

Συνέπειες του σεισμού της 27ης Ιουνίου 2004 (M=5.4) στο Νομό Έβρου

Μ.Α. Δημοσθένους

Δρ Πολιτικός Μηχανικός, Κύριος Ερευνητής, ΙΤΣΑΚ

Κ. Μουστεράκη

Πολιτικός Μηχανικός, ΥΑΣΒΕ

Γ. Κουτρούλας

Πολιτικός Μηχανικός, ΝΑΡΕ

Κ. Μάκρα

Δρ Πολιτικός Μηχανικός, Εντεταλμένη ερευνήτρια, ΙΤΣΑΚ

Λέξεις κλειδιά: Σεισμός, Νομός Έβρου, Κοινότητα Λουτρού, Βλάβες, Αποκατάσταση

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Στην εργασία αυτή δίνονται τα χαρακτηριστικά της ισχυρής εδαφικής κίνησης που καταγράφηκε από επιταχυνσιογράφο του ΙΤΣΑΚ στην πόλη της Αλεξανδρούπολης λόγω σεισμικής δόνησης (ημ. 27/6/2004), μεγέθους M=5.4 με επίκεντρο στο Δέλτα του ποταμού Έβρου και συγκρίνονται με τις πρόνοιες των κατά καιρούς αντισεισμικών κανονισμών. Γίνεται επίσης αναφορά στα αποτελέσματα του μετασεισμικού ελέγχου ανά οικισμό, με ιδιαίτερη αναφορά στον οικισμό Λουτρό όπου παρουσιάστηκαν οι πλέον σημαντικές ζημιές. Η αναφορά αυτή συνοδεύεται από μια περιγραφή της τυπολογίας και των αιτιών πρόκλησης των βλαβών σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία και οπλισμένο σκυρόδεμα. Τέλος γίνεται μια συνοπτική περιγραφή στο θεσμικό πλαίσιο που διέπει τις εργασίες αποκατάστασης της περιοχής και εξετάζονται η πορεία και τα προβλήματα που έχουν προκύψει μέχρι και το Δεκέμβριο του 2005.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

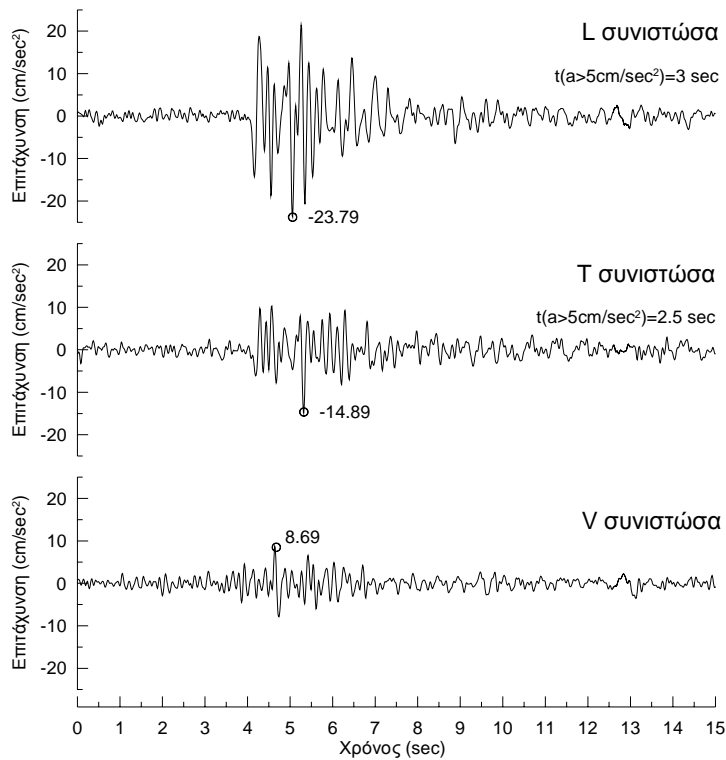
Από τη μελέτη των συνεπειών των σεισμών στο δομημένο περιβάλλον καταγράφονται προβλήματα τα οποία ανακύπτουν συστηματικά σχεδόν σε κάθε σεισμό όπως π.χ. βλάβες σε κτίρια με μαλακό όροφο (πυλωτή), βλάβες σε κοντά υποστυλώματα, διαγώνιες αστοχίες και αποκολλήσεις τοιχοπληρώσεων από το περιβάλλον πλαίσιο, καταρρεύσεις κτιρίων από «ευτελή» υλικά κ.λ.π. (Πενέλης και Κάππος, 1990). Ωστόσο, σχεδόν σε κάθε σεισμό ανακύπτουν και ιδιαίτερης μορφής προβλήματα τα οποία δημιουργούν σχετικό ενδιαφέρον για παραπέρα μελέτη ή ακόμα επιβάλλουν τη λήψη ειδικών μέτρων, καταστάσεις οι οποίες δίνουν και το κύριο στίγμα ενός εκάστου σεισμού ξεχωριστά. Αρκετά τέτοια παραδείγματα έχουν καταγραφεί κατά τους σεισμούς των τελευταίων δέκα χρόνων στον Ελλαδικό χώρο όπως αναφέρονται συνοπτικά στη συνέχεια. Κατά το σεισμό της Κόνιτσας (1996), παρατηρήθηκε έντονη γεωγραφική διαφοροποίηση της κατανομής των κτιρίων με ζημιές εντός της πόλης η οποία αποδόθηκε στη διαφοροποίηση της ισχυρής εδαφικής κίνησης λόγω εδαφικών συνθηκών (Δημοσθένους, 1999) γεγονός που επιβεβαιώθηκε και από τις καταγραφές προσωρινού δικτύου επιταχυνσιογράφων (Θεοδουλίδης και συνεργ. 1996). Στην περίπτωση του σεισμού των Αθηνών (1999) παρατηρήθηκαν τεράστιες υλικές ζημιές προκαλώντας το ενδιαφέρον αρκετών ερευνητικών ομάδων για την αποτίμηση του μεγέθους και των χαρακτηριστικών της ισχυρής εδαφικής κίνησης στην πληγείσα περιοχή, δεδομένης της έλλειψης καταγραφών στην εν λόγω περιοχή. Στο σεισμό της Σκύρου (2001) προκλήθηκαν κατολισθήσεις τεράστιων όγκων ασταθούς βραχομάζας με

