

Ελληνικό Ινστιτούτο Πυροπροστασίας Κατασκευών  
Με σεβασμό στην ανθρώπινη ζωή

*Δοκιμές φωτιάς μεσαίας και μεγάλης κλίμακας σε φωτιά*

Μάνος Γιώργος  
Μηχανικός πιστοποιήσεων – Elval Colour

18-12-2024



**ΕΛ.Ι.ΠΥ.ΚΑ**

# Αξιολόγηση συστημάτων επενδύσεων όψεων έναντι φωτιάς

Επιφανειακή  
εξάπλωση φλόγας

Αντίδραση στη  
φωτιά EN 13501-1

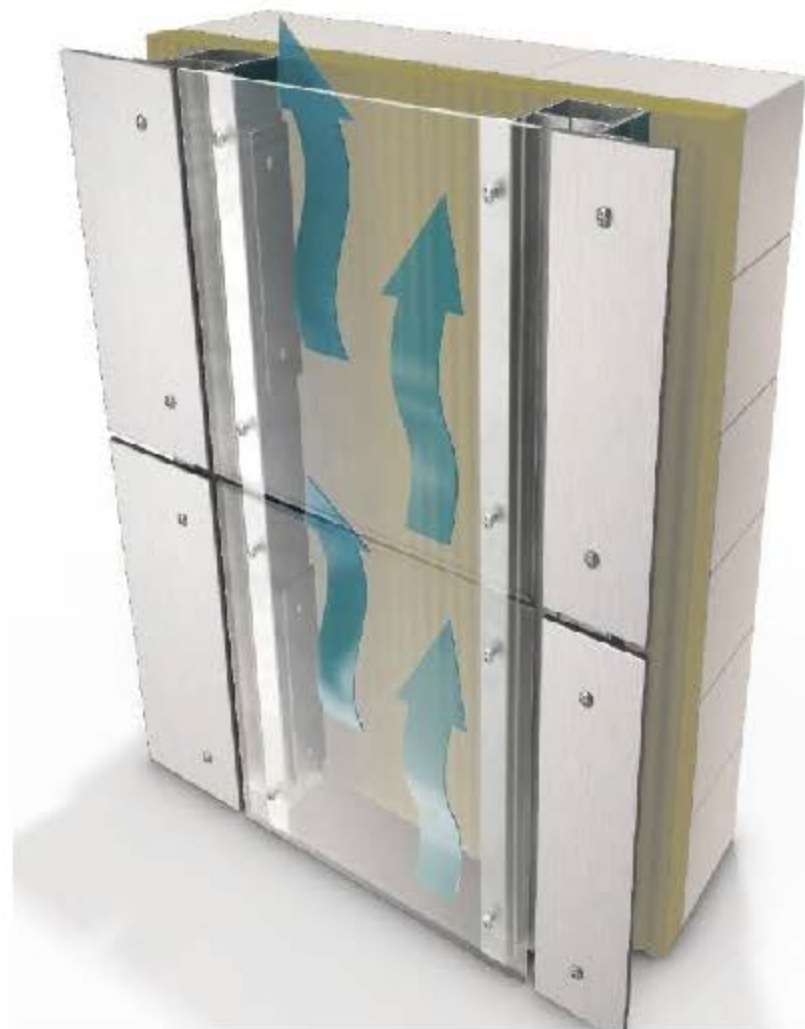
Δοκιμές φωτιάς  
μεγάλης κλίμακας

3 Towers Offices  
Abu Dhabi





Τι εννοούμε με τον όρο «συστήματα ενδύσεων όψεων»





Ποιος είναι ο κυρίαρχος σκοπός χρήσης επενδύσεων όψεων;

→ Αισθητική και ενεργειακή αναβάθμιση

Τι απαιτούμε από τα συστήματα σε όρους πυροπροστασίας;

→ Δεν απαιτούμε / αναμένουμε χαρακτηριστικά αντίστασης στη φωτιά

→ Ζητούμενο η μη εξάπλωση της φωτιάς





## Δοκιμές επιφανειακής εξάπλωσης φλόγας

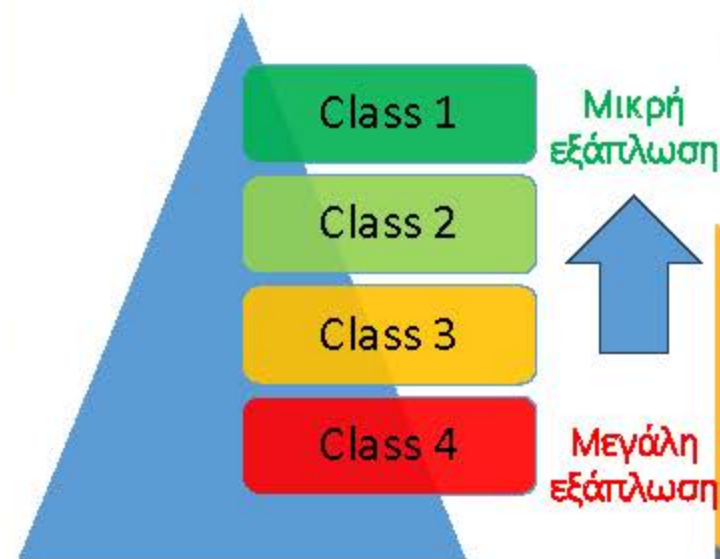


Photo 1: Specimen before the test  
(Non Fire side)



Photo 3: Specimen after the test  
(located near the fire end)

## Σύστημα ταξινόμησης του BS 476 part 7



Αντίστοιχα πρότυπα

- DIN 4102
- NF P92-507

### ΠΙΝΑΚΑΣ III.

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΦΩΤΙΑΣ <sup>(1)</sup>				
Δομικό Στοιχείο	Απόσταση τοίχου από το όριο οικοπέδου ή από άλλο κτίριο			
	< 3 μ.	3 - 5 μ.	5 - 10 μ.	> 10 μ.

α) πυραντίσταση εξωτ. τοίχου	πλήρης <sup>(2)</sup>	πλήρης	μιση	χωρίς απαίτηση
β) εξωτερική επένδυση	άκαυστα υλικά	κατηγορίες <sup>(3)</sup> 1,2	κατηγορία 3	κατηγορία 3
γ) ποσοστό ανοιγμάτων <sup>(4)</sup>	≤15%	≤25%	≤50%	≤80%

<sup>(1)</sup> Για κτίρια "υψηλού βαθμού" κινδύνου η απόσταση διπλασιάζεται

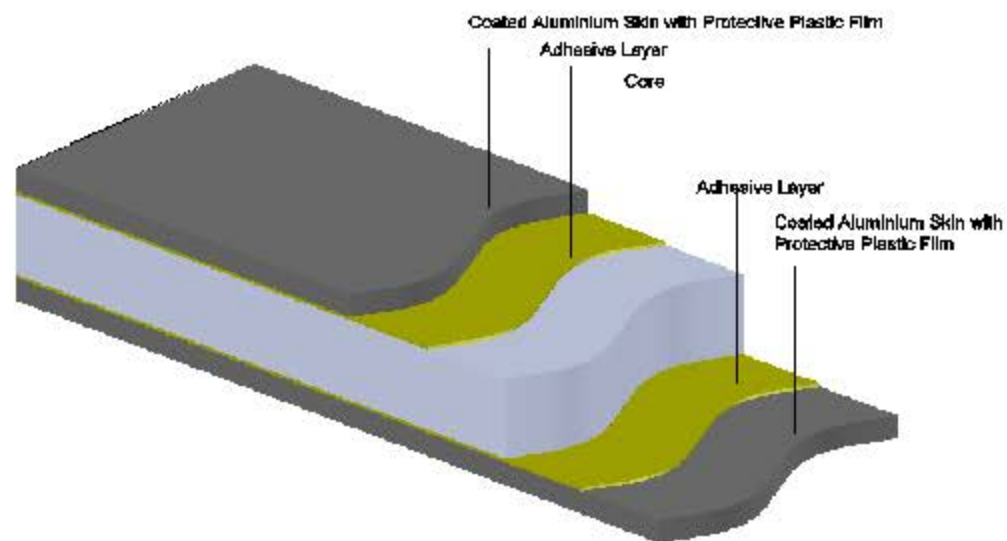
<sup>(2)</sup> Η απαιτούμενη για τοίχο περιτομοειδούς.

<sup>(3)</sup> Σύμφωνα με τη δοκιμασία επιφανειακής εξάπλωσης της φλόγας.

