

## **Αποτίμηση της Σεισμικής Διακινδύνευσης και Κόστος Επεμβάσεων σε Αστικό Περιβάλλον**

**Αναστασία Κ. Ελευθεριάδου**

*Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια, Δ.Π.Θ., aelefthe@civil.duth.gr*

**Αικατερίνη Δ. Μπαλτζοπούλου**

*Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Δ.Π.Θ., katebal@arch.duth.gr*

**Αθανάσιος Ι. Καραμπίνης**

*Καθηγητής, Δ.Π.Θ., karabin@civil.duth.gr*

### **Περίληψη**

Στην παρούσα μελέτη αποτιμάται η σεισμική διακινδύνευση για το σύνολο των κατασκευών (180427 κτίρια) που υπέστησαν βλάβες από το σεισμό της Πάρνηθας (Αθήνας) της 7<sup>ης</sup>-9-1999 με χρήση στοιχείων μέσου συμβατικού κόστους επεμβάσεων για ανακατασκευή ή επισκευή/ενίσχυση. Η εκτιμηθείσα τιμή της διακινδύνευσης με χρήση στατιστικών στοιχείων συγκρίνεται με την αντίστοιχη τιμή που προκύπτει από προσομοίωση της εκτίμησης των δομικών απωλειών στον υπόψη σεισμό σε όρους ισοδύναμης επιφάνειας για ανακατασκευή και περιλαμβάνεται σε συμπληρωματική σχετική εργασία. Παράλληλα, αξιολογούνται τα διαθέσιμα μέχρι σήμερα οικονομικά στοιχεία από δημόσιους φορείς που διαχειρίστηκαν τις δομητικές επεμβάσεις επισκευής/ενίσχυσης ή ανακατασκευής καθώς και άλλες κατηγορίες δαπανών για την αποκατάσταση των σεισμοπλήκτων (οργάνωση και λειτουργία οικισμών για την στέγαση των σεισμοπλήκτων, επιδότηση ενοικίου, κατεδαφίσεις επικινδύνων, υποστυλώσεις κ.α.), οι οποίες διαμορφώνουν τον δείκτη της συνολικής διακινδύνευσης.

### **Εισαγωγή**

Τα αποτελέσματα ενός ισχυρού σεισμού κοντά σε μεγάλα αστικά κέντρα, όπως ο σεισμός της Πάρνηθας (Αθήνας) της 7<sup>ης</sup>-9-1999, αποτελούν σημαντικά δεδομένα για τον προσδιορισμό της σεισμικής διακινδύνευσης, τόσο σε επίπεδο δομικών απωλειών που προκαλούνται σε κάθε υφιστάμενο δομικό τύπο κατασκευής της πληγείσας περιοχής, όσο και των συνολικών απωλειών, άμεσων και έμμεσων, από τον υπόψη σεισμό. Η σεισμική διακινδύνευση (seismic risk) αφορά στο σύνολο των αναμενόμενων απωλειών, όπως αυτές πιθανοτικά ενδέχεται να εμφανισθούν σε έναν μελλοντικό σεισμό σε μία περιοχή και στις οποίες περιλαμβάνονται οι ανθρώπινες απώλειες, οι τραυματισμοί, οι απώλειες οικοσκευής, αποθηκευμένου υλικού, εισοδήματος, το κόστος προσωρινής μεταστέγασης των σεισμοπλήκτων, το κόστος επισκευών/ενισχύσεων ή ανακατασκευών των κτιρίων κ.α. Τα γνωστικά πεδία της αποτίμησης της σεισμικής τρωτότητας και διακινδύνευσης κατασκευών με ομοειδή χαρακτηριστικά καθώς και της ανάπτυξης σεναρίων εκτίμησης των δομικών απωλειών σε ενδεχόμενο ισχυρό σεισμικό συμβάν συγκεντρώνουν μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον και έχουν ως βασικό στόχο την ορθολογική διαχείριση και μείωση της σεισμικής διακινδύνευσης [1]÷[7], [9], [10].

Ο σεισμός της Πάρνηθας της 7<sup>ης</sup>-9-1999 είχε μέγεθος 5.9 R, μικρό εστιακό βάθος (<20 Km), επικεντρική απόσταση 18 Km από το ιστορικό κέντρο της Αθήνας και εμφάνισε μέγιστη μακροσεισμική ένταση ΙΧ βάσει

Πίνακας 1. Κατανομή των κτιρίων στην Αττική (συνολικά 178578 κατασκευές) ανά βαθμό βλάβης και μακροσεισμική ένταση μετά το σεισμό της 7<sup>ης</sup>-9-1999 [1]÷[3].