συνεπακόλουθο την πρόκληση ζημιών σε σταθμευμένα αυτοκίνητα θέτοντας ταυτόχρονα σε άμεσο κίνδυνο τμήμα του οικισμού, παράγοντες που επιτάχυναν τη διαδικασία λήψης άμεσων μέτρων σταθεροποίησης του βράχου (Κλήμης και Δημοσθένους, 2001). Στο σεισμό του Βαρθολομίου (2002) παρατηρήθηκε αφενός μεν διαφοροποίηση της κατανομής των βλαβών εντός του ίδιου οικισμού συγκριτικά με αυτή που παρατηρήθηκε κατά το σεισμό του 1988 στον ίδιο οικισμό αφετέρου δε καταγράφηκαν συστηματικά προβλήματα αστοχίας κόμβων εύκαμπτων συστημάτων λόγω εμβολισμού των τοιχοπληρώσεων (ΙΤΣΑΚ, 2003). Τέλος, στην περίπτωση του σεισμού της Λευκάδας (2003) προκλήθηκαν πολλές κατολισθήσεις σε πρανή δρόμων, τεράστιες ζημιές σε λιμενικά έργα (ΙΤΣΑΚ, 2004) και αναπτύχθηκαν βλάβες στους ανώτερους ορόφους των παραδοσιακών κτιρίων (Makarinos and Demosthenous, 2006). Αντίθετα και παρά τις σχετικά υψηλές επιταχύνσεις που καταγράφηκαν στην πόλη της Λευκάδας (0.42g), δεν ήταν ανάλογοι μεγέθους οι ζημιές που προκλήθηκαν σε κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα (Karacostas et al, 2004).

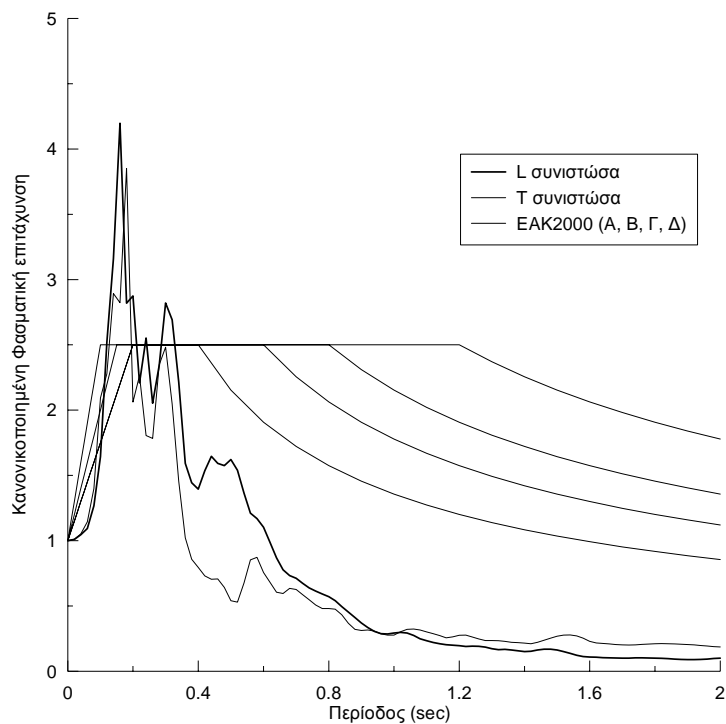
Στις 27 Ιουνίου 2004, σημειώθηκε σεισμική δόνηση μεγέθους $M=5.4$ με επίκεντρο στο Δέλτα του ποταμού Έβρου. Από αυτό το σεισμό προκλήθηκαν ζημιές σε οικισμούς των τεσσάρων πιο νότιων δήμων του Νομού Έβρου, ήτοι σε οικισμούς των Δήμων Αλεξανδρούπολης, Τραϊανούπολης, Φερών και Τυχερού. Αξιοσημείωτη επισήμανση από αυτό το σεισμό είναι ότι το 90% των κτιρίων με ζημιές καταγράφηκαν στον οικισμό Λουτρό, παρά το γεγονός ότι άλλοι οικισμοί ήταν πλησιέστερα προς το επίκεντρο του σεισμού. Ωστόσο, η ένταση των βλαβών ήταν σχετικά χαμηλού επιπέδου, με ελάχιστες εξαιρέσεις, γεγονός που επέδρασε στην πορεία αποκατάστασης της πληγείσας περιοχής όπως περιγράφεται στη συνέχεια. Επιπλέον, στα πλαίσια αυτής της εργασίας εξετάζονται τα χαρακτηριστικά της εδαφικής κίνησης όπως καταγράφηκε στην πόλη της Αλεξανδρούπολης και αντιπαραβάλλονται με τις σχετικές πρόνοιες των κατά καιρούς αντισεισμικών κανονισμών. Τέλος, γίνεται αναφορά στις συνέπειες αυτού του σεισμού στο δομημένο περιβάλλον καθώς και στην τυπολογία και τα αίτια των βλαβών που προκλήθηκαν σε κτίρια της περιοχής.

