



## ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**Πυρκαγιές Αυγούστου 2007 στους Νομούς Ηλείας, Αρκαδίας και Εύβοιας: Οι βλάβες των κτηρίων από ωπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοποιία**



Ελισάβετ Βιντζηλαίου, Χρίστος Ζέρης, Κωνσταντίνος Τρέζος, Μιλτιάδης Χρονόπουλος

## ΠΡΟΟΙΜΙΟ

Το υλικό στο οποίο βασίζεται αυτή η Έκθεση συγκεντρώθηκε από ομάδα μελών ΔΕΠ της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών, η οποία μετέβη στις περιοχές που επλήγησαν από τις πυρκαγιές του Αυγούστου 2007. Η Ομάδα συστάθηκε στο πλαίσιο των πρωτοβουλιών τις οποίες ανέλαβε το ΕΜΠ για την στήριξη των πυρόπληκτων περιοχών και πραγματοποίησε τρεις αποστολές: Στον Νομό Ηλείας (06 και 07/09/2007), στον Νομό Εύβοιας (13/09/2007) και στον Νομό Αρκαδίας (19/09/2007).

Στην απώλεια τόσων ανθρώπινων ζώων, στην καταστροφή του περιβάλλοντος και στην απώλεια περιουσιών (καλλιεργειών και ζωικού κεφαλαίου) προστέθηκε η προσωρινή ή μόνιμη απώλεια της στέγης τους, για κατοίκους πολλών οικισμών στους Νομούς Ηλείας, Αρκαδίας και Εύβοιας.

Καθώς η κατά το δυνατόν ταχεία επιστροφή των κατοίκων σε ασφαλείς μόνιμες κατοικίες αποτελεί στοιχείο ιδιαίτερος σημαντικό για την αντιμετώπιση των πολλών, δύσκολων και μακράς διάρκειας προβλημάτων τους, το ΕΜΠ συνέστησε Ομάδα Πολιτικών Μηχανικών με κατ' αρχήν στόχο την διαπίστωση της έκτασης, του είδους και της σοβαρότητας των βλαβών οι οποίες προκλήθηκαν σε κτήρια των πληγέντων Νομών.

Η Έκθεση που ακολουθεί περιλαμβάνει την περιγραφή και την ποιοτική ερμηνεία των κυριότερων βλαβών οι οποίες διαπιστώθηκαν σε κτήρια με φέροντα οργανισμό από ωπλισμένο σκυρόδεμα ή από τοιχοποιία. Η τεκμηρίωση των βλαβών αποτελεί την βάση τόσο για την αποτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης των κτηρίων, όσο και για την διαμόρφωση των κατάλληλων προτάσεων για την αποκατάσταση των βλαβών.

Πρέπει να σημειωθεί ότι, καθώς ο σχεδιασμός των κτηρίων έναντι πυρκαγιάς δεν αποτελεί αντικείμενο διδασκαλίας στις Σχολές Πολιτικών Μηχανικών της χώρας, αποτελεί επείγουσα προτεραιότητα η ενημέρωση των Μηχανικών οι οποίοι καλούνται να συντάξουν τις μελέτες επεμβάσεων σε κτήρια βλαβέντα από τις πυρκαγιές.

Έτσι, η εργασία που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της πρωτοβουλίας του ΕΜΠ συνεχίζεται με τις ακόλουθες δυο δράσεις:

1. Το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (ΤΕΕ) ενέκρινε την χρηματοδότηση ενός προγράμματος (το οποίο εκτελείται στην Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ), με στόχο την σύνταξη Πρακτικού Οδηγού για την Αποτίμηση και τις Επεμβάσεις σε μικρά κτήρια από Ω.Σ. και τοιχοποιία. Αυτός ο Οδηγός, ο οποίος θα παρουσιασθεί στους Μηχανικούς μέσω σειράς Σεμιναρίων, θα

επιτρέψει την σύνταξη των μελετών αποκατάστασης των κτηρίων στις πληγείσες περιοχές, καθώς και την λήψη προληπτικών μέτρων για την προστασία κτηρίων τα οποία δεν έχουν υποστεί βλάβες.

2. Οι συντάκτες αυτής της Έκθεσης σκοπεύουν να εισηγηθούν στην Επιτροπή Προπτυχιακών Σπουδών της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, την εισαγωγή του σχεδιασμού των κατασκευών έναντι πυρκαγιάς στο πρόγραμμα προπτυχιακού μαθήματος, έτσι ώστε οι νέοι Μηχανικοί να αποκτούν-ήδη κατά την διάρκεια του 5-ετούς κύκλου σπουδών τους-τις βασικές γνώσεις γύρω από το θέμα.

Αθήνα, 28 Μαρτίου 2008

## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΒΛΑΒΩΝ ΛΟΓΩ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ ΑΠΟ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΙ ΑΠΟ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σ' αυτήν την Έκθεση παρουσιάζονται οι τυπικές βλάβες που παρατηρήθηκαν σε κτήρια από ωπλισμένο σκυρόδεμα και σε κτήρια από τοιχοποιία, εξ αιτίας των πυρκαγιών του Αυγούστου 2007. Επιχειρείται, επίσης, ποιοτική ερμηνεία αυτών των τυπικών βλαβών, η οποία μπορεί να συμβάλει στην αποτίμηση των κτηρίων. Επί πλέον, δεδομένου ότι η καταγραφή των βλαβών αναδεικνύει στοιχεία της πυροτορωτότητας των κτηρίων, μπορεί να συμβάλει και στην επιλογή κατάλληλων μέτρων επέμβασης, καθώς και μέτρων για την μείωση της πυροτορωτότητας των κτηρίων που έχουν υποστεί βλάβες.

