



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών
Ετερογενή Μείγματα & Συστήματα Καύσης
Εργαστηριακή Μονάδα Πυρομηχανικής

Πυροσβεστική Ακαδημία
Σχολή Ανθυποπυραγών



Συμπεριφορά Δομικών Προϊόντων στη Φωτιά: Νέο Κανονιστικό Πλαίσιο και Προοπτικές

Διονύσης Κολαΐτης

Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός,
Μέλος Ε.ΔΙ.Π. Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π.,
Καθηγητής Πυροσβεστικής Ακαδημίας

Ημερίδα «Παθολογία Κτιρίων» - 18 Μαρτίου 2017 - Αίγλη Ζαππείου

Διάρθρωση Παρουσίασης

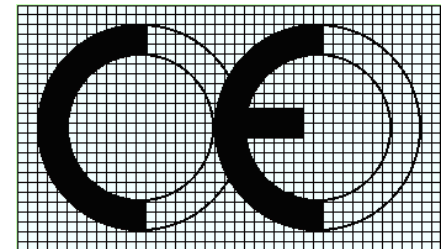
- ◇ **Ευρωπαϊκό Κανονιστικό Πλαίσιο**
- ◇ **Πρότυπες Δοκιμές Αντίδρασης στη Φωτιά**
 - » Ευρωπαϊκές Κλάσεις
 - » Πρότυπες Δοκιμές Αντίδρασης στη Φωτιά
- ◇ **Πρότυπες Δοκιμές Πυραντίστασης**
 - » Δείκτες Πυραντίστασης
 - » Πρότυπες Δοκιμές Πυραντίστασης
- ◇ **Νομοθεσία Πυροπροστασίας**
 - » Νέο Κανονιστικό Πλαίσιο
- ◇ **Εργαστηριακή Μονάδα Πυρομηχανικής Ε.Μ.Π.**

◇ **Δομικά Προϊόντα**

- » **Δομικό προϊόν** είναι κάθε προϊόν το οποίο παράγεται με στόχο την ενσωμάτωση του με μόνιμο τρόπο σε κατασκευαστικά έργα (π.χ. κτήρια).

◇ **Ευρωπαϊκές Οδηγίες Δομικών Προϊόντων**

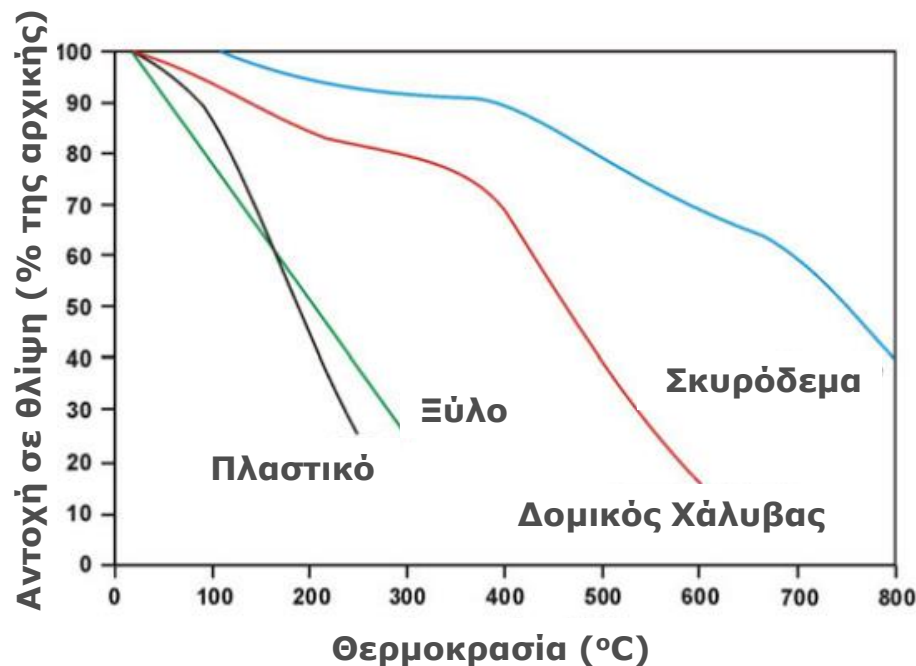
- » **Οδηγία Δομικών Προϊόντων (CPD) 106/1989**
- » **Κανονισμός Δομικών Προϊόντων (CPR) 305/2011**
 - Ορισμός εναρμονισμένων Ευρωπαϊκών κανόνων σχετικά με την απόδοση των δομικών προϊόντων
 - Σε κάθε χώρα, οι εθνικές κανονιστικές διατάξεις προσαρμόζονται υποχρεωτικά στο εναρμονισμένο Ευρωπαϊκό σύστημα πιστοποίησης (CE Marking)
 - Άρση των τεχνικών εμποδίων στο εμπόριο των δομικών προϊόντων προκειμένου να αυξηθεί η ελεύθερη κυκλοφορία τους στην Ευρωπαϊκή αγορά