Επίπεδο βλάβης / Χαρακτηρισμός	Μακροσεισμική Ένταση					Σύνολο σε όλες τις εντάσεις κατά επίπεδο βλάβης
	V, V+	VI, VI+	VII, VII+	VIII	IX	
Ελαφριά / Πράσινα	9110	7463	68819	14235	13060	112687
Μέτρια / Κίτρινα	3591	3749	31427	7357	11075	57199
Σοβαρή / Κόκκινα	270	333	2618	625	2141	5987
Καταρρεύσεις / Μαύρα	42	89	1259	502	813	2705
Σύνολο	13013	11634	104123	22719	27089	178578
Ποσοστό % κατά ένταση	7,29%	6,51%	58,31%	12,72%	15,17%	100,00%
Σύνολο	284164	104764	277137	41676	32574	740315
Ποσοστό % ΕΣΥΕ 2000	38,38%	14,15%	37,44%	5,63%	4,40%	100,00%

της δωδεκαβάθμιας τροποποιημένης κλίμακας Mercalli στις πλειόσειστες περιοχές [1]÷[3]. Στις καταστρεπτικές συνέπειες του σεισμού αυτού καταγράφηκαν 143 απώλειες ζωής, περίπου 1600 τραυματίες, 27 καταρρεύσεις κτιρίων κατά την διάρκεια του κύριου σεισμού και 180945 κτίρια με βλάβες, σε ένα μεγάλο αστικό κέντρο με σύνολο κτιριακού αποθέματος 750085 κατασκευών, σύμφωνα με τα στοιχεία της εθνικής απογραφής του 2000 [8]. Σε σύνολο 180427 κατασκευών με καταγεγραμμένες βλάβες στους μετασεισμικούς ελέγχους, 2716 κατασκευές παρουσίασαν *οιονεί* κατάρρευση - μαύρα (1,51% του συνολικού πλήθους των κατασκευών), 6423 κατασκευές σοβαρές μη επισκευάσιμες βλάβες - κόκκινα (3,56%), 56533 κατασκευές μέτριου βαθμού επισκευάσιμες βλάβες - κίτρινα (31,33%) και 114755 κτίρια εμφάνισαν ελαφρές βλάβες - πράσινα (63,60%) [1]÷[2].

Στην παρούσα έρευνα αποτιμάται η σεισμική που αφορά στο δομικό σύστημα και στα μη φέροντα δομικά στοιχεία (τεκμαρτό κόστος ανακατασκευών και επισκευών/ενισχύσεων). Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται υπάρχοντα στοιχεία μέσου συμβατικού κόστους (€/m<sup>2</sup>) και μέσης δομημένης επιφάνειας (m<sup>2</sup>/κτίριο) κατά επίπεδο δομικής βλάβης [9] & [10]. Οι τιμές της διακινδύνευσης που εκτιμώνται με χρήση στατιστικών στοιχείων κόστους επεμβάσεων επισκευής/ενίσχυσης ή ανακατασκευής, για το σύνολο των κατασκευών που εμφάνισαν βλάβες στην Αττική (180427 κτίρια) από τον σεισμό της Πάρνηθας, συγκρίνονται με τις αντίστοιχες τιμές που προκύπτουν από την εκτίμηση των δομικών απωλειών για το σύνολο του κτιριακού δυναμικού (750085 κτίρια) βάσει σεναρίου βλαβών στον ίδιο σεισμό (σε όρους ισοδύναμης επιφάνειας για ανακατασκευή). Παράλληλα, αξιολογούνται τα διαθέσιμα μέχρι σήμερα οικονομικά στοιχεία από δημόσιους φορείς που διαχειρίστηκαν τις δομητικές επεμβάσεις επισκευής/ενίσχυσης ή ανακατασκευής, καθώς και άλλες κατηγορίες δαπανών για την αποκατάσταση των σεισμοπλήκτων (οργάνωση και λειτουργία οικισμών για την στέγαση των σεισμοπλήκτων, επιδότηση ενοικίου, κατεδαφίσεις επικινδύνων, υποστυλώσεις κ.α.), οι οποίες τελικά διαμορφώνουν τον δείκτη της συνολικής διακινδύνευσης [12].

