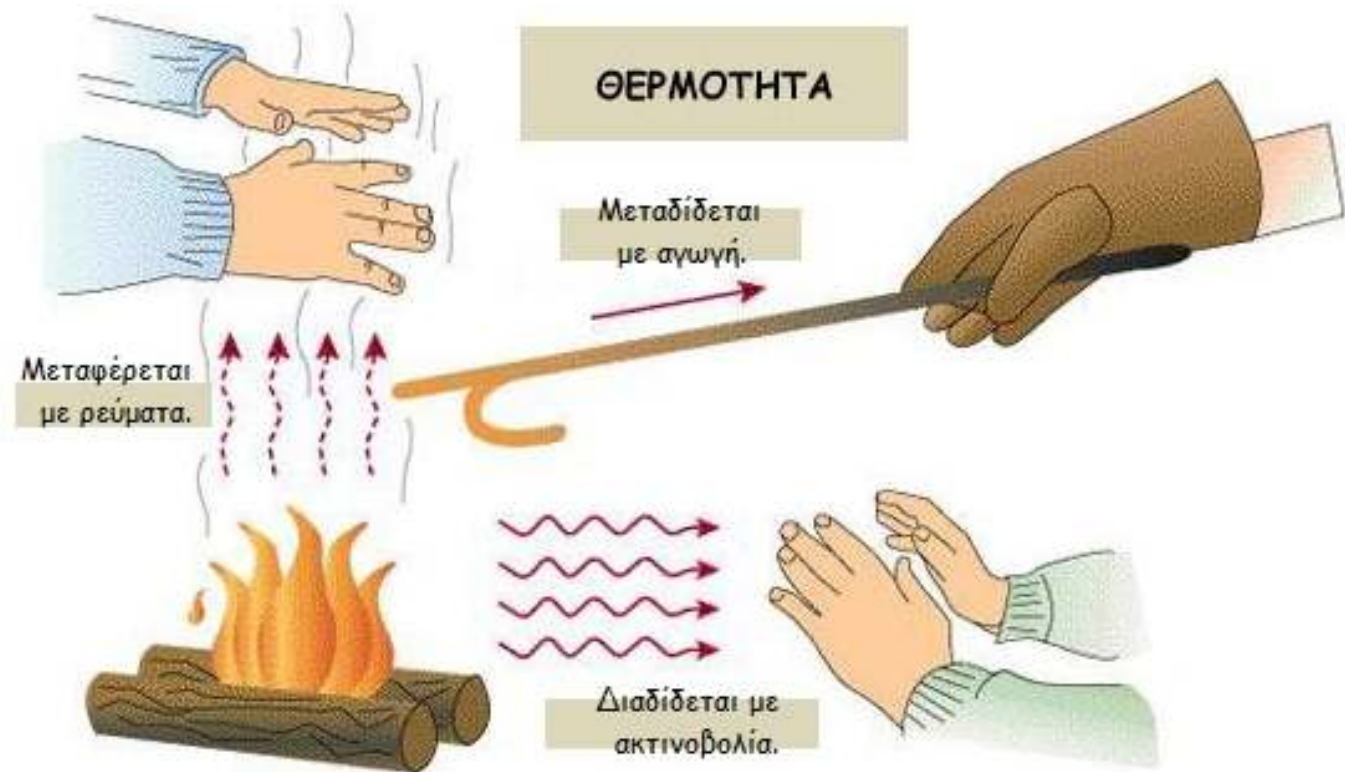


ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 17^ο

Γενικές αρχές μετάδοσης θερμότητας

- Μετάδοση Θερμότητας με **αγωγιμότητα**
- Μετάδοση θερμότητας με **μεταφορά**
- Μετάδοση θερμότητας με **ακτινοβολία**

Μετάδοση Θερμότητας με αγωγή

Είναι η μεταφορά θερμότητας

- από **μόριο σε μόριο** μέσα σε ένα στερεό σώμα ή
- μεταξύ **δύο στερεών σωμάτων** που βρίσκονται σε **απόλυτη επαφή** μεταξύ τους καθώς επίσης
- Σε **ακίνητα υγρά ή αέρια**