<sup>(4)</sup> Το επιτρεπόμενο μέγιστο ποσοστό ανοιγμάτων στη συνολική επιφάνεια του εξωτερικού τοίχου, όπου κομμάτια με δείκτη πυραντίστασης τουλάχιστον 15 λεπτών, υπολογίζονται με το 50% της επιφάνειάς τους.

Κανονισμός πυροπροστασίας κτιρίων ΠΔ71/1988

## Δοκιμές επιφανειακής εξάπλωσης φλόγας



	EN 13501-1	BS 476-7
Σύνθετα πάνελ αλουμινίου τύπου A2	A2-s1,d0	1
Σύνθετα πάνελ αλουμινίου τύπου FR	B-s1,d0	1
Σύνθετα πάνελ αλουμινίου τύπου PE	E	1

- Λαμβάνεται υπόψη μόνο η επιφάνεια  
→ πολυστρωματικά υλικά;
- Δεν λαμβάνονται υπόψη
  - Καπνός
  - Έκλυση θερμότητας
  - Φλεγόμενα σωματίδια

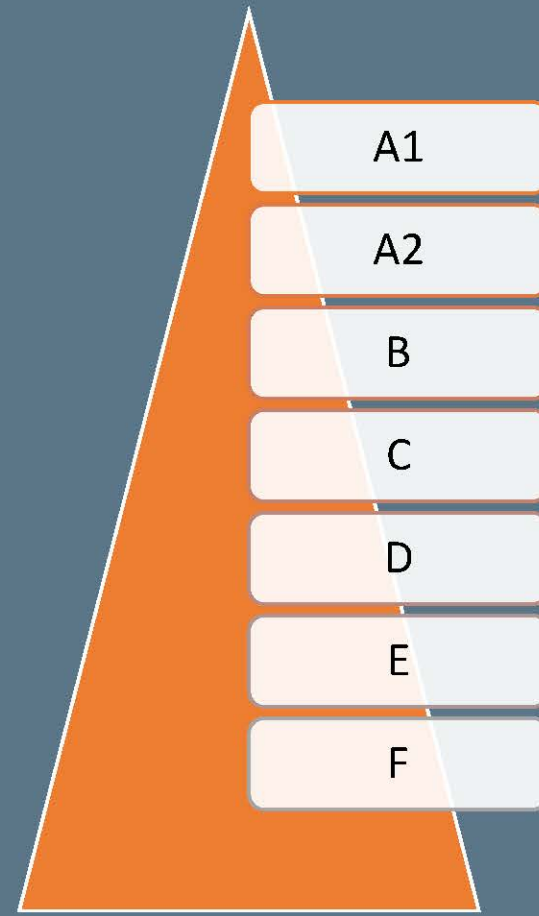
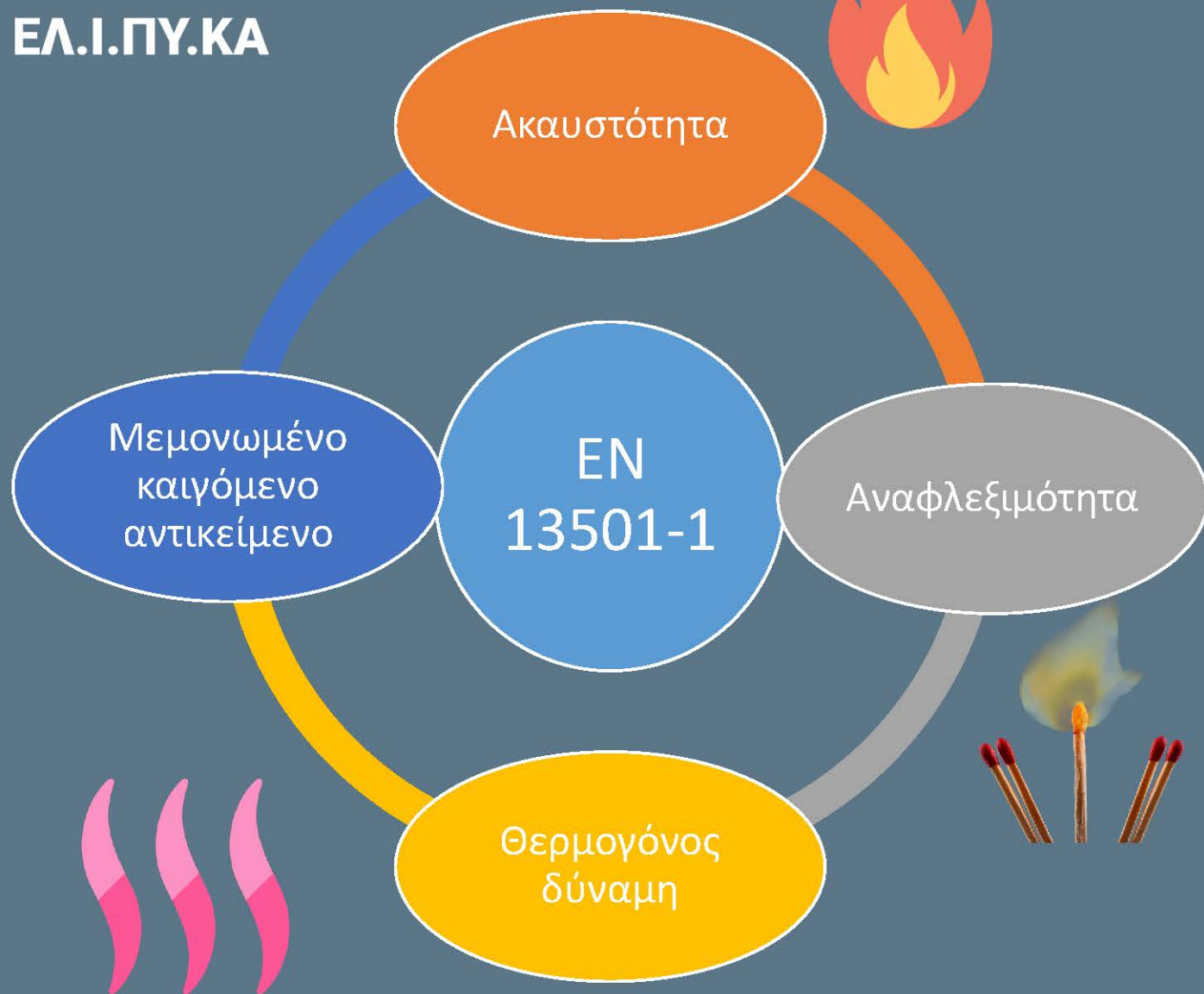
Είναι επαρκής η δοκιμή επιφανειακής εξάπλωσης φωτιάς;