Πρέπει να αναφερθούν οι γενικού χαρακτήρα παρατηρήσεις, οι οποίες έγιναν κατά την καταγραφή των τυπικών βλαβών. Αυτές οι παρατηρήσεις μπορούν να αποδειχθούν χρήσιμες για την ερμηνεία των βλαβών και για την αποτίμηση των κτηρίων μετά από πυρκαγιά:

(α) Διαπιστώθηκε ότι κατά την διάρκεια των πυρκαγιών, αναπτύχθηκαν κατά τόπους πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Αυτό τεκμηριώνεται από την τήξη υλικών (όπως, για παράδειγμα το γυαλί, το αλάτι, το αλουμίνιο, κλπ.)



Τήξη γυαλιού

(β) Παρατηρήθηκε ότι οι διαφορές θερμοκρασίας ήταν πολύ μεγάλες, ακόμη και μέσα στον ίδιο χώρο. Αυτές οι μεγάλες διαφορές θερμοκρασίας οφείλονται (i) στο γεγονός ότι σε ορισμένες περιπτώσεις υπήρχε συγκεντρωμένη καύσιμη ύλη σε ορισμένα τμήματα των κτηρίων, (ii) στο ότι η εξέλιξη της φωτιάς δεν έγινε με ομοιόμορφο τρόπο στο εσωτερικό και στο εξωτερικό των κτηρίων. Πράγματι, όπως φαίνεται και στις Φωτογραφίες, υπήρχαν κτήρια στα οποία η φωτιά αναπτύχθηκε κυρίως στο εσωτερικό τους, άλλα στα οποία η πυρκαγιά μεταδόθηκε στο εσωτερικό, ενώ παραλλήλως έκαιε στο περιβάλλον του κτηρίου και άλλα κτήρια, στα οποία υπήρχε ταυτόχρονη εξέλιξη στο εσωτερικό τους και σε τμήματα μόνον του περιβάλλοντός τους. Αυτά τα στοιχεία είναι πολύ χρήσιμα και για την κατ' αρχήν ερμηνεία ορισμένων βλαβών, οι οποίες άλλως δεν ερμηνεύονται ευχερώς.



Τήξη αλουμινίου



Κτήριο καμμένο στο εσωτερικό του.



Κτήριο με φωτιά ταυτόχρονα στο εσωτερικό του και στο περιβάλλον του.

ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ, 16.09.07



*Άθικτο πλαστικό πέτασμα σε μικρή απόσταση από περιοχή στην οποία αναπτύχθηκαν μεγάλες θερμοκρασίες.*

(γ) Σε ορισμένες περιπτώσεις διαπιστώθηκε ότι προϋπήρχαν στα κτήρια βλάβες από άλλο αίτιο (π.χ. από σεισμό ή από καθιζήσεις). Βεβαίως, μια τέτοια διαπίστωση δεν είναι δυνατόν να γίνει σε όλες τις περιπτώσεις για τις οποίες ενδεχομένως ισχύει, καθώς οι βλάβες λόγω των πυρκαγιών είτε είναι παρόμοιας μορφής με προϋπάρχουσες είτε η εκδήλωσή τους έχει εξαφανίσει τα ίχνη των προηγούμενων βλαβών. Μπορεί, πάντως, να γίνει η εύλογη υπόθεση ότι και σε άλλα κτήρια, πέραν εκείνων στα οποία διαπιστώθηκε, υπήρχαν παλαιότερες βλάβες. Τούτο είναι ακριβές ιδιαίτερος για παλαιά κτήρια από τοιχοποιία, πολλά από τα οποία (κυρίως αποθήκες στις παρυφές ή εκτός των οικισμών) δεν χρησιμοποιούνταν ή/και ήταν χαμηλής ποιότητας δόμησης.



*Διακρίνεται επισκευασμένη ρωγμή προγενέστερη της πυρκαγιάς*

(δ) Πρέπει, τέλος, να αναφερθεί ότι η κατανομή των βλαβών στους οικισμούς δεν είναι ομοιόμορφη. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι βλάβες συγκεντρώνονται στις παρυφές των οικισμών ή σε μια περιοχή τους. Σε άλλες περιπτώσεις διαπιστώθηκε ότι τα κτήρια που εβλάβησαν είναι κατανεμημένα με τρόπο τυχαίο (οφειλόμενο-προφανώς-στο είδος της πυρκαγιάς). Σ' αυτές τις περιπτώσεις, πράγματι, γειτονικά κτήρια, όμοια κατά τον τρόπο δόμησης και το είδος των υλικών και της καύσιμης ύλης εμφανίζουν πολύ διαφορετικό βαθμό βλάβης ή το ένα μπορεί να έχει υποστεί μεγάλες βλάβες, ενώ το διπλανό του να είναι εντελώς άθικτο. Υπάρχουν, τέλος οικισμοί με μεγάλο ποσοστό των κτηρίων τους να έχει υποστεί βλάβες.



*Αριστερά, κτήριο χωρίς κανένα ίχνος προσβολής, δεξιά, κτήριο καμμένο.*

Στις Ενότητες που ακολουθούν, οι βλάβες που παρατηρήθηκαν κατατάσσονται χωριστά για τα κτήρια από φέρουσα τοιχοποιία και για τα κτήρια από ωπλισμένο σκυρόδεμα, δίνονται δε στοιχεία για τις βλάβες των (ελάχιστων) κτηρίων με μεταλλικό φέροντα οργανισμό.

