμα του κήπου, ενώ θα μπορούσε επίσης να οδηγηθεί απευθείας προς επαναφόρτιση των υπόγειων υδάτων. Η εναλλακτική διαχείριση των ομβρίων υδάτων, κρατώντας το νερό στην πόλη και επιτρέποντας το να διεισδύσει στο έδαφος και να συσσωρευτεί σε σώματα νερού, παρέχει πρόσθετα πλεονεκτήματα, καθώς δημιουργούνται χώροι αναψυχής και μια αίσθηση δροσιάς σε περιόδους καύσωνα.

3.4.1 Συστήματα συλλογής και επεξεργασίας ομβρίων υδάτων

Βασικές κατηγορίες συστημάτων ομβρίων υδάτων

Υπάρχει πληθώρα επιλογών σχετικά με τον τύπο, την διάταξη και τα συστατικά μέρη των συστημάτων συλλογής και επεξεργασίας ομβρίων υδάτων. Η συλλογή των ομβρίων υδάτων γίνεται κατευθείαν από την επιφάνεια στην οποία πέφτουν και, στην περίπτωση της συλλογής τους σε δεξαμενές για οικιακή χρήση, αφορά τη συλλογή και αποθήκευση του νερού από στέγες που τείνει να είναι λιγότερο ρυπασμένο και καλύτερης ποιότητας από ό,τι από χώρους όπως είναι τα πεζοδρόμια, οι χώροι στάθμευσης και οι δρόμοι. Τα οικιακά συστήματα συλλογής βρόχινου νερού αποτελούνται από τα παρακάτω στοιχεία:

- Επιφάνεια συλλογής βροχοπτώσεων.
- Λούκια και υδρορροές.
- Φίλτρα, εσχάρες και διαχωριστές πρώτης απόπλυσης, που συντελούν στην απομάκρυνση των ρύπων.
- Μία ή περισσότερες δεξαμενές.
- Σύστημα επεξεργασίας και απολύμανσης του βρόχινου νερού.
- Σύστημα διανομής επεξεργασμένου νερού.



Σχήμα 3-6: Τυπικό σύστημα συλλογής ομβρίων υδάτων

Τα συστήματα ομβρίων υδάτων μπορούν να χωριστούν σε δύο βασικές κατηγορίες, ανάλογα με το βαθμό επεξεργασίας που προσφέρουν:

- Συστήματα συλλογής και αποθήκευσης: πραγματοποιούν απομάκρυνση των φερτών υλικών και απορριμμάτων μέσω μιας εσχάρας και στη συνέχεια το νερό αποθηκεύεται. Οι δυνατότητες αξιοποίησης των συλλεγόμενων υδάτων περιορίζονται στην άρδευση κήπων.
- Συστήματα συλλογής, επεξεργασίας και αποθήκευσης: περιλαμβάνουν επεξεργασία των συλλεγόμενων υδάτων μέσω φίλτρανσης πολλών σταδίων και απολύμανσης. Επιτρέπουν την αξιοποίηση του νερού σε αποχωρητήρια, στο πλυντήριο ρούχων, για εξωτερικές χρήσεις (όπως πλύσιμο του αυτοκινήτου) και για άρδευση κήπων.

Τα συστήματα αυτά κατηγοριοποιούνται περαιτέρω ανάλογα με την τοποθέτηση της δεξαμενής αποθήκευσης σε συστήματα βαρύτητας και σε συστήματα με άντληση. Έτσι, διακρίνονται δύο βασικοί (κλασσικοί) τύποι συστημάτων:

1. Στον πρώτο τύπο το νερό συλλέγεται σε μία δεξαμενή αποθήκευσης (η οποία βρίσκεται π.χ. στην ταράτσα του κτιρίου) και τροφοδοτείται δια της βαρύτητας προς το/τα σημείο/α χρήσης.
2. Στον δεύτερο τύπο το νερό συλλέγεται σε μία δεξαμενή αποθήκευσης που τοποθετείται είτε στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου είτε υπόγεια και αντλείται άμεσα προς το/τα σημείο/α χρήσης.

Υπάρχει και ένας τρίτος 'τύπος', που αποτελεί συνδυασμό των δύο παραπάνω, όπου το νερό συλλέγεται σε μία δεξαμενή αποθήκευσης και αντλείται σε μια ενδιάμεση δεξαμενή, απ' όπου τροφοδοτείται δια της βαρύτητας προς το/τα σημείο/α χρήσης.

Αυτό που πάντως υπάρχει σε οποιαδήποτε διαμόρφωση του συστήματος είναι μια δεξαμενή αποθήκευσης του νερού της βροχής. Τέτοιες δεξαμενές διατίθενται τόσο για εσωτερική όσο και για εξωτερική τοποθέτηση στο χώρο. Οι εξωτερικές δεξαμενές αποθήκευσης μπορούν να είναι ανεξάρτητες, μερικώς ή πλήρως θαμμένες, ενώ μπορεί να συνδυάζονται μεταξύ τους περισσότερες από μία δεξαμενές. Η κύρια δεξαμενή αποθήκευσης του βρόχινου νερού πρέπει να κατασκευάζεται από ένα υλικό που θα δημιουργεί μια υδατοστεγή κατασκευή χωρίς να ευνοεί την ανάπτυξη μικροβιακών οργανισμών. Τέτοια υλικά είναι το πολυπροπυλένιο, το πολυαιθυλένιο, το ενισχυμένο με γυαλί π्लाστικό, ο επικαλυμμένος με εν θερμώ εμβάπτιση χάλυβας και το τσιμέντο.