Μετάδοση Θερμότητας με αγωγή

- Οφείλεται σε **θερμοκρασιακή διαφορά** και μεταβαίνει από σώμα **υψηλής θερμοκρασίας** σε σώμα **χαμηλής θερμοκρασίας**
- Θεωρώντας μονοδιάστατη αγωγή, μόνιμες συνθήκες, ισότροπο υλικό, στερεό σώμα, η ροή θερμότητας δίδεται από την εξίσωση Fourier

Μετάδοση Θερμότητας με αγωγή

Για **μονοδιάστατη ροή**, έστω παράλληλη στον άξονα x , για **στερεό σώμα** με συγκεκριμένες διαστάσεις, η εξίσωση Fourier :

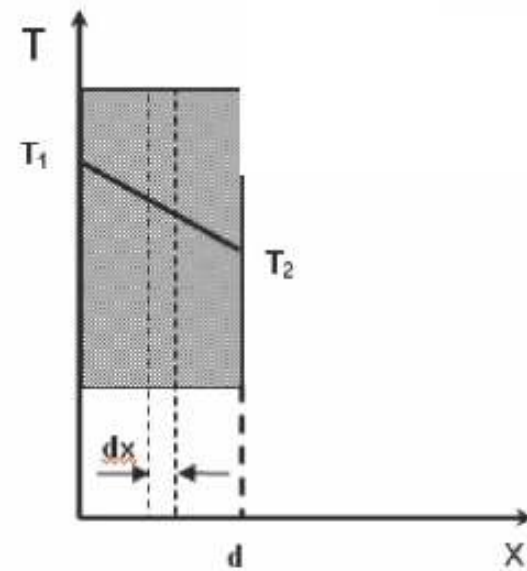
$$Q_x = \lambda A \frac{\Delta T}{d} = \lambda A \frac{T_1 - T_2}{d}$$

Units: $[W \text{ ή } kJ/h]$ for Q_x , $[W/m \cdot K]$ for λ , $[m^2]$ for A , $[K]$ for ΔT , and $[m]$ for d .

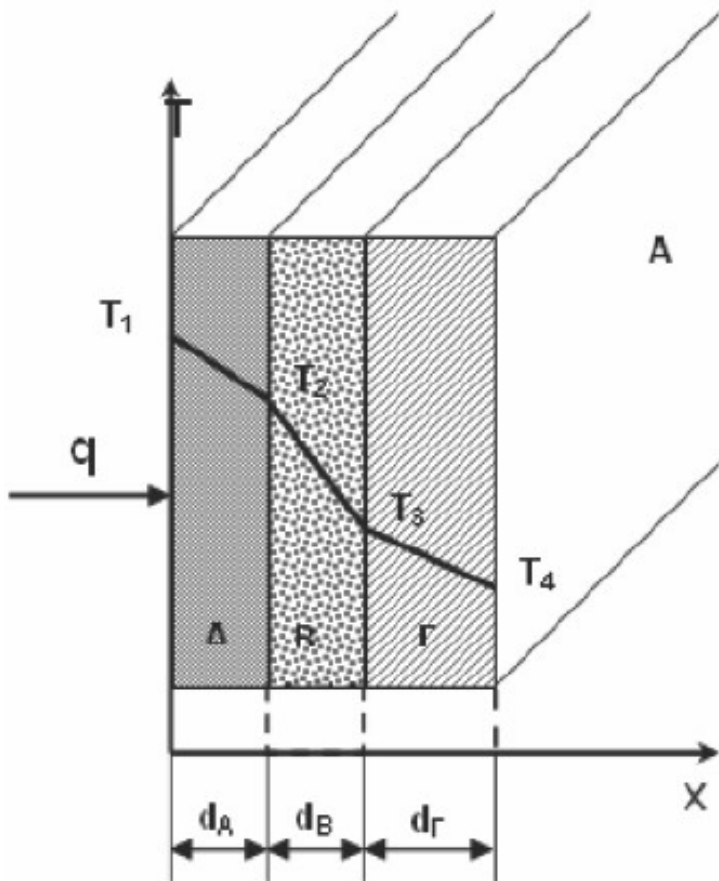
Το ρεύμα θερμότητας

Η ειδική θερμική αγωγιμότητα

Πίν.Γ9,10,111



Μετάδοση Θερμότητας με αγωγή



Στην περίπτωση που υπάρχουν περισσότερα του ενός ομογενή και ισότροπα υλικά (π.χ. τοίχος) ισχύει:

