

ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ

ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ

T.O.T.E.E. 2421/86

ΜΕΡΟΣ 1

**Εγκαταστάσεις σε κτήρια:
Δίκτυα διανομής ζεστού νερού για
θέρμανση κτηριακών χώρων.**

Β' ΕΚΔΟΣΗ

Άλλες TOTEE που κυκλοφορούν:

Κωδ. αρ. 2400 Εγκαταστάσεις σε κτήρια και οικόπεδα

TOTEE 2411/86	: Εγκαταστάσεις σε κτήρια και οικόπεδα. Διανομή κρύου-ζεστού νερού.
TOTEE 2412/86	: Εγκαταστάσεις σε κτήρια και οικόπεδα. Αποχετεύσεις.
TOTEE 2421-ΜΕΡΟΣ 1/86	: Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Δίκτυα διανομής ζεστού νερού για θέρμανο κτηριακών χώρων.
TOTEE 2421-ΜΕΡΟΣ 2/86	: Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Λεβητοστάσια παραγωγής ζεστού νερού για θέρμανση κτηριακών χώρων.
TOTEE 2423/86	: Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Κλιματισμός κτηριακών χώρων.
TOTEE 2425/86	: Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Στοιχεία υπολογισμού φορτίων κλιματισμού κτηριακών χώρων.
TOTEE 2427/83	: Κατανομή δαπανών κεντρικής θέρμανσης σε κτήρια.
TOTEE 2451/86	: Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Μόνιμα πυροσβεστικά συστήματα με νερό.
TOTEE 2471/86	: Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Διανομή καυσίμων αερίων. (Αναθεώρηση του Σχεδίου TOTEE 2471/80)
TOTEE 2481/86	: Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Διανομή ατμού μέχρι PN16-300°C.
TOTEE 2491/86	: Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Αποθήκευση και διανομή αερίων για ιατρική χρήση.

Η TOTEE 2427/83 που δημοσιεύθηκε στο Ενημερωτικό Δελτίο του ΤΕΕ 1294/23.01.1984 έγινε υποχρεωτική με το Π.Δ. 27 (ΦΕΚ 631/Δ/07.11.85).

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ – ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ – ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ – ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΗ1
ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ

ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ

T.O.T.E.E. 2421/86

ΜΕΡΟΣ 1

**Εγκαταστάσεις σε κτήρια:
Δίκτυα διανομής ζεστού νερού για
θέρμανση κτηριακών χώρων.**

Β' ΕΚΔΟΣΗ

Αθήνα Ιούνιος 2001

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας **Τμήμα Εκδόσεων**

Υπεύθυνη για τη Διοικούσα Επιτροπή
Ολ. Βαγγελάτου, γεν. γραμματέας ΤΕΕ

Υπεύθυνη Τμήματος Εκδόσεων: Γιώτα Καζάξη

**Τίτλος Τ.Ο.: Εγκαταστάσεις σε κτήρια: Δίκτυα διανομής ζεστού νερού για
θέρμανση κτηριακών χώρων.**

Συγγραφείς: Ομάδα Εργασίας ΤΕΕ: Κ.Χ. Λέφας, Κ.Α. Καρατζόγλου,
Α.Ι. Γκιουζέλης

© 2001: Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας

ISBN set: 960-7018-13-3

Η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2491/86 συντάχθηκε από Ομάδα Εργασίας του ΤΕΕ με τη χρηματοδότηση και την έγκριση του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.

Η παρούσα Β' έκδοση τυπώθηκε σε 2.000 αντίτυπα με δαπάνη του ΤΕΕ από την **ΕΠΙΤΑΛΟΦΟΣ ΑΒΕΕ**, Αρδητού 12-16, Τηλ.: 921.4820, Fax: 923.7033, www.eptalofos.com.gr, e-mail: info@eptalofos.com.gr.

Απαγορεύεται η καθ' οιονδήποτε τρόπο ανατύπωση, καταχώρηση σε σύστημα αποθήκευσης και επανάκτησης ή μετάδοσης μέρους ή του συνόλου του βιβλίου αυτού χωρίς την έγγραφη άδεια του εκδότη.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡ. ΧΩΡ. & ΔΗΜ. ΕΡΓΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ Δ.Ε.
Ταχ. Δ/ση: Λ. Αλεξάνδρας 38
Τ.Κ. 114 73
Πληροφορίες: Χρ. Αναστασόπουλος
Τηλέφωνο: 88 33 316, 88 30 772

Αθήνα 22 Ιανουαρίου 1988
Αριθμ. Πρωτ. ΕΗ1/596

ΚΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗ

Όπως ο πίνακας διανομής

ΘΕΜΑ: Έγκριση Τεχνικής Οδηγίας που αφορά: «Εγκαταστάσεις σε κτήρια-Δίκτυα διανομής ζεστού νερού για θέρμανση κτηριακών χώρων – ΤΟΤΕΕ 2421-ΜΕΡΟΣ 1/86»

Έχοντας υπόψη:

1. Το Ν. 1558/85 «Κυβέρνηση και κυβερνητικά όργανα».
2. Το Π.Δ. 910/77 «περί οργανισμού ΥΠ.Δ.Ε. όπως συμπληρώθηκε και τροποποιήθηκε με το Ν. 1232/82».
3. Το Ν. 1418/84 για τα δημόσια έργα και ρυθμίσεις συναφών θεμάτων και το Π.Δ. 609/85 περί εκτελέσεως δημοσίων έργων.
4. Την ΕΗ1/0/453/5-7-85 Απόφαση του ΥΠ.Δ.Ε. «περί εγκρίσεως διαθέσεως, πιστώσεως για τη σύνταξη των τεχνικών οδηγιών».
5. Την ΕΗ1/0/454/5-7-85 Απόφαση του ΥΠ.Δ.Ε. «περί αναθέσεως στο ΤΕΕ της εκπονέσεως τεχνικών οδηγιών που αφορούν εγκαταστάσεις σε κτήρια και οικοπέδα».
6. Την από 24-7-85 Σύμβαση μεταξύ ΥΠ.Δ.Ε. και Τ.Ε.Ε. για τη σύνταξη των τεχνικών οδηγιών.
7. Το από 25-11-87 έγγραφο του Τ.Ε.Ε. με το οποίο έχει υποβληθεί το τελικό κείμενο της παραπάνω τεχνικής οδηγίας.
8. Την με αριθμ. πράξη 202, συνεδρία 37/10.12.87 Γνωμοδότηση του Συμβουλίου Δημοσίων Έργων (Γμήμα Μελετών).

ΑΠΟΦΑΣΙΖΟΥΜΕ

1. Εγκρίνουμε την ΤΟΤΕΕ 2421-ΜΕΡΟΣ 1/86 που αφορά: «Εγκαταστάσεις σε κτήρια-Δίκτυα διανομής ζεστού νερού για θέρμανση κτηριακών χώρων» όπως αυτή συντάχθηκε από το ΤΕΕ και διαμορφώθηκε τελικά, ελέγχθηκε και θεωρήθηκε από την Δ/ση ΕΗ1.
2. Ορίζουμε υποχρεωτική την εφαρμογή της ΤΟΤΕΕ 2421-ΜΕΡΟΣ 1/86, σύμφωνα με το άρθρο 21 του Ν. 1418/84 στα σημεία που αναφέρεται στον τρόπο κατασκευής, στην ποιότητα των χρησιμοποιούμενων υλικών και τις δοκιμές των εγκαταστάσεων.

3. Η ισχύς της παρούσης αρχίζει μετά δέμηνο από τη δημοσίευσή της στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.
4. Η παρούσα να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Ο ΥΠΟΥΡΓΟΣ

ΕΥΑΓ. ΚΟΥΛΟΥΜΠΗΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

1. Γραφείο κ. Υπουργού ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
2. Γραφείο κ. Γεν. Γραμματέα Γ.Γ.Δ.Ε.
3. Εφημερίδα Κυβερνήσεως (για δημοσίευση)
4. Τ.Ε.Ε.
Καρ. Σεργιάς 4 – 102 48 Αθήνα

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΝΟΜΗ

1. Δ/ση ΕΗ1
2. Χρον. Αρχείο

Ακριβές αντίγραφο
Η Προϊσταμένη Γραμματείας Ε'




Α. Μπακαλέξη

Ομάδα Εργασίας που συνέταξε την ΤΟΤΕΕ αυτή:

Καθηγ. Κ.Χ. Λέφας, δρ. μηχαν. διπλ. μηχανολόγος μηχανικός

Κ.Α. Καρατζόγλου, δρ. μηχαν. διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός

Α.Ι. Γκιουζέλης, διπλ. μηχανολόγος μηχανικός

Υπεύθυνοι για την Διοικούσα Επιτροπή:

N.Γ. Κουράκος, διπλ/χος ναυπηγός μηχανολόγος μηχανικός
I.Χ. Ζέρβας, διπλ/χος ηλεκτρολόγος μηχανικός

Συντονιστική Ομάδα Εργασίας για τη σύνταξη των δέκα TOTEE

A. M. Ζάννος, διπλ/χος μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός
K. A. Φίλιππας, διπλ/χος μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός
N. M. Δημάκος, διπλ/χος μηχανολόγος μηχανικός
P. I. Δρακούλης, διπλ/χος μηχανολόγος μηχανικός
Σ. Χ. Πάπαρος, διπλ/χος χημικός μηχανικός
Δ. Θ. Κανέλλου, διπλ/χος χημικός μηχανικός

Συνέβαλαν στην τελική διαμόρφωση του κειμένου αυτής της TOTEE

1. Χρ. Αναστασόπουλος, διπλ/χος μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός
2. Θ. Αργουδέλης, διπλ/χος μηχανολόγος μηχανικός
3. A. Τσαλαπάτας, διπλ/χος μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός
4. Δ. Ταίτησης, διπλ/χος μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός
5. Εμπορική Τράπεζα, Δ/ση Διοικητικών Υπηρεσιών - Τομέας Τεχνικών Έργων
6. Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων

Δ/ση ΕΗ1 Γεν. Διεύθ. Δ.Ε.

Χρ. Αναστασόπουλος

διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός

7. Γενικό Επιτελείο Εθνικής Άμυνας, Δ/ση Προσωπικού & ΔΜ/ΥΔ2.
8. Γενικό Επιτελείο Ναυτικού, Δ/ση Γ4 Τμήμα IV.
9. Στρατιωτική Υπηρεσία Κατασκευής Έργων Ανασυγκροτήσεως (ΣΥΚΕΑ)
10. Νομαρχία Αττικής Διεύθυνση Εσωτερικών Τμήμα ΤΥΔΚ
Σ. Ζαγκουδάκης
διπλ. μηχανολόγος μηχανικός
11. Νομαρχία Ευβοίας Τμήμα ΤΥΔΚ
Φ. Κλάγκος
διπλ. μηχανολόγος μηχανικός

12. Νομαρχία Πειραιά Δ/ση Τεχν. Υπηρεσιών
Σ. Νικολετάκης
διπλ. μηχανολόγος μηχανικός
13. Νομαρχία Ρεθύμνης Δ/ση Εσωτερικών ΤΥΔΚ
14. Νομαρχία Τρικάλων Δ/ση Τεχνικών Υπηρεσιών
Τμήμα Πρ. και Μελετών
Χ. Χούνος
διπλ. μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός
Δ. Σιακαβάρας
διπλ. ηλεκτρολόγος μηχανικός
15. Νομαρχία Χίου Δ/ση Τεχνικών Υπηρεσιών
Σ. Μαστρογιαννάκης
διπλ. μηχανολόγος μηχανικός
16. ΕΛΛΕΝΙΤ Ελληνική Βιομηχανία Δομικών Υλικών
17. Α.Γ. ΠΕΤΖΕΤΑΚΙΣ Α.Ε. Ελληνική Βιομηχανία Πλαστικών & Ελαστικού
18. ΦΥΡΟΓΕΝΗΣ Α.Β.Ε. Βιομηχανία Μηχανημάτων Κλιματισμού & Ηλιακής
Ενέργειας

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (ΤΟΤΕΕ) φιλοδοξούν να καλύψουν το κενό που προκύπτει από την έλλειψη εγκύρων Ελληνικών Τεχνικών Προδιαγραφών στον κατασκευαστικό και τον παραγωγικό τομέα και αποτελούν την επιβεβαίωση της πολιτικής του ΤΕΕ να συμβάλλει στη δημιουργία τεχνολογικής υποδομής στη χώρα μας.

Τα κείμενα των ΤΟΤΕΕ δίνουν συστάσεις σχετικές με το σχεδιασμό, την επιλογή των υλικών και εξαρτημάτων, την κατασκευή, την εγκατάσταση, τη συντήρηση και τη χρήση ενός τεχνικού έργου. Με αυτά τα κείμενα προωθείται ο στόχος του ΤΕΕ να δοθεί συγκεκριμένο περιεχόμενο και να καθορισθούν οι κανόνες της τέχνης και της επιστήμης σε όλα τα στάδια της ζωής ενός τεχνικού έργου (σχεδιασμός, μελέτη, κατασκευή, επίβλεψη, παραλαβή, συντήρηση, χρήση).

Στα κείμενα υπάρχει συχνή αναφορά σε πρότυπα ΕΛΟΤ και όπου δεν υπάρχουν, σε διεθνή πρότυπα (ISO, Ευρωπαϊκά) ή αναγνωρισμένα εθνικά πρότυπα (DIN, BS, AFNOR κ.λπ.). Αυτό γιατί πιστεύουμε πως πρέπει να γίνει συνείδηση σε όλους τους Έλληνες Τεχνικούς η χρήση σε όλα τα στάδια της εργασίας τους των Τεχνικών Προτύπων.

Οι ΤΟΤΕΕ φιλοδοξούν να αποτελέσουν καθημερινό εργαλείο όλων των συντελεστών (και όχι μόνο των Μηχανικών), που συνεργάζονται στην εκτέλεση του έργου.

Η πρώτη φάση του έργου της σύνταξης Τεχνικών Οδηγιών αποτελείται από δέκα (10) ΤΟΤΕΕ και αφορά στις Εγκαταστάσεις (εκτός Ηλεκτρολογικών) των κτηριακών έργων. Σε κοινή σύσκεψη εκπροσώπων του τότε Υπουργείου Δημοσίων Έργων, του Τεχνικού Επιμελητηρίου της Ελλάδος και άλλων φορέων, προωθήθηκε η πρόθεση του Υπουργείου να αναθεωρήσει τον αναχρονιστικό κανονισμό «Περί Υδραυλικών Εγκαταστάσεων» του 1936. Το ΤΕΕ πρότεινε να αναλάβει τη σύνταξη Τεχνικών Οδηγιών, που να καλύπτουν με την ευκαιρία αυτή, όλες τις εγκαταστάσεις (εκτός των ηλεκτρολογικών) ενός κτηριακού έργου.

Με σύμβαση που υπογράφηκε μεταξύ ΥΠΕΧΩΔΕ και ΤΕΕ στις 24.07.85 ανατέθηκε στο ΤΕΕ η σύνταξη των δέκα (10) αυτών ΤΟΤΕΕ με χρηματοδότηση του ΥΠΕΧΩΔΕ και με παραχώρηση στο ΤΕΕ όλων των δικαιωμάτων εκτύπωσης, ανατύπωσης και εμπορίας τους.

Οι ΤΟΤΕΕ της σειράς αυτής, συντάχθηκαν από τριμελείς ομάδες εργασίας διπλωματούχων μηχανικών μελών του ΤΕΕ, κάτω από το συντονισμό και την εποπτεία μιας βμελούς συντονιστικής ομάδας εργασίας (ΣΟΕ). Πολύτιμη υπήρξε για την ολοκλήρωση του έργου τόσο η υψηλή προτεραιότητα που έδωσε η Διοικούσα Επιτροπή του ΤΕΕ για την επίλυση όλων των προβλημάτων που παρουσιάστηκαν, όσο και η βοήθεια που πρόσφεραν οι σύνδεσμοι της ΣΟΕ με τη Διοικούσα.

Οι Ομάδες Εργασίας συνέταξαν σχέδια. Ακολούθησε Δημόσιος Διάλογος και

Δημόσια Κρίση με παρατηρήσεις που έγιναν από Οργανισμούς, Κοινωνικούς Φορείς, Υπηρεσίες του Δημοσίου και ιδιώτες και ακολούθως συντάχθηκε το παρόν τελικό κείμενο της Οδηγίας. Σε όλη αυτή τη διαδικασία η Διεύθυνση ΕΗ1 του ΥΠΕΧΩΔΕ συνέβαλε με ουσιαστική παρακολούθηση των διαδικασιών και με παρατηρήσεις και έδωσε τελικά την έγκριση του Υπουργείου ΠΕΧΩΔΕ στο τελικό κείμενο.

Αθήνα, Οκτώβριος 1986

Η Σ.Ο.Ε.

Αλέξανδρος Ζάννος, διπλ/χος μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός
 Νίκος Δημάκος, διπλ/χος μηχανολόγος μηχανικός
 Ροδόλφος Δρακούλης, διπλ/χος μηχανολόγος μηχανικός
 Δήμητρα Κανέλλου, διπλ/χος χημικός μηχανικός
 Σαλβατώρ Πάπαρος, διπλ/χος χημικός μηχανικός
 Κώστας Φίλιππας, διπλ/χος μηχανολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Μετά από εισήγηση της Συντονιστικής Ομάδας Εργασίας (ΣΟΕ) για τη διατύπωση τεχνικών οδηγιών του ΤΕΕ, η Διοικούσα Επιτροπή του ανέθεσε σε Επιτροπή που αποτελείται από τους:

καθ. Κ.Χ. Λέφα, δρ.-μηχ. μηχανολόγο

Α. Γκιουζέλη, διπλ.-μηχ. μηχανολόγο

Κ. Καρατζόγλου, δρ.-μηχ. μηχανολόγο-ηλεκτρολόγο

τη σύνταξη ΤΟΤΕΕ, που αφορά σε εγκαταστάσεις θέρμανσης κτηρίων με ζεστό νερό-δίκτυα.

Στην Ελλάδα υπάρχει σοβαρή εμπειρία περί το θέμα και μεγάλος αριθμός διπλωματούχων μηχανικών το γνωρίζει σε βάθος. Όμως δεν είναι αυτοί, που χαρακτηρίζουν τη στάθμη των σημερινών κατασκευών. Γιατί, αν ως επί το πλείστον αρμόδια πρόσωπα ασχολούνται με τις μελέτες κεντρικών θερμάνσεων, η κατασκευή έχει κατά μέγιστο μέρος περιέλθει σε πρόσωπα, που στερούνται των απαραίτητων γνώσεων. Συνεπικουρεί δε στην καθίζηση της ποιότητας των κατασκευών – αν δεν την επιβάλλει – το εμπόριο και μέρος τουλάχιστον της βιομηχανίας και της βιοτεχνίας με τα προϊόντα, που κυκλοφορούν στην αγορά και που η χρήση τους γίνεται πολλές φορές εκ των πραγμάτων υποχρεωτική για το μελετητή και τον κατασκευαστή. Και τούτο γιατί δεν υπάρχουν κανονισμοί, που να επιβάλλουν κάποια ποιότητα των κατασκευών ή έστω κάποιο σήμα ποιότητας για τα κυκλοφορούντα στην αγορά.

Στην προσπάθειά της να αντιμετωπίσει η Επιτροπή τέτοια θέματα σε ένα τόσο ευρύ πεδίο θα έπρεπε να επεκταθεί αντίστοιχα. Κατόρθωσε ευτυχώς να συγκεντρώσει επαρκή στοιχεία ξένων τυποποιήσεων (και εν προκειμένω αισθάνεται υποχρέωση να ευχαριστήσει τις αρμόδιες υπηρεσίες του ΕΛΟΤ και του ΤΕΕ για τη συνδρομή τους), που αποτελούν συγκέντρωση εμπειρίας και που τη βοήθησαν πολύ στο έργο της. Όμως οι κανονισμοί δεν καλύπτουν όλο το φάσμα των προβλημάτων. Γι' αυτό έπρεπε να ανατρέξει στην διεθνή εμπειρία, όπως αυτή εκφράζεται στη σχετική βιβλιογραφία.

Ουσιώδους σημασίας για την επίτευξη της επιθυμητής ποιότητας των κατασκευών είναι η χρήση καταλλήλων υλικών και μεθόδων κατασκευής. Γι' αυτό προσέδωσε το κατά την κρίση της βάρος σε ό,τι αφορά στα υλικά, την επεξεργασία τους, τις μεθόδους συνδέσεως κ.ο.κ. και δεν παρέλειψε να συντάξει γενικές οδηγίες, που να αφορούν σε ελέγχους, σε γενικές αρχές σχεδιασμού και κατασκευής ή ακόμη και επιλογής. Γιατί πρέπει να σημειωθεί, ότι οι κανονισμοί καλύπτουν μόνο λίγα προϊόντα από αυτά, που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή στην πράξη.

Για όλα αυτά, που δεν καλύπτουν οι κανονισμοί δεν ήταν ορθό να συστήσει τη μη χρησιμοποίησή τους. Θα προσέθετε ένα ακόμη σοβαρό εμπόδιο στην τεχνική πρόοδο. Προσπάθησε λοιπόν να θέσει γενικούς μόνο όρους αποδοχής τους, ώστε να εξασφαλίσει

την πρέπουσα ποιότητά τους και να αποκλείσει μόνο προϊόντα με βεβαιωμένη την ακαταλληλότητά τους.

Όσον αφορά στη χρήση προτύπων προέταξε τα πρότυπα ΕΛΟΤ και όπου αυτά δεν κάλυπταν πλήρως τα θέματα στα πρότυπα ISO, Euronorm και DIN.

Στηριζόμενη τέλος στο γεγονός, ότι οι Έλληνες μηχανικοί γνωρίζουν πολύ καλά να υπολογίζουν, δεν θεώρησε αναγκαίο να επεκταθεί σε πρότυπα υπολογισμών. Άλλωστε αυτό δεν αφορά στο αντικείμενο μιας τεχνικής οδηγίας. Μόνο όπου θεώρησε τούτο αναγκαίο επέστησε την προσοχή των ενδιαφερομένων.

Αθήνα, Σεπτέμβριος 1986

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	Σελ.
1.1.	ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ	1
1.2.	ΔΙΕΥΚΡΙΝΙΣΗ ΕΝΝΟΙΩΝ	1
1.2.1.	Ονομαστική πίεση	1
1.2.2.	Πίεση και θερμοκρασία λειτουργίας	2
1.2.3.	Επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας	2
1.2.4.	Πίεση δοκιμής	3
1.2.5.	Διάκριση θερμάνσεων	3
1.2.6.	Διάκριση δικτύων	3
1.3.	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ	6
1.4.	ΧΡΩΜΑΤΑ	14
2.	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ	
2.1.	ΧΑΛΥΒΔΙΝΑ ΔΙΚΤΥΑ	15
2.1.1.	Σωλήνες	15
2.1.1.1.	Σωλήνες με σπείρωμα ημιβαρέος τύπου	15
2.1.1.2.	Σωλήνες με σπείρωμα βαρέος τύπου	17
2.1.1.3.	Σωλήνες χωρίς ραφή	17
2.1.1.4.	Σωλήνες με κατά μήκος ραφή	21
2.1.2.	Συνδέσεις χαλύβδινων σωλήνων	24
2.1.2.1.	Συνδέσεις με σπείρωμα	24
	– Το χρησιμοποιούμενο σπείρωμα	
	– Τα κοχλιωτά εξαρτήματα	
2.1.2.2.	Συνδέσεις με φλάντζες	25
	– Συγκολλούμενες φλάντζες	
	– Κοχλιούμενες φλάντζες	
	– Κοχλίες και περικόχλια	
	– Παρεμβύσματα	
2.1.2.3.	Συνδέσεις με συγκόλληση	33
	– Μέθοδοι συγκολλήσεως	
	– Ραφές συγκολλήσεως	
	– Προετοιμασία των άκρων	

– Ποιότητες συγκολλήσεως	
– Αυτογενείς συγκολλήσεις	
– Ηλεκτροσυγκολλήσεις	
2.2. ΔΙΚΤΥΑ ΧΑΛΚΟΣΩΛΗΝΩΝ	40
2.2.1. Χαλκοσωλήνες	40
2.2.1.1. Υλικά	40
2.2.1.2. Διαστάσεις	41
2.2.1.3. Μορφές παραδόσεως σωλήνων	41
2.2.1.4. Δυνατότητα καμπυλώσεως	41
2.2.1.5. Ποιότητα επιφανείας	43
2.2.2. Εξαρτήματα (fittings)	43
2.2.2.1. Υλικά	43
2.2.2.2. Διαστάσεις	43
2.2.2.3. Κατασκευή	47
2.2.2.4. Συμβολισμός	47
2.2.2.5. Έλεγχος εξαρτημάτων	49
2.2.3. Συνδέσεις	49
2.2.3.1. Τριχοειδείς κολλήσεις	49
– Μαλακή τριχοειδής κόλληση	
– Σκληρή τριχοειδής κόλληση	
– Συνθήκες λειτουργίας	
2.2.3.2. Συγκολλήσεις	52
2.3. ΠΛΑΣΤΙΚΕΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ	53
2.3.1. Γενικά	53
2.3.1.1. Διάκριση σωλήνων	54
2.3.1.2. Χαρακτηριστικά σωλήνων	54
2.3.1.3. Τυποποίηση διαστάσεων	55
2.3.1.4. Καταλληλότητα των σωλήνων	56
2.3.1.5. Παράδειγμα καταλληλότητας	57
2.3.1.6. Έγγραφα	59
2.3.1.7. Αποθήκευση σωλήνων	59
2.3.1.8. Τοποθέτηση σωλήνων	59
2.3.1.9. Διαμόρφωση γραμμών	60
2.3.2. Συνδέσεις πλαστικών σωλήνων	62
2.3.2.1. Γενικά	62

2.3.2.2.	Συγκολλήσεις	63
2.3.2.3.	Κολλήσεις με κόλλες	63
2.3.2.4.	Είδη συνδέσεων	64
2.3.3.	Επιβεβαιωμένα από την εμπειρία στοιχεία για μερικά υλικά	65
2.3.3.1.	Σωληνώσεις από πολυβινυλχλωρίδιο σκληρό (PVC)	65
2.3.3.2.	Σωληνώσεις από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (PE-HD)	67
2.3.3.3.	Σωληνώσεις από δικτυωμένο πολυαιθυλένιο (VPE ή PE-V)	68
2.3.3.4.	Σωληνώσεις από πολυπροπυλένιο (PP)	70
2.3.3.5.	Σωληνώσεις από πολυβουτυλένιο (PB)	75
2.3.3.6.	Σωληνώσεις από χλωριωμένο πολυβινυλχλωρίδιο (PVC-C)	77
2.4.	ΑΛΛΑ ΕΙΔΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ	79
2.5.	ΣΤΗΡΙΞΗ ΤΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ	80
2.5.1.	Γενικά	80
2.5.2.	Σταθερά έδρανα	81
2.5.3.	Έδρανα ολισθήσεως	82
2.5.4.	Αναρτήσεις	83
2.5.5.	Αποστάσεις εδράνων	84
2.6.	ΔΙΑΣΤΟΛΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΟΥΣ	85
2.6.1.	Γενικά	85
2.6.2.	Παραλαβή διαστολών	86
2.7.	ΟΡΓΑΝΑ ΔΙΚΤΥΩΝ	88
2.7.1.	Γενικά	88
2.7.2.	Οι αποφρακτικές δικλείδες	88
2.7.3.	Οι δικλείδες αντεπιστροφής	89
2.7.4.	Οι σύρτες	89
2.7.5.	Οι κρουνοί	90
2.7.6.	Τα εξαεριστικά	91
2.7.7.	Οι βαλβίδες θερμομαντικών σωμάτων	91
2.7.8.	Άλλα όργανα	92
2.8.	ΑΝΤΛΙΕΣ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΕΣ	92
2.9.	ΜΟΝΩΣΕΙΣ	95
2.9.1.	Γενικά	95
2.9.2.	Τεχνική της μονώσεως	96
2.9.3.	Επιλογή πάχους μονώσεως	99

3.	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ	
3.1.	ΕΝΝΟΙΕΣ	101
3.1.1.	Διάκριση σωμάτων	101
3.1.2.	Θερμική ισχύς	101
3.1.3.	Κανονικές συνθήκες	102
3.1.4.	Θερμοκρασίες του νερού	102
3.1.5.	Θερμοκρασία του αέρα	102
3.1.6.	Μέση υπερθερμοκρασία	102
3.1.7.	Πίεση του αέρα	103
3.1.8.	Συμφωνούμενες κανονικές συνθήκες	103
3.1.9.	Ρεύμα φορέα θερμότητας (νερού)	103
3.1.10.	Χαρακτηριστική καμπύλη	103
3.1.11.	Κανονική χαρακτηριστική καμπύλη	103
3.2.	ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	104
3.3.	ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ	104
3.4.	ΕΠΙΤΡΕΠΤΕΣ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΕΣ	106
3.5.	ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	107
4.	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ ΘΕΡΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΧΡΗΣΕΩΣ	
4.1.	ΓΕΝΙΚΑ	117
4.1.1.	Επιτρεπόμενα συστήματα	117
4.1.2.	Απαραίτητα όργανα	118
4.1.3.	Υποχρεωτικοί υπολογισμοί	119
4.1.4.	Γενικές διατάξεις	120
4.2.	ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΟΙ ΘΕΡΜΟΥ ΝΕΡΟΥ	123
4.2.1.	Γενικά	123
4.2.2.	Απλοί μικροί παραγωγοί με λυόμενο πυθμένα	124
4.2.3.	Μικροί παραγωγοί με μανδύα και μη λυόμενους πυθμένες	126
4.2.4.	Μικροί παραγωγοί με μανδύα και λυόμενο πυθμένα	127
4.2.5.	Μεγάλοι παραγωγοί με λαιμό και χωρίς μανδύα	129
4.2.6.	Μεγάλοι παραγωγοί με λαιμό και μανδύα	131
4.2.7.	Διατάξεις για την προσθήκη ηλεκτρικών θερμαντικών στοιχείων	133
4.2.8.	Διατάξεις για την προσθήκη σωληνωτών θερμαντικών στοιχείων	136

5.	ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ	
5.1.	ΓΕΝΙΚΑ	138
5.2.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ	139
5.3.	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΛΙΚΩΝ	141
5.4.	ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ	144
5.5.	ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	145
5.6.	ΡΥΘΜΙΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΕΣ	148
5.6.1.	Ανομοιομορφία στην παράδοση της θερμότητας	148
5.6.2.	Δοκιμές στεγανότητας	150
5.6.3.	Λειτουργικός έλεγχος	150
5.6.4.	Μειωήσεις αποδόσεως	152
5.7.	ΠΑΡΑΔΟΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΑΒΗ	153
6.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	
6.1.	ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ-ΟΔΗΓΙΕΣ	155
6.2.	ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	156

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ

Στόχος της οδηγίας αυτής είναι να βοηθήσει τους ασχολούμενους περί την θέρμανση των κτηρίων :

- να διαμορφώσουν ένα δίκτυο, που να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της μελέτης των αναγκών σε θερμότητα του εκάστοτε υπόψη κτηρίου

- να εξασφαλίζουν τις προϋποθέσεις για την συνεχή, απρόσκοπτη, ήρεμη, ασφαλή και οικονομική λειτουργία του δικτύου αυτού

- να επιτυγχάνουν τον χρόνο ζωής του, που επιβάλλει η σημερινή στάθμη της τεχνολογίας.

Η περιοχή εφαρμογής της οδηγίας αυτής αρχίζει από τους κεντρικούς συλλέκτες προσαγωγής και απαγωγής στο λεβητοστάσιο και τελειώνει στα συστήματα, που προσδίδουν την θερμότητα στους προς θέρμανση χώρους. Αφορά δε σε δίκτυα, που σε κανένα σημείο τους η ονομαστική πίεση δεν υπερβαίνει την PN 6 και που η θερμοκρασία του νερού (του φορέα της θερμότητας) δεν υπερβαίνει τους 110°C.

1.2. ΔΙΕΥΚΡΙΝΙΣΗ ΕΝΝΟΙΩΝ

1.2.1 Ονομαστική πίεση

Ονομαστική πίεση (που χαρακτηρίζεται με τα γράμματα PN) μιάς σωληνώσεως είναι εκείνη για την οποία έχουν κατασκευαστεί, ώστε να την αντέχουν με την πρόπουσα ασφάλεια όλα τα στοιχεία της, δηλ. οι σωλήνες, τα εξαρτήματα, τα όργανα κ.λ.π.

στοιχεία, εφόσον η θερμοκρασία καταπονήσεως είναι 20°C . Τούτο σημαίνει, ότι στους υπολογισμούς κατασκευής τους έχουν εισαχθεί τα μέτρα αντοχής των καθέκαστα υλικών στους 20°C .

Οι βαθμίδες ονομαστικής πίεσεως καθορίζονται ως εξής :

1 bar, 1,6 bar, 2,5 bar, 4 bar, 6 bar, 10 bar, 16 bar.

Πλην ειδικών περιπτώσεων στις κεντρικές θερμάνσεις καθορίζεται σαν ονομαστική πίεση η PN 6 σύμφωνα και με την παραγρ. 1.1. της παρούσης οδηγίας.

1.2.2. Πίεση και θερμοκρασία λειτουργίας

Πίεση λειτουργίας μιας σωληνώσεως είναι η μέγιστη πίεση, που μπορεί να αναπτυχθεί σ'αυτή και η οποία εξασφαλίζεται με επαρκή αριθμό ασφαλιστικών διατάξεων.

Θερμοκρασία λειτουργίας μιάς σωληνώσεως είναι η μέγιστη θερμοκρασία, που μπορεί να αναπτυχθεί σ'αυτήν και υπό τον όρο, ότι υπάρχουν επαρκή μέσα, που δεν επιτρέπουν την αύξησή της.

1.2.3. Επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας

Επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας είναι η μέγιστη πίεση, που επιτρέπεται να λειτουργήσει μια σωλήνωση, που έχει κατασκευαστεί για ορισμένη ονομαστική πίεση.

Το ύψος της πίεσεως λειτουργίας καθορίζεται κυρίως από την θερμοκρασία λειτουργίας και το είδος των χρησιμοποιούμενων υλικών. Για θερμοκρασία 20°C η επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας είναι ίση προς την ονομαστική πίεση. Για υψηλότερες θερμοκρασίες είναι μικρότερη. Το πόσο μικρότερη είναι, εξαρτάται κυρίως από την επερχόμενη λόγω αυξημένης θερμοκρασίας μείωση του μέτρου αντοχής των χρησιμοποιούμενων υλικών (σωλήνων, εξαρτημάτων, οργάνων κ.λ.π.) αλλά και από τις συνθήκες λειτουργίας της σωληνώσεως. Διακυμάνσεις της πίεσεως κατά την διάρκεια της λειτουργίας, πιθανές υπερβάσεις της θερμοκρασίας και μηχανικές καταπονήσεις πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον καθορισμό της επιτρεπόμενης πίεσεως. Θα μπορούσαμε να πούμε, ότι επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας είναι εκείνη η πίεση, που υπό τις εκάστοτε συνθήκες λειτουργίας δεν καταπονεί περισσότερο την σωλήνωση από την ονομαστική πίεση σε 20°C .

Ο μελετητής σωληνώσεων, που επιλέγει την ονομαστική πίεση, καθορίζει και την μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας δικαιολογώντας επαρκώς το ύψος αυτής.

1.2.4. Πίεση δοκιμής

Είναι η πίεση, που δοκιμάζεται σε στεγανότητα όλο το δίκτυο και η οποία είναι σύμφωνη με τα επιτασσόμενα στην παράγραφο 5.ε.1. της παρούσης οδηγίας.

Παρατήρηση

Οι αναφερόμενες πιέσεις είναι μανομετρικές (υπερπίεσεις) και μετρούνται σε bar.

1.2.5. Διάκριση θερμάνσεων

Οι περιλαμβανόμενες στην παρούσα οδηγία θερμάνσεις είναι :

- θερμάνσεις με τοπικά σώματα διαφόρου μορφής, που προσδίδουν την θερμότητα στους θερμαινόμενους χώρους

- θερμάνσεις οροφής, κατά τις οποίες θερμαίνεται όλη η οροφή και προσδίδει θερμότητα στον ευρισκόμενο κάτω από αυτήν χώρο

- θερμάνσεις δαπέδου, κατά τις οποίες θερμαίνεται το δάπεδο και προσδίδει θερμότητα στον άνω από αυτό ευρισκόμενο χώρο

- θερμάνσεις τοίχου, κατά τις οποίες θερμαίνονται οι τοίχοι και προσδίδουν θερμότητα στον περιβαλλόμενο από αυτούς χώρο.

1.2.6. Διάκριση δικτύων

Η διάκριση των δικτύων από άποψη διαμορφώσεως και λειτουργίας γίνεται όσον αφορά στον αριθμό των σωλήνων προσαγωγής και απαγωγής του φορέα της θερμότητας (μονοσωλήνια, δισωλήνια, κ.λ.π.), στο είδος της κυρίας διανομής του θερμού νερού (εκ των άνω, εκ των κάτω, οριζόντια) και στην κινούσα αυτό δύναμη (δίκτυα με βαρύτητα και δίκτυα με κυκλοφορητή).

Τα συνήθη δίκτυα θερμάνσεως είναι ανοικτά δηλ. εφοδιασμένα με δοχείο διαστολής, που επικοινωνεί με την ατμόσφαιρα, ώστε να μη μπορεί να αναπτυχθεί μη επιθυμητή πίεση. Η μεγαλύτερη υπερπίεση μετρούμενη στο χαμηλότερο σημείο του δικτύου δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει τα 50mH₂O, όριο που καθορίζεται από την αντοχή του λέβητα και των στοιχείων του δικτύου. Για

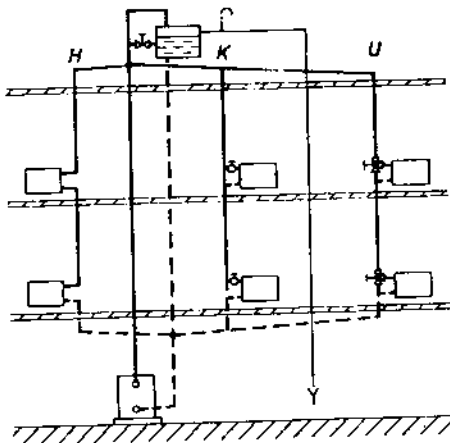
την περίπτωση μεγαλύτερων υπερπίεσεων απαιτείται η λήψη προσθέτων μέτρων. Τέτοιες εγκαταστάσεις δεν περιλαμβάνονται στην παρούσα ΤΟΤΕΕ. Η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής καθορίζεται συνήθως στους 90°C και της επιστροφής στους 70°C ($t_{\text{π}}=80^{\circ}\text{C}$, $\Delta t=20\text{grd}$). Σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις επιτρέπεται να αυξηθεί η θερμοκρασία προσαγωγής μέχρι 110°C ($t_{\text{πμεγ.}}=90^{\circ}\text{C}$, $\Delta t=40\text{ grd}$).

Στην περίπτωση των κλειστών δικτύων το δοχείο διαστολής (τοποθετημένο υψηλά ή χαμηλά) δεν επικοινωνεί με την ατμόσφαιρα.

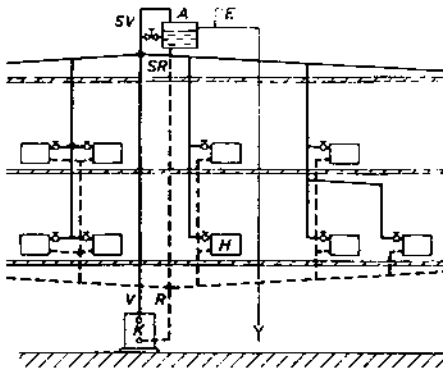
Για να μην υπάγεται το σύστημα στους κανονισμούς των ατμοπαραγωγών επιβάλλεται :

- να υπάρχει σύστημα ασφαλείας, που να μην επιτρέπει ανάπτυξη πίεσης μεγαλύτερης από την αντιστοιχούσα πίεση στις διάφορες θέσεις του δικτύου κατά $0,5\text{ bar}$. Αυτό επιτυγχάνεται είτε με ασφαλιστικό σιφώνι (κατά DIN 4750 και 4751) προκειμένου για το ανώτατο σημείο του δικτύου, είτε εν γένει με άλλο εξηλεγμένο ασφαλιστικό, που ρυθμίζεται σε πίεση $0,5\text{ bar}$ συν την πίεση, που εξασκεί στήλη θερμού νερού ύψους ίσου με την γεωδαιτική διαφορά του σημείου, που τοποθετείται το κλειστό δοχείο διαστολής και του ανωτάτου σημείου του δικτύου
- η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής να μην υπερβαίνει τους 110°C (πίεση ατμοποίησης $0,5\text{ bar}$).

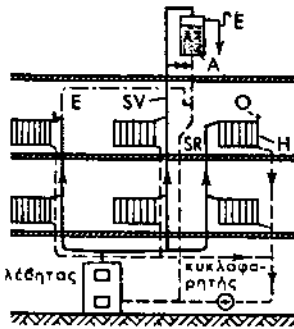
Για την διευκρίνιση των πραγμάτων δίδονται σαν παραδείγματα στα σχεδ. 1-1 έως 1-4 σχεδιαγράμματα διαφόρων συνδεσμο-λογιών.



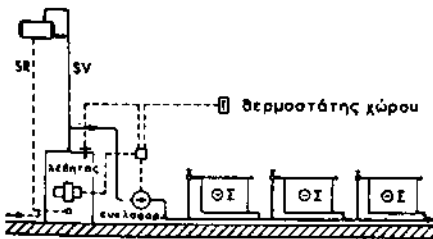
Σχέδιο 1-1 : Μονοσωλήνιο ανοικτό σύστημα με διανομή εκ των άνω



Σχ. 1-2 : Δισωλήνιο ανοικτό σύστημα με βαρύτητα και διανομή εκ των άνω



Σχ. 1-3 : Δισωλήνιο ανοικτό σύστημα με κυκλοφορητή και διανομή εκ των κάτω

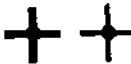
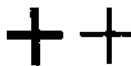
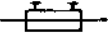
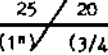


Σχ. 1-4 : Οριζόντιο ανοικτό μονοσωλήνιο σύστημα.

1.3. ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

Για την ομοιομορφία των μελετών και την καλύτερη συνεννόηση μεταξύ των διαφόρων ειδικοτήτων τεχνικών και την αποφυγή παρανοήσεων συνιστάται να χρησιμοποιούνται οι κατωτέρω συμβολισμοί.