Όχι → Αντίδραση στη φωτιά  
- EN 13501-1

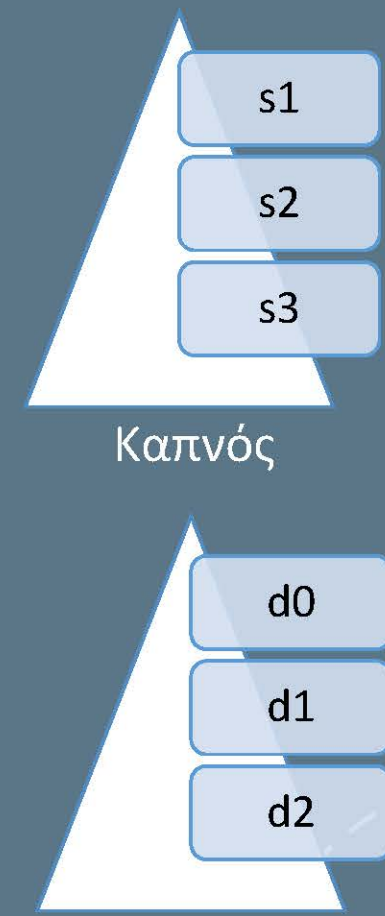




ΕΛ.Ι.ΠΥ.ΚΑ



Αντίδραση στη φωτιά



Καπνός

Φλεγόμενα σωματίδια



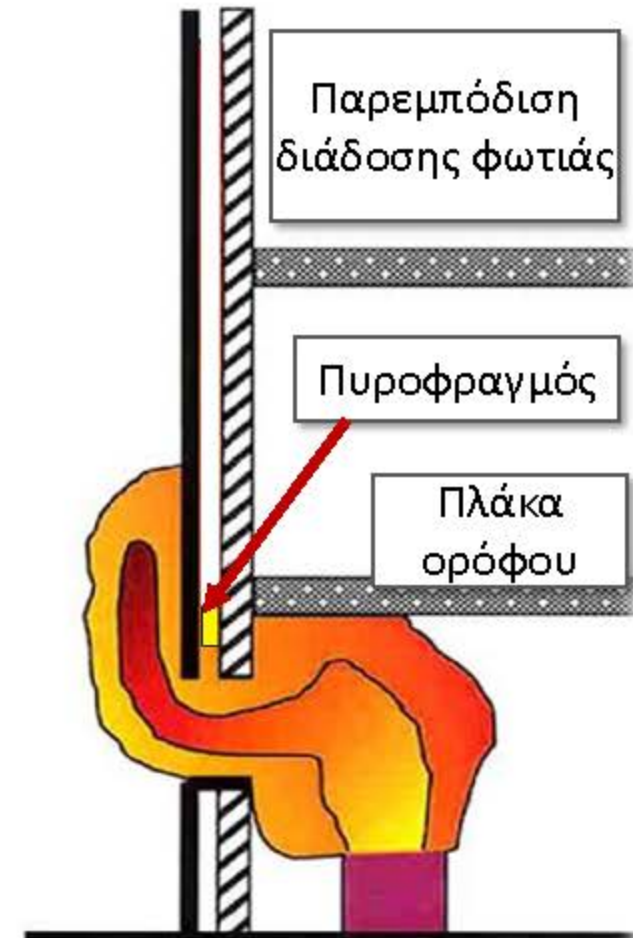
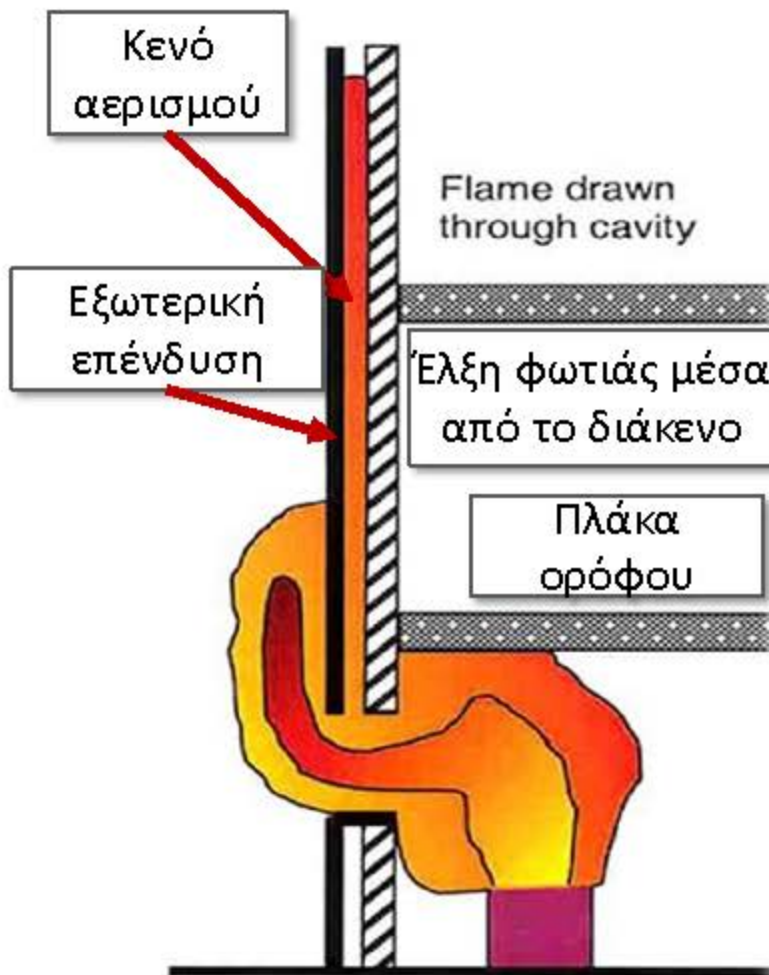
Είναι το EN 13501-1  
επαρκές για εξωτερικές  
επενδύσεις όψεων;

Όχι

- SBI αναπτύχθηκε για αξιολόγηση συμβάντων φωτιάς σε εσωτερικό περιβάλλον κτιρίων
- Στοχεύει κυρίως στην αξιολόγηση της συμπεριφοράς μεμονωμένων προϊόντων
  - Κι όχι την αλληλεπίδρασή τους



EN 13501-1 δεν μπορεί να λάβει υπόψη τη διάδοση φωτιάς στο κενό αερισμού



Πολυπλοκότητα επενδύσεων όψεων

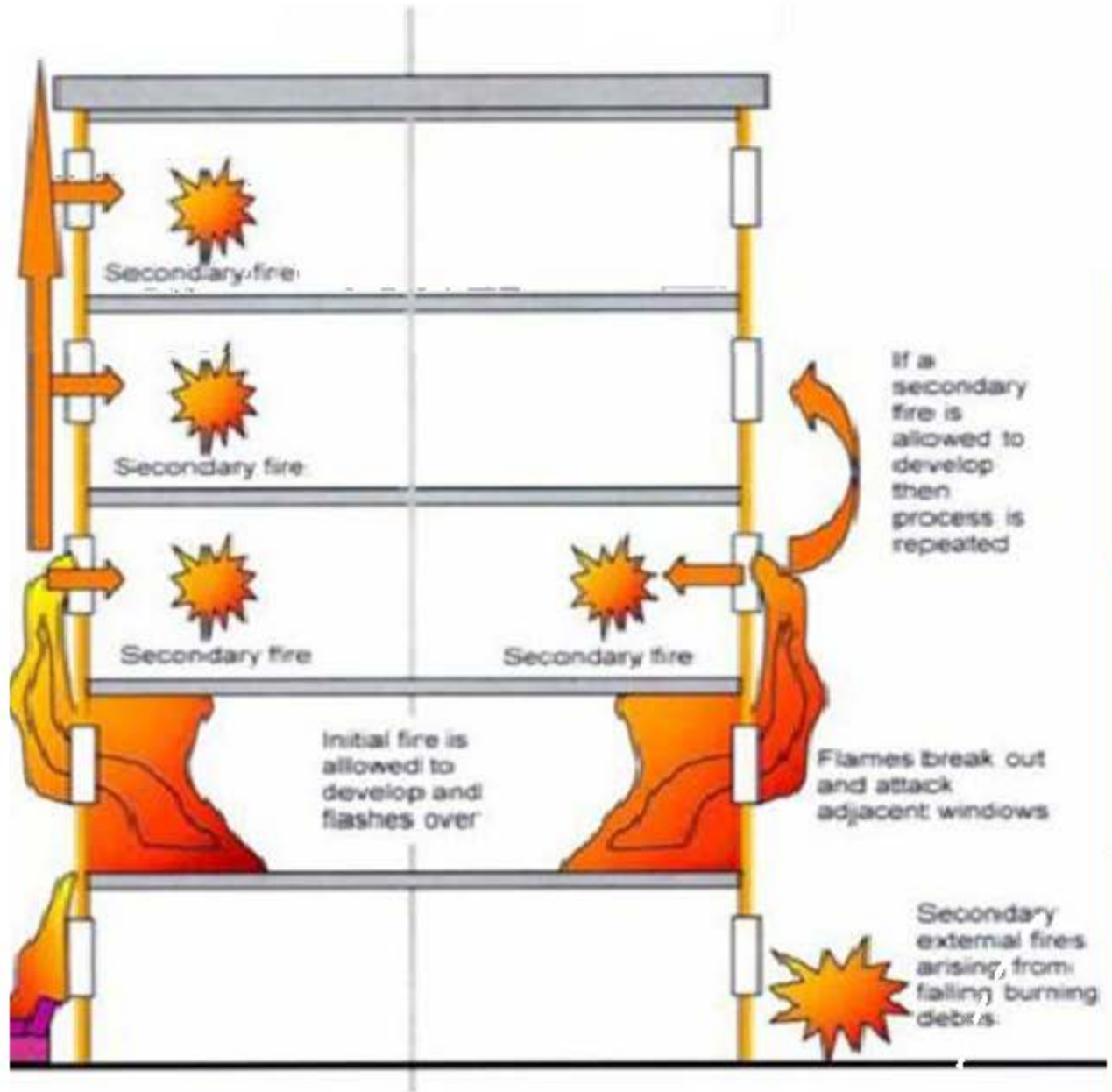
Κατασκευαστική λεπτομέρεια άνω του παραθύρου