◇ Επίδραση Φωτιάς στα Δομικά Προϊόντα

» Η έκθεση ενός δομικού προϊόντος σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας οδηγεί συνήθως σε δυσμενή αποτελέσματα:

- Μεταβολή θερμικής συμπεριφοράς
- Μείωση μηχανικής αντοχής και αντίστασης σε παραμορφώσεις
- Κατάρρευση



◇ Ευρωπαϊκό Σύστημα Ταξινόμησης Δ.Π. Έναντι Φωτιάς

- » Στις οδηγίες CPD και CPR καθορίζεται μια κοινή Ευρωπαϊκή μεθοδολογία για τη συγκριτική αξιολόγηση της συμπεριφοράς των δομικών προϊόντων σε συνθήκες φωτιάς.
- » Το Ευρωπαϊκό σύστημα ταξινόμησης δομικών προϊόντων έναντι φωτιάς απαιτεί τη βεβαίωση της καταλληλότητας των δομικών προϊόντων με βάση την συμπεριφορά τους ως προς την **Αντίδραση στη Φωτιά** και την **Πυραντίσταση**.
- » **Αντίδραση στη Φωτιά (Reaction to Fire)**
 - Δομικά προϊόντα
- » **Πυραντίσταση (Fire Resistance)**
 - Φέροντα δομικά στοιχεία
 - Μη-φέροντα δομικά στοιχεία
 - Στοιχεία παθητικής πυροπροστασίας



◇ Ευρωπαϊκό Σύστημα Ταξινόμησης Δ.Π. Έναντι Φωτιάς

» Αντίδραση στη Φωτιά (Reaction to Fire)

- Στάδιο ανάπτυξης της φωτιάς
- Βασικός στόχος πυροπροστασίας: Περιορισμός εξάπλωσης της φωτιάς
- Ποσοτικοποίηση της συμβολής των δομικών προϊόντων στην εξάπλωση της φωτιάς
- Αφορά **δομικά προϊόντα**, όπως εσωτερικά τελειώματα, τα οποία αναμένεται να εκτεθούν άμεσα στη φωτιά, κατά τα αρχικά της στάδια

» Πυραντίσταση (Fire Resistance)

- Στάδιο πλήρως ανεπτυγμένης φωτιάς, μετά την καθολική ανάφλεξη (flashover)
- Βασικός στόχος πυροπροστασίας: Περιορισμός της φωτιάς στο δωμάτιο (ή το κτήριο) όπου αυτή ξεκίνησε και αποτροπή φαινομένων δομικής αστοχίας
- Ποσοτικοποίηση των επιδράσεων της φωτιάς στη μηχανική και θερμική συμπεριφορά των δομικών στοιχείων
- Αφορά **φέροντα δομικά στοιχεία**, καθώς και **στοιχεία παθητικής πυροπροστασίας** (διαχωριστικά στοιχεία πυροδιαμερισμάτων)

◇ Ευρωπαϊκό Κανονιστικό Πλαίσιο

» Απόφαση EC 147/2000 - Κανονισμός 364/2016

- Ορισμός ολοκληρωμένου συστήματος ταξινόμησης των δομικών προϊόντων ως προς την αντίδραση στη φωτιά, μέσω πρότυπων εργαστηριακών δοκιμών

» Πρότυπα EN 13501

- Ορισμός κατηγοριών και κριτηρίων επιδόσεων αντίδρασης στη φωτιά για:
 - Δομικά προϊόντα (EN 13501-1)
 - Δάπεδα (EN 13501-1)
 - Γραμμικά προϊόντα θερμομόνωσης σωληνώσεων (EN 13501-1)
 - Στέγες (EN 13501-5)
 - Ηλεκτρικά καλώδια (EN 13501-6)

» Πρότυπες Εργαστηριακές Δοκιμές Αντίδρασης στη Φωτιά

- Δοκιμή ακαυστότητας (EN ISO 1182)
- Δοκιμή προσδιορισμού ανώτερης θερμογόνου δύναμης (EN ISO 1716)
- Δοκιμή μεμονωμένου καιγόμενου αντικειμένου (EN 13823)
- Δοκιμή αναφλεξιμότητας (EN ISO 11925-2)