## 2. ΚΤΗΡΙΑ ΑΠΟ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

### 2.1. ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ

Κτήρια από φέρουσα τοιχοποιία υπάρχουν σε οικισμούς των Νομών Αρκαδίας και Ηλείας. Πρόκειται για κτήρια μονώροφα ή δώροφα, στα οποία διαπιστώνεται ποικιλία υλικών-καθώς σε πολλά από αυτά είτε έχουν γίνει επεμβάσεις (π.χ. προσθήκη διαζώματος Ω.Σ. στην στέψη των τοίχων), είτε έχουν γίνει προσθήκες κατ' επέκταση ή/και καθ' ύψος.

Τα κτήρια από φέρουσα τοιχοποιία είναι κυρίως από λιθοδομή (αργολιθοδομή με επιμελημένες τις γωνίες) με ή χωρίς ξύλινες ενισχύσεις στο σώμα της τοιχοποιίας. Τα πατώματα και οι στέγες είναι ξύλινες, ενώ τα υπέρθυρα σε άλλες περιπτώσεις είναι ξύλινα (με ή χωρίς υπερκείμενο ανακουφιστικό τόξο), σε άλλες έχουν αντικατασταθεί από Ω.Σ., ενώ υπάρχουν και περιπτώσεις κτηρίων με λίθινο περίγραμμα ανοιγμάτων.

Στην περιοχή της Ηλείας, υπάρχουν και περιορισμένα το πλήθος (μονώροφα) κτήρια από ωμοπλινθοδομή.

Σε αρκετές περιπτώσεις τα κτήρια έχουν ισόγειο από λιθοδομή και όροφο από οπτοπλινθοδομή.

Κυρίως σε αποθηκευτικούς χώρους, διαπιστώθηκε κατασκευή με τσιμεντόλιθους, ενώ

Σε περιορισμένο πλήθος κτηρίων συνυπάρχουν τοίχοι από ωμοπλινθοδομή, από λιθοδομή, από τσιμεντόλιθους και από οπτοπλινθοδομή.



*Μονώροφο κτήριο από λιθοδομή Διώροφο κτήριο από λιθοδομή*



*Κτήριο από τσιμεντόλιθους*



*Κτήριο από ωμοπλινθοδομή*





*Κτήριο με τοίχους από  
ωμοπλίνθους, λίθους,  
τσιμεντόλιθους και  
οπτοπλίνθους*



*Κτήριο με ισόγειο από λιθοδομή και  
όροφο από οπτοπλινθοδομή.*



*Κτήριο από οπτοπλινθοδομή με διαζώματα από Ω.Σ.*

## **2.2. ΤΥΠΙΚΕΣ ΒΛΑΒΕΣ**

### **2.2.1. Αποκόλληση και πτώση επιχρισμάτων**

Μολονότι η αποκόλληση και η πτώση επιχρισμάτων δεν συνιστά καθ' εαυτήν βλάβη του φέροντος οργανισμού, καταγράφεται στα κτήρια όπου συνέβη και αναφέρεται, δεδομένου ότι συνιστά πληροφορία πολύ σημαντική για την

αποτίμηση των κτηρίων. Πράγματι, είναι γνωστό από την βιβλιογραφία ότι τα επιχρίσματα, και μάλιστα τα συνήθη ελληνικά γερά και μεγάλου πάχους επιχρίσματα, αποτελούν σημαντική προστασία για τα υποκείμενα φέροντα στοιχεία: Καθυστερούν την διείσδυση των υψηλών θερμοκρασιών προς την επιφάνεια και το εσωτερικό των δομικών στοιχείων. Έτσι, εάν τα επιχρίσματα δεν έχουν αποκολληθεί από την τοιχοποιία κατά την διάρκεια της πυρκαγιάς, μπορεί ο Μηχανικός να συναγάγει με ασφάλεια ότι τα φέροντα στοιχεία του κτηρίου δεν έχουν υποστεί μείωση της αντίστασής τους λόγω της πυρκαγιάς.



*Αποκόλληση και πτώση επιχρισμάτων*

### **2.2.2. Καύση και κατάρρευση ξύλινων στεγών και υποστέγων**

Πρόκειται για συνηθέστατη βλάβη, η οποία είχε-όπως αναμενόταν-συνέπεια την πλήρη καταστροφή της οικοσκευής των κτηρίων στα οποία συνέβη. Ο μηχανισμός με τον οποίον προκλήθηκε η ανάφλεξη, η καύση και η κατάρρευση των στεγών δεν είναι πάντοτε προφανής και δεν μπορεί να διαπιστωθεί εκ των υστέρων βάσει τεχνικών στοιχείων. Κατά τις μαρτυρίες κατοίκων, σε άλλα κτήρια η πυρκαγιά προκλήθηκε από καιόμενα αντικείμενα τα οποία έπεσαν στις στέγες και προκάλεσαν την καύση τους, σε άλλα κτήρια εκδηλώθηκε η φωτιά στο εσωτερικό τους και εν συνεχεία ανεφλέγη η στέγη, ενώ σε άλλα παρατηρήθηκε παράλληλη εκδήλωση και των δυο μηχανισμών.