1. Σωληνώσεις

1.1	Ατμός		$s = 1.2 \text{ mm}$
1.2	Συμπύκνωμα και νερό		$s = 0.5 \text{ mm}$
1.3	Ατμός που περιέχει λάδι		$s = 1.2 \text{ mm}$
1.4	Συμπύκνωμα που περιέχει λάδι		$s = 0.5 \text{ mm}$ $d = 2.0 \text{ mm}$
1.5	Νερό ακατέργαστο		$s = 0.5/0.3 \text{ mm}$
1.6	Διαλύματα		$s = 0.5/0.3 \text{ mm}$
1.7	Στρατσόνα ή ακάθαρτο νερό		$s = 0.3 \text{ mm}$
1.8	Γραμμή εντολών		$s = 0.3 \text{ mm}$
1.9	Γραμμές επενέργειας αυτομάτων συστημάτων		$s = 0.3 \text{ mm}$
1.10	Καύσιμο αέριο		$s = 0.4/0.2 \text{ mm}$
1.11	Καπναέριο		$s = 0.2/0.4/0.2 \text{ mm}$ $b = 0.1 \text{ mm}$
1.12	Αέρας		$s = 0.4/0.2 \text{ mm}$ $b = 0.4 \text{ mm}$
1.13	Γαϊάνθρακας		$s = 0.2/1.0/0.2$ $b = 1.0 \text{ mm}$
1.14	Τέφρα κ.λπ.		$s = 0.2/0.8/0.2$ $b = 0.8 \text{ mm}$
1.15	Επεκτάσεις μελλοντικές κ.λπ.		Διακεκομμένες γραμμές
1.16	Διασταυρώσεις με ένωση των σωλήνων		κ.λπ.
1.17	Διασταυρώσεις στον χώρο χωρίς ένωση των σωλήνων		κ.λπ.
1.18	Διακλάδωση		κ.λπ.
1.19	Κινητή γραμμή		
1.20	Γραμμή με μανδύα		
1.21	Γραμμή με παράλληλη γραμμή θερμάνσεως		
1.22	Σωλήνας με μόνωση		
1.23	Αλλαγή διατομής σωλήνα		$\frac{25}{(1'')}/\frac{20}{(3/4'')}$

2. Συνδέσεις

2.1	Σύνδεση γενικά		
2.2	Σύνδεση με φλάντζες		
2.3	Συνδέσεις με φλάντζες και ζυφή με οπή		
2.4	Τυφή φλάντζα		
2.5	Σύνδεση με μούφα		
2.6	Σύνδεση με σφαιρική μούφα		
2.7	Μούφα ωθήσεως		$c = 4.0 \text{ mm}$
2.8	Συνδέσεις		$c = 4.0 \text{ mm}$
2.9	Σύνδεση βιδωτή		$c = 4.0 \text{ mm}$
2.10	Σύνδεσμος (κόπλερ)		$c = 4.0 \text{ mm}$
2.11	Σύνδεση με συγκόλληση ή κόλληση εν γένει		$e = 4 \text{ mm}$
2.12	Συγκολλούμενη μούφα		$e = 4 \text{ mm}$
2.13	Συγκολλούμενη σφαιρική μούφα		$e = 4 \text{ mm}$
2.14	Συγκολλούμενη μούφα ωθήσεως		$e = 4 \text{ mm}$
2.15	Συγκολλούμενη αποφρακτική δι-κλείδα		$l = 6, f = 3 \text{ mm}$ Ανάλογη παράσταση άλλων συγκολλούμενων οργάνων

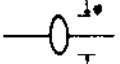
3. Όργανα διακοπής

3.1	Όργανο διακοπής εν γένει		$l = 7, f = 3 \text{ mm}$
3.2	Ομοίως ανοικτό		
3.3	Ομοίως κλειστό		
3.4	Όργανο διακοπής με τροχό		
3.5	Όργανο διακοπής με στρόφοιο		
3.6	Όργανο διακοπής με έμβολο		$l = 7, a = 4 \text{ mm}$
3.7	Όργανο διακοπής μαγνητικό		$l = 7, a = 4 \text{ mm}$
3.8	Όργανο διακοπής με κινητήρα		$l = 7, a = 4 \text{ mm}$

3.9	Όργανο διακοπής υδραυλικό		$l = 7, a = 3 \text{ mm}$
3.10	Όργανο διακοπής με λάδι		$l = 7, a = 3 \text{ mm}$
3.11	Όργανο διακοπής με μεμβράνη		
3.12	Όργανο διακοπής με πλωτήρα		
3.13	Δικλείδα κοινή (διελεύσεως)		
3.14	Ασφαλιστικό με αντίβαρο		
3.15	Ασφαλιστικό με ελατήριο		
3.16	Δικλείδα με βαλβίδα αντεπιστροφής και δυνατότητα διακοπής της ροής		
3.17	Δικλείδα αντεπιστροφής		
3.18	Δικλείδα αντεπιστροφής με φλάντζες		
3.19	Απλή βαλβίδα αντεπιστροφής τοποθετούμενη μεταξύ φλαντζών		$l = h = 5 \text{ mm}$
3.20	Ομοίως με ελατήριο		$l = h = 5 \text{ mm}$
3.21	Κλαπέττο εν γένει		$l = 7, h = 4 \text{ mm}$
3.22	Κλαπέττο αντεπιστροφής εν γένει		$l = 7, h = 4 \text{ mm}$
3.23	Κλαπέττο αποφρακτικό		
3.24	Κλαπέττο ρυθμιστικό		
3.25	Σύρτης (βάννα)		
3.26	Μειωτής πίεσης		$l = 9, h = 5 \text{ mm}$ $p_1 > p_2$
3.27	Όργανο αντεπιστροφής εν γένει με δυνατότητα αποφράξεως της ροής		
3.28	Ποτήρι αναρροφήσεως		$l = h = 4 \text{ mm}$
3.29	Γωνιακή δικλείδα		$l_1 = l_2 = 3 \text{ mm}$
3.30	Γωνιακό ασφαλιστικό με αντίβαρο		

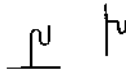
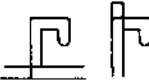
3.31	Γωνιακή δικλείδα αντεπιστροφής με δυνατότητα σφαγρώσεων της ροής	
3.32	Κρουνός	 $l_1 = l_2 = 3, d = 2 \text{ mm}$
3.33	Κρουνός γωνιακός	
3.34	Τρίσταμος κρουνός	

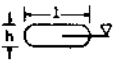
4. Εξομοιωτές μηκών (διαστολικά)

4.1	Διαστολικό εν γένει	 $d = 8 \text{ mm}$
4.2	Διαστολικό ου	 $l_1 = l_2 = l_3 = 6 \text{ mm}$
4.3	Διαστολικό ωμέγα (λύρα)	
4.4	Διαστολικό φακοειδές	 $\varphi = 6 \text{ mm}$
4.5	Σπαστός σωλήνας	 $l = 12, h = 5 \text{ mm}$
4.6	Διαστολικό με στυπιοθλίπτη	

5. Άλλα όργανα

5.1	Ατμοπαγίδα εν γένει	 $d = 4 \text{ mm}$
5.2	Ατμοπαγίδα με φλάντζες	
5.3	Συλλεκτήριος αγωγός συμπυκνωμάτων με ατμοπαγίδα	 $d_1 = 7 \text{ mm}$ $d_2 = 4 \text{ mm}$
5.4	Ροοδείκτης	
5.5	Φίλτρο	 $\varnothing_1 = \varnothing_2 = 6 \text{ mm}$
5.6	Κόσκινα (απλό συμμάτινο φίλτρο)	 $l = 10, h = 5 \text{ mm}$
5.7	Εκροή προς αποχέτευση	

5.8	Κάλυμμα έναντι βροχής	
5.9	Ρυθμιστής ταχύτητας	
5.10	Ρυθμιστής πίεσεως	
5.11	Ρυθμιστής θερμοκρασίας (θερμοστάτης)	
5.12	Ρυθμιστής στάθμης	  $l = 12 \text{ mm}$ $h = 5 \text{ mm}$
5.13	Ρυθμιστής πασότητας	
5.14	Ρυθμιστής ασφαλείας (ρυθμιστής ταχείας διακοπής)	 $d_1 = 6, d_2 = 3 \text{ mm}$
5.15	Μετρητής πίεσεως (μανόμετρο)	 $d = 5 \text{ mm}$
5.16	Πιεσόμετρο υγρό	
5.17	Διαφορικό μανόμετρο	 $d = 5 \text{ mm}$
5.18	Διαφορικό υγρό πιεσόμετρο	
5.19	Μετρητής θερμοκρασίας	
5.20	Υγρό θερμόμετρο	
5.21	Θερμοηλεκτρικό στοιχείο	
5.22	Θερμόμετρο αντιστάσεως	
5.23	Θερμόμετρο διμεταλλικό	
5.24	Θερμόμετρο ακτινοβολίας (οπτικό)	
5.25	Μετρητικό ακραφύσιο ή φλάντζα χωρίς τοπικό όργανο ενδείξεως	
5.26	Ομοίως με τοπικό όργανο ενδείξεως	 $d = 3 \text{ mm}$
5.27	Μετρητής Venturi με τοπικό όργανο ενδείξεως	

5.28	Μετρητής με πτερύγια		$l = 7 \text{ mm}$
5.29	Μετρητής όγκου		
5.30	Μετρητής CO ₂		$d = 3 \text{ mm}$
5.31	Ενδεικτής στάθμης		$l = 12, h = 4 \text{ mm}$
5.32	Ομοίως με τοπική ένδειξη		
5.33	Μετρητής στρωφών		
5.33	Μετρητής τάσεως, εντάσεως, ισχύος		$d = 5 \text{ mm}$

6. Επί μέρους στοιχεία αφορώντα στα όργανα

6.1	Ανοίγει με αύξηση του ρυθμιστικού μεγέθους		$d = 4 \text{ mm}$
6.2	Ανοίγει με μείωση του ρυθμιστικού μεγέθους		
6.3	Ανοίγει με αύξηση του ρυθμιστικού μεγέθους υπεράνω της τιμής...		
6.4	Ανοίγει με μείωση του ρυθμιστικού μεγέθους κάτω της τιμής...		
6.5	Κλείνει με αύξηση του ρυθμιστικού μεγέθους υπεράνω της τιμής...		
6.6	Κλείνει με μείωση του ρυθμιστικού μεγέθους κάτω της τιμής...		
6.7	Έμβολο		$a = b = 6 \text{ mm}$
6.8	Έμβολο με σύνδεση λαδιού και από τις δύο πλευρές		
6.9	Έμβολο με ελατήριο και λάδι		
6.10	Πέδη ελαίου		
6.11	Διάταξη βαλβίδας - έδρας		
6.12	Βαλβίδα διπλής εδράσεως		

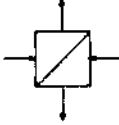
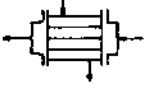
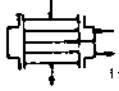
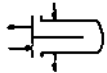
6.13	Ελατήριο	 $a = b = 5 \text{ mm}$
6.14	Σταθερό σημείο μηχανισμού ρυθμίσεως	
6.15	Οριακή πρόσκρουση	

7. Στηρίγματα σωλήνων

7.1	Έδρανο ολισθήσεως εν γένει	
7.2	Έδρανο ολισθήσεως με οδηγό	
7.3	Έδρανο ολισθήσεως με κυλίνδρους	
7.4	Έδρανο ολισθήσεως με σφαίρες	
7.5	Σταθερό σημείο	
7.6	Ομοίως με δυνατότητα περιστροφής	
7.7	Έδρανο υποβασταζόμενο εν γένει	
7.8	Έδρανο κρεμάμενο εν γένει	
7.9	Έδρανο κρεμάμενο ελατηριωτά	
7.10	Έδρανο υποβασταζόμενο ελατηριωτά	
7.11	Έδρανο με υποστήριξη εξισούμενη	

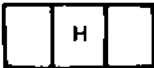
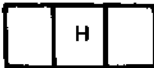
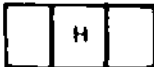
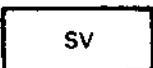
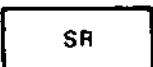
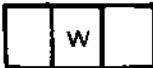
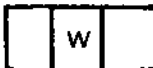
8. Πρόσθετοι συμβολισμοί θερμάνσεων

8.1	Λέβητας νερού	  $8 \times 10 \text{ mm}$
8.2	Θερμαντικό σώμα	  $10 \times 5 \text{ mm}$
8.3	Θερμαντικό σώμα με φέτες	 
8.4	Επίπεδο Θερμαντικό σώμα	 

8.5	Κονβέρτερ	
8.6	Περιμετρικό Θερμαντικό σώμα	
8.7	Πτερυγοφόρος σωλήνας	
8.8	Σερπαντίνα	
8.9	Σωληνωτός Θερμαντήρας αέρα	
8.10	Εναλλάκτης Θερμότητας με επιφάνεια, γενικώς	 10 x 10 mm
8.11	Σωληνωτός εναλλάκτης με ευθύγραμμους σωλήνες διασταυρούμενης απλής ροής	
8.12	Ομοίως, διπλής ροής	 $l = 16, d = 8 \text{ mm}$
8.13	Ομοίως, με φουρκέτες	
8.14	Ομοίως αντίρροπης και ομόρροπης ροής	
8.15	Ομοίως διασταυρούμενης λόγω φραγμάτων ροής	
8.16	Θερμαντήρας με σερπαντίνα	
8.17	Αερόθερμο τοίχου a = ανακυκλοφορούμενος, b = εξωτερικός αέρας	 8 x 8 mm
8.18	Φράκτης ρυθμίσεως ελκυσμού	
8.19	Βαλβίδα εξαερισμού	 6 x 6 mm
8.20	Αερισμός εξαερισμός	
8.21	Πυροστάτης	

1.4. ΧΡΩΜΑΤΑ

Για διάκριση οι σωληνώσεις θερμάνσεως και ψυχρού νερού δεν φέρουν βέλη. Το ορθογώνιό τους χωρίζεται σε τρία ή πέντε τμήματα το δε μεσαίο φέρει ενδεικτικό γράμμα διαφόρου χρώματος ως εξής:

Ατμός χαμηλής πιέσεως			Κόκκινο - κίτρινο - κόκκινο (H = μαύρο)
Συμπυκνώματά του			Πράσινο - άσπρο - πράσινο (H = μαύρο)
Θερμό νερό	Προσαγωγή		Πράσινο - άσπρο - πράσινο (H = κόκκινο)
	Απαγωγή		Ομοίως (H = μπλε)
Υπέρθερμο νερό	Προσαγωγή		Πράσινο - κόκκινο - άσπρο - - κόκκινο - πράσινο (H = κόκκινο)
	Απαγωγή		Ομοίως (H = μπλε)
Σωλήνας ασφαλείας	Άνοδος		—
	Κάθοδος		—
Θερμό νερό κοινής χρήσεως	Προσαγωγή		Πράσινο - άσπρο - πράσινο (W = κόκκινο)
	Ανακυκλοφορία		Ομοίως (W = ιώδες)
Κρύο νερό			Πράσινο - άσπρο - πράσινο (W = μπλε)

2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Τα δίκτυα χαρακτηρίζονται από το υλικό, που είναι κατασκευασμένοι οι σωλήνες και διακρίνονται σε :

- Δίκτυα χαλύβδινα.
- Δίκτυα χαλκού.
- Δίκτυα πλαστικά.

Τα χρησιμοποιούμενα εξαρτήματα, που προσήκουν σε κάθε δίκτυο, μπορούν κατά περίπτωση να είναι από άλλα υλικά.

2.1. ΧΑΛΥΒΔΙΝΑ ΔΙΚΤΥΑ

2.1.1. Σωλήνες

Οι σωλήνες, που επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν είναι :

- Σωλήνες με σπείρωμα ημιβαρέος τύπου.
- Σωλήνες με σπείρωμα βαρέος τύπου.
- Σωλήνες χωρίς ραφή.
- Σωλήνες με κατά μήκος ραφή.

Ο τρόπος συνδέσεως των όμωσ, τόσο μεταξύ τους, όσο και με τα όργανα διαφέρει.

2.1.1.1. Σωλήνες με σπείρωμα ημιβαρέος τύπου.

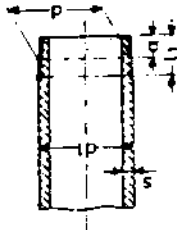
Οι διαστάσεις των σωλήνων αυτών φαίνονται στον πίνακα 2-1. Κατασκευάζονται από χάλυβα με τα εξής χαρακτηριστικά :

- Αντοχή θραύσεως $33 \text{ έως } 50 \text{ kp/mm}^2$
- Όριο ροής (για πάχη μέχρι 25mm) $\geq 19 \text{ kp/mm}^2$
- Μήκυνση θραύσεως ($L=5d$, για πάχη μέχρι 25mm) $\geq 18\%$.

Όμοιοι χάλυβες είναι ο Fe 33-0 κατά την Euro norm 25 και ο St 33-1 κατά DIN 17100.

Πίνακας 2-1 : Διαστάσεις σωλήνων με σπείρωμα ημιβαρέος τύπου

Όνομαστική Διάμετρος		Σωλήνας				Σπείρωμα			Μονάδα	
		Έξω Διαμέ- τρος	Πάχος τοιχώ- ματος	Μάζα λείου σωλήνα kg/m	Μάζα σωλήνα με μυνωσπείρωμα kg/m	Θωρηκτική διάμετρος σωλήνα με μυνωσπείρωμα mm	Μήκος σπειρω- τός από το άκρο του σωλήνα	Απόσταση του έξω διαμέ- τρος	Μονάδα	
		in	mm	kg/m	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm
1/8"	6	10,2	2,0	0,407	0,410	9,728	28	7,4	4,9	3,1
1/4"	8	13,5	2,35	0,650	0,654	13,157	19	11,0	7,3	4,7
3/8"	10	17,2	2,35	0,852	0,858	16,662	19	11,4	7,7	5,1
1/2"	15	21,3	2,65	1,22	1,23	20,955	14	15,0	10,0	6,4
3/4"	20	26,9	2,65	1,58	1,59	26,441	14	16,3	11,3	7,7
1"	25	33,7	3,25	2,44	2,46	33,249	11	19,1	12,7	8,1
1 1/4"	32	42,4	3,25	3,14	3,17	41,910	11	21,4	15,0	10,4
1 1/2"	40	48,3	3,25	3,61	3,65	47,803	11	21,4	15,0	10,4
2"	50	60,3	3,65	5,10	5,17	59,614	11	25,7	18,2	13,6
2 1/2"	65	76,1	3,65	6,51	6,63	75,184	11	30,2	21,0	14,0
3"	80	89,9	4,05	8,47	8,64	87,884	11	33,3	24,1	17,1
4"	100	114,3	4,5	12,1	12,4	113,030	11	39,3	28,9	21,9
5"	125	139,7	4,85	16,2	16,7	138,430	11	43,6	32,1	25,1
6"	150	165,1	4,85	19,2	19,8	163,830	11	43,6	32,1	25,1



Υπάρχει καταλληλότητα συγκολλήσεως για θερμοκρασίες $\geq 5^{\circ}\text{C}$. Οι σωλήνες μπορεί να παραχθούν με ή χωρίς ραφή. Εφ'όσον φέρουν στα άκρα σπείρωμα αυτό πρέπει να είναι σύμφωνο με τα εμφανιζόμενα στον πίνακα 2.8 (κωνικότητα 1:16). Μέγιστες επιτρεπόμενες αποκλίσεις της εξωτερικής διαμέτρου σύμφωνα με τον πίνακα 2-2.

Πίνακας 2-2 : Επιτρεπόμενες αποκλίσεις εξωτερικής διαμέτρου κατά ΕΛΟΤ 270 σε mm

DN	d ₁		DN	d ₁		DN	d ₁	
	max	min		max	min		max	min
6	10,4	9,7	25	34,0	33,2	80	89,4	87,9
8	13,9	13,2	32	42,7	41,9	100	114,9	113,0
10	17,4	16,7	40	48,6	47,8	125*	140,8	138,5
15	21,7	21,0	50	60,7	59,6	150*	166,5	163,9
20	27,1	26,4	65	76,3	75,2			

* Δεν περιλαμβάνονται στην τυποποίηση ΕΛΟΤ 270

Μέγιστη απόκλιση πάχους, που εκφράζεται σαν διαφορά μόνο στην εξωτερική διάμετρο -12,5%. Μπορεί να γίνει και -15% για μήκος ίσο προς το διπλάσιο της διαμέτρου.

Μέγιστη απόκλιση βάρους για ένα σωλήνα $\pm 10\%$, για ένα φορτίο σωλήνων $\geq 10t$, $\pm 7,5\%$.

Οι σωλήνες πρέπει να έχουν υποστεί δοκιμή στεγανότητας στον παραγωγό σε πίεση 50 bar. Η δοκιμή αφορά στον κυρίως σωλήνα πριν να γίνουν τα σπειρώματα και όχι στις συνδέσεις.

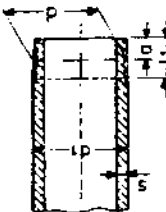
2.1.1.2. Σωλήνες με σπείρωμα βαρέος τύπου

Οι διαστάσεις των σωλήνων φαίνονται στον πίνακα 2-3. Όσον αφορά στην ποιότητα υλικού, τις αποκλίσεις, την μέθοδο παραγωγής κ.λ.π. ισχύουν όλες οι παρατηρήσεις, που αφορούν στους σωλήνες ημιβαρέος τύπου (§ 2.1.1.1.).

2.1.1.3. Σωλήνες χωρίς ραφή

Χρησιμοποιούνται συνήθως δύο ποιότητες, η κοινή ποιότητα εμπορίου (αντιστοιχεί προς St 00) και η ποιότητα με προδιαγρα-

Πίνακας 2-3 : Διαστάσεις σωλήνων με σπειρώμα βαρέος τύπου

Σπειρώμα χωνικό												
Υπομετρική διαμέτρος			Σωλήνας			Σπειρώμα			Μον. α			
			Έξωτ. διαμέτρός	Πάχος τοιχώματος	Μάζα σωλήνα με μόνωση	Μάζα σωλήνα χωρίς μόνωση	Θωρητική διαμέτρος σπειρώματος στο άνω άκρο	Μήκος σπειρώματος ή μήκος του σωλήνα				
in	mm	d ₁	s	kg/m	kg/m	d	α	α	Μήκος			
Διαστάσεις σε mm												
												
1/8"	6	10,2	2,65	0,493	0,496	9,728	28	7,4	4,9	3,1	14,5	17
1/4"	8	13,5	2,9	0,769	0,773	13,157	19	11,0	7,3	4,7	17,5	25
3/8"	10	17,2	2,9	1,02	1,03	16,662	19	11,4	7,7	5,1	21,5	26
1/2"	15	21,3	3,25	1,45	1,46	20,955	14	15,0	10,0	6,4	27	34
3/4"	20	26,9	3,25	1,90	1,91	26,441	14	16,3	11,3	7,7	33,5	36
1"	25	33,7	4,05	2,97	2,99	33,749	11	19,1	12,7	8,1	40,5	43
1 1/4"	32	42,4	4,05	3,84	3,87	41,910	11	21,4	15,0	10,4	50	48
1 1/2"	40	48,3	4,05	4,43	4,47	47,803	11	21,4	15,0	10,4	57	48
2"	50	60,3	4,5	6,17	6,24	59,614	11	25,7	18,2	13,6	70	56
2 1/2"	65	76,1	4,5	7,90	8,02	75,184	11	30,2	21,0	14,0	86	65
3"	80	88,9	4,95	10,1	10,3	87,884	11	33,3	24,1	17,1	100	71
4"	100	114,3	5,4	14,4	14,7	113,030	11	39,3	28,9	21,9	126	83
5"	125	139,7	5,4	17,8	18,3	138,430	11	43,6	32,1	25,1	152	92
6"	150	165,1	5,4	21,2	21,8	163,830	11	43,6	32,1	25,1	180	92

φές (αντιστοιχεί προς St 35).

Η ποιότητα εμπορίου μπορεί γενικά να χρησιμοποιηθεί μέχρι $t = 120^{\circ}\text{C}$ και πιέσεις μέχρι 25 bar. Διαστάσεις και βάρη φαίνονται στον πίνακα 2-4.

Πίνακας 2-4 : Διαστάσεις και βάρη σωλήνων χωρίς ραφή
ποιότητας εμπορίου

DN	Εξωτερική διάμετρος mm	Ονομαστικό πάχος τοιχώματος mm	Βάρος kp/m	DN	Εξωτερική διάμετρος mm	Ονομαστικό πάχος τοιχώματος mm	Βάρος kp/m
12	16* 17,2	1,8 1,8	0,630 0,684	50	57* 60,3	2,9 2,9	3,87 4,11
15	20* 21,3	2 2	0,888 0,952	65	70* 76,1	2,9 2,9	4,80 5,24
20	25* 26,9	2 2,3	1,13 1,40	80	88,9	3,2	6,76
25	31,8* 33,7	2,6 2,6	1,87 1,99	100	101,6* 114,3	3,6 3,6	8,70 9,83
32	38* 42,4	2,6 2,6	2,27 2,55	125	133* 139,7	4 4	12,7 13,4
40	48,3 51*	2,6 2,6	2,93 3,10	150	168,3	4,5	18,2

Σημείωση : Οι εξωτερικές διαμέτροι των σωλήνων χωρίς ραφή καθώς και των με κατά μήκος ραφή (§ 2.1.1.4.) είναι καταταγμένες, σύμφωνα με το DIN-ISO 4200, σε 3 σειρές, που προσδιορίζονται ως εξής :

- Σειρά 1 : Σωλήνες με εξωτερική διάμετρο για την οποία υπάρχουν τυποποιημένα όλα τα εξαρτήματα για συγκόλληση, οι φλάντζες κ.α. (ή που πρέπει να τυποποιηθούν).
- Σειρά 2 : Σωλήνες με εξωτερική διάμετρο για την οποία υπάρχουν κατά το μεγαλύτερο μέρος

τυποποιημένα εξαρτήματα, όμως όχι όλα:

- Σειρά 3 : Σωλήνες με εξωτερική διάμετρο για ειδικούς σκοπούς και για την οποία κατά το πλείστον δεν υπάρχουν τυποποιημένα εξαρτήματα. Στο μέλλον μπορεί μια ή περισσότερες εξωτερικές διαμέτροι να παραλειφθούν από την τυποποίηση.

Στους πίνακες 2-4, 2-5 και 2-6 αναφέρονται με αστερίσκο (*) οι εξωτερικές διαμέτροι της σειράς 2, ενώ δεν αναφέρονται καθόλου της σειράς 3.

Εκτός από το ονομαστικό πάχος παράγονται και σε άλλα πάχη. Σωλήνες με πάχος μικρότερο του ονομαστικού δεν συνιστώνται.

Προϋπόθεση για την χρησιμοποίησή τους για θερμό νερό (και άλλα υγρά) είναι, ότι το γινόμενο εσωτερικής διαμέτρου x την πίεση λειτουργίας $\leq 7200 \text{ mm} \times \text{bar}$. Κύριο χαρακτηριστικό αντοχής το όριο ροής, που στους 20°C , $\sigma_{0,2} \geq 15 \text{ kp/mm}^2$.

Για μεγαλύτερες απαιτήσεις και μεγαλύτερες διαμέτρους συνιστάται η ποιότητα με προδιαγραφές. Μέχρι και DN 80 οι διαστάσεις και τα βάρη είναι ίδια με τον πίνακα 2-4, μπορούν δε οι σωλήνες να χρησιμοποιηθούν μέχρι $p = 64 \text{ bar}$. Για μεγαλύτερες διαμέτρους επέρχονται οι μεταβολές του πίνακα 2-5 για πιέσεις μέχρι 40 bar.

Πίνακας 2-5 : Διαστάσεις και βάρη σωλήνων χωρίς ραφή
με προδιαγραφές

DN	Εξωτερική διάμετρος mm	Ονομαστικό πάχος τοιχώματος mm	Βάρος kp/m	DN	Εξωτερική διάμετρος mm	Ονομαστικό πάχος τοιχώματος mm	Βάρος kp/m
100	101,6*	3,6	8,70	300	323,9	7,1	55,5
	114,3	3,6	9,83	350	355,6	8	68,6
125	133*	4	12,7	400	406,4	8,8	86,3
	139,7	4	13,4	450	457	10	110
150	168,3	4,5	18,2	500	508	11	135
200	219,1	5,9	31,1	600	610	12,5	184
250	273	6,3	41,4	(*) Ιδέ σημείωση πίνακα 2-4			

Στοιχεία, όσον αφορά στην ελληνική τυποποίηση δίδονται από τα πρότυπα ΕΛΟΤ 280/83, 497/82, 496/82, 541. Αντίστοιχα στοιχεία ISO 2546/73, 64/74, 221/76 και DIN 2448.

Το υλικό των σωλήνων έχει σαν κύριο χαρακτηριστικό αντοχής το όριο ροής, που σε 20°C είναι $\geq 24 \text{ kp/mm}^2$, σε 200°C $\geq 19 \text{ kp/mm}^2$, σε 250°C $\geq 17 \text{ kp/mm}^2$ και σε 300°C $\geq 14 \text{ kp/mm}^2$.

Η περιεκτικότητα σε άνθρακα είναι $\leq 0,18\%$. Και οι δύο ποιότητες πρέπει να είναι κατάλληλες για συγκόλληση, για καμύλωση, για εκτόνωση, για άνοιγμα χειλιών και όμοιες παραμορφώσεις. Και οι δύο ποιότητες δεν επιτρέπεται να συνδεθούν με σπείρωμα, εκτός και αν τα πάχη τους είναι τουλάχιστον ίσα με τα των ημιβαρέων σωλήνων με σπείρωμα.

2.1.1.4. Σωλήνες με κατά μήκος ραφή

Μπορεί να χρησιμοποιηθούν πάλι δύο ποιότητες, η ποιότητα εμπορίου (αντίστοιχη η St 33) και η ποιότητα με προδιαγραφές (αντίστοιχη η St 34-2). Αναφέρονται οι ελάχιστα παραδεκτές ποιότητες μόνον. Δεν αναφέρεται π.χ. εδώ η καλλίτερη ποιότητα St 37-2, που και συνιστάται. Οι συνήθεις διαστάσεις (με το ονομαστικό πάχος) φαίνονται στον πίνακα 2-6. Παράγονται όμως σε διάφορα πάχη. Πλήρη στοιχεία βρίσκονται στις διάφορες τυποποιήσεις, όπως π.χ. στο ΕΛΟΤ 281/79, στο DIN 2458 ή και στις συστάσεις της ISO R336. Δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται πάχη μικρότερα από τα ονομαστικά (κανονικά).

Σαν κύριο χαρακτηριστικό αντοχής για την ποιότητα εμπορίου είναι το όριο ροής, που για τους 20°C δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 15 kp/mm^2 .

Τα χαρακτηριστικά αντοχής της ποιότητας με προδιαγραφές (ελάχιστα) είναι :

- αντοχή θραύσεως $34 \div 42 \text{ kp/mm}^2$
- όριο ροής

σε 20°C	$\geq 21 \text{ kp/mm}^2$
σε 200°C	$\geq 14 \text{ kp/mm}^2$
σε 250°C	$\geq 13 \text{ kp/mm}^2$
σε 300°C	$\geq 11 \text{ kp/mm}^2$
- μήκυνση θραύσεως σε 20°C ($L = 5d$) $\geq 28\%$.
- δυσθραυστότητα εκάστου δοκιμίου $\geq 5 \text{ kpm/cm}^2$
 μέση τιμή τριών δοκιμίων $\geq 8 \text{ kpm/cm}^2$

Πίνακας 2-6 : Διαστάσεις και βάρη σωλήνων με κατά μήκος ραφή

DN	Εξωτερική διάμετρος mm	Ονομαστικό πάχος τοιχώματος mm	Βάρος kg/m	DN	Εξωτερική διάμετρος mm	Ονομαστικό πάχος τοιχώματος mm	Βάρος kg/m
12	16*	1,8	0,630	80	88,9	2,9	6,15
	17,2	1,8	0,684	100	101,6*	2,9	7,06
15	20*	2	0,888		114,3	3,2	8,77
	21,3	2	0,952	125	133*	3,6	11,5
20	25*	2	1,13		139,7	3,6	12,1
	26,9	2	1,23	150	168,3	4	16,2
25	31,8*	2	1,47	200	219,1	4,5	23,8
	33,7	2	1,56	250	273	5	33,0
32	38*	2,3	2,02	300	323	5,6	44,0
	42,4	2,3	2,27	350	355,6	5,6	48,3
40	48,3	2,3	2,61	400	406,4	6,3	62,2
	51*	2,3	2,76	450	457	6,3	70,0
50	57*	2,3	3,10	500	508	6,3	77,9
	60,3	2,3	3,29	600	610	6,3	93,8
65	70*	2,6	4,32	(*) Ιδέ σημείωση πίνακα 2-4			
	76,1	2,6	4,71				

Για την ποιότητα εμπορίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε μέθοδος συγκολλήσεως. Ο συντελεστής ραφής ν όμως είναι :

- χωρίς εγγύηση του κατασκευαστή $v = 0,5$

- με εγγύηση του κατασκευαστή, χωρίς πιστοποιητικό παραλαβής ειδικού οίκου $v = 0,7$

- για την ποιότητα με τις προδιαγραφές και συγκόλληση από τις δύο πλευρές ή εν γίνεται παραγωγή με εξέταση από αρχικά από τις δύο πλευρές συγκολλημένο μητρικό σωλήνα ή ανάλογες μεθόδους όπως π.χ. με υψίσουχνα ρεύματα με μόνη εγγύηση του κατασκευαστή $v = 0,8$

- και με πιστοποιητικό παραλαβής $v = 0,9$

Σημειώνεται ότι σε ορισμένες προδιαγραφές όπως π.χ. DIN 2413 γίνεται υπό προϋποθέσεις δεκτός και συντελεστής ραφής $v = 1$.

Το μειωμένο πάχος τοιχώματος και ο συντελεστής ραφής

επιβάλλουν τον υπολογισμό σε αντοχή των σωλήνων με ραφή. Ο υπολογισμός γίνεται από τις σχέσεις :

$$s = s_o + c = \frac{d_i \cdot p}{200 \frac{K}{S} v - p} + c_1 + c_2 \quad (2-1)$$

$$s = s_o + c = \frac{d_a \cdot p}{200 \frac{K}{S} v + p} + c_1 + c_2 \quad (2-2)$$

όπου

s = το αναγκαίο πάχος της σωληνώσεως σε mm

s_o = το εξ υπολογισμού σε αντοχή θεωρητικό πάχος σε mm

p = η πίεση λειτουργίας (μανομετρική) σε kp/cm^2

d_i, d_a = εσωτερική, εξωτερική διάμετρος σε mm

K = χαρακτηριστικό μέγεθος αντοχής, εδώ το $s_{0,2}$ σε kp/mm^2

S = συντελεστής ασφαλείας, εδώ 1,7 αν το υλικό και η ραφή έχουν πιστοποιητικό και 2,0 αν δεν έχουν

v = συντελεστής ραφής

c_1 = προσθήκη, που καλύπτει αποκλίσεις προς τα κάτω του πάχους του τοιχώματος, που συνιστάται να λαμβάνεται από τον πίνακα 2-7 και

c_2 = προσθήκη που καλύπτει σκωριάσεις κ.λ.π. και που συνιστάται να λαμβάνεται ίση προς 1 mm.

Ο απλός αυτός υπολογισμός δεν επαρκεί για σοβαρότερες περιπτώσεις. Πλήρη στοιχεία εν προκειμένω δίδονται από το DIN 2413.

Πίνακας 2-7 : Προσθήκη c_1 για σωλήνες με ραφή

Ονομαστικό πάχος mm	Σωλήνες από έλασμα	Σωλήνες από ταινία	
		Θερμής εξελάσεως	Ψυχρής εξελάσεως
0 - 3	--	--	--
3 - 3,5	0,25	0,15 - 0,20	0,07 - 0,10
4 - 4,75	0,30	0,20 - 0,30	0,10 - 0,15
5 - 7	0,40		

Για την ποιότητα με προδιαγραφές η ανάλυση του τήγματος πρέπει να έχει δώσει $C \leq 0,15\%$, $P \leq 0,05\%$, $S \leq 0,05\%$, $N \leq 0,007\%$, τυχόν δε ανάλυση του υλικού του ετοίμου προϊόντος $C \leq 0,19\%$, $P \leq 0,063\%$, $S \leq 0,063\%$, $N \leq 0,009\%$ προκειμένου για μη ησυχασμένο χάλυβα ή $C \leq 0,17\%$, $P \leq 0,055\%$, $S \leq 0,055\%$, $N \leq 0,008\%$ προκειμένου για ησυχασμένο χάλυβα.

Οι χάλυβες και των δύο ποιοτήτων των σωλήνων πρέπει να είναι καλά συγκολλησιμοι και οι σωλήνες να επιδέχονται καμπύλωση, εκτόνωση, άνοιγμα χειλέων και όμοιες παραμορφώσεις.

Η σύνδεσή τους δεν επιτρέπεται να γίνεται με σπείρωμα πλήν της περιπτώσεως, που το πάχος τους είναι τουλάχιστον ίσο προς το πάχος των ημιβαρέων σωλήνων με σπείρωμα, και η εξωτερική τους διάμετρος επίσης ίση με την των τελευταίων. Η σύνδεσή τους γίνεται με συγκόλληση.

Πάχη μικρότερα του ονομαστικού για σωλήνες με ή χωρίς ραφή δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται στην περιοχή εφαρμογής αυτής της οδηγίας.

Για την περίπτωση που οι σωλήνες τοποθετούνται έτσι, ώστε να μην είναι εύκολα προσβάσιμοι (π.χ. υπό το δάπεδο) συνιστάται τα χρησιμοποιούμενα πάχη να είναι ίσα προς τα πάχη σωλήνων βαρέως τύπου και οι συνδέσεις να έχουν γίνει με συγκόλληση.

Παρατήρηση

Όλοι οι σωλήνες με κατά μήκος ραφή τόσο της § 2.1.1.4 όσο και των § 2.1.1.1 και 2.1.1.2 (σωλήνες με σπείρωμα, εφόσον έχουν κατασκευαστεί με ραφή) πρέπει να έχουν υποστεί αδόπτηση.

Μη ανοπτημένοι σωλήνες δεν συνιστώνται.

2.1.2. Συνδέσεις χαλύβδινων σωλήνων

Οι συνδέσεις των χαλύβδινων σωλήνων μπορεί να γίνουν :

- με σπειρώματα
- με φλάντζες
- με συγκολλήσεις.

2.1.2.1. Συνδέσεις με σπείρωμα

2.1.2.1.1. Το χρησιμοποιούμενο σπείρωμα

Οι συνδέσεις αυτές γίνονται με σπείρωμα Whitworth για σω-

ληνώσεις, πρότυπο ΕΛΟΤ 267.1./82. Αυτό είναι κυλινδρικό εσωτερικό σπείρωμα για τις μούφες, τις κοχλιωτές φλάντζες και τα άλλα εξαρτήματα και κωνικό εξωτερικό σπείρωμα (κώνος 1 : 16) για τον σωλήνα όπως στο σχήμα 2-1. Στον πίνακα 2-8 δίδονται στοιχεία για την σύνδεση. Για τις ανοχές της δίδει στοιχεία ο πίνακας 2-9 σε συνδυασμό με το σχήμα 2-2.

2.1.2.1.2. Τα κοχλιωτά εξαρτήματα

Τα χρησιμοποιούμενα κοχλιωτά εξαρτήματα είναι κυρίως :

- μούφες για την σύνδεση κατά μήκος των σωλήνων με δεξιόστροφο βασικά σπείρωμα. Μπορεί να φέρουν επίσης δεξιόστροφο και αριστερόστροφο σπείρωμα για να είναι δυνατή η λύση της συνδέσεως

- γωνίες και καμπύλες για την αλλαγή διευσύνδεσης
- διαφόρων μορφών ταφ και σταυροί για την διακλάδωση της

ροής

- συστολικά για την αλλαγή διαμέτρου σωλήνων
- τάπες, νίπελ κ.λ.π. ειδικά εξαρτήματα.

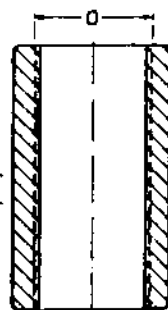
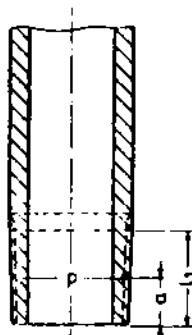
Όλα αυτά τα εξαρτήματα πρέπει να είναι ενισχυμένης μορφής, για να μη διατρέχουν τον κίνδυνο λύσεως της συνεχείας τους κατά την σύσφιξη (π.χ. κορδονάτα). Κατασκευάζονται από μαλακό χυτοσίδηρο ή χάλυβα (αντίστοιχα υλικά GTW-35 κατά DIN 1692 και St 00, St 35, St 37-2). Περισσότερα στοιχεία για μορφές, υλικό και διαστάσεις δίδονται από τις διάφορες εθνικές τυποποιήσεις. Για τα εξαρτήματα από μαλακό χυτοσίδηρο συνιστάται το σχέδιο προτύπου ΕΛΟΤ 567. Εφ' όσον δεν υπάρχουν πρότυπα του ΕΛΟΤ συνιστάται να γίνεται δεκτή η γερμαν. τυποποίηση και συγκεκριμένα :

- για εξαρτήματα από μαλακό χυτοχάλυβα το DIN 2950
- για εξαρτήματα από χάλυβα τα DIN 2605 έως 2619 και 2980 έως 2993.

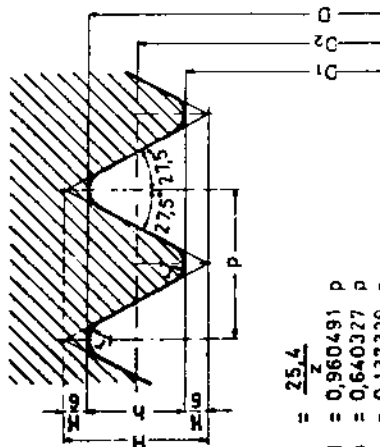
2.1.2.2. Συνδέσεις με φλάντζες

Στην περίπτωση, που είναι επιθυμητή η εύκολη λύση της συνδέσεως προκρίνεται και η σύνδεση με φλάντζες. Οι φλάντζες συνδέονται προς τον σωλήνα με συγκόλληση. Υπό προϋποθέσεις (επαρκές μήκος σπειρώματος) επιτρέπεται και η σύνδεση με σπείρωμα,

Σχ. 2-1 : Σπείρωμα Whitworth για συνδέσεις σωλήνων (ΕΑΟΤ 267.1)

Ονομαστικά μέτραΚυλινδρικό εσωτερικό
σπείρωμαΚωνικό εξωτερικό
σπείρωμα (κώνος 1:16)

Διαστάσεις σε mm

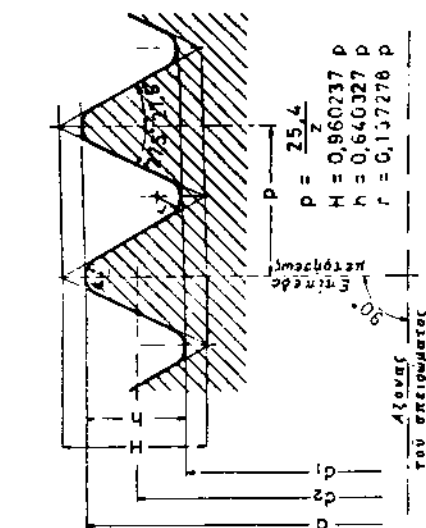


$$p = \frac{25,4}{z}$$

$$H = 0,960491 p$$

$$h = 0,640327 p$$

$$r = 0,137329 p$$



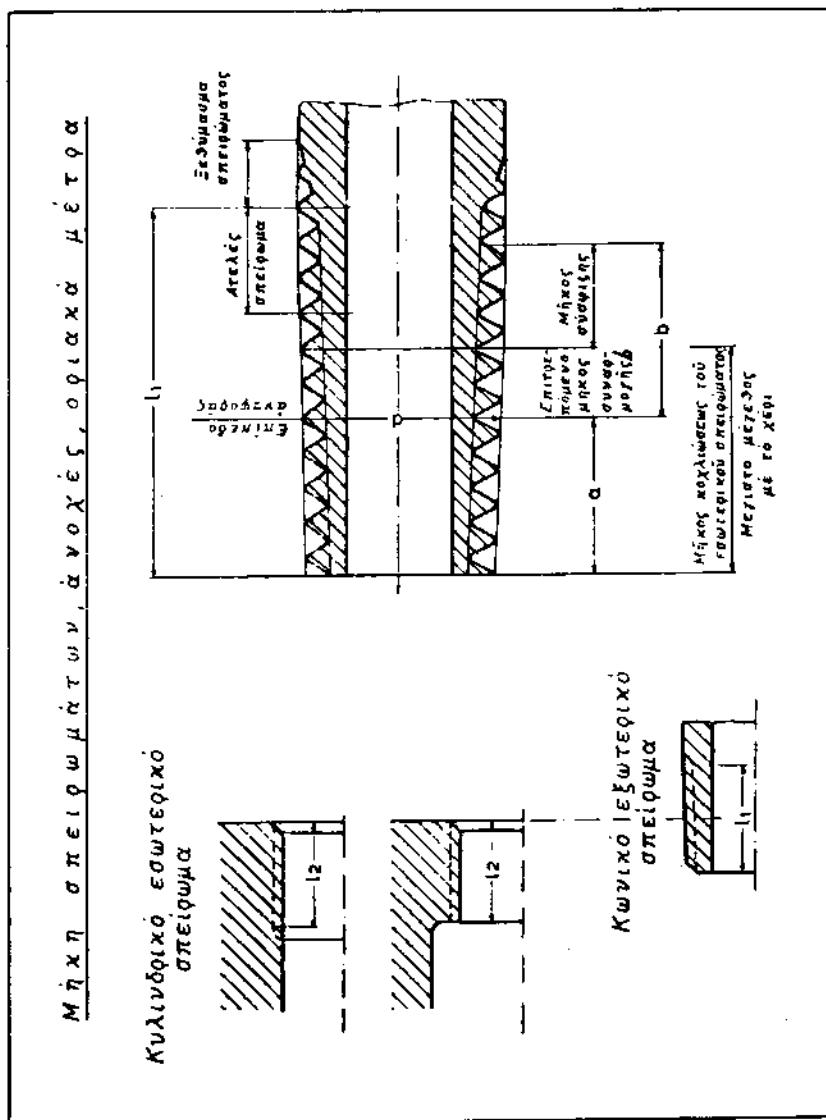
$$p = \frac{25,4}{z}$$

$$H = 0,960237 p$$

$$h = 0,640327 p$$

$$r = 0,137278 p$$

Σχ. 2-2 : Επεξήγηση ανοχών (ΕΛΟΤ 267.1)



Πίνακας 2-9 : Ανοχές κατά ΕΛΟΤ 267.1

Μέγεθος σπειρώ- ματος	Εξωτερικό σπείρωμα										Εσωτερικό σπείρωμα		
	a				b		I ₁			Ανοχή μήκους για την 3η σπειρω- ματική σπείρωμα- τος	Ανοχή διαμέτρου		
	Απόσταση του επάνω ματρώμα- τος από την αρχή του σπειρώματος ±		Απόσταση του κάτω ματρώμα- τος από την αρχή του σπειρώματος ±		Επιτρεπόμενο μήκος συνάρτησης		Ποσοστό σπείρωσης για μήκος σπείρωμα- τος						
	Ονομα- στικό μέγεθος	±	Μέγιστο μέτρο	Ελάχιστο μέτρο	Μέγιστο μέτρο	Ελάχιστο μέτρο	Αριθμός σπειρω- μάτων	Αριθμός σπειρω- μάτων	Για 100 %			Για 80 %	Για 60 %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
R 1/8	4,0	0,9	1	4,5	3,1	2,5	2 3/4	7,4	6,5	5,6	1,7	1 1/4	0,071
R 1/4	6,0	1,3	1	7,3	4,7	3,7	2 3/4	11,0	9,7	8,4	1,7	1 1/4	0,104
R 3/8	6,4	1,3	1	7,7	5,1	3,7	2 3/4	11,4	10,1	8,8	1,7	1 1/4	0,104
R 1/2	8,2	1,8	1	10,0	6,4	5,0	2 3/4	15,0	13,2	11,4	2,3	1 1/4	0,142
R 3/4	9,5	1,8	1	11,3	7,7	5,0	2 3/4	16,3	14,5	12,7	2,3	1 1/4	0,142
R 1	10,4	2,3	1	12,7	8,1	6,4	2 3/4	19,1	16,8	14,5	2,9	1 1/4	0,180
R 1 1/4	12,7	2,3	1	15,0	10,4	6,4	2 3/4	21,4	19,1	16,8	2,9	1 1/4	0,180
R 1 1/2	12,7	2,3	1	15,0	10,4	6,4	2 3/4	21,4	19,1	16,8	2,9	1 1/4	0,180
R 2	15,9	2,3	1	18,2	13,6	7,5	3 1/4	25,7	23,4	21,1	2,9	1 1/4	0,180
R 2 1/2	17,5	3,5	1 1/2	21,0	14,0	9,2	4	30,2	26,7	23,2	3,5	1 1/2	0,217
R 3	20,6	3,5	1 1/2	24,1	17,1	9,2	4	33,3	29,8	26,3	3,5	1 1/2	0,217
R 3 1/2	22,2	3,5	1 1/2	25,7	18,7	9,7	4	34,9	31,4	27,9	3,5	1 1/2	0,217
R 4	25,4	3,5	1 1/2	28,9	21,9	10,4	4 1/2	39,3	35,8	32,3	3,5	1 1/2	0,217
R 5	28,6	3,5	1 1/2	32,1	25,1	11,5	5	43,6	40,1	36,6	3,5	1 1/2	0,217
R 6	28,6	3,5	1 1/2	32,1	25,1	11,5	5	43,6	40,1	36,6	3,5	1 1/2	0,217

εφ' όσον επιτρέπεται η διάνοιξη σπειρώματος στον σωλήνα.

2.1.2.2.1. Συγκολλούμενες φλάντζες

Η επικρατέστερη τυπική μορφή φλάντζας κατάλληλης για όλες τις πιέσεις και τις θερμοκρασίες είναι ως γνωστόν η προσυγκολλούμενη φλάντζα.

Όμως για ονομαστικές πιέσεις μέχρι PN 6 χρησιμοποιείται πάρα πολύ η επίπεδη συγκολλητή κυκλική φλάντζα.

Η επιφάνεια στεγανοποίησής της πρέπει να είναι τορναρισμένη και τριμμένη.

Το χρησιμοποιούμενο υλικό για την κατασκευή των φλαντζών πρέπει να είναι τουλάχιστον κοινός χάλυβας με $\sigma_{0,2} = 24 \text{ kp/mm}^2$ και $\epsilon = 25\%$ (L=5d) π.χ. ποιότητας St 37-2.

Για την συναρμογή οι φλάντζες έχουν τυποιημένες διαστάσεις ανάλογα με τη ονομαστική τους πίεση όπως και αριθμό και διάμετρο κοχλιών.

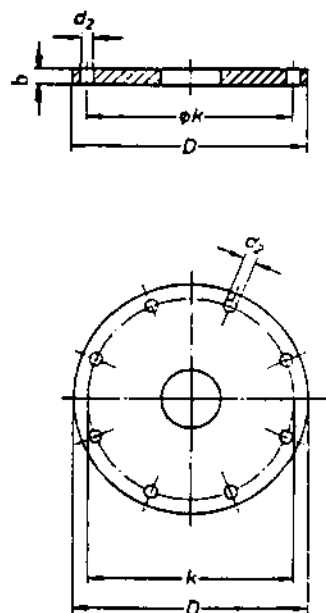
Κάθε φλάντζα έχει έναν αριθμό οπών για τους κοχλίες, ο οποίος είναι πολλαπλάσιος του 4. Οι οπές των κοχλιών πρέπει να διατάσσονται έτσι, ώστε να είναι συμμετρικές προς τους δύο κυρίους άξονες και να μη βρίσκονται πάνω σε αυτούς. Σ' αυτόν τον κανόνα πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή γιατί άλλως δεν είναι δυνατή η συναρμολόγησή τους με όργανα ή μηχανήματα.