2 ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΙΣΧΥΡΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Την 27^η Ιουνίου 2004 και ώρα (15:31 GMT) συνέβη ισχυρή σεισμική δόνηση μεγέθους $M5.4$ της κλίμακας RICHTER πλησίον των Ελληνοτουρκικών συνόρων στην περιοχή του Δέλτα του ποταμού Έβρου. Το επίκεντρο του σεισμού ήταν σε απόσταση $R=16.5$ km από την πόλη της Αλεξανδρούπολης. Η σεισμική δόνηση έγινε αισθητή τόσο στην περιοχή της πόλης της Αλεξανδρούπολης όσο και στην γύρω περιοχή. Η ισχυρή εδαφική κίνηση καταγράφηκε από τον επιταχυνσιογράφο του Εθνικού Δικτύου Επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ που είναι εγκατεστημένος στην πόλη της Αλεξανδρούπολης. Στην εικ. 1 παρατίθενται οι κυματομορφές της ισχυρής κίνησης των τριών συνιστωσών του επιταχυνσιογράφου. Η διόρθωση και η επεξεργασία της καταγραφής της ισχυρής δόνησης έγινε με βάση την πάγια διαδικασία που εφαρμόζεται στο ΙΤΣΑΚ (Skarlatoudis et al, 2003). Η κορυφαία τιμή της εδαφικής επιτάχυνσης είναι 0.024 g ενώ η διάρκεια της ισχυρής δόνησης κυμαίνεται μεταξύ 3~4 sec. Η συγκεκριμένη καταγραφή ισχυρής δόνησης παρότι είναι αρκετά χαμηλή από άποψη κορυφαίας επιτάχυνσης, παρουσιάζει όμως ιδιαίτερο ενδιαφέρον διότι στην συγκεκριμένη περιοχή υπάρχει διαθέσιμος ένας πολύ μικρός αριθμός καταγραμμένων ισχυρών σεισμικών κινήσεων. Στην εικ. 2 δίνονται τα κανονικοποιημένα φάσματα απόκρισης επιταχύνσεων των δύο οριζοντίων συνιστωσών της εδαφικής κίνησης, συγκριτικά με τα αντίστοιχα φάσματα σχεδιασμού που προβλέπονται από τον ΕΑΚ2000. Από αυτό το σχήμα προκύπτει ενίσχυση της εδαφικής κίνησης στο διάστημα 0.1 έως 0.2 sec, μεγαλύτερη από αυτή που προβλέπεται από τα φάσματα του κανονισμού. Ωστόσο, τόσο οι πραγματικές τιμές των φασματικών επιταχύνσεων όσο και οι μέγιστες επιταχύνσεις που καταγράφηκαν (0.024g) είναι κατά πολύ μικρότερες από αυτές που προέβλεπαν κατά καιρούς οι ισχύοντες αντισεισμικοί κανονισμοί για την περιοχή, ακόμα και από τις τιμές που προέβλεπε ο αντισεισμικός κανονισμός του 1959, γι' αυτό και δεν αναφέρθηκαν ζημιές στην πόλη της Αλεξανδρούπολης.



Εικ. 1. Ιστορικά επιταχύνσεων σε τρεις κάθετες διευθύνσεις από την καταγραφή επιταχυνσιογράφου του ΙΤΣΑΚ στην Αλεξανδρούπολη.



Εικ. 2. Σύγκριση κανονικοποιημένων φασμάτων απόκρισης οριζόντιων επιταχύνσεων με τα αντίστοιχα φάσματα του ΕΑΚ2000.

3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΟΥ ΜΕΤΑΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΤΙΡΙΩΝ

Αμέσως μετά το σεισμό έγινε πρωτοβάθμιος μετασεισμικός έλεγχος από μηχανικούς της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Ροδόπης – Έβρου (ΝΑΡΕ) με υποστήριξη μηχανικών της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης. Ακολούθησε δεύτερος έλεγχος από κλιμάκια μηχανικών της Υπηρεσίας Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων Βορείου Ελλάδος (ΥΑΣΒΕ) σε 428 κτίρια κατανεμημένα σε 14 οικισμούς (Δημοτικά Διαμερίσματα) τεσσάρων δήμων στο νότιο τμήμα του νομού Έβρου (Τραϊανούπολης, Αλεξανδρούπολης, Τυχερού και Φερών). Στα κτίρια αυτά περιλαμβάνονται κυρίως κατοικίες, αποθήκες, εκκλησίες, σχολεία και άλλα δημόσια κτίρια και προέκυψε ότι 40 κτίρια ήταν χωρίς σημαντικές ζημιές, 300 κτίρια χρήζουν επισκευής, 80 κτίρια ήταν από «ευτελή υλικά» (ξηρολιθιές, λίθοι με πηλοκονίαμα κ.λ.π.) και 8 κτίρια κρίθηκαν ως επικινδύνως ετοιμόρροπα. Με βάση αυτά τα αποτελέσματα εκδόθηκε Υπουργική Απόφαση από το ΥΠΕΧΩΔΕ (6429/Α32,30/9/2004) με την οποία έγινε οριοθέτηση της σεισμόπληκτης περιοχής.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα πρωτοβάθμιου μετασεισμικού ελέγχου

ΔΗΜΟΣ	ΟΙΚΙΣΜΟΣ (Δημοτικό Διαμέρισμα)	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΠΟ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΟ ΜΕΤΑΣΕΙΣΜΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ			
		Χωρίς Ζημιές	Επισκευάσιμα	Ευτελή Υλικά	Επικινδύνως Ετοιμόρροπα
Τραϊανούπολης	Λουτρός	32	270	69	7
	Αρίστηνον	3	11	4	
	Άνθεια	2	2	2	
	Δωρικό	1	3		
	Αετοχώρι		1		1
	Πεύκα		1	2	
	Νίψα		3		
Αλεξανδρούπολης	Αμφιτρίτη		1		
	Αγνάντια			2	
Φερών	Δορίσκος		3		
	Καβήση		1		
	Φέρες	1	4		
	Πυλαία			1	
Τυχερού	Φυλακτό	1			
	<i>ΣΥΝΟΛΟ</i>	40	300	80	8

Αξιοσημείωτη παρατήρηση που προκύπτει με βάση τα αποτελέσματα του πρωτοβάθμιου ελέγχου είναι ότι επί συνόλου 388 κτιρίων που χρήζουν επισκευής ή κρίθηκαν επικινδύνως ετοιμόρροπα ή αποτελούνται από «ευτελή υλικά», τα 346 (ήτοι ποσοστό 90%) βρίσκονται στον οικισμό Λουτρό του Δήμου Τραϊανούπολης (15 χιλιόμετρα ανατολικά της Αλεξανδρούπολης). Επίσης, επί συνόλου περίπου 700 μόνιμων κατοίκων του οικισμού, 70 από αυτούς έμειναν άστεγοι (ήτοι ποσοστό 10% των μόνιμων κατοίκων). Ο οικισμός αναπτύσσεται εντός μικρής κοιλάδας, κατά μήκος και εκατέρωθεν ποταμού ο οποίος διαπερνά το κατώτατο τμήμα της κοιλάδας. Προς τα ανάντη του δυτικού τμήματος του οικισμού υφίσταται ύψωμα από το οποίο ξεκινούν δύο ρέματα τα οποία διαπερνούν τον οικισμό και καταλήγουν στο ποτάμι. Τα κτίρια με τις σημαντικότερες ζημιές που καταγράφηκαν εντός του οικισμού οριοθετούνται εκατέρωθεν των δύο ρεμάτων καθώς και σε άξονα στην υψηλότερη περιοχή του οικισμού προς τα δυτικά. Ο άξονας αυτός εκτείνεται σχεδόν παράλληλα προς το ποτάμι και περιβάλλει το δυτικό όριο του οικισμού. Από επιτόπου παρατηρήσεις διαπιστώθηκε ότι τόσο κατά μήκος αυτού του άξονα όσο και κατά μήκος των δύο ρεμάτων υφίστανται χαλαρές αποθέσεις φερτών υλικών που προέρχονται από τα υψώματα του δυτικού τμήματος της κοιλάδας. Φαίνεται λοιπόν, ως πρώτη επισήμανση, ότι η γεωμορφολογία της περιοχής του οικισμού αλλά κυρίως οι τοπικές εδαφικές συνθήκες στα τμήματα του οικισμού που προαναφέρθηκαν, με χαλαρές εδαφικές αποθέσεις, επέδρασαν στην ενίσχυση της ισχυρής εδαφικής κίνησης με συνεπακόλουθο την πρόκληση ζημιών στις εν λόγω περιοχές. Βεβαίως το θέμα αυτό μπορεί να τεκμηριωθεί πλήρως μόνο μετά την εκπόνηση ειδικής γεωτεχνικής και εδαφοδυναμικής μελέτης.