*Καύση και κατάρρευση ξύλινης στέγης*

Σε κάθε περίπτωση, όταν υπήρχε και ξύλινο στέγαστρο σε συνέχεια με την στέγη, η καύση του στεγάστρου έπαιξε αρνητικό ρόλο, καθώς συνέβαλε στην διάδοση της πυρκαγιάς προς την στέγη και-κατά συνέπεια-στο εσωτερικό του κτηρίου. Έτσι, μια από τις οδηγίες που θα πρέπει να εφαρμοσθούν κατά την φάση των επισκευών σε κτήρια τα οποία επλήγησαν θα είναι και η κατασκευή εξωτερικών στεγασμένων χώρων ανεξάρτητων από την στέγη του κτηρίου (δηλαδή, στέγαστρα εδραζόμενα σε (ξύλινα ή από άλλο υλικό) υποστυλώματα και όχι πρόβολοι από την στέγη).

Πρέπει, τέλος, να αναφερθεί ότι οι στέγες που κάηκαν δεν είχαν καμιά πρόβλεψη πυροπροστασίας. Έτσι, κατά την φάση των επεμβάσεων, θα δοθούν κατάλληλες οδηγίες για την μείωση της πυροτροπότητας των στεγών (π.χ. μόνωση, περιμετρικώς «κλειστή» στέγη, αυξημένες διατομές ξύλινων στοιχείων, κλπ.)

### 2.2.3. Καύση και κατάρρευση ξύλινων πατωμάτων

Εξ ίσου εκτεταμένη βλάβη με την καύση και κατάρρευση στεγών. Συνέβη σε όλα τα διώροφα κτήρια στα οποία έχει καεί και η στέγη.



Από την κλίση των κεραμιδιών διακρίνεται η προς το εσωτερικό του κτηρίου κατάρρευση της στέγης που κάηκε.



Καύση δοκών/πλήρης καύση πετρώματος υποστέγου. Πτώση και θραύση κεραμιδιών.



Καύση ξύλινων πατωμάτων. Διακρίνονται οι θέσεις έδρασης των ξύλινων δοκών στην τοιχοποιία



#### **2.2.4. Καύση ξύλινων υπερθύρων και συνακόλουθη κατάρρευση υπερκείμενης τοιχοποιίας**

Πρόκειται για πολύ συνηθισμένη βλάβη. Η έκταση και η ένταση των συνεπειών της εξαρτάται από την μόρφωση των υπερθύρων, από την εν γένει μόρφωση των περιθυρωμάτων, καθώς και από το μέγεθος των υπερκείμενων φορτίων. Πράγματι, όπως φαίνεται και στις Φωτογραφίες, πολύ συχνά τα υπέρθυρα διαμορφώνονται με ένα ξύλινο υπέρθυρο του οποίου υπέρκειται (χθαμαλό, συνήθως) ανακουφιστικό τόξο. Σε πολλές περιπτώσεις, η καύση του ξύλινου υπερθύρου οδήγησε σε αποκόλληση ή/και κατάρρευση του ανακουφιστικού τόξου. Όταν το άνοιγμα ήταν πολύ κοντά στην στέψη του τοίχου, οπότε το φορτίο της υπερκείμενης τοιχοποιίας ήταν μικρό, η αποκόλληση του τόξου ή η κατάρρευσή του απεφεύχθησαν.



*Καύση ξύλινου υπερθύρου. Κατάρρευση ανακουφιστικού τόξου.*

Ομοίως, όταν (κατά την διάρκεια προηγούμενων επεμβάσεων) είχε κατασκευασθεί διάζωμα Ω.Σ. στην στέψη των τοίχων, η βλάβη περιοριζόταν στην καύση του υπερθύρου και σε περιορισμένη αποκόλληση του ανακουφιστικού τόξου.

Στις περιπτώσεις εκείνες στις οποίες δεν υπήρχε ανακουφιστικό τόξο, η καύση του υπερθύρου είχε συνέπεια την τοπική αποδιοργάνωση της υπερκείμενης τοιχοποιίας.

Παρατηρήθηκε, επίσης, σε ορισμένες περιπτώσεις, κατάρρευση όλης της υπερκείμενης τοιχοποιίας, μέχρι την στέψη του τοίχου.



Η παρουσία διαζώματος Ω.Σ. απέτρεψε την αποκόλληση και κατάρρευση του (υπό πολύ μικρά φορτία) ανακουφιστικού τόξου.



Καύση ξύλινου υπερθύρου. Κατάρρευση ανακουφιστικού τόξου.



Αποδιοργάνωση τοιχοποιίας μετά από την καύση του ξύλινου υπερθύρου

Η παρουσία του διαζώματος Ω.Σ. δεν απέτρεψε την κατάρρευση του ανακουφιστικού τόξου



*Αποδιοργάνωση τοιχοποιίας μετά από την καύση του ξύλινου υπερθύρου*



*Κατάρρευση της υπερκείμενης τοιχοποιίας μέχρι την στέψη του τοίχου, μετά από την καύση των ξύλινων υπερθύρων.*

Αντιθέτως, στις περιπτώσεις κατά τις οποίες τα ανοίγματα ήταν ενισχυμένα με λίθινο περιθύρωμα ή όταν (κατά την διάρκεια προηγούμενων επεμβάσεων) η περίμετρος των ανοιγμάτων είχε ενισχυθεί μέσω οριζόντιων και κατακόρυφων στοιχείων από σκυρόδεμα, οι περιοχές των ανοιγμάτων δεν υπέστησαν βλάβες, ακόμη και σε περιπτώσεις κατά τις οποίες αναπτύχθηκαν υψηλές θερμοκρασίες.