Στον πίνακα 2-10 δίδονται οι διαστάσεις συνδέσεως των φλαντζών, η διάταξη των οπών, ο αριθμός και η διάμετρος των κοχλιών κατ' επιλογή από τα DIN.

2.1.2.2.2. Κοχλιούμενες φλάντζες

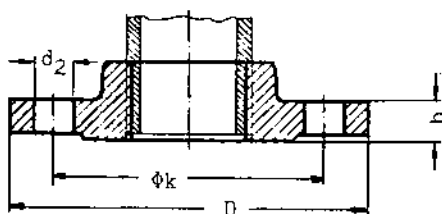
Επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν και κοχλιούμενες φλάντζες υπό την προϋπόθεση επαρκούς μήκους σπειρώματος. Η συνιστώμενη τότε μορφή φλάντζας είναι η βιδωτή κυκλική φλάντζα με επέκταση, η οποία έχει επαρκούς μήκους σπείρωμα. Μπορεί να είναι κατασκευασμένη από χυτοσίδηρο με άνθρακα σε φυλλίδια αντοχής τουλάχιστον 20 kp/mm^2 (GG 20) ή χυτοχάλυβα με περιεκτικότητα σε C=0,12 έως 0,13%, αντοχή σε ελκυσμό $\geq 38 \text{ kp/mm}^2$, όριο ροής σε 20°C $\sigma_{0,2} \geq 19 \text{ kp/mm}^2$ και μήκυνση θραύσεως (L=5d) $\geq 25\%$ (GS 38) ή τον συνήθη για την κατασκευή των φλαντζών χάλυβα St 37-2 με αντοχή 37 έως 45 kp/mm^2 , όριο ροής (20°C) $\sigma_{0,2} \geq 24 \text{ kp/mm}^2$, μήκυνση θραύσεως (L=5d) 25%. Οι διαστάσεις

Πίνακας 2-10 : Διαστάσεις φλάντζων (επιλογή από DIN)



DN	PN 1, 2,5 και 6					
	Φλάντζα			Κοχλίες		
	D	k	b	d ₂	Αριθμός	Σπείρωμα
10	75	50	12	11	4	M 10
15	80	55				
20	90	65				
25	100	75				
32	120	90	14	14	4	M 12
40	130	100				
50	140	110				
65	160	130				
80	190	150	16	18	4	M 16
100	210	170				
125	240	200				
150	265	225				
200	320	280	20	22	8	M 16
250	375	335	22			
300	440	395				
350	490	445				
400	540	495				
500	645	600	24			
					12	M 16
					12	M 20
					16	M 20
					20	M 20

Σημείωση : Στις ονομαστικές πιέσεις PN 1 και PN 2,5 χρησιμοποιούνται για τις ονομαστικές διαμέτρους DN 10 έως 1000 οι αντίστοιχες φλάντζες από τη PN 6.



Σχ. 2-3 : Κοχλιούμενη φλάντζα με επέκταση.

συνδέσεως είναι ίδιες με τις των συγκολλούμενων φλαντζών.

Η χρησιμοποίηση βιδωτών φλαντζών εν γένει δεν συνιστάται.

2.1.2.2.3. Κοχλίες και περικόχλια

Οι κοχλίες έχουν σκοπό να σφίξουν το στεγανοποιητικό δακτύλιο (παρέμβυσμα, τσόντα) ανάμεσα στις φλάντζες και να εξασφαλίσουν στεγανότητα.

Χρειάζονται πολλή επιμέλεια στο σφίξιμο για να μη γίνει αυτό μονόπαντα και να μη μείνουν μόνιμες παραμορφώσεις λόγω της πιθανής καταπονήσεως στο ενδιαμέσο χρονικό διάστημα, επειδή ο κοχλίας παίρνει τελευταίος την θερμοκρασία της λειτουργίας κατά τη θέση σε λειτουργία του δικτύου.

Στην εξεταζόμενη περιοχή πιέσεων και θερμοκρασιών αρκούν κοινοί κοχλίες από χάλυβα ποιότητας C_q 15, που έχουν αντοχή το ελάχιστο 40 kp/mm² και όριο ροής το ελάχιστο 24 kp/mm².

Τέτοιοι κοχλίες έχουν κατά DIN την κατηγορία αντοχής 4.6, όπου ο πρώτος αριθμός δίνει το 1/10 της ελάχιστης αντοχής θραύσεως σε ελκυσμό σε kp/mm² και ο δεύτερος το 10-πλάσιο της σχέσεως μεταξύ του ελαχίστου ορίου ροής και της ελάχιστης αντοχής θραύσεως σε ελκυσμό. Το γινόμενο των δύο αριθμών δίνει το ελάχιστο όριο ροής σε kp/mm².

Οι χρησιμοποιούμενοι κοχλίες πρέπει να έχουν ορισμένες μηχανικές ιδιότητες, που αναφέρονται στις τυποποιήσεις και οι οποίες σχετίζονται προς την κατηγορία αντοχής και ισχύουν για ελέγχους σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Μία από τις κύριες μηχανικές ιδιότητες για τους κοχλίες είναι η σκληρότητα, που για την κατηγορία 4.6 είναι κατ'ελάχιστο HB 110 και κατά μέγιστο HB 170.

Τα αντίστοιχα περικόχλια είναι και αυτά από κοινό χάλυβα με ανώτερο όριο περιεκτικότητας σε C = 0,50%, P = 0,1% και S = 0,15%. Για την κατηγορία αντοχής του κοχλίου 4.6 πρέπει να έχουν μιά τάση δοκιμής 50 kp/mm² και μιά μέγιστη σκληρότητα HB 302. Αυτά τα περικόχλια αναφέρονται με τον χαρακτηριστικό αριθμό 5 που είναι το 1/10 της σχετικής τάσεως δοκιμής σε kp/mm². Αυτή η τάση δοκιμής είναι ίδια με τη ελάχιστη αντοχή θραύσεως σε ελκυσμό ενός κοχλίου, ο οποίος μπορεί να φορτισθεί μέχρι το ελάχιστο όριο ροής του, όταν ζευγαρωθεί με το

αντίστοιχο περιχόχλιο (ποιότητα 5).

Γενικά μπορεί να χρησιμοποιηθούν ανώτερης κατηγορίας αντοχής περικόχλια από αυτή του κοχλιά.

2.1.2.2.4. Παρεμβύσματα

Η στεγανότητα ανάμεσα στις δύο φλάντζες δύο τεμαχίων σωλήνων θα μπορούσε να επιτευχτεί εάν η επιφάνεια της μιας εφάπτοταν απόλυτα στην επιφάνεια της άλλης. Αυτό χρειάζεται απόλυτη παραλληλότητα και εξαιρετική κατεργασία και στοιχίζει πάρα πολύ.

Γ' αυτό το λόγο ανάμεσα από τις δύο φλάντζες βάζουμε κάποιο παρέμβυσμα από άλλο κατάλληλο υλικό, που με την ελαστική ή και την πλαστική παραμόρφωσή του εξασφαλίζει την στεγανότητα. Το υλικό αυτό καταπονείται τόσο από τις δυνάμεις που ασκούν πάνω του οι φλάντζες, που προέρχονται από τους κοχλίες, που δένονται οι φλάντζες, όσο και από τις δυνάμεις, που ασκούνται από το ρευστό, που ρέει στους σωλήνες.

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος στεγανοποίησεως είναι με επίπεδους δακτυλίους (τσόντες). Για την εξεταζόμενη περιοχή πιέσεων και θερμοκρασιών κατάλληλο υλικό είναι ο περμανίτης.

Το πάχος του πρέπει να είναι 2 mm και όχι μεγαλύτερο, σε τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται από την κατασκευή κατά το δυνατόν παραλληλότητα των φλαντζών. Οι διάμετροι των επίπεδων στεγανωτικών παρεμβυσμάτων είναι τυποποιημένες, η μεν εσωτερική οπή ως προς την ονομαστική διάμετρο του σωλήνα μόνο, η δε εξωτερική και ως προς την ονομαστική πίεση που χρησιμοποιείται (πίνακας 2-11).

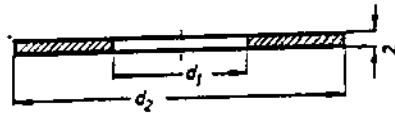
2.1.2.3. Συνδέσεις με συγκόλληση

2.1.2.3.1. Μέθοδοι συγκολλήσεως

Οι χρησιμοποιούμενες στις σωληνώσεις (μέχρι PN 6) μέθοδοι συγκολλήσεως είναι :

- Η αυτογενής συγκόλληση με αέριο (ασετυλήνη) και οξυγόνο (συγκόλληση αερίου), που θα χαρακτηρίζεται εφ'εξής με το γράμμα G.

Πίνακας 2-11 : Διαστάσεις επιπέδων στεγανοποιητικών παρεμβυσμάτων (επιλογή από DIN)



DN	d ₁	d ₂	DN	d ₁	d ₂	DN	d ₁	d ₂
10	18	38	50	61	95	200	220	262
15	22	43	65	77	115	250	274	318
20	28	53	80	90	132	300	325	373
25	35	63	100	115	152	350	368	423
32	43	75	125	141	182	400	420	473
40	49	85	150	169	207	500	520	578

- Η ηλεκτροσυγκόλληση, που συνιστάται στην ανάπτυξη ηλεκτροικού (βολταϊκού) τόξου μεταξύ ηλεκτροδίου και τεμαχίου και που θα χαρακτηρίζεται εφ'εξής με το γράμμα Ε.

Μέθοδοι, που εξασφαλίζουν καλλίτερη ποιότητα είναι επιτρεπτές.

Η αυτογενής συγκόλληση και η ηλεκτροσυγκόλληση είναι από άποψη αντοχής ισότιμες μέθοδοι.

Όσα αναφέρονται στα επόμενα αφορούν στους προαναφερθέντες χάλυβες σωλήνων και φλαντζών.

2.1.2.3.2. Ραφές συγκολλήσεως

Στις σωληνώσεις χρησιμοποιούνται οι εξής ραφές :

α) Για την συγκόλληση των σωλήνων :

- Ραφή επέκτασεως (ραφή των άκρων) χωρίς προετοιμασία των προς συγκόλληση άκρων (σχ. 2-4α)

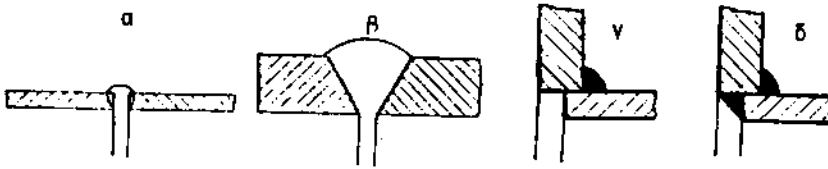
- Ραφή επέκτασεως με ξύρισμα των άκρων σε V (σχ. 2-4β).

Επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν σε ειδικές περιπτώσεις ραφές επέκτασεως με ξύρισμα U, U με ρίζα, V με ρίζα.

β) Για την συγκόλληση των φλαντζών :

- Απλή ραφή αύλακα (σχ. 2-4γ)
- Διπλή ραφή, ήτοι ραφή αύλακα και γωνιακή ραφή (σχ. 2-4δ)

Το είδος της ραφής και οδηγίες για την πραγματοποίησή της πρέπει να αναφέρονται στα σχέδια του μελετητή.



Σχ. 2-4 : Συνήθεις ραφές συγκολλήσεως

2.1.2.3.3. Προετοιμασία των άκρων

α) Ραφή χωρίς προετοιμασία

Χαρακτηρίζεται και σαν παράλληλη ραφή και σημειώνεται στα σχέδια με δύο παράλληλες γραμμές ||. Επιτρέπεται να εφαρμοσθεί για πάχη μέχρι και 3 mm τόσο για συγκολλήσεις αερίου, όσο και για ηλεκτροσυγκολλήσεις. Ειδικά για την περίπτωση συγκολλήσεων αερίου μπορεί να εφαρμοσθεί μέχρι και πάχους 6 mm μόνον όμως για την ποιότητα III.

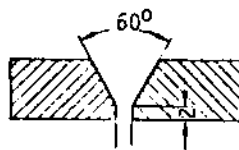
Η μεταξύ των τεμαχίων απόσταση (για την συγκόλληση) κυμαίνεται σε συνάρτηση με το πάχος τοιχώματος από 0 έως 3 mm.

β) Ραφή V

Σημειώνεται στα σχέδια σαν V. Τα άκρα των τεμαχίων ξυρίζονται με μηχανικό εργαλείο υπό γωνία (ως προς το κάθετο επί τον άξονα του σωλήνα επίπεδο) περίπου 30° , ώστε η συνολική γωνία της ραφής να είναι περίπου 60° . Μπορεί να εφαρμοσθεί για πάχη μέχρι και 16 mm για ηλεκτροσυγκολλήσεις και μέχρι 10 mm για συγκολλήσεις αερίου οποιασδήποτε ποιότητας.

Η μεταξύ των τεμαχίων ελάχιστη απόσταση κυμαίνεται ανάλογα με το πάχος από 0 έως 4 mm.

Επιτρέπεται (και σε μεγαλύτερα πάχη συνιστάται) να σπάει η ακμή μέχρι 2 mm όπως στο σχ. 2-5.



Σχ. 2-5 : Ραφή V με σπασμένη ακμή

2.1.2.3.4. Ποιότητες συγκολλήσεως

Για τις συγκολλήσεις σωληνώσεων μέχρι PN 6 επαρκεί η ποιότητα II κατά DIN 1912 και 8563. Προς τούτο τίθενται οι εξής προϋποθέσεις, που πρέπει απαραίτητα να τηρούνται :

α) Το υλικό των σωλήνων θα είναι αυτό, που περιγράφεται στην παράγραφο 2.1. του παρόντος.

β) Η προετοιμασία των ραφών θα γίνεται κατά τα προηγούμενα.

γ) Η μέθοδος συγκολλήσεως θα περιλαμβάνεται στις συνιστώμενες στα προηγούμενα.

δ) Τα προστιθέμενα υλικά (ηλεκτρόδια και σύρματα) πρέπει να αντιστοιχούν στο υλικό των σωληνώσεων και να είναι σύμφωνα με τα αναπτυσσόμενα στα επόμενα.

ε) Οι συγκολλητές, που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να είναι δοκιμασμένοι και να έχουν τα τυπικά προσόντα, που απαιτεί η ελληνική νομοθεσία για την συγκόλληση των υπόψη υλικών και τα πάχη των σωληνώσεων. Οι συγκολλητές επιβλέπονται κατά την εργασία τους από αρμόδια πρόσωπα.

Στην περίπτωση, που δεν ικανοποιείται κάποιος από τους όρους αυτούς η ποιότητα συγκολλήσεως χαρακτηρίζεται σαν "ποιότητα III".

Για τον χαρακτηρισμό της ποιότητας συγκολλήσεως σαν "ποιότητας I" εκτός από τους ανωτέρω όρους τίθεται σαν προϋπόθεση ο εκ των υστέρων έλεγχος της ραφής (π.χ. με ακτίνες X).

Σε συνάρτηση με την ποιότητα ραφής εκλέγεται ο συντελεστής υπολογισμού σε αντοχή v_2 .

Γενικότερα συνιστώνται :

- Οι μελετητές να δίδουν σχέδια εφαρμογής ή τουλάχιστον πλήρη στοιχεία για τα υλικά, την μορφή της ραφής, το πάχος της και οδηγίες για την εκτέλεσή της.

- Οι επιβλέποντες να ελέγχουν εκ των προτέρων, αν ο κατασκευαστής έχει τις προϋποθέσεις και τις δυνατότητες, που προβλέπει ο μελετητής.

- Στις περιπτώσεις, που εκτός από την εσωτερική πίεση καταπονούν την ραφή και άλλες δυνάμεις ή ροπές, να γίνεται πλήρης υπολογισμός αντοχής της ραφής.

2.1.2.3.5. Αυτογενείς συγκολλήσεις

Κατ'αυτές σαν πηγή της θερμότητας χρησιμοποιείται η φλόγα, που θερμαίνει ευρύτερη περιοχή των προς συγκόλληση τεμαχίων. Οι αναπτυσσόμενες ως εκ τούτου ισχυρές τάσεις κατά την ψύξη της ραφής περιορίζουν την εφαρμογή της μεθόδου μέσα σε όρια, που καθορίζονται από την εμπειρία. Σαν τέτοια όρια συνιστώνται :

- ονομαστική διάμετρος σωλήνων $DN \leq 300$
- πάχος τοιχώματος σωλήνων $s \leq 6\text{mm}$

Η εμπειρία των συγκολλήσεων επιτρέπει ραφές προς τα δεξιά ή προς τα αριστερά μόνον για πάχη μέχρι και 3 mm. Για πάχη από 3 mm έως 6 mm η ραφή πρέπει να γίνεται μόνο προς τα δεξιά.

Τα χρησιμοποιούμενα σύρματα (προστιθέμενο υλικό) πρέπει να πληρούν τις προϋποθέσεις καταλληλότητας για το συγκολλούμενο υλικό. Αυτές συνίστανται :

- στην κλάση του σύρματος
- στα χαρακτηριστικά αντοχής του υλικού του σύρματος.

Η κλάση χαρακτηρίζει την καταλληλότητα του προστιθέμενου υλικού σε σχέση με το βασικό υλικό και εξασφαλίζει ελάχιστες μηχανικές ιδιότητες του κράματος της συγκολλήσεως. Για τα βασικά υλικά σωλήνων και φλαντζών συνιστάται η κλάση II κατά DIN 8554. Για τους σωλήνες χωρίς ραφή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η κλάση IV.

Τα χαρακτηριστικά της μηχανικής αντοχής του υλικού του σύρματος πρέπει να είναι :

- Αντοχή σε ελκυσμό $\geq 35 \text{ kp/mm}^2$
- Επιμήκυνση θραύσεως ($L = 5d$) $\geq 14\%$
- Δυσθραυστότητα $\geq 5 \text{ kp/cm}^2$

Η περιεκτικότητα του υλικού του σύρματος σε θείο και φώσφορο πρέπει να μην υπερβαίνει το 0,030 % κατά βάρος για κάθε ένα από τα στοιχεία αυτά.

Επί των συρμάτων πρέπει να υπάρχουν σημειωμένα τα χαρακτηριστικά της ποιότητάς τους, αναλυτικά δε στοιχεία να αναγράφονται στην συσκευασία τους.

2.1.2.3.6. Ηλεκτροσυγκολλήσεις

Οι ηλεκτροσυγκολλήσεις των σωληνώσεων μέχρι PN 6 μπορεί να γίνουν με :

- συνεχές ρεύμα περιστρεφόμενης γεννήτριας
- εναλλασσόμενο ρεύμα
- συνεχές ρεύμα από ανορθωτή (κυρίως τριφασικό).

Σαν προϋπόθεση τίθεται μόνο η επαρκής σε συνάρτηση με το πάχος ένταση του ρεύματος για να εξασφαλίζεται η κανονική τήξη.

Τα χρησιμοποιούμενα ηλεκτρόδια πρέπει να είναι κατασκευασμένα από κοινούς χάλυβες ή χάλυβες με μικρή πρόσμιξη βελτιωτικών στοιχείων (ελαφρά κραματικούς χάλυβες) με μικρή περιεκτικότητα σε άνθρακα και πολύ μικρή σε θείο και φώσφορο. Πρέπει να περιβάλλονται από κατάλληλη επένδυση, που :

- με τα αέρια που παράγει (και τον ιονισμό τους) να βοηθάει στην σταθεροποίηση του τόξου και να ωθεί τα σταγονίδια του τηκομένου μετάλλου στην θέση συγκολλήσεως οποιαδήποτε και αν είναι αυτή

- με τη σκουριά, που παράγει να δημιουργεί μια προστατευτική στρώση του τήγματος, που αφ' ενός να εμποδίζει την επαφή του με τον αέρα και την οξείδωσή του και αφ' ετέρου να επιβραδύνει την ψύξη του.

Σαν προτιμητέα επένδυση συνιστάται η του οξειδίου του τιτανίου (ηλεκτρόδια ρουτιλίου) με πάχος επενδύσεως 1,5 d (d = διάμετρος σύρματος ηλεκτροδίου) και άνω. Σε ειδικές περιπτώσεις (βασικό υλικό με αυξημένη περιεκτικότητα S και P) μπορεί να χρησιμοποιηθούν και ηλεκτρόδια με επένδυση βασική ασβεστίου υπό τις εξής προϋποθέσεις :

- ότι θα είναι αποδεδειγμένα κατάλληλα για όλες τις θέσεις συγκολλήσεως και ιδιαίτερα για κατέβασμα σε κατακόρυφες ραφές

- ότι προ της χρησιμοποιήσεως θα έχουν επαναθερμανθεί σε 200 έως 250 °C επί δύο ώρες.

Σ' αυτή την περίπτωση προτιμητέο το συνεχές ρεύμα και η σύνδεση του ηλεκτροδίου στον θετικό πόλο.

Για την χρησιμοποίηση ηλεκτροδίων με επένδυση βασική ασβεστίου απαιτείται ειδική εμπειρία του ηλεκτροσυγκολλητή.

Οι συνιστώμενες κλάσεις των ηλεκτροδίων έχουν όπως στον πίνακα 2-12.

Πίνακας 2-12 : Συνιστώμενες κλάσεις ηλεκτροδίων για συγκολλήσεις σωλήνων και σωλήνων-φλαντζών

Είδος σωλήνα	Υλικό σωλήνα	Συνιστώμενες κλάσεις
με ραφή	St 34 2	III, V, VII, VIIIa, VIIIb, IX
χωρίς ραφή	St 00 St 35	VII, VIIIa, VIIIb, IX
με σπείρωμα	St 33 1	III, V, VII, VIIIa, VIIIb, IX

Το υλικό, από το οποίο θα είναι κατασκευασμένα τα ηλεκτρόδια πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά μηχανικής αντοχής :

- Αντοχή σε ελκυσμό $\geq 41 \text{ kp/mm}^2$
- Επιμήκυνση θραύσεως ($L = 5d$) $\geq 14 \%$
- Δυσθραυστότητα $\geq 5 \text{ kpm/cm}^2$

Τα ηλεκτρόδια πρέπει να είναι κατάλληλα για το είδος του ρεύματος της ηλεκτροσυγκολλήσεως. Τα ηλεκτρόδια ρουτιλίου είναι κατάλληλα για οποιοδήποτε ρεύμα. Τούτο δεν συμβαίνει πάντα για τα ηλεκτρόδια με επένδυση βασική ασβεστίου.

Για την περίπτωση ηλεκτροσυγκολλήσεων με εναλλασσόμενο ρεύμα πρέπει τα ηλεκτρόδια να αναφέρουν την χωρίς φορτίο ελάχιστη τάση του μετασχηματιστή (για 50 Hz, 50/70/90 V), για δε την περίπτωση συνεχούς ρεύματος τον πόλο, που πρέπει να συνδεθεί το ηλεκτρόδιο.

2.2. ΔΙΚΤΥΑ ΧΑΛΚΟΣΩΛΗΝΩΝ

Δίκτυα με χάλκινους σωλήνες και εξαρτήματα από χαλκό ή ορείχαλκο χρησιμοποιούνται - όλο και περισσότερο - ιδίως σε μικρές εγκαταστάσεις, γιατί μ'όλο που τα υλικά είναι συχνά πιο δαπανηρά από τα των χαλύβδινων δικτύων, συνδυάζουν (υπό προϋποθέσεις) μεγαλύτερη αντοχή σε διάβρωση και απλούστερη συναρμο-λόγηση.

2.2.1. Χαλκοσωλήνες

2.2.1.1. Υλικά

Το υλικό των χαλκοσωλήνων πρέπει να είναι χαλκός, που έχει υποστεί αφαίρεση οξυγόνου, ώστε να μην γίνεται ψαθυρό, όταν θερμαίνεται κατά την κόλληση, σε ατμόσφαιρα, που μπορεί να υπάρ-χει και υδρογόνο. Γι'αυτό προστίθεται σαν αντιοξειδωτικό μέσο συγκεκριμένο ποσοστό φωσφόρου (πίνακας 2-13).

Πίνακας 2-13 : Σύνθεση υλικού

Προτυπο- ποίηση κατά	Αριθμός προτύπου	Όνομα υλικού	Ελάχιστη περιεκτικότητα σε Cu %	Μέγιστη περιεκτικότητα σε O ₂ %	Περιεκτικότητα σε P ₂ %
ISO	R 1337	Cu-DHP	99,90	0,005 + 0,040	0,015 ÷ 0,050
DIN	1787	SF-Cu	99,90	0,005 + 0,040	0,015 + 0,040

Οι μηχανικές ιδιότητες του υλικού ποικίλουν ανάλογα με την διάμετρο του χαλκοσωλήνα και την μορφή του (σε ράβδους ή σε κουλούρες) πίνακας 2-14 .

Πίνακας 2-14 : Χαρακτηριστικά αντοχής

Μορφή	Εξωτερική διάμετρος mm	Υλικό κατά DIN 1787	Σκληρότητα HB ≈	Αντοχή ελκυσμού N/mm ²	Μήκυνση θραύσεως σε %	
					A5	A10
Κουλούρες	6 - 12	SF-Cu F22	55	220 - 270	40	35
Ράβδοι	6 - 54	SF-Cu F37	110	≥ 360	3	2
	64 - 267	SF-Cu F30	95	≥ 290	4	3

2.2.1.2. Διαστάσεις

Οι διαστάσεις των χαλκοσωλήνων - που καθορίζονται από την εξωτερική διάμετρο και το πάχος τους - δίδονται γενικά από το πρότυπο του ΕΛΟΤ 616 ή ISO 274. Ειδικά όμως για εγκαταστάσεις κτηρίων συνιστάται να χρησιμοποιούνται οι σωλήνες με τις διαστάσεις, ανοχές κ.λ.π. του πίνακα 2-15.

2.2.1.3. Μορφές παραδόσεως σωλήνων

Οι χαλκοσωλήνες προσφέρονται :

α) σε κουλούρες για εξωτερικές διαμέτρους μέχρι και 22mm, σε μήκη 25 ή 50m με ανοχή μήκους +500/0 mm, με εξωτερική διάμετρο κουλούρας 500-900 mm, από υλικό SF-Cu F22 με σκληρότητα HB 55.

β) σε ράβδους μήκους συνήθως 5 m με ανοχή +50/0mm, από υλικό SF-Cu F37, σκληρότητας HB 110 για διαμέτρους 6 - 54 mm και από SF-Cu F30, σκληρότητας HB 95 για διαμέτρους από 64-267mm.

2.2.1.4. Δυνατότητα καμπυλώσεως

Οι χαλκοσωλήνες σε κουλούρες πρέπει να μπορούν να καμπυλωθούν εν ψυχρώ χωρίς τεχνικά μέσα.

Οι χαλκοσωλήνες σε ράβδους από SF-Cu F37 μπορούν να καμπυλωθούν εν ψυχρώ με κατάλληλα μέσα στις ελάχιστες εξωτερικές ακτίνες, που ενδεικτικά φαίνονται στον πίνακα 2-16.

Πίνακας 2-15 : Διαστάσεις και ανοχές σωλήνων

Ονομαστική διάμετρος (1)	Εξωτερική διάμετρος mm	Πάχος mm	Ανοχή πάχους (5)	Ανοχή εξωτερ. διαμέτρου (6)	Βάρος kg/m	Ανοχή ευθύ- τητας ράβδων σε mm/m
4	6	1,0	$\pm 0,13$	$\pm 0,045$	0,14	6
6	8	1,0	$\pm 0,13$		0,20	6
8	10	1,0	$\pm 0,13$		0,25	6
10	12	1,0	$\pm 0,13$		0,31	5
--	15 (4)	1,0	$\pm 0,14$		0,39	5
15	18 (4)	1,0	$\pm 0,14$		0,48	5
20	22 (4)	1,0	$\pm 0,15$	$\pm 0,055$	0,59	5
25	28 (4)	1,5	$\pm 0,21$		1,11	5
32	35	1,5	$\pm 0,23$	$\pm 0,07$	1,40	5
40	42	1,5	$\pm 0,23$		1,70	5
50	54	2,0	$\pm 0,32$		2,91	5
--	64 (3)	2,0	$\pm 0,32$	$\pm 0,08$	3,47	7
65	76,1	2,0	$\pm 0,32$		4,14	7
80	88,9	2,0	$\pm 0,32$	$\pm 0,10$	4,87	9
100	108	2,5	$\pm 0,40$	$\pm 0,12$	7,38	9
125	133 (2)	3,0	$\pm 0,50$	$\pm 1,0$	10,9	10
150	159	3,0	$\pm 0,60$		13,1	12
200	219	3,0	$\pm 0,60$	$\pm 1,5$	18,1	12
250	267	3,0	$\pm 0,60$		22,1	12

Παρατηρήσεις

- (1) Υπενθυμίζεται ότι η ονομαστική διάμετρος δεν συμπίπτει πάντα με την εσωτερική διάμετρο.
- (2) Για διαμέτρους από 133mm και άνω δεν συνιστάται κόλληση (ιδέ κεφ. 2.2.3.)
- (3) Στο πρότυπο ΕΛΟΤ 616 δεν αναφέρεται η εξωτερ. διάμετρος 64.
- (4) Για διαμέτρους 15-28mm και για συγκόλληση με το χέρι συνιστάται ελάχιστο πάχος 1,5mm.
- (5) Στην ανοχή πάχους περιλαμβάνεται και η ανοχή εκκεντρότητας.
- (6) Στην ανοχή εξωτ. διαμέτρου περιλαμβάνεται και η ανοχή κυκλικότητας.

Πίνακας 2-16 : Ελάχιστες ακτίνες καμπυλώσεως

Εξωτερική διάμετρος mm	6	8	10	12	15	18
Πάχος mm	1	1	1	1	1	1
Εξωτερική ακτίνα καμπυ- λώσεως mm	21	28	35	42	52,5	72

2.2.1.5. Ποιότητα επιφανείας

Τόσο η εσωτερική όσο και η εξωτερική επιφάνεια των σωλήνων πρέπει να είναι καθαρές και απαλλαγμένες από γραμμώσεις και κατάλοιπα υλικών από το "τράβηγμα".

Οι σωλήνες δεν πρέπει να παρουσιάζουν ρωγμές, ρήγματα ή μη στεγανά σημεία.

Τα άκρα τους δεν πρέπει να έχουν σπασμένο το γρέξι τους (να μην έχουν υποστεί κατεργασία).

2.2.2. Εξαρτήματα (Fittings)

2.2.2.1. Υλικά

Σαν υλικό χρησιμοποιείται :

α) χαλκός : ιδέ πίνακα 2-13 και 2-14

β) ερυθρός ορείχαλκος : ιδέ πίνακα 2-17

γ) οποιοδήποτε άλλο κατάλληλο υλικό με ισότιμα χαρακτηριστικά σε ότι αφορά σε αντοχή, καταπόνηση μακρού χρόνου, αντοχή στην διάβρωση, καταλληλότητα για κόλληση ή συγκόλληση.

2.2.2.2. Διαστάσεις

Η διάμετρος συναρμογής και οι ανοχές της είναι επιλεγμένες, ώστε να επιτρέπουν την σύνδεση εξαρτημάτων με σωλήνες, που έχουν εξωτερική διάμετρο σύμφωνα με τον πίνακα 2-15.

Πίνακας 2-17 : Χαρακτηρηστικά ερυθρού ορειχάλκου

Όνομασία κράματος	DIN 1705 G - CuSn 5 Zn Pb ή Cu Pb 5 Sn 5 Zn5	ISO/R 1338
Σύνθεση σε %	Cu : 84-86, Sn : 4-6, Zn : 4-6, Pb : 4-6	
Μέγιστες προσμίξεις σε %	Ni : 2,5, Sb : 0,3, υπόλοιπα 0,5, από τα οποία Fe : 0,30, P : 0,05, S : 0,10	
Παρατηρήσεις	Καλή χυτευτικότητα, κατάλληλο για μαλακή κόλληση, υπό όρους για σκληρή, αντοχή στο θαλάσσιο νερό	
Χρήση	Αποφρακτικά όργανα νερού ή ατμού μέχρι 225°C και για χυτά με λεπτό τοίχωμα και περίπλοκο σχήμα (κατασκευή σωμάτων)	
Ελάχιστη αντοχή δοκιμίου κατά DIN 1705	$\sigma_{0,2} = 90 \text{ N/mm}^2$ Αντοχή ελκυσμού $\sigma_b = 240 \text{ N/mm}^2$ Μήκυνση θραύσεως $\delta_5 = 18\%$ Σκληρότητα Brinell HB 10/1000 = 60	

Η αντοχή της διαμέτρου συναρμογής είναι αποφασιστική για το κεντράρισμα των συνδεόμενων τεμαχίων και για την ισομερή κατανομή της κολλήσεως (προκειμένου για τριχοειδή κόλληση) και δίδεται στον πίνακα 2-18.

Το μήκος συναρμογής είναι διαφορετικό, ανάλογα αν έχουμε θηλυκό ή αρσενικό άκρο, συνδυαζόμενο με χαλκοσωλήνα (ιδέ σχ. 2-6 και 2-7) και δίδεται μαζί με τις αντοχές του στον πίνακα 2-19.

Το σπείρωμα συνδέσεως, σε όσα εξαρτήματα προβλέπεται, κατασκευάζεται :

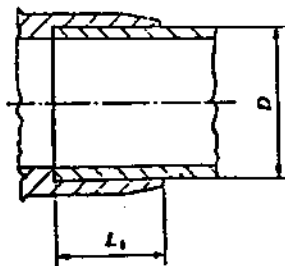
- προκειμένου για σπείρωμα στεγανών συνδέσεων κατά ΕΛΟΤ 262, εξωτερικό κωνικό με κλίση 1 : 16 και εσωτερικό κυλινδρικό
- προκειμένου για σπείρωμα στερεώσεως στα περικόχλια και στο αντίστοιχο εξάρτημά τους κατά ΕΛΟΤ 498.1.

Πίνακας 2-18 : Ανοχές για τριχοειδή κόλληση (mm)
κατά ΕΛΟΤ 617

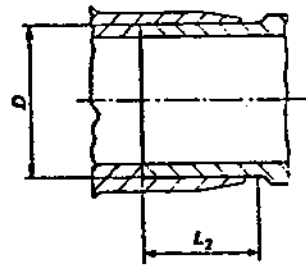
Διάμετρος συναρμογής $D^{(1)}$	Ανοχές της μέσης διαμέτρου σε σχέση με τη διάμετρο συναρμο- γής $D^{(2)}$		Διαφορά διαμέτρων	
	Εξωτερική διά- μετρος αρσενι- νικού άκρου	Εσωτερική διά- μετρος θηλυ- κού άκρου	max.	min.
6 ως 18	$\pm 0,045^{(3)}$	+0,155 +0,065	0,20	0,02
22 ως 28	$\pm 0,055^{(3)}$	+0,185 +0,075	0,24	0,02
35 ως 54	$\pm 0,07^{(3)}$	+0,230 +0,090	0,30	0,02
64 ⁽⁵⁾ ως 108	$\pm 0,07$	+0,33 +0,10	0,40 ⁽⁴⁾	0,03

Παρατηρήσεις

- (1) Εξωτερική διάμετρος του χαλκοσωλήνα.
- (2) Αριθμητικός μέσος όρος δύο διαμέτρων, που τέμνονται καθέτως σε μια διατομή οποιουδήποτε κατά μήκος του αρσενικού ή του θηλυκού άκρου του εξαρτήματος.
- (3) Ίση με τις μειωμένες ανοχές εξωτερικής διαμέτρου, όπως προδιαγράφονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ 616.
- (4) Η διαδικασία κόλλησης κάτω από αυτές τις συνθήκες δεν εξασφαλίζεται απόλυτα από τη δράση του τριχοειδούς φαινομένου. Απαιτείται ειδικευμένη τεχνική κόλλησης.
- (5) Η διάμετρος 64 δεν περιλαμβάνεται στα πρότυπα ΕΛΟΤ.



Σχ. 2-6 : Θηλυκό άκρο



Σχ. 2-7 : Αρσενικό άκρο

Πίνακας 2-19 : Μήκος συναρμογής και ανοχές μήκους (mm)
κατά ΕΑΟΤ 617

Διάμετρος συναρμογής D	Μήκος θηλυ- κού άκρου L ₁	Μήκος αρσε- νικού άκρου L ₂	Ανοχή στα μήκη L ₁ και L ₂
6 8 10	7 8 9	9 10 11	±1,2
12 15 18	10 12 14	12 14 16	±1,4
22 28	17 20	19 22	±1,6
35 42 54	25 29 34	27 31 36	±2,0
64 76,1 88,9 108	35 36 40 50	38 39 43 53	±2,5

Σημείωση : Η διάμετρος 64 δεν περιλαμβάνεται στα πρότυπα ΕΑΟΤ.

Εξαρτήματα με σπείρωμα συνδέσεως πρέπει να έχουν ενσωματωμένο βοήθημα για την συναρμολόγηση (εξωτερικά μεν κορδονάρισμα, περικόχλιο για κλειδί, εσωτερικά δε "μάγουλα").

Το πλάτος περικοχλίου πρέπει να μην είναι κατώτερο του ορίου, που δίδει ο πίνακας 2-20.

Πίνακας 2-20 : Πλάτος περικοχλίου

Διάμετρος συν- δέσεως εξαρτή- ματος in	1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
Πλάτος περι- κοχλίου mm	4	4	5	5	5,5	6	6,5	6,5	7	7	7,5	8

Τα εσωτερικά και εξωτερικά σπειρώματα πρέπει να έχουν κωνικό "ξάκρισμα", του οποίου το ύψος πρέπει να είναι τουλάχιστο ίσο με το βάθος σπειρώματος. Το ελάχιστο πάχος τοιχώματος των εξαρτημάτων φαίνεται στον πίνακα 2-21.

2.2.2.3. Κατασκευή

Τα εξαρτήματα πρέπει να είναι απαλλαγμένα από αναδιπλώσεις, φυσσαλίδες, πόρους και ρωγμές, να έχουν σπασμένο γρέξι και γενικά τελειωμένο φινίρισμα.

Οι οπές τους πρέπει να "ξακρίζονται" κωνικά ή στρογγυλά.

2.2.2.4. Συμβολισμός

Τα εξαρτήματα πρέπει να συμβολίζονται με την αναγραφή των παρακάτω στοιχείων :

- Ονομασία, όπως π.χ. καμπύλη, γωνία κ.λ.π.
- Διάσταση συναρμογής, που αντιστοιχεί στην διάμετρο συναρμογής για κολλητά και στην διάμετρο σπειρώματος για κοχλιωτά εξαρτήματα.

Περισσότερα στοιχεία για τους συμβολισμούς δίδονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ 617 και DIN 2856.

Πίνακας 2-21 : Ελάχιστο πάχος τοιχώματος εξαρτημάτων σε mm
(επιλογή ΕΛΟΤ 617, DIN 2856)

Διάμετρος συναρμογής	Εξαρτήματα χαλκού		Εξαρτήματα ερυθρού ορείχαλκου	
	Ελάχιστο πάχος γενικά	Ελάχιστο πάχος σε κρίσιμες θέ- σεις μόνο, π.χ. άκρα κολλήσεως ή καμπύλες	Πρεσσοαριστά	Χυτά
6	0,72	0,6	1,0	1,0
8	0,72	0,6	1,0	1,0
10	0,72	0,6	1,1	1,1
12	0,8	0,6	1,1	1,2
15	0,9	0,7	1,2	1,4
18	0,9	0,8	1,4	1,5
22	1,0	0,9	1,4	1,6
28	1,08	0,9	1,5	1,8
35	1,20	1,0	1,6	1,9
42	1,30	1,1	1,8	2,2
54	1,35	1,2	2,0	2,3
64	1,55	1,4	2,3	2,6
76,1	1,75	1,6	2,6	3,4
88,9	1,90	1,8	2,9	3,9
108	2,30	2,1	3,3	4,5

2.2.2.5. Έλεγχος εξαρτημάτων

Ο έλεγχος εξαρτημάτων μπορεί να αφορά στις διαστάσεις συναρμογής και την στεγανότητα. Γίνεται σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ 617 (ή DIN 2856). Στο ίδιο πρότυπο ΕΛΟΤ καθορίζεται η διαδικασία επαλήθευσης της αυτοχής νέων τύπων εξαρτημάτων.

2.2.3. Συνδέσεις

2.2.3.1. Τριχοειδείς κολλήσεις

Η κόλληση γενικά είναι μια θερμική μέθοδος συνδέσεως, όπου μία ουσία με σημείο τήξεως χαμηλότερο από αυτό των προς σύνδεση τεμαχίων θερμαινόμενη τήκεται, τα περιχέει και διαχέεται πάνω τους, ώστε μετά την ψύξη της να τα συνδέει.

Αν η θερμοκρασία τήξεως της κόλλήσεως δεν υπερβαίνει τους 450°C η κόλληση χαρακτηρίζεται σαν μαλακή κόλληση (π.χ. κασι-τεροκόλληση), ενώ για θερμοκρασία άνω των 450°C χαρακτηρίζεται σαν σκληρή κόλληση (π.χ. μπρουτζοκόλληση, ασημοκόλληση).

Η κόλληση επηρεάζεται αποφασιστικά από το μέγεθος του διακένου, που προορίζεται να γεμίσει από την λειωμένη κόλληση και μάλιστα ανάλογα αν η ροή της μέσα σ' αυτό γίνεται με την βοήθεια της βαρύτητας ή και ενάντια ακόμα σ' αυτήν, με την βοήθεια τριχοειδούς φαινομένου (τριχοειδής κόλληση).

Οι συνδέσεις χαλκοσωλήνων γίνονται κύρια με τριχοειδή κόλληση. Αυτό προϋποθέτει κυκλικότητα της διατομής του σωλήνα και του εξαρτήματος καθώς και διαφορά διαμέτρων των προς σύνδεση τεμαχίων μέσα σε προδιαγεγραμμένα όρια (ιδε κεφ. 2.2.2.2.).

Η κόλληση γίνεται εν προκειμένω κύρια με επίθεση, όπου τα προς κόλληση τεμάχια θερμαίνονται σε κατάλληλη θερμοκρασία και τότε τοποθετείται πάνω τους η κόλληση, που λειώνει από την θερμότητά τους.

Συνιστάται να καθαρίζονται προσεκτικά με μηχανικά μέσα οι προς κόλληση επιφάνειες, ώστε να απομακρύνονται ακαθαρσίες, σκωρίες, λίπη, κατάλοιπα χρωμάτων κ.λ.π. Συγχρόνως πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια, τόσο για την εξουδετέρωση τυχόν μη απομακρυνθέντων καταλοίπων, όσο και για την αποφυγή δημιουργίας οξυδώσεων κατά την κόλληση. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρησιμοποίηση αντιοξειδωτικών υλικών (π.χ. νισαντήρι), που πρέπει να αντιστοιχούν

στο κατά περίπτωση χρησιμοποιούμενο υλικό της κολλήσεως.

Σημειώνεται ότι πολλές φορές το αντιοξειδωτικό περιέχεται στην κόλληση.

Μετά την πραγματοποίηση της κολλήσεως πρέπει να απομακρύνονται σχολαστικά τα κατάλοιπα των αντιοξειδωτικών και τα συκρατηθέντα από αυτά στοιχεία οξυδώσεων.

2.2.3.1.1. Μαλακή τριχοειδής κόλληση

Για τα δίκτυα χαλκού συνιστώνται οι μαλακές κολλήσεις, που φαίνονται στην πίνακα 2-22.

Πίνακας 2-22 : Μαλακές κολλήσεις (επιλογή από DIN 1707)

Ονομασία κατά ISO	Σύνθεση σε %	Solidus °C	Liquidus °C	Προσμίξεις %	Πυκνότητα g/cm ³
BSn50 Pb 183-215	Sn 49,5 - 50,5 Pb υπόλοιπο	183	215	Sb0,12, Cu0,05 Bi0,10, Fe0,02 As0,01, Al+Zn+Cd0,002 υπόλοιπα 0,08	8,9
BSn 95 Ag 221-240	Ag3,0-5,0 Sn υπόλοιπο	221	240	συνολικά 0,2	7,3
BSn97 Cu 230-250	Cu 2,5-3,5 Sn υπόλοιπο	230	250	συνολικά 0,2	7,3

Εαν αντιοξειδωτικό μέσο συνιστώνται κατά το DIN 8511 B1.2 ειδικές ουσίες, που προσφέρονται σε μορφή υγρού, πάστας κ.λ.π. και φέρουν τις ονομασίες F-SW 21 και F-SW 22.

2.2.3.1.2 Σκληρή τριχοειδής κόλληση

Συνιστώνται οι κολλήσεις, που περιλαμβάνονται στον πίνακα 2-23.

Πίνακας 2-23 : Σκληρές κολλήσεις (επιλογή από DIN 8513)

Ονομασία κατά ISO ή DIN	Σύνθεση %	Προσμίξεις max. %	Θερμοκρασίες °C Liquidus Solidus	Ποκνότητα g/cm ³	Παρατηρήσεις
BCu 59Zn 870-890	Cu 56,0-62,0 Si 0,05-0,2 Sn 0,5 - 1,5 Mn 0,2 - 1,0 Fe 0 - 0,5 Ni 0 - 1,5 Ag 0 - 1,0 Zn υπόλοιπο	Pb 0,03 Al 0,005 υπόλοιπα 0,1	870 890 900	8,4	για κολλήσεις Cu μη τριχοειδείς μεγάλης αυτοχής
BCu 94P 710-880	P 5,9 - 6,5 Cu υπόλοιπο	Al 0,01 Pb 0,02 Zn+Cd 0,01 υπόλοιπα 0,1	710 880 730	8,1	για κολλήσεις ιδιαίτερα χαλκού ερυθρού ορεί- χαλκου
BCu 92P Ag 650-810	Ag 1,5 - 2,5 P 5,9 - 6,5 υπόλοιπο Cu	Al 0,01 Pb 0,02 Zn+Cd 0,01 υπόλοιπα 0,1	650 810 710	8,1	χαλκός ερυθρός ορείχαλκος
BAG 440Zn 675-735	Ag 43,0-45,0 Cu 29,0-31,0 Zn υπόλοιπο	Al 0,01 Pb 0,02 υπόλοιπα 0,1	675 735 730	9,1	

Υπάρχουν και κολλήσεις, που περιέχουν Cd, που είναι κατάλληλες για κολλήσεις χαλκού, δεν συνιστώνται όμως λόγω της παραγωγής δηλητηριωδών ατμών κατά την κόλληση.

Πλήρη στοιχεία για τα χρησιμοποιούμενα αντισειδωτικά υλικά αναφέρονται στον DIN 8511 Bl. 1.

2.2.3.1.3. Συνθήκες λειτουργίας

Από πολυετή πείρα και σύμφωνα με τα πρότυπα ΕΛΟΤ 617, ISO 2016, DIN 2856 έχει προκύψει ο πίνακας 2-24, στον οποίο φαίνεται η συνιστώμενη περιοχή λειτουργίας (p, t) κατά είδος κολλήσεως.

