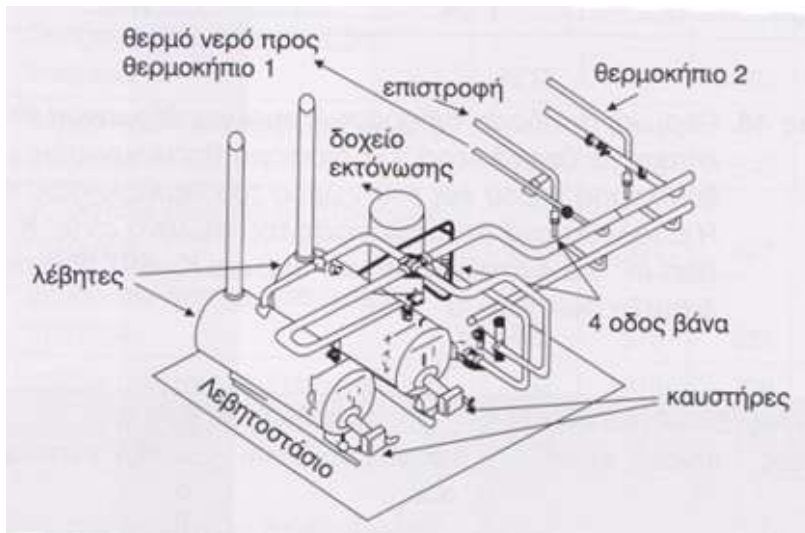


Θερμοκηπιακές
κατασκευές
Εργαστήριο - Ασκήσεις
Άσκηση 4

Σχεδιασμός συστήματος σωληνώσεων θέρμανσης

- ▶ Το σύστημα θέρμανσης έχει στόχο να αναπληρώσει τις θερμικές απώλειες όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι χαμηλότερη από την επιθυμητή θερμοκρασία στο εσωτερικό.
- ▶ Τα συστήματα θέρμανσης θερμοκηπίου χρησιμοποιούν ζεστό νερό ή ζεστό αέρα για τη μεταφορά θερμότητας
- ▶ Ένα σύστημα θέρμανσης με ζεστό νερό αποτελείται από τον καυστήρα, τον λέβητα, τον κυκλοφορητή και τις σωληνώσεις
- ▶ Το νερό στους σωλήνες έχει θερμοκρασία 70-90°C

Λεβητοστάσιο



Λεβητοστάσιο θερμοκηπίου



Σωληνώσεις διανομής ζεστού νερού



Επιδαπέδιες σωληνώσεις θέρμανσης μεταλλικές ή πλαστικές. Μερικές φορές προσφέρονται και για άλλες λειτουργίες εκτός της θέρμανσης (π.χ οι μεταλλικές σωληνώσεις ως οδηγοί συλλεκτικών τραπεζιών)

Σωληνώσεις στα πλευρικά τοιχώματα



Οι σωληνώσεις των πλευρικών τοιχωμάτων χρησιμοποιούνται συχνά και για τη μεταφορά του ζεστού νερού από τον καυστήρα (το νερό περνά πρώτα από αυτές - μείωση των μεγαλύτερων απωλειών που υπάρχουν κοντά στα τοιχώματα) Λειτουργούν ως φράγμα απωλειών θερμότητας προς το περιβάλλον

Ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας, h , των σωλήνων εξαρτάται από τη θερμοκρασία