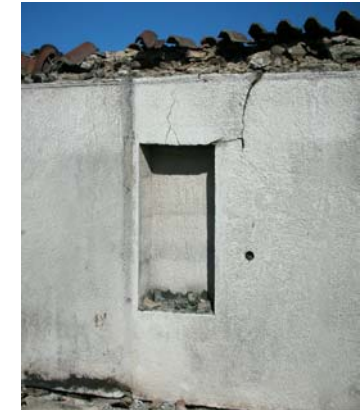
*Περιθύρωμα λίθινο ή από σκυρόδεμα*



*Παρά το γεγονός ότι αναπτύχθηκαν πολύ υψηλές θερμοκρασίες (τήξη υαλοπινάκων), δεν παρατηρήθηκαν βλάβες στις περιοχές των υπερθύρων.*

### 2.2.5. Ρηγμάτωση υπέρθυρων

Σε τοξωτά λίθινα υπέρθυρα ή σε υπέρθυρα από Ω.Σ., παρατηρήθηκαν ρωγμές (περί το μέσον των ανοιγμάτων ή στα άκρα τους). Αυτές οι ρωγμές συνεχίζονται κατά κανόνα στην υπερκείμενη τοιχοποιία, μέχρι την στέψη των τοίχων.



### 2.2.6. Συμπεριφορά τοίχων εντός του επιπέδου τους

Η επιμήκυνση των τοίχων, των στεγών και των πατωμάτων λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας, προκαλούν διάφορες βλάβες, οι οποίες περιγράφονται σ' αυτήν και στις επόμενες υποπαραγράφους.

Σε αρκετές περιπτώσεις, παρατηρήθηκαν λοξές ρωγμές σε



πεσσούς τοιχοποιίας. Συχνά, αυτές οι λοξές ρωγμές εμφανίζονται σε κτήρια, στα οποία υπάρχει πλάκα Ω.Σ. ή δοκός Ω.Σ. πάνω στην στέψη των τοίχων. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, οι λοξές ρωγμές στους πεσσούς μπορεί να αποδοθεί στην μεγαλύτερη αύξηση μήκους των πλακών ή των δοκών έναντι της επιμήκυνσης της τοιχοποιίας. Λόγω των διαφορετικών χαρακτηριστικών των υλικών υπό υψηλή θερμοκρασία, εισάγεται πρόσθετη οριζόντια τέμνουσα στους πεσσούς, η οποία προκαλεί την εμφάνιση των λοξών ρωγμών στην τοιχοποιία.

Υπάρχουν και περιπτώσεις κατά τις οποίες έχουν εμφανισθεί λοξές ρωγμές σε πεσσούς που ανήκουν σε κτήρια με ξύλινη στέγη. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, οι ρωγμές μπορούν να αποδοθούν σε επιμήκυνση του ρηγματωμένου πεσσού, η οποία εμποδίστηκε από εγκάρσιο πεσσό.



*Διατμητικές ρωγμές σε πεσσούς. Διακρίνεται η πλάκα Ω.Σ. στην στάθμη της οροφής ισογείου.*



*Διατμητικές ρωγμές σε τοίχους. Διακρίνεται η ισχυρή δοκός Ω.Σ. στην στέψη της τοιχοποιίας.*



*Διατμητικές ρωγμές σε πεσσούς. Διακρίνεται η πλάκα Ω.Σ. στην στάθμη της οροφής ισογείου.*



*Λοξές ρωγμές στην τοιχοποιία. Αποδίδονται στην εμποδιζόμενη από τον ισχυρό εγκάρσιο πεσσό παραμόρφωση της τοιχοποιίας.*

Οι λοξές ρωγμές στην περιοχή των γωνιών των κτηρίων μπορούν να αποδοθούν και σε θερμικό λάκτισμα της στέγης (πριν από την καύση και την κατάρρευσή της). Στις φωτογραφίες που φαίνονται παραπλεύρως, διακρίνεται ότι το άνοιγμα των ρωγμών είναι μεγαλύτερο προς την στέψη των τοίχων και λόγω του ότι οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται σε ένα χώρο είναι μεγαλύτερες προς τα επάνω. Επομένως και οι λόγω θερμοκρασίας επιμηκύνσεις των στοιχείων αυξάνονται από κάτω προς τα επάνω.



Λοξές ρωγμές στην γωνία, καθώς και σε ενδιάμεσες θέσεις (κατά μήκος των τοίχων)



Διακρίνεται θραυσμένο (άοπλο;) διάζωμα σκυροδέματος.



Τα διαφορετικά χαρακτηριστικά των διαφόρων υλικών υπό υψηλή θερμοκρασία εκδηλώνονται και μέσω της εμφάνισης ρωγμών στις διεπιφάνειές τους. Χαρακτηριστική περίπτωση αποτελούν οι οριζόντιες ρωγμές που εμφανίζονται μεταξύ τοιχοποιίας και σκυροδέματος, στις θέσεις των οριζόντιων διαζωμάτων.



*Οριζόντιες ρωγμές στην διεπιφάνεια σκυροδέματος και τοιχοποιίας*

### **3.2.7. Συμπεριφορά των τοίχων εκτός του επιπέδου τους**

Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες η αύξηση του μήκους ενός τοίχου υπό υψηλή θερμοκρασία εμποδίζεται από τους εγκάρσιους τοίχους, ενδέχεται να εμφανισθούν παραμορφώσεις του τοίχου (φούσκωμα) εκτός του επιπέδου του.



Χαρακτηριστική περίπτωση αποτελεί το κτήριο που φαίνεται στην φωτογραφία παραπλεύρως: Λόγω της εμποδιζόμενης επιμήκυνσής του, ο τοίχος παραμορφώθηκε εκτός επιπέδου. Την εκτός επιπέδου παραμόρφωσή του (μερικά εκατοστόμετρα στην στάθμη της στέψης του) παρακολούθησε το διάζωμα ωπλισμένου σκυροδέματος, χάρη στην καλή συνάφεια μεταξύ σκυροδέματος και τοιχοποιίας. Έτσι, αποφεύχθηκε η αποδιοργάνωση της τοιχοποιίας, η οποία πιθανώς θα συνέβαινε λόγω του μεγέθους των παραμορφώσεων.