◇ Απαιτήσεις Πιστοποίησης

- » Περίπου το 80% των δομικών προϊόντων που διακινούνται στην Ε.Ε. απαιτείται να πιστοποιηθούν ως προς την **αντίδραση στη φωτιά**.
 - Υλικά επικάλυψης (π.χ. γυψοσανίδες, μοριοσανίδες, ταπετσαρίες κ.α.)
 - Μονωτικά υλικά (π.χ. πολυουρεθάνη, πολυστυρένιο κ.α.)
 - Ομοιογενή και πολυστρωματικά δομικά υλικά
 - Συστήματα βαφής
 - Διακοσμητικά καλύμματα
 - Ηχομονωτικά πλαίσια
 - Υλικά επικάλυψης δαπέδων
 - Υλικά επικάλυψης στοιχείων επίπλωσης (π.χ. κρεβάτια, τραπέζια κ.α.)
 - Υφάσματα (χαλιά, κουρτίνες κ.α.)
 - Μονωτικά αγωγών και ηλεκτρικών καλωδίων
 - Μείγματα σφράγισης (π.χ. σιλικονούχα μείγματα)
 - Πλαστικά υλικά (έπιπλα, μονωτικά κ.α.)

◇ Σύστημα Ευρωπαϊκών Κλάσεων (Euroclass)

- » Ο καθορισμός της προδιάθεσης ενός δομικού προϊόντος να συμβάλει στην ανάπτυξη και εξάπλωση της φωτιάς γίνεται μέσω του συστήματος των **Ευρωπαϊκών Κλάσεων** (Euroclass), το οποίο επιτρέπει την ταξινόμηση των δομικών προϊόντων ως προς την **αντίδραση στη φωτιά**.
- » Η ταξινόμηση της επίδοσης ενός δομικού προϊόντος ως προς την αντίδραση στη φωτιά στο σύστημα των Ευρωπαϊκών Κλάσεων γίνεται με χρήση 3 κριτηρίων:
 - Συμβολή στην Ανάφλεξη και Καύση
 - Συμβολή στην Παραγωγή Καπνού
 - Συμβολή στην Παραγωγή Φλεγόμενων Σωματιδίων ή Σταγονιδίων

◇ Συμβολή στην Ανάφλεξη και Καύση

- » Ο περιορισμός της εξάπλωσης της φωτιάς στο εσωτερικό του κτιρίου επιδιώκεται με τη χρήση υλικών περιορισμένης αναφλεξιμότητας.
- » Τα δομικά προϊόντα κατατάσσονται σε 7 κύριες κατηγορίες, ανάλογα με το βαθμό που αυτά συμβάλουν στην ανάφλεξη και εξάπλωση της φωτιάς:
- » **A1**: Μηδενική συνεισφορά στη φωτιά (άκαυστο υλικό)
- » **A2**: Σχεδόν μηδενική συνεισφορά στη φωτιά (άκαυστο υλικό)
- » **B**: Εξαιρετικά περιορισμένη συνεισφορά στη φωτιά
- » **C**: Περιορισμένη συνεισφορά στη φωτιά
- » **D**: Αποδεκτή συνεισφορά στη φωτιά
- » **E**: Αποδεκτή συνεισφορά στη φωτιά
- » **F**: Σημαντική συνεισφορά στη φωτιά (καύσιμο υλικό)

◇ Συμβολή στην Παραγωγή Καπνού

- » Το 60% περίπου των θανάτων που σχετίζονται με φωτιές στην Ε.Ε. οφείλεται στην εισπνοή καπνού.
- » Τα δομικά προϊόντα κατατάσσονται σε 3 δευτερεύουσες κατηγορίες, ανάλογα με το βαθμό που αυτά συμβάλουν στην παραγωγή καπνού:
- » **s1**: Μηδενική ή πολύ μικρή παραγωγή καπνού
- » **s2**: Μέτρια παραγωγή καπνού
- » **s3**: Σημαντική παραγωγή καπνού

◇ Συμβολή στην Παραγωγή Φλεγόμενων Σωματιδίων ή Σταγονιδίων

- » Κατά την καύση μερικών δομικών προϊόντων, όπως ξύλο ή θερμοπλαστικά, είναι δυνατόν να δημιουργηθούν φλεγόμενα σωματίδια ή σταγονίδια, τα οποία ευνοούν την εξάπλωση της φωτιάς σε περιοχές μακριά από την αρχική εστία.
- » Τα δομικά προϊόντα κατατάσσονται σε 3 δευτερεύουσες κατηγορίες, ανάλογα με το βαθμό που αυτά συμβάλουν στην παραγωγή φλεγόμενων σωματιδίων ή σταγονιδίων:
- » **d0**: Μηδενική παραγωγή φλεγόμενων σωματιδίων/σταγονιδίων
- » **d1**: Μικρή παραγωγή φλεγόμενων σωματιδίων/σταγονιδίων
- » **d2**: Σημαντική παραγωγή φλεγόμενων σωματιδίων/σταγονιδίων