Τύπος θερμομόνωσης

Τύπος πυροφραγμού

Πάχος κενού αερισμού

Τύπος προϊόντος επικάλυψης





## Λεπτομέρεια άνω του παραθύρου

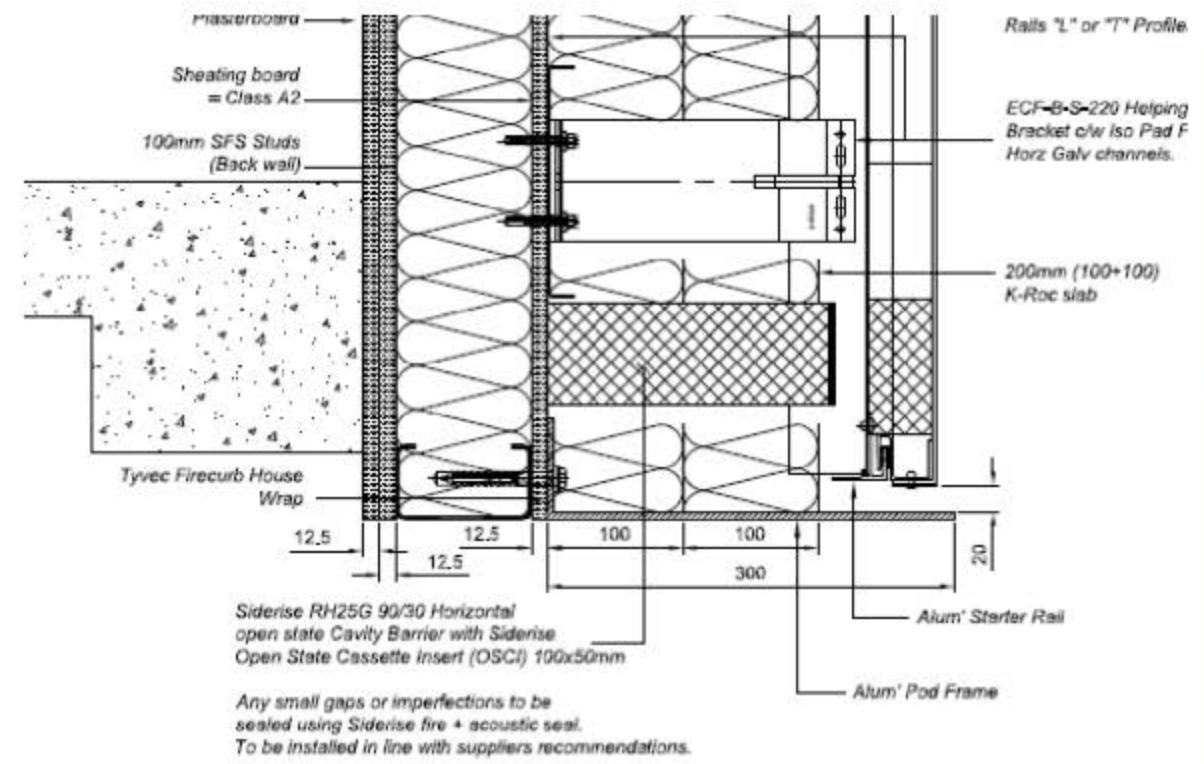
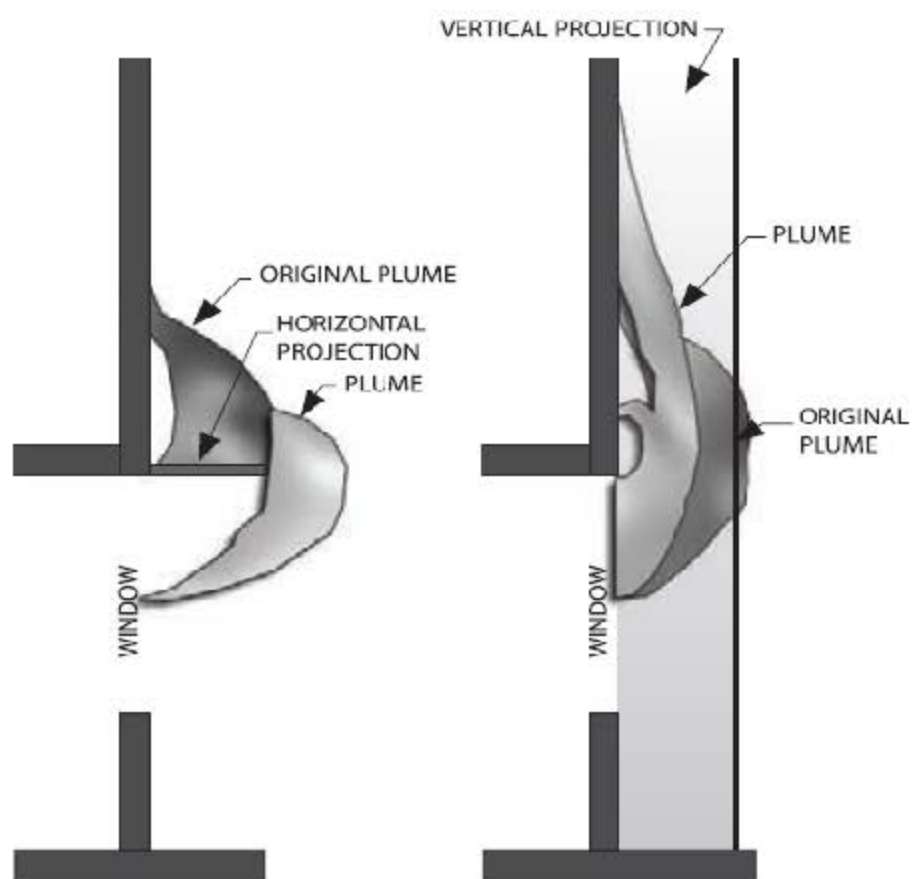
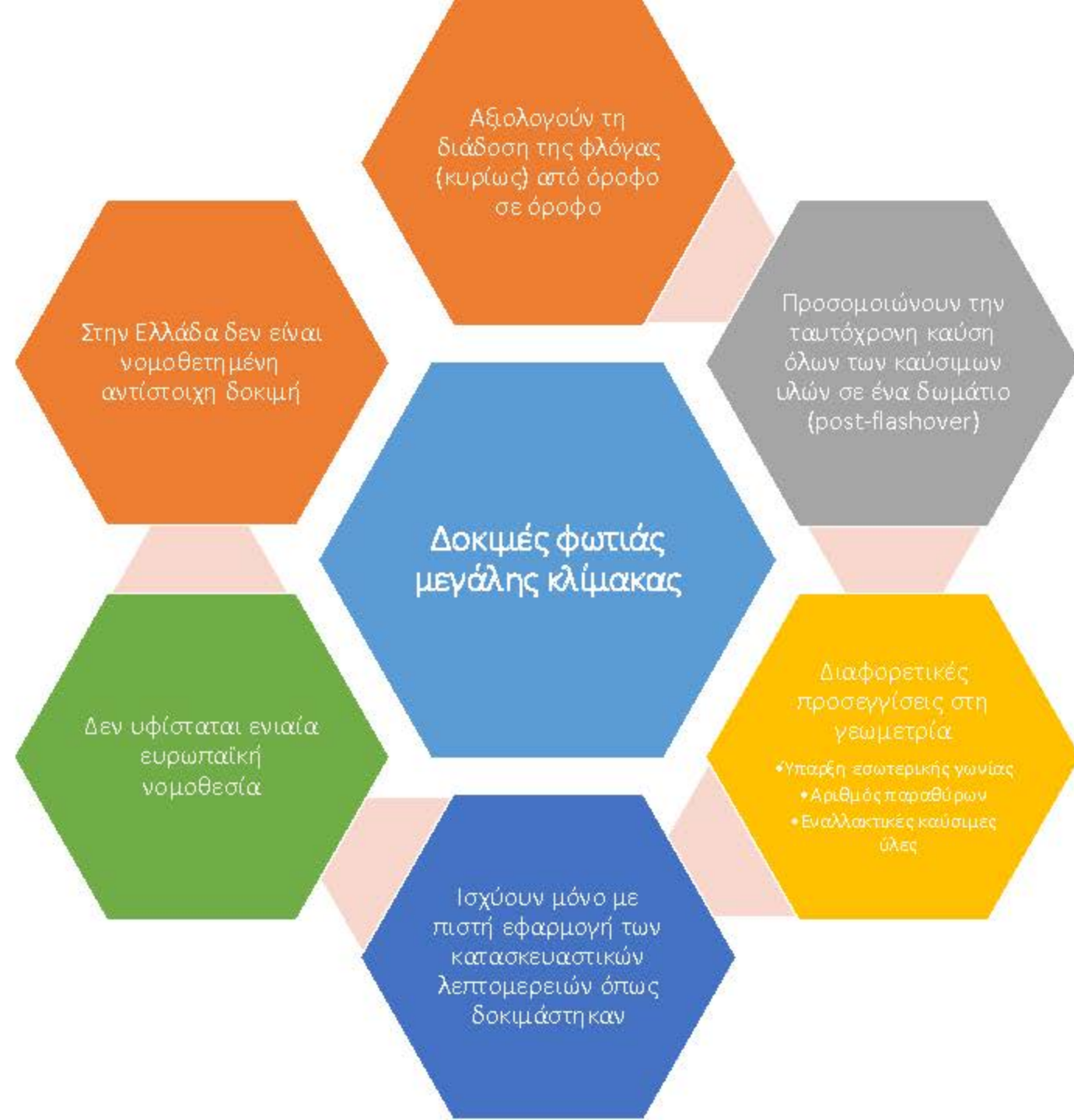