Σε πολλές περιπτώσεις, καταγράφηκαν ρωγμές περίπου κατακόρυφες, είτε στην περιοχή των γωνιών των κτηρίων ή περί το μέσον του μήκους των τοίχων.

Πρέπει να αναφερθεί ότι δεν είναι πάντοτε ευχερής η ποιοτική ερμηνεία αυτών των ρωγμών, οι οποίες μπορούν να αποδοθούν σε διάφορες αιτίες, όπως εξηγείται σε καθεμιά από τις φωτογραφίες που παρατίθενται εδώ.



Η ρωγμή στην περιοχή της γωνίας μπορεί να αποδοθεί (α) σε θερμικό λάκτισμα της στέγης, (β) σε επιμήκυνση του τοίχου «Α». Το αυξημένο άνοιγμα της ρωγμής περί την στέψη του τοίχου μπορεί να αποδοθεί και στο ότι οι θερμοκρασίες προς τα επάνω είναι υψηλότερες (άρα, και οι αντίστοιχες επιμηκύνσεις) και στο ότι προς τα χαμηλότερα οι επιμηκύνσεις εμποδίζονται από τον συνεχιζόμενο μικρότερου ύψους τοίχο.



Σ' αυτό το κτήριο από ωμοπλινθοδομή, εμφανίζονται ρωγμές στις γωνίες των τοίχων (λόγω επιμήκυνσής τους), καθώς και στις ασθενείς περιοχές των ανοιγμάτων (είτε λόγω λακτίσματος της στέγης, είτε λόγω εκτός επιπέδου παραμορφώσεων των τοίχων).



Και στα δυο κτήρια που φαίνονται στις φωτογραφίες παρατρώνται κατακόρυφες ρωγμές περί το μέσον του μήκους των τοίχων, ενώ δεν εμφανίζονται οι αναμενόμενες ρωγμές στις περιοχές των γωνιών. Μολονότι η ασφαλέστερη ποιοτική ερμηνεία αυτής της μορφολογίας ρηγματώσεως θα απαιτούσε πρόσβαση στο εσωτερικό των κτηρίων, οι ρωγμές μπορούν να αποδοθούν σε εμποδιζόμενη επιμήκυνση των τοίχων (ενδεχομένως, λόγω της δυσκαμψίας των εγκάρσιων τοίχων και λόγω των καλοδομημένων γωνιών) και επομένως-στην εκδήλωση εκτός επιπέδου παραμορφώσεων. Εάν αυτή η υπόθεση εργασίας είναι ακριβής, ο τοίχος συμπεριφέρεται ως τριέριστη πλάκα, έχει τα μέγιστα των ροπών περί το μέσον του μήκους του και προς την στέψη του, οπότε ερμηνεύεται η παρατηρηθείσα μορφολογία ρηγματώσεως.



Οι δυο φωτογραφίες δείχνουν δυο συνεχόμενους (κάθετους μεταξύ τους) τοίχους ενός κτηρίου. Παρατηρούνται οικογένειες ρωγμών περίπου κατακόρυφες, καθ' όλο το μήκος των τοίχων και με αυξανόμενο άνοιγμα προς τα επάνω. Αυτή η μορφολογία δηλώνει εκτός επιπέδου θερμικές παραμορφώσεις των τοίχων, μεγαλύτερες προς τα επάνω (λόγω των μεγαλύτερων αναπτυσσόμενων θερμοκρασιών). Λόγω της απουσίας μιας στέγης με επαρκή δυσκαμψία και καλή σύνδεση με τους τοίχους και λόγω της καλύτερης ποιότητας της τοιχοποιίας στις γωνίες, οι ρωγμές εκδηλώνονται σε διάφορες θέσεις κατά μήκος των τοίχων, καθώς και στις (ασθενέστερες) περιοχές των ανοιγμάτων.



### 3.2.8. Κατάρρευση μέρους του κτηρίου

Σε σχετικώς περιορισμένο πλήθος κτηρίων, μεταξύ αυτών τα οποία εβλάβησαν από την πυρκαγιά, παρατηρείται κατάρρευση τμήματός του. Σ' αυτήν την παράγραφο, δεν περιλαμβάνονται οι τοπικές αστοχίες και μερικές καταρρεύσεις οι οποίες συνέβησαν στις περιοχές των υπερθύρων μετά από την καύση των ξύλων και την αστοχία των υπερκείμενων ανακουφιστικών τόξων, παρά το γεγονός ότι η ευρύτερη κατάρρευση φαίνεται να έχει ξεκινήσει από εκεί.

Όπως διαπιστώνεται και από τις σχετικές φωτογραφίες, σε ορισμένες περιπτώσεις, η μερική κατάρρευση αποδίδεται στην πολύ φτωχή ποιότητα της λιθοδομής.

Σε άλλες περιπτώσεις, φαίνεται ότι τα μερικώς καταρρεύσαντα ήταν κτήρια με κακή ποιότητα τοιχοποιίας, μη χρησιμοποιούμενα (κυρίως αποθήκες εκτός των ορίων των οικισμών), τα οποία ενδεχομένως είχαν και προγενέστερες βλάβες. Βεβαίως, αυτές οι εκτιμήσεις χρήζουν περαιτέρω ελέγχου, βάσει ακριβέστερων στοιχείων.