Πίνακας 2-24 : Συνιστώμενες συνθήκες λειτουργίας

Είδος κολλήσεως	Τυπικά παραδείγματα κραμάτων κολλήσεων (ονομασία κατά ISO)	Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας °C	Πίεση λειτουργίας σε bar για διαμέτρους συναρμογής		
			6 ως 28 mm	35 ως 54 mm	64 ως 108 mm
Μαλακές κολλήσεις	B _{Sn} 50 Pb 183-215	30	16	16	10
		65	10	10	6
		110	6	6	4
	B _{Sn} 95 Ag 221-240 B _{Sn} 97 Cu 230-250	30	40	25	16
		65	25	16	16
		110	16	10	10
Σκληρές κολλήσεις	B _{Cu} 36AgZnSn 630-730	30	30	25	16
	B _{Ag} 44 Cu Zn 675-735				
	B _{Ag} 45ZnCuSn 640-680	65	25	16	16
	B _{Cu} 92 PAg 650-810 B _{Cu} 94P 710-880	110	16	10	10

2.2.3.2. Συγκολλήσεις

Στην περίπτωση συγκολλήσεως χαλκοσπληνών χρησιμοποιείται μόνον η συγκόλληση τήξεως.

Τα χρησιμοποιούμενα σύρματα για συγκόλληση, που συνιστώνται (επιλογή από DIN 1733 Bl. 1) φαίνονται στον πίνακα 2-25.

Πίνακας 2-25 : Στοιχεία προστιθεμένων υλικών για συγκολλήσεις
(πυκνότητα 8,9 g/cm³)

Ονομασία	Σύνθεση %	Προσμίξεις max %	Θερμοκρασία τήξεως °C	Μέθοδος συγκολλήσεως
S-CuAg	Cu+Ag ≤ 99,5 Ag 0,8-1,2 P 0,01-0,05	Mn 0-0,2 Si 0-0,1 Ni 0,3 Fe 0,05 Pb 0,01 As 0,05 υπόλ. 0,1	1070 ως 1080	G=συγκόλληση αερίου WIG=συγκόλληση με ηλεκτρόδια βόλφραμίου και προστατευτική ατμόσφαιρα αδρανών αερίων
S-CuSn	Cu ≤ 98 Sn 0,5-1,0 Si 0,1-0,5 Mn 0,1-0,5	P 0-0,02 Ni 0,3 Fe 0,05 Pb 0,01 As 0,05 υπόλ. 0,1	1020 ως 1050	MIG=συγκόλληση με μεταλλικά ηλεκτρόδια και προστατευτική ατμόσφαιρα αδρανών αερίων
S-CuMn2	Cu ≤ 98 Mn 2,0-3,0	Sn 0-1,0 Si 0,5 P 0,02 Ni 0,3 Pb 0,01 Fe 0,1 As 0,05 υπόλ. 0,5	1000 ως 1050	E = ηλεκτρο- συγκόλληση

2.3. ΠΛΑΣΤΙΚΕΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ

2.3.1. Γενικά

Στην σημερινή τεχνολογία του θερμού νερού έχει αρχίσει από ετών η χρησιμοποίηση διαφόρων ποιοτήτων πλαστικών σωλήνων. Γι' αυτούς υπάρχουν στη διεθνή τυποποίηση στοιχεία, που καλύπτουν ορισμένα είδη, ενώ άλλα δεν έχουν πλήρως τυποποιηθεί.

Έτσι πρέπει κανείς να στηριχθεί, είτε στην γενικότερη εμπειρία, που ήδη περιλαμβάνεται στους κανονισμούς, είτε στην εμπειρία των παραγωγών των σωλήνων. Στην παρούσα οδηγία περιλαμβάνονται μόνο εξακριβωμένα στοιχεία, που δεν καλύπτουν όλη την ποικιλία των παραγομένων σωλήνων.

2.3.1.1. Διάκριση σωλήνων

Η διάκριση των σωλήνων γίνεται όσον αφορά στο βασικό υλικό τους. Για την εξεταζόμενη περιοχή εφαρμογής ενδιαφέρουν κυρίως:

- σωλήνες από PVC (πολυβινυλχλωρίδιο) σκληροί
- σωλήνες από PE-HD (υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο)
- σωλήνες από VPE (δικτυωμένο πολυαιθυλένιο)
- σωλήνες από PP (πολυπροπυλένιο) σκληροί
- σωλήνες από PVC-C (χλωριωμένο πολυβινυλχλωρίδιο)
- σωλήνες από PB (πολυβουτένιο).

Υπάρχουν όμως και σωλήνες από άλλα υλικά ή σωλήνες από ενισχυμένα υλικά, που παρουσιάζουν καλή ή και καλλίτερη συμπεριφορά στην καταπόνηση υπό θερμοκρασία. Υλικά μη γνωστής συνθέσεως δεν συνιστώνται. Στο εμπόριο κυκλοφορούν και σωλήνες με προστατευτικό μανδύα.

2.3.1.2. Χαρακτηριστικά σωλήνων

Σαν κύρια χαρακτηριστικά των διαφόρων κατηγοριών σωλήνων συναρτημένα με την συμπεριφορά του υλικού θεωρούνται:

- Η μέση πυκνότητα (ISO R1183/70, DIN 53479)
- Ο συντελεστής διαστολής (DIN 52328)
- Η θερμική αγωγιμότητα (DIN 52612)
- Το μέτρο ελαστικότητας (DIN 53457)
- Η ηλεκτρική αντίσταση (ISO 250/68, DIN 53483)

Τα ως άνω μεγέθη μετρούνται με τυποποιημένες επίσημα παραδεκτές μεθόδους όπως π.χ. κατ'αντιστοιχία DIN 53479, DIN 52328, DIN 52612, DIN 53457 και DIN 53483 ή άλλες παρόμοιες μεθόδους, που πρέπει να αναγράφονται στα πιστοποιητικά και τα έντυπα τεχνικών οδηγιών.

Μας ενδιαφέρουν επίσης και άλλα χαρακτηριστικά, που ανα-

φέρονται παρακάτω με αναφορά (εντός παρενθέσεως) μεθόδων προσδιορισμού εν είδει παραδείγματος:

- Η τάση θραύσεως (ISO R527/67, DIN 53455)
- Η μήκυνση θραύσεως (ISO R527, DIN 53455)
- Το όριο ροής (ISO R179/61, DIN 53455)
- Η αντοχή ρηγματώσεως (ISO R527/68, ASTM D 1693, DIN 53455)
- Η παραμόρφωση ρηγματώσεως (ISO R527/68, ASTM D 1693, DIN 53455)
- Η αντοχή σε κρουστική κάμψη (ISO R179/61, DIN 53453)
- Η οριακή τάση κάμψεως (ISO 178/75, DIN 53452)
- Η σκληρότητα "D" (ISO 868, DIN 53453)
- Η αντοχή σε εσωτερική πίεση διαρκείας (DIN 53759)

Εφιστάται η προσοχή των αναγνωστών, ότι δεν υπάρχει πλήρης αντιστοιχία προτύπων ΕΛΟΤ, ISO, DIN κ.λ.π.

Από τους σωλήνες ζητούμε ιδιαίτερα :

- Να έχουν αντοχή σε εσωτερική πίεση για μακρό χρόνο καταπονήσεως στην εκάστοτε θερμοκρασιακή περιοχή λειτουργίας.
- Να έχουν αντοχή σε κρουστική κάμψη.
- Να έχουν αντοχή σε ρηγμάτωση (όταν βρίσκονται υπό τάση) και ιδιαίτερα υπό την επίδραση των υλικών, που μπορεί να χρησιμοποιούνται στην εν γένει οικοδομική κατασκευή.
- Να μην προσροφούν νερό ή οξυγόνο.
- Να μην αλλοιώνονται αξιόλογα οι διαστάσεις τους μετά την εν θερμώ καταπόνηση.
- Να κάμπτονται εύκολα υπό την θερμοκρασία περιβάλλοντος και την θερμοκρασία υπό την οποία πρόκειται να εργασθούν.
- Να μπορούν να κολληθούν με ασφάλεια ή να συγκολληθούν εύκολα αυτογενώς, κ.ο.κ.

2.3.1.3. Τυποποίηση διαστάσεων

Οι πλαστικοί σωλήνες έχουν τυποποιηθεί όσον αφορά την εξωτερική τους διάμετρο. Τόσο η διεθνής τυποποίηση ISO 161-1/78 όσο και η ελληνική (ΕΛΟΤ 9/79) δέχονται τις εξής εξωτερικές διαμέτρους :

2,5 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 16 - 20 - 25 - 32 -
40 - 50 - 63 - 75 - 90 - 110 - 125 - 140 - 160 - 180 - 200 -
225 - 250 - 280 - 315 - 355 - 400 - 450 - 500 - 560 - 630 - 710
- 800 - 900 - 1000 - 1200 - 1400 - 1600.

Τις επιτρεπόμενες αποκλίσεις δίδουν κατά περίπτωση υλικού οι κανονισμοί.

Η τυποποίηση των παχών γενικά με βάση το πρότυπο ISO 161-1 / 1978 και την εξίσωση

$$s = \frac{p_{\text{επιτρ.}} \cdot d}{2\sigma + p_{\text{επιτρ.}}} \quad (2-3)$$

όπου $p_{\text{επιτρ.}}$ = η επιτρεπόμενη πίεση σε N/mm^2 , d = η εξωτερική διάμετρος σε mm , σ = η τάση καταπόνησεως σε N/mm^2 και s = το πάχος σε mm .

Η εξίσωση αυτή είναι μια έκφραση της γενικής εξισώσεως καταπόνησεως κυλινδρικών σωμάτων

$$\sigma = \frac{p(d-s)}{2s} \quad \text{ή} \quad p = \frac{2\sigma \cdot s}{d-s} \quad \text{ή} \quad s = \frac{p \cdot d}{2\sigma + p} = \frac{d}{2\frac{\sigma}{p} + 1} \quad (2-4)$$

$$\text{από την οποία προκύπτει } \frac{s}{d} = 2\frac{\sigma}{p} + 1 = 2S + 1 = \text{SDR} \quad (2-5)$$

όπου $S = \sigma/p$.

Αν σ'αυτήν εισάγουμε $p = p_{\text{επιτρ}}$

$$S = \frac{\sigma}{p_{\text{επιτρ}}} = \frac{1}{2} \left(\frac{d}{s} - 1 \right) \quad (2-6)$$

Μπορούμε τότε κατά περίπτωση υλικού να οδηγηθούμε σε σειρές τυποποιημένων παχών (με στρογγύλευση στα 0,1 mm) για διάφορες ονομαστικές πιέσεις PN 2,5 - 3,2 - 4 - 6 - 10 - 16 με αντίστοιχα $S = 20 - 16 - 12,5 - 8 - 5 - 3$ και αντίστοιχα $\text{SDR} = 41 - 33 - 26 - 17 - 11 - 7$. Για τις θερμάνσεις δεν συνιστάται η χρήση σειράς παχών, που αντιστοιχεί σε $\text{PN} < \text{PN } 6$ προτιμωμένης αντιθέτως της σειράς PN 10. Πάχη μικρότερα από 1,8 mm δεν επιτρέπονται. Οι επιτρεπόμενες αποκλίσεις των παχών (μόνο προς τα άνω) αναφέρονται κατά περίπτωση στους κανονισμούς.

2.3.1.4. Καταλληλότητα των σωλήνων

Για να κρίνουμε την καταλληλότητα των σωλήνων για την χρη-

σιμοποίησή τους στις κεντρικές θερμάνσεις πρέπει να γνωρίζουμε την αντοχή τους. Ιδιαίτερα πρέπει να είναι βεβαιωμένα από τους κανονισμούς ή για μη τυποποιημένα προϊόντα από επίσημα εργαστήρια γενικής αποδοχής ελεγμένα σύμφωνα με αναγνωρισμένες μεθόδους :

- η συμπεριφορά κατά την κρουστική κάμψη
- η απορρόφηση νερού και οξυγόνου
- οι μεταβολές μετά κατεργασία εν θερμώ.

Υπό την προϋπόθεση, ότι οι δοκιμασίες αυτές έδωσαν ευνοϊκά αποτελέσματα (βεβαιωμένα π.χ. με πιστοποιητικό ελέγχου κατά DIN 50049/1982) ενδιαφέρει κυρίως ο υπολογισμός σε αντοχή κατά περίπτωση, στον οποίο εισέρχεται η ισοδύναμη τάση. Κύριο στοιχείο για τον υπολογισμό αυτής είναι η αναπτυσσόμενη τάση από εσωτερική πίεση.

Γ' αυτήν πρέπει να δίδονται :

- Στοιχεία δοκιμών σε εσωτερική πίεση, που γίνεται κατά περίπτωση υλικού με διάφορες τάσεις δοκιμής σ_0 (αντίστοιχη πί-

εση δοκιμής $p_{eP} = \frac{2 s \min \sigma_0}{d - s_{\min}}$) υπό καθορισμένες από τους κανονι-

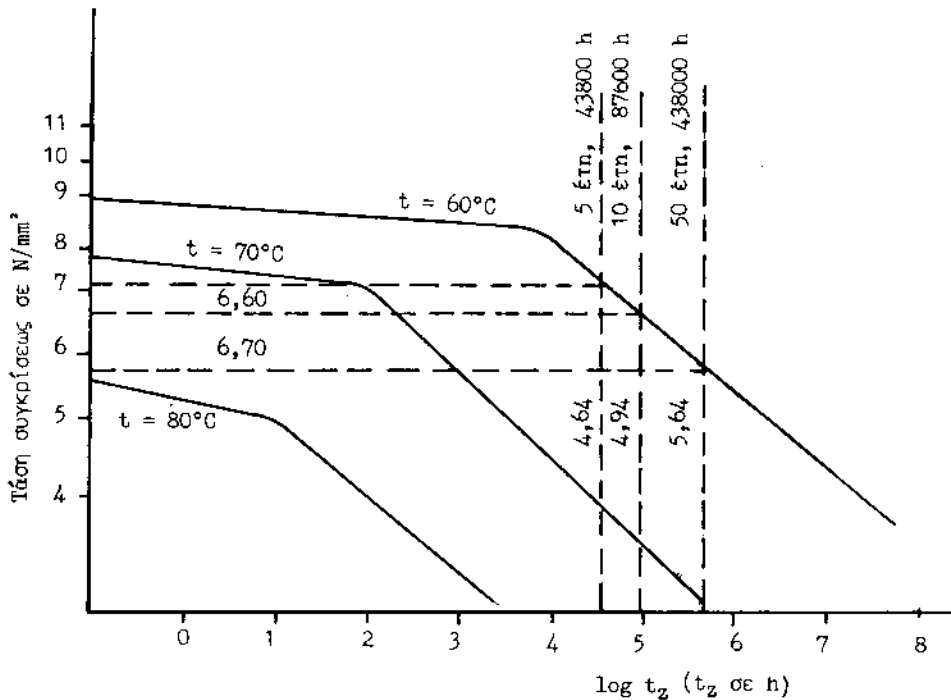
σμούς συνθήκες (π.χ. DIN 53759) και για ορισμένο εκάστοτε χρόνο για διάφορες θερμοκρασίες. Υπό την προϋπόθεση, ότι και οι δοκιμές αυτές δίδουν ικανοποιητικά αποτελέσματα

- Οι καμπύλες χρονικής αντοχής της μορφής του σχ. 2.8, όπου σε συνάρτηση με τον χρόνο καταπονήσεως δίδεται η τάση συγκρίσεως δηλ. η τάση προς την οποία θα συγκριθεί η ισοδύναμη τάση, που συντίθεται από τάσεις, που αναπτύσσονται π.χ. από εσωτερική πίεση, εξωτερικές δυνάμεις και ροπές, ίδιο βάρος και βάρος νερού κ.ο.κ. λαμβανομένου υπόψη και συντελεστή ασφαλείας.

Στους υπολογισμούς των κεντρικών θερμάνσεων συνιστάται να υπεισέρχεται η τάση συγκρίσεως, που αντιστοιχεί σε 50 έτη καταπονήσεως στην προβλεπόμενη θερμοκρασία λειτουργίας, όπως και η επιτρεπόμενη πίεσης λειτουργίας να μην είναι μικρότερη των 5 bar.

2.3.1.5. Παράδειγμα καταλληλότητας

Δίδεται ποιότητα σωλήνα με όλα τα ζητούμενα πιστοποιητικά και καμπύλη $\sigma = \phi(t_z)$ για την προβλεπόμενη θερμοκρασία των 60°C. Ο επιλεγείς σωλήνας έχει $d = 16 \text{ mm}$ και $s = 2 \text{ mm}$. Ζητείται να ελεγχθεί η καταλληλότητά του.



Σχ. 2-8: Διάγραμμα της σχέσεως τάσεως συγκρίσεως-χρόνου ζωής

Στο σχ. 2-8 δίδεται η καμπύλη $\sigma = \phi(t_z)$ για $t = 60^\circ\text{C}$, 70°C , 80°C . Για 50 έτη και $t = 60^\circ\text{C}$ έχουμε $t_z = 438000\text{h}$ και $\log t_z = 5,64$. Η αντιστοιχούσα τάση συγκρίσεως είναι $5,7 \text{ N/mm}^2$.

Η τάση, που προέρχεται από εσωτερική πίεση είναι κατά τα προηγούμενα (για $p = 6 \text{ bar}$ π.χ.)

$$\sigma = \frac{0,6 (16-2)}{2,2} = 2,1 \text{ N/mm}^2$$

Θα πρέπει τώρα κατά περίπτωση να υπολογίσουμε τις εξ άλλων λόγων αναπτυσσόμενες τάσεις και με κάποια παραδεδεγμένη θεωρία την ισοδύναμη τάση. Η τάση, που θα προκύψει $\sigma_{\text{ισοδ.}}$, έστω εδώ $2,7 \text{ N/mm}^2$, πρέπει να ικανοποιεί τη σχέση

$$\sigma_{\text{ισοδ.}} \cdot S^* \leq \sigma_{\text{συγκρ.}} \quad \text{ή} \quad \sigma_{\text{συγκρ.}} / \sigma_{\text{ισοδ.}} \geq S^*$$

Συνιστάται να λαμβάνεται $S^* \geq 2$. Στην περίπτωση μας $2,7 \cdot 2 = 5,4 < 5,7$. Άρα ο σωλήνας είναι κατάλληλος.

Παρατήρηση

Για τα υλικά, που υπάρχει μεγάλη εμπειρία για την εφαρμογή τους

δίδουν οι κανονισμοί την επιτρεπόμενη υπερπίεση λειτουργίας για νερό σε συνάρτηση με την ονομαστική πίεση, την θερμοκρασία, και τον χρόνο λειτουργίας.

2.3.1.6. Έγγραφα

Οι σωλήνες, που επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν για θερμό νερό πρέπει να συνοδεύονται από τα εξής έγγραφα :

α). Βεβαίωση, ότι ελέγχθηκε κατά την παραγωγή η σύνθεση του υλικού.

β) Πιστοποιητικό, που να αναφέρονται οι τιμές των μεγεθών των παραγράφων 2.3.3.1. έως 2.3.3.6. ως και το εργαστήριο, που έγιναν οι δοκιμές και οι μέθοδοι, που ακολουθήθηκαν.

γ) Διαγράμματα μεταβολής της επιτρεπόμενης πίεσεως λειτουργίας ή τάσεως συγκρίσεως σε συνάρτηση με την θερμοκρασία και τον χρόνο καταπονήσεως.

δ) Οδηγίες για την δυνατότητα αβλαβούς κάμψεως (ακτίνα κάμψεως = πολλαπλάσιο εξωτερικής διαμέτρου).

ε) Πλήρη στοιχεία για τις επιτρεπόμενες συνδέσεις και οδηγίες για την πραγματοποίησή τους.

2.3.1.7. Αποθήκευση σωλήνων

Ειδική προσοχή επιβάλλει η αποθήκευση των σωλήνων. Οι περισσότεροι από αυτούς δεν αντέχουν στην επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας, άρα είναι ευαίσθητοι στο φώς της ημέρας και ιδιαίτερα στην ηλιακή ακτινοβολία και γι' αυτό δεν πρέπει να αποθηκεύονται σε εξωτερικούς χώρους. Το ύψος της στιβάξεως δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1,5 m. Ορισμένοι από αυτούς απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή και στην μεταφορά υπό θερμοκρασία κατώτερη του μηδενός. Κρουστικές καταπονήσεις πρέπει γενικώς να αποφεύγονται.

2.3.1.8. Τοποθέτηση σωλήνων

Για την τοποθέτηση των σωλήνων πρέπει να λαμβάνονται υπ'

όψη οι ιδιότητες των θερμοπλαστικών υλικών π.χ. η αντοχή και το μέτρο ελαστικότητας σε συνάρτηση με το είδος της καταπόνησής, την θερμοκρασία και τον χρόνο αυτής, η ευαισθησία σε εγκοπές και κρούσεις και ιδιαίτερα οι μεταβολές μηκών, που προέρχονται από μεταβολές της θερμοκρασίας.

2.3.1.9. Διαμόρφωση γραμμών

Προϋπόθεση για την τοποθέτηση μιας σωληνώσεως από θερμοπλαστικό υλικό είναι η πλήρης γνώση των σταθερών σημείων της. Τα όργανα και τα άκαμπτα σημεία συνδέσεώς της προς μηχανήματα κ.λ.π. πρέπει να διαμορφώνονται σαν σταθερά σημεία. Επίσης διακλαδώσεις και διελεύσεις από δομικά στοιχεία πρέπει να διαμορφώνονται σαν σταθερά σημεία. Μεταξύ των σταθερών σημείων πρέπει να μεριμνούμε ιδιαίτερα για την παραλαβή των διαστολών. Πρέπει να επιδιώκεται αυτό να γίνεται με την φυσική παραμόρφωση της σωληνώσεως, όπως στα χαλύβδινα δίκτυα (σκέλη, κατάλληλη στήριξη κ.λ.π.). Άλλως πρέπει να τοποθετούνται κατάλληλα διαστολικά, κατάλληλα συνδεδεμένα, ώστε με τις μεταβολές της θερμοκρασίας να εργάζονται στην προβλεπόμενη περιοχή καταπόνησέως τους.

Οι διαστολές υπολογίζονται από την σχέση

$$\Delta l = \alpha l \Delta t \quad (2-7)$$

όπου Δl = μεταβολή του μήκους l , αμφότερα σε mm

Δt = διαφορά θερμοκρασίας σε grd

α = συντελεστής διαστολής σε mm/mK

Η διαφορά θερμοκρασίας νοείται σαν μέγιστη διαφορά θερμοκρασίας λειτουργίας και θέσεως εκτός λειτουργίας ή θερμοκρασίας λειτουργίας και θερμοκρασίας συναρμολογήσεως.

Οι τιμές των συντελεστών α για διάφορα υλικά φαίνονται στον πίνακα 2-26.

Η επιλογή των εδράνων και στηρίξεων γίνεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μην αναπτύσσονται πρόσθετες καταπονήσεις προερχόμενες, είτε από τις συνθήκες λειτουργίας, είτε από την επίδραση του περιβάλλοντος. Δυνάμεις προερχόμενες από τον χειρισμό και τα βάρη των οργάνων δεν επιτρέπεται να καταπονούν τους σωλήνες.

Πίνακας 2-26 : Τιμές συντελεστού διαστολής

Υλικό	Συντελεστής α mm/mK
PVC σκληρό	0,08
PVC-C	0,08
PE σκληρό	0,2
PP	0,16
PB	0,12
ABS ή ASA	0,08
PMMA	0,08

Οι αποστάσεις των εδράνων και εν γένει στηριγμάτων των σωλήνων εξαρτώνται :

- από τα χαρακτηριστικά αντοχής του υλικού του σωλήνα
- την διάμετρο και το πάχος του
- το βάρος του ρέοντος μέσου, εδώ του νερού
- την θερμοκρασία λειτουργίας
- την επίδραση του περιβάλλοντος.

Εφ'όσον για το υλικό δεν υπάρχουν δεδομένα παραδεκτά σε διεθνή ή εθνική κλίμακα (π.χ. DIN 16928 για PVC σκληρό, PE σκληρό, PP) ο κατασκευαστής των σωλήνων πρέπει να δίδει αναλυτικό πίνακα ή διάγραμμα, που σε συνάρτηση με την διάμετρο και το πάχος, την θερμοκρασία και τον χρόνο καταπονήσεως (που στην περίπτωση του νερού συμφωνείται $t_z = 50$ έτη), να προκύπτει η απόσταση εδράνων και το αντίστοιχο βέλος κάμψης για οριζόντιες σωληνώσεις. Επίσης πρέπει να δίδει τις αποστάσεις στηρίξεως κατακόρυφων σωληνώσεων, που συνήθως είναι συνάρτηση των αποστάσεων στηρίξεως της οριζόντιας σωληνώσεως.

Αν δεν υπάρχουν άλλα δεδομένα συνιστάται να υπολογίζεται η απόσταση των εδράνων με βάση το βέλος κάμψης, που υπολογίζεται κατά περίπτωση στηρίξεως και υλικού κατά τα γνωστά από την αντοχή των υλικών.

Δεν υπάρχουν εξαρτήματα γενικής χρήσεως. Για κάθε κατηγορία σωλήνων υπάρχουν αντίστοιχα εξαρτήματα σε συνάρτηση με τον τρόπο συνδέσεως. Για όλες τις ως άνω κατηγορίες σωλήνων προϋποτίθεται ο ποιοτικός έλεγχος του αρχικού υλικού. Υλικά των οποί-

ων η σύνθεση δεν έχει ελεγχθεί, δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν.

2.3.2. Συνδέσεις πλαστικών σωλήνων

2.3.2.1. Γενικά

Η κατεργασία των σωλήνων και εξαρτημάτων απαιτεί ειδική γνώση των υλικών και επομένως εξειδικευμένο προσωπικό. Κατά την μόρφωση των σωληνώσεων και των εξαρτημάτων τους, είτε ακολουθούνται μέθοδοι, που δεν αφαιρείται υλικό, είτε μέθοδοι κατά τις οποίες αφαιρείται υλικό, πρέπει να αποφεύγεται η δημιουργία σημείων με εγκοπές ή απότομες μεταβολές διατομών.

Οι σωλήνες και τα εξαρτήματα μπορούν να διαμορφωθούν χωρίς αφαίρεση υλικού σε κατάλληλες κατά υλικό θερμοκρασίες.

Αυτές είναι :

- Για το σκληρό PVC	120 έως 140 ⁰ C
- Για το PVC-C	165 έως 185 ⁰ C
- Για το σκληρό PE	130 έως 140 ⁰ C
- Για το PP	155 έως 170 ⁰ C
- Για το PB	125 έως 135 ⁰ C

Για άλλα υλικά πρέπει να δίδει τεκμηριωμένα στοιχεία ο κατασκευαστής.

Η ζώνη διαμορφώσεως πρέπει να είναι ομοιόμορφα θερμασμένη με θερμό αέρα ή με θερμό λουτρό.

Για την κάμψη των σωλήνων γεμίζονται αυτοί με κατάλληλο υλικό, π.χ. άμμο, κατάλληλα προθερμασμένο. Μετά την εν γένει διαμόρφωση διατηρούνται οι δυνάμεις, που την προκάλεσαν μέχρις ότου ψυχθεί το υλικό.

Κατεργασίες των σωλήνων είναι δυνατές με αφαίρεση υλικού. Για την διατήρηση της ποιότητας των επιφανειών δεν πρέπει κατά την κατεργασία να αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης ειδική προσοχή πρέπει να καταβάλλεται για την παραλαβή των δυνάμεων.

Η διάνοιξη σπειρώματος επί των σωλήνων δεν επιτρέπεται.

2.3.2.2. Συγκολλήσεις

Οι σωλήνες και τα εξαρτήματα μπορούν να συγκολληθούν ανάλογα με το υλικό και την περιοχή εφαρμογής του.

Οι συνιστώμενες μέθοδοι συγκολλήσεως είναι :

- συγκόλληση με θερμό αέρα
- συγκόλληση με στοιχείο θερμάνσεως
- συγκόλληση δια τριβής.

Για την ποιότητα της συγκολλήσεως αποφασιστικής σημασίας είναι :

- Η καταλληλότητα για συγκόλληση του βασικού υλικού.
- Η καταλληλότητα του προστιθέμενου υλικού σε σχέση με το βασικό υλικό (αν υπάρχει).
- Η μορφή της ραφής.
- Οι συνθήκες συγκολλήσεως (θερμοκρασία, ταχύτητα, πίεση).
- Ο αριθμός των στρωμάτων της ραφής. Λίγα χονδρά στρώματα πρέπει να προτιμώνται των πολλών λεπτοτέρων.
- Η καθαριότητα των επιφανειών των συγκολλουμένων τεμαχίων και του προστιθέμενου υλικού.
- Η αποφυγή εγκοπών κ.λ.π.

2.3.2.3. Κολλήσεις με κόλλες

Σωλήνες και εξαρτήματα από PVC και PVC-C (και άλλα τυχόν κατάλληλα υλικά) μπορεί να κολληθούν.

Γι'αυτά η κόλληση με κόλλα είναι η συνηθέστερη μέθοδος. Κόλληση με κόλλα δεν συνιστάται για PE, PP και PB.

Για την ποιότητα των κολλήσεων με κόλλα ουσιώδους σημασίας είναι :

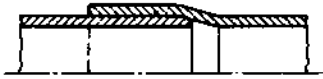
- Η καταλληλότητα των προς κόλληση τεμαχίων.
- Η κατάλληλη εκλογή του υλικού της κόλλας σε συνάρτηση της μορφής της κολλήσεως, της προκειμένης περιπτώσεως, της θερμοκρασίας και του ρέοντος μέσου.
- Η κατάλληλη διαμόρφωση κλίσεων, γωνιών κ.λ.π.
- Η καθαριότητα των προς κόλληση επιφανειών.
- Η ομοιομορφία πάχους της κόλλας.
- Η αποφυγή συγκεντρώσεων της κόλλας.
- Η διατήρηση των χρόνων κ.λ.π.

2.3.2.4. Είδη συνδέσεων

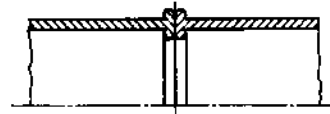
Μπορεί να είναι σταθερές (μη λυόμενες) και λυόμενες.

Σταθερές συνδέσεις γίνονται με :

- Κόλλα, όπως π.χ. στο σχ. 2-9α.
- Συγκόλληση, όπως στο σχ. 2-9β.



Σχ. 2-9α: Σύνδεση με κόλλα

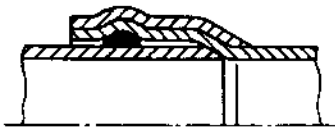


Σχ. 2-9β: Σύνδεση κατ'επέκταση με συγκόλληση με θερμαίνον στοιχείο

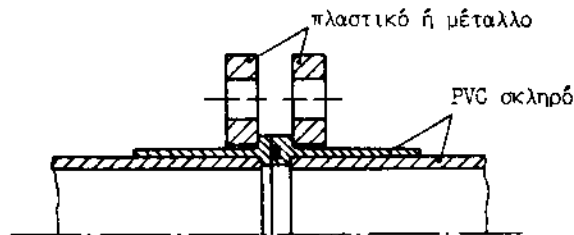
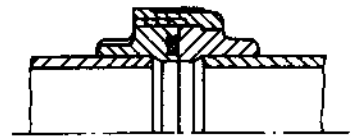
Λυόμενες συνδέσεις γίνονται :

- Με μούφα και κυκλικής διατομής δακτύλιο στεγανότητας, όπως στο σχ. 2-9γ.
- Με σπειρώματα, όπως στο σχ. 2-9δ.
- Με φλάντζες (ελεύθερες), όπως στο σχ. 2-9ε.

Σχ. 2-9γ: Σύνδεση με μούφα και δακτύλιο στεγανότητας



Σχ. 2-9δ : Σύνδεση με σπείρωμα



Σχ. 2-9ε : Σύνδεση με ελεύθερες φλάντζες

Παρατηρητέο, ότι δεν ανοίγεται στον σωλήνα σπείρωμα, αλλά συγκολλούνται ή κολλούνται επ' αυτού ειδικά τεμάχια, που φέρουν τα σώματα με το σπείρωμα και το προκαλούν την σύσφιξη τεμάχιο. Η στεγανότητα επιτυγχάνεται με κατάλληλο επίπεδο παρέμβυσμα (τσόντα).

2.3.3. Επιβεβαιωμένα από την εμπειρία στοιχεία για μερικά υλικά

Για να μπορεί ο μηχανικός να έχει πλήρη εικόνα του υλικού, ώστε να επιτελεί το έργο του, χρειάζεται πληροφορίες για όλα τα προαναφερθέντα. Εφόσον υπάρχει αναμφισβήτητη μακρόχρονη εμπειρία γι' αυτά, αυτή διαμορφώνεται σε κανονισμούς. Για ορισμένα από τα υλικά αυτά παρατίθενται πληροφοριακά στοιχεία. Για άλλα υλικά, που δεν περιλαμβάνονται στην παρούσα οδηγία συνιστάται να ζητούνται αντίστοιχα στοιχεία από τον παραγωγό.

2.3.3.1. Σωληνώσεις από πολυβινυλχλωρίδιο σκληρό (PVC)

Σωλήνες PVC-U, PVC-HI (κατά DIN 8061/84)

Οι σωλήνες πρέπει να έχουν τα κατωτέρω γενικά χαρακτηριστικά :

- Μέση πυκνότητα $\approx 1,4 \text{ g/cm}^3$
- Συντελεστή διαστολής $\approx 80 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
- Θερμική αγωγιμότητα $\approx 0,15 \text{ W/mK}$ (0,16 για PVC-HI)
- Αντίσταση επιφανείας $> 10^{12} \Omega$

Δοκιμή πιέσεως

Πρέπει επίσης να έχουν αντέξει σε δοκιμή εσωτερικής πίεσης διαρκείας (χωρίς θραύση) σύμφωνα με πίνακα 2-27 (δοκιμή κατά ΕΛΟΤ 391/82, ISO 1167, DIN 53759) και να παρουσιάζουν ικανοποιητική αντοχή σε κρουστική κάμψη. Ικανοποιητική θεωρείται η αντοχή, όπως ελέγχεται κατά ΕΛΟΤ 551/82 (ή ISO 3217/80 ή DIN 53453 και 8061).

Δοκιμή κρουστικής κάμψεως

Αστοχία σε λιγότερο από 10% των δοκιμίων.

Απορρόφηση ύδατος

Λιγότερο από 4 mg/cm^3 .

Πίνακας 2-27 : Στοιχεία δοκιμής αντοχής σε εσωτερική πίεση διαρκείας για σωλήνες από PVC.

Θερμοκρασία δοκιμής °C	Διάρκεια δοκιμής h	Τάση δοκιμής σ_0 σε N/mm ²		
		PVC-U	PVC-HI τύπος 1	τύπος 2
20	1	42	30	30
	100	--	23	23
60	1	17	15	13
	200	11,3	11	7,6
	1000	10	10	6,5

Μεταβολές μετά θερμική καταπόνηση

Μεταβολή μήκους < 5% Ρωγμές, διογκώσεις, εξελκώσεις δεν επιτρέπονται.

Πίνακας 2-28 : Τάσεις συγκρίσεως σε N/mm²

Θερμο- κρασία °C	Χρόνος έτη	PVC-U	PVC-HI τύπος 1	PVC-HI τύπος 2
20	1	29	18	17,5
	10	26,5	16	15,2
	25	25,5	15	14,5
	50	(24)	(14)	(13)
40	1	18	12	11,5
	10	16,5	10,5	9,3
	25	15,5	(10)	8,4
	50	(15)	(9,5)	(8)
60	1	8,4	8,3	5,3
	10	7,0	7,5	4,0
	25	6,5	(7,2)	3,7
	50	(6,2)	(7)	(3,3)

() = όχι ασφαλείς τιμές)

Οι δοκιμές νοούνται κατά DIN 8061/84

Το υλικό είναι ευαίσθητο στην υπερϊώδη ακτινοβολία. Η εμπειρία έδωσε τις στον πίνακα 2-29 επιτρεπτές πιέσεις λειτουργίας (για $\sigma_{\text{επιτρ}} = 10 \text{ N/mm}^2$, συμπεριλαμβανομένου συντελεστή ασφαλείας).

Πίνακας 2-29 : Επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας σε bar

σ_C	Έτη λειτουργίας	Σειρά 2, PN4		Σειρά 3, PN6		Σειρά 4, PN10		Σειρά 5, PN16	
		PVC-U		PVC-U		PVC-U		PVC-U	
		PVC-HI2	PVC-HI1	PVC-HI2	PVC-HI1	PVC-HI2	PVC-HI1	PVC-HI2	PVC-HI1
40	1	3	3	4,6	4,6	7,6	7,6	12,2	12,2
	5	2,7	2,7	4,1	4,1	6,8	6,8	10,9	10,9
	10	2,6	2,6	4,0	4,0	6,6	6,6	10,6	10,6
	25	2,6	2,6	3,8	3,8	6,4	6,4	10,2	10,2
	50	2,5	2,5	3,8	3,8	6,3	6,3	10,1	10,1
60	1	1,4	2,3	2,1	3,5	3,5	5,8	5,6	9,3
	5	1,2	2,1	1,8	3,2	3,0	5,3	4,8	8,5
	10	1,1	2,0	1,7	3,1	2,8	5,1	4,5	8,2
	30	1,0	1,9	1,5	2,9	2,5	4,8	4,0	7,7
	50	--	--	--	--	--	--	--	--

2.3.3.2. Σωληνώσεις από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (PE-HD)

Γενικά χαρακτηριστικά κατά DIN 8075/T1/76 και T2/80

		Τύπος 1	Τύπος 2
- Μέση πυκνότητα	g/cm^3	$\approx 0,95$	--
- Συντ. διαστολής	K^{-1}	$\approx 2 \cdot 10^{-4}$	$\approx 2 \cdot 10^{-4}$
- Θερμ. αγωγιμότητα	W/mK	$\approx 0,41$	$\approx 0,41$
- Μέτρο ελαστικότητας	N/mm^2	≈ 900	≈ 600
- Επιφ. αντίσταση	Ω	$> 10^{12}$	$> 10^{12}$

Κατά την διάρκεια της δοκιμής δεν επιτρέπεται να παρουσιασθεί έλλειψη στεγανότητας ή θραύση. (ιδέ και πίνακα 2-30)

Δοκιμή μεταβολών εν θερμώ

Μεταβολή μηκών $< 5\%$ για 120°C για τον τύπο 1 (DIN 8075 T1/76) και $< 3\%$ για 110°C για τον τύπο 2 (DIN 8075 T2/80).

Πίνακας 2-30 : Δοκιμή σε εσωτερική πίεση

σ_C	Τύπος 1		Τύπος 2	
	Διάρκεια h	Τάση N/mm ²	Διάρκεια h	Τάση N/mm ²
20	1	15	1	12
80	48	4,1	60	5
	95	3,5	--	--
	170	3	170	4

Επιτρεπόμενες πιέσεις λειτουργίας

Οι επιτρεπόμενες πιέσεις λειτουργίας σε bar φαίνονται στον πίνακα 2-31 ($\sigma_{\text{επιτρ}} \approx 5 \text{ N/mm}^2$). Το υλικό είναι ευαίσθητο στην υπεριώδη ακτινοβολία.

2.3.3.3. Σωληνώσεις από δικτυωμένο πολυαιθυλένιο (VPE ή PE-V)

Κύρια χαρακτηριστικά του υλικού είναι :

- Μέση πυκνότητα $\approx 0,94 \text{ g/cm}^3$
- Συντ. διαστολής $\approx 2 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$
(από 0 έως 70°C)
- Συντ. αγωγιμότητας $\approx 0,41 \text{ W/mK}$
- Μέτρο ελαστικότητας $\approx 600 \text{ N/mm}^2$
- Επιφ. αντίσταση $> 10^{12} \text{ } \Omega$

Το υλικό είναι ελεγμένης συνδέσεως. Οι σωλήνες πρέπει να έχουν υποστεί δοκιμασία σε εσωτερική πίεση διαρκείας, όπως στον πίνακα 2-32. Δεν επιτρέπεται να παρουσιασθεί θραύση ή μη στεγανότητα των δοκιμών.

Επίσης πρέπει να ελέγχεται ο βαθμός δικτυώσεως, που ανάλογα με τον τρόπο, που έγινε αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστον 60%, 65% ή 75% (ίδη DIN 16892/85) κατά την δοκιμασία με ξυλόλη και οι μεταβολές μηκών κατά την κατεργασία εν θερμώ ($120 \pm 2^\circ\text{C}$), που δεν πρέπει κατά μέσο όρο να υπερβαίνει το 3%.

Ο βαθμός δικτυώσεως πρέπει να εγγυάται το ευθύγραμμο της γραμμής τάσεων-χρόνου (σε λογαριθμικό διάγραμμα) για $t = 110^\circ\text{C}$ μέχρι 8000h.

Πίνακας 2-31 : Επιτρεπόμενες πιέσεις λειτουργίας σε bar
(από DIN 8074, Entwurf 1985)

Θερμο- κρασία °C	Διάρκεια έτη	Σειρά					
		1 PN 2,5	2 PN 3,2	3 PN 4	4 PN 6	5 PN 10	6 PN 16
20	1	3,4	4,3	5,4	8,0	13,4	21,4
	5	3,3	4,2	5,2	7,8	13,0	20,8
	10	3,2	4,0	5,0	7,6	12,6	20,2
	25	2,9	3,7	4,6	6,9	11,5	18,4
	50	2,5	3,2	4,0	6,0	10,0	16,0
40	1	2,4	3,0	3,8	5,7	9,5	15,2
	5	1,8	2,3	2,9	4,3	7,1	11,4
	10	1,6	2,0	2,5	3,7	6,2	9,9
	25	1,3	1,7	2,1	3,1	5,2	8,3
	50	1,1	1,5	1,8	2,7	4,5	7,2
60	1	1,2	1,5	1,9	2,8	4,7	7,5
	5	0,8	1,0	1,3	2,0	3,3	5,3
	10	0,7	0,9	1,1	1,7	2,9	4,6
	25	0,6	0,75	0,95	1,4	2,4	3,8
70	1	0,8	1,0	1,3	1,9	3,2	5,1
	5	0,6	0,75	0,9	1,3	2,2	3,6
80	1	0,5	0,65	0,8	1,2	2,1	3,3

Πίνακας 2-32 : Αντοχή σε εσωτερική πίεση διαρκείας

Θερμοκρασία °C	Λουτρό	Τάση δοκιμασίας σ_o N/mm ²	Διάρκεια h
20	Αέρας ή νερό	12	1
95	Αέρας ή νερό	4,8	1
		4,4	1000
110	Αέρας	2,8	8000

Η τάση συγκρίσεως σε συνάρτηση με την θερμοκρασία και τον χρόνο φαίνεται στον πίνακα 2-33.

Πίνακας 2-33 : Τάση συγκρίσεως σε N/mm^2

Θερμο- κρασία °C	Διάρκεια έτη	Τάση N/mm^2	Θερμο- κρασία °C	Διάρκεια έτη	Τάση N/mm^2
20	1	10,2	80	1	4,9
	10	10,0		10	4,7
	25	9,8		25	4,6
	50	9,6		50	(4,5)
40	1	8,9	95	1	4,2
	10	8,5		10	4,1
	15	8,0		25	(4,0)
	50	(7,8)			
60	1	6,5	110	1	2,8
	10	6,2		5	2,7
	25	6,1		10	(2,6)
	50	(6,0)			

() = Τιμές μη ασφαλείς.

Το δικτυωμένο πολυαιθυλένιο (VPE) χρησιμοποιείται κατά βάση για την κατασκευή σωλήνων $d = 10mm$ έως $160mm$ σε δύο σειρές παχών για PN 12,5 ($S=5/SDR = 11$) και PN 20 ($S=3,15/SDR = 7,3$). Η επιτρεπόμενη τάση (συμπεριλαμβανομένου μέτρου ασφαλείας) λαμβάνεται σε $\sigma_{\text{επιτρ}} = 6,3 N/mm^2$ (50 έτη).

Η εμπειρία έδωσε για νερό τις επιτρεπόμενες πιέσεις, που φαίνονται στον πίνακα 2-34.

2.3.3.4. Σωληνώσεις από πολυπροπυλένιο (PP)

Σωλήνες

Κύρια χαρακτηριστικά του υλικού είναι :

	Τύπος 1	Τύπος 2
- Μέση πυκνότητα g/cm^3	$\approx 0,93$	$\approx 0,91$

Πίνακας 2-34 : Επιτρεπόμενες πιέσεις σε bar

Θερμοκρασία °C	Διάρκεια έτη	Ρ _{επιτρ.} σε bar	
		PN 12,5	PN 20
20	1	13,7	21,7
	10	13,2	21,2
	25	13,1	20,7
	50	12,5	20,0
40	1	11,0	17,5
	10	10,7	16,9
	25	10,5	16,7
	50	10,4	16,5
60	1	8,7	13,8
	10	8,3	13,1
	25	8,1	12,9
	50	8,1	12,8
80	1	6,5	10,4
	10	6,3	10,1
	25	6,3	9,9
90	1	5,9	9,4
	10	5,7	9,1
95	1	5,7	9,0
	10	5,4	8,6

Σημείωση : Η διεργασία της δικτυώσεως απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή για να είναι ομοιόμορφη και επιτυχής. Σε αντίθετη περίπτωση (πλημμελής δικτύωση) οδηγούμεθα σε αστοχία.

	Τύπος 1	Τύπος 2
- Συντελεστής διαστολής K^{-1}	$\approx 1,5 \cdot 10^{-4}$	$\approx 1,5 \cdot 10^{-4}$
- Συντ. αγωγιμότητας W/mK	$\approx 0,23$	$\approx 0,20$
- Μέτρο ελαστικότητας N/mm^2	≈ 1200	≈ 1000
- Αντίσταση επιφάνειας Ω	$> 10^{12}$	$> 10^{12}$

Το υλικό έχει ελεγχθεί, όσον αφορά στην σύνθεσή του. Οι σωλήνες πρέπει να έχουν υποστεί δοκιμή διαρκείας σε εσωτερική πίεση (και να μην έχουν θραυσθεί) σύμφωνα με τον πίνακα 2-35. Πρέπει επίσης να έχουν ικανοποιητική αντοχή σε κρουστική κάμψη. Οι σωλήνες είναι ευπαθείς στην υπεριώδη ακτινοβολία.

Πίνακας 2-35 : Αντοχή σε εσωτερική πίεση διαρκείας

Θερμοκρασία δοκιμής °C	Λουτρό δοκιμής	Διάρκεια δοκιμής h	Πίεση δοκιμής	
			Τύπος 1 N/mm ²	Τύπος 2 N/mm ²
20	Αέρας ή νερό	1	21	16
Εναλλακτικά ή 120	Αέρας	1000	2,3	1,9
ή 95	Αέρας ή νερό	1000 4000	3,5 3	2,5 2

Πλήρη στοιχεία για τις δοκιμασίες, που πρέπει να υποστεί ο σωλήνας, τις συνθήκες αυτών και την συμπεριφορά των δοκιμίων (δοκιμασίες σε εσωτερική πίεση διαρκείας, σε κρουστική κάμψη, μεταβολές κατά την κατεργασία εν θερμώ) δίδει το DIN 8078/84. Σημειώνεται ιδιαίτερα, ότι οι θερμοκρασίες ελέγχου για την τελευταία δοκιμασία πρέπει να είναι $150 \pm 2^{\circ}\text{C}$ για τον τύπο 1, $135 \pm 2^{\circ}\text{C}$ για τον τύπο 2 και η διάρκεια αυτής δώρη.