$$Q = \lambda_A A \frac{T_1 - T_2}{d_A}$$

$$Q = \lambda_B A \frac{T_2 - T_3}{d_B}$$

$$Q = \lambda_C A \frac{T_3 - T_4}{d_C}$$

$$\frac{\lambda_B A}{d_B}$$

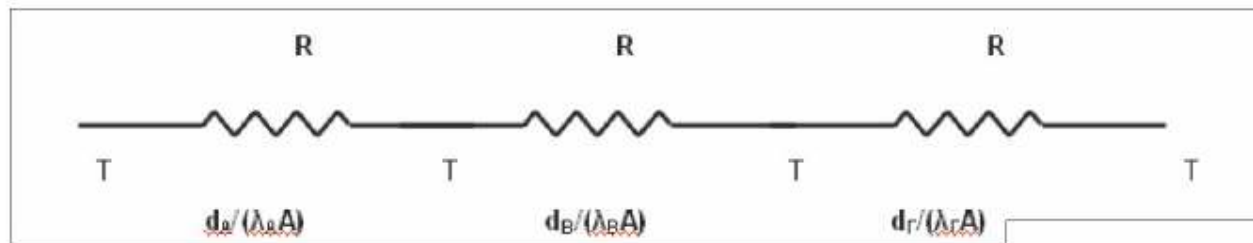
Θερμική αγωγιμότητα

$$\frac{d_A}{\lambda_A A}$$

Θερμική αντίσταση

$$Q = \frac{T_1 - T_4}{\frac{d_A}{\lambda_A A} + \frac{d_B}{\lambda_B A} + \frac{d_C}{\lambda_C A}}$$

Μετάδοση Θερμότητας με αγωγή

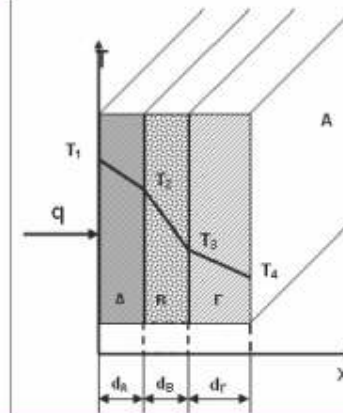


Το ηλεκτρικό ανάλογο (Νόμος του Ohm για τα ηλεκτρικά κυκλώματα), το οποίο εκφράζει το ρεύμα θερμότητας είναι:

$$Q = \frac{\text{Διαφορά θερμοκρασιών}}{\text{Θερμική Αντίσταση}}$$

Η θερμική αντίσταση είναι:

$$R = \frac{d}{\lambda A} \quad [\text{K/W}]$$



Στις **δομικές κατασκευές** δίνεται ανά μονάδα επιφάνειας:

$$q = \frac{T_1 - T_4}{R_A + R_B + R_\Gamma} = \frac{T_1 - T_4}{R_{o\lambda}} \quad R \text{ [m}^2 \text{ KW]}$$

Μετάδοση Θερμότητας με συναγωγή (ή μεταφορά)

Μετάδοση θερμότητας με συναγωγή συμβαίνει μεταξύ της επιφάνειας ενός ρευστού σώματος (υγρού ή αερίου) και ενός στερεού που έρχονται σε επαφή και έχουν διαφορετική θερμοκρασία

Μετάδοση Θερμότητας με συναγωγή (ή μεταφορά)

Ανάλογα με το αίτιο που προκαλεί την κίνηση του ρευστού η συναγωγή διακρίνεται:

Εξαναγκασμένη:

Οφείλεται σε εξωτερικά αίτια, π.χ. έναν ανεμιστήρα

Ελεύθερη:

Οφείλεται σε διαφορές πυκνοτήτων μέσα στο ρευστό λόγω θερμοκρασιακών διαφορών, π.χ. ο αέρας ενός δωματίου στο οποίο λειτουργεί ένα θερμαντικό σώμα

Μετάδοση Θερμότητας με συναγωγή (ή μεταφορά)