◇ Σύστημα Ευρωπαϊκών Κλάσεων (Euroclass)

- » Συμβολή στην Καύση
 - A1, A2, B, C, D, E, F
- » Συμβολή στην Παραγωγή Καπνού
 - s1, s2, s3
- » Συμβολή στην Παραγωγή Φλεγόμενων Σωματιδίων ή Σταγονιδίων
 - d0, d1, d2

A1		
A2 - s1,d0	A2 - s1,d1	A2 - s1,d2
A2 - s2,d0	A2 - s2,d1	A2 - s2,d2
A2 - s3,d0	A2 - s3,d1	A2 - s3,d2
B - s1,d0	B - s1,d1	B - s1,d2
B - s2,d0	B - s2,d1	B - s2,d2
B - s3,d0	B - s3,d1	B - s3,d2
C - s1,d0	C - s1,d1	C - s1,d2
C - s2,d0	C - s2,d1	C - s2,d2
C - s3,d0	C - s3,d1	C - s3,d2
D - s1,d0	D - s1,d1	D - s1,d2
D - s2,d0	D - s2,d1	D - s2,d2
D - s3,d0	D - s3,d1	D - s3,d2
E		E - d2
F		

Αντίδραση στη Φωτιά

- ◇ Ενδεικτικά παραδείγματα κατάταξης τυπικών δομικών προϊόντων ως προς την Αντίδραση στη Φωτιά

Προϊόν	Euroclass	Προϊόν	Euroclass
Πετροβάμβακας	A1	Αντικολλητά φύλλα (κόντρα πλακέ)	C-s1,d0
Υαλοβάμβακας	A1	Πυράντοχες ινοσανίδες (MDF)	C-s2,d0
Τσιμεντοσανίδα	A2-s1,d0	Αφρός PIR	C-s2,d0
Γυψοσανίδα	A2-s1,d0	Αφρός πολυουρεθάνης (PUR)	E
Γυψοσανίδα με βαφή	B-s1,d0	Εξηλασμένο Πολυστυρένιο (XPS)	E
Γυψοσανίδα με χάρτινη ταπετσαρία	C-s1,d0	Διογκωμένο Πολυστυρένιο (EPS)	F

Πρότυπες Δοκιμές Αντίδρασης στη Φωτιά

◇ Δοκιμή Ακαυστότητας

» EN ISO 1182: Non-Combustibility test

◇ Δοκιμή Προσδιορισμού Ανώτερης Θερμογόνου Δύναμης

» EN ISO 1716: Determination of Gross Calorific Value

◇ Δοκιμή Μεμονωμένου Καιγόμενου Αντικειμένου

» EN 13823: Single Burning Item (SBI) Test

◇ Δοκιμή Αναφλεξιμότητας

» EN ISO 11925-2: Ignitability Test



Πρότυπες Δοκιμές Αντίδρασης στη Φωτιά

◇ Δοκιμή Μεμονωμένου Καιγόμενου Αντικειμένου (SBI test)

» Εργαστηριακή Μονάδα Πυρομηχανικής Ε.Μ.Π.

– Εξηλασμένο πολυστυρένιο



◇ Ευρωπαϊκό Κανονιστικό Πλαίσιο

» Απόφαση EC 367/2000

- Ορισμός ολοκληρωμένου συστήματος ταξινόμησης δομικών στοιχείων ως προς την πυραντίσταση, μέσω πρότυπων εργαστηριακών δοκιμών

» Πρότυπα EN 13501

- Ορισμός κατηγοριών και κριτηρίων επιδόσεων πυραντίστασης για:
- Δομικά στοιχεία και στοιχεία παθητικής πυροπροστασίας (EN 13501-2)
- Τεχνικές εγκαταστάσεις (EN 13501-3)
- Συστήματα αερισμού (EN 13501-4)

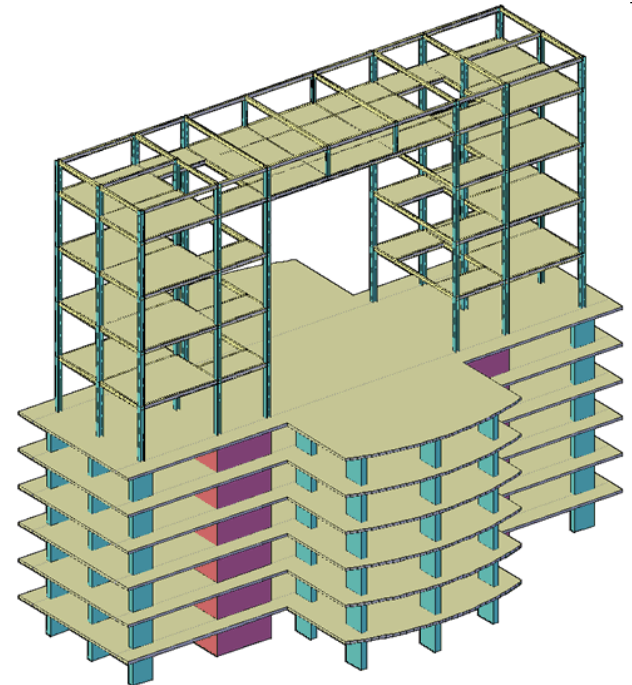
» Πρότυπες εργαστηριακές δοκιμές Πυραντίστασης