### 3. ΚΤΗΡΙΑ ΑΠΟ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

#### 3.1. ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ

Κτήρια από ωπλισμένο σκυρόδεμα, με βλάβες λόγω της πυρκαγιάς, συναντώνται κυρίως σε οικισμούς του Νομού Ηλείας, καθώς και στον οικισμό «Ακτή Νηρέως» στην Εύβοια.

Τα σχετικά κτήρια στον Νομό Ηλείας είναι μονώροφα ή (συνχρότερα) διώροφα. Αρκετά από αυτά έχουν πιλοτή. Στον οικισμό «Ακτή Νηρέως», τα κτήρια είναι μέχρι τετραώροφα. Σε πολλά κτήρια (λόγω του επικλινούς του εδάφους), ο κατώτερος όροφος είναι εν μέρει υπόγειος και εν μέρει ανοιχτός (χωρίς τοιχοποιία πληρώσεως). Σ' αυτούς τους χώρους, οι οποίοι χρησιμεύουν ως αποθηκευτικοί, υπήρχε-σε πολλές περιπτώσεις-μεγάλη ποσότητα καύσιμης ύλης (έπιπλα, ξυλεία, πετρέλαιο θέρμανσης, αυτοκίνητα, κυψέλες και μέλι, κλπ.), ενώ οι τοίχοι πληρώσεως ήταν ανεπίχριστοι.

Σε όλες τις περιπτώσεις, τα κτήρια έχουν οργανισμό πληρώσεως από οπτοπλινθοδομή.

#### 3.2. ΤΥΠΙΚΕΣ ΒΛΑΒΕΣ

##### 3.2.1. Αποκόλληση και πτώση επιχρισμάτων-Αλλαγή χρώματος

Όπως και στην περίπτωση των κτηρίων από τοιχοποιία, αναφέρονται οι βλάβες στα επιχρίσματα, αν και δεν συνιστούν βλάβη του φέροντος οργανισμού ή του οργανισμού πληρώσεως, λόγω της σημασίας την οποίαν έχουν οι σχετικές παρατηρήσεις για την εκτίμηση των μέγιστων θερμοκρασιών και, επομένως, για την αποτίμηση των κτηρίων.



*Αλλαγή χρώματος του επιχρίσματος*

*Αποκόλληση και πτώση του επιχρίσματος σε τμήματα της δοκού και της πλάκας. Αλλοίωση του χρώματος του σκυροδέματος*



Σε πολλές περιπτώσεις, η πρόωρη αποκόλληση και πτώση του επιχρίσματος οδήγησε σε μερική ή σε πλήρη καύση του μονωτικού υλικού.



*Πτώση επιχρίσματος. Διακρίνεται ρωγμή στην πλάκα, το αποτύπωμα του καμμένου μονωτικού υλικού και υπολείμματά του στις ακραίες περιοχές της πλάκας.*

### **3.2.2. Ρωγμές σε πλάκες**

Πολύ συνηθισμένη βλάβη. Παρατηρήθηκε σε πολλά κτήρια, σε διαφορετική έκταση και ένταση.

Οι ρωγμές εμφανίζονται σε άλλες περιπτώσεις σε δίκτυο (ακανόνιστες ρωγμές προς διάφορες διευθύνσεις), σε άλλες περιπτώσεις παράλληλες προς τον οπλισμό της πλάκας, ενώ συχνά συνεχίζονται και στις γειτονικές δοκούς.



*Στο κτήριο της φωτογραφίας (αριστερά), πάνω από την πλάκα οροφής ορόφου, υπήρχε ξύλινη στέγη με κεραμίδια. Η καύση της στέγης προκάλεσε στην υποκείμενη πλάκα το δίκτυο των (διαμπερών) ρωγμών, οι οποίες φαίνονται στην φωτογραφία δεξιά..*



*Ρωγμές στην πλάκα, παράλληλες προς τον οπλισμό.  
Διακρίνεται το αποτύπωμα του καμμένου μονωτικού υλικού.*



*Ρωγμή σε πλάκα προβόλου. Συνεχίζεται στην δοκό.*

### **3.2.3. Αποφλοίωση πλάκας. Αποκάλυψη οπλισμού-απώλεια συνάφειας**

Πρόκειται για βλάβη, η οποία παρατηρήθηκε σε μεγάλη έκταση σε κτήρια του οικισμού «Ακτή Νηρέως», εκεί όπου υπήρχαν αποθηκευτικοί χώροι με συγκεντρωμένο καύσιμο φορτίο. Η έκταση και η ένταση αυτής της βλάβης ποικίλλει από κτήριο σε κτήριο. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η αποφλοίωση του σκυροδέματος εκτείνεται σε σημαντικό ποσοστό του συνολικού πάχους της πλάκας (και πίσω από τις ράβδους του οπλισμού).



*Αποφλοίωση πλάκας. Απώλεια της συνάφειας του οπλισμού.*



*Η προηγούμενη πλάκα. Διακρίνεται το ανάγλυφο του αποφλοιωμένου σκυροδέματος.*



*Ομοίως. Εκτεταμένη απώλεια συνάφειας του οπλισμού.*



*Αποφλοίωση πλάκας. Διακρίνεται το ίχνος των ράβδων του οπλισμού πάνω στο σκυρόδεμα. Εκτεταμένη απώλεια συνάφειας του οπλισμού.*



### 3.2.4. Αποφλοίωση ακμής δοκών

Πρόκειται για αρκετά συνηθισμένη βλάβη: Αφού αποκολληθεί και πέσει το επίχρισμα μιάς δοκού, ενδέχεται να προκληθεί αποφλοίωση του σκυροδέματος στις περιοχές των ακμών, όπου εμφανίζονται οι υψηλότερες τιμές των θερμοκρασιών.