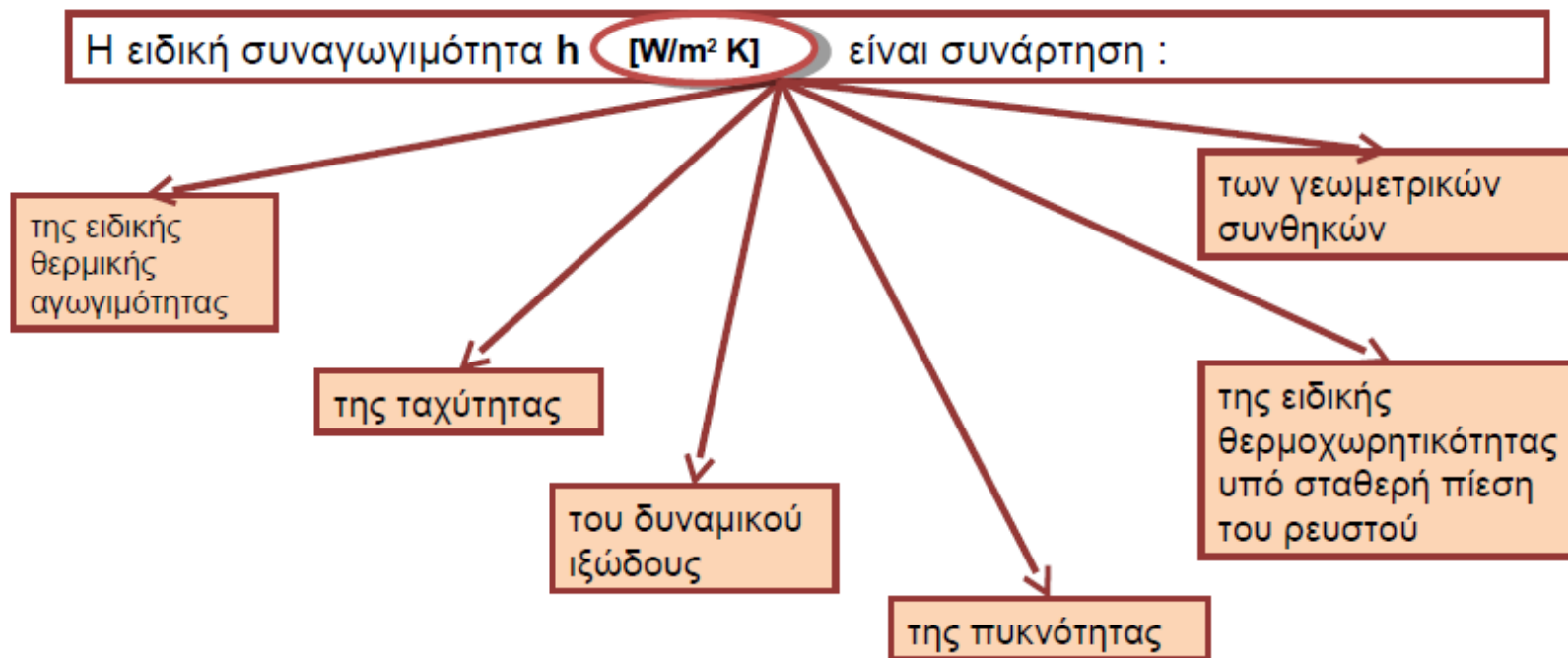
[W/m² K]

[K]

Σχέση Newton για την πυκνότητα παροχής θερμότητας : $q = h(T_s - T_\infty)$ [W/m²]

Για το ρεύμα θερμότητας: $Q = Ah_m(T_s - T_\infty)$ [W]

Μετάδοση Θερμότητας με συναγωγή (ή μεταφορά)