- Μη φέρουσες κατακόρυφες τοιχοποιίες (EN 1364-1)
- Μη φέρουσες οροφές (EN 1364-2)
- Φέρουσες κατακόρυφες τοιχοποιίες (EN 1365-1)
- Φέροντα δάπεδα και οροφές (EN 1365-2)
- Φέρουσες δοκοί (EN 1365-3)
- Φέροντα υποστυλώματα (EN 1365-4)

◇ Απαιτήσεις Πιστοποίησης

» Απαιτήσεις για την υποβολή σε **δοκιμές πυραντίστασης** υφίστανται για τα **φέροντα στοιχεία** και τα **διαχωριστικά δομικά στοιχεία (στοιχεία παθητικής πυροπροστασίας)**:

- Δοκοί
- Υποστυλώματα
- Συστήματα φέρουσας τοιχοποιίας
- Οροφές
- Στέγες
- Δάπεδα
- Εσωτερικά δομικά χωρίσματα (μη-φέροντα)
- Πυράντοχες θύρες
- Συστήματα υαλοπινάκων και κουφωμάτων (π.χ. ξύλο, αλουμίνιο, PVC)

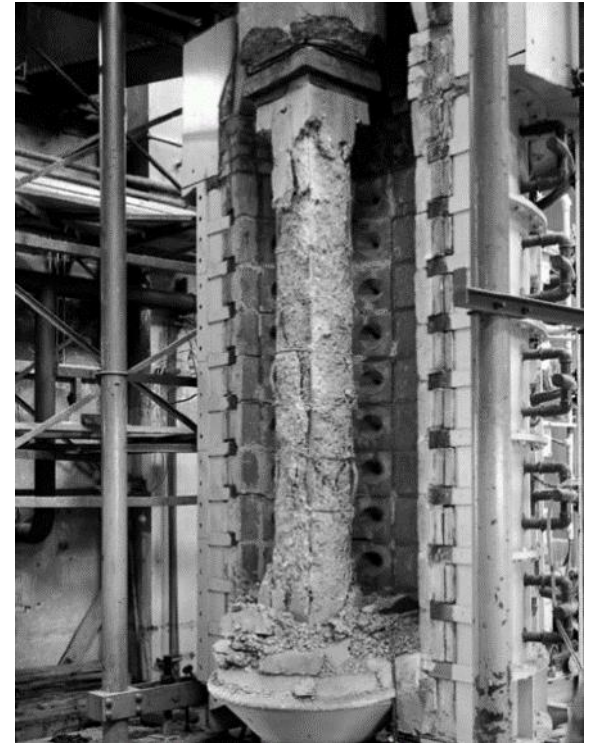


◇ Δείκτες Πυραντίστασης

- » Η χρονική διάρκεια κατά την οποία το δομικό στοιχείο, όταν υποβάλλεται σε μια προδιαγεγραμμένη επίδραση θερμότητας και φόρτισης, ικανοποιεί ορισμένα κριτήρια θερμικής και μηχανικής συμπεριφοράς.

◇ Χρονική Διάρκεια

- » Το σύμβολο για το κάθε κριτήριο ακολουθείται από έναν αριθμό, ο οποίος υποδηλώνει το ελάχιστο χρονικό διάστημα (σε min) για το οποίο ικανοποιείται το αντίστοιχο κριτήριο κατά την πρότυπη δοκιμή.
- » Πρότυπες κατηγορίες χρονικής διάρκειας: **15, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240, 360**



◇ Κριτήρια

- » Τα κριτήρια τα οποία χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των αντίστοιχων **δεικτών πυραντίστασης** ποικίλουν, ανάλογα με τη φύση του εξεταζόμενου δομικού στοιχείου.
- » **Φέροντα στοιχεία**
 - **R**: Ευστάθεια
- » **Στοιχεία παθητικής πυροπροστασίας**
 - **E**: Ακεραιότητα
 - **I**: Θερμομονωτική ικανότητα
- » **Πυράντοχες θύρες**
 - **E**: Ακεραιότητα
 - **S**: Διαρροή καπνού