### 3.2.4. Κατακόρυφες και λοξές ρωγμές σε δοκούς

Η αύξηση της θερμοκρασίας στο κάτω πέλμα μιας δοκού οδηγεί σε αύξηση του μήκους του και, επομένως, στην εμφάνιση περίπου κατακόρυφων ρωγμών (μειούμενου ανοίγματος από το πέλμα της δοκού προς την πλάκα). Εξ άλλου, λόγω της πυρκαγιάς, μειώνονται τα μηχανικά χαρακτηριστικά των υλικών και, επομένως, μειώνεται η αντίσταση έναντι κάμψης στα ανοίγματα των δοκών. Έτσι, υπό τα ίδια περίπου κατακόρυφα φορτία, αναμένονται μεγαλύτερα βέλη στις δοκούς (εκδηλούμενα μέσω καμπτικών ρωγμών). Επί πλέον, καθώς η αντίσταση των ανοιγμάτων έναντι κάμψης μειώνεται, λαμβάνει χώρα ανακατανομή της έντασης (με επιβάρυνση των περιοχών των στηρίξεων). Έτσι, αναμένεται αύξηση της τέμνουσας περί τις στηρίξεις και ενδεχόμενη εμφάνιση λοξών (διατμητικών) ρωγμών.





*Μεγάλου εύρους ρωγμή στην δοκό και στην πλάκα.*

Πρέπει να αναφερθεί ότι τα πρόσθετα λόγω πυρκαγιάς βέλη των δοκών δεν είναι ευχερές να διαπιστωθούν δια γυμνού οφθαλμού. Διαπιστώθηκαν, όμως, εμμέσως, σε ορισμένες περιπτώσεις. Πράγματι, όταν πάνω από μια δοκό που υπέστη πυρκαγιά και παραμορφώθηκε υπάρχει τοίχος πληρώσεως, εμφανίζονται (οριζόντιες) ρωγμές στον υπερκείμενο τοίχο. Τέτοιες ρωγμές εμφανίζονται συνήθως (α) στις περιοχές των ανοιγμάτων, (β) στις διεπιφάνειες τοιχοποιίας και ενδιάμεσου διαζώματος Ω.Σ. και (γ) στην διεπιφάνεια του τοίχου πληρώσεως με το πέλμα της υπερκείμενης δοκού.





### 3.2.5. Βλάβες υποστυλωμάτων

Εν γένει, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές ή συστηματικές βλάβες σε υποστυλώματα. Στις δυο περιπτώσεις αποφλοΐωσης του σκυροδέματος της επικάλυψης στην θέση διαμήκους ράβδου, διαπιστώνεται προϋπάρχουσα διάβρωση του οπλισμού. Επομένως, μπορεί κανείς να κάνει την εύλογη υπόθεση ότι θα προϋπήρχε διαμήκης ρωγμή στην επικάλυψη, παράλληλη προς την διαβρωμένη ράβδο οπλισμού.



*Αποκόλληση της επικάλυψης στην θέση γωνιακής ράβδου γωνιακού υποστυλώματος. Διακρίνεται η διαβρωμένη οάβδος.*



*Αποκόλληση της επικάλυψης στην περιοχή διαμήκους διαβρωμένης ραβδου οπλισμού.*



*Λεπτομέρεια: Ποιότητα σκυροδέματος στην περιοχή της βάσης του υποστυλώματος.*

### **3.2.6. Κόμβοι δικών και υποστυλωμάτων**

Σε πολύ λίγες περιπτώσεις, παρατηρήθηκε βλάβη σε (ακραίο) κόμβο δοκού-υποστυλώματος, λόγω θερμικού λακτίσματος.





### **3.2.7. Αποκόλληση τοίχων πληρώσεως από τα περιβάλλοντα πλαίσια και παραμορφώσεις**

Συστηματική βλάβη, η οποία παρατηρείται λόγω των διαφορετικών θερμικών χαρακτηριστικών της οπτοπλινθοδομής και του σκυροδέματος.





### 3.2.8. Αποφλοίωση τοίχων πληρώσεως

Εμφανίσθηκε στον κατώτερο όροφο κτηρίων του οικισμού «Ακτή Νηρέως», εκεί όπου καήκε μεγάλη ποσότητα καύσιμης ύλης.



#### 4. ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ-ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Στις περιοχές που επλήγησαν, η χρήση του χάλυβα στην κατασκευή φερόντων στοιχείων είναι εξαιρετικά περιορισμένη.

Σε μια περίπτωση διαπιστώθηκαν ιδιαίτερες μεγάλες παραμορφώσεις στα μεταλλικά στοιχεία ενός στεγάστρου, σε μίαν άλλη η κατάρρευση μεταλλικού μεσοπατώματος και, τέλος, μεγάλες παραμορφώσεις στους φορείς της στέγης και στα ακραία μεταλλικά πλαίσια αποθηκευτικού χώρου.

Όλα αυτά τα κτήρια ευρίσκονται στην Εύβοια.



*Παραμόρφωση μεταλλικών δοκών*



*Μεταλλικό μεσοπάτωμα, μετά την κατάρρευσή του.*





*Αστοχία μεταλλικού πλαισίου*



*Αστοχία μεταλλικών ζευκτών*



*Η πλάγια όψη του κτηρίου*