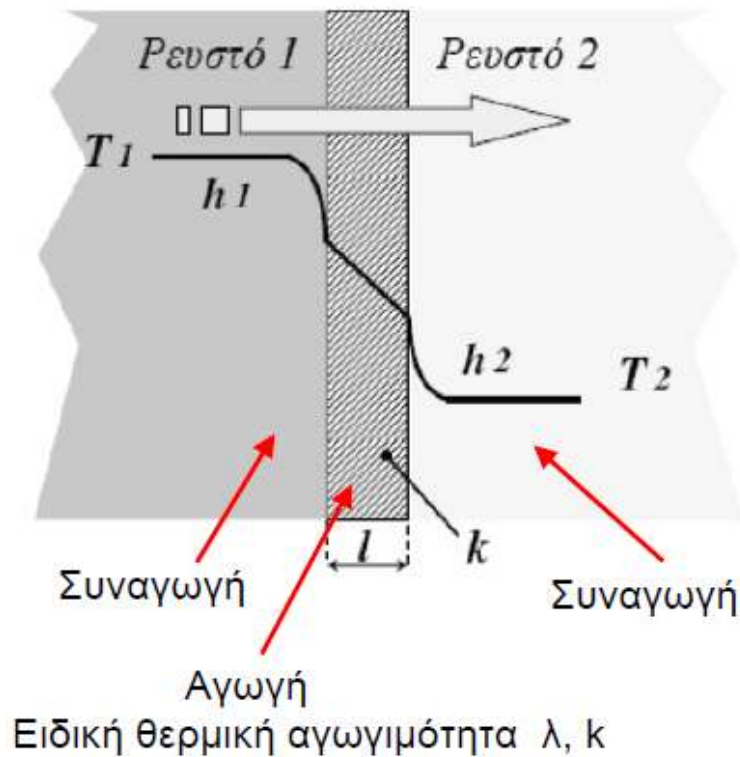


Μετάδοση Θερμότητας με συναγωγή

Κατάσταση	Συντελεστής συναγωγής, h_c $W/(m^2 \cdot K)$
Συνθήκες φυσικής συναγωγής	
Κατακόρυφη επιφάνεια ύψους 0,25 m με $\Delta T=25^\circ C$ και αέρας	5
Κατακόρυφη επιφάνεια ύψους 0,3 m με $\Delta T=30^\circ C$ και αέρας	4,5
Οριζόντιος κύλινδρος διαμέτρου 2 cm με $\Delta T=25^\circ C$ και αέρας	8
Οριζόντιος κύλινδρος διαμέτρου 5 cm με $\Delta T=30^\circ C$ και αέρας	6,5
Οριζόντιος κύλινδρος διαμέτρου 2 cm με $\Delta T=25^\circ C$ και νερό	741
Οριζόντιος κύλινδρος διαμέτρου 2 cm με $\Delta T=30^\circ C$ και νερό	890
Σφαίρα διαμέτρου 2 cm με $\Delta T=25^\circ C$ και αέρας	9
Σφαίρα διαμέτρου 2 cm με $\Delta T=25^\circ C$ και νερό	606
Συνθήκες εξαναγκασμένης συναγωγής	
Αέρας με ταχύτητα 2 m/s πάνω σε επιφάνεια $0,2 m^2$	12
Αέρας με ταχύτητα 35 m/s πάνω σε επιφάνεια $0,75 m^2$	75
Αέρας με ταχύτητα 5 m/s κάθετα σε κυλινδρικό σώμα διαμέτρου 1 cm	85
Νερό παροχής $0,5 kg/s$ κινούμενο μέσα σωλήνα διαμέτρου 2,5 cm	3500
Αέρας κάθετα σε κύλινδρο διαμέτρου 5 cm με ταχύτητα 50 m/s	180
Νερό σε συνθήκες βρασμού	
Σε δεξαμενή ή σε πισίνα	2500 – 35000
Σε ροή μέσα σε σωλήνα	5000 – 100000
Συμπύκνωση υδρατμού σε πίεση 1 atm	
Σε κατακόρυφες επιφάνειες	4000 – 11300
Στην εξωτερική πλευρά οριζόντιων αγωγών	9500 – 25000