Σύμβολο	Κριτήριο
R	Ευστάθεια (Φέρουσα Ικανότητα)
E	Ακεραιότητα
I	Θερμομονωτική Ικανότητα
M	Μηχανική Δράση
C	Ικανότητα Αυτοσφράγισης
S	Διαρροή Καπνού

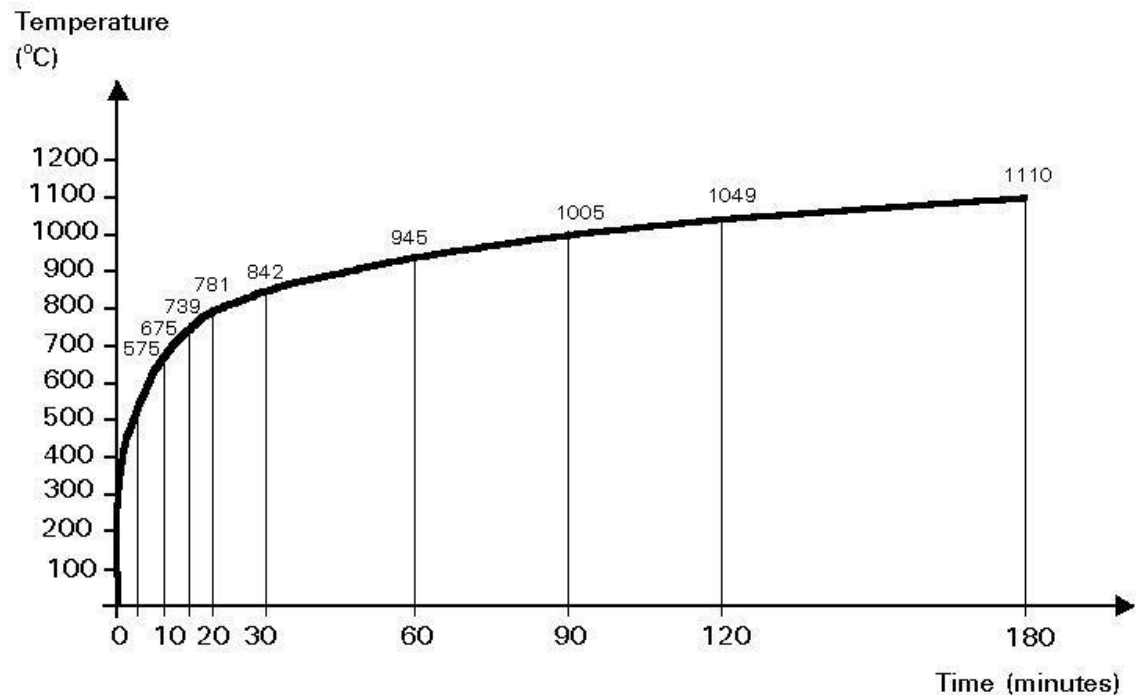
Πυραντίσταση

- ◇ **Ενδεικτικά παραδείγματα κατάταξης τυπικών δομικών στοιχείων (μη-φέρουσες τοιχοποιίες) ως προς την Πυραντίσταση**

Μη-Φέρουσες Τοιχοποιίες	Δείκτης Πυραντίστασης
Σκυρόδεμα (min 100 mm)	EI 60
Οπλισμένο Σκυρόδεμα (min 100 mm)	EI 60
Διάτρητοι Οπτόπλινθοι (min 100 mm)	EI 60
Συμπαγείς Οπτόπλινθοι (min 100 mm)	EI 60
Μεταλλικοί ορθοστάτες και μονές γυψοσανίδες	EI 60
Μεταλλικοί ορθοστάτες και διπλές γυψοσανίδες	EI 120