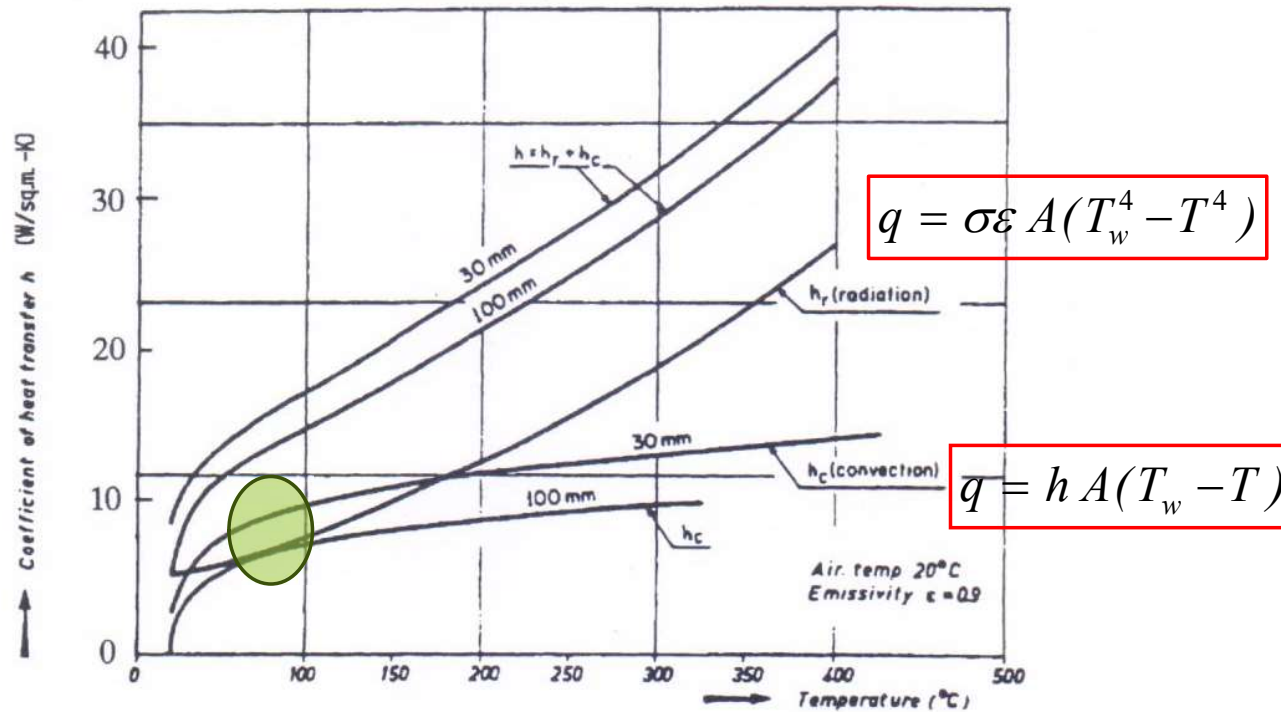


Fig. 4-40. Effect of pipe temperature on convective (h_c) and radiative (h_r) heat transfer coefficients of steel pipe (30 and 100 mm diameter) [Businger, 1966].

Παράδειγμα υπολογισμού μήκους σωλήνων θέρμανσης

$$\frac{dQ}{dt} = q = U A_{\thetaερμ} (T_{in} - T_{out})$$



$$\frac{dQ}{dt} = q = h A_{\sigma\omega\lambda} (T_{\sigma\omega\lambda} - T_{in})$$

Παράδειγμα υπολογισμού μήκους σωλήνων θέρμανσης

Θερμοκήπιο με εμβαδόν 1000 m^2 έχει κάλυμμα με συνολικό συντελεστή απωλειών $U=8 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$. Το θερμοκήπιο θερμαίνεται με σωλήνες ζεστού νερού με διάμετρο 30 mm . Ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας συναγωγής των σωλήνων είναι $h=9 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$. Η θερμοκρασία στο εξωτερικό του θερμοκηπίου είναι 7°C . Το ζεστό νερό έχει θερμοκρασία 80°C .

- 1) Υπολογίστε το μήκος των σωλήνων ώστε η θερμοκρασία στο εσωτερικό να είναι 18°C .
- 2) Αν το νερό έχει θερμοκρασία 45°C πόσο πρέπει να αυξηθεί το μήκος των σωλήνων;
- 3) Αν η εξωτερική θερμοκρασία γίνει 0°C , ποια πρέπει να είναι η θερμοκρασία του νερού;

Υπολογισμός μήκους σωλήνων για σύστημα θέρμανσης θερμοκηπίου

Συνολικές θερμικές απώλειες όταν $T_{in}=18^{\circ}\text{C}$ και $T_{out}=7^{\circ}\text{C}$

$$q = U A_{\kappa} (T_{in} - T_{out}) = 8 \times 1000 \times (18-7) = 88 \text{ kW}$$

Υπολογισμός επιφάνειας σωλήνα διαμέτρου 30 mm

$$A_{\sigma} = 2 \pi R l = \pi d l$$

Υπολογισμός μήκους σωλήνων l διαμέτρου 30 mm

$$q = h A_{\sigma} (T_{\sigma} - T_{in}) = \pi h d l (T_{\sigma} - T_{in})$$

$$l = \frac{q}{\pi h d (T_{\sigma} - T_{in})} = \frac{88000}{\pi \times 9 \times 0,03 \times (80 - 18)} = 1674 \text{ m}$$

Υπολογισμός μήκους σωλήνων για σύστημα θέρμανσης θερμοκηπίου

Υπολογισμός μήκους σωλήνων όταν η θερμοκρασία του νερού είναι 45°C

$$q = h A_{\sigma} (T_{\sigma} - T_{in}) = \pi h d l (T_{\sigma} - T_{in})$$

$$l = \frac{q}{\pi h d (T_{\sigma} - T_{in})} = \frac{88000}{\pi \cdot 9,03 \cdot (45 - 18)} = 3844 \text{ m}$$

Υπολογισμός μήκους σωλήνων για σύστημα θέρμανσης θερμοκηπίου

Υπολογισμός θερμοκρασίας του νερού για θερμοκρασία περιβάλλοντος 0°C, $l=3844\text{m}$

$$q = U A_g (T_{in} - T_{out}) = 8 \times 1000 \times (18-0) = 144 \text{ kW}$$

$$q = h A_\sigma (T_\sigma - T_{in}) = \pi h d l (T_\sigma - T_{in})$$

$$T_\sigma = \left(\frac{q}{h \pi d l} \right) + T_{in} = \frac{144000}{9 \cdot 3,14 \cdot 0,03 \cdot 3844} + 18 = 44,2 + 18 = 62,2 \text{ }^\circ\text{C}$$