4 ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΙΤΙΑ ΒΛΑΒΩΝ

Παρά το γεγονός ότι η σεισμική δόνηση αποτέλεσε την αφορμή για την πρόκληση βλαβών σε κτίρια της πληγείσας περιοχής, αυτές συσχετίζονται κατά κύριο λόγο με την τρωτότητα των κατασκευών (προδιάθεση για εμφάνιση βλαβών) όπως περιγράφεται στη συνέχεια ανά κατηγορία κτιρίων.

4.1 Κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία

Ένας πολύ μεγάλος αριθμός κτιρίων στην πληγείσα περιοχή είναι από φέρουσα τοιχοποιία και τα περισσότερα από αυτά κτίστηκαν μετά την έλευση των προσφύγων το 1922. Πρόκειται για κτίρια απλής και συμμετρικής κάτοψης κατασκευασμένα κυρίως από ακατέργαστους λίθους και ηηλοκονιάματα (κατοικίες, εκκλησίες), ενώ σημαντικός αριθμός από αυτά είναι από ξηρολιθιά (αποθήκες), γεγονός που προδιαγράφει σχετικά πολύ μικρές αντοχές της τοιχοποιίας. Σε μεγάλο αριθμό κτιρίων (εκκλησίες, κατοικίες, αποθήκες) καταγράφηκαν διαγώνιες διατμητικές ρωγμές σε κατακόρυφους πεσσούς (εικ. 3), ως αποτέλεσμα της σεισμικής φόρτισης και σε αρκετές περιπτώσεις προκλήθηκαν και αποκολλήσεις εγκάρσιων τοίχων. Επίσης, σε αρκετά κτίρια καταγράφηκαν κατακόρυφες ρωγμές που ξεκινούν από το έδαφος, ως αποτέλεσμα διαφορικών καθιζήσεων, υπαιτιότητα των χαλαρών εδαφικών συνθηκών που υφίστανται στην περιοχή. Πολλές εξ αυτών των ρωγμών έγιναν πολύ πιο έντονες μετά το σεισμό προκαλώντας σημαντικές τοπικές αστοχίες που καθιστούσαν τις εργασίες αποκατάστασης ασύμφορες, κυρίως σε κτίρια από «ευτελή υλικά»(εικ. 4).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι εκκλησίες στο Λουτρό και στο Αρίστηνον. Η εκκλησία στο Λουτρό είναι τρίκλιτη βασιλική και σ' αυτήν προκλήθηκαν αστοχίες στο εσωτερικό του ναού καθώς και διαγώνιες ρωγμές σε πεσσό στην νοτιοανατολική γωνία της εκκλησίας (εικ. 5 και 6). Η εκκλησία στο Αρίστηνον είναι σταυροειδούς σχήματος και στο παρελθόν είχε ενισχυθεί με πλαίσιο Ο/Σ που περιβάλλει την εκκλησία. Κατά το σεισμό παρουσίασε έντονες ρωγμές σε κατακόρυφους πεσσούς. Αντίθετα, τα λουτρά και η «Χάνα», τα οποία αποτελούν κτίρια ιστορικού ενδιαφέροντος για τον οικισμό του Λουτρού, αλλά και της ευρύτερης περιοχής (κτίστηκαν επί Οθωμανικής

περιόδου), δομημένα σε χαλαρά εδάφη, δεν παρουσίασαν βλάβες λόγω σεισμού. Επισημαίνεται ωστόσο ότι στα κτίρια αυτά υφίστανται βλάβες από άλλα αίτια οι οποίες αφενός είναι δύσκολο να εκτιμηθεί σε πιο βαθμό επιδεινώθηκαν μετά το σεισμό αφετέρου δε χρήζουν άμεσης αποκατάστασης.

4.2 Κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα

Η πλειονότητα των κτιρίων από Ο/Σ που εμφάνισαν ζημιές είναι δίωροφα με τοιχοπληρώσεις στους δύο ορόφους και τα πλείστα εξ αυτών κατασκευάστηκαν με βάση τις διατάξεις παλαιότερων κανονισμών. Πρόκειται για κτίρια με εύκαμπτο πλαισιακό σύστημα, συνήθως χωρίς τοιχεία, και με σχετικά μικρές διατομές υποστυλωμάτων (συνήθως μέχρι 30cm). Συνεπακόλουθο της σεισμικής δόνησης ήταν η ανάπτυξη ταλαντώσεων οι οποίες προκάλεσαν κατά συστηματικό τρόπο διαγώνιες ρωγμές και αποκολλήσεις των τοιχοπληρώσεων από το περιβάλλον πλαίσιο (εικ. 7). Συστηματικές ήταν επίσης οι αστοχίες σε τοιχοποιίες οι οποίες ήταν εκτός πλαισίου Ο/Σ. Σε αυτές τις περιπτώσεις παρατηρήθηκαν έντονες διαγώνιες αστοχίες σε πεσσούς που ήταν μεταξύ ανοιγμάτων (συνήθως μεταξύ παραθύρου και πόρτας) (εικ. 8). Σε μεμονωμένες περιπτώσεις καταγράφηκαν ζημιές στο φέρων σύστημα, κυρίως σε κόμβους λόγω εμβολισμού της τοιχοποιίας (εικ. 9). Καταγράφηκε επίσης μια περίπτωση με κατακόρυφη διατμητική αστοχία σε δοκό η οποία είχε ως σημείο έναρξης της αστοχίας κάποια κακοτεχνία από κατασκευής του κτιρίου (προσθήκη τούβλου κάτω από τα διαμήκη σίδερα της δοκού) (εικ. 10).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον αποτελεί το κτίριο του Αγροτικού Συνεταιρισμού στο Λουτρό. Πρόκειται για μονώροφο κτίριο με ορθογώνια κάτοψη και δίκλιτη στέγη. Στην πρόσοψη φέρει δύο μεγάλα ανοίγματα ενώ στην πίσω όψη καλύπτεται πλήρως από τοιχοποιία. Οι δύο πλάγιες όψεις καλύπτονται επίσης από τοιχοποιία και φέρουν από δύο μικρά παράθυρα σε συμμετρικές θέσεις (εικ. 11). Είναι προφανές ότι με συνεκτίμηση της επίδρασης των τοιχοπληρώσεων στην ακαμψία του κτιρίου, λόγω ασύμμετρης διάταξης των τοιχοπληρώσεων μεταξύ πρόσοψης και πίσω όψης προδιαγράφεται ευστρεφία του κτιρίου και στροφική ταλάντωσή του κατά το σεισμό, με τις μεγαλύτερες μετακινήσεις να αναπτύσσονται στην πρόσοψη. Υπαιτιότητα αυτών των μετακινήσεων προκλήθηκαν αστοχίες των τοιχοπληρώσεων στην πρόσοψη και εμβολισμός τους στους κόμβους του κτιρίου προκαλώντας σ' αυτούς διαγώνιες αστοχίες (εικ. 12).