◇ Δοκιμή σε Πρότυπο Φούρνο

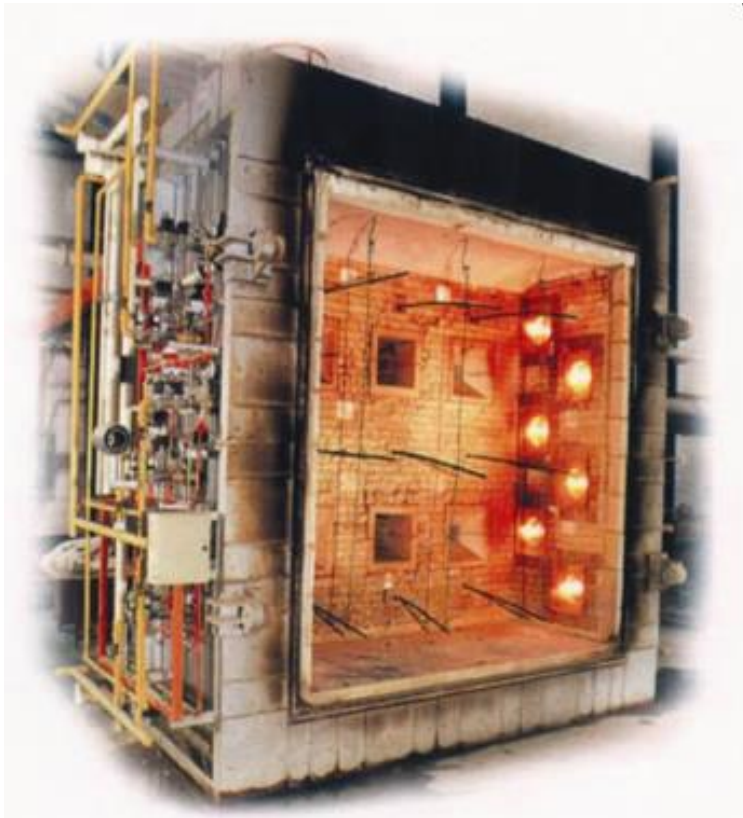
- » Ο προσδιορισμός των δεικτών πυραντίστασης ενός δομικού στοιχείου γίνεται μέσω των **πρότυπων δοκιμών ISO 1364** και **1365**.
- » Το δομικό στοιχείο εκτίθεται σε κατάλληλα διαμορφωμένο φούρνο, στον οποίο η χρονική μεταβολή της θερμοκρασίας των καυσαερίων καθορίζεται από την **πρότυπη καμπύλη ISO 834**.



Πρότυπες Δοκιμές Πυραντίστασης

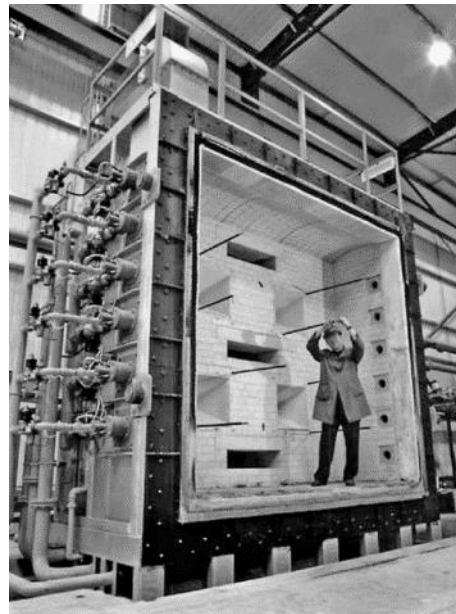
◇ Πρότυποι Φούρνοι

- » Δοκίμιο σε **κατακόρυφη** διάταξη (3 m x 3 m)
- » Δοκίμιο σε **οριζόντια** διάταξη (4 m x 3 m)



◇ Συνθήκες Φόρτισης

- » Στο δομικό στοιχείο γίνεται προσομοίωση των **οριακών συνθηκών στήριξης και φόρτισης** που αναμένεται να εμφανιστούν στην κατασκευή.
- » Το μέτρο του φορτίου παραμένει συνήθως σταθερό κατά τη διάρκεια της δοκιμής.



◇ Ελληνική Νομοθεσία Πυροπροστασίας Κτιρίων

- » Ισχύων κανονισμός πυροπροστασίας κτιρίων: **Π.Δ. 71/1988**
- » Δεν έχει εναρμονισθεί ακόμα με τις αντίστοιχες Ευρωπαϊκές νομοθετικές απαιτήσεις (οδηγίες CPD και CPR, Ευρωκώδικες, Ευρωπαϊκές Κλάσεις).
- » Βρίσκεται σε εξέλιξη η διαδικασία αναθεώρησης του με στόχο την προσαρμογή του στην αντίστοιχη Ευρωπαϊκή νομοθεσία.

◇ Προσχέδιο Νέου Κανονισμού Πυροπροστασίας Κτιρίων

- » Ελάχιστες απαιτήσεις **δείκτη πυραντίστασης** σε κτίρια κατοικίας.

	Συνολικό ύψος ορόφων	Δείκτης πυραντίστασης
Υπόγειοι όροφοι	> 10 m	90
	< 10 m	60
Υπέργειοι όροφοι	< 5 m (2 όροφοι)	30
	< 15 m (3-6 όροφοι)	60
	< 27 m (7-10 όροφοι)	90
	> 27 m	120

◇ Προσχέδιο Νέου Κανονισμού Πυροπροστασίας Κτιρίων

- » Ελάχιστες απαιτήσεις **αντίδρασης σε φωτιά** για εσωτερικά τελειώματα και δάπεδα σε **κτίρια κατοικίας**.