Σχεδιασμός και κατασκευή του συστήματος

Λόγω της πληθώρας επιλογών που υπάρχουν δεν είναι δυνατό να παρουσιαστεί μια κοινή διάταξη για όλους τους τύπους των συστημάτων συλλογής και επεξεργασίας των ομβρίων υδάτων. Στα Σχήματα 3-7 και 3-8 παρουσιάζονται οι διατάξεις των συστημάτων για τους δύο κλασσικούς τύπους που περιγράφηκαν παραπάνω. Πριν από αυτό, θα πρέπει να αναφερθούν τα κύρια συστατικά / συνιστώσες ενός συστήματος συλλογής βρόχινου νερού, πέραν φυσικά της δεξαμενής αποθήκευσης που έχει ήδη παρουσιαστεί στα προηγούμενα.

Τα κύρια συστατικά ενός συστήματος συλλογής και επεξεργασίας ομβρίων υδάτων είναι:

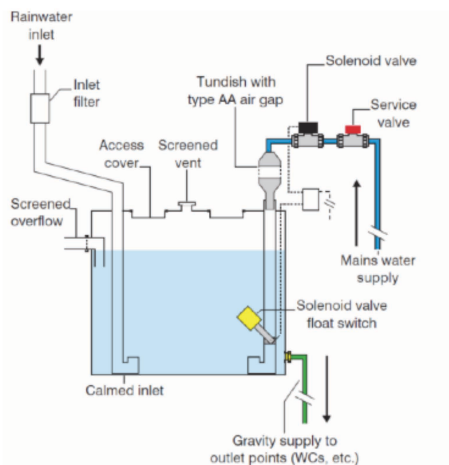
- ▶ **Φίλτρο εισόδου:** Χρησιμοποιείται για την αφαίρεση των φύλλων, των ακαθαρσιών, κλπ. από το νερό που εισέρχεται στην δεξαμενή αποθήκευσης. Ο τύπος (καθοδικού αγωγού, πλέγματος ή περιδίνησης) και ο αριθμός των φίλτρων που εγκαθίστανται εξαρτάται από την επιθυμητή χρήση του συλλεγόμενου βρόχινου νερού, το μέγεθος της εγκατάστασης και τις τοπικές συνθήκες.
- ▶ **Στόμιο εισόδου κατευνασμού** (calmed inlet): Εγκαθίσταται προκειμένου να αποτρέψει τον στροβιλισμό που θα μπορούσε να οδηγήσει στην διατάραξη των λεπτών σωματιδίων στον πυθμένα της δεξαμενής και στην οξυγόνωση του νερού, ελαχιστοποιώντας έτσι τον κίνδυνο ύπαρξης σωματιδίων.
- ▶ **Σιφόνι υπερχειλίσης:** Η χρήση του επιτρέπει στο επιφανειακό στρώμα που δημιουργείται από την άνοδο στην επιφάνεια του νερού κάποιων μικρής πυκνότητας λεπτών σωματιδίων να αφαιρεθεί λόγω μιας διαδικασίας 'ξαφρίσματος' που εμφανίζεται όταν υπερχειλίζει η δεξαμενή.
- ▶ **Επιπλέων σημείο εξαγωγής:** Είναι ένα φίλτρο πλέγματος με μια σύνδεση μέσω σωλήνα το οποίο αναρτάται ελεύθερα κοντά στην επιφάνεια του νερού (με τη βοήθεια μιας μπάλας) και επιτρέπει στο αποθηκευμένο νερό που εισέρχεται στην αντλία να λαμβάνεται στα 100-150 mm κάτω από την επιφάνεια (το σημείο όπου το νερό είναι πιο καθαρό).
- ▶ **Βαλβίδα αντεπιστροφής:** Τοποθετείται με στόχο την πρόληψη της μόλυνσης των αποθηκευμένων ομβρίων υδάτων σε περίπτωση υπερφόρτωσης της παροχής ή της αποχέτευσης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σιφόνι υπερχειλίσης το οποίο περιλαμβάνει ένα στοιχείο αντεπιστροφής.
- ▶ **Αντλία:** Οι αντλίες που χρησιμοποιούνται για τη διανομή του συλλεγόμενου βρόχινου νερού είναι είτε βυθιζόμενες είτε αναρρόφησης. Οι μεν πρώτες τοποθετούνται εντός της δεξαμενής αποθήκευσης, οι δε δεύτερες είναι αυτόμα-

τες, πολυ-επίπεδες αντλίες που τοποθετούνται εκτός της δεξαμενής, είτε σε ένα επί τούτου κατασκευασμένο περίβλημα είτε στο εσωτερικό του κτιρίου.

- ▶ **Μονάδα έλεγχου αντλίας:** Αυτή φροντίζει ώστε κάθε φορά η αντλία να καλύπτει τη ζήτηση και την προστατεύει από την λειτουργία εν ξηρώ, όπως επίσης και τον κινητήρα από υπερθέρμανση και ηλεκτρική υπερφόρτωση. Περιλαμβάνει χειροκίνητη λειτουργία παράκαμψης. Μπορεί να είναι αυτόνομη ή ενσωματωμένη στη διάταξη έλεγχου του εφεδρικού δικτύου παροχής νερού.
- ▶ **Πλωτηροδιακόπτης:** Χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τη μονάδα έλεγχου της αντλίας για την παροχή προστασίας στην αντλία από λειτουργία εν ξηρώ. Χρησιμοποιείται επίσης σε συνδυασμό με την διάταξη έλεγχου εφεδρικής παροχής νερού για να θέτει σε λειτουργία την εφεδρική παροχή.
- ▶ **Δοχείο διαστολής:** Χρησιμοποιείται ως δοχείο πίεσης / δεξαμενή συσσώρευσης σε ορισμένα αντλητικά συστήματα συλλογής βρόχινου νερού, με σκοπό τη μεγιστοποίηση της διάρκειας ζωής της αντλίας μέσω της μείωσης των διακυμάνσεών της.
- ▶ **Δείκτης στάθμης νερού:** Μπορεί να συμπεριλαμβάνεται στην εγκατάσταση όταν ο τελικός χρήστης επιθυμεί να είναι σε θέση να παρακολουθεί τον όγκο του αποθηκευμένου νερού.
- ▶ **Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ελέγχου του διάκενου αέρος τύπου AA:** Χρησιμοποιείται όταν η εφεδρική παροχή νερού παρέχεται μέσω μίας διάταξης κενού αέρος τύπου AA, για τη διοχέτευση της εφεδρικής παροχής στη δεξαμενή αποθήκευσης του βρόχινου νερού μέσω μιας κατάλληλης διάταξης σωληνώσεων.