Η τάση συγκρίσεως σε συνάρτηση με την θερμοκρασία και τον χρόνο φαίνονται στον πίνακα 2-36.

Παρατηρητέο ότι οι γραμμές χρονικής αντοχής από κάποιο χρόνο και μετά αποκτούν μεγαλύτερη κλίση (ταχύτερη μείωση της σ).

Η εμπειρία έδωσε ότι στον καθορισμό των ονομαστικών παχών μπορεί να υπεισέλθει η τάση $\sigma_{\text{επιτρ.}} = 5 \text{ N/mm}^2$ ($t = 20^{\circ}\text{C}$). Με την αύξηση των θερμοκρασιών η τάση αυτή μειώνεται. Η εμπειρία έδειξε, ότι οι σωλήνες αυτοί μπορεί να χρησιμοποιηθούν για πιέσεις λειτουργίας, όπως στον πίνακα 2-37.

Πίνακας 2-36 : Τάση συγκρίσεως σε N/mm^2

Θερμοκρασία $^{\circ}C$	Διάρκεια έτη	Τάση συγκρίσεως N/mm^2	
		Τύπος 1	Τύπος 2
20	1	13	11
	10	11,8	9,8
	25	10,5	(9,3)
	50	(10,3)	(9,0)
40	1	8,3	6,7
	10	7,2	6,0
	25	6,5	(5,6)
	50	(6,4)	(5,2)
60	1	5,5	4,4
	10	4,6	3,5
	25	(4,2)	(2,9)
	50	(4,0)	(2,0)
80	1	3,7	2,6
	10	2,5	1,7
	25	(1,7)	(1,25)
	50	(1,2)	---
95	1	2,4	1,6
	10	(0,95)	(1,0)
	25	---	---

() = Τιμές μη ασφαλείς.

Πίνακας 2-37 : Πίεση λειτουργίας κατά θερμοκρασία, σε bar

Θερμο- κρασία °C	Έτη λει- τουργίας	Σειρά			
		1 PN 2,5	2 PN 4	3 PN 6	4 PN 10
20	1	3,4	5,4	8,2	13,5
	5	3,2	5,0	7,5	12,5
	10	3,1	4,9	7,4	11
	25	3,0	4,7	7,0	11,5
	50	2,5	4,0	6,0	10,0
40	1	2,1	3,3	5,0	8,0
	5	2,0	3,2	4,8	8,0
	10	1,9	3,0	4,5	7,5
	25	1,8	2,9	4,3	7,0
	50	1,6	2,6	3,9	6,5
60	1	1,4	2,2	3,3	5,5
	5	1,2	2,0	3,0	5,0
	10	1,1	1,7	2,6	4,0
	25	0,9	1,4	2,1	3,5
	50	0,8	1,2	1,8	3,0
80	1	0,8	1,3	2,0	3,0
	5	0,6	1,0	1,4	2,0
	10	0,5	0,8	1,2	2,0
	20	0,4	0,7	1,0	1,5
95	1	0,5	0,8	1,2	2,0
	5	0,3	0,6	0,8	1,0
	10	0,3	0,5	0,7	1,0

2.3.3.5. Σωληνώσεις από πολυβουτυλένιο (PB)

Το υλικό πρέπει να έχει περίπου τα εξής χαρακτηριστικά:

- Μέση πυκνότητα	$\approx 0,92$	g/cm^3
- Συντ. διαστολής (από 0°C έως 110°C)	$\approx 1,3 \cdot 10^{-4}$	K^{-1}
- Συντ. αγωγιμότητας	$\approx 0,22$	W/mK
- Μέτρο ελαστικότητας	≈ 350	N/mm^2
- Επιφ. αντίσταση	$> 10^{12}$	Ω

Το υλικό πρέπει να είναι ελεγμένης συνθέσεως. Οι σωλήνες πρέπει να έχουν υποστεί δοκιμασία σε εσωτερική πίεση διαρκείας όπως στον πίνακα 2-38. Δεν επιτρέπεται να παρουσιασθεί θραύση ή μη στεγανότητα των δοκιμίων.

Η δοκιμασία για μεταβολές κατά την εν θερμώ κατεργασία πρέπει να γίνει για πάχη $s \leq 28,7 \text{ mm}$ σε $110 \pm 2^\circ\text{C}$ και επί χρόνο $120 \pm 2 \text{ min}$.

Η τάση συγκρίσεως σε συνάρτηση με την θερμοκρασία και το χρόνο φαίνεται στον πίνακα 2-39.

Οι σωλήνες παράγονται σε διαμέτρους $d = 10$ έως 450 mm σε τέσσερεις σειρές παχών (1 έως 4) για PN 4 ($S = 20$, $\text{SDR} = 41$), PN 6 ($S = 13$, $\text{SDR} = 27$), PN 10 ($S = 8$, $\text{SDR} = 17$) και PN 16 ($S = 5$, $\text{SDR} = 11$). Οι επιτρεπόμενες αποκλίσεις όσον αφορά στην διάμετρο και τα πάχη (μόνο αυξήσεις) δίδονται στους καθέκαστα κανονισμούς.

Συμπεριλαμβανομένου μέτρου ασφαλείας η επιτρεπόμενη τάση σε πίεση $\approx 8 \text{ N/mm}^2$. Η εμπειρία έδωσε για το νερό τις επιτρεπόμενες πιέσεις του πίνακα 2-40.

Το υλικό είναι ευαίσθητο στην υπεριώδη ακτινοβολία.

Πίνακας 2-38 : Αντοχή σε πίεση διαρκείας

Θερμοκρασία °C	Τάση δοκιμής σ_o N/mm ²	Διάρκεια δοκιμής h
20	15,0	1
95	6,0	1000
95	5,2	8000

Πίνακας 2-39 : Τάση συγκρίσεως σε N/mm²

Θερμο- κρασία °C	Διάρκεια έτη	Τάση N/mm ²	Θερμο- κρασία °C	Διάρκεια έτη	Τάση N/mm ²
20	1	13,5	60	1	9,8
	10	13,2		10	9,2
	25	13,0		25	8,6
	50	12,8		50	(8,2)
40	1	11,5	80	1	7,8
	10	11,3		10	6,7
	25	11,1		25	(6,2)
	50	11,0	95	1	5,2
				10	(4,5)

() = Τιμές μη ασφαλείς.

Πίνακας 2-40 : Επιτρεπόμενες υπερπίεσεις λειτουργίας σε bar

Θερμο- κρασία °C	Διάρκεια έτη	Σειρά / ονομ. πίεση			
		1 PN 4	2 PN 6	3 PN 10	4 PN 16
20	1	4,5	6,8	11,2	18,0
	10	4,3	6,5	10,8	17,3
	25	4,3	6,4	10,7	17,1
	50	4,0	6,0	10,0	16,0
40	1	4,0	6,0	9,9	15,9
	10	3,7	5,6	9,3	14,8
	25	3,7	5,5	9,2	14,7
	50	3,6	5,4	9,1	14,3
60	1	3,2	4,8	8,1	12,9
	10	3,0	4,5	7,5	12,0
	25	2,9	4,3	7,2	11,4
	50	2,8	4,1	6,9	11,1
80	1	2,5	3,8	6,3	10,1
	10	2,2	3,3	5,6	8,9
	15	2,1	3,2	5,4	8,7
95	1	1,7	2,6	4,3	6,9
	5	1,6	2,4	3,9	6,3

2.3.3.6. Σωληνώσεις από χλωριωμένο πολυβινυλχλωρίδιο (PVC-C)

Τα χαρακτηριστικά του υλικού είναι :

- Μέση πυκνότητα $\approx 1,5$ έως $1,6 \text{ g/cm}^3$
- Συντελεστής διαστολής $\approx 70 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
- Συντ. θερμ. αγωγιμότητας $\approx 0,14 \text{ W/mK}$
- Μέτρο ελαστικότητας (ελκυσμός) $\approx 3000 \text{ N/mm}^2$
- Αντίσταση επιφανείας $> 10^{12} \Omega$

Το υλικό πρέπει να έχει ελεγχθεί, όσον αφορά στην σύνθεσή του. Οι σωλήνες πρέπει να έχουν υποστεί δοκιμή διαρκείας σε εσωτερική πίεση, όπως στον πίνακα 2-41. Πρέπει επίσης να έχουν

ικανοποιητική αντοχή σε κρουστική κάμψη. Οι σωλήνες είναι ευπαθείς στην υπεριώδη ακτινοβολία.

Πίνακας 2-41 : Αντοχή σε πίεση διαρκείας

Θερμοκρασία δοκιμής °C	Διάρκεια δοκιμής h	Τάση δοκιμής σ κατά την σχέση 2-4	
		N/mm ²	(kp/cm ²)
20	1	42	(420)
80	1	15	(150)
	250	8	(80)
100	1	9	(90)
	200	4	(40)
	1000	3	(30)

Η τάση συγκρίσεως σε συνάρτηση με την θερμοκρασία και τον χρόνο καταπονήσεως φαίνεται στον πίνακα 2-42.

Πίνακας 2-42 : Τάση συγκρίσεως σε N/mm²

Θερμο- κρασία °C	Διάρκεια καταπονή- σεως έτη	Τάση συγκρί- σεως N/mm ²	Θερμο- κρασία °C	Διάρκεια καταπονή- σεως έτη	Τάση συγκρί- σεως N/mm ²
20	1	32,0	60	1	12,3
	10	29,5		10	10,1
	25	28,0		25	(9,5)
	50	27,0		50	(9,0)
40	1	22,5	80	1	5,3
	10	20,0		10	4,0
	25	19,5		25	(3,6)
	50	18,0		50	(3,5)
			100	1	2,0
				10	1,3
				25	(1,15)

() = Τιμές μη ασφαλείς.

Η εμπειρία έδωσε σαν περιφερειακή τάση, που μπορεί να υπεισέλθει στον καθορισμό των ονομαστικών παχών $\sigma = 10 \text{ N/mm}^2$ ($t = 20^\circ\text{C}$). Με την αύξηση των θερμοκρασιών η τάση αυτή μειώνεται. Η εμπειρία έδειξε ότι οι σωλήνες αυτοί μπορεί να χρησιμοποιηθούν σύμφωνα με τον πίνακα 2-43.

Πίνακας 2-43 : Πιέσεις λειτουργίας κατά θερμοκρασία, σε bar

Θερμο- κρασία $^\circ\text{C}$	Έτη λει- τουργίας	Σειρά			
		2 $\sigma/p \approx 25$	3 $\sigma/p \approx 16$	4 $\sigma/p \approx 10$	5 $\sigma/p \approx 6,3$
20	1	6,6	8,5	14	22,0
	5	5,5	8,0	13	20,0
	10	5,0	7,0	12	19,0
	50	4,0	6,0	10	16,0
60	1	3,0	4,5	7,0	10,0
	5	2,5	3,0	5,0	8,0
	10	2,2	2,7	4,5	7,5
	50	2,0	2,5	4,0	7,0
80	1	---	2,0	3,0	5,0
	5	---	1,5	2,5	4,0
	10	---	1,2	2,0	3,0
90	1	---	---	2,0	3,0
	5	---	---	1,5	2,5
	10	---	---	1,2	2,0

2.4. ΆΛΛΑ ΕΙΔΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ

Στην αγορά κυκλοφορούν εν γένει διάφορα άλλα είδη σωλήνων από χάλυβα, χαλκό ή πλαστικά υλικά, όπως π.χ. εύκαμπτοι σωλήνες από χάλυβα ή χαλκό. Οι υπό διάφορες εμπορικές ονομασίες φερόμενοι αυτοί σωλήνες μπορεί πραγματικά να έχουν τις διαφημιζόμενες ιδιότητες, δεν καλύπτονται όμως από τους κανονισμούς.

Συνιστάται γενικά να μη χρησιμοποιούνται πλὴν της περιπτώσεως, που έχουν πιστοποιητικό αναγνώρισμένου εργαστηρίου, που εγγυάται τις ιδιότητες τους αυτές και έχουν παραληφθεί από διεθνώς αναγνωρισμένο γραφείο ελέγχου, που εγγυάται συγχρόνως την καταληλότητα τους για δίκτυα θερμού νερού μέχρι 110°C και PN 6.

2.5. ΣΤΗΡΙΞΗ ΤΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ

2.5.1. Γενικά

Στόχος της στηρίξεως των σωλήνων είναι να παραλάβει τις δυνάμεις και ροπές, που αναπτύσσονται :

- από το ίδιο βάρος της σωληνώσεως (σωλήνες, εξαρτήματα, όργανα, μονώσεις κ.λ.π.) και τυχόν επιδράσεις από άλλες εξωτερικές δυνάμεις π.χ. τον άνεμο

- από τις μεταβολές μηκών των τμημάτων της σωληνώσεως, που προέρχονται από την θέρμανση και την ψύξη τους

- από διάφορα άλλα αίτια.

Η στήριξη των σωλήνων μπορεί να γίνει :

- στην οικοδομική κατασκευή
- σε ειδικά υπόγεια κανάλια
- σε ιστούς
- σε γέφυρες σωληνώσεων.

Η σύνδεση των σωλήνων προς τις φέρουσες αυτές κατασκευές μπορεί να γίνει μέσω :

- σταθερών εδράνων (σταθερές στηρίξεις, σταθερά σημεία)
- εδράνων ολισθήσεως
- ελεύθερης αναρτήσεως ή ελεύθερης στηρίξεως.

Σε ειδικές περιπτώσεις καταπονήσεων και για την μείωσή τους διαμορφώνονται ελατηριωτά έδρανα και των τριών τύπων.

Εκ των πραγμάτων στην διαμόρφωση μιάς σωληνώσεως υπάρχουν σταθερά σημεία, που δεν επιδέχονται μετακίνηση κατά την θέρμανση και την ψύξη. Ο σχεδιασμός της στηρίξεως της σωληνώσεως πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε κατά το δυνατόν οι αναπτυσσόμενες σ' αυτά δυνάμεις και ροπές να είναι ελάχιστες. Προς τούτο επιλέγεται στήριξη των τμημάτων των σωληνώσεων, που παραλαμβάνει το μέγιστο ποσοστό δυνάμεων και ροπών. Είναι προτιμότερο να επιλέγουμε τέτοια στήριξη, ώστε να επιτρέπει την φυσική παραλαβή

των διαστολών με ελεύθερη κίνηση της σωληνώσεως. Αυτό όμως δεν είναι πάντοτε δυνατό. Γι' αυτό με την στήριξη καθοδηγούμε κατά την κρίση μας την μεταβολή χρησιμοποιώντας κατάλληλα και τα τρία είδη εδράνων.

2.5.2. Σταθερά έδρανα

Στοχεύουν στο να ακινητήσουν συγκεκριμένα σημεία της σωληνώσεως.

Αυτά παραλαμβάνουν :

- τις δυνάμεις, που αναπτύσσονται σε ευθύγραμμα τμήματα σωληνώσεων (αξονικές δυνάμεις) κατά την διαστολή από τα διαστολικά, τις τριβές στα έδρανα ολισθήσεως, την προένταση κ.ο.κ.
- τις δυνάμεις και ροπές, που αναπτύσσονται κατά την ελεύθερη κίνηση σκελών, από τα βάρη, από εξωτερικά αίτια κ.ο.κ.

Οι δυνάμεις, που προέρχονται από τα διαστολικά και που εξαρτώνται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά τους και την εσωτερική πίεση δίδονται από τους κατασκευαστές τους. Τα λοιπά καταπονούντα στοιχεία προσδιορίζονται με τις συνήθεις μεθόδους της αντοχής των υλικών. Υπάρχουν ειδικές περιπτώσεις, που τα σταθερά σημεία πρέπει να επιτρέπουν στροφή του άξονα της σωληνώσεως, όπως π.χ. το μεσαίο σταθερό έδρανο διπλού σκέλους. Έτσι αποφεύγεται η ανάπτυξη μεγάλων αδικαιολογήτων καταπονήσεων του σωλήνα. Ομοίως υπάρχουν περιπτώσεις, που το σταθερό έδρανο πρέπει να μπορεί να κινηθεί κάθετα προς τον άξονα του σωλήνα για να μειωθούν οι δυνάμεις, που τον καταπονούν. Τότε αυτό πρέπει να διαμορφώνεται σαν ελατηριωτό σταθερό έδρανο, όπου τις κάθετες προς τον άξονα του σωλήνα δυνάμεις παραλαμβάνουν σπειροειδή ελατήρια.

Συνιστάται ο σωλήνας να συνδέεται προς το σταθερό έδρανο μέσω κολλάρου βιδωτού προς αυτόν και το έδρανο. Το κολλάρο μπορεί να κολληθεί στον σωλήνα ή και να αντικατασταθεί με άλλη κατασκευή π.χ. ελασμάτινη, που όμως απαραίτητα θα βοηθάει τον σωλήνα στην αντίστασή του σε πύκωση. Στην περίπτωση βιδωτού κολλάρου πρέπει αυτό να αγκαλιάζει σε όλη την περιφέρεια τον σωλήνα. Οι κοχλίες συνδέσεως του κολλάρου πρέπει να είναι πλούσιοι τον αριθμό (τουλάχιστον τέσσερεις), να τοποθετούνται κατά το δυνατόν πλησιέστερα στον σωλήνα και να ασφαλίζονται. Η διάμετρος οπών και κοχλίων είναι συνάρτηση του πάχους του ελάσματος

τος του κολλάρου κατά τα διδασκόμενα στα στοιχεία των μηχανών. Μεταξύ κολλάρου και σωλήνα δεν παρεμβάλλεται μονωτικό υλικό για την παρεμπόδιση της ροής θερμότητας. Αυτή επιτυγχάνεται με παρεμβολή του μεταξύ κολλάρου και κυρίως εδράνου ή αυτής ταύτης της στηρίξεως. Γι' αυτό και αυτή η σύνδεση γίνεται πάντα με κοχλίες. Ειδική προσοχή χρειάζεται στην περίπτωση πλαστικών σωλήνων λόγω της περιορισμένης αντοχής τους.

2.5.3. Έδρανα ολισθήσεως

Τα έδρανα ολισθήσεως διαμορφώνονται κατά τρόπο, που επιτρέπει ανάλογα με την περίπτωση την κίνηση, είτε μόνο κατά μήκος του άξονα του σωλήνα, είτε και κάθετα προς αυτόν. Η σύνδεση του κυρίως εδράνου προς τον σωλήνα γίνεται μόνον με βιδωτά κολλάρια, που επιδέχονται υποχρεωτικά στρώμα μονωτικού υλικού (π.χ. φύλλο αμιάντου 5 mm) για την παρεμπόδιση της ροής θερμότητας προς τα έξω. Συνιστάται η κοχλίωση του κολλάρου (προς τον σωλήνα) να γίνεται στο οριζόντιο επίπεδο και με επαρκή αριθμό κοχλίων, των οποίων η διάμετρος και η διάμετρος της οπής τους καθορίζεται από το πάχος του κολλάρου. Το κάτω μέρος του κολλάρου μπορεί να αποτελείται από ένα ή δύο κοχλιούμενα μεταξύ τους τεμάχια.

Για την περίπτωση εδράνων ολισθήσεως, που επιτρέπουν μόνο κίνηση κατά την κατεύθυνση του άξονα διαμορφώνονται παράλληλοι προς αυτόν οδηγοί, που δέχονται τις κάθετες (προς τον άξονα) δυνάμεις και απαγορεύουν αντίστοιχη μετακίνηση. Μικρή εν προκειμένω ελευθεριότητα συνιστάται. Η επαφή του ολισθαίνοντος τμήματος του εδράνου προς τους οδηγούς γίνεται μέσω μικρών επιφανειών (πλαγίων π.χ. επιφανειών κυλίνδρων ή μικρών μανιταριών) ή κυλιόμενων σφαιρών για την μείωση των τριβών ή και άλλων ομοίων διατάξεων.

Για την περίπτωση εδράνων ολισθήσεως, που επιτρέπουν την κίνηση και κατά τις δύο κατευθύνσεις συνιστάται να δίδονται οι κατωτέρω κατασκευαστικές λύσεις :

- να διαμορφώνεται το κάτω μέρος του κολλάρου σαν όχημα με άξονα και δύο τροχούς
- να διαμορφώνεται αυτό σαν οριζόντιο πέλαμα (προτιμητέο διμερές κοχλιωτό κάτω τμήμα του κολλάρου), που να κυλιέται επί σταθερών περιστρεφόμενων κυλίνδρων ή επί σφαιρών
- να διαμορφώνεται μονομερές το κάτω μέρος του κολλάρου,

στο οποίο να συγκολλώνται ένα μεγαλύτερο ή περισσότερα μικρά μανιτάρια.

Η προκριτέα λύση είναι συνάρτηση των κατά περίπτωση συνθηκών, ιδιαίτερα των επιτρεπομένων να αναπτυχθούν συνολικών δυνάμεων τριβής, που θα καταπονήσουν τα σταθερά έδρανα.

Στην περίπτωση κυλήσεως επί σφαιρών συνιστάται το πέλμα να γίνεται τόσο μεγάλο, ώστε να υπερκαλύπτει τις σφαίρες κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μην κινδυνεύουν να φύγουν από την θέση τους.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίδεται στην διαμόρφωση όσον αφορά στην εξασφάλιση, ότι δεν είναι δυνατόν να γίνει μετατόπιση ή περιστροφή του εδράνου.

Σε μεγάλα μήκη ευθυγράμμων σωλήνων δεν επαρκούν οι ως άνω διαμορφώσεις εδράνων ολισθήσεως, που δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν το λύγισμα των σωλήνων, που μπορεί να προέλθει από αυξημένες δυνάμεις καταπονήσεως τους σε λυγισμό. Τότε συνιστάται να διαμορφώνονται ειδικές κατασκευές από μορφοχάλυβα (π.χ. τετραγωνικά πλαίσια) με σύγχρονη διαμόρφωση τριών ή τεσσάρων σημείων ολισθήσεως (π.χ. διμερούς κολλάρου, που το κάθε τμήμα φέρει δύο πέλματα υπό γωνία 90° σε κάθε ένα από τα οποία αντιστοιχεί ένα έδρανο ολισθήσεως), που εξασφαλίζουν, ότι δεν θα υπάρξει μετακίνηση κάθετη προς τον άξονα του σωλήνα. Στην περίπτωση αυτή η διαμόρφωση και διαστασιολόγηση πρέπει να γίνεται έτσι, ώστε οι κάθετες δυνάμεις να μη μπορούν να βλάψουν τον σωλήνα.

Υπάρχουν περιπτώσεις, που για την μείωση ορισμένων δυνάμεων πρέπει να μπορούν να μετακινηθούν όλες αυτές οι ειδικές φέρουσες κατασκευές προς μια και την αυτή κατεύθυνση. Τότε όλων η στήριξη προς τους σταθερούς φορείς πρέπει να γίνεται μέσω ελατηρίων.

Για την περίπτωση χαλκίνων και πλαστικών σωλήνων δεν επιτρέπεται, οιαδήποτε τριβή των τοιχωμάτων τους.

2.5.4. Αναρτήσεις

Στην περίπτωση μικροτέρων διαμέτρων και ευθυγράμμων τμημάτων επαρκούν αναρτήσεις του σωλήνα, που επιτρέπουν την ελεύθερη κίνησή του. Αυτές διαμορφώνονται σαν αναρτήσεις από ελασμάτινες ταινίες ή αλυσίδες, που περιβάλλουν το σωλήνα κατά γωνία

μεγαλύτερη των 180° και στην συνέχεια κρεμώνται από σταθερά σημεία μέσω ράβδων ή λαμών, που φέρουν στα δύο άκρα τους κοχλίες. Για μεγαλύτερα βάρη διαμορφώνονται βαρύτερες αναρτήσεις με διμερές κολλάρο (κοχλιώσεις κατά την κατακόρυφο), που περιβάλλει τον σωλήνα με παράθεση μονωτικού υλικού φύλλου και σύστημα λαμών (μονών ή διπλών) με κοχλίες στα άκρα, που επιτρέπουν κίνηση του συστήματος κατά τον άξονα ή και κάθετα προς αυτόν.

Εάν κατά την θέρμανση σωληνώσεως υπάρχει πιθανότητα κατακόρυφης μετακινήσεως οριζοντίων τμημάτων της, που κρέμονται κατά τα προηγούμενα, πρέπει να προβλέπονται στα συστήματα αναρτήσεως ελατήρια, που να παραλαμβάνουν τις κατακόρυφες μετακινήσεις. Η ανάπτυξη των καταλλήλων δυνάμεων επί του ελατηρίου, κατά την ψυχρή κατάσταση των σωληνώσεων και η κατάλληλη συσπείρωσή του πρέπει να εξασφαλίζονται με κάποιο σύστημα ρυθμιστικών κοχλιών. Η επιλογή του ελατηρίου πρέπει να γίνεται με προσοχή λαμβανομένων υπόψη, ότι η μεν διάμετρος του σύρματος συναρτάται με την ικανότητα φορτίσεως, η δε διάμετρος της σπείρας με την συσπείρωση, ενώ μια υπερβολική άσκηση πίεσεως σ' αυτά (με την θέρμανση) ευνοεί την ανάπτυξη ταλαντώσεων.

Σε ειδικές κατασκευές, που έχουν διαμορφωθεί με την αρχή "μοχλός $\times$ φορτίο = μοχλός $\times$ δύναμη ελατηρίου" επιτρέπεται από τον VDI να αντικατασταθεί η δύναμη ελατηρίου με αντίβαρο.

2.5.5. Αποστάσεις εδράνων

Οι αποστάσεις των εδράνων ανεξάρτητα από το είδος των σωλήνων καθορίζονται με βάση τις συνολικές τάσεις, που αναπτύσσονται σ' αυτούς ή και το μέγιστο επιτρεπόμενο βέλος κάμψεως. Για πρόχειρους υπολογισμούς συνιστώνται από την V.G.B. (Technische Vereinigung der Grosskraftwerksbetreiber e.V. Essen) για χαλύβδινους σωλήνες οι τιμές του πίνακα 2 - 44, όπως και ο υπολογισμός από την ημιεμπειρική σχέση του Mixdorf.

$$l = 2,1 \sqrt[3]{\frac{a \cdot J}{G}} \quad \text{m} \quad (2-8)$$

όπου a = κλίση σε mm/m, J = ροπή αδρανείας σε cm^4

και G = συνολικό βάρος σε kp/m

Προκειμένου για πλαστικούς σωλήνες έχουν δοθεί κατευθύνσεις στο κεφάλαιο 2.3.1.9.

Πίνακας 2-44 : Ελάχιστες αποστάσεις στηριγμάτων για χαλύβδινους σωλήνες

Ονομαστική διάμετρος DN για κανονικό πάχος τοιχώματος	Σωλήνες θερμού νερού		Αποστάσεις από τον τοίχο	
	μέ μόνωση m	χωρίς μόνωση m	μέ μόνωση mm	χωρίς μόνωση mm
40	2,3	3,1	90	90
50	2,8	4,0	150	110
60	3,2	4,6	160	120
80	3,6	5,4	180	130
100	4,2	6,2	200	150
125	5,0	6,8	220	160
150	5,9	7,2	230	180
175	6,4	7,7	250	200
200	7,0	8,2	260	210
250	7,6	9,0	290	240
300	8,4	9,8	325	270
350	9,4	10,8	357	300
400	10,2	11,6	400	350

2.6. ΔΙΑΣΤΟΛΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΟΥΣ

2.6.1. Γενικά

Όπως όλα τα σώματα έτσι και οι σωλήνες διαστέλλονται με την αύξηση της θερμοκρασίας ακτινικά και αξονικά. Και η μεν ακτινική διαστολή δεν παρουσιάζει προβλήματα - πλην ειδικών περιπτώσεων, όπως π.χ. σε σημεία αγκυρώσεως - γι' αυτό και το ενδιαφέρον μας γι' αυτή είναι περιορισμένο. Η αξονική όμως διαστολή μας δημιουργεί προβλήματα, που παρουσιάζονται πιο έντονα στην περίπτωση των σωλήνων χαλκού και των πλαστικών σωλήνων, λόγω της περιορισμένης αντοχής τους.

Εάν μεταξύ δύο σταθερών σημείων θερμάνουμε μια σωλήνωση,

αυτή θα τείνει να διασταλεί, επειδή δε παρεμποδίζεται θα παραμορφωθεί. Με την φυσική αυτή παραμόρφωση παραλαμβάνονται μεν οι διαστολές, αναπτύσσονται δε τάσεις. Οι τάσεις αυτές προστίθενται στις τάσεις, που αναπτύσσονται στους σωλήνες από άλλα αίτια. Η συνολική τάση, η τάση συγκρίσεως πρέπει να είναι $\leq K/S = \sigma_{0,2}/S$, όπου $K = \text{μέτρο αντοχής} = \sigma_{0,2}$ και $S = \text{συντελεστής ασφαλείας}$.

Εάν το μεταξύ των σταθερών σημείων τμήμα της σωληνώσεως είναι ευθύγραμμο παρεμποδίζεται η διαστολή. Ο σωλήνας καταπονείται σε λυγισμό. Οι αναπτυσσόμενες τάσεις είναι ίσες με εκείνες, που θα αναπτύσσονταν, αν ο σωλήνας θλιβόταν με βράχυνση όση η εκ της θερμάνσεως διαστολή.

Επομένως

$$\sigma_{\delta} = \epsilon E = \frac{\Delta l}{l} E \quad (2-9)$$

όπου E το μέτρο ελαστικότητας του υλικού για την θερμοκρασία καταπόνησεως.

Παρατηρητέο, ότι η αναπτυσσόμενη τάση είναι ανεξάρτητη από το μήκος και το πάχος του σωλήνα, ενώ η αναπτυσσόμενη δύναμη, που καταπονεί τα σταθερά έδρανα είναι ανεξάρτητη του μήκους του, καθ'ότι :

$$P = \sigma_{\delta} F \Delta t \quad (2-10)$$

όπου F η διατομή του σωλήνα.

2.6.2. Παραλαβή διαστολών

Είναι λοιπόν προφανές, ότι με κάποια διαφορά θερμοκρασιών λειτουργίας και συναρμολογήσεως φθάνουμε το όριο ροής των υλικών, από τα οποία είναι κατασκευασμένοι οι σωλήνες. Επομένως πρέπει να παραλάβουμε με κάποιο τρόπο τις διαστολές.

Συνιστάται να προτιμάται η παραλαβή των διαστολών με την φυσική ελαστική παραμόρφωση των σωληνώσεων. Προς τούτο επιλέγουμε κατάλληλη διαμόρφωση της σωληνώσεως και των καθέκαστα ευθύγραμμων μηκών της, ώστε να σχηματιστούν κυρίως απλά ή διπλά σκέλη, που μπορούν με την διαστολή να παραμορφωθούν ελαστικά και οι εξ αυτής προκαλούμενες τάσεις προστιθέμενες στις υπόλοιπες να προκαλούν συνολική τάση, που βρίσκεται μέσα στην ελαστική περιοχή.

Εάν αυτό δεν είναι δυνατό, τότε μόνο πρέπει να καταφεύγουμε

στην χρησιμοποίηση διαστολικών.

Τα χρησιμοποιούμενα διστολικά είναι :

- διαστολικά τύπου στυπιοθλίπτη
- κυματοειδή διαστολικά
- φακοειδή διαστολικά
- διαστολικά ου (U)
- διαστολικά ωμέγα (Ω, λύρες)
- μεταλλικοί εύκαμπτοι σωλήνες
- αρθρωτά διαστολικά.

Τα διαστολικά τύπου στυπιοθλίπτη είναι απλά και ασφαλή κατάλληλα για την εξεταζόμενη περιοχή πιέσεων και θερμοκρασιών. Έχουν το μειονέκτημα των μεγάλων φθορών στις επιφάνειες ολισθήσεως. Γι' αυτό ενώ συνιστάται η χρησιμοποίησή τους σε σωληνώσεις συνεχούς λειτουργίας, δεν συνιστάται στις περιπτώσεις διακοπόμενης λειτουργίας.

Τα κυματοειδή και φακοειδή διαστολικά χρησιμοποιούνται κυρίως, όπου δεν υπάρχει άνεση χώρου. Προτιμητέες κατασκευές με πάχη μέχρι 5mm. Η δυνατότητα παραλαβής φορτίου είναι συνάρτηση του αριθμού των μεταβολών του φορτίου κατά την διάρκεια της ζωής τους. Όσο μεγαλύτερος είναι αυτός τόσο μικρότερη και η παραλαβή διαστολών. Εφιστάται η προσοχή, ότι συνεργαζόμενα κύματα πρέπει να φορτίζονται με μικρότερο φορτίο από το διδόμενο από τον κατασκευαστή δηλ. $P = \phi \cdot n \cdot P_1$, όπου η ο αριθμός κυμάτων και περίπου ως εξής

$$\begin{array}{lll} \text{για } n = 1-2 & 3-4 & 5 \text{ και άνω} \\ \phi = 1,0 & 0,9 & 0,8 \end{array}$$

Μόνο έτσι εξασφαλίζεται ομοιομορφία φορτίσεως των κυμάτων ή των φακών.

Διαστολικά τύπου ου και ωμέγα αποτελούν ασφαλή λύση για την εξεταζόμενη περιοχή, απαιτούν όμως άνεση χώρου. Η παραλαβή διαστολών είναι συνάρτηση της διαμορφώσεώς τους. Η ύπαρξη προ-σχεδιασμένων καταλλήλων πτυχώσεων επαυξάνει τις δυνατότητές τους. Συνήθως τοποθετούνται με προένταση (τάξεως 50%).

Εάν τα διαστολικά ου και ωμέγα συνδυάσουμε με εύκαμπτους μεταλλικούς σωλήνες δημιουργούμε αρθρωτά διαστολικά, που έχουν τις μέγιστες δυνατότητες παραλαβής διαστολών και επιτρέπουν και μεταβολή γωνιών.

Για κάθε διαστολικό πρέπει να δίδονται για κάθε θερμοκρα-

σία λειτουργίας του :

- Η επιβαλλόμενη έκταση στην ψυχρή κατάσταση (κατάσταση συναρμολογήσεως).
- Η αντίστοιχα αναπτυσσόμενη δύναμη προεντάσεως.
- Η μέγιστη επιτρεπόμενη συσπίρωση στην θερμή κατάσταση (λειτουργία).
- Η αναπτυσσόμενη αντίστοιχη δύναμη, (που θα μεταφερθεί στα σταθερά έδρανα).

2.7. ΟΡΓΑΝΑ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

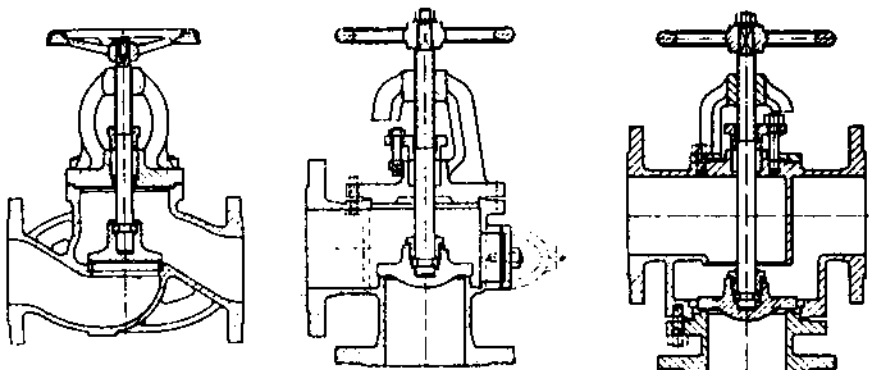
2.7.1. Γενικά

Υπάρχει πληθώρα οργάνων για τα δίκτυα θερμού νερού, που διαμορφώθηκαν για να εξυπηρετήσουν συγκεκριμένο σκοπό. Πολύ λίγα απ' αυτά είναι τυποποιημένα. Τα περισσότερα διαμορφώνονται από την εμπειρία των κατασκευαστών.

Τα πιο συνηθισμένα όργανα είναι :

2.7.2. Οι αποφρακτικές δικλείδες

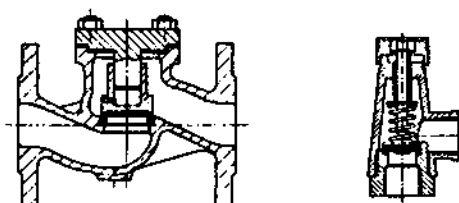
Φαίνονται στο παρακείμενο σχήμα 2-10 και διαμορφώνονται σαν δικλείδες κανονικής ροής ή γωνιακές δικλείδες ή τρίοδες δικλείδες. Σύνηθες υλικό για μέχρι PN 16 ο χυτοσίδηρος με φυλλίδια (GG 20). Συνιστάται να προτιμώνται δικλείδες με έδρα και βαλβίδα από ανοξείδωτο χάλυβα. Συνήθως κατασκευάζονται μέχρι DN 200, αλλά κυκλοφορούν και σε μεγαλύτερες διαμέτρους. Για μικρότερες διαμέτρους κατασκευάζονται και από ερυθρό ορείχαλκο.



Σχ. 2-10 : Διάφορα είδη δικλείδων

2.7.3. Οι δικλείδες αντεπιστροφής

Φαίνονται στο παρακείμενο σχήμα 2-11 και κατασκευάζονται από τα ίδια υλικά, όπως και οι αποφρακτικές δικλείδες.

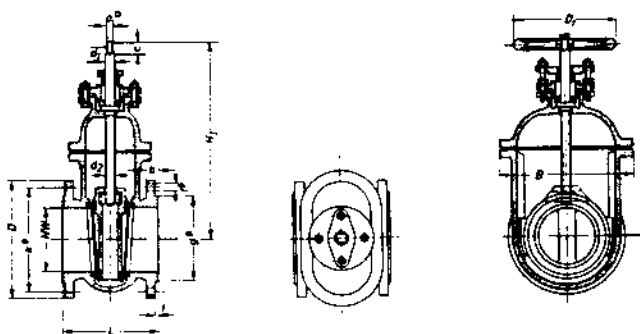


Σχ. 2-11 : Δικλείδες αντεπιστροφής

2.7.4. Οι σύρτες

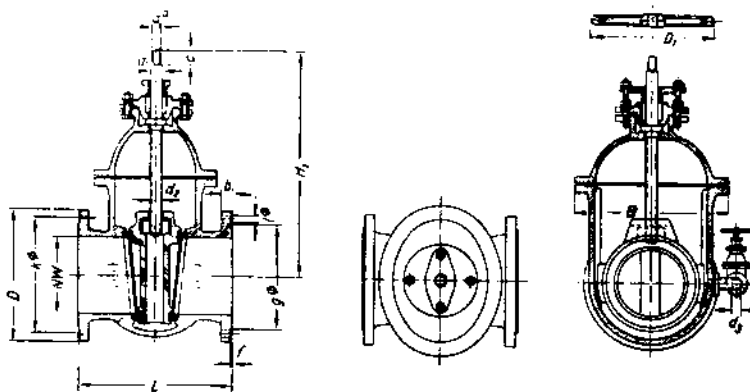
Κατασκευάζονται σε διάφορες διαμορφώσεις εκ των οποίων για την εξεταζόμενη περιοχή δύο είναι τυποποιημένες από παλαιότερα :

- Ο επίπεδος σφηνοειδής σύρτης για DN 40 έως 300 και PN 4 με φλάντζες PN 6, που φαίνεται στο σχ. 2-12.



Σχ. 2-12 : Επίπεδος σφηνοειδής σύρτης

- Ο σφηνοειδής οβάλ σύρτης από χυτοσίδηρο σε φυλλίδια για PN 10 με ανερχόμενο ή μη ανερχόμενο τροχό (Βολάντι) σε δύο σειρές ονομαστικών διαμέτρων DN 40 έως 600 και DN 700 έως 1200. Τέτοιος σύρτης φαίνεται στο σχ. 2-13.

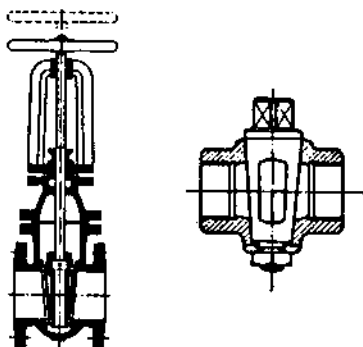


Σχ. 2-13 : Σφηνοειδής οβάλ σύρτης

Η χρησιμοποίηση πάντως αυτών των συρτών περιορίζεται συνεχώς προτιμωμένων άλλων κυρίως μη τυποποιημένων μορφών.

2.7.5. Οι κρουνοί

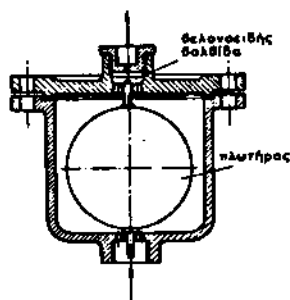
Φαίνονται στο σχ. 2-14 και αποτελούνται από κέλυφος και περιστρεφόμενο σώμα συνήθως κωνικό. Κατασκευάζονται από ορείχαλκο κασιιτέρου ή ψευδαργύρου ή ερυθρό ορείχαλκο. Χρησιμοποιούνται κυρίως σαν κρουνοί ελέγχου για εκκενώσεις ή εξαερισμούς. Διαμορφώνονται και σαν τρίοδοι ή τετράοδοι κρουνοί.



Σχ. 2-14 : Κρουνοί

2.7.6. Τα εξαεριστικά

Που κατασκευάζονται σε διάφορες μορφές και στοχεύουν να εκδιώξουν αυτόματα τον αέρα από το δίκτυο και αντρίστροφα να επιτρέψουν την είσοδό του, όταν αυτό βρεθεί σε υποπίεση. Κλασσική διαμόρφωση εξαεριστικού φαίνεται στο σχ. 2-15.



Σχ. 2-15 : Εξαεριστικό

Εξαεριστικά απλής μορφής (όχι αυτόματα) χρησιμοποιούνται για τον εξαερισμό των σωμάτων, οιασδήποτε μορφής. Συνιστάται όλα τα σώματα να εφοδιάζονται με τέτοια εξαεριστικά.

2.7.7. Οι βαλβίδες θερμαντικών σωμάτων

Κατασκευάζονται σαν κανονικές βαλβίδες διελεύσεως ή γωνιακές βαλβίδες από ορείχαλκο ή ερυθρό ορείχαλκο.

Οι βασικές τους διαστάσεις είναι τυποποιημένες κατά DIN 3841/4, όπως υπάρχει ποικιλία διαμορφώσεων. Συνιστώνται εκείνες οι βαλβίδες, που έχουν την δυνατότητα προρυθμίσεως (με κώνο, δακτύλιο, μανδύα ή άλλη διάταξη).

Διαμορφώνονται επίσης και σαν θερμοστατικές βαλβίδες, που διακόπτουν την ροή του νερού, όταν η θερμοκρασία του χώρου φθάνει στην επιθυμητή τιμή. Έτσι βοηθούν πολύ στην εξισορρόπηση των θερμοκρασιών των χώρων και στην εξοικονόμηση ενεργείας, γι' αυτό και συνιστώνται ιδιαίτερα.

2.7.8. Άλλα όργανα

Στην τεχνική των δικτύων του θερμού νερού χρησιμοποιούνται πολλά και διάφορα άλλα όργανα εν πολλοίς κοινά για όλα τα άλλα θερμικά δίκτυα. Τέτοια όργανα είναι π.χ. (τυποποιημένα ή όχι):

- ασφαλιστικά σιφώνια
- ασφαλιστικές δικλείδες
- ρυθμιστές πίεσεως
- στραγγαλιστικές δικλείδες
- δικλείδες υπερχειλίσσεως
- φίλτρα
- ρυθμιστές ροής κ.ο.κ.

Στα όργανα θα μπορούσαν να καταταγούν και οι κατά περίπτωση διαμορφωνόμενοι συλλέκτες και διανομείς, των οποίων η διατομή πρέπει να είναι μεγαλύτερη του συνόλου των διατομών όλων των αναχωρήσεων, τουλάχιστον κατά 50%.

Περισσότερα στοιχεία για τα όργανα υπάρχουν στα διάφορα εγχειρίδια.

2.8. ΑΝΤΑΙΕΣ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΕΣ

Στην σημερινή τεχνική των θερμάνσεων η κυκλοφορία του νερού είναι σχεδόν πάντοτε βεβιασμένη. Προς τούτο χρησιμοποιούνται αποκλειστικά φυγόκεντρες αντλίες, που στις μικρότερες εγκαταστάσεις με μικρά μανομετρικά ύψη διαμορφώνονται σαν απλοί κυκλοφορητές.

Γενικές οδηγίες και προδιαγραφές όπως και διευκρινίσεις όσον αφορά στις έννοιες δίδουν οι αρμόδιες οργανώσεις και μέχρι τινός οι τυποποιήσεις (π.χ. VDI Kreiselpumpenregeln, DIN 1944, 24255, 24260).

Για κάθε αντλία πρέπει να δίδονται οι χαρακτηριστικές καμπύλες που αφορούν στη μεταβολή:

- του μανομετρικού ύψους H
- του βαθμού αποδόσεως η
- της καταναλισκόμενης ισχύος P

σε συνάρτηση με την μεταβολή της παροχής Q και έχουν προκύψει πειραματικά στο εργαστήριο.

Τα μεγέθη αυτά συνδέονται μεταξύ τους με την σχέση

$$P = \frac{V \cdot H \cdot \rho \cdot g}{\eta} \quad W \left(\frac{Nm}{s} \right) \quad (2-11)$$

όπου

V = η ποσότητα του νερού σε m^3/s , που για τις προβλεπόμενες συνθήκες λειτουργίας προκύπτει από την θερμοκρασιακή πτώση Δt (προσαγωγής και επιστροφής) και την θερμική ισχύ της όλης εγκαταστάσεως. Συνιστάται $\Delta t = 20^\circ C$ για θερμάνσεις με σώματα και $10^\circ C$ για θερμάνσεις οροφής και δαπέδου πλην ειδικών περιπτώσεων, που άλλως κρίνει ο μελετητής

H = το μανομετρικό ύψος σε $m H_2O$, που προσδιορίζεται από το σύνολο των αντιστάσεων της ροής, που για τις προβλεπόμενες συνθήκες λειτουργίας έχει υπολογισθεί στην μελέτη ροής (ίδε κεφ. 5.2.)

ρ = η πυκνότητα του νερού σε kg/m^3

g = η επιτάχυνση της βαρύτητας σε m/s^2 και

η = ο βαθμός αποδόσεως της αντλίας.

Σε μια λεπτομερέστερη μελέτη δικτύου σωστό είναι να υπολογίζονται οι αντιστάσεις ροής όχι μόνο για τις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας αλλά για μικρότερη και μεγαλύτερη παροχή. Έτσι προκύπτει η καμπύλη μεταβολής τους σε συνάρτηση με την παροχή. Η τομή της καμπύλης αυτής και της καμπύλης μεταβολής $H = \phi(Q)$ της αντλίας θα μας δώσει τις συνθήκες (H και Q), που μπορούμε να επιτύχομε με την αντλία.