4.3 Μικτά κτίρια

Η πρώτη υπό-κατηγορία αυτών των κτιρίων περιλαμβάνει κτίρια όπου ο κάτω όροφος είχε κατασκευαστεί από οπλισμένο σκυρόδεμα και ο ανώτερος όροφος από φέρουσα τοιχοποιία (μόνο με τούβλα και πλάκα από Ο/Σ). Στις περιπτώσεις αυτές παρατηρήθηκαν διαγώνιες ρωγμές στους πεσσούς του ανώτερου ορόφου. Στη δεύτερη υπό-κατηγορία κατατάσσονται κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία (ακατέργαστοι λίθοι με πηλοκονίαμα) στα οποία έγιναν προσθήκες στοιχείων από Ο/Σ, και κυρίως προσθήκη πλάκας. Σ' αυτές τις περιπτώσεις (προσθήκη πλάκας Ο/Σ) παρατηρήθηκαν έντονες αστοχίες στις φέρουσες τοιχοποιίες λόγω επαύξησης του κατακόρυφου φορτίου (και κατ' επέκταση των σεισμικών φορτίων), σε συνδυασμό με τις σχετικά χαμηλές αντοχές της τοιχοποιίας αυτών των κτιρίων, όπως προαναφέρθηκε.

5 ΑΜΕΣΑ ΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΠΛΗΓΕΙΣΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

5.1 Άμεσα μέτρα προσωρινής στέγασης

Όπως αναφέρθηκε, με βάση τον πρωτοβάθμιο έλεγχο ένας σημαντικός αριθμός κτιρίων είχαν κηρυχτεί προσωρινά ως μη κατοικήσιμα ή επικινδύνως ετοιμόρροπα. Συνεπακόλουθο αυτής της κατάστασης ήταν να παραμείνει ένας σημαντικός αριθμός ατόμων άστεγα. Αρχικά στάλθηκαν στην περιοχή περίπου 90 σκηνές των 6 και 10 ατόμων. Αργότερα (μετά το καλοκαίρι του 2004)

στάλθηκαν 20 λυόμενοι οικίσκοι και έγινε επιδότηση ενοικίου για 6 μήνες σε δύο οικογένειες. Λόγω συνεχούς κατεδάφισης κτιρίων από ευτελή υλικά αλλά και λόγω καθυστέρησης της διαδικασίας αποκατάστασης της πληγείσας περιοχής, όπως παρουσιάζεται στη συνέχεια, υπάρχει ένα συνεχές αίτημα για παραχώρηση περισσότερων λυόμενων οικίσκων.

5.2 Θεσμικό πλαίσιο αποκατάστασης της πληγείσας περιοχής

Το θεσμικό πλαίσιο που καθορίζει τη διαδικασία και τις παραμέτρους αποκατάστασης της περιοχής βασίζεται κυρίως σε σειρά Υπουργικών Αποφάσεων (Υ.Α.) που εκδόθηκαν από το ΥΠΕΧΩΔΕ την περίοδο 2004 – 2005 και παρατίθενται στη συνέχεια με τη χρονολογική σειρά έκδοσής τους.

30/9/2004 (Υ.Α. 6429/A32): Οριοθετείται η σεισμόπληκτη περιοχή και καθορίζονται οι όροι στεγαστικής συνδρομής. Εγκρίνεται συνολικό ποσό κρατικής αρωγής για την πληγείσα περιοχή 1.900.000 € για τα επόμενα τέσσερα έτη (4). Το έργο παρακολούθησης της αποκατάστασης ανατίθεται στην ΥΑΣΒΕ (με έδρα τη Θεσσαλονίκη) και ορίζεται διάρκεια ενός έτους για την υποβολή αιτήσεων για την δανειοδότηση των πληγέντων κτισμάτων από της ημερομηνίας έκδοσης της απόφασης σε ΦΕΚ (δηλ. μέχρι 11/10/2005).

30/11/2004 (Υ.Α. 2429): Ορίζονται τα άτομα από την ΥΑΣΒΕ τα οποία θα συγκροτήσουν τις επιτροπές επανελέγχου των κτιρίων (διμελείς) καθώς και επανελέγχου των επικινδύνως ετοιμόρροπων κτιρίων (τριμελείς).

6/12/2004 (Υ.Α. 9025/B 9β): Καθορίζεται το τιμολόγιο (τιμές μονάδος) για τις επισκευές ζημιών σε σεισμόπληκτα κτίρια. Με την απόφαση αυτή υιοθετούνται οι ίδιες τιμές που είχαν καθοριστεί με προηγούμενη αντίστοιχη απόφαση (ΦΕΚ: 1256/β/02.09.03) για το σεισμό της Λευκάδας.

3/3/2005 (Υ.Α. 1253/A321): Καθορίζονται οι προθεσμίες και οι διαδικασίες χορήγησης στεγαστικής συνδρομής για επισκευή, ανακατασκευή και αυτοστέγαση κτισμάτων που επλήγησαν από το σεισμό και καθορίζονται τα δικαιολογητικά τα οποία θα πρέπει να προσκομιστούν (μεταξύ των οποίων και το πόρισμα αυτοψίας του σεισμόπληκτου κτίσματος).