### Σεισμική διακινδύνευση των κατασκευών με βλάβες από τον σεισμό της Πάρνηθας (7-9-1999) με στοιχεία κόστους επεμβάσεων

Για την αποτίμηση του στατιστικού κόστους επεμβάσεων από το σεισμό της Πάρνηθας χρησιμοποιήθηκαν δημοσιευμένα στοιχεία τρωτότητας και σεισμικής διακινδύνευσης κατασκευών με βλάβες [1]÷[3]. Τα στοιχεία τρωτότητας προέρχονται από βάση δεδομένων μετασεισμικών ελέγχων, που περιλάμβανε συνολικά 180427 κτίρια με χαρακτηρισμό βλάβης σε όλη την περιοχή της Αττικής. Για 178058 κατασκευές υπάρχει η κατηγοριοποίηση του επιπέδου βλάβης τους σε πέντε επί μέρους επίπεδα μακροσεισμικών εντάσεων κατά περιοχή (Πίνακας 1) [1]÷[3]. Η αποτίμηση της σεισμικής διακινδύνευσης στηρίχθηκε στα αποτελέσματα των μετασεισμικών ελέγχων για ολόκληρη την Αττική, με τις καταγραφές του Α' Βάθμιου, του Β' Βάθμιου ελέγχου και των Πρωτοκόλλων Επικινδύνως Ετοιμόρροπων (ΠΕΕ). Τα επίπεδα βλάβης προσδιορίστηκαν σύμφωνα με τον αντίστοιχο χαρακτηρισμό του μετασεισμικού ελέγχου (ελαφρές βλάβες - πράσινα, μέτριες βλάβες - κίτρινα, βαριές βλάβες - κόκκινα και *οιονεί* καταρρεύσεις - μαύρα). Στον Πίνακα 1 αναφέρεται ταυτόχρονα και ο συνολικός υφιστάμενος πληθυσμός των κατασκευών κατά περιοχή, σύμφωνα με τα στοιχεία της εθνικής απογραφής του 2000 προκειμένου να υπάρχει μια εικόνα για το μέγεθος του στατιστικού δείγματος.

Πίνακας 2. Κόστος επεμβάσεων αποκατάστασης δομικού συστήματος και δομημένη επιφάνεια κατασκευών ανά επίπεδο βλάβης με βάση την εργασία (1) [9] την εργασία (2) [10] και των μέσο όρο των (1)+(2).

Επίπεδο βλάβης	Αριθμός κατασκευών	Συνολική Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Συνολικό Κόστος (Μ€)	Μέσο κόστος (€/m <sup>2</sup> )	Μέση επιφάνεια (m <sup>2</sup> /κτίριο)
Μικρές-Πράσινα	(1)	51	12610	0,414	247
	(2)	403	59547	2,114	148
	(1)+(2)	454	72157	2,528	159
Μέτριες-Κίτρινα	(1)	1586	452658	28,190	285
	(2)	350	61871	5,717	177
	(1)+(2)	1936	514529	33,907	266
Βαριές-Κόκκινα	(1)	919	174906	51,904	190
	(2)	230	25974	9,379	113
	(1)+(2)	1149	200880	61,284	305
Σύνολα	(1)	2556	640174	80,509	
	(2)	983	147392	17,210	
	(1)+(2)	3539	787566	97,719	

Για την αποτίμηση της σεισμικής διακινδύνευσης χρησιμοποιήθηκαν κατά επίπεδο βλάβης μετά τον σεισμό της Πάρνηθας στοιχεία μέσου συμβατικού κόστους επεμβάσεων σε €/m<sup>2</sup> και δομημένης επιφάνειας σε m<sup>2</sup>/κτίριο. Οι μέσες τιμές συμβατικού κόστους επεμβάσεων (€/m<sup>2</sup>) και δομημένης επιφάνειας ανά κτίριο προσδιορίστηκαν με βάση τα στοιχεία από τους Τομείς Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων Αχαρνών [9] και Άνω Λιοσίων [10] αντίστοιχα και αφορούσαν σε ανακατασκευές κτιρίων που κατέρρευσαν (μαύρα) ή κρίθηκαν κατεδαφιστέα (κόκκινα), σε επεμβάσεις επισκευής ή και ενίσχυσης σε κτίρια με μέτριες βλάβες (κίτρινα) και επισκευής σε κτίρια με μικρές βλάβες (πράσινα) [Πίνακας 2]. Να σημειωθεί ότι σύμφωνα με την αποτύπωση και διάκριση των βλαβών σε βλάβες τοπικού ή γενικού χαρακτήρα προβλεπόταν επεμβάσεις επισκευής (περίπτωση βλαβών τοπικού χαρακτήρα) ή επισκευής και ενίσχυσης (περίπτωση βλαβών γενικού χαρακτήρα) [9].