Figure 2. Impact of horizontal and vertical projections on window plume. (Oleszkiewicz Nov.1990, Fire Technology, p. 366)





NFPA 285 – ΗΠΑ









## BS 8414 – Ηνωμένο Βασίλειο

### Βασικά χαρακτηριστικά

- Διάρκεια 30λ.
- Καύσιμη ύλη: 450 kg ξυλείας
- Θερμική ενέργεια 3MW
- Κριτήρια (οδηγία BR 135)
  - Εξάπλωση φωτιάς όχι πάνω από 5μ καθύψος
  - Η μέγιστη αύξηση θερμοκρασίας δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 600°C στα 5μ ύψος
  - Έλεγχος εξωτερικής και εσωτερικής διάδοσης της φωτιάς
    - Προϊόν επένδυσης
    - Διάκενο
    - Προϊόν θερμομόνωσης
    - κλπ







ΕΛ.Ι.ΠΥ.ΚΑ

BS 8414 –  
Μαλαισία  
Κριτήρια  
του BR 135  
και  
επιπλέον  
κριτήριο για  
φλεγόμενα  
σωματίδια



SIRIM QAS INT  
JOB No: 111111  
PRODUCT CLADD  
CUSTOMER: THE MINE  
DATE: 20-11  
TIME: 08:00





---

## AS 5113 - Αυστραλία

- Βασισμένο στο BS 8414
  - Κριτήρια παρόμοια με το BR 135 και επιπλέον
    - ο Δομική σταθερότητα
    - ο Έκλυση καπνού και τοξικότητα
    - ο Φλεγόμενα σωματίδια / συντρίμμια (2 kg)
- 



# SP 105 Σουηδία







PN-B-02867:2  
- Πολωνία





ΕΛ.Ι.ΠΥ.ΚΑ

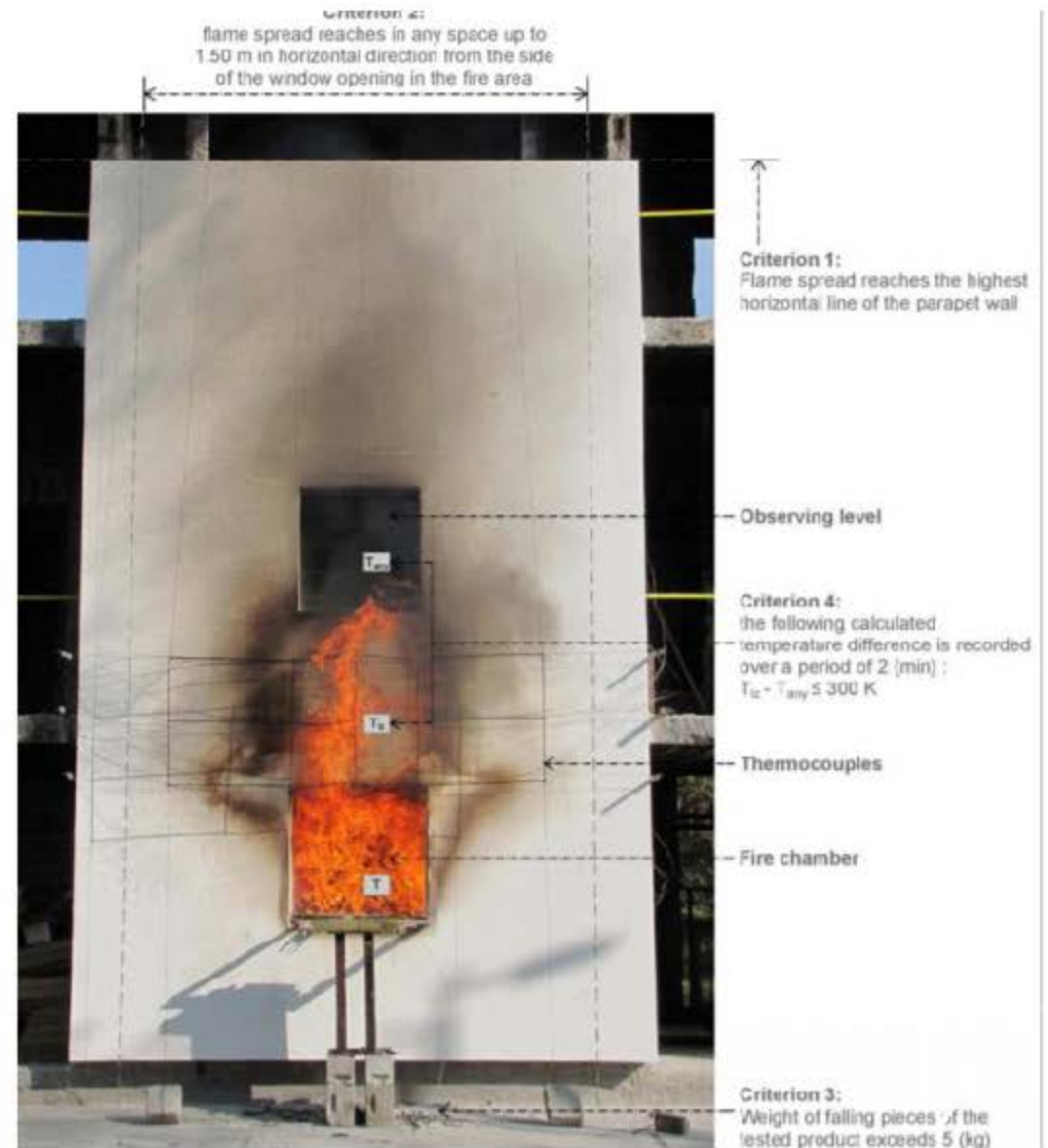
## LEPIR II – Γαλλία

- Δύο πηγές φωτιάς, 300+300 kg ξυλείας
- Τέσσερα παράθυρα
- Διάρκεια 30 λ.