4/5/2005 (Υ.Α. 2500/B5β): Καθορίζονται οι ελάχιστες υποχρεωτικές απαιτήσεις για τη σύνταξη μελετών και έκδοσης οικοδομικών αδειών επισκευής/ενίσχυσης κτιρίων που έχουν υποστεί βλάβες. Ουσιαστικά υιοθετούνται οι Υ.Α. 330/AZ5β/16-1-2001 και 172/AZ5β/18.10.99 που είχαν υιοθετηθεί μετά το σεισμό της 7^{ης}/9/99 για την Αθήνα.

Παρά το γεγονός ότι, το πιο πάνω θεσμικό πλαίσιο είναι πλήρες και καλύπτει όλες τις πτυχές του προβλήματος, εντούτοις από αυτό ανακύπτουν δύο πρακτικά προβλήματα τα οποία εκδηλώθηκαν στην πορεία αποκατάστασης της πληγείσας περιοχής, και είναι:

- Η ολοκλήρωση αυτού του πλαισίου το Μάιο του 2005, δηλ. 11 μήνες μετά την εκδήλωση του σεισμού, επέδρασε στην καθυστέρηση της έναρξης των μελετών αποκατάστασης, με συνεπακόλουθο αντίστοιχα στην καθυστέρηση αποκατάστασης της πληγείσας περιοχής, γεγονός το οποίο τεκμηριώνεται με στοιχεία που παρατίθενται στη συνέχεια.
- Αρκετές τιμές μονάδος που υιοθετήθηκαν για τις εργασίες επισκευής σ' αυτό το σεισμό (Υ.Α. 9025/B 9β/ 6-12-2004), που όπως αναφέρθηκε ήταν ίδιες με αυτές που είχαν καθοριστεί μετά το σεισμό της Λευκάδας (ΦΕΚ: 1256/β/02.09.03), είναι κατά πολύ μικρότερες από αυτές που ισχύουν στην πληγείσα περιοχή. Οι τιμές που ισχύουν στην πληγείσα περιοχή έχουν ληφθεί από

«έρευνα αγοράς», η οποία βασίστηκε στις τιμές μονάδος που δόθηκαν από εργολάβους προς ιδιοκτήτες κατοικιών και μηχανικούς μελετητές (προσωπική επικοινωνία). Παρά τους οποιουδήποτε λόγους που επιδρούν σ' αυτή τη διαφοροποίηση, η καθοιωνδήποτε τρόπο επίδραση του παράγοντα χρόνου είναι εξ' αντικειμένου αδιαμφισβήτητη (οι δύο Υ.Α., Λευκάδας και Νομού Έβρου, απέχουν μεταξύ τους κατά 15 μήνες). Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τις σχετικά χαμηλής έντασης ζημιές που προκλήθηκαν στην πλειονότητα των κτιρίων, διαμόρφωσε για αρκετούς ιδιοκτήτες ένα σχετικά πολύ μικρό οικονομικό όφελος από την κρατική αρωγή (κατά την εκτίμησή τους), με συνεπακόλουθο αρκετοί εξ' αυτών να μην εφαρμόσουν τη διαδικασία που προβλέπεται από το πιο πάνω θεσμικό πλαίσιο και να προβούν από μόνοι τους στην αποκατάσταση των ζημιών. Δημιουργείται όμως έντονος προβληματισμός από αυτή την τροπή των πραγμάτων, διότι οι εργασίες αυτές έγιναν και συνεχίζουν να γίνονται σ' αυτές τις περιπτώσεις χωρίς μελέτη και επίβλεψη μηχανικού.

Στον πίνακα 2 δίνονται συγκριτικά ορισμένες ενδεικτικές τιμές μονάδος όπως προβλέπονται από το εγκριθέν τιμολόγιο (Υ. Α. 9025/Β 9β/ 6-12-2004) για την πληγείσα περιοχή και όπως προκύπτουν από «έρευνα αγοράς». Θα πρέπει να τονιστεί ιδιαίτερα ότι στις τιμές μονάδος που καθορίζονται από την Υ. Α. συμπεριλαμβάνεται και το κόστος της μελέτης και της επίβλεψης, ενώ στις τιμές που έχουν προκύψει από «έρευνα αγοράς» δεν συμπεριλαμβάνονται. Το γεγονός αυτό μεγεθύνει ακόμη περισσότερο την πραγματική διαφορά μεταξύ των δύο τιμών.

5.3 Αποτελέσματα αυτοψιών

Μετά την κήρυξη της περιοχής σε σεισμόπληκτη (30/9/2004), υποβλήθηκαν πρόσθετες αιτήσεις από ιδιοκτήτες, ανεβάζοντας τον αριθμό των αιτήσεων σε 572. Σύμφωνα με την Υ. Α. 6429/Α32, οι αυτοψίες σ' αυτά τα κτίρια έγιναν από κλιμάκια μηχανικών της ΥΑΣΒΕ. Τα αποτελέσματα αυτών των αυτοψιών μέχρι και το μήνα Σεπτέμβριο 2005, φαίνονται στον πίνακα 3.

Στα επισκευάσιμα κτίρια περιλαμβάνονται κτίρια όλων των κατηγοριών των οποίων η επισκευή κρίνεται ως οικονομικά συμφέρουσα λύση. Τα κτίρια από «ευτελή υλικά» που αναφέρονται εδώ είναι κτίρια των οποίων η επισκευή κρίνεται ως μη συμφέρουσα λύση και οι ιδιοκτήτες προτρέπονται, αν θέλουν, να τα κατεδαφίσουν και να ενταχθούν στις πρόνοιες των Υ. Α. περί ανακατασκευής. Πρόκειται ουσιαστικά για κτίρια από ξηρολιθές, ωμοπλίνθους, ακατέργαστους λίθους και πηλοκονιάματα. Τέλος, τα επικινδύνως ετοιμόρροπα κτίρια εξετάστηκαν από ειδικές τριμελείς επιτροπές και γι' αυτά εκδόθηκε πρωτόκολλο κατεδάφισης.