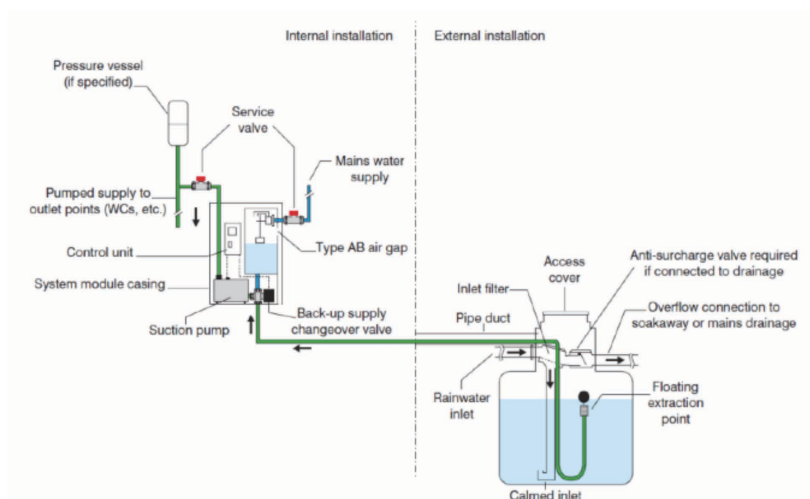
Αξίζει να σημειωθεί ότι στην αγορά διατίθενται ολοκληρωμένα πακέτα εξοπλισμού, τα οποία είναι συναρμοσμένα στο εργοστάσιο σταθμοί συλλογής βρόχινου νερού που περιέχουν τουλάχιστον τις εξής συνιστώσες: α) αντλία (αναρρόφησης), β) έλεγχο αντλίας για προστασία από ξηρή λειτουργία, και γ) διάταξη σύνδεσης εφεδρικής παροχής νερού με διάκενο αέρος τύπου AB. Η συναρτησιακή μονάδα μπορεί επίσης να περιέχει και άλλα εξαρτήματα (π.χ. μετρητή στάθμης νερού).

Στο Σχήμα 3-7, η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού είναι τοποθετημένη κάτω από την πηγή και πάνω από τις συσκευές που πρόκειται να τροφοδοτηθούν με αυτό το νερό. Στην περίπτωση αυτή δεν χρειάζεται καμία αντλία, καθώς το νερό της βροχής διοχετεύεται εντός της δεξαμενής και το νερό διανέμεται στις συσκευές με την αρχή της βαρύτητας. Πάντως, αυτός ο τύπος συστήματος δεν είναι τόσο κοινός όσο ο τύπος συστήματος άντλησης.



Σχήμα 3-7: Διάταξη όπου το νερό συλλέγεται σε μία δεξαμενή αποθήκευσης και τροφοδοτείται δια της βαρύτητας προς το σημείο της χρήσης

Στη διάταξη του Σχήματος 3-8 χρησιμοποιείται μία συναρτησιακή μονάδα η οποία – μεταξύ των άλλων - περιλαμβάνει μια αντλία αναρρόφησης. Αρκετά συστήματα αυτού του τύπου χρησιμοποιούν υποβρύχιες αντλίες και μπορεί να χρησιμοποιούν μεμονωμένες συστησώσες αντί της (πλήρους) συναρτησιακής μονάδας. Η εφεδρική παροχή νερού εμφανίζεται ως μια διάταξη κενού αέρος τύπου AA με μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα.



Σχήμα 3-8: Διάταξη όπου το νερό συλλέγεται σε μια δεξαμενή αποθήκευσης και αντλείται απευθείας προς το σημείο χρήσης

Σημειώνεται ότι, οι διατάξεις που παρουσιάστηκαν παραπάνω δεν προορίζονται για χρήση τους ως υποδείγματα διαγραμμάτων εγκατάστασης. Μερικές ρυθμίσεις ή εξαρτήματα μπορεί να μην είναι κατάλληλα ή / και απαραίτητα για όλες τις εγκαταστάσεις. Ο σχεδιασμός του συστήματος πρέπει να ικανοποιεί κάθε υφιστάμενη ρυθμιστική απαίτηση, να είναι συμβατός με τις οδηγίες του κατασκευαστή των εξαρτημάτων, και να καλύπτει με τον καλύτερο τρόπο τις ανάγκες του πελάτη σε σχέση με τον τύπο και το μέγεθος του συστήματος, τα χαρακτηριστικά του κτιρίου και τους περιορισμούς του διατιθέμενου χώρου εγκατάστασης.