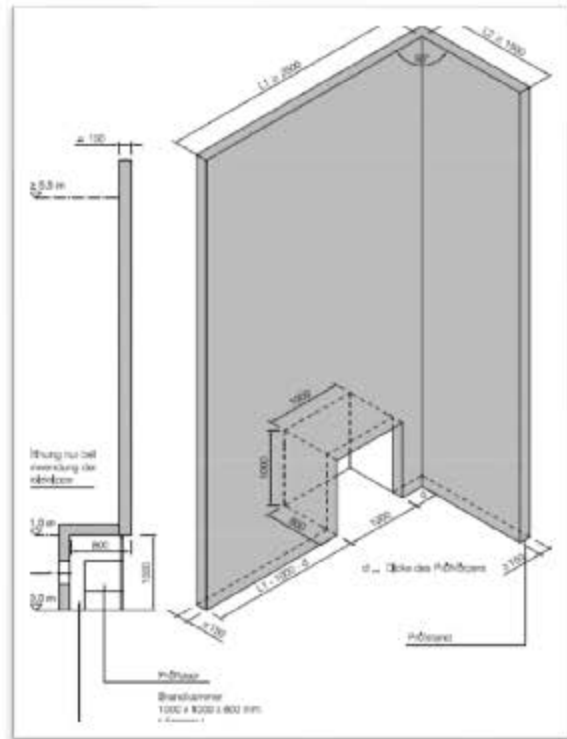




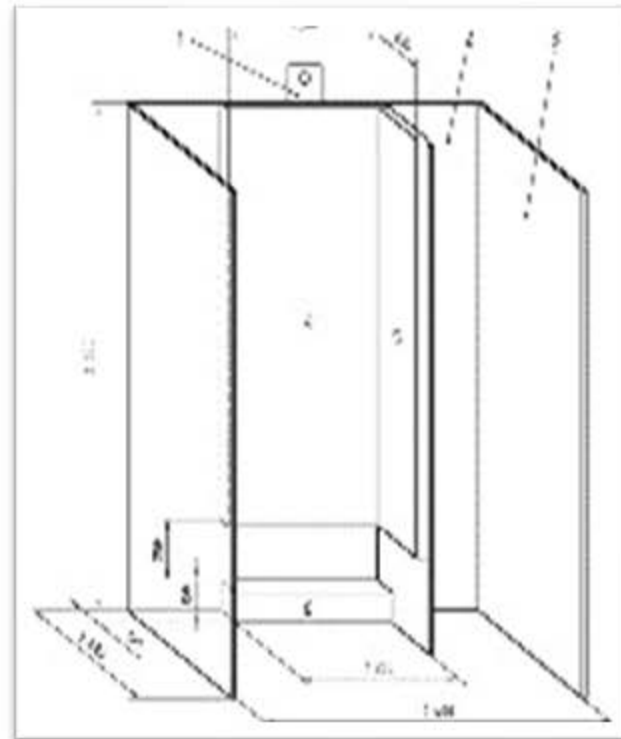


ONORM B 3800-5 (αριστερά), MSZ 14800-6 – Ουγγαρία (δεξιά)

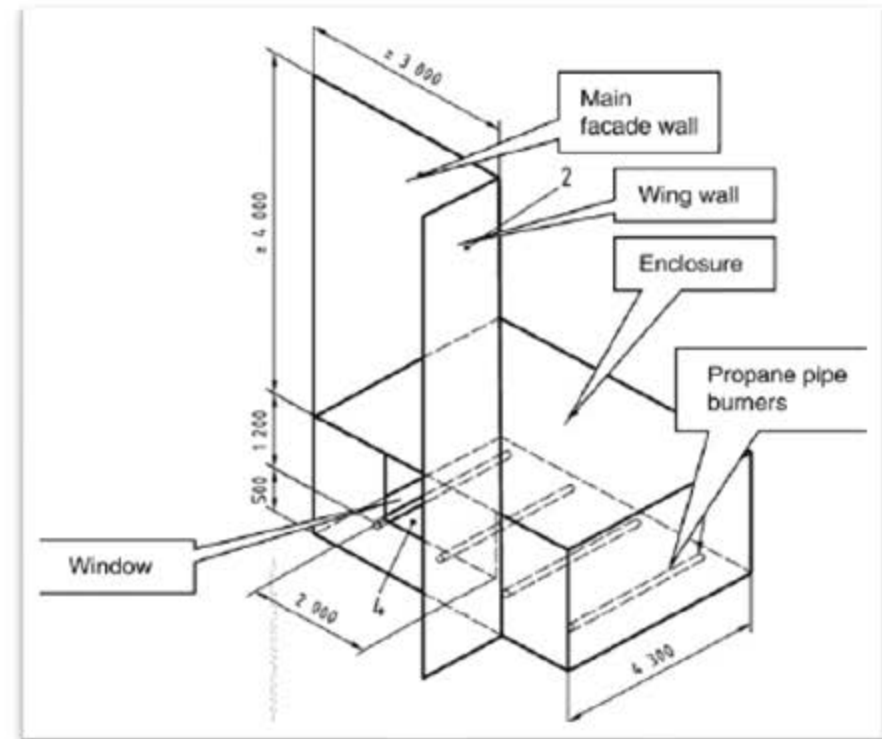
## Άλλες δοκιμές φωτιάς μεγάλης κλίμακας



DIN 4102-20  
Γερμανία



ISO 13785-1 – Διεθνές  
(Μεσαία κλίμακα)

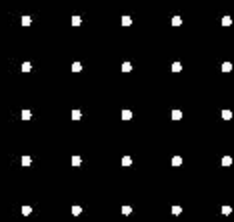


ISO 13785-2 - Διεθνές  
(Μεγάλη κλίμακα)



ΕΛ.Ι.ΠΥ.ΚΑ

# Πυρκαγιές σε επενδύσεις όψεων







**ΕΛ.Ι.ΠΥ.ΚΑ**

## Lacrosse – Μελβούρνη 2014

**Αιτία:** Ανάφλεξη από μη ασφαλή απόρριψη τσιγάρου, εξάπλωση μέσω εύφλεκτης πρόσοψης.

**Συνέπειες:** Η φωτιά κάλυψε 13 ορόφους σε 11 λεπτά· χωρίς θύματα αλλά με σοβαρές ζημιές.

**Αποτέλεσμα:** Ενίσχυση κανονισμών πυρασφάλειας στην Αυστραλία.



## Grenfell – Λονδίνο 2017

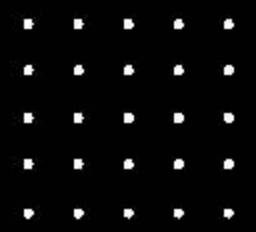
**Αιτία:** Πυρκαγιά από ηλεκτρικό ψυγείο

**Συνέπειες:** 72 θάνατοι

**Αποτέλεσμα:** Αναθεώρηση κανονισμών πυρασφάλειας και αυστηροί έλεγχοι προσόψεων







## Address Hotel, Ντουμπάι 2015

**Αιτία:** Πιθανό βραχυκύκλωμα στον εξωτερικό φωτισμό και ταχεία εξάπλωση μέσω της πρόσοψης

**Συνέπειες:** Καταστροφή μεγάλου μέρους του κτιρίου· χωρίς θανάτους αλλά με τραυματίες.

**Αποτέλεσμα:** Αύξηση ελέγχων σε επενδύσεις κτιρίων και αναθεώρηση πυρασφάλειας στα ΗΑΕ



**ΕΛ.Ι.ΠΥ.ΚΑ**

**Windsor Tower – Μαδρίτη, 2005**

**Αιτία:** Ξέσπασμα φωτιάς σε γραφείο του 21<sup>ου</sup> ορόφου, πιθανότατα από βραχυκύκλωμα .  
Εξάπλωση λόγω έλλειψης σύγχρονου σχεδιασμού (μεταξύ άλλων, έλλειψη πυροφραγμών μεταξύ υαλοπετασμάτων και πλακών ορόφων) .

**Συνέπειες:** Κατάρρευση του ανώτερου τμήματος· χωρίς θύματα, αλλά εκτεταμένες ζημιές.

**Αποτέλεσμα:** Ενίσχυση κανονισμών πυρασφάλειας σε ψηλά κτίρια στην Ισπανία







**ΕΛ.Ι.ΠΥ.ΚΑ**

## Beijing Television Cultural Center – 2009

**Αιτία:** Παράνομη χρήση πυροτεχνημάτων κατά τον εορτασμό του Κινέζικου Νέου Έτους, γρήγορη μετάδοση λόγω εύφλεκτης πρόσοψης.

**Συνέπειες:** Ένας θάνατος, 7 τραυματισμοί και πλήρης καταστροφή του κτιρίου.

**Αποτέλεσμα:** Αυστηρότεροι κανονισμοί για πυροτεχνήματα και του οικοδομικού κανονισμού στην Κίνα.





Torre dei Moro, Μιλάνο  
(2021)

**Αιτία:** Ανάφλεξη στον 15<sup>ο</sup>  
όροφο, γρήγορη εξάπλωση  
λόγω εύφλεκτης πρόσοψης.

**Συνέπειες:** Καταστροφή 18  
ορόφων, χωρίς θανάτους.

**Αποτέλεσμα:** Έλεγχοι σε  
παρόμοια κτίρια.





ΕΛ.