5.4 Πορεία αποκατάστασης πληγείσας περιοχής

Σύμφωνα με το θεσμικό πλαίσιο, για την ανακατασκευή κτιρίων που κρίθηκαν κατεδαφιστέα ή προτρέπεται η κατεδάφισή τους (ευτελή υλικά), οι ιδιοκτήτες δικαιούνται να λάβουν την κρατική αρωγή αφού προηγουμένως υποβάλουν αίτηση προς την ΥΑΣΒΕ με όλα τα δικαιολογητικά και τύχουν σχετικής έγκρισης. Η εκταμίευση του χρηματικού ποσού που δικαιούνται μπορεί να γίνει μόνον όταν θα έχουν εξασφαλίσει άδεια για την νέα οικοδομή από την πολεοδομία. Μέχρι το Δεκέμβριο του 2005 υποβλήθηκαν 16 αιτήσεις, από αυτές εγκρίθηκαν μόνον 8, ενώ για καμιά από αυτές δεν κατατέθηκε άδεια νέας οικοδομής προς την ΥΑΣΒΕ και ως εκ τούτου δεν έγινε εκταμίευση του εγκριθέντος ποσού, όπως φαίνεται στον πίνακα 4.

Αντίστοιχα, για την έκδοση άδειας επισκευής (η οποία εκδίδεται από την ΥΑΣΒΕ), για κάθε κτίριο θα πρέπει να υποβληθεί ξεχωριστός φάκελος μελέτης από μηχανικό. Η μελέτη αυτή θα πρέπει να εκπονηθεί σύμφωνα με τους «όρους μελέτης» και στο φάκελο να περιέχονται όλα τα δικαιολογητικά κατά πώς ορίζονται στις Υ. Α.. Μέχρι το Δεκέμβριο του 2005 υποβλήθηκαν 23 αιτήσεις (φάκελοι) προς την ΥΑΣΒΕ για την έκδοση αντίστοιχου αριθμού αδειών επισκευής και από αυτές δεν εγκρίθηκε καμία, για τρεις κυρίως λόγους οι οποίοι συνυπάρχουν σχεδόν σε κάθε

περίπτωση. Πρώτον, οι φάκελοι δεν περιείχαν όλα τα δικαιολογητικά, δεύτερον οι μελέτες δεν ανταποκρίνονταν στις «ελάχιστες υποχρεωτικές απαιτήσεις» και τρίτον, το προβλεπόμενο κόστος επισκευής (και κατ' επέκταση η αιτούμενη κρατική αρωγή) δεν ήταν σύμφωνα με το τιμολόγιο (τιμές μονάδος) που ορίζεται από τις Υ. Α.

Με βάση την πιο πάνω ανάλυση δεδομένων όπως καταγράφηκαν μέχρι το Δεκέμβριο του 2005, δηλ. 18 μήνες μετά το σεισμό, προκύπτει ότι από τα 498 κτίρια τα οποία χρήζουν επεμβάσεων (επισκευή ή ανακατασκευή), μόνο 39 από αυτά (ποσοστό 8%) είχαν τεθεί σε διαδικασία αποκατάστασης σύμφωνα με το θεσμικό πλαίσιο που καθορίστηκε από τις Υ. Α.. Δυστυχώς καμία περίπτωση μέχρι τότε (Δεκέμβριος 2005) δεν έτυχε της πλήρους έγκρισης, που αποτελεί προϋπόθεση για την εκταμίευση της κρατικής αρωγής και της έναρξης εργασιών αποκατάστασης όπως ορίζεται από το θεσμικό πλαίσιο που προαναφέρθηκε, πλην κάποιων κατεδαφίσεων.

Πίνακας 2. Σύγκριση τιμών μονάδων εργασιών επισκευής - ανακατασκευής

Κατηγορία Εργασίας	Τιμή Μονάδος (Υ.Α. 9025/Β 9β / 6-12-04)	Τιμή Μονάδος «Έρευνα αγοράς»	Απόκλιση
Εποξειδικές Ρητίνες σε στοιχεία Ο/Σ	36 €/ m	55 €/ m	53 %
Ανακατασκευή οροφокονιάματος	17 €/ m ²	25 €/ m ²	47 %
Ανακατασκευή στέγης	66 €/ m ²	70 €/ m ²	6 %
Ανακατασκευή κτιρίου	385 €/ m ²	600 €/ m ²	56 %

Πίνακας 3. Αποτελέσματα αυτοψιών (Σεπτέμβριος 2005)

	ΑΥΤΟΨΙΕΣ				ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΤΙΡΙΩΝ		
	Αριθμός αιτήσεων	Πραγματ/σες Αυτοψίες	Εκκρεμούσες αυτοψίες	Χωρίς ζημιές	Επισκευ- άσιμα	Ευτελή Υλικά	Επικινδύνως Ετοιμόρροπα
Σύνολο	572	553	19	52	432	59	7
Ποσοστό	100%	97%	3%	9%	75,5%	10,3%	1,2%

Πίνακας 4. Αποτελέσματα πορείας αποκατάστασης πληγείσας περιοχής (Δεκέμβριος 2005).

	Αιτήσεις	Εγκριθείσες αιτήσεις	Εγκριθέν ποσό	Έκδοση αδείας	Εκταμίευση
Ανακατασκευή	16	8	392.345 €	0	0
Επισκευή	23	0	0	0	0

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κατά το σεισμό της 27ης Ιουνίου 2004, $M=5.1$ με επίκεντρο στο Δέλτα του ποταμού Έβρου, καταγράφηκαν στην πόλη της Αλεξανδρούπολης μέγιστες επιταχύνσεις μικρότερες από 24 cm/sec^2 και διάρκεια της ισχυρής εδαφικής κίνησης περίπου 3 sec. Τόσο οι μέγιστες επιταχύνσεις όσο και οι αντίστοιχες φασματικές τιμές ήταν πολύ μικρότερες από τις κατά καιρούς τιμές που προβλέπονταν από τους αντισεισμικούς κανονισμούς γι' αυτό και δεν αναφέρθηκαν ζημιές στην πόλη της Αλεξανδρούπολης.