Όταν πρόκειται να σχεδιαστεί ένα σύστημα συλλογής και επεξεργασίας ομβρίων υδάτων είναι σημαντικό, αφενός να καθοριστούν οι τεχνικές προδιαγραφές χωρητικότητας της δεξαμενής αποθήκευσης βρόχινου νερού και, αφετέρου, να εξετασθούν τα ακόλουθα θέματα:

- Πρόληψη της στασιμότητας του νερού.
- Διασφάλιση ότι η παροχή της δεξαμενής αποθήκευσης καλύπτει τους αεραγωγούς.
- Προδιαγραφές διήθησης.
- Μέτρα πρόληψης της μόλυνσης και ανάπτυξης μικροβίων.
- Μέτρα πρόληψης για το ενδεχόμενο υπερχειλίσης.
- Διαδικασία αντιμετώπισης της υπερχειλίσης από τις δεξαμενές αποθήκευσης.
- Τεχνικές προδιαγραφές για την εγκατάσταση των αντλιών του συστήματος.
- Προδιαγραφές για την θέση της δεξαμενής αποθήκευσης.
- Θέματα επεξεργασίας νερού.

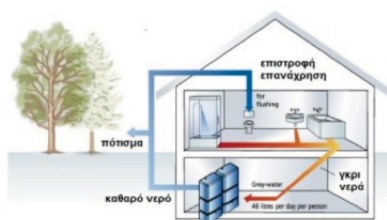
Ένα άλλο θέμα που χρήζει προσοχής είναι αυτό της θέσης και της μεθόδου εγκατάστασης μιας δεξαμενής αποθήκευσης κάτω από το έδαφος. Αυτές ποικίλουν ανάλογα με την περιοχή και θα πρέπει να καθορίζονται σε σχέση με:

- τις οδηγίες του κατασκευαστή,
- την αντοχή και σταθερότητα του εδάφους,
- τη στάθμη των υπόγειων υδάτων,
- την εγγύτητα των δέντρων,
- την εγγύτητα σε επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας,
- την εγγύτητα στα θεμέλια,
- τη σκίαση και τις θερμοκρασίες,
- τις διόδους πρόσβασης.

3.4.2 Συστήματα ανακύκλωσης γκρίζου νερού

Με τον όρο «γκρίζο νερό» εννοούνται τα οικιακά λύματα χωρίς το “μαύρο νερό” από τις τουαλέτες. Οι τυπικές πηγές γκρίζου νερού περιλαμβάνουν το νερό από το μπάνιο (ντους, μπάνιο, νιπτήρας χεριών), το πλυντήριο ρούχων, το πλυντήριο πιάτων και την προετοιμασία του φαγητού. Επειδή το νερό από το πλυντήριο πιάτων είναι πιο ρυπασμένο, υπάρχει ένας διαχωσμός για τη συγκεκριμένη πηγή. Έτσι, το νερό από την πηγή αυτή δεν συνθίζεται να τροφοδοτεί το σύστημα γκρίζου νερού, όπως συμβαίνει συνήθως και με το νερό από τον νεροχύτη της κουζίνας.

Το γκρίζο νερό, λόγω του χαμηλού φορτίου ρύπων που αποικοδομούνται εύκολα, μπορεί να καθαριστεί χωρίς μεγάλη δυσκολία και να επαναχρησιμοποιηθεί στο καζανάκι, για πότισμα του κήπου και σε άλλες χρήσεις που δεν απαιτούν πόσιμο νερό. Απαιτείται ξεχωριστή συλλογή και αποθήκευση του γκρίζου νερού και αποθήκευση του νερού χρήσης. Εάν είναι απαραίτητο, μπορεί να γίνει απολύμανση. Λόγω της μικρής περιόδου που απαιτείται για την διεργασία ανακύκλωσης του νερού (λιγότερο από μία ημέρα), η δεξαμενή αποθήκευσης μπορεί να είναι αρκετά μικρή, καλύπτοντας κατά μέσο όρο την παροχή γκρίζου νερού και τη ζήτηση νερού για μια ημέρα. Το επεξεργασμένο νερό μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για πότισμα φυτών και για αύξηση υπόγειων ή επιφανειακών υδάτων.



Η τεχνολογία γκρίζου νερού μπορεί να εφαρμοστεί σε ιδιωτικές κατοικίες αλλά και σε συλλογικό επίπεδο διαχείρισης για ομάδες σπιτιών ή μεγαλύτερα κτίρια. Οι τεχνολογίες επεξεργασίας γκρίζου νερού συνήθως ενσωματώνονται στα υπόγεια των κτιρίων. Ο χώρος που απαιτείται είναι ανεξάρτητος από το τοπικό κλίμα, αλλά εξαρτάται από την ποσότητα και το ρυπαντικό φορτίο του γκρίζου νερού και την απαιτούμενη ποιότητα του νερού χρήσης. Η ημερήσια ποσότητα του παραγόμενου γκρίζου νερού μπορεί να κυμαίνεται από 0,1 ως 0,3 m³ ανά άτομο. Η απαιτούμενη ενέργεια, συμπεριλαμβανομένης της παροχής του νερού χρήσης, είναι περίπου 2 kWh/m³.

Επιπλέον, τα δύο κλάσματα, δηλαδή το γκρίζο νερό από το μπάνιο και το πλύσιμο ρούχων και το γκρίζο νερό από την κουζίνα, μπορούν να υποστούν επεξεργασία μαζί ή χωριστά. Κατά κύριο λόγο οι διαδικασίες επεξεργασίας και για τις δύο επιλογές είναι όμοιες, αλλά για την επεξεργασία του γκρίζου νερού από την κουζίνα απαιτείται ένα επιπλέον πρωταρχικό στάδιο επεξεργασίας λόγω του υψηλότερου ρυπαντικού φορτίου. Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να ερευνείται αν είναι καταλληλότερη η επιμέρους ή η συνδυασμένη επεξεργασία.