• ΤΗ  
Ντο

• Α  
εκκίν  
εύφ  
πρό

• Σ  
ζημι

• Α  
Επαν  
σε ψ



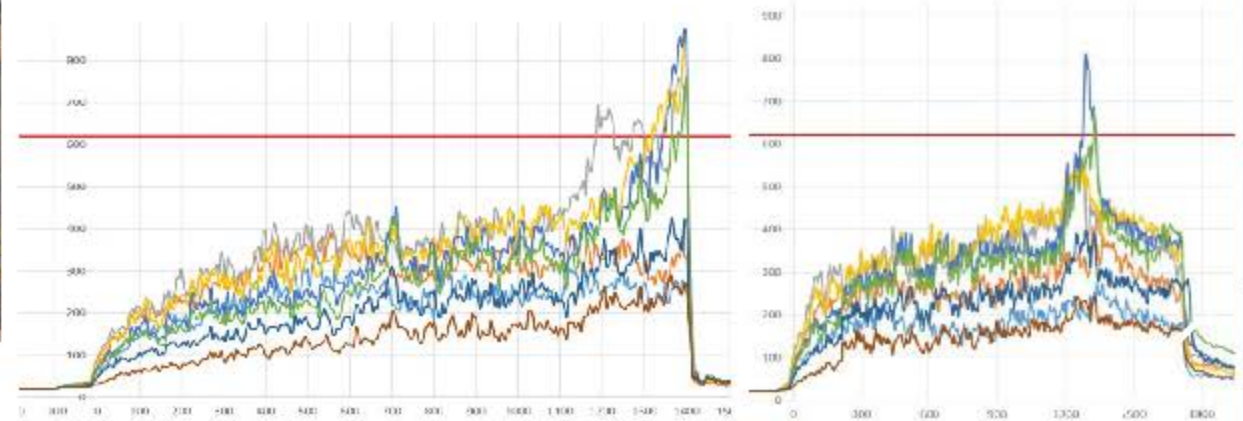


# Παράμετροι που επηρεάζουν τη συμπεριφορά του συστήματος επένδυσης





- Δοκιμές BS 8414 μετά το Grenfell από κυβέρνηση ΗΒ
- Υλικό επικάλυψης κατηγορίας B-s1,d0 (σύνθετο πάνελ αλουμινίου)
- Τύποι μόνωσης:
  - Εύφλεκτη (αφρός πολυισοκυανουρικού)
  - Μη εύφλεκτη (πετροβάμβακας)
- Η δοκιμή με εύφλεκτη μόνωση απέτυχε στα 25 λεπτά.
- Οι κρίσιμες θερμοκρασίες αιχμής αυξήθηκαν κατά περίπου 10% (μέχρι τα 25 λεπτά)

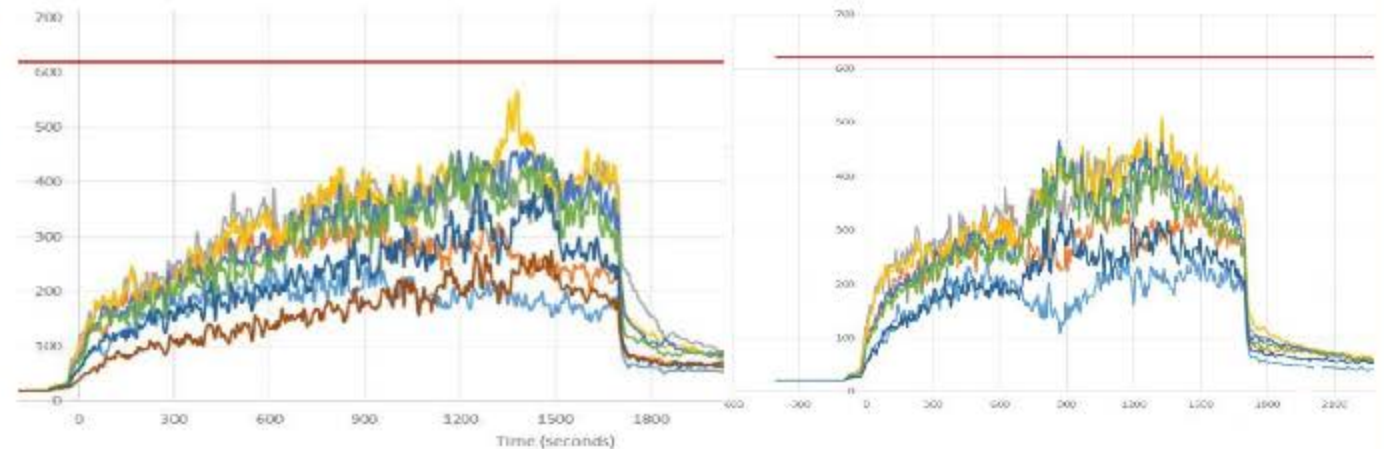


Αριστερά: εύφλεκτη μόνωση, δεξιά: μη εύφλεκτη μόνωση  
Δοκιμές 3 και 4 του Υπουργείου Κοινοτήτων και Τοπικής  
Αυτοδιοίκησης (DCLG).



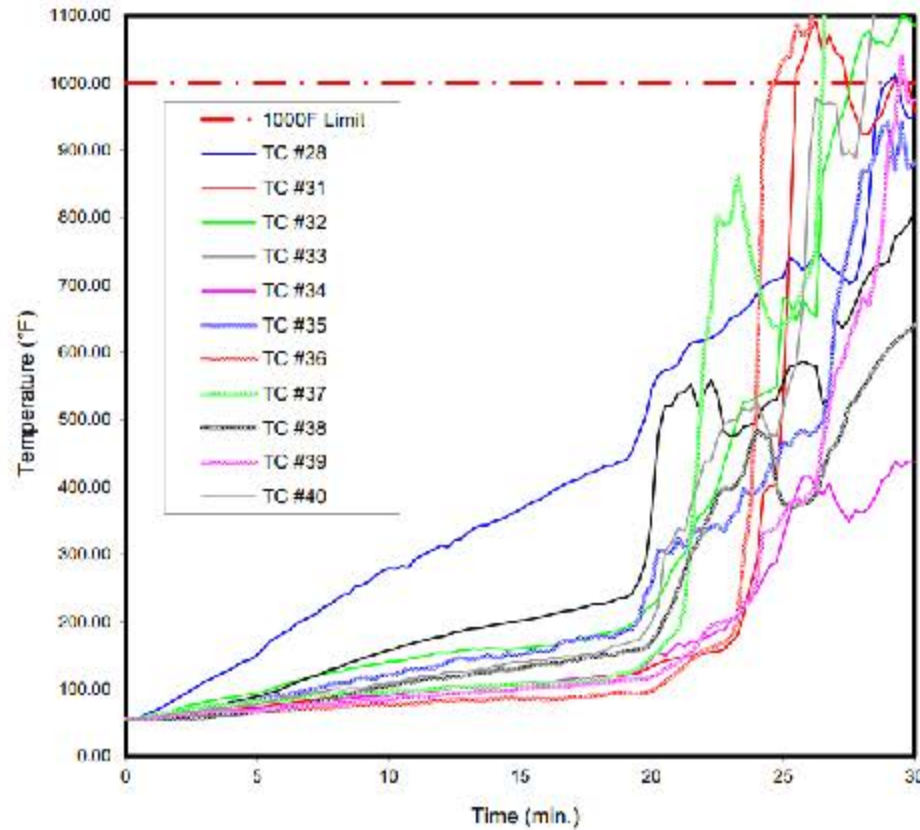
Αριστερά: εύφλεκτη μόνωση, δεξιά: μη εύφλεκτη μόνωση  
Δοκιμές 5 και 6 του Υπουργείου Κοινοτήτων και Τοπικής Αυτοδιοίκησης (DCLG).

- Δοκιμές BS 8414 μετά το Grenfell από κυβέρνηση ΗΒ
- Υλικό επικάλυψης κατηγορίας A2-s1,d0 (σύνθετο πάνελ αλουμινίου)
- Τύποι μόνωσης
  - Εύφλεκτη (αφρός πολυισοκυανουρικού)
  - Μη εύφλεκτη (πετροβάμβακας)
- Οι κρίσιμες θερμοκρασίες αιχμής αυξήθηκαν κατά ~13%.
- Παρά το γεγονός ότι η μόνωση είναι εύφλεκτη, το σύστημα πέρασε τη δοκιμή!