Επειδή οι περισσότεροι κατασκευαστές κατασκευάζουν για το αυτό κέλυφος πτερωτές με διάφορες διαμέτρους (μεγαλύτερες διαμέτροι μεγαλύτερο μανομετρικό ύψος) συνιστάται να ζητείται το διάγραμμα μεταβολής μανομετρικού ύψους-παροχής για τις διάφορες κατασκευαζόμενες διαμέτρους, στο οποίο να είναι εγγεγραμμένες και οι καμπύλες μεταβολής του βαθμού αποδόσεως (πειραματικά στοιχεία). Έτσι μπορούμε να καθορίσουμε την επιθυμητή διάμετρο πτερωτής και να γράψουμε από την σχέση 2 - 11 την καμπύλη

μεταβολής της ισχύος σε συνάρτηση με την παροχή. Συνιστάται να επιλέγεται κινητήρας, που να καλύπτει μεγάλο μέρος της καμπύλης αυτής (συνήθως μεγαλύτερος κατά 15 έως 25%).

Τόσο για λόγους χρόνου ζωής, όσο και για λόγους θορύβου συνιστάται να επιλέγονται αντλίες με όχι μεγάλο αριθμό στροφών (σύσταση 1450 στρ./min). Για την περίπτωση αλλαγής συνθηκών λειτουργίας και εφόσον η μετάδοση κινήσεως γίνεται με ιμάντες μπορούμε να προσαρμόσουμε την αντλία στις νέες συνθήκες με μεταβολή του αριθμού των στροφών ενθυμούμενοι, ότι με σημαντική για την πράξη προσέγγιση

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}, \quad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2, \quad \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3 \quad (2-12)$$

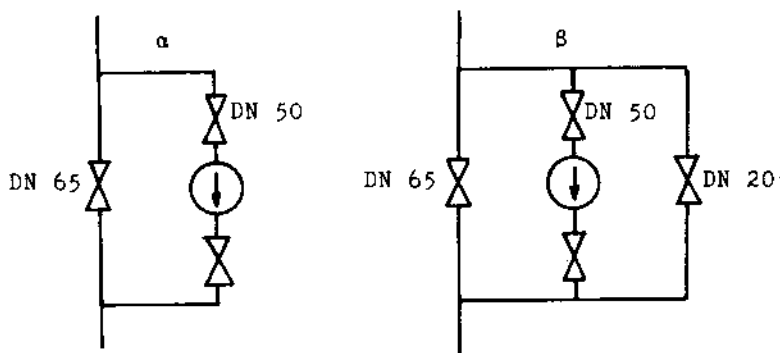
Κάθε αντλία πρέπει να είναι εφοδιασμένη με δικλείδες στην αναρρόφηση και την κατάθλιψη και μικρή παρακαμπτήρια γραμμή με δικλείδα για την καλύτερη ρύθμιση.

Στην περίπτωση εγκαταστάσεως περισσότερων παραλλήλων αντλιών (για λειτουργία ήεφεδρεία) συνιστάται να εφοδιάζονται αυτές με δικλείδα αντεπιστροφής στην κατάθλιψη. Όλες οι αντλίες αυτές πρέπει να έχουν τις ίδιες καμπύλες. Σε εγκαταστάσεις, που λειτουργούν σε εικοσιτετράωρη βάση συνιστάται και η εγκατάσταση μικρότερης αντλίας, που να ανταποκρίνεται στα νυκτερινά φορτία.

Για την περίπτωση μικρότερων εγκαταστάσεων, που και τα μανομετρικά ύψη είναι μικρότερα κατασκευάζονται αντλίες, που έχουν ενσωματωμένο τον κινητήρα και φέρονται με την ονομασία "κυκλοφορητές". Στην σημερινή τεχνολογία αυτοί είναι υδρόλιπαντοι και χωρίς στυπιοθλίπτη. Έτσι πρακτικά μηδενίζονται οι απαιτήσεις συντηρήσεως. Επί του κελύφους του κυκλοφορητή συνιστάται να είναι ανεξίτηλα σημειωμένη η φορά περιστροφής. Επίσης πολύ βοηθά η ύπαρξη κουβίου, με την πίεση του οποίου επιτυγχάνεται η περιστροφή του και έτσι βεβαιώνεται η λειτουργία του κυκλοφορητή.

Όταν - ως εκ της διαμορφώσεως του δικτύου - υπάρχει δυνατότητα να λειτουργήσει η εγκατάσταση, έστω μερικώς και με βαρύτητα και μόνο, γι' αυτή την περίπτωση συνιστάται να συνδέεται ο κυκλοφορητής σε παρακαμπτήρια διάταξη, όπως στο παράδειγμα του σχ. 2-16α. Καλλίτερη ρυθμιστικότητα επιτυγχάνεται με μικρή παρακαμπτήρια

γραμμή, όπως στο παράδειγμα του σχ. 2-16β.



Σχ. 2-16: Διάταξη κυκλοφορητή

Οι αντλίες και οι κυκλοφορητές μπορούν να εγκατασταθούν πριν ή μετά τον λέβητα. Μόνη προϋπόθεση, που τίθεται, είναι να εξασφαλίζεται, ότι στο σημείο ελαχιστοποίησης της πίεσης (μεταξύ στομίου αναρρόφησης και της πτερωτής) αυτή θα είναι μεγαλύτερη από την πίεση ατμοποίησης του νερού, που αντιστοιχεί στην θερμοκρασία, που επικρατεί στο σημείο ελαχιστοποίησής της για την αποφυγή κινδύνου σπηλαιώσεως ή και θορύβων.

Για την περίπτωση πολυπλόκων δικτύων με διαφορετική συμπεριφορά των κλάδων συνιστάται η πλήρης ανεξαρτητοποίησή τους από τον διανομέα της εξαγωγής του λέβητα μέχρι τον συλλέκτη των επιστροφών και η εγκατάσταση κατά κλάδο κυκλοφορητών, που ο καθένας τους να ανταποκρίνεται στις ιδιαίτερες συνθήκες του κλάδου.

2.9. ΜΟΝΩΣΕΙΣ

2.9.1. Γενικά

Στόχος των μονώσεων των σωληνώσεων θέρμανσεως είναι:

- ο περιορισμός των θερμικών απωλειών του συστήματος για λόγους ενεργειακής οικονομίας
- η διατήρηση της θερμοκρασίας του θερμού νερού
- η αποφυγή ανθρωπίνων ατυχημάτων.

Και για μεν τις μικρές εγκαταστάσεις (π.χ. θέρμανση μιας μονοκατοικίας) το πρόβλημα δεν είναι αξιόλογο και η μη αντιμε-

τώπισή του δεν προκαλεί συνήθως αξιόλογη βλάβη. Με την αύξηση όμως των μεγεθών αποκτά ιδιαίτερη σοβαρότητα με σπουδαίες επιπτώσεις και στην λειτουργικότητα της εγκαταστάσεως.

Τα κύρια στοιχεία της μονώσεως είναι :

- Το χρησιμοποιούμενο μονωτικό υλικό.
- Το σύστημα στηρίξεώς του και της στηρίξεως της επικάλυψης.
- Η εξωτερική επικάλυψη.

Τα χρησιμοποιούμενα υλικά πρέπει να πληρούν τους επόμενους όρους :

- Να έχουν μικρό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας.
- Να είναι ανθεκτικά, να μην τρίβονται και να διατηρούν εν γένει τον όγκο τους και το σχήμα τους.
- Να αντέχουν την θερμοκρασία λειτουργίας.
- Να απωθούν το νερό και να αντέχουν πάντως στην υγρασία.
- Να μπορούν να στεγνώσουν - μετά διύγραυσή τους - χωρίς να αλλοιώνονται ή να μεταβάλλουν συμπεριφορά.
- Να μην καίγονται.
- Να έχουν μεγάλο χρόνο ζωής.
- Να μη δημιουργούν προβλήματα εκ της διαστολής και της συστολής των σωμάτων, που περιβάλλουν.
- Να αντέχουν σε κρούσεις και εν γένει κτυπήματα.
- Να κατεργάζονται εύκολα.
- Να μην είναι διαβρωτικά.

Τα υλικά που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για θερμικές μονώσεις φαίνονται στον πίνακα 2-45.

2.9.2. Τεχνική της μονώσεως

Πλην ειδικών περιπτώσεων συνιστάται η μόνωση να γίνεται μετά την δοκιμή στεγανότητας του δικτύου. Πριν από την μόνωση καθαρίζονται μηχανικά ή με φωτιά ή άλλη κατάλληλη μέθοδο και βάζονται οι σωλήνες που χρειάζονται επιφανειακή προστασία με ένα τουλάχιστον υπόστρωμα και ένα στρώμα βαφής. Για μικροτέρων διαστάσεων δίκτυα, που μπορεί να έχει προκριθεί μόνωση με ειδικά αφρώδη υλικά διάφρου βάσεως, αν δεν δίδονται σε κελύφη αλλά σε σωλήνες, συνιστάται η κοπή τους κατά μήκος μιάς γεννετήρας και επανακατάλησή τους με κατάλα-

Πίνακας 2-45 : Υλικά θερμικών μονώσεων (εγγυημένες τιμές)

Υλικό	Πυκνότητα kg/m ³	Αγωγιμότητα W/mK					Μέγιστη θερμοκρασία °C
		0 °C	50 °C	100 °C	200 °C	300 °C	
Styropor κλπ	20-50	0,033	0,050	-	-	-	70
Αφρώδη ειδικά υλικά με βάση πολυεστερική, πολυαιθερική, πολυουρεθανική, συνθετική, ελαστική κ.λ.π.	40-80	0,030	0,050	-	-	-	100
Πολυουρεθάνη (σκληρός αφρός)	40-80	0,028	0,045	-	-	-	120
Κελύφη υαλοβάμβακα	70	0,034	-	0,044	0,064	-	450
Στρώματα υαλοβάμβακα	60	0,034	-	0,049	0,069	-	450
Κελύφη λιθοβάμβακα	150	0,035	-	0,049	0,067	0,098	500
Στρώματα λιθοβάμβακα	100	0,036	-	0,052	0,072	0,100	650
Διαμορφωμένο τεμάχιο π.χ. για όργανα κ.λ.π. από:							
- μαγνησία	-	-	0,050	0,055	-	-	300
- ορυκτές ίνες με οργανικό συνδετικό	-	-	0,040	0,048	-	-	250
- ομοίως με ανόργανο συνδετικό	-	-	0,050	0,058	-	-	250

Άλλη κόλλα μετά την τοποθέτηση τους.

Για μονωτικά υλικά, που προσφέρονται σε κελύφη ή στρώματα συνιστάται (ανάλογα αν φέρουν ή όχι προστατευτικό κάλυμμα) η πρόσδεσή τους με κατάλληλο σύρμα ή κοτετσόσυρμα ή άλλη κατάλληλη μέθοδο, ώστε να ακινητούν. Για χώρους, όπου απαιτείται ειδική στεγανοποίηση συνιστάται και το μπαντάρισμα με κάποιο είδος ειδικού υφάσματος (π.χ. υαλοϋφάσματος) διαβρεγμένου σε διάλυμα μονωτικό και η επάλειψη με το ίδιο υλικό για την πλήρη

στεγανοποίηση. Για μεγαλύτερες εγκαταστάσεις η τεχνική της μόνωσης παρομοιάζεται με την της του ατμού πίεσεως μέχρι PN 16 και θερμοκρασία μέχρι 300°C (ίδε TOTEE 2481/86). Εκτός από το χόν προστατευτικό κάλυμμα, που είναι συνδεδεμένο με το ίδιο το μονωτικό υλικό συνιστάται η μόνωση σε κάθε περίπτωση (για λόγους προστασίας) να περιβάλλεται με μανδύα από :

- Επιψευδαργυρωμένο χαλυβοέλασμα πάχους 0,5 έως 1,0 mm ανάλογα με την διάμετρο. Η επιψευδαργύρωση είναι τάξεως 275g/m².

- Έλασμα αλουμινίου πάχους 0,5 έως 1,2 mm ανάλογα με την διάμετρο. Συνιστάται καθαρό αλουμίνιο ή κράμματα αλουμινίου AlMgMn ή AlMg₃.

- Χαλυβοέλασμα ή έλασμα αλουμινίου πάχους 0,5 έως 1,2 mm με επικάλυψη PVC ή 0,04 mm PVF.

Για μικρότερες διαμέτρους χρησιμοποιούνται και άλλα σκληρά υλικά.

Ο μανδύας κρατείται στην πρόπουσα απόσταση από τον σωλήνα με ειδικά μεταλλικά ή κεραμικά στηρίγματα προς τα οποία δένεται μέσω φύλλου αμιάντου 5 mm για τον περιορισμό της ροής της θερμότητας. Γενικά η απόσταση αυτών των στηριγμάτων είναι τάξεως 950 mm, ώστε να υπάρχει επικάλυψη των ελασμάτων (πλάτους 1000 mm) τάξεως 50 mm. Η διαμόρφωση του μανδύα γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε αν πέσουν πάνω του νερά να μη μπορέσουν αυτά να εισχωρήσουν στο εσωτερικό.

Για την περίπτωση, που αντί κελύφη και στρώματα χρησιμοποιούνται γεμίσματα, συνιστάται ανάλογα με την διάμετρο να διαχωρίζεται ο όλος χώρος γεμίσματος με χωρίσματα ακτινικά (που δεν εφάπτονται στον σωλήνα, αλλά απέχουν από αυτόν) για να διαμοιράζεται ομοιόμορφα το υλικό του γεμίσματος.

Ειδική προσοχή πρέπει να δίδεται στα κατακόρυφα (ή και τα υπό μεγάλη κλίση) τμήματα της σωληνώσεως. Έχει παρατηρηθεί ότι οι διαστολές και συστολές του σωλήνα επενεργούν επί της μόνωσης, έτσι ώστε το μονωτικό υλικό να κατακυλάει προς τα κάτω. Πρέπει να λαμβάνεται ειδική μέριμνα, ώστε να εμποδίζεται αυτό. Για σοβαρότερες εγκαταστάσεις γίνεται αποδεκτή η σύσταση του TÜV Rheinland του εγκιβωτισμού (σ' αυτές τις περιπτώσεις) του μονωτικού υλικού μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού μανδύα, ώστε να μην εφάπτεται στον σωλήνα, αλλά να μπορεί αυτός ανεξάρτητα από την μόνωση να διασταλεί και να συσταλεί.

Πολλές φορές είναι επιθυμητή περί τις ραφές μία μόνωση, που να μπορεί να αποσυνδεθεί. Τότε το μήκος αυτού του τμήματος κατασκευάζεται περίπου 500 mm (250 από κάθε πλευρά της συγκολλησεως) και επικαλύπτει κατά 60 mm τα άλλα ελάσματα.

Οι φλάντζες και τα όργανα μονώνονται κατά τρόπο, που να μπορεί εύκολα η μόνωση να αποσυνδεθεί. Συνιστάται για φλάντζες από DN 200 και όργανα από DN 150 το υλικό της μονώσεως να μη συνδέεται προς τον μανδύα του.

2.9.3. Επιλογή πάχους μονώσεως

Ο καθορισμός του πάχους των μονώσεων είναι αντικείμενο τεχνικών και οικονομικών υπολογισμών.

Η θερμική απώλεια είναι συνάρτηση των συντελεστών μεταβίβασης θερμότητας από το ρέον ρευστό στο τοίχωμα του σωλήνα και από την επιφάνεια του μανδύα στο περιβάλλον και του συντελεστή αγωγιμότητας του μονωτικού υλικού. Το κόστος της θερμότητας και η εξυπηρέτηση του κεφαλαίου αποτελούν τους κυρίους παράγοντες της οικονομικής θεωρήσεως. Η VDI Richtlinie 2055 δίδει για τους ενδιαφερομένους πλήρη στοιχεία.

Για εγκαταστάσεις θερμάνσεως κτηρίων οδηγίες για το ελάχιστο πάχος μονώσεως δίδει το DIN 18421. Επιλογή από αυτό αποτελούν τα αναγραφόμενα στον πίνακα 2-46 για μέσες θερμοκρασίες $t_m \leq 80^\circ\text{C}$ και 100°C . Εδώ ο πρώτος αριθμός αφορά στο πάχος του καθαρού μονωτικού υλικού, ο δεύτερος συμπεριλαμβάνει και μανδύα από σκληρό υλικό.

Πίνακας 2-46 : Ελάχιστα πάχη μονώσεων σε mm (επιλογή από DIN 18421)

Υλικά	t _m °C	Διάμετρος σωλήνα mm				
		< 40	40 έως 60	60 έως 125	125 έως 250	> 250 και άλλες επι- φάνειες
Διάφορα παπλώματα, ειδικά τεμάχια, κε- λύφη, κορδόνια από ορυκτά υλικά κλπ.	≤80 =	15/25	25/35	30/40	40/50	50/65
	100	20/30	30/40	40/50	50/65	60/75
Όμοια υλικά χρη- σιμοποιούμενα για γεφύσματα	≤80 =	---	---	---	---	50/65
	100	---	---	---	---	60/75
Γη διατόμων, μα- γνησιακές μάζες και όμοια υλικά	≤80 =	30	45	55	70	90
	100	35	50	65	80	100

3. ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ

3.1 ΕΝΝΟΙΕΣ

3.1.1 Διάκριση σωμάτων

Τα θερμαντικά σώματα διακρίνονται εν γένει ανάλογα με τον τρόπο, που μεταφέρουν την θερμότητα στο περιβάλλον σε:

- σώματα ακτινοβολίας (ραδιάτορες), από τα οποία η θερμότητα αποδίδεται κυρίως με ακτινοβολία. Τέτοια θερμαντικά σώματα είναι τα αποτελούμενα από σωλήνες διάφορης μορφής, μέλη ή πλάκες
- σώματα επαφής και μεταφοράς (κονβέκτορες), που η θερμότητα αποδίδεται σχεδόν αποκλειστικά με μεταφορά και επαφή.

Τα διαμορφούμενα στην πράξη σώματα μεταφέρουν την θερμότητα με ένα εκ των δύο τρόπων κατά κύριο λόγο, ενώ ένα τμήμα της μπορεί να μεταφέρεται και κατά τον άλλο, φέρονται δε και υπό διάφορες ονομασίες. Για την διαμόρφωσή τους λαμβάνονται υπόψη και άλλα λειτουργικά κριτήρια.

3.1.2 Θερμική ισχύς

Σαν θερμική ισχύς Q ενός σώματος νοείται η ποσότητα θερμότητας, που υπό τις συγκεκριμένες συνθήκες αποδίδει αυτό στο περιβάλλον.

Η θερμική ισχύς διαιρούμενη δια της αναφερόμενης στα επόμενα μέσης υπερθερμοκρασίας ($Q/\Delta t$) δίδει την ειδική θερμική ισχύ, που είναι η αποδιδόμενη ανά $g\Delta t$ μέσης υπερθερμοκρασίας θερμότητα.

3.1.3 Κανονικές συνθήκες

Για την σύγκριση των σωμάτων και την επιλογή του μεγέθους τους συμφωνούνται συνθήκες αναγωγής χαρακτηριζόμενες σαν κανονικές συνθήκες. Αυτές αφορούν στις θερμοκρασίες εισαγωγής και εξαγωγής του νερού στο σώμα και την πίεση και θερμοκρασία του αέρα του περιβάλλοντος.

3.1.4 Θερμοκρασίες του νερού

Οι χαρακτηριστικές θερμοκρασίες του νερού είναι :

- η θερμοκρασία εισαγωγής t_v δηλ. η θερμοκρασία με την οποία προσάγεται το νερό στο σώμα.
- η θερμοκρασία εξαγωγής t_r δηλ. η θερμοκρασία με την οποία απάγεται το νερό από το σώμα.
- η μέση θερμοκρασία t_m , που προκύπτει από τον αριθμητικό μέσο όρο $t_m = \frac{t_v + t_r}{2}$

3.1.5 Θερμοκρασία του αέρα

Είναι η θερμοκρασία του αέρα (t_L), που μετρήθηκε σε απόσταση 2π από το σώμα σε ύψος $0,75\pi$ από το δάπεδο με κατάλληλο θερμομέτρο, που δεν ανταλλάσσει ακτινοβολία με το περιβάλλον.

Η θερμοκρασία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον υπολογισμό της μέσης υπερθερμοκρασίας.

3.1.6 Μέση υπερθερμοκρασία

Είναι η ενεργός θερμοκρασιακή διαφορά για την απόδοση της θερμότητας από το σώμα και προκύπτει από την αριθμητική σχέση

$$\Delta t = \frac{t_v + t_r}{2} - t_L = t_m - t_L \quad (3-1)$$

Εφόσον παρίσταται ανάγκη σε ειδικές περιπτώσεις προσδιορίζεται από την λογαριθμική μέση θερμοκρασία

$$\Delta t_{ln} = \frac{t_v - t_r}{\ln \frac{t_v - t_L}{t_r - t_L}} \quad (3-2)$$

3.1.7 Πίεση του αέρα

Είναι η επικρατούσα βαρομετρική πίεση.

3.1.8 Συμφωνούμενες κανονικές συνθήκες

Τόσο για τα σώματα ακτινοβολίας, όσο και για τα σώματα επαφής -μεταφοράς, που εργάζονται με θερμό νερό συμφωνούνται:

- θερμοκρασία προσαγωγής $t_v = 90^\circ\text{C}$
- θερμοκρασία απαγωγής $t_r = 70^\circ\text{C}$
- θερμοκρασιακή διαφορά $t_v - t_r = 20 \text{ grd}$
- θερμοκρασία αέρα $t_L = 20^\circ\text{C}$
- μέση υπερθερμοκρασία 60 grd
- πίεση αέρα $b_0 = 760 \text{ Torr}$

Η υπ' αυτές τις συνθήκες αποδιδόμενη θερμότητα (κατάλληλα μετρούμενη) χαρακτηρίζεται σαν "κανονική θερμική ισχύς" του σώματος (Q_n).

Η κανονική θερμική ισχύς μπορεί να αναχθεί στο ένα μέλος του θερμαντικού σώματος ή στο ένα μέτρο μήκους αυτού.

Η κανονική θερμική ισχύς διαιρούμενη δια 60 δίδει την "κανονική ειδική θερμική ισχύ" του σώματος.

3.1.9 Ρεύμα φορέα θερμότητας (νερού)

Είναι η ποσότητα του θερμού νερού, που διατρέχει το σώμα στην μονάδα του χρόνου (G).

3.1.10 Χαρακτηριστική καμπύλη

Είναι η καμπύλη, που δείχνει την εξάρτηση της θερμικής ισχύος από την μέση υπερθερμοκρασία για σταθερό ρεύμα του θερμού νερού.

3.1.11 Κανονική χαρακτηριστική καμπύλη

Είναι η χαρακτηριστική καμπύλη, που προκύπτει για το αντι-στοιχούν στην κανονική θερμική ισχύ ρεύμα θερμού νερού.

3.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Τα θερμαντικά σώματα κατασκευάζονται από :

- χυτοσίδηρο, με άνθρακα σε φυλλίδια
- χάλυβα, κατάλληλο για την κατασκευή λεπτών ελασμάτων, με επιφάνεια ελεύθερη από φολίδες σκωρίας π.χ. St 37 03 ή κατά προτίμηση St 37-2 03 με $C \leq 0,2\%$, $P \leq 0,06(0,08)\%$, $S \leq 0,05\%$, $N \leq 0,008\%$, $\sigma_B = 37 + 45 \text{ kp/mm}^2$, $\sigma_{0,2} \geq 22 \text{ kp/mm}^2$, $\epsilon = \Delta l/l \text{ (L=5d)} \geq 18\%$, γωνία κάμψεως 180° για κύλινδρο καμπυλώσεως $0,5 \times$ πάχος ελάσματος.
- άλλα μη τυποποιημένα υλικά, όπως π.χ. κράματα χαλκού ή αλουμινίου.

3.3 ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

Συνιστάται να χρησιμοποιούνται σώματα, για τα οποία υπάρχουν βεβαιωμένα στοιχεία για τα χαρακτηριστικά τους και ιδιαιτέρως όσον αφορά :

- στην αντοχή τους
- στην κανονική θερμική ισχύ τους
- στις χαρακτηριστικές καμπύλες τους.

Τα στοιχεία της αντοχής προκύπτουν από:

- α) τις δοκιμές ελέγχου του υλικού
- β) τους ελέγχους αντοχής σε πίεση των σωμάτων, που γίνεται σε:

- 7 bar, για μέγιστη πίεση λειτουργίας 4 bar ή 40m H₂O
- 10 bar, για μέγιστη πίεση λειτουργίας 6 bar ή 60m H₂O

Για χαλύβδινα σώματα το ελάχιστο επιτρεπόμενο πάχος ελάσματος είναι 1,25mm.

Προκειμένης εκδόσεως πιστοποιητικού για την αντοχή των σωμάτων ακολουθείται η κατωτέρω περιγραφόμενη για τα θερμικά στοιχεία διαδικασία.

Τα θερμικά στοιχεία μπορούν να προκύψουν μόνο από σειρά εργαστηριακών μετρήσεων. Εφόσον δεν υπάρχει σχετικό πρότυπο του ΕΛΟΤ ακολουθούνται οι μέθοδοι ελέγχου, που δέχεται το DIN 4704.

Θεωρείται απαραίτητο κατά τις μετρήσεις να έχουν σταθεροποιηθεί οι θερμοκρασίες $t_v = 90^\circ\text{C}$ και $t_r = 70^\circ\text{C}$ η δε θερμοκρασία του αέρα να βρίσκεται περί την $t_L = 20^\circ\text{C}$ μετρούμενη όπως στην § 3.1.5. Η κανονική θερμική ισχύς πρέπει να προκύπτει με παρεμβολή στις τιμές Q_1 και Q_2 , που προέκυψαν από δύο πειράματα με Δt μεταξύ 57 και 60 grd και 60 και 63 grd.

Η αναγωγή λόγω της επιδράσεως της βαρομετρικής πίεσεως b πρέπει να γίνεται από την εμπειρική σχέση

$$Q_{760} = Q_b \left[1 + (1-S) \cdot 0,5 \cdot \frac{760 - b}{b} \right] \quad (3-3)$$

όπου οι τιμές του S είναι 0,3 για σώματα, που αποτελούνται από μέλη ή περισσότερες πλάκες, 0,5 για σώματα από μία πλάκα και 0 για σώματα επαφής - μεταφοράς (κονβέκτορες).

Για την χάραξη χαρακτηριστικής καμπύλης πρέπει να γίνουν τουλάχιστον δύο επί πλέον πειράματα με $\Delta t = 30$ έως 35 grd και $\Delta t = 45$ έως 50 grd. Εάν αυτά γίνουν με το ρεύμα θερμού νερού G_n , που αντιστοιχεί στις κανονικές συνθήκες προκύπτει η κανονική χαρακτηριστική καμπύλη.

Στη συνέχεια πρέπει να ακολουθήσει νέα δοκιμή με ρεύμα $G = 0,65 G_n$ και να μετρηθεί η απόκλιση από την κανονική θερμική καμπύλη. Αν αυτή είναι μικρότερη από 2%, τότε επαρκεί μία χαρακτηριστική καμπύλη, που χαρακτηρίζεται και σαν κανονική. Αν η απόκλιση είναι μεγαλύτερη πρέπει να ελεγχθεί κατά πόσον η χρησιμοποίηση της Δt_{1n} οδηγεί σε μία ενιαία χαρακτηριστική καμπύλη για την περιοχή $G = 0,4$ έως $1,2 G_n$. Αν και πάλι η απόκλιση είναι μεγαλύτερη του 2% τότε πρέπει να χαράξουμε ένα πεδίο χαρακτηριστικών καμπύλων (για $G = 0,65 G_n$ και $G = 0,30 G_n$, για δε τα σώματα επαφής - μεταφοράς και για $G = 2 G_n$).

Επειδή έχει αποδειχθεί, ότι οι τιμές, που δίδει η χαρακτηριστική καμπύλη εκφράζονται κατά προσέγγιση από μία εκθετική συνάρτηση $Q = \phi(\Delta t^n)$ ή $Q = \phi(\Delta t_{1n}^n)$ διευκολύνει πολύ η γνώση του εκθέτη n . Εάν γράψουμε τις τιμές της θερμικής ισχύος, που προέκυψαν από τα πειράματα για διάφορες μέσες υπερθερμοκρασίες σε ένα λογαριθμικό διάγραμμα μπορούμε να χαράξουμε μία ευθεία φροντίζοντας να ελαχιστοποιήσουμε το άθροισμα των τετραγώνων των αποκλίσεων. Η κλίση της ευθείας μας δίδει τον εκθέτη n .

Τα πειράματα διεξάγονται από μία ομάδα, στην οποία μετέχουν εκπρόσωποι:

- του εργαστηρίου ελέγχου τρεις, εκ των οποίων ο ιεραρχικά προηγούμενος προεδρεύει,
 - του υπουργείου Βιομηχανίας, ένας μηχανολόγος
 - του ΕΛΟΤ, ένας μηχανολόγος
 - του Τ.Ε.Ε., ένας μηχανολόγος
 - του ΠΣΔΜ-Η, ένας μηχανολόγος
- και η οποία εκδίδει σχετικό πιστοποιητικό για τα χαρακτηριστικά, στο οποίο επισυνάπτεται το πρακτικό των μετρήσεων.

Μέχρις ότου υπάρξει η δυνατότητα τέτοιων ελέγχων στην Ελλάδα, μπορούν εναλλακτικά οι κατασκευαστές:

- να πραγματοποιούν τέτοιες μετρήσεις σε ανεγνωρισμένα εργαστήρια του εξωτερικού, που μπορεί να κάνουν τους ελέγχους κατά DIN 4704, αναγράφοντας σαφώς στα έντυπα τεχνικών οδηγιών τους τα αποτελέσματα του ελέγχου και τα στοιχεία του εργαστηρίου ή
- αν οι κατασκευές τους είναι σύμφωνες με τα επιτασσόμενα από κανονισμούς χωρών της ΕΟΚ (π.χ. DIN) και εφόσον αυτοί οι κανονισμοί δέχονται ορισμένες αποδόσεις των τυποποιημένων σωμάτων (π.χ. DIN 4703 φύλλο 1 και φύλλο 2) να αναγράφουν στα έντυπα τεχνικών οδηγιών τους αυτές τις αποδόσεις συμπληρώνοντας την πηγή προελεύσεως.

Σε αντίθετη περίπτωση πρέπει να αναγράφουν, ότι τα στοιχεία τους δεν προέρχονται ούτε από ελέγχους κατά την παρούσα οδηγία, ούτε από επίσημες τυποποιήσεις χωρών της ΕΟΚ.

3.4 ΕΠΙΤΡΕΠΤΕΣ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΕΣ

Για τα σώματα της τελευταίας κατηγορίας (που δεν έχουν επίσημα στοιχεία αποδόσεων) οι μελετητές και οι κατασκευαστές των εγκαταστάσεων θερμάνσεως οφείλουν να ελέγχουν τα δίδόμενα από τους κατασκευαστές στοιχεία με την γενική αρχή ότι "σώματα παρόμοιας διαμορφώσεως έχουν παρόμοια απόδοση ανά μονάδα επιφάνειας". Η σύγκριση συνιστάται να γίνεται με τα στοιχεία, που

δίδονται από την γερμανική τυποποίηση και συγκεκριμένα από τα:

- DIN 4720 όσον αφορά στην διαμόρφωση χυτοσιδηρών σωμάτων ακτινοβολίας από μέλη (φέτες).
- DIN 4722 όσον αφορά στην διαμόρφωση χαλύβδινων σωμάτων ακτινοβολίας από μέλη (φέτες).
- DIN 4703 όσον αφορά στην θερμική ισχύ σωμάτων ακτινοβολίας (φύλλο 1) και σωμάτων επαφής μεταφοράς (φύλλο 2).

Στους επόμενους πίνακες 3-1 έως 3-10 δίδονται κατ'επιλογή τα απαραίτητα στοιχεία από τα ως άνω DIN.

Για άλλου είδους σώματα δεν υπάρχουν γενικά αποδεκτά στοιχεία.

3.5 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Για τις συνήθεις μορφές σωμάτων ακτινοβολίας και επαφής-μεταφοράς μπορούμε να δεχθούμε από την εμπειρία, ότι η μεταβολή της θερμικής ισχύος Q σε συνάρτηση με την υπερθερμοκρασία Δt ακολουθεί τον νόμο

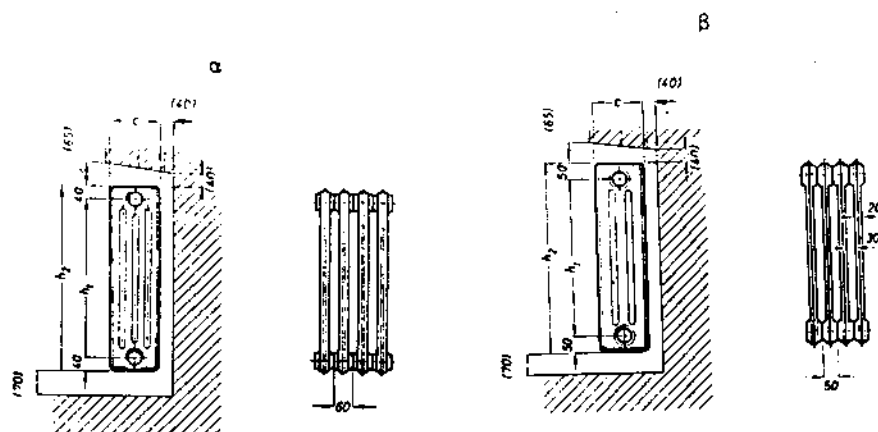
$$Q = Q_n \left(\frac{\Delta t}{\Delta t_n} \right)^{4/3} \quad (3-4)$$

όπου ο δείκτης n χαρακτηρίζει την κανονική κατάσταση ($t_m = 80^\circ\text{C}$, $t_L = 20^\circ\text{C}$, $\Delta t_n = 60 \text{ grad}$).

Συνιστάται η υπερθερμοκρασία Δt να προσδιορίζεται αριθμητικά ($\Delta t = t_m - t_L$) μόνο εφόσον $t_v = 90^\circ\text{C}$ και $t_r = 70^\circ\text{C}$. Για μεγαλύτερες θερμοκρασιακές διαφορές $t_v - t_r$, πρέπει να εργαζόμαστε με την μέση λογαριθμική θερμοκρασία κατά την σχέση 3-2. Για $\Delta t_r / \Delta t_v > 0,7$ μπορεί να αγνοηθεί η διαφορά αριθμητικής και λογαριθμικής μέσης θερμοκρασίας. Για $\Delta t_r / \Delta t_v \leq 0,7$ πρέπει να γίνει διόρθωση των τιμών των πινάκων 3-4, 3-6, 3-7, 3-8 με τους συντελεστές του πίνακα 3-10 (όπου $\Delta t_r = t_r - t_L$ και $\Delta t_v = t_v - t_L$).

Όλες οι δίδόμενες τιμές ισχύουν για γυμνά σώματα, που δεν έχουν βαφεί με μεταλλική βαφή. Οι μεταλλικές βαφές (π.χ. μπρούντζος) μειώνουν την θερμική ισχύ περίπου κατά 10%.

Η τοποθέτηση των σωμάτων ακτινοβολίας μέσα σε φωλεές μειώνει επίσης την θερμική ισχύ των σωμάτων. Ήδη η τοποθέτηση σύμφωνα με το σχ. 3-1, όπου δίδονται οι ελάχιστες επιτρεπόμενες δια-



Σχ. 3-1 Διαστάσεις χυτοσιδηρών (α) και χαλυβδίνων (β) σωμάτων ακτινοβολίας κατά DIN 4720 και 4722, μέγιστη πίεση λειτουργίας 4 bar, πίεση δοκιμής 7 bar.

Πίνακας 3-1 : Διαστάσεις χυτοσιδηρών σωμάτων ακτινοβολίας σε mm.

Απόσταση αξόνων $h_1 (\pm 0,3)$	Συνολικό ύψος h_2	Πλάτος C (± 2)				
		70	110	160	220	250
200	280	-	-	-	-	250
350	430	-	-	160	220	-
500	580	-	110	160	220	-
900	980	70	-	160	220	-
		Θερμαινόμενη επιφάνεια ανά μέλος (φέτα) σε m^2 για πλάτος C				
		70	110	160	220	250
200	280	-	-	-	-	0,185
350	430	-	-	0,185	0,255	-
500	580	-	0,180	0,255	0,325	-
900	980	0,205	-	0,440	0,580	-

Πίνακας 3-2: Διαστάσεις χαλύβδινων σωμάτων ακτινοβολίας σε mm

Απόσταση αξόνων $h_1 (\pm 0,3)$	Συνολικό ύψος h_2	Συνολικό πλάτος C (± 2)			
200	300	-	-	-	250
350	450	-	160	220	-
500	600	110	160	220	-
900	1000	110	160	220	-
		Θερμαινόμενη επιφάνεια ανά μέλος (φέτα) σε m ² για πλάτος C			
		110	160	220	250
200	300	-	-	-	0,160
350	450	-	0,155	0,210	-
500	600	0,140	0,205	0,285	-
900	1000	0,240	0,345	0,480	-

Πίνακας 3-3: Θερμική ισχύς κατά μέλος (φέτα) σε kcal/h για θερμό νερό 80°C και διάφορες θερμοκρασίες αέρα για σώματα ακτινοβολίας

Απόσταση αξόνων mm	Πλάτος mm	Θερμοκρασία αέρα °C							
		24	22	20	18	15	12	10	5
Χυτοσιδηρά σώματα									
900	70	90	95	99	102	110	116	122	134
	160	162	170	178	186	198	210	218	240
	220	206	216	226	236	250	266	278	306
500	110	74	78	81	84	90	96	100	110
	160	100	106	110	114	122	130	136	148
	220	132	138	144	150	160	170	178	194
350	160	76	80	83	86	92	98	102	112
	220	96	102	106	110	118	126	130	144
200	250	75	79	82	85	91	97	100	110
Χαλύβδινα σώματα									
900	110	96	102	106	110	118	126	130	144
	160	128	134	140	146	156	166	172	190
	220	162	170	178	186	198	210	218	240
500	110	57	60	63	66	70	74	77	85
	160	77	82	85	88	94	100	104	114
	220	102	108	112	116	124	132	138	152
350	160	59	62	65	68	72	77	80	88
	220	77	82	85	88	94	100	104	114
200	250	61	64	67	70	74	79	82	90

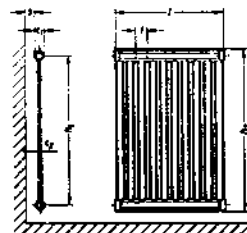
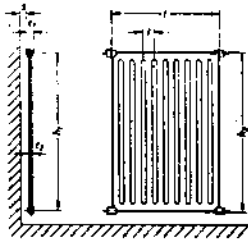
Πίνακας 3-4: Θερμική ισχύς κατά μέλος (φέτα) θερμαντικών σωμάτων ακτινοβολίας σε kcal/h για θερμοκρασία αέρα 20°C και διάφορες θερμοκρασίες του νερού

Απόσταση αξόνων mm	Πλάτος mm	Μέση θερμοκρασία του νερού °C				
		60	70	80	90	100
Χυτοσιδηρά σώματα						
900	70	58	78	99	122	146
	160	104	140	178	218	262
	220	132	178	226	278	333
500	110	47	64	81	99	118
	160	64	86	110	136	162
	220	84	112	144	176	212
350	160	48	65	83	102	122
	220	62	83	106	130	156
200	250	48	64	82	100	120
Χαλύβδινα σώματα						
900	110	62	83	106	130	156
	160	82	110	140	172	206
	220	104	140	178	218	262
500	110	37	49	63	78	92
	160	50	67	85	104	124
	220	65	88	112	138	164
350	160	38	51	65	80	96
	220	50	67	85	104	124
200	250	39	53	67	82	98

Πίνακας 3-5: Συντελεστές διορθώσεως των τιμών του πίνακα 3-4 για άλλες θερμοκρασίες αέρα

Θερμοκρασία αέρα °C	Μέρη θερμοκρασία νερού σε °C				
	60	70	80	90	100
24	0,87	0,89	0,91	0,92	0,93
22	0,93	0,95	0,96	0,96	0,97
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
18	1,07	1,05	1,04	1,04	1,03
15	1,17	1,14	1,11	1,10	1,08
12	1,28	1,22	1,18	1,16	1,14
10	1,35	1,28	1,23	1,19	1,17
5	1,53	1,42	1,35	1,30	1,26

Λεπτή κατατομή
 $t = 40 \text{ έως } 50\text{mm}.$



Χονδρή κατατομή
 $t = 60 \text{ έως } 85\text{mm}$

Σχέδιο 3-2 Επίπεδα θερμαντικά σώματα

Πίνακας 3-6 : Κανονική θερμική ισχύς επιπέδων σωμάτων σε kcal/hm για αμφίπλευρα λείες επιφάνειες

Διάταξη πλάκων	Υψος σώματος σε mm									
	140	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Μία σειρά 	198	272	386	498	605	710	810	910	1010	1110
Δύο σειρές 	-	456	640	815	985	1150	1310	1470	1630	1780

Πίνακας 3-7 : Κανονική θερμική ισχύς επιπέδων σωμάτων σε kcal/hm με κατακόρυφη κατατομή

Διάταξη πλακών	κατατομή	Υψος σώματος σε mm							
		300	400	500	600	700	800	900	1000
Μία σειρά 	χονδρή	354	466	575	685	790	895	1000	1110
	λεπτή	386	505	615	730	840	950	1060	1170
Δύο σειρές 	χονδρή	605	785	955	1130	1290	1460	1620	1780
	λεπτή	625	810	990	1170	1340	1510	1670	1830

Πίνακας 3-8 : Κανονική θερμική ισχύς επιπέδων σωμάτων σε kcal/hm με οριζόντια κατατομή

Διάταξη πλάκων	Υψος σώματος σε mm								
	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Μία σειρά 	250	356	456	555	650	740	830	930	1020
Δύο σειρές 	422	595	760	915	1070	1220	-	-	-

Πίνακας 3-9: Συντελεστές διορθώσεως των τιμών των πινάκων 3-6 έως 3-8 για άλλες θερμοκρασίες του νερού και του αέρα

Θερμοκρασία αέρα °C	Μέση θερμοκρασία του νερού σε °C				
	60	70	80	90	100
24	0,50	0,70	0,91	1,14	1,37
22	0,54	0,74	0,96	1,18	1,42
20	0,58	0,78	1,00	1,23	1,47
18	0,62	0,83	1,04	1,28	1,52
15	0,62	0,89	1,11	1,35	1,59

Πίνακας 3-10: Συντελεστές διορθώσεως των πινάκων 3-4, 3-6, 3-7, 3-8 για $\Delta t_R / \Delta t_v \leq 0,7$

$\Delta t_R / \Delta t_v$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Συντελεστής	0,64	0,78	0,86	0,92	0,95	0,98	0,99

στάσεις τοποθέτησης την μειώνει κατά 10 έως 15%. Ένα απλό μάρμαρο τοποθετημένο σε απόσταση 65mm άνω του σώματος την μειώνει μέχρι 2%. Η πρόσθια επένδυση των σωμάτων ακτινοβολίας μειώνει την θερμική τους ισχύ μέχρι και 30%.

Με την επιλογή θέσεων συνδέσεως του σώματος (εισαγωγή-εξαγωγή) πρέπει να φροντίζουμε για την ομοιόμορφη ροή μέσα σε αυτά, άλλως μειώνεται η θερμική τους ισχύς.

Η αναφερόμενη στους πίνακες ισχύς ανά μέλος αναφέρεται σε σώματα με 10 μέλη (φέτες), ισχύει όμως με αρκετή για την πράξη προσέγγιση και για λιγότερα ή περισσότερα μέλη.

Σε πολύ μικρό αριθμό μελών (φαιών) μπορεί σε ορισμένης διαμορφώσεως σώματα να είναι αξιομνημόνευτα μεγαλύτερη, όμως και πάλι συνιστάται αυτό να μην επηρεάζει την επιλογή του αριθμού των μελών.

Από την θερμική ισχύ των τυποποιημένων κατά DIN σωμάτων ακτινοβολίας προκύπτει ο συντελεστής μεταδόσεως θερμότητας k από τη σχέση

$$Q = k \cdot F \cdot (t_m - t_L) \quad (3-5)$$

Πρέπει να παρατηρηθεί ότι αυτός είναι περίπου ανεξάρτητος από το ύψος και το πλάτος των σωμάτων και αποτελεί κύριο χαρακτηριστικό της μορφής τους, που συναρτάται με την ανά $m^2 h$ απόδοσή τους. Για άλλης παραπλήσιας μορφής διαμορφώσεως σωμάτων ακτινοβολίας μπορούμε να δεχθούμε χωρίς αξιόλογη βλάβη την ίδια τιμή του συντελεστή k άρα την ίδια ανά $m^2 h$ απόδοση των σωμάτων.

Στα επίπεδα σώματα ακτινοβολίας η θερμική ισχύς εξαρτάται από το ύψος και την μορφή της εγκάρσιας διατομής των πλακών και για σώματα περισσότερων καθ' ύψος πλακών ή περισσότερων σειρών πλακών από τις μεταξύ τους αποστάσεις. Δεν μπορούν να υπάρχουν ως εκ τούτου ενιαίες τιμές της ισχύος παρά μόνο για πολύ προσεγγίζουσες μεταξύ τους μορφές.

Οι τιμές των πινάκων 3-6 έως 3-8 έχουν προκύψει από μετρήσεις σωμάτων μήκους 1,5m ισχύουν όμως και για σώματα μήκους μέχρι 3m. Για σώματα ενδιάμεσων υψών μπορεί να εκτιμηθεί η θερμική τους ισχύς με γραμμική παρεμβολή. Για πολύ μεγάλα σώματα υπάρχουν απομακρύνσεις.

Οι τιμές που δίδονται για τα σώματα με κατατομή, των πινάκων 3-7 και 3-8 προϋποθέτουν την ίδια διαμόρφωση και των δύο επιφανειών. Αν η μία είναι επίπεδη λεία, πρέπει να λαμβάνεται μέση τιμή θερμικής ισχύος για επίπεδη λεία επιφάνεια (πίνακας 3-6) και την επιφάνεια με κατατομή.

Τα επίπεδα σώματα πρέπει να εγκαθίστανται έτσι, ώστε να απέχουν τουλάχιστον 50mm από τον τοίχο και 100mm από το δάπεδο. Μικρότερες αποστάσεις μειώνουν την θερμική ισχύ.

4. ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ ΘΕΡΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΧΡΗΣΕΩΣ

4.1. ΓΕΝΙΚΑ

4.1.1 Επιτρεπόμενα συστήματα

Σε κτήρια, που θερμαίνονται με κεντρική θέρμανση αντιμετωπίζεται συχνά για λόγους ενεργειακής οικονομίας αλλά και ανέσεως η εγκατάσταση συστήματος κεντρικής παραγωγής και διανομής θερμού νερού κοινής χρήσεως. Υπάρχουν γενικά δύο συστήματα κεντρικής παραγωγής:

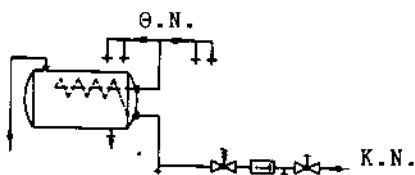
- τα ανοικτά συστήματα, που το νερό κοινής χρήσεως έρχεται κατά την αποθήκευσή του σε επαφή με την ατμόσφαιρα και
- τα κλειστά συστήματα, που το νερό κοινής χρήσεως δεν έρχεται σε επαφή με την ατμόσφαιρα.