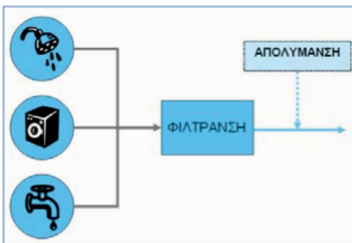
Επιπλέον, τα δύο κλάσματα, δηλαδή το γκρίζο νερό από το μπάνιο και το πλύσιμο ρούχων και το γκρίζο νερό από την κουζίνα, μπορούν να υποστούν επεξεργασία μαζί ή χωριστά. Κατά κύριο λόγο οι διαδικασίες επεξεργασίας και για τις δύο επιλογές είναι όμοιες, αλλά για την επεξεργασία του γκρίζου νερού από την κουζίνα απαιτείται ένα επιπλέον πρωταρχικό στάδιο επεξεργασίας λόγω του υψηλότερου ρυπαντικού φορτίου. Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να ερευνείται αν είναι καταλληλότερη η επιμέρους ή η συνδυασμένη επεξεργασία.

Τεχνικά χαρακτηριστικά – Κατηγορίες τεχνολογιών

Τα συστήματα ανακύκλωσης γκρίζου νερού χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, ανάλογα με το βαθμό επεξεργασίας που προσφέρουν, ο οποίος σχετίζεται με την ποιότητα του νερού και επομένως με τις δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης του επεξεργασμένου νερού. Όπως είναι προφανές, καλύτερη επεξεργασία συνεπάγεται μεγαλύτερο κόστος αθλήα και μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας. Τα βασικά συστήματα γκρίζου νερού είναι:

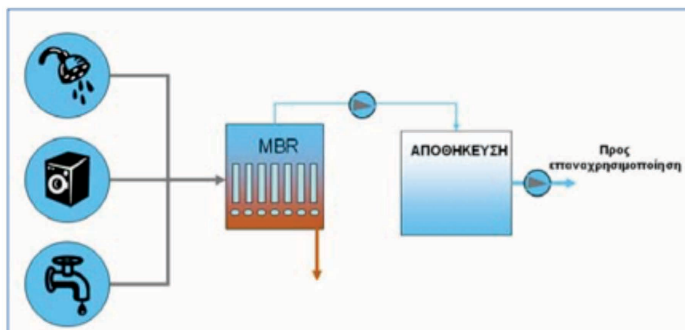
- Συστήματα βασικής επεξεργασίας: Τα συστήματα αυτά περιλαμβάνουν επεξεργασία μέσω φίλτρανσης και επιτρέπουν τη διάθεση του επεξεργασμένου νερού για άρδευση κήπων.
- Συστήματα προχωρημένης επεξεργασίας: Τα συστήματα αυτά περιλαμβάνουν προ-φίλτρωση, απολίπανση, αερόβια βιολογική επεξεργασία, καθίζηση και απολύμανση με σύστημα υπεριώδους ακτινοβολίας και επιτρέπουν τη διάθεση του επεξεργασμένου νερού στα αποχωρητήρια, για εξωτερικές χρήσεις (όπως για πλήσιμο του αυτοκινήτου) και για άρδευση κήπων.

Στα μεν συστήματα βασικής επεξεργασίας εφαρμόζονται είτε η απλή μέθοδος (δίθληση ή χρήση μεμβρανών) είτε φυσικές μέθοδοι (φίλτρα άμμου, προσρόφηση, μεμβράνες), στα δε συστήματα προχωρημένης επεξεργασίας χημική μέθοδος (κροκίδωση με ηλεκτρολύτες, η φωτοκατάλυση και η συμβατική κροκίδωση) ή βιολογικές μέθοδοι (περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι, αερόβια βιολογικά φίλτρα και βιοαντιδραστήρες μεμβράνης). Υπάρχει μία ακόμη κατηγορία που είναι οι εκτεταμένες μέθοδοι επεξεργασίας (τεχνητοί υγροβιότοποι, τεχνητές λίμνες). Οι συνθηέστερα χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες είναι οι βιολογικές μέθοδοι επεξεργασίας και ακολουθούν οι φυσικές και εκτεταμένες μέθοδοι. [12]



Όσον αφορά τα **συστήματα βασικής επεξεργασίας**, οι απλές τεχνολογίες που εφαρμόζονται για την ανακύκλωση του γκρίζου νερού περιλαμβάνουν συστήματα διήθησης σε φίλτρο με ελάχιστη διάμετρο της τάξης των 100 microns, τα οποία επιτυγχάνουν την απομάκρυνση των μεγαλύτερων σε μέγεθος στερεών και συστήματα που συνδυάζουν τη διήθηση με την απο-

λύμανση της προκύπτουσας εκροής. Η βασική αρχή λειτουργίας των συστημάτων αυτών (βλ. σχήμα αριστερά) είναι ο μικρός χρόνος παραμονής, έτσι ώστε να μη μεταβάλλεται η φύση του γκρίζου νερού και η ελάχιστη απαιτούμενη επεξεργασία. Στα συστήματα αυτά, η απολύμανση συντελείται συνήθως με την προσθήκη ταμπλετας χλωρίου μέσω κατάλληλου συστήματος δοσομέτρησης.