- NFPA 285 στις USA
- Κλάση A1 επένδυσης (αλουμίνιο 2mm) και εύφλεκτη μόνωση
- Απέτυχε στα θερμοκρασιακά κριτήρια!
- Εκτεταμένες βλάβες



Καμπύλες εξωτερικών θερμοκρασιόμετρων





*"Τα τσιμεντοειδή και τα προϊόντα με βάση την πέτρα τείνουν να αποφλοιώνονται και να ραγίζουν μέσα στο περιβάλλον της φωτιάς, παρέχοντας πρόσβαση στη φωτιά προς την κοιλότητα. Υπάρχει δυνητικός κίνδυνος τραυματισμού ανθρώπων ή ζημιάς στην περιουσία, εάν υλικό που αποφλοιώνεται εκτιναχθεί από το σύστημα κατά τη διάρκεια μιας φωτιάς."*

Οδηγία BR 135





ΕΛ.Ι.ΠΥ.ΚΑ

Διογκωμένο πολυστυρένιο  
(EPS)

Διογκωμένο πολυστυρένιο  
(EPS) + Πυροφραγμοί  
πετροβάμβακα

Πετροβάμβακας



**ETICS = External Thermal Insulating Composite Systems**





ΕΛ.Ι.ΠΥ.ΚΑ

Διογκωμένο πολυστυρένιο  
(EPS)

Διογκωμένο πολυστυρένιο  
(EPS) + Πυροφραγμοί  
πετροβάμβακα

Πετροβάμβακας

15. min

15. minuta nakon početka požara  
15 minutes after the start of the fire





Διογκωμένο πολυστυρένιο  
(EPS)

Διογκωμένο πολυστυρένιο  
(EPS) + Πυροφραγμοί  
πετροβάμβακα

**28. min**

Πετροβάμβακας

ΕΛ.Ι.ΠΥ.ΚΑ



Uzorak 1: sustav u cijelosti izgorio

Uzorak 2: vatra u potpunosti zahvatila gorivu izolaciju koja emitira velike količine otrovnog dima



Διογκωμένο πολυστυρένιο  
(EPS)

Διογκωμένο πολυστυρένιο  
(EPS) + Πυροφραγμοί  
πετροβάμβακα

**40. min**

Πετροβάμβακας

ΕΛ.Ι.ΠΥ.ΚΑ



**Uzorak 2: još uvijek gori i emitira otrovni dim, iako vatra nije vidljiva.**

**Protupožarna barijera je odgodila eskalaciju požara 10-ak minuta, ali je**



# Πυρομηχανική



BS 9414:2019



Fire performance of external cladding systems. The application of results from BS 8414-1 and BS 8414-2 tests

Συνδυασμός και επέκταση αποτελεσμάτων δοκιμών BS 8414

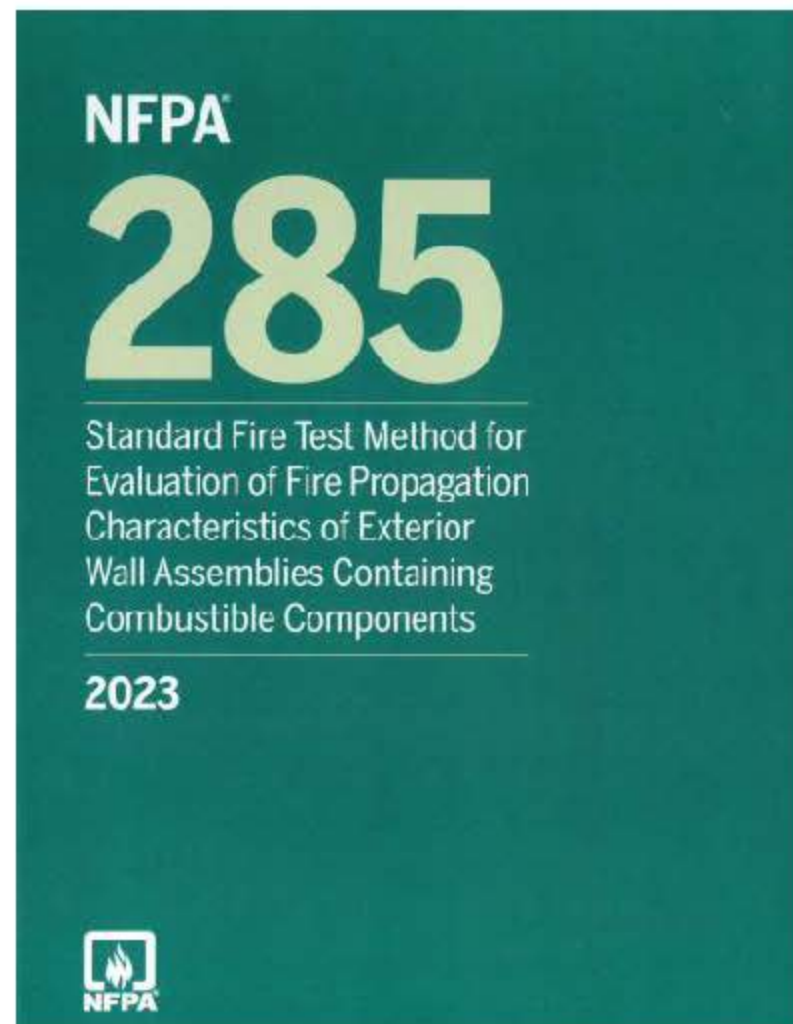
**bsi.**

...making excellence a habit<sup>®</sup>

BS 9414:2019 Fire performance of external cladding systems. The application of results from BS 8414-1 and BS 8414-2 tests

## NFPA 285 2023 update

- Συνδυασμός και επέκταση αποτελεσμάτων δοκιμών NFPA 285

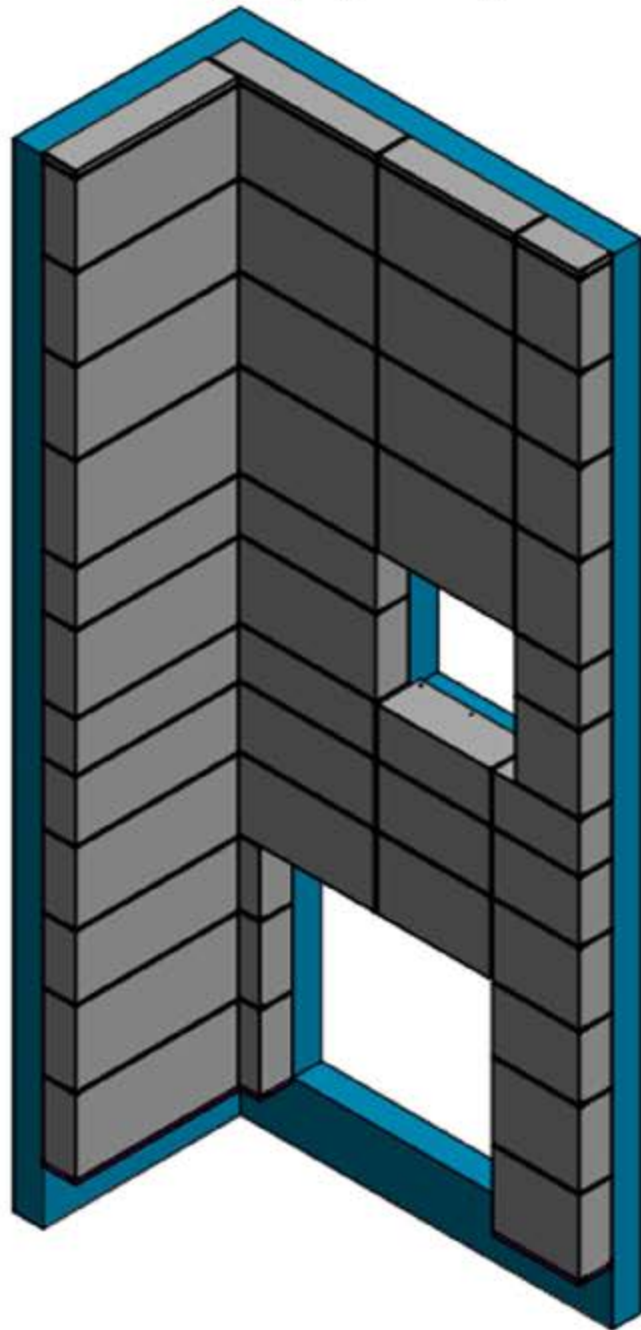




# Νέα ευρωπαϊκή μέθοδος αξιολόγησης συστημάτων προσόψεων σε φωτιά



# Υπο διαμόρφωση



Ευχαριστώ για την προσοχή  
σας

Μάνος Γιώργος  
2024

**ΕΛΙΠΥΚΑ**