Για κτήρια, που κατοικούν, εργάζονται ή καθ'οιονδήποτε τρόπο διακινούνται άνθρωποι δεν επιτρέπονται τα ανοικτά συστήματα για την παραγωγή θερμού νερού κοινής χρήσεως.

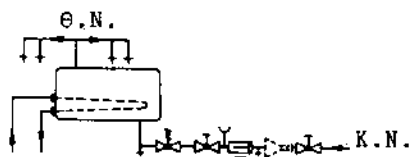
Τα χρησιμοποιούμενα κλειστά συστήματα είναι δύο:

- α) Συστήματα ταχείας διελεύσεως, όπως αυτό του σχ. 4-1.
- β) Συστήματα με αποθήκευση του νερού κοινής χρήσεως, όπως αυτό του σχ. 4-2.

Και τα δύο συστήματα έχουν τα κοινά χαρακτηριστικά, ότι αποθηκεύουν θερμότητα (το πρώτο στον φορέα της θερμότητας, το δεύτερο στο νερό κοινής χρήσεως) και ότι το δίκτυο του νερού κοινής χρήσεως είναι απ'ευθείας συνδεδεμένο με το δίκτυο υδρεύσεως μέσω δικλείδας αντεπιστροφής.



Σχ. 4-1: Παραγωγός θερμού νερού ταχείας διελεύσεως



Σχ. 4-2: Παραγωγός με αποθήκευση του νερού κοινής χρήσεως

4.1.2 Απαραίτητα όργανα

Ο τρόπος συνδέσεως των παραγωγών θερμού νερού προς το δίκτυο της πόλεως φαίνεται στα σχήματα 4-1 και 4-2. Τα υποχρεωτικά όργανα κατά περίπτωση είναι :

α) Για θερμαντήρες ταχείας διελεύσεως:

- Ένας διακόπτης της ροής
- Ένας διακόπτης ελέγχου
- Μία δικλείδα αντεπιστροφής
- Ένα ελεγχόμενο ασφαλιστικό
- Ένας διακόπτης εκκενώσεως.

β) Για θερμαντήρες αποθηκείσεως:

- Ένας διακόπτης της ροής
- Ένας διακόπτης ελέγχου
- Μία δικλείδα αντεπιστροφής
- Ένα μανόμετρο
- Δεύτερος διακόπτης της ροής
- Ένα ελεγχόμενο ασφαλιστικό
- Ένας διακόπτης εκκενώσεως.

Για την περίπτωση περιορισμένης αξιοπιστίας του δικτύου

πόλεως, όσον αφορά στην πίεση ή για άλλες ειδικές περιπτώσεις (ιδέ κεφ. 4.1.4) συνιστάται η εγκατάσταση και μειωτή πίεσεως (στο σχέδιο φαίνεται με διακεκομμένη γραμμή).

4.1.3 Υποχρεωτικοί υπολογισμοί

Η μελέτη του συστήματος κεντρικής παραγωγής θερμού νερού πρέπει να περιλαμβάνει :

- α) Τον υπολογισμό των αναγκών σε θερμό νερό κοινής χρήσεως του κτηρίου, που εξυπηρετεί. Στατιστικά στοιχεία γι' αυτό από την εμπειρία περιλαμβάνονται στα διάφορα εγχειρίδια.
- β) Τον υπολογισμό του μεγέθους της αποθήκης νερού με βάση ότι :
 - το θερμό νερό πρέπει να έχει μια θερμοκρασιακή διαφορά από το κρύο νερό $\Delta t = 35 \text{ grd}$
 - οι ανάγκες σε θερμό νερό νοούνται επί εικοσιτετραώρου βάσεως
 - η θέρμανση μπορεί να είναι συνεχής ή διακεκομμένη
 - ο θερμαντήρας τροφοδοτείται με θερμό νερό της θερμάνσεως, που έχει ανεξάρτητο κύκλωμα με δικό του κυκλοφορητή και δικό του σύστημα αυτοματισμού
 - ο θερμαντήρας μπορεί να τροφοδοτείται και με ηλεκτρική ενέργεια.
- γ) Τον υπολογισμό της επιφάνειας μεταδόσεως της θερμότητας.
- δ) Τον υπολογισμό της αντοχής της κατασκευής, που γίνεται με βάση τους κανονισμούς περί πιεστικών δοχείων. Η υποχρέωση αυτή τηρήσεώς τους δεν υπάρχει, αν το γινόμενο του όγκου νερού V σε λίτρα επί την πίεση λειτουργίας p σε bar είναι μικρότερο του 300 ήτοι $V \times p < 300$. Για την αποφυγή αμφισβητήσεων συνιστάται να προτιμώνται τυποποιημένες κατασκευές, όπως στα επόμενα. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να συνοδεύονται αυτές με πιστοποιητικό του κατασκευαστή, ότι έχουν τηρηθεί οι γι' αυτές προβλεπόμενες προϋποθέσεις.

4.1.4 Γενικές διατάξεις

Όλα τα στοιχεία μιάς εγκαταστάσεως κεντρικής παραγωγής θερμού νερού κοινής χρήσεως με θερμό νερό θερμάνσεως μέχρι 110°C υπόκεινται στις διατάξεις περί πιεστικών δοχείων και περί εγκαταστάσεων ποσίου νερού σε κτήρια.

Η θερμοκρασία του θερμού νερού κοινής χρήσεως δεν επιτρέπεται σε κανένα σημείο της εγκαταστάσεως να υπερβαίνει τους 95°C.

Εάν υπάρχει στους παραγωγούς του θερμού νερού κοινής χρήσεως δυνατότητα και έμμεσης ηλεκτρικής θερμάνσεως, πρέπει οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις να συμφωνούν προς τα επιτασσόμενα από τη ΔΕΗ. Πρόσθετα στοιχεία μπορεί να βρουν οι κατασκευαστές από τις προδιαγραφές DIN 44899 και VDE 0720.

Όλες οι θέσεις απολήψεως θερμού νερού πρέπει να σημειώνονται ιδιαίτερα. Συνιστάται εν προκειμένω σημείωση με κόκκινο χρώμα. Σε περίπτωση, που οι θέσεις απολήψεως θερμού και κρύου νερού γειτονεύουν, πρέπει οι διακόπτες του θερμού νερού να τοποθετούνται αριστερά.

Η προφύλαξη των στοιχείων του δικτύου από τις διαβρώσεις του θερμού νερού πρέπει να γίνεται με εξελεγμένες μεθόδους και επικαλύψεις με κατάλληλες επιστρώσεις προκειμένου για χάλυβα. Σε περιπτώσεις αυξημένων κινδύνων διαβρώσεων πρέπει να προτιμάται σαν υλικό ο χαλκός. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να καταβάλλεται στον σχεδιασμό, ώστε να μην υπάρχουν μετά από δίκτυο χαλκού χαλύβδινα στοιχεία.

Η χρήση μολύβδου σε συστήματα θερμού νερού δεν επιτρέπεται.

Παραγωγοί θερμού νερού, που συνδέονται άμεσα με το δίκτυο νερού της πόλεως, επιτρέπεται να θερμαίνονται με θερμό νερό θερμάνσεως μόνο έμμεσα, ώστε να μην υπάρχει περίπτωση αναμίξεως των δύο ρευμάτων. Παραγωγοί με σωληνωτό θερμικό στοιχείο πρέπει να είναι έτσι διαμορφωμένοι, ώστε να είναι εύκολη η αποσύνδεση του στοιχείου από το κυλινδρικό σώμα.

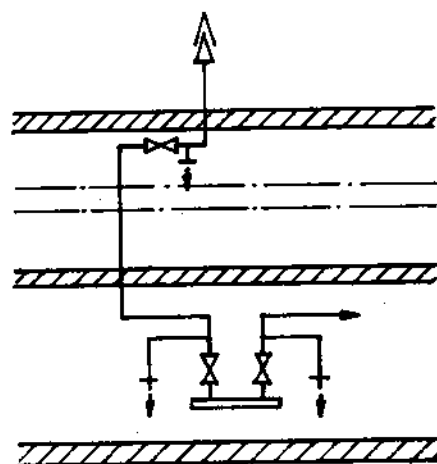
Η σύνδεση των παραγωγών με την ασφαλιστική δικλείδα γίνεται χωρίς την παρεμβολή οργάνου διακοπής, έχει δε διάμετρο:

για παραγωγούς μέχρι 120 l	$\geq$ DN 15
για παραγωγούς 120 έως 1000 l	$\geq$ DN 20
για παραγωγούς > 1000 l	$\geq$ DN 25

Η εξαγωγή της ασφαλιστικής δικλείδας συνδέεται προς την αποχέτευση ή εν γένει προς την ατμόσφαιρα χωρίς την παρεμβολή οργάνου διακοπής επίσης. Η ροή του νερού (εκ διαστολών) πρέπει να είναι ορατή. Παρά το σημείο εκροής πρέπει να τοποθετείται πινακίδα στην οποία να αναγράφονται "ΠΡΟΣΟΧΗ εξαγωγή ασφαλιστικού. Κατά την διάρκεια της θερμάνσεως πρέπει να βγαίνει από εδώ το νερό. Μην εμποδίζετε αυτή την ροή".

Οι εσωτερικές επιστρώσεις των στοιχείων της εγκατάστασης θερμού νερού κοινής χρήσεως δεν επιτρέπεται να αλλοιώνουν την οσμή, την γεύση ή την ποιότητα εν γένει του νερού.

Όλες οι κατακόρυφες στήλες διανομής θερμού νερού είναι στο ανώτατο άκρο τους εφοδιασμένες με σύστημα αερισμού και εξαερισμού όπως στο σχ. 4-3. Στο υπόγειο πρέπει να υπάρχει επί-



Σχ. 4-3 : Αερισμός, εξαερισμός και εκκένωση κατακόρυφων στηλών.

σης δυνατότητα εκκενώσεως κάθε κατακόρυφης στήλης. Των οργάνων αερισμού και εξαερισμού πρέπει να προτίθεται τμήμα γυμνού σωλήνα μήκους $l \geq 500$ mm ονομαστικής διαμέτρου DN 20 για φύξη.

Τα όργανα αερισμού-εξαερισμού πρέπει να έχουν διατομή διελύσεως του αέρα 176mm^2 (DN 15). Για μέγιστη διατομή της στήλης μέχρι DN 40 επαρκεί ένα όργανο, για μεγαλύτερες διατομές απαιτούνται δύο.

Οι κλίσεις των οριζοντίων τμημάτων των γραμμών θερμού νερού κοινής χρήσεως πρέπει να είναι τέτοιες, ώστε να είναι δυνατή η πλήρης εκκένωσή τους.

Η σύνδεση του θερμού νερού προς συσκευές, που περιέχουν ρυπασμένο νερό (π.χ. πλυντήρια) πρέπει να γίνεται κατά τέτοιο τρόπο, που να μην είναι δυνατή αναρρόφηση ρυπασμένου νερού σε καμμία περίπτωση. Αυτό εξασφαλίζεται αν μεταξύ εισαγωγής θερμού νερού και υπερχειλίσεως της συσκευής υπάρχει διαφορά στάθμης τουλάχιστον 40 mm και η διατομή της υπερχειλίσεως είναι τουλάχιστον διπλάσια από την της εισαγωγής του θερμού νερού.

Οι γραμμές του θερμού νερού δεν επιτρέπεται να διατρέχουν ακάθαρτους χώρους, όπως π.χ. κανάλια αποχετεύσεων κ.λ.π. Πρέπει να είναι ικανοποιητικά θερμικά μονωμένες και να απέχουν από γραμμές κρύου νερού ή αντίθετα από αγωγούς με υψηλότερη θερμοκρασία, όπως π.χ. καπναγωγούς, καπνοδόχους κ.λ.π.

Σύνδεση των γραμμών θερμού και κρύου νερού δεν επιτρέπεται. Εξαιρούνται της διατάξεως οι παραγωγοί θερμού νερού, όπου την μη ανάμιξη εξασφαλίζει η δικλείδα αντεπιστροφής. Με διακοπή της τροφοδοτήσεως του παραγωγού από τον κεντρικό διακόπτη τροφοδοτήσεώς του και άνοιγμα του αποφρακτικού οργάνου ελέγχου πρέπει να πιστοποιείται ανά τακτά χρονικά διαστήματα η καλή λειτουργία (στεγανότητα) της δικλείδας αντεπιστροφής.

Εξαιρούνται επίσης της διατάξεως οι θέσεις απολήψεως θερμού και κρύου νερού που έχουν κοινή έξοδο (π.χ. μπανιέρες νιπτήρων, λουτήρων κ.λ.π.) εφόσον η ροή του νερού από αυτές είναι ανεμπόδιστη. Επίσης όταν γενικά η ροή προς το δίκτυο κρύου νερού εξασφαλίζεται με σύστημα αντεπιστροφής π.χ. δικλείδες αντεπιστροφής.

Αυτή την έννοια περιορισμού των κινδύνων εισροής θερμού νερού στο δίκτυο κρύου νερού έχει ο μειωτής του σχ. 4-2.

Προ της θέσεως σε λειτουργία του δικτύου θερμού νερού γίνεται επιμελής έκπλυσή του. Κατά την διάρκεια αυτής έχουν αποσυνδεθεί τα όργανα αερισμού-εξαερισμού και σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις κάθε ευπαθές όργανο.

Ακολουθεί η υδραυλική δοκιμή του δικτύου, που γίνεται στην πίεση $p_0 = 1,5p_\lambda$ όπου p_λ η πίεση λειτουργίας αλλά τουλάχιστον

σε 12 bar. Η δοκιμή αυτή έχει έννοια πιστοποιήσεως της στεγανότητας και πρέπει να διαρκεί τουλάχιστον 10 min. Στην δοκιμή δεν περιλαμβάνεται ο παραγωγός, εκτός αν η πίεση δοκιμής του είναι μεγαλύτερη.

Συνιστάται για τον έλεγχο της στεγανότητας να ακολουθεί δοκιμαστική λειτουργία με την μέγιστη θερμοκρασία του θερμού νερού και υπό την πίεση λειτουργίας.

Ο συνδυασμός των συστάσεων της παρούσης οδηγίας με τις συστάσεις της οδηγίας, που αφορά στις εγκαταστάσεις ποσίμου νερού καθορίζει τα συνιστώμενα υλικά. Όμως η ονομαστική πίεση είναι εδώ PN 10, εκτός εάν ειδικές συνθήκες επιβάλλουν μεγαλύτερη.

Τα αποφρακτικά όργανα, όταν είναι ανοικτά δεν επιτρέπεται να δημιουργούν μεγάλη πτώση πιέσεως και στην περίπτωση ταχείας αποφράξεως κρουστικά φαινόμενα. Κρουνοί κατάλληλοι για ταχεία απόφραξη δεν επιτρέπονται, όπως δεν επιτρέπονται απλοί κωνικοί κρουνοί.

4.2 ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΟΙ ΘΕΡΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

4.2.1 Γενικά

Οι τυποποιημένοι παραγωγοί μπορούν να τοποθετηθούν οριζόντια ή κατακόρυφα, εν γένει δε κατασκευάζονται σε δύο κατηγορίες:

- α) Μικρούς παραγωγούς με περιεκτικότητα νερού 150/200/300/500 l για μέγιστη πίεση λειτουργίας 10 bar και μέγιστη θερμοκρασία νερού 95°C. Πίεση δοκιμής 13 bar.
- β) Μεγάλους παραγωγούς με περιεκτικότητα νερού 800/1000/1500/2000/2500/3000/4000/5000 l για μέγιστη πίεση λειτουργίας 10 bar και μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας 95°C. Πίεση δοκιμής 13 bar. Αυτοί διαμορφώνονται με λαιμό.

Όλα τα μεγέθη κατασκευάζονται με μονό ή διπλό περίβλημα (μανδύα). Ο μανδύας κατασκευάζεται για μέγιστη πίεση (στατική πίεση πλέον την πίεση της εντλίας) 2,5 bar και για μέγιστη θερμοκρασία θερμοαίοντος νερού 110°C. Στην περίπ-

τωση θερμάνσεως με ατμό η μέγιστη επιτρεπόμενη πίεσή του είναι 0,5 bar. Η χρήση υπερθέρμου ατμού δεν επιτρέπεται.

Το περίβλημα, ο μανδύας, οι πυθμένες, οι φλάντζες και ο λαιμός κατασκευάζονται από κοινό χάλυβα με αντοχή $37+45 \text{ kp/mm}^2$, όριο ροής $\geq 24 \text{ kp/mm}^2$, μήκυνση θραύσεως ($L=5d$) $\geq 25\%$, $C \leq 0,22$ έως $0,25\%$, $P \leq 0,063$ έως $0,09\%$, $S \leq 0,55$ έως $0,63\%$, $N \leq 0,009\%$ με εξασφαλισμένη συγκολλητότητα όπως π.χ. ο χάλυβας St 37-2.

Η κατασκευή γίνεται με συγκόλληση. Οι χαλύβδινες μούφες επιτρέπεται να συγκολληθούν από την μία πλευρά.

Ο λαιμός μπορεί να γίνει τραβηχτός ή και περαστός αλλά αμφίπλευρα συγκολλημένος.

Όλα τα σπειρώματα είναι Whitworth για σωλήνες όπως στον πίνακα 2-8. Οι κοχλίες είναι ποιότητας 4.6 με αντίστοιχα περικόχλια, όπως στο κεφ. 2.1.2.2.3.

Οι παραγωγοί θερμού νερού έχουν τυποποιηθεί στις διάφορες τυποποιήσεις. Συνιστάται εν προκειμένω η τυποποίηση που φαίνεται στα επόμενα και που προέρχεται (κατ'επιλογήν) από τα DIN 4800, 4801, 4802, 4803, 4804 και 4805.

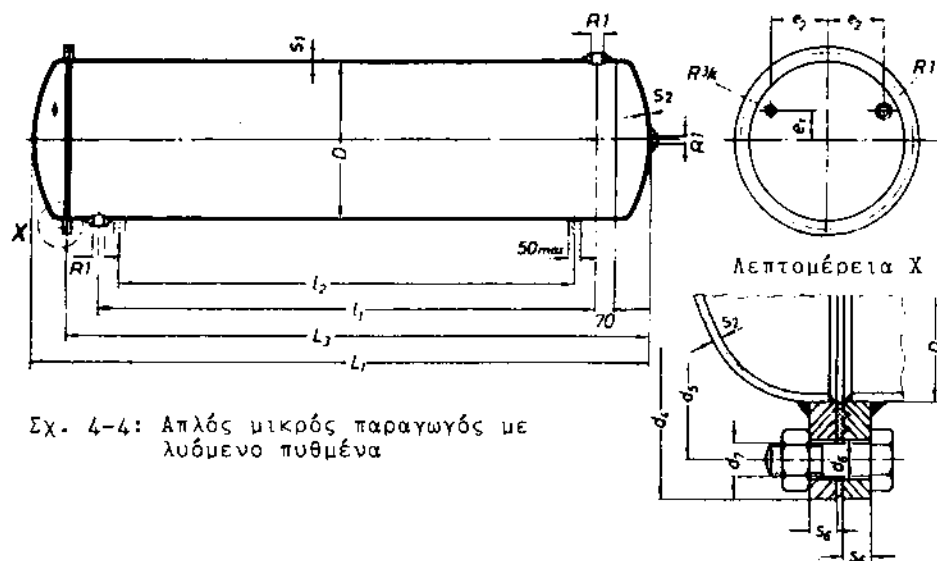
Γενικά οι παραγωγοί θερμού νερού προστατεύονται εσωτερικά έναντι διαβρώσεως. Η προστασία αυτή μπορεί να αφορά σ'αυτό τούτο το υλικό κατασκευής (π.χ. ανοξείδωτος χάλυβας) ή σε επένδυση με μη προσβαλλόμενα από διάβρωση υλικά, για την αντοχή των οποίων υπάρχει γενική και επίσημη αναγνώριση. (περίπτωση G, αντέχουσες πλήρως επιφάνειες). Οι περιπτώσεις επενδύσεων που εκ πείρας έχει αποδειχθεί η αντοχή τους αλλά δεν υπάρχει επίσημη και γενική αναγνώριση επιτρέπουν τον χαρακτηρισμό των αντιστοίχων επιφανειών μόνον ως προστατευμένων (περίπτωση R).

4.2.2 Απλοί μικροί παραγωγοί με λυόμενο πυθμένα

Έχει τυποποιηθεί η κατασκευή, με γουβωτό λυόμενο πυθμένα. Φακοειδής λυόμενος πυθμένας δεν επιτρέπεται εφ'εξής.

Για διευκρίνιση αναφέρεται, ότι ο γουβωτός πυθμένας έχει και μικρό κυλινδρικό μέρος, ώστε να μπορεί να συγκολληθεί κατ'επέκταση (σόκορο) προς κυλινδρικό τεμάχιο, όπως συμβαίνει και στους ατμολέβητες και τους λέβητες θερμού νερού.

Η διαμόρφωση τους φαίνεται στο σχ. 4-4, όπου φαίνεται και η λεπτομέρεια X. Στον πίνακα 4-1 δίδονται οι κύριες δια-



Σχ. 4-4: Απλός μικρός παραγωγός με
λυόμενα πυθμένα

Πίνακας 4-1:Κύριες διαστάσεις μικρών παραγωγών με λυόμενο πυθμένα

Ποιότητα χρώματος 1	D	e ₁	e ₂	L ₁	L ₂	l ₁	Απόσταση εργαλείων l ₂	s ₁		s ₂		s ₃	
		~	~	~	~			R	G	R	G	R	G
150	350	50	70	1710	1620	1365	1210	3,0	2,0	3,5	2,5	4,5	3,5
200	400	70	75	1735	1625	1390	1220	3,5	2,0	4,0	3,0	5,0	4,0
300	450	75	90	2035	1825	1675	1500	3,5	2,25	4,25	3,25	5,5	4,5
500	600	80	140	1935	1795	1515	1340	6,0	3,5	6,5	4,0	8,0	5,75

Συνέχεια πίνακα 4-1

Ποσέ- τητες 1	d_4	d_5	d_6	s_6	Κοχλίες		Βάρος kg	
					d_7	αριθ.	R	G
150	440	395	18	12	M16	24	60	45
200	490	445	18	12	M16	28	80	54
300	540	495	18	12	M16	32	102	73
500	710	665	22	16	M20	32	217	140

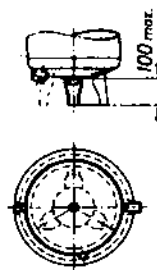
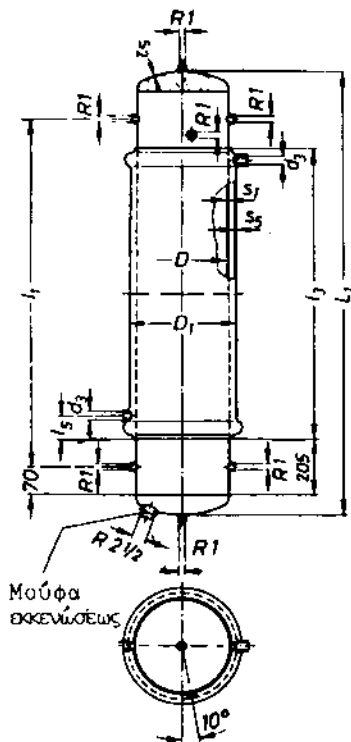
στάσεις και τα κατά προσέγγιση βάρη, όπως και οι διαστάσεις της λεπτομέρειας Χ. Σημειώνεται ότι στην περίπτωση προσθηκών για ηλεκτρικά θερμαντικά στοιχεία αντί του πάχους s_2 οι κατασκευές γίνονται με το πάχος s_3 .

4.2.3 Μικροί παραγωγοί με μανδύα και μη λυόμενους πυθμένες

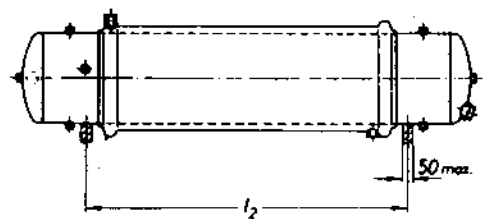
Τέτοιος παραγωγός φαίνεται στο σχ. 4-5. Οι κύριες διαστάσεις δίδονται στον πίνακα 4-2

Κατακόρυφη τοποθέτηση

Προαιρετική για τον κατασκευαστή
έδραση



Οριζόντια τοποθέτηση



Σχ 4-5: Μικρός παραγωγός με μανδύα και μη λυόμενους πυθμένες

Και εδώ διακρίνουμε διαφορετικά πάχη για τις κατηγορίες εσωτερικών επιφανειών G και R και πάχη s_3 για την περίπτωση υπάρξεως λαιμών για ηλεκτρικά στοιχεία. Η πίεση δοκιμής του μανδύα είναι 3,25 bar.

Πίνακας 4-2: Διαστάσεις μικρών παραγωγών θερμού νερού με μανδύα και μη λυόμενους πυθμένες

Περιεχόμενο l	Κυρίως παραγωγός										Απόσταση εδρώνων l_2
	D	L_1	l_1	s_1		s_2		s_3		e	
				R	G	R	G	R	G		
150	350	1700	1385	4,5	3,5	3,5	2,5	4,5	3,5	115	1210
200	400	1725	1390	4,5	3,5	4,0	3,0	5,0	4,0	137	1220
300	450	2025	1675	5,0	4,0	4,25	3,25	5,5	4,5	150	1560
500	600	1925	1515	7,0	4,5	6,5	4,0	8,0	5,75	150	1340

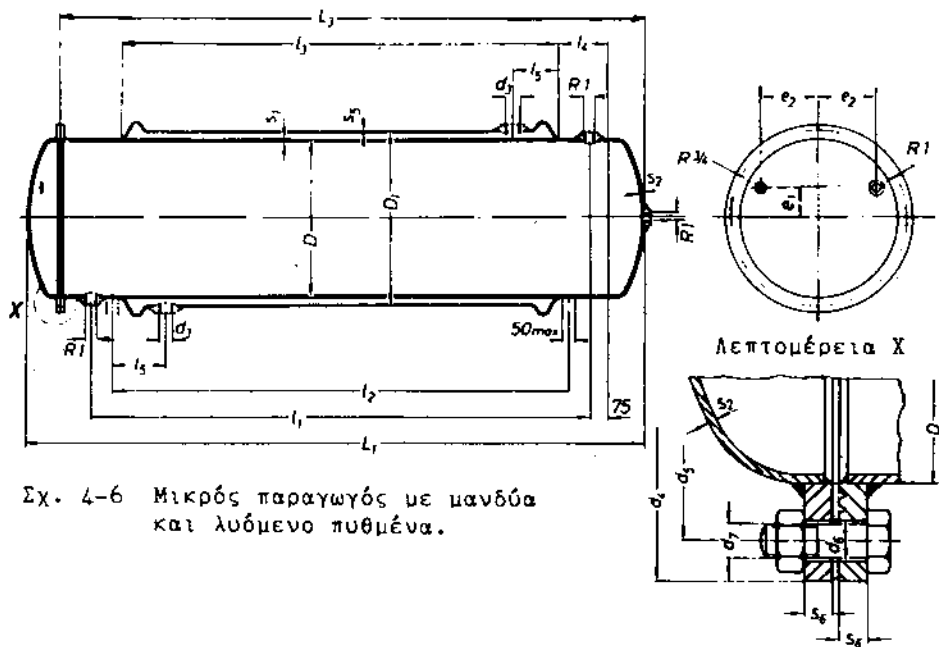
Συνέχεια πίνακα 4-2

Περιεχόμενο l	Μανδύας							Βάρος χωρίς δακτύλιο εδράσεως kg	
	D_1	d_1	l_3	l_5	s_5	Περιεχόμενο l	Θεσμ. επιφ. m ²		
								R	G
150	400	R 1½	1110	100	2,5	30	1,25	97	82
200	450	R 1½	1120	100	2,5	34	1,45	113	95
300	500	R 2	1400	110	2,5	47	2,0	190	139
500	650	R 2	1240	110	3,0	54	2,4	285	200

4.2.4. Μικροί παραγωγοί με μανδύα και

λυόμενο πυθμένα

Στο σχ. 4-6 φαίνεται τέτοιος μικρός παραγωγός. Στον πίνακα 4-3 φαίνονται οι συνιστώμενες διαστάσεις κατασκευής του. Υπάρχουν διαφορετικά πάχη για τις περιπτώσεις εσωτερικής επιφανείας G και R, όπως και πάχη s_3 για την περίπτωση υπάρξεως λαιμών για ηλεκτρικά στοιχεία.



Σχ. 4-6 Μικρός παραγωγός με μανδύα και λυόμενο πυθμένα.

Πίνακας 4-3 Διαστάσεις μικρών παραγωγών με μανδύα και λυόμενο πυθμένα

Περιεχόμενο 1	Κυρίως παραγωγός											
	D	e ₁	e ₂	L ₁	L ₃	I ₁	s ₁		s ₂		s ₃	
		mm	mm	mm	mm	mm	R	G	R	G	R	G
150	350	50	70	1710	1620	1385	4,5	3,5	3,5	2,5	4,5	3,5
200	400	70	75	1735	1635	1390	4,5	3,5	4,0	3,0	5,0	4,0
300	450	75	90	2035	1925	1675	5,0	4,0	4,25	3,25	5,5	4,5
500	600	80	140	1935	1795	1515	7,0	4,5	6,5	4,0	8,0	5,75

Συνέχεια πίνακα 4-3

Περιεχόμενο 1	Απόσταση εδρώνων l_2	Μανδύας						Περιεχόμενο 1	Θερμική επιφ. m^2
		D_1	d_3	l_3	l_4	l_5	s_5		
150	1210	400	R1½	1110	205	100	2,5	30	1,25
200	1220	450	R1½	1120	205	100	2,5	34	1,45
300	1500	500	R2	1400	205	110	2,5	47	2,0
500	1340	650	R2	1240	205	110	3,0	54	2,4

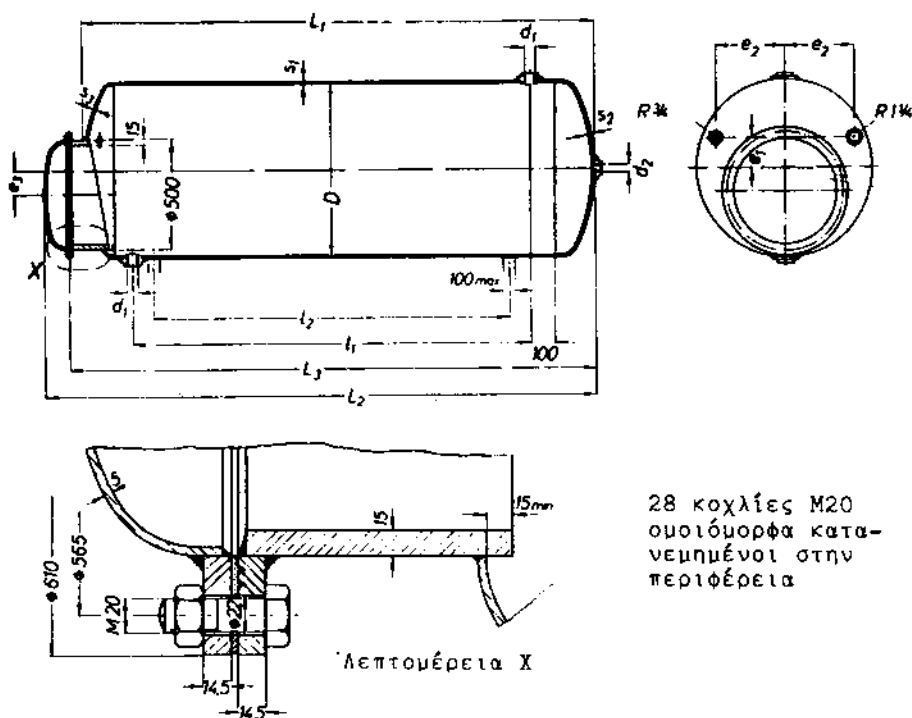
Συνέχεια πίνακα 4-3

Συνέχεια πίνακα 4-3

Περιεχόμενο 1	d_4	d_5	d_6	s_6	Κοχλίες		Βάρος kg	
					d_7	αριθμός	A	G
150	440	395	18	12	M 16	24	108	93
200	490	445	18	12	M 16	28	126	108
300	540	495	18	12	M 16	32	176	153
500	710	665	22	16	M 20	32	305	228

4.2.5. Μεγάλοι παραγωγοί με λαιμό και χωρίς μανδύα

Κατασκευάζεται σε δύο τύπους, στον τύπο Α με περαστό στον πυθμένα λαιμό (συνήθης τύπος), που φαίνεται στην λεπτομέρεια του σχ. 4-7 και στον τύπο Β με επιτιθέμενο στον πυθμένα λαιμό, του οποίου επιτρέπεται η κατασκευή σε ειδικές περιπτώσεις και ο οποίος φαίνεται στο κυρίως σχ. 4-7.



Σχ. 4-7 Παραγωγός με λαιμό χωρίς μανδύα

Και εδώ υπάρχουν διαφορετικά πάχη για τα δύο είδη επιφανείας G και R, όπως και πάχη s_3 για την περίπτωση μαστών ηλεκτρικής θερμάνσεως. Σημειώνεται, ότι αν στο καπάκι του λαιμού τοποθετηθούν μαστοί για ηλεκτρικές αντιστάσεις με $d_{εξ} > 88,5$ mm το πάχος του αυξάνεται σε 7 mm. Στην περίπτωση υπάρξεως θερμαντικής σερπαντίνας ή θερμαντικού στοιχείου μπορούν οι μούφες να τοποθετηθούν στον απέναντι πυθμένα. Για τα μεγέθη 800 και 1000 l μπορούν οι μούφες να τοποθετηθούν στο καπάκι του λαιμού.

Πίνακας 4-4 Διαστάσεις μεγάλων παραγωγών με λαιμό χωρίς μανδύα

Περιε- χόμενο l	D	d_1	d_2	e_1	e_2	e_3	L_1	L_2	L_3	l_1
800	700	R1	R1	0	180	65	2175	2375	2250	1660
1000	750	R1½	R1¼	0	180	90	2375	2575	2450	1840
1500	900	R1½	R1¼	100	275	155	2500	2700	2575	1910
2000	1000	R1½	R1¼	50	300	200	2725	2925	2800	2115
2500	1000	R2	R1½	50	300	200	3400	3600	3475	2790
3000	1000	R2	R1½	50	300	200	4050	4250	4125	3440
4000	1100	R2½	R2	50	330	240	4475	4675	4550	3805
5000	1200	R2½	R2	50	360	285	4700	4900	4775	3975

Συνέχεια πίνακα 4-4

Περιε- χόμενο l	Απόσταση εδράνων l_2	s_1		s_2		s_3		Βάρος kg	
		R	G	R	G	R	G	R	G
800	1405	6	4	7	4,75	9	7	301	221
1000	1590	6	4	7,5	5	9,5	7	350	253
1500	1655	7	5	8	6	10,5	8	498	376
2000	1860	7,5	5,5	9	6,5	11,5	9	642	488
2500	2535	7,5	5,5	9	6,5	11,5	9	765	580
3000	3175	7,5	5,5	9	6,5	11,5	9	885	667
4000	3550	8	6	9,5	7	12	10	1132	870
5000	3720	8,5	6,5	10	8	13	11	1375	1085

Η πίεση δοκιμής του μανδύα είναι 3,25 bar. Στην περίπτωση υπάρξεως θερμαντικής σερπαντίνας ή θερμαντικού στοιχείου μπορούν οι μούφες να τοποθετηθούν στον απέναντι πυθμένα. Για τα μεγέθη των 800 και 1000 l μπορούν οι μούφες να τοποθετηθούν στο καπάκι του λαιμού. Επιτρέπεται γενικά αντί για μούφες να τοποθετηθούν νίπελ ή φλαντζωτοί μαστοί για φλάντζες μέχρι DN 40 και για PN 10.

Πίνακας 4-5 Διαστάσεις μεγάλων παραγωγών με λαιμό και μανδύα

Περιε- χόμενο 1	Κυρίως παραγωγός								
	D	d ₁	d ₂	e ₁	e ₂	e ₃	L ₁	L ₂	L ₃
800	700	R1	R1	0	180	65	2175	2375	2250
1000	750	R1½	R1½	0	180	90	2375	2575	2450
1500	900	R1½	R1½	100	275	155	2500	2700	2575
2000	1000	R1½	R1½	50	300	200	2725	2925	2800
2500	1000	R2	R1½	50	300	200	3400	3600	3475
3000	1000	R2	R1½	50	300	200	4050	4250	4125
4000	1100	R2½	R2	50	300	240	4475	4675	4550
5000	1200	R2½	R2	50	300	285	4700	4900	4775

Συνέχεια πίνακα 4-5

Περιε- χόμενο 1	Κυρίως παραγωγός								Απόσταση εδρώνων l_2
	l_1	s_1		s_2		s_3			
		R	G	R	G	R	G		
800	1660	6,5	5,0	7,0	4,75	9,0	7	1405	
1000	1840	7,0	5,5	7,5	5,0	9,5	7	1590	
1500	1910	8,0	6,0	8,0	6,0	10,5	8	1655	
2000	2115	8,5	6,5	9,0	6,5	11,5	9	1860	
2500	2790	9,5	7,5	9,0	6,5	11,5	9	2535	
3000	3440	10,0	7,5	9,0	6,5	11,5	9	3175	
4000	3805	11,0	9,0	9,5	7,0	12,0	10	3550	
5000	3975	11,0	9,0	10,0	8,0	13,0	11	3720	

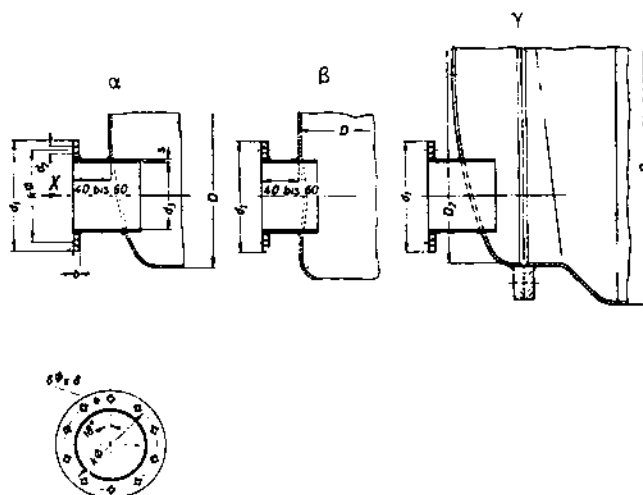
Συνέχεια πίνακα 4-5

Περιε- χόμενο l	Μανδύας							Επίφ. kg m ²		
	D ₁	d ₃	l ₃	l ₄	l ₅	s ₅	Περιε- χόμενο l	Επίφ. m ²	R	G
800	750	R2	1260	300	140	3	78	2,8	390	324
1000	800	R2	1445	300	140	3	77	3,5	473	395
1500	960	R2	1510	300	140	3	119	4,3	650	530
2000	1060	R2½	1715	300	150	3,5	147	5,4	855	700
2500	1060	R2½	2390	300	150	3,5	205	7,6	1127	943
3000	1060	R2½	3040	300	150	3,5	260	9,6	1380	1122
4000	1170	R3	3350	300	160	4	336	11,8	1835	1577
5000	1270	R3	3575	300	160	4	429	13,5	2125	1837

4.2.7 Διατάξεις για την προσθήκη ηλεκτρικών θερμαντικών στοιχείων

Στην περίπτωση, που οι ανωτέρω παραγωγοί εφοδιάζονται και με ηλεκτρική θέρμανση πρέπει να ικανοποιούν και τις διατάξεις ασφαλείας για ηλεκτρικούς θερμοσίφωνες. Ρυθμιστής θερμοκρασίας και θερμοστάτης ασφαλείας είναι σε κάθε περίπτωση απαραίτητα στοιχεία. Στο σχ. 4-9 φαίνονται οι ενδεικνυόμενοι λαιμοί για την τοποθέτηση των ηλεκτρικών θερμαντικών στοιχείων. Η φλάντζα μπορεί να φέρει στις οπές της σπείρωμα για φυτευτούς κοχλίες ή οπές ϕ 14 ή 16 για περαστούς κοχλίες. Η οπή των 6mm (βάθους 8mm) είναι για να καθορίζει την θέση του στοιχείου, του οποίου η φλάντζα φέρει αντίστοιχο πείρο. Αντίθετα με τα επιτασσόμενα για τα όργανα η φλάντζα μπορεί να φέρει οπές στο κατακόρυφο της επίπεδο. Το υλικό της φλάντζας είναι όμοιο με το υλικό του παραγωγού (St 37-2), το υλικό του μαστού επίσης το ίδιο (St 37-2, κυλινδρωμένο ραφτό) ή υλικό σωλήνα χωρίς ραφή με προδιαγραφές (St 35).

Οι διαστάσεις μαστών και φλαντζών φαίνονται στον πίνακα 4-6, ενώ οι διαστάσεις των διαφόρων διατάξεων στον πίνακα 4-7.



Σχ. 4-9 : Φλαντζωτοί μαστοί για την σύνδεση των ηλεκτρικών θερμαντικών στοιχείων στον σταθερό πυθμένα (α) στο κυλινδρικό περίβλημα (β) και στο κοχλιωτό γουβωτό καπάκι (γ).

Πίνακας 4-6 : Διαστάσεις μαστών και φλαντζών σε mm

Εξωτ. διάμετρος φλάντζας	d ₁	180	210	280
Πάχος	b	12	15	15
Αρχική διάμετρος οπών	k	150	180	245
Αριθμός οπών με σπείρωμα		8	10	12
Σπείρωμα	d ₂	M12	M12	M14
Εσωτ. διαμ. μαστού (min)	d ₃	110	148	205
Πάχος	s	5	5	7,1

Πίνακας 4-7 : Διαστάσεις των διατάξεων του σχ. 4-9 σε mm

Διατάξεις για παρα- γωγούς των παραγράφων	Περιεχό- μενο 1	Διάμετρος παραγωγού D	Διαμετρος λαιμού D ₂	e ₁	e ₂	e ₁	e ₂	e ₁	e ₂
				για d ₁		για d ₁		για d ₁	
				180	210	210	280	280	280
4.2.2	150	350	-	65	100	45	100	-	-
4.2.3	200	400	-	85	100	65	100	-	-
4.2.4	300	450	-	110	100	90	100	70	-
(1)	500	600	-	180	100	150	100	135	-
4.2.5	800	700	-	220	-	200	-	175	-
4.2.6	1000	750	-	240	-	220	-	195	-
(2)	1500	900	-	310	-	290	-	260	-
	2000 έως 3000	1000	-	350	-	330	-	305	-
	4000	1100	-	390	-	370	-	345	-
	5000	1200	-	430	-	410	-	385	-
4.2.5	800	700	500	140	-	110	-	90	-
4.2.6	έως	έως							
(3)	5000	1200							

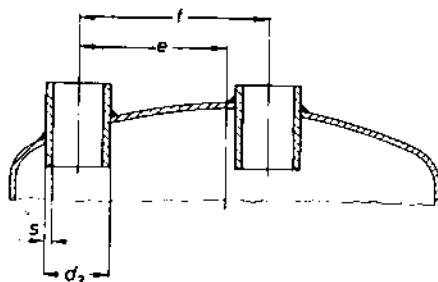
(1) = Τοποθέτηση στον σταθερό ή λυόμενο πυθμένα και το κυλινδρικό περίβλημα.

(2) = Τοποθέτηση στον σταθερό πυθμένα

(3) = Τοποθέτηση στο καπάκι

4.2.8. Διατάξεις για την προσθήκη σωληνωτών θερμαντικών στοιχείων

Και στην περίπτωση αυτή είναι απαραίτητη η ύπαρξη ασφαλιστικών διατάξεων και κυρίως ενός ρυθμιστή θερμοκρασίας και ενός αυτόματου διακόπτη ασφαλείας που καθορίζει την μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία (διακόπτης οριακής θερμοκρασίας). Περισσότερα εν προκειμένω στοιχεία ευρίσκονται στο DIN 4753. Στο σχ. 4-10 φαίνεται ο τρόπος συνδέσεως που είναι ο ίδιος για πυθμένες σταθερούς ή λυόμενους. Το υλικό του σωλήνα είναι St 35 ή St 37-2 το δέ υλικό της φλάντζας St 37-2. Τα στοιχεία της (διαστάσεις κ.λ.π.) επιλέγονται με τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του θερμαίνοντος ρευστού.



Σχ. 4-10 Σύνδεση προς σταθερό ή λυόμενο πυθμένα

Στον πίνακα 4-8 δίδονται τα πλήρη στοιχεία για την σύνδεση. Αυτά αφορούν στην σύνδεση σωληνωτών σερπαντινών και στοιχείων. Η σταθερή σύνδεσή τους με τα τοιχώματα του παραγωγού με συγκόλληση είναι επιτρεπτή. Μαστοί για στοιχεία ηλεκτρικής θερμάνσεως και μαστοί για σωληνωτές θερμαντικές διατάξεις ως άνω δεν επιτρέπεται να τοποθετούνται σε ένα και τον αυτόν πυθμένα.

5. ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Συνιστάται προκειμένης της διαμορφώσεως και κατασκευής δικτύου διανομής θερμού νερού η κατωτέρω οργάνωση. Κύριοι παράγοντες του έργου είναι λειτουργικά :

- ο εργοδότης εκπροσωπούμενος από κατάλληλο τεχνικό της επιλογής του

- ο μελετητής

- ο εργολάβος (κατασκευαστής) του έργου εκπροσωπούμενος από τον υπεύθυνο του έργου τεχνικό.

Είναι προφανές, ότι σε συνάρτηση με το μέγεθος του έργου δυνατόν δύο ή και τρεις λειτουργίες να καλύπτονται από αυτό πρόσωπο.

Ο εργοδότης αναθέτει την μελέτη του δικτύου σε αρμόδιο πρόσωπο, η οποία πρέπει να περιλαμβάνει τα εξής :

α) Περιγραφή του επιλεγέντος συστήματος (π.χ. δισωλήνιο με διανομή εκ των άνω κ.λ.π.) και αιτιολόγηση της επιλογής.

β) Πλήρη μελέτη ροής με υπολογισμό των θλιπτικών πτώσεων κατά τμήμα του δικτύου καθώς και των θερμοκρασιακών απωλειών, στην οποία θα καθορίζονται οι διάμετροι της κατασκευής.

γ) Πλήρη μελέτη των διαστολών, εκ της οποίας θα προκύπτουν :

- το μέγεθος (και το είδος) του δοχείου διαστολής

- η στήριξη του δικτύου

- η παραλαβή των διαστολών

- τα χαρακτηριστικά του συστήματος ασφαλείας.

δ) Πλήρη στοιχεία για τα υλικά, που θα χρησιμοποιηθούν (σωλήνες, εξαρτήματα, όργανα κ.λ.π.), τις συνδέσεις, τα έδρανα κ.λ.π. και οδηγίες για την κατασκευή.