Τα **συστήματα προχωρημένης επεξεργασίας** του γκρίζου νερού περιλαμβάνουν συστήματα συμβατικής βιολογικής επεξεργασίας προσκολλημένης ή αιωρούμενης βιομάζας καθώς και συστήματα επεξεργασίας με μεμβράνες (MBR). Περιορισμένη εφαρμογή βρίσκουν επίσης τα συστήματα χημικής επεξεργασίας. Τα συστήματα αντιδραστήρων με μεμβράνες (βλ σχήμα δεξιά) αποτελούν σχετικά πρόσφατη εξέλιξη στον τομέα της επεξεργασίας γκρίζου νερού. Η μέθοδος αυτή ουσιαστικά συνδυάζει την κλασική και ευρέως διαδεδομένη μέθοδο ενεργού ιλύος με τη διύλιση. Η καινοτομία της μεθόδου έγκειται στη χρήση ειδικών μεμβρανών νέας τεχνολογίας οι οποίες βρίσκονται βυθισμένες στο ανάμικτο υγρό και μέσω των οποίων διακινείται το προς επεξεργασία νερό.

Τα συστήματα που διατίθενται στην αγορά είναι συμπαγή (compact) συστήματα και αποτελούνται συνήθως από δεξαμενή μεμβρανών και δεξαμενή αποθήκευσης, σύστημα αερισμού (φυστήρες) για τον καθαρισμό των μεμβρανών και την τροφοδοσία του συστήματος με τον απαιτούμενο αέρα για την τέληση των βιολογικών διεργασιών και αντλία απομάκρυνσης του διηθήματος, ενώ, ανάλογα με την τελική χρήση, συνήθως απαιτείται και αντλία διανομής ή ανακυκλοφορίας του επεξεργασμένου νερού εντός του κτιρίου. Στο σχήμα 3-9 παρατίθεται το διάγραμμα ροών του νερού μιας τυπικής μονάδας βασισμένης στην τεχνολογία μεμβρανών, μαζί με τα κύρια συστατικά στοιχεία ενός τέτοιου συστήματος.



Σχήμα 3 9: Επεξεργασία και ανακύκλωση γκρίζου νερού με πατενταρισμένα συστήματα της εταιρίας GreenLife

Κατασκευή συστήματος ανακύκλωσης γκρίζων νερών - Έλεγχος και συντήρηση

Τα συστήματα γκρίζου νερού απαιτούν την εγκατάσταση ιδιαίτερου δικτύου για τη συλλογή του γκρίζου νερού, αυξάνοντας σημαντικά το κόστος εφαρμογής στην περίπτωση υφιστάμενων κτιρίων. Για νέα κτίρια και εφόσον υπάρξει αντίστοιχη πρόβλεψη κατά τη φάση της κατασκευής, το κόστος μειώνεται σημαντικά. Ακόμη, το κόστος αυξάνεται με τη χρήση δεξαμενής εξισορρόπησης προκειμένου να αποθηκευτεί η παραγόμενη ποσότητα κατά τις βροχερές μέρες όπου δεν γίνεται άρδευση. Σε κατοικίες με αυξημένες απαιτήσεις άρδευσης, το σύστημα επεξεργασίας ημιακάθαρτου νερού μπορεί να συνδυαστεί με το σύστημα συλλογής ομβρίων υδάτων.

Ορισμένα θέματα που πρέπει να εξετάζονται κατά τη φάση της κατασκευής αυτών των συστημάτων, αλλά και αργότερα, για την λειτουργία και συντήρησή τους, είναι τα εξής:

1. Η δεξαμενή αποθήκευσης ημι-ακαθάρτων (γκρίζων) νερών τοποθετείται μέσα στο κτίριο (αν υπάρχει επαρκής χώρος) ή σε κοντινή απόσταση.

2. Σχεδιάζεται διπλό δίκτυο σωληνώσεων για τη συλλογή και ανακύκλωση των γκρίζων νερών, που δεν αναμειγνύεται με το (πόσιμο) νερό του δικτύου. Στα νέα κτίρια προβλέπεται η ανάπτυξη χωριστού δικτύου από την αρχή, ακόμα και αν δεν εγκατασταθεί αμέσως. Η εκ των προτέρων σχεδίαση είναι οικονομικότερη και αποτελεσματικότερη σε σχέση με την εκ των υστέρων ανάπτυξή του.
3. Αν και στην Ελλάδα δεν υπάρχουν σημαντικές εφαρμογές μέχρι σήμερα, η σχετική τεχνολογία διεθνώς αναπτύσσεται ραγδαία. Η αξιοποίηση της διαθέσιμης εμπειρίας συμβάλλει στην αποφυγή προβλημάτων και δυσκολιών.
4. Στο σχεδιασμό του συστήματος πρέπει να προβλέπεται η δυνατότητα σύνδεσης με το σύστημα αποχέτευσης σε περίπτωση δυσλειτουργίας ή υπερχειλίσης.
5. Τα εξαρτήματα και ο εξοπλισμός (αντλίες, βαλβίδες, σωληνώσεις, μονάδα επεξεργασίας, κλπ.) πρέπει να πληρούν προδιαγραφές που να ταιριάζουν με τις απαιτήσεις του συστήματος ανακύκλωσης γκρίζων νερών (αντοχές και διαστάσεις σωληνώσεων, λειτουργία αντλιών, κλπ.). Οι βαλβίδες τριών κατευθύνσεων που θα χρησιμοποιηθούν, πρέπει να διατηρούν καθαρή τη δίοδο νερού μη προερχόμενου από ανακύκλωση.
6. Η δεξαμενή αποθήκευσης πρέπει να τοποθετηθεί σε στεγνό, σταθερό και επίπεδο έδαφος, ίσως σε τσιμεντένια βάση, λίγο πιο πάνω από το έδαφος.
7. Η δεξαμενή πρέπει να είναι σταθερή, να μην υπάρχει κίνδυνος ανατροπής της.
8. Οι σωληνώσεις που μεταφέρουν το ανακυκλωμένο νερό πρέπει να έχουν κατάλληλη σήμανση ή/και διαφορετικό χρωματισμό, για τους τεχνικούς που θα εργασθούν στον καθαρισμό ή επιδιόρθωση του δικτύου στο μέλλον.
9. Είναι αναγκαίος ο τακτικός καθαρισμός των σωληνώσεων και των βαλβίδων που χρησιμοποιούνται.
10. Η εγκατάσταση του συστήματος γίνεται από έμπειρο συνεργείο για να αποφευχθούν αστοχίες και προβλήματα στην λειτουργία του.
11. Όλα τα ημι-ακάθαρτα (γκρίζα) νερά οδηγούνται σ' ένα κοινό δίκτυο. Στο δίκτυο αυτό μπορεί να οδηγηθεί και βρόχινο νερό από τις ταράτσες, είτε σε σημείο πριν την επεξεργασία των γκρίζων νερών (αν απαιτείται καθαρισμός του) ή μετά την επεξεργασία τους (αν είναι αρκετά καθαρό).

Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης Κεφαλαίου 3

1. Τα συστήματα παροχής ζεστού νερού πυρήνα χρησιμοποιούν μεγαλύτερη και μεγαλύτερης διαμέτρου σωλήνωση απ' ότι τα συστήματα κορμού και διακλαδώσεων
 Σωστό Λάθος ✓
2. Τα συστήματα ανακυκλοφορίας βάσει ζήτησης έχουν βρεθεί ότι είναι περισσότερο ενεργειακά αποδοτικά από ό,τι άλλα συστήματα ανακυκλοφορίας με χρονοδιακόπτη ή με βάση τη θερμοκρασία
 Σωστό ✓ Λάθος
3. Για να λειτουργήσει ένα υδραυλικό δίκτυο ενεργειακά αποδοτικά και οικονομικά, δεν είναι απαραίτητο να υπάρχει μεταβολή στη μεταφερόμενη ογκομετρική παροχή. Η έκφραση αυτή είναι:
 Σωστή Λάθος ✓
4. Τα συστήματα παροχής ζεστού νερού ανακυκλοφορίας αναλόγως της ζήτησης έχουν μεγάλο χρόνο αναμονής για ζεστό νερό
 Σωστό Λάθος ✓
5. Για τα συστήματα ζεστού νερού τύπου πυρήνα, ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι λανθασμένη:
 - α. Είναι πιο αποδοτικά από ότι ένα κλασσικό σύστημα κορμού και διακλαδώσεων
 - β. Το ζεστό νερό διοχετεύεται απευθείας σε κάθε υδραυλικό είδος ή ομάδα υδραυλικών ειδών
 - γ. Η απόσταση των υδραυλικών ειδών με τον πυρήνα αυξάνει το μήκος των σωληνώσεων και τον χρόνο που απαιτείται για το ζεστό νερό να φθάσει σε κάθε υδραυλικό είδος ✓
 - δ. Χρησιμοποιούν έναν κεντρικό πυρήνα υδραυλικών, όπου οι περιοχές φορτίων τοποθετούνται σε άμεση γειτνίαση με τον θερμαντήρα νερού

6. Τα υδραυλικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται για είναι οι στραγγαλιστικές βαλβίδες ελεγχόμενης ΔΡ, οι αναλογικές ηλεκτροβάνες και οι διαφορικοί υδραυλικοί ελεγκτές.
- α. την εξωτερική αντιστάθμιση θερμοκρασίας
 - β. την υδραυλική εξισορρόπηση ✓
 - γ. την θέρμανση του νερού στο θερμοδοχείο
7. Η δυναμική εξισορρόπηση των θερμοϋδραυλικών δικτύων επιτυγχάνεται με τη χρήση μιας
- α. τρίοδος βάνας
 - β. τετράοδος βάνας ανάμιξης
 - γ. βάνας αυτόματης εξισορρόπησης ✓
8. Σε ένα σύστημα ανακυκλοφορίας ΖΝΧ τι από τα παρακάτω είναι σωστό; (Πολλαπλές απαντήσεις)
- α. Έχουμε ΖΝΧ όποτε το χρειαζόμαστε (χωρίς μεγάλες καθυστερήσεις) ✓
 - β. Η εκ των υστέρων εγκατάσταση του συστήματος μπορεί να γίνει εύκολα και είναι σχετικά χαμηλού κόστους σε σχέση με το ποσό της ενέργειας που εξοικονομείται
 - γ. Δεν γίνεται σπατάλη νερού καθώς περιμένουμε να φτάσει το ζεστό νερό στην κατάλληλη θερμοκρασία ✓

9. Με ποιον τρόπο δεν μπορεί να εξοικονομηθεί ενέργεια με τη χρήση των συστημάτων ανακυκλοφορίας βάσει ζήτησης;
- α. Το νερό στο βρόχο ανακυκλοφορίας που επιστρέφει στον θερμαντήρα είναι στην ίδια θερμοκρασία με το νερό που εισέρχεται στην κατοικία και, ως εκ τούτου, ο θερμαντήρας απαιτεί λιγότερη ενέργεια για να κρατήσει το νερό ζεστό
 - β. Καθώς το ζεστό νερό διανέμεται με σταθερή παροχή στα υδραυλικά είδη, κατά τη διανομή χάνεται σημαντικά λιγότερη θερμότητα
 - γ. Η μεγάλη παροχή διανομής επιτρέπει στο ζεστό νερό να φθάσει ταχύτερα στα υδραυλικά είδη, και ως εκ τούτου, απαιτείται λιγότερο ζεστό νερό για την εκκίνηση του βρόχου ανακυκλοφορίας ✓
10. Με τη μόνωση των σωλήνων ζεστού νερού μπορεί να παραδοθεί νερό που είναι 2°C έως 4°C ψυχρότερο από ό,τι μπορούν να το παραδώσουν οι μη μονωμένοι σωλήνες
- Σωστό Λάθος ✓