	Χαρακτηριστικά	Ευρωπαϊκή Κλάση
Τοίχοι και οροφές	Πυροπροστατευμένες οδεύσεις διαφυγής	B-s1,d0
	Χώροι > 10 m ²	C-s2,d2
	Χώροι < 10 m ²	D-s2,d2
	Απροστάτευτες οδεύσεις διαφυγής	C-s1,d1
Οικοδομικά διάκενα σε τοίχους και οροφές		C-s1,d0
Δάπεδα	Πυροπροστατευμένες οδεύσεις διαφυγής	B_{FL}-s2
	Απροστάτευτες οδεύσεις διαφυγής	D_{FL}-s2

Νομοθεσία Πυροπροστασίας

◇ Προσχέδιο Νέου Κανονισμού Πυροπροστασίας Κτιρίων)

» Ελάχιστες απαιτήσεις ελέγχου **εξωτερικής μετάδοσης της φωτιάς.**

Απόσταση γειτονικού κτιρίου	< 3m	3 – 5 m	5 – 10 m	> 10 m
Αντίδραση σε φωτιά	B-s2,d1	B-s3,d2	C-s3,d2	D-s3,d2
Πυραντίσταση	Πλήρης*	Πλήρης*	Μισή*	Χωρίς Απαιτηση
Ποσοστό Ανοιγμάτων	<15%	< 25%	< 50%	< 80%

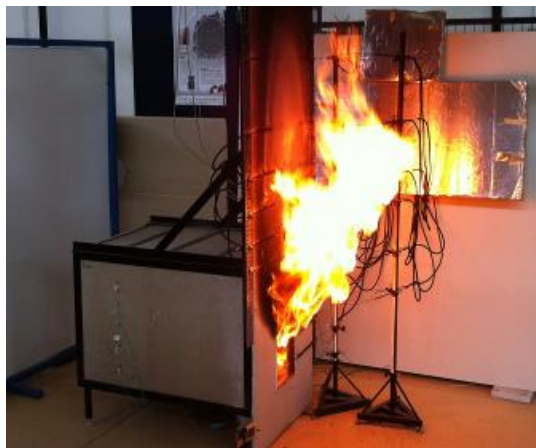
*Σε σχέση με τις απαιτήσεις για τα τοιχώματα πυροδιαμερισμάτων (στοιχείων παθητικής πυροπροστασίας)

◇ Προοπτικές Νέου Κανονιστικού Πλαισίου

- » Εκσυγχρονισμός κανονισμού πυροπροστασίας
- » Εναρμόνιση με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία
- » Υιοθέτηση Ευρωπαϊκών προτύπων δοκιμών έναντι φωτιάς
- » Αύξηση διεθνούς ανταγωνιστικότητας Ελληνικών εταιριών παραγωγής δομικών προϊόντων

◇ Παρεχόμενες Υπηρεσίες

- » Η ΕΜΠυρ είναι το **μοναδικό εργαστήριο στην Ελλάδα** το οποίο είναι σε θέση να εκτελέσει ολοκληρωμένες εργαστηριακές δοκιμές **αντίδρασης στη φωτιά** σύμφωνα με το πρότυπο EN 13501-1.
- » Σχεδιασμός και υλοποίηση **δοκιμών φωτιάς μεσαίας και μεγάλης κλίμακας**, με στόχο την αξιολόγηση τεχνικών δόμησης και δομικών προϊόντων σε συνθήκες φωτιάς.
- » **Πειραματική διερεύνηση και υπολογιστική προσομοίωση** φυσικών φαινομένων τα οποία χαρακτηρίζουν τη φωτιά σε κλειστούς χώρους.



◇ Στοιχεία Επικοινωνίας

- » Εργαστηριακή Μονάδα Πυρομηχανικής Ε.Μ.Π. (ΕΜΠυρ)
- » Εργαστήριο Ετερογενών Μειγμάτων και Συστημάτων Καύσης (ΕΜΣΚ)
- » Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π., Κτίριο Ο
- » Πολυτεχνειούπολη, Ηρώων Πολυτεχνείου 9, Ζωγράφου 15780
- » **Δρ. Δ. Κολαΐτης**, Μέλος ΕΔΙΠ ΕΜΠ, Επικεφαλής ΕΜΠυρ
 - τηλ. 210-7724002
 - e-mail: dkol@central.ntua.gr
- » **Δρ. Μ. Φούντη**, Καθηγήτρια ΕΜΠ, Διευθύντρια εργαστηρίου ΕΜΣΚ
 - τηλ. 210-7723605
 - e-mail: mfou@central.ntua.gr