ε) Πλήρες αξονικό σχέδιο του δικτύου (όχι μονογραμμικό) προσαγωγής και απαγωγής του θερμού νερού, επί του οποίου αναγράφονται :

- οι κύριες διαστάσεις

- στοιχεία της ροής του νερού
 - τα ειδικά εξαρτήματα, που επηρεάζουν την λειτουργία
 - στοιχεία για την στήριξη των σωλήνων και την παραλαβή των διαστολών
 - στοιχεία για το είδος των σωλήνων και των συνδέσεων αυτών
 - στοιχεία για τα σώματα (σώματα ακτινοβολίας, κονβέκτορες, σωληνωμένες επιφάνειες κ.λ.π.), που αποδίδουν την θερμότητα
 - οι προκύπτουσες από την θερμική μελέτη αναγκαίες ποσότητες θερμότητας
 - κάθε άλλο στοιχείο για τον σχηματισμό πλήρους εικόνας για την μεταφορά, διανομή και εν γένει ροή της θερμότητας.
- στ) Σχέδια λεπτομερειών, όπου αυτά είναι αναγκαία.

Όλα αυτά τα στοιχεία παραδίδονται στον εργολάβο (κατασκευαστή) εγγράφως. Ο κατασκευαστής οφείλει να ελέγξει την ορθότητα των υπολογισμών και ιδιαίτερα, ότι αφορά στις διαμέτρους των σωληνώσεων και στην επάρκεια της επιφανείας των σωμάτων ή διατάξεων, που προσδίδουν στους προς θέρμανση χώρους την θερμότητα.

Στην διαδικασία αυτή δεν περιλαμβάνονται τυχόν διατάξεις κλιματισμού.

Στην μελέτη μπορεί να περιληφθεί και σύστημα κεντρικής παραγωγής και διανομής θερμού νερού γενικής χρήσεως. Αν στην αρχική μελέτη δεν έχει περιληφθεί αυτό, επιτρέπεται την πρόσθετη μελέτη να την αναλάβει ο κατασκευαστής, που αναλαμβάνει και την ευθύνη για την αρτιότητα του όλου συστήματος.

5.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Στόχος του υπολογισμού της ροής είναι να προσδιορισθούν οι κατάλληλες διάμετροι των σωληνώσεων, ώστε σε συνάρτηση με τις μέγιστες εκάστοτε προκρινόμενες θλιπτικές πιώσεις να επιτυγχάνεται η ασφαλής, απρόσκοπτη, ήρεμη και οικονομική λειτουργία των δικτύων.

Γίνεται εξ αρχής παραδεκτό, ότι για την εξεταζόμενη περιοχή πιέσεων και θερμοκρασιών μπορούν να γίνουν απλουστεύσεις, που επιτρέπουν υπολογισμό των αντιστάσεων ροής (ανάλογα με το σύστημα μονάδων) από τις παρακάτω σχέσεις :

- για ευθύγραμμα τμήματα σωλήνων κατά τμήμα

$$p_1' - p_2' = \lambda \frac{1}{d} \frac{w^2}{2} \rho = \lambda \frac{1}{d} \frac{w^2}{2} \frac{\gamma}{g} \quad \text{N/m}^2, \text{ kp/m}^2 \quad (5-1)$$

- για αντιστάσεις στοιχείων (κατά στοιχείο)

$$p_1'' - p_2'' = \zeta_i \frac{w^2}{2} \rho = \zeta_i \frac{w^2}{2} \frac{\gamma}{g} \quad \text{N/m}^2, \text{ kp/m}^2 \quad (5-2)$$

- για τις συνολικές αντιστάσεις

$$\begin{aligned} p_1 - p_2 &= (p_1' - p_2') + \Sigma (p_1'' - p_2'') \\ &= \lambda \frac{1}{d} \frac{w^2}{2} \rho + \Sigma \zeta_i \frac{w^2}{2} \rho \quad \text{N/m}^2 \end{aligned} \quad (5-3)$$

$$= \lambda \frac{1}{d} \frac{w^2}{2} \frac{\gamma}{g} + \Sigma \zeta_i \frac{w^2}{2} \frac{\gamma}{g} \quad \text{kp/m}^2 \quad (5-4)$$

όπου λ = συντελεστής τριβών

d = διάμετρος εσωτερική του σωλήνα σε m

w = ταχύτητα ροής σε m/s

ρ = πυκνότητα του θερμού νερού σε kg/m³

γ = ειδικό βάρος του θερμού νερού σε kp/m³

g = επιτάχυνση της βαρύτητας σε m/s²

ζ_i = συντελεστής τριβής τυχόντος
στοιχείου i

Οι συντελεστές τριβών λ και ζ_i υπολογίζονται κατά τα διδασκόμενα από την ρευστομηχανική.

Είναι προφανές ότι, ο υπολογισμός μπορεί να γίνει και με τα ισοδύναμα μήκη των τοπικών αντιστάσεων οπότε

$$\Delta p = \lambda \frac{l_a}{d} \frac{w^2}{2} \rho = \lambda \frac{l_a}{d} \frac{w^2}{2} \frac{\gamma}{g} \quad \text{N/m}^2, \text{ kp/m}^2 \quad (5-5)$$

όπου l_a το συνολικό ανηγμένο μήκος.

Συνηθίζεται στην περίπτωση του θερμού νερού ο υπολογισμός των αντιστάσεων ροής να γίνεται με αναγωγή τους στο 1m οπότε

$$R = \frac{\Delta p}{l} = \lambda \frac{\rho}{d} w^2 \approx 6,42 \cdot 10^4 \lambda G^2 \frac{1}{d^5} \quad \text{N/m}^2 \cdot \text{m} \quad (5-6)$$

όπου R η ανά μέτρο θλιπτική πτώση και G η παροχή νερού σε kg/h.

Οι συνολικές αντιστάσεις είναι τότε

$$\Delta p = \Sigma(R \cdot L) + \Sigma \zeta_i \quad (5-7)$$

Συνιστάται για τον υπολογισμό να παίρνονται κατ'αρχήν προσωρινές διαμέτροι βάσει των στοιχείων, που προκύπτουν από τον σχεδιασμό. Τα διάφορα εγχειρίδια δίδουν για διευκόλυνση σχετικά διαγράμματα ή πίνακες εκλογής διαμέτρων σε συνάρτηση π.χ. της ρέουσας ποσότητας θερμότητας. Με βάση τα πρώτα αυτά αποτελέσματα γίνεται η οριστική επιλογή διαμέτρων και ο τελικός υπολογισμός. Προς διευκόλυνση συνιστάται ο σχηματισμός καταλλήλου πίνακα. Ένα τέτοιο δείγμα δίδει ο πίνακας 5-1. Κατά περίπτωση δικτύου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Σε ένα δίκτυο π.χ. με βαρύτητα, οι συνολικές αντιστάσεις δεν μπορούν να υπερβαίνουν την δρώσα δύναμη Δp_s .

$$\Delta p \leq \Delta p_s = H \cdot g (\rho_e - \rho_\pi) \text{ kg/ms}^2, \text{ N/m}^2 \quad (5-8)$$

όπου H =ύψος υδατίνης στήλης σε m, ρ_e και ρ_π οι πυκνότητες του νερού επιστροφής και προσαγωγής σε kg/m^3 και g =η επιτάχυνση της βαρύτητας σε m/s^2 .

Για την περίπτωση θερμάνσεων με αντλία τις αντιστάσεις ροής αντισταθμίζουν η άνοση Δp_s και το μανομετρικό ύψος της αντλίας Δp_p . Είναι δηλ.

$$\Delta p = \Delta p_s + \Delta p_p \quad (5-9)$$

Για την επιλογή των διαμέτρων συνιστώνται ταχύτητες νερού 0,5 έως 1,5 m/s και μόνο σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις (κυρίως απομακρυσμένες από το λέβητα εγκαταστάσεις) μέχρι και υπέρ τα 3 m/s. Αντίστοιχα συνιστάται οι πτώσεις πίεσεως ανά m σωλήνα να είναι τάξεως 5-10mm $\text{H}_2\text{O/m}$ και μόνο σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις μέχρι 20mm $\text{H}_2\text{O/m}$.

Στην διεθνή βιβλιογραφία και τα εγχειρίδια δίδονται αναλυτικότερα στοιχεία για τον υπολογισμό των διαφόρων ειδικών περιπτώσεων.

5.3 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΛΙΚΩΝ

Το είδος και η ποιότητα των μηχανημάτων και υλικών, που θα χρησιμοποιηθούν για την πραγματοποίηση της κατασκευής χωρίς να ενσωματωθούν σ'αυτήν είναι της απολύτου επιλογής του εργολάβου.

Πίνακας 5-1: Υπολογισμός θαλιπτικών πιέσεων

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Στοιχεία που προκύπτουν από τον σχεδιασμό								
Τμήμα αγωγού	Μήκος αγωγού	Πίεση	Θερμοκρασία	Ειδικός όγκος	Πυκνότητα	Ρέουσα ποσότητα	Ρέων όγκος	Πρόσθετα στοιχεία

11	12	13	14	15	15	17	18	19
Προσωρινός υπολογισμός								
Προσωρινή διάμετρος	Ταχύτητα	Συντελεστής λ	Θαλιπτική πτώση R ανά m	Συνολική θαλιπτική πτώση $R \sum \Delta p$	Τοπικές αντιστάσεις ΣΖ	Συνολικές αντιστάσεις τμήματος $R1+\Sigma Z$	Άθροισμα αντιστάσεων μέχρι πέ-ρατος του τμήματος	
				εμβαγγραμμου τμήματος $R1_i$				

Συνέχεια πίνακα 5-1

21	22	23	24	25	25	27		
Τελικός υπολογισμός								
Τελική διάμετρος	Τελική ταχύτητα	Θλιπτική πίεση R ανά m	Συνολική θλιπτική πίεση ευθυνόρμιου τμήματος RI_1	Τοπικές αντιστάσεις ΣΣ	Συνολικές αντιστάσεις τμήματος $R1+ΣΣ$	Άθροισμα αντιστάσεων μέχρι πέ- ρατος του τμήματος		
31	32							
Διασφα 26-17	Διασφα 27-18							

Το είδος, οι διαστάσεις και η ποιότητα των υλικών, οργάνων, συσκευών, μηχανημάτων κ.λ.π. στοιχείων, που θα ενσωματωθούν στην κατασκευή πρέπει να είναι σύμφωνα με τα συνιστώμενα, από την παρούσα οδηγία και να μην έχουν χρησιμοποιηθεί.

Για όσα δεν προβλέπονται σ' αυτήν ισχύουν οι προδιαγραφές του ΕΛΟΤ και αν δεν υπάρχουν τέτοιες οι προδιαγραφές ISO ή Euronorm και σε συμπλήρωσή τους οι προδιαγραφές DIN.

Για τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις ισχύουν οι κανονισμοί της ΔΕΗ.

Εφ' όσον στην σύμβαση κατασκευής προβλέπεται, ότι ο εργοδότης θα προμηθεύσει ορισμένα υλικά ή μηχανήματα, πρέπει ο κατασκευαστής του έργου να τον ειδοποιήσει για τον χρόνο, που πρέπει να παραδοθούν. Η ποιότητα αυτών πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση προς την επιβαλλόμενη από την παρούσα οδηγία.

5.4 ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

1. Τα δίκτυα θερμάνσεως συνιστάται να διαμορφώνονται από ευθύγραμμα τμήματα παράλληλα προς τους τοίχους και κοντά σ' αυτούς, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για γραμμές υπό το δάπεδο, ώστε σε περίπτωση ανάγκης επεμβάσεως να περιορίζεται η επερχόμενη ζημία.

2. Η σύνδεση δύο καθέτων ευθυγράμμων τμημάτων γίνεται με καμπύλες 90° (κοχλιωτές ή συγκολλητές, ανάλογα με το ακολουθούμενο σύστημα συνδέσεως) ή και με καμπύλωση των σωλήνων. Για χαλυβοσωλήνες αυτή μπορεί να γίνει εν ψυχρώ ή εν θερμώ με κατάλληλα μηχανήματα και για $r \geq 4\delta$ μέχρι διαμέτρου 101,6. Για μεγαλύτερες διαμέτρους η καμπύλωση μπορεί να γίνει μόνο εν θερμώ. Η μέγιστη απόκλιση από την κυκλικότητα είναι 5% αναγόμενη στην διάμετρο. Συνιστάται να προβλέπεται δυνατότητα λύσεως των τμημάτων μεγαλύτερου μήκους δικτύων. Για χαλκοσωλήνες ιδέ κεφάλαιο 2.2.1.4.

3. Στα περάσματα από τοίχους και δάπεδα (που υποχρεωτικά γίνονται μέσω προστατευτικού σωλήνα) δεν επιτρέπεται να υπάρχει εξάρτημα ή συγκόλληση.

Στα περάσματα από τοίχους υπογείων πρέπει να αφεθεί αρκετός χώρος για να αντιμετωπισθεί και η περίπτωση συνήθους καθιζήσεως του τοίχου.

4. Οι σωληνώσεις θερμάνσεως (και θερμού νερού παραγόμενου από την θέρμανση) δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται σαν φέροντα στοιχεία άλλων κατασκευών ούτε για γειώσεις.

5. Γενικά δεν συνιστάται ο εντοιχισμός των σωληνώσεων των θερμάνσεων. Αυτές πρέπει να είναι ελεύθερες και να μπορούν άνετα να διασταλούν. Όπου κριθεί αναγκαία η κάλυψή τους, αυτή μπορεί να γίνει κατά τρόπο που δεν εμποδίζει την λειτουργικότητα του δικτύου (οριζόντια και κατακόρυφα επιθεωρήσιμα κανάλια, κάλυψη με γυψοσανίδες κ.λ.π.). Σε κάθε περίπτωση ο τυχών εντοιχισμός σωληνώσεων μπορεί να είναι αποφασιστικής σημασίας για τον χρόνο ζωής της σωληνώσεως λόγω διαβρώσεων εκ της επιδράσεως του περιβάλλοντος ιδιαίτερα σε ευπαθή υλικά όπως π.χ. ο χαλκός.

6. Η διέλευση του δικτύου από υγρούς χώρους επιβάλλει την λήψη ιδιαίτερων μέτρων προστασίας του. Το αυτό ισχύει για την διέλευση από χώρους, των οποίων η ατμόσφαιρα μπορεί να επιδράσει στα υλικά του δικτύου. Σε περιοχές, που υπάρχει πιθανότητα παγετού (για την περίπτωση, που η εγκατάσταση ευρεθεί εκτός λειτουργίας) πρέπει να προστατεύονται με ειδική μόνωση όλα εκείνα τα τμήματα, που θα μπορούσαν να διατρέξουν κίνδυνο.

7. Η τοποθέτηση δικτύου θερμάνσεως σε επισκέψιμα κανάλια, όπου διέρχονται και άλλα δίκτυα επιτρέπεται υπό τον όρο ότι δεν υπάρχουν κίνδυνοι από την αλληλοεπίδρασή τους. Σε οριζόντια π.χ. κανάλια στα οποία είναι τοποθετημένα και ηλεκτρικά ή τηλεφωνικά δίκτυα πρέπει το δίκτυο θερμάνσεως να είναι ισχυρά μονωμένο, να τοποθετείται στην αντίθετη πλευρά από αυτά και σε μικρότερο ύψος.

5.5 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Ο εργολάβος πρέπει να οργανώσει στο εργοτάξιο την αποθήκευση υλικών και οργάνων κατά τρόπο, ώστε να μη διατρέχουν κίνδυνο βλάβης τους. Επίσης πρέπει να οργανώσει τα της εισαγωγής σ' αυτήν και τα της εξαγωγής από αυτήν σε τρόπο ώστε αφ' ενός να εξασφαλίζεται η ορθή διακίνηση και αφ' ετέρου ο έλεγχος ποιότητας και εν γένει καταλληλότητας υλικών και οργάνων.

Ο εργολάβος πρέπει εγκαίρως να ζητήσει από τον εργοδότη την κατασκευή των τυχόν αναγκαίων θεμελιώσεων, βάσεων, διόδων κ.λ.π. εφ' όσον δεν προβλέπεται άλλως από την σχετική σύμβαση. Όταν αυτές ετοιμασθούν πρέπει να τις ελέγχει, όσον

αφορά στην καταλληλότητά τους. Πρέπει επίσης εγκαίρως να ενημερώσει τον εργοδότη για τα βάρη της κατασκευής του και τις δυνάμεις, που θα αναπτυχθούν από αυτές. Παράλληλα θα πρέπει έγκαιρα να ελέγξει τις επιδράσεις της κατασκευής του στην οικοδομική κατασκευή και να ενημερώσει τον εργοδότη πριν από την πραγματοποίησή της.

Αν μετά την ανάθεση του έργου του δημιουργηθούν προβληματισμοί τόσο γι' αυτή καθ'εαυτή την μελέτη του δικτύου ή άλλα σημεία της όλης θερμικής μελέτης και ιδιαίτερα όσον αφορά :

- στις κατασκευές του λεβητοστασίου και την προμήθεια και αποθήκευση του καυσίμου
- στην κατασκευή βάσεων, θεμελιώσεων, διόδων κ.λ.π.
- στην ανεπάρκεια διατομών, καπνοδόχων, καπναγωγών κ.λ.π.
- στην ανεπάρκεια των μέσων μείωσης θερμικών απωλειών, θορύβων κ.λ.π.
- άλλα στοιχεία της όλης εγκαταστάσεως θερμάνσεως, πρέπει να τους γνωστοποιήσει γραπτώς στον εργοδότη.

Επεμβάσεις στην κτηριακή κατασκευή επιτρέπονται μόνο με έγκριση του εργοδότη. Υλικά, που βλάπτουν την εγκατάσταση (όπως π.χ. γύψος, που βλάπτει τον χάλυβα) δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται.

Αν στις προδιαγραφές δεν προβλέπονται άλλα, επαρκεί η επιλογή χαλυβοσωλήνων με κατά μήκος ραφή. Η τοποθέτησή τους πρέπει να γίνεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορούν χωρίς βλάβη ή πρόσθετη αξιολογη καταπόνηση να διασταλούν. Για γραμμές παράλληλες ή διασταυρούμενες πρέπει να υπάρχουν τόσες μεταξύ τους αποστάσεις, ώστε να μην υπάρξει περίπτωση επαφής τους στην ψυχρή ή θερμή κατάσταση. Τούτο ισχύει και για όλες τις σωληνώσεις θερμάνσεως και θερμού νερού, που πρέπει να μονωθούν. Οι θέσεις των διακλαδώσεων, οι θέσεις ελέγχου, οι θέσεις των αυτομάτων και εν γένει ρυθμιστικών οργάνων πρέπει να επιλέγονται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να υπάρχει εύκολη πρόσβαση σ' αυτά.

Στην περίπτωση, που τμήμα κυρίας σωληνώσεως πρέπει να τοποθετηθεί υπό την γη, η τοποθέτηση πρέπει να γίνει μέσα σε κανάλι και κατά τρόπο, που να μπορεί να αντικατασταθεί.

Η διόδος των σωλήνων από τοίχους, δάπεδα κ.λ.π. στοιχεία της οικοδομικής κατασκευής γίνεται μέσω σωληνωτού δακτυλίου (φουρώ), που διατρέχει όλο το οικοδομικό στοιχείο και εξέρχεται αυτού κατά 20 mm σε τρόπο, ώστε να μη μπορεί να υπάρξει επαφή μεταξύ σωλήνα και οικοδομικού στοιχείου. Το ενδιάμεσο κενό κλείνεται με κατάλληλο ελαστικό υλικό.

Εάν στον σχεδιασμό του δικτύου προβλέπονται διακεκριμένοι κλάδοι, αυτοί πρέπει να μπορούν να απομονωθούν. Συνιστάται η διαμόρφωση διανομένων στο λεβητοστάσιο και η χρησιμοποίηση αποφρακτικών οργάνων στην τροφοδότηση και στην επιστροφή. Συνιστάται επίσης να προβλέπεται η εύκολη εξαέρωση του κάθε κλάδου, όπως και η εγκατάσταση ανεξάρτητων ρυθμίσεων κατά κλάδο.

Η εγκατάσταση των κυκλοφορητών μπορεί να γίνει πριν ή μετά τον λέβητα σε συνδυασμό όμως και με το σύστημα ασφαλείας. Συνιστάται πάντως να επιλέγεται θέση και διαμόρφωση τοπικού δικτύου τέτοια, ώστε να περιορίζονται κατά το δυνατόν οι κίνδυνοι αναρροφήσεως αέρα. Για την περίπτωση μεγαλύτερων εγκαταστάσεων, όπου τυχόν υπάρχει πιθανότητα αξιόλογης αυξήσεως της πίεσης (π.χ. σε μερικά φορτία) πρέπει να ελέγχεται η στάθμη θορύβου και να λαμβάνονται μέτρα, ώστε αυτή να μην υπερβαίνει τα επιτρεπτά όρια.

Κάθε εγκατάσταση πρέπει να είναι εφοδιασμένη με τα απαραίτητα όργανα λειτουργίας και ρυθμίσεως αυτής (συμπεριλαμβανομένων και των διατάξεων ασφαλείας), που επιβάλλουν οι κανονισμοί. Οι θέσεις όμως των αισθητηρίων πρέπει να επιλέγονται με ιδιαίτερη προσοχή, ώστε οι τιμές των μετρουμένων μεγεθών να είναι ορθές και να ανταποκρίνονται στα προσδοκώμενα.

Τα χρησιμοποιούμενα σώματα πρέπει να είναι τυποποιημένα και ελεγμένα, όσον αφορά στην θερμική απόδοσή τους και την αντοχή τους. Αν για οποιοδήποτε λόγο προβλέπεται μέση θερμοκρασία του νερού μικρότερη από 80°C πρέπει να γίνει αντίστοιχη αύξηση της επιφανείας τους. Ο εργολάβος πρέπει επίσης να λαμβάνει υπόψη του τυχόν επιδράσεις επί της αποδόσεως

τους προερχόμενες από τοπικές συνθήκες, ειδικές βαφές, επενδύσεις κ.λ.π.

Για την ομαλή ροή του αέρα για τα χυτοσιδηρά και χαλύβδινα σώματα καθορίζεται απόσταση από τον τοίχο 40 mm και από άνω τοποθετημένο εμπόδιο στο μεν επίπεδο του τοίχου 40 mm, στο δε επίπεδο (κατακόρυφο) των εξωτερικών άκρων του σώματος 65 mm. Ένα μάρμαρο π.χ. πρέπει να αφήνει ελεύθερο χώρο 65mm. Ελεύθερο ύψος από το δάπεδο τουλάχιστον 70 mm είναι απαραίτητο. Για άλλης μορφής σώματα πρέπει να ακολουθούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή, του οποίου και οι κατασκευές και οι οδηγίες πρέπει να έχουν τύχει ελέγχου και επιβεβαίωσης αρμοδίου εργαστηρίου.

Συνιστάται τα σώματα να είναι εφοδιασμένα με διακόπτες (διπλής ρυθμίσεως) κατά την είσοδο και (απλής ρυθμίσεως χωρίς ρυθμιστικό σύστημα) κατά την έξοδο του νερού, για να μπορεί αφ'ενός να ρυθμισθεί η ροή και να μπορεί αφ'ετέρου να απομονωθούν και να αντικατασταθούν τα σώματα χωρίς διακοπή λειτουργίας της εγκαταστάσεως.

5.6 ΡΥΘΜΙΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΕΣ

Οι ρυθμίσεις και δοκιμές των εγκαταστάσεων που αναφέρονται στα επόμενα είναι υποχρεωτικές για όλα τα έργα δημόσια και ιδιωτικά χωρίς να είναι απαραίτητη ιδιαίτερη αναφορά στην σύμβαση έργου.

5.6.1 Ανομοιομορφία στην πρόσδοση της θερμότητας

Όσο προσεκτικός και αν είναι ο υπολογισμός της ροής ενός δικτύου θερμάνσεως δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί στην πράξη πλήρης ισότητα αντιστάσεων για τα κυκλώματα όλων των θερμαντικών σωμάτων, έτσι ώστε και με την συνεπικουρία των θερμικών απωλειών των σωλήνων να μην εξασφαλίζονται ούτε οι ίδιες θερμοκρασίες εισόδου-εξόδου από τα διάφορα θερμαντικά σώματα, ούτε η ίδια μέση τους θερμοκρασία. Και αν ακόμη δεν επιτευχθούν στη πράξη οι ίδιες θερμοκρασίες εισαγωγής-εξαγωγής σε πολλές περιπτώσεις

είναι επιτευκτική η ίδια μέση θερμοκρασία των σωμάτων. Αυτή είναι γενικά απαραίτητη για λόγους δικαίας κατανομής της θερμότητας που ανταποκρίνεται και προς τις κατευθύνσεις της TOTEE 2427/83, που αφορά την κατανομή δαπανών κεντρικής θερμάνσεως. Αυτή η ίδια μέση θερμοκρασία των σωμάτων μπορεί να επιτευχθεί με κατάλληλη ρύθμιση της ροής.

Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις, στις οποίες ο μελετητής για ειδικούς κατά περίπτωση λόγους έχει προβλέψει διαφορετικές μέσες θερμοκρασίες των καθέκαστα σωμάτων και έχει σύμφωνα με αυτές επιλέξει το μέγεθος (επιφανείας) των σωμάτων. Τότε η ρύθμιση της ροής στοχεύει στην επίτευξη των μέσων θερμοκρασιών, που έχει προβλέψει ο μελετητής.

Το που θα παρουσιαστούν οι περισσότερες αντιστάσεις ροής είναι θέμα σχεδιασμού του δικτύου. Στις συνηθισμένες περιπτώσεις ανοικτών διωληνίων δικτύων με κατακόρυφες στήλες και κυκλοφορητή (ιδέ και σχ. 1-3 σελ. 5) οι περισσότερες αντιστάσεις (και η μικρότερη ροή) παρουσιάζεται στα υψηλότερα τοποθετημένα σώματα της πύθ απομακρυσμένης από τον λέβητα στήλης.

Η ρύθμιση της ροής γίνεται με προσθήκη αντιστάσεων ροής μέσω ρυθμιστικών οργάνων. Για μικρότερα δίκτυα επαρκούν οι διακόπτες των σωμάτων (τοποθετούμενοι συνήθως στην εισαγωγή), που φέρουν και ειδική προς τούτου διάταξη, που αφορά στον καθορισμό του μεγίστου της ροής. Η επέμβαση σ' αυτή την διάταξη προρυθμίσσεως (κώνος ή δακτύλιος ή άλλη διάταξη) γίνεται από έξω κατά την ρύθμιση της εγκαταστάσεως. Για μεγαλύτερα δίκτυα απαιτούνται συνήθως και ρυθμιστικά όργανα κατά κλάδο.

Αυτά μπορεί να είναι δικλείδες, σύρτες ή κρουνοί. Το ίδιο ισχύει για την περίπτωση, που από κεντρικό δίκτυο τροφοδοτούνται ανεξάρτητα τοπικά δίκτυα όπως π.χ. στην περίπτωση ανεξαρτήτων κατά διαμέρισμα οριζοντίων μονοσωληνίων ή διωληνίων δικτύων, που τροφοδοτούνται από το ίδιο κεντρικό σύστημα.

Δεδομένης της διαφοράς αντιστάσεων μεταξύ μελέτης και πραγματικότητας και της επιδράσεως άλλων θερμικών παραγόντων πρέπει να προβλεφθεί σε κάθε περίπτωση ρύθμιση της εγκαταστάσεως. Αυτή αναφέρεται πάντοτε στις προβλεφθείσες από την μελέτη θερμοκρασίες των εσωτερικών χώρων t_L και για την ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία t_a . Μη επίτευξη μετά την ρύθμιση της t_L για την t_a , που προβλέπει η μελέτη, επιβάλλει κατάλληλες αλλαγές στην εγκατάσταση.

5.6.2. Δοκιμές στεγανότητας

Μετά το πέρας των εργασιών και την έκπλυση του δικτύου και πριν να καλυφθεί οποιοδήποτε σημείο της εγκαταστάσεως (π.χ. δίοδοι δια τοίχων, δαπέδων κ.λ.π.) καλεί ο εργολάβος τον εργοδότη ή τον νόμιμο εκπρόσωπό του να παραστεί στην δοκιμή στεγανότητας (υδραυλική δοκιμή) της εγκαταστάσεως. Εάν ο εργοδότης ή ο εκπρόσωπός του δεν προσέλθουν προς τούτο εντός λογικού χρονικού διαστήματος ο εργολάβος προχωρεί μόνος στην δοκιμή.

Η πίεση δοκιμής (με νερό θερμοκρασίας περιβάλλοντος) ορίζεται ίση προς 1,3 της μέγιστης πίεσεως, που αναπτύσσεται στο δίκτυο κατά την θερμή κατάσταση αλλά τουλάχιστον κατά 1 bar μεγαλύτερη της και όχι μικρότερη από 1 bar. Συνιστάται να ακολουθεί αμέσως και η δοκιμή με θερμό νερό θερμοκρασίας ίσης προς την προβλεπόμενη από την μελέτη μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας για να ελέγχεται η στεγανότητα και σε θερμή κατάσταση.

Ο εργολάβος εκδίδει πιστοποιητικό δοκιμών, που υπογράφεται και από τον επί κεφαλής του συνεργείου της κατασκευής και το παραδίδει με έγγραφο στον εργοδότη.

Στο πιστοποιητικό αναγράφονται :

- ο τόπος (με πλήρη διεύθυνση) της εγκαταστάσεως, η ισχύς της, η μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση και η μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας της.
- το ονοματεπώνυμο και η διεύθυνση του κατασκευαστή
- η ημερομηνία, που έγινε η δοκιμή
- η πίεση της δοκιμής
- η χρονική διάρκεια της υπό πίεση καταπονήσεως της εγκαταστάσεως.

Στο πιστοποιητικό περιλαμβάνεται και δήλωση του εργολάβου, ότι η όλη εγκατάσταση είναι στεγανή και ότι σε κανένα σημείο της δεν βρέθηκε μετά από ειδικό έλεγχο μόνιμη παραμόρφωση.

5.6.3. Λειτουργικός έλεγχος

Ο εργολάβος οφείλει να ελέγξει και την απρόσκοπτη λειτουργία της εγκαταστάσεως. Προς τούτο καλεί τον εργοδότη

να παραστεί όπως στην παράγραφο 5.6.2. Εάν δεν είναι ο ίδιος ο κατασκευαστής του λεβητοστασίου, ο εργοδότης έχει την υποχρέωση να μεριμνήσει για την λειτουργία των εγκαταστάσεων παραγωγής της θερμότητας κατά την ημέρα ελέγχου της λειτουργίας των εγκαταστάσεων.

Ο λειτουργικός έλεγχος ολοκληρώνεται με την πρώτη ρύθμιση των εγκαταστάσεων.

Αυτή είναι δυνατή εφόσον το επιτρέπουν οι εξωτερικές συνθήκες και εφόσον μπορεί να πραγματοποιηθεί μιά διαφορά θερμοκρασιών εσωτερικού χώρου και περιβάλλοντος $\Delta t = t_L - t_a \geq 10 \text{ grad}$. Σε αντίθετη περίπτωση ο λειτουργικός έλεγχος επαναλαμβάνεται υπό κατάλληλες συνθήκες, πραγματοποιείται δε ως εξής :

1. Ελέγχεται κατά πόσον η εγκατάσταση είναι γεμάτη νερό (από την δοκιμή στεγανότητας) ή γεμίζεται πάλι εξαρχής.
2. Ελέγχονται όλες οι δικλείδες (δικτύου και σωμάτων) κατά πόσον είναι πλήρως ανοικτές. Ιδιαίτερα ελέγχεται κατά πόσον είναι ανοικτός ο εσωτερικός ρυθμιστικός μανδύας ή οι άλλες αντίστοιχες διατάξεις των δικλείδων των σωμάτων.
3. Τίθεται σε λειτουργία ο καυστήρας και ακολουθεί σχολαστικός εξαερισμός του όλου δικτύου (επανειλημμένος εξαερισμός).
4. Ελέγχεται η τελική θερμοκρασία του νερού (θερμοκρασία εξόδου από τον λέβητα) και κατά πόσον τίθεται αυτομάτως εκτός λειτουργίας ο καυστήρας μόλις επιτευχθεί η ανώτατη θερμοκρασία του νερού (έλεγχος λειτουργίας υδροστάτη). Ελέγχεται επίσης η θερμοκρασία νερού που αυτομάτως ξαναανάβει ο καυστήρας. Η διαφορά αυτών των θερμοκρασιών πρέπει να είναι της τάξεως των 5-7 grad και σε καμμία περίπτωση να μην υπερβαίνει τους 10 grad. Εάν υπάρχει θερμοστάτης χώρου ελέγχεται και η καλή λειτουργία αυτού.
5. Ελέγχεται όλη η διαστολή του συστήματος και ιδιαίτερα αν το δοχείο διαστολής παρέλαβε το νερό που διεστάλει, χωρίς να παρουσιαστούν υπερχειλίσσεις. Σε αντίθετη περίπτωση πρέπει να αλλαγεί το δοχείο διαστολής και να τοποθετηθεί μεγαλύτερο.
6. Μετρούνται οι θερμοκρασίες στην εισαγωγή και την εξαγωγή των σωμάτων και ρυθμίζεται η ροή του νερού (με ρύθμιση του εσωτερικού μανδύα) ή άλλου συστήματος των δικλείδων έτσι ώστε να επιτευχθεί ενιαία μέση θερμοκρασία του νερού.

7. Εάν έχει προβλεφθεί από την σύμβαση ρύθμιση με βάση την θερμοκρασία του χώρου ακολουθεί (συνήθως μόνο κατά την τελική ρύθμιση) επαναρύθμιση της ροής στα καθέκαστα σώματα με βάση την θερμοκρασία αέρα, που μετρείται μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας, όπως στην § 3.1.5.

Υπενθυμίζεται, ότι η ρύθμιση αφορά στην ροή του νερού, ώστε τα σώματα να αποδίδουν την προβλεφθείσα ποσότητα θερμότητας, που καθορίζεται από την μέση θερμοκρασία τους $t_m = \frac{t_v + t_L}{2}$ για θερμοκρασία αέρα $t_L = 20^\circ\text{C}$. Η ροή αυτή μπορεί να ρυθμιστεί και με άλλες μέσες θερμοκρασίες και άλλη θερμοκρασία αέρα. Ως εκ τούτου οφείλει ο υπεύθυνος της κατασκευής να καθορίζει για κάθε σώμα τις συνθήκες, που σε συνάρτηση με το είδος των σωμάτων πρέπει να επικρατήσουν κατά τις δοκιμές ρυθμίσεως.

Θεωρείται πάντως απαραίτητο να χρησιμοποιούνται αισθητήρια (ή και όργανα) θερμοκρασίας πολύ ευαίσθητα, ώστε να παρακολουθούν χωρίς αδράνεια τις μεταβολές της θερμοκρασίας νερού και αέρα (τρία αισθητήρια και ένα όργανο ή τρία όργανα).

Η τελική ρύθμιση και ο έλεγχος των αποδόσεων γίνεται κατά την πρώτη περίοδο θερμάνσεως από το πέρας των εργασιών κατασκευής της εγκαταστάσεως.

5.6.4. Μετρήσεις αποδόσεως

Εάν έχουν προβλεφθεί στην σύμβαση μετρήσεις αποδόσεως της εγκαταστάσεως - που συνιστάται από την παρούσα οδηγία- αυτές πραγματοποιούνται οπωσδήποτε με την παρουσία του εργοδότη ή του νόμιμου εκπροσώπου του επί επαρκές χρονικό διάστημα και με κατά το δυνατόν μικρότερη εξωτερική θερμοκρασία.

Για να είναι ορθές οι μετρήσεις, αν δεν προβλέπεται άλλως στην σύμβαση, πρέπει να έχουν παρέλθει από την έναρξη κανονικής λειτουργίας της εγκαταστάσεως θερμάνσεως τέσσερις μήνες χειμερινής λειτουργίας για τα νέα κτήρια και δύο μήνες χειμερινής λειτουργίας για τα παλαιά.

Κατά τον έλεγχο της αποδόσεως πρέπει να προσαρμόζεται η φόρτιση του λέβητα προς τις ανάγκες σε θερμότητα των θερμαινο-

μένων χώρων και των άλλων καταναλωτών θερμότητας, όπως π.χ. οι κεντρικοί παραγωγοί θερμού νερού.

Οι θερμοκρασίες των χώρων μετρούνται με ένα θερμόμετρο προφυλαγμένο από θερμική ακτινοβολία με εξασφαλισμένη ακρίβεια αναγνώσεως $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Οι μετρήσεις γίνονται στο κέντρο του κλειστού χώρου και σε ύψος 0,75m από το δάπεδο.

Συνιστάται να γίνονται συγχρόνως μετρήσεις στον λέβητα όσον αφορά :

- στην περιεκτικότητα των καπναερίων σε CO_2
- στην θερμοκρασία τους στην εξαγωγή από τον λέβητα
- στον ελκυσμό
- στην μελανότητα των καπναερίων (έστω με Bacharach).

Για τον έλεγχο του παραγωγού θερμού νερού κοινής χρήσεως ακολουθείται η εξής διαδικασία :

- Ρυθμίζεται η θερμοκρασία του φορέα της θερμότητας στην προβλεπόμενη από την μελέτη.

- Μετρείται ο χρόνος θερμάνσεως από την ψυχρή κατάσταση του αποταμιευτή μέχρι την προβλεπόμενη από την μελέτη θερμοκρασία.

- Ελέγχεται η συνεχής παραγωγή θερμού νερού, που πρέπει να αντιστοιχεί στην μέγιστη ζήτηση για θέρμανσή του κατά $\Delta t = 35 \text{ grd.}$

5.7. ΠΑΡΑΔΟΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΑΒΗ

1. Η παράδοση των εγκαταστάσεων προκειμένου για δημόσια έργα προβλέπεται από την σχετική νομοθεσία. Για τα ιδιωτικά έργα συνιστάται η πάρα κάτω διαδικασία. Επίσης συνιστάται κατά την σύνταξη των συγκεκριμένων συμβάσεων αναθέσεως έργου να λαμβάνονται υπ' όψιν τα παρακάτω μέσα στα πλαίσια της ισχύουσας νομοθεσίας.

2. Μετά την δοκιμή στεγανότητας, την αποπεράτωση του έργου (κλείσιμο δίδων κ.λ.π.) και τον έλεγχο λειτουργίας, πριν από την τελική ρύθμιση γίνεται η προσωρινή παραλαβή του έργου. Η οριστική παραλαβή γίνεται μετά την τελική ρύθμιση και αν η σύμβαση προβλέπει μετρήσεις αποδόσεως μετά από αυτές.

Κατά την οριστική παραλαβή (το αργότερο) ο εργολάβος υποχρεούται να παραδώσει στον εργοδότη :

- Πλήρη κατασκευαστικά σχέδια (εφόσον αυτά προβλέπονται από την σύμβαση).
- Περιγραφή της εγκαταστάσεως με διευκρινιστικά σχήματα.
- Λειτουργικό αξονομετρικό σχέδιο.
- Διαγράμματα ροής και συνδεσμολογίας υδραυλικής και ηλεκτρικής.

- Εάν ο ίδιος κατασκεύασε και το λεβητοστάσιο, υπολογισμούς για την προβλεπόμενη ανάλωση καυσίμου και ενέργειας, εφόσον αυτό περιλαμβάνεται στην σύμβαση.

- Λειτουργικά στοιχεία για τα κύρια μηχανήματα και όργανα (έντυπα τεχνικών οδηγιών, Prospectus).

- Φωτοαντίγραφα των ελέγχων, που έγιναν γενικά, όσον αφορά στην πιστοποίηση ποιότητας υλικών, οργάνων, μηχανημάτων κ.λ.π.

- Φωτοαντίγραφα πρωτοκόλλων δοκιμών.

Αν εντός μηνός από την ημερομηνία της οριστικής παραλαβής δεν εκφράσει γραπτώς ο εργοδότης θεμελιωμένες αντιρρήσεις η οριστική παραλαβή έχει πραγματοποιηθεί.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

6.1 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ - ΟΔΗΓΙΕΣ

ΕΛΟΤ - Πρότυπα : 9/1979, 16/1979, 262, 266/1978 (1),
 267.1/1982, 267.2/1983, 268, 269, 270,
 271, 273/1979, 280/1983, 281/1979, 284/1980,
 348/1982, 349/1981, 350/1982 (2),
 352/1979 (2), 391/1982, 392/1982, 444/1982,
 450, 496/1982, 497/1982 (1), 498.1, 504,
 541, 542, 551/1982, 567, 570/1982, 616/1982,
 617/1983, 621/1982, 686, 700.1/1982, 700.3,
 705, 709/1982, 738/1982, 740, 785, 810,
 901

ISO - Standards : 64/1974, 161-1/1978, R178/1975, R179/1961,
 221/1976, 250/1968, 274, R336, R527/1968,
 868, 1167, R1183/1970, R1338, 2016, 2546/
 1973

DIN - ISO Blatt : 4200

DIN - Normenblatt: 1692, 1786, 1988, 2404, 2413, 2440, 2441,
 2448, 2449, 2450, 2458, 2999
 4701, 4703, 4704, 4720, 4722, 4750, 4751,
 4800, 4801, 4802, 4803, 4804, 4805, 4753
 1626, 1629, 2401, 2500, 2605, 2606, 2615,
 2616, 2617, 2618, 2619, 2631, 2632, 2501
 2856, 2857, 2858, 2860, 2861, 2863, 2864,
 2865, 2866, 2867, 2868, 2869, 2870, 2871,
 2872, 3352
 3336, 3841, 3844, 3845, 3848

1705, 1707, 1733 B1.1, 1786, 2856, 8511 B1.1+2,
 8513, 17671 T.1+2
 2605, 2950, 2980, 2993
 1944, 18421, 24255, 24260
 16261, 16262, 16263, 16271, 16274, 16892,
 16928
 17100, 24154, 44899, 52328, 52612, 53457,
 53479, 53483
 3217, 8061, 8074, 8075 T.1+2, 8078, 50049,
 53452, 53453, 53455, 53759

VDE : 0720

VDI - Richtlinien : 2055

VDI - Kreispumpenregeln

ASTMD : 1693

British Standards : CP 342, 3528, 6284

VGB - Richtlinien für den Bau und die Belastung von Heissdampf-
 rohrleitungen und Speisewasserdruckleitungen

AMEV - Heizungsbaurichtlinien und Heizungsbetriebsanweisung
 1979, Druckerei Seidl, Bonn

Stahl - Eisen - Werkstoffblatt 088 Feinkornbaustähle: Richt-
 linien für das Schweißen

Beratungsstelle für Stahlverwendung : Halterungen und Dehnungs-
 ausgleicher für Rohrleitungen, Merkblatt 33

Verein Volkseigener Betriebe Rohrleitungen und Isolierungen :
 Rohrleitungsbau, VEB-Verlag Technik, Berlin

6.2 ENIETHMONIKEE EPFAZIEE

ADLER, H.: Entwurf und Berechnung von Zentralheizungen
 3. Aufl. Berlin, Verlag Haenchen u. Jäh 1969

ARBEITSKREIS der Dozenten für Heizungstechnik. Bd 1. Dimen-
 sionierung von Wasserheizungen, München Olden-
 burg-Verl. 1977

- ARBEITSMAPPE Heizung-Kühlung-Klimatechnik, 1.Lieferung
mit 77 Arbeitsblätter Düsseldorf, VDI-Verlag
1968 2.Lieferung 1971, 24 Arbeitsblätter
Ringmappe
- ASHRAE -HANDBOOK New York, ASHRAE Publ. Dept.
Application 1978
Equipment 1979
Systems 1976
Handbook of fundamentals 1977
- BACH, Forth, Hesslinger: Warmwasserfußbodenheizung
Karlsruhe Verl. Müller Ki-extra 9, 1979
- BACH, H u. S. Hesslinger: Warmwasserfußbodenheizung
Karlsruhe Verl. Müller 2. Aufl. 1979
- BOEHME H.: Berechnung von Warmwasserheizungen 2. Aufl.
München Pfriemer Verl. 1978
- BUDERUS-Handbuch der Heizungs und Klimatechnik VDI-Verlag
Düsseldorf 1975
- CALQUA Wärmegesellschaft: Handbuch der Heisswassertechnik
VDI-Verlag, Düsseldorf 1974
- DEUTSCHES Kupfer-Institut: Kupferrohre in der Heizungs-
technik Berlin 1973
- ENDE G: Kalkulationstabellen für Heizungs-, Lüftungs- und
Sanitäranlagen, 7. Aufl. Düsseldorf, Krammer-
verlag 1978
- FABER O. u. J. R. Kell: Heating and Air Conditioning of
Buildings 5. Aufl. London, Arch Press 1971
- GABANYI, P.: Planung von Fußbodenheizungen, Düsseldorf
Krammer Verlag 1979
- GARMS, M. u. W. Peifer: Handbuch für den Heizungsingenieur
14. Aufl. Berlin VEB-Verl. 1979
- GOSENS, H.: Heizungs- und Rohrleitungsbau in der Praxis,
Berlin, Marhold-Verlag 1969
- Helmker, W.: Planung, Berechnung und Ausführung von waage-
rechten Einrohrpumpenheizungsanlagen, 2. Aufl.
Düsseldorf. Krammer u. Co. 1966
- IHLE, C.: Pumpen-Warmwasserheizung, 3. Aufl. Düsseldorf,
Werner-Verlag 1979
- I. H. V. E. Guide 4. Aufl. 3 Bände Hrsg. von der Inst. of
Heating and Ventilating Engineers, London
1970/72

- KOLLMAR, A.: Die Strahlungsheizung Berlin, Händchen u.
Jäh 1954
- KOLLMAR, A., u. W. Liese: Die Strahlungsheizung 4. Aufl.
München-Oldenburg 1957
- KRAFT, G.: Niedertemperaturheizungen, Berlin, VEB-Verlag
1980
- MACKENZIE-Kennedy: District Heating, Elmsford, N.Y. Pergamon
Press 1979
- PAECH, W.: Druckverlustberechnung in der Heizungs- Lüftungs-
und Sanitärtechnik (Tabellenbuch) Düsseldorf,
Krammer-Verl. 1975
- RECKNAGEL-SPRENGER Handbuch der Heizungs- und Klimatechnik
- REICHOW, G.: Die waagerechte Einrohrheizung, 3. Aufl. Berlin,
Marshall 1964
- RIETSCHEL-RAISS: Heiz- und Klimatechnik, 15. Aufl. von
W. RAISS I. Bd. Grundlagen, Systeme, Ausführung
1968, 2. Bd. Berechnung 1970
- RUHRKOHLEN-Handbuch: Hrsg. von der Ruhrkohle-Beratung
5. Aufl. Essen 1969
- REINDERS, H.: Korrosionsprobleme in heiztechn. Anlagen,
Düsseldorf Werner-Verl. 1973
- SPAETHE, K.: Waagerechte Einrohrheizung, Stuttgart Gentner-
Verl. 1966
- WEBER, A.P.: Die Warmwasserheizung München, Oldenburg-
Verlag 1970
- WEISE, E. Strahlungsheizung 2. Aufl. Essen Vulkan-Verlag
1977