Σύνοψη - Ανακεφαλαίωση του Κεφαλαίου 3

Στο Κεφάλαιο 3 αναπτύχθηκαν αναλυτικά τα θέματα της υλοποίησης με αποδοτικό τρόπο (και βελτίωσης) του σχεδιασμού των υδραυλικών εγκαταστάσεων, επιλογής και τοποθέτησης των κατάλληλων υλικών θερμομόνωσης, αποτελεσματικής εκτέλεσης του ελέγχου και της συντήρησης των υδραυλικών συστημάτων, καθώς και της εφαρμογής κάποιων άλλων τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας. Επίσης, παρέχονται κατευθύνσεις / οδηγίες όσον αφορά την επιλογή και εφαρμογή τεχνικών ή/και τεχνολογιών έμμεσης εξοικονόμησης νερού (και ενέργειας), όπως είναι π.χ. τα συστήματα συλλογής και επεξεργασίας ομβρίων υδάτων, και τα συστήματα ανακύκλωσης και επεξεργασίας γκριζών νερών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

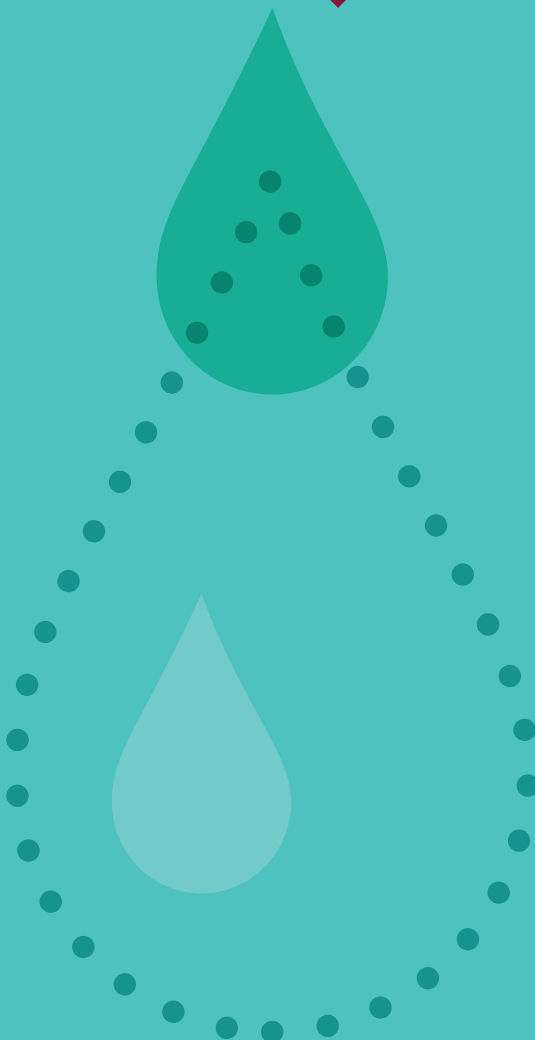
- [1] Δικτυακός Τόπος Σελίδων Μαθημάτων της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του Ε.Μ.Π. *‘Μεταφορά Θερμότητας Ι’*: [http://courseware.mech.ntua.gr/ml22034/Presentation_heat_transfer1\(1\).pdf](http://courseware.mech.ntua.gr/ml22034/Presentation_heat_transfer1(1).pdf)
- [2] ECOPOLIS ΑΕ (2011). Μελέτη «*Πρόγραμμα μέτρων και θεσμικό πλαίσιο για την κατ’οίκον εξοικονόμηση νερού*».
- [3] T. Dworak, M. Berglund, C. Laaser, P. Strosser, J. Roussard, B. Grandmougin, M. Kossida, Is. Kyriazopoulou, J. Berbel, S. Kolberg, J. A. Rodríguez-Díaz, P. Montesinos (2007). *Water saving potential*. Ecologic - Institute for International and European Environmental Policy. Ιστοσελίδα: ec.europa.eu/environment/water/
- [4] <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings>
- [5] FIP-TREET (2007), *Χρηματοδότηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και της Ενεργειακής Αποδοτικότητας*. ΚΑΠΕ (ISBN 978-960-86907-7-6)
- [6] Energy Information Administration, Office of Energy Consumption and Efficiency Statistics (2009). *Residential Energy Consumption Survey*.
- [7] Klein, G. (2004). *“Hot-Water Distribution Systems Part 1.”* Plumbing Systems & Design.
- [8] Συμβούλιο Διεθνή Κώδικα (2009). Πίνακας E202.1 του Διεθνή Κώδικα Υδραυλικών.
- [9] U.S. EPA’s WaterSense Program (2012). *Resource Manual for Building WaterSense Labeled New Homes*.
- [10] Acker, L., G. Klein (2006). *“Benefits of Demand-Controlled Pumping.”* Home Energy.
- [11] Home Builders Association of Metro Denver (2007). *Guide to the 2007 Built Green Checklist*.
- [12] M. Pidou, F. A. Memon, T. Stephenson, B. Jefferson and P. Jeffrey (2007). *Greywater recycling: treatment options and applications*. Engineering Sustainability Vol. 160, Pages 119–131.



Έτος Ίδρυσης 2006

ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων
ΓΣΕΒΕΕ



Αθήνα
Αριστοτέλους 46,
10433
τηλ —
210 8846852
email —
info@imegsevee.gr

www.imegsevee.gr



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΕΠΙΧ. ΤΣ & ΕΚΤ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΑΝΕΚ

ΕΠΑΝΕΚ 2014-2020
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ

ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ISBN 978-618-5025-69-4



9 786185 025694