Ωστόσο, σε 14 οικισμούς των τεσσάρων νοτιότερων δήμων του νομού Έβρου καταγράφηκαν ζημιές μικρής σχετικά έντασης, με ελάχιστες εξαιρέσεις. Σε κτίρια από Ο/Σ ζημιές προκλήθηκαν κυρίως στις τοιχοπληρώσεις και σε ορισμένες περιπτώσεις σε κόμβους λόγω εμβολισμού των τοιχοπληρώσεων. Επίσης, αρκετές ζημιές καταγράφηκαν και σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία, δομημένα κυρίως από ευτελή υλικά. Μετά από αυτοψίες κρίθηκαν ορισμένα κτίρια ως κατεδαφιστέα, ενώ για ένα σημαντικό αριθμό κτιρίων από ευτελή υλικά κρίνεται ότι η επισκευή είναι ασύμφορη με συνεπακόλουθο την κατεδάφιση αρκετών απ' αυτά. Το 90% των κτιρίων με ζημιές καταγράφηκαν στον οικισμό Λουτρό. Η γεωμορφολογία του οικισμού και οι ιδιαίτερες εδαφικές συνθήκες σε συγκεκριμένες περιοχές του οικισμού φαίνεται ότι επέδρασαν στην ενίσχυση της εδαφικής κίνησης με συνεπακόλουθο την πρόκληση των ζημιών.

Από στοιχεία που έχουν συγκεντρωθεί, 18 μήνες μετά το σεισμό, προκύπτει ότι αρκετές τιμές μονάδων για εργασίες επεμβάσεων, όπως ορίζονται σε Υ.Α. για την εκτίμηση της κρατικής αρωγής, είναι πολύ μικρότερες από τις αντίστοιχες τιμές μονάδος που ισχύουν στην περιοχή. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τις σχετικά μικρής έντασης ζημιές που προκλήθηκαν στα περισσότερα κτίρια, οδηγεί σε πολύ μικρό οικονομικό όφελος των ιδιοκτητών από την κρατική αρωγή, σύμφωνα με δική τους εκτίμηση. Ως συνεπακόλουθο αυτής της άποψης είναι ότι αρκετοί ιδιοκτήτες αποφεύγουν να υλοποιήσουν τις διαδικασίες που προβλέπονται από το θεσμικό πλαίσιο για την επισκευή των ζημιών με αποτέλεσμα να καθυστερεί η αποκατάσταση της πληγείσας περιοχής. Ιδιαίτερους προβληματισμούς δημιουργεί επίσης το γεγονός ότι αρκετοί ιδιώτες προβαίνουν από μόνοι τους στην επισκευή των ζημιών χωρίς τη μελέτη και επίβλεψη μηχανικού.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστίες εκφράζονται προς τον κ. Βασίλη Ν. Μάργαρη, Δρ Σεισμολόγο, κύριο ερευνητή του ΙΤΣΑΚ, για την παραχώρηση σεισμολογικών δεδομένων και πληροφοριών. Ευχαριστίες επίσης εκφράζονται και προς τον κ. Σταύρο Παρασχάκη, Δημοτικό Σύμβουλο του Δημοτικού Διαμερίσματος Λουτρού του Δήμου Τραϊανούπολης, για την παραχώρηση κάθε χρήσιμης πληροφορίας και συνοδείας στη σεισμόπληκτη περιοχή.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Πενέλης, Γ., και Κάππος, Α., (1990), Αντισεισμικές Κατασκευές από Οπλισμένο Σκυρόδεμα, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη.
- Δημοσθένους, Μ., (1999), Παράγοντες που επηρέασαν τη συμπεριφορά των κτιρίων κατά το σεισμό της Κόνιτσας, 6 Αυγούστου 1996, Πρακτ. 13^{ου} ΕΣΣ, Τόμος III, σελ. 21-28,.
- Θεοδουλίδης, Ν., Παπαιωάννου, Χρ., Δημοσθένους, Μ., και Δημητρίου, Π., (1996) Ο σεισμός της Κόνιτσας της 6ης Αυγούστου 1996 ($M_s=5.6$) - Προκαταρκτική έκθεση για την ισχυρή σεισμική δόνηση και τη συμπεριφορά των κατασκευών», Ενημερ. Δελτίο Τ.Ε.Ε., τεύχ. 1919, σελ. 22-32.

- Κλήμης, Ν., και Δημοσθένους, Μ., (2001) Προκαταρκτική αποτίμηση των συνεπειών του σεισμού της Σκύρου της 26^{ης} Ιουλίου 2001, Ενημερωτικό Δελτίο Συλλόγου Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδος, αριθμός τευχών 290 και 292, Νοέμβριος 2001 – Ιανουάριος 2002.
- ΙΤΣΑΚ (2003), Ο σεισμός του Βαρθολομιού (M=5.6), 2 Δεκεμβρίου 2002, Ισχυρή εδαφική κίνηση και συμπεριφορά των κατασκευών, Εκδόσεις Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, Αθήνα.
- ΙΤΣΑΚ (2004), Ο Σεισμός της Λευκάδας (M=6.2), 14 Αυγούστου 2003, Εκδόσεις Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, Αθήνα, 2004.
- Makarios, T., and Demosthenous, M., (2006) Seismic Response of Traditional Buildings of Lefkas Island, Greece, Engineering Structures, 28, pp. 264-278.
- Katacostas, Ch., Lekidis, V., Makarios, T., Salonikios, T., Issam, S., and Demosthenous, M., (2005) "Seismic response of structures and infrastructures facilities during the Lefkas, Greece earthquake of 14/8/2003, Engineering Structures 27, pp 213, 227.
- Skarlatoudis A.A., Papazachos, C.B., and Margaritis, B.N., (2003). Determination of noise spectra from strong motion data recorded in Greece, Journal of Seismology, 7, 533-540.



Εικ. 3. Διαμπερής διατμητική αστοχία κτιρίου από φέρουσα τοιχοποιία.



Εικ. 4. Γεωμετρικές παραμορφώσεις και βλάβες κτιρίου από ευτελή υλικά.



Εικ. 5. Η εκκλησία στον οικισμό Λουτρό



Εικ. 6. Διατμητική αστοχία σε πεσό στη νοτιο-ανατολική γωνία του ναού



Εικ. 7. Κατακόρυφες και χιαστί διατμητικές ρωγμές τοιχοπληρώσεων σε κτίριο από Ο/Σ.



Εικ. 8. Διαγώνιες αστοχίες πεσσού τοιχοποιίας μεταξύ δύο ανοιγμάτων.



Εικ. 9. Βλάβες σε γωνιακό κόμβο.



Εικ. 10. Διατμητική αστοχία δοκού.



Εικ. 11. Κτίριο Αγροτικού Συνεταιρισμού Λουτρού.



Εικ. 12. Αποκόλληση τοιχοποιίας και αστοχία κόμβου λόγω εμβολισμού τοιχοποιίας.