Σύνθετοι τρόποι μεταφοράς θερμότητας

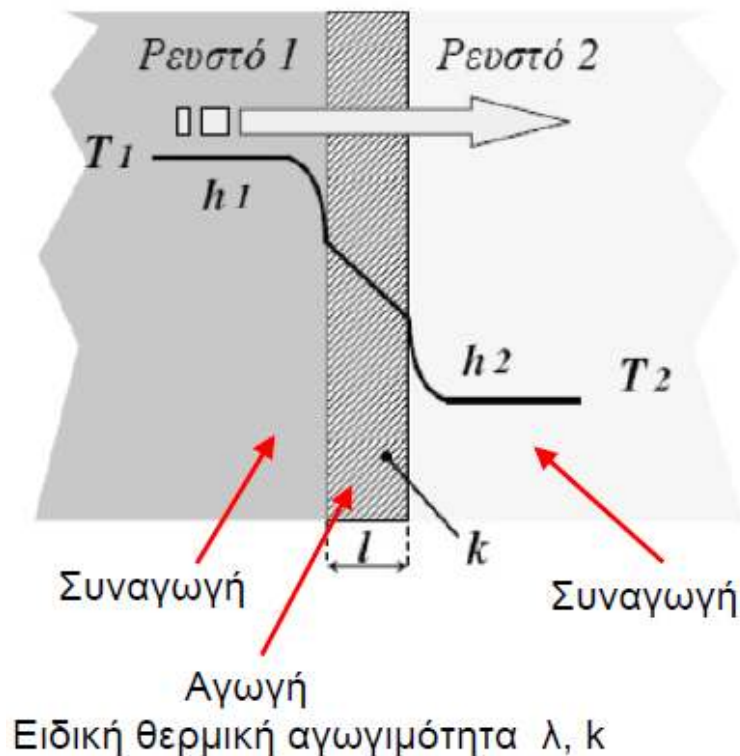
Μετάδοση θερμότητας με αγωγιμότητα και μεταφορά



- Εστω: Μόνιμη μονοδιάστατη μετάδοση θερμότητας σε επίπεδο στερεό σώμα πάχους l που έρχεται σε επαφή με διαφορετικής θερμοκρασίας ρευστά.

Σύνθετοι τρόποι μεταφοράς θερμότητας

Μετάδοση θερμότητας με αγωγιμότητα και μεταφορά



➤ Το ρεύμα θερμότητας είναι:

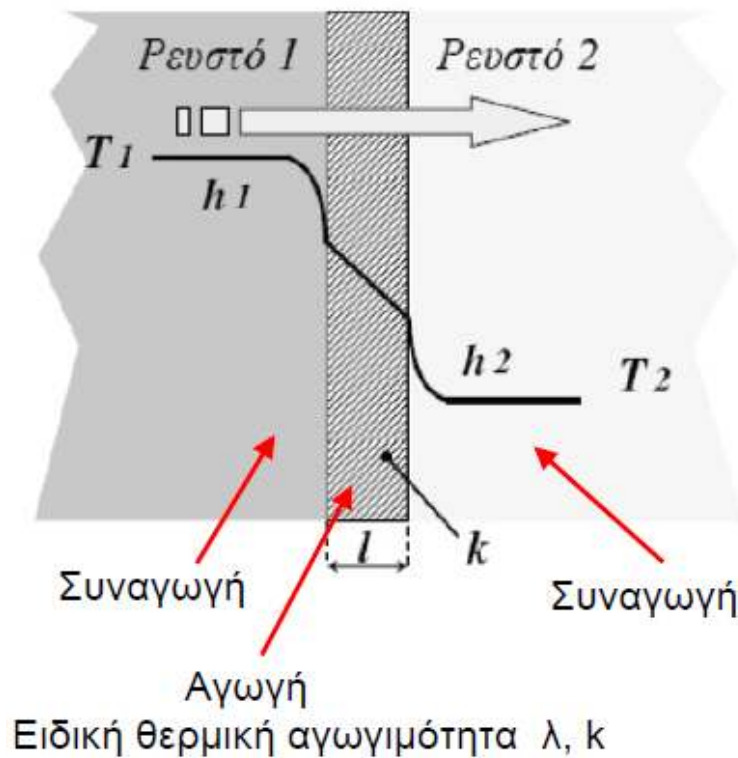
$$Q = \frac{T_1 - T_2}{\frac{1}{h_1 A} + \frac{l}{\lambda A} + \frac{1}{h_2 A}} = \frac{T_1 - T_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Θέτοντας όπου: $\frac{1}{R_1 + R_2 + R_3} = UA$

παίρνουμε: $Q = U A \Delta T$

Σύνθετοι τρόποι μεταφοράς θερμότητας

Μετάδοση θερμότητας με αγωγιμότητα και μεταφορά



Ο συντελεστής U ονομάζεται ειδική θερμική διαπερατότητα και αναφέρεται σε συγκεκριμένη επιφάνεια, την επιφάνεια αναφοράς, η οποία θα πρέπει να ορίζεται για κάθε περίπτωση που εξετάζεται.