Τα στοιχεία από τον ΤΑΣ Αχαρνών [9] αφορούσαν συνολικά σε 2556 κατασκευές με βλάβες και επεμβάσεις αποκατάστασης, Πίνακας 2<sup>(1)</sup> και συγκεκριμένα σε:

- Επισκευές 51 κατασκευών με ελαφρές βλάβες - πράσινα, με συνολική δομημένη επιφάνεια 12610 m<sup>2</sup> και εγκεκριμένο προϋπολογισμό επισκευών 414427 €.
- Επισκευές/ενισχύσεις 1586 κατασκευών με μέτριες βλάβες - κίτρινα, με συνολική δομημένη επιφάνεια 452658 m<sup>2</sup> και εγκεκριμένο προϋπολογισμό επισκευών/ενισχύσεων 28190433 €.
- Ανακατασκευές 919 κατεδαφιστέων κτιρίων - κόκκινα, με συνολική δομημένη επιφάνεια 174906 m<sup>2</sup> και εγκεκριμένο προϋπολογισμό ανακατασκευών 51904399 €.

Τα σχετικά στοιχεία από τον ΤΑΣ Άνω Λιοσίων [10] αφορούσαν συνολικά σε 983 κατασκευές με βλάβες Πίνακας 2<sup>(2)</sup> και ειδικότερα:

- Επισκευές 403 κατασκευών με ελαφρές βλάβες - πράσινα, με συνολική δομημένη επιφάνεια 59547 m<sup>2</sup> και εγκεκριμένο προϋπολογισμό επισκευών 2113919 €.
- Επισκευές/ενισχύσεις 350 κατασκευών με μέτριες βλάβες - κίτρινα, με συνολική δομημένη επιφάνεια 61871 m<sup>2</sup> και εγκεκριμένο προϋπολογισμό επισκευών/ενισχύσεων 5716880 €.
- Ανακατασκευές 230 κατεδαφιστέων κτιρίων - κόκκινα, με συνολική δομημένη επιφάνεια 25974 m<sup>2</sup> και εγκεκριμένο προϋπολογισμό ανακατασκευών 9379211 €.

Αποτιμάται το συμβατικό κόστος αποκατάστασης των βλαβών (Πίνακας 3) για το σύνολο των κατασκευών (180427 κτίρια) που υπέστησαν διάφορα επίπεδα βλάβης με χρήση στατιστικών στοιχείων μέσου συμβατικού κόστους επεμβάσεων σε €/m<sup>2</sup> και δομημένης επιφάνειας σε m<sup>2</sup>/κτίριο, όπως προέκυψαν από τις προαναφερόμενες σχετικές εργασίες. Τα στοιχεία διακινδύνευσης που προέρχονται από τον ΤΑΣ Αχαρνών και τον ΤΑΣ Α. Λιοσίων αφορούν κατά επίπεδο βλάβης στο μέσο τεκμαρτό κόστος επεμβάσεων και στη μέση δομημένη επιφάνεια ανά κτίριο (m<sup>2</sup>/κτίριο). Σύμφωνα με τα στοιχεία από τους ΤΑΣ για κατασκευές με ελαφρές βλάβες - πράσινα το μέσο κόστος επισκευής προέκυψε 33 ÷ 35 €/m<sup>2</sup>, για κτίρια με μέτριες βλάβες - κίτρινα το

Πίνακας 3. Αποτίμηση του τεκμαρτού κόστους επεμβάσεων κατά επίπεδο δομικής βλάβης για το σύνολο των κατασκευών με βλάβες, 180427 κτίρια [1]-[4] {κόστος επεμβάσεων και δομημένη επιφάνεια με βάση την εργασία (1) [9] την εργασία (2) [10] και των μέσο όρο των τιμών (1)+(2)}.

Επίπεδο βλάβης / Χαρακτηρισμός	Αριθμός κατασκευών κατά επίπεδο βλάβης	Μέση δομημένη επιφάνεια ανά κτίριο (m <sup>2</sup> )	Μέσο συμβατικό κόστος επεμβάσεων (€/m <sup>2</sup> )	Τεκμαρτό κόστος επεμβάσεων (Μ€)	Ισοδύναμη επιφάνεια ανακατασκευής (Κm <sup>2</sup> )	Εκτιμώμενο πραγματικό κόστος επεμβάσεων (Μ€)
Ελαφριά / Πράσινα	114.755	247	33	935,368	3,149	1.664,955
Μέτρια / Κίτρινα	56.533	285	62	998,938	3,363	1.778,110
Σοβαρή / Κόκκινα	6.423	190	297	362,450	1,220	645,161
Καταρρέυσεις /	2.716	190	297	153,264	0,516	272,810
<b>Σύνολα</b>	<b>180.427</b>			<b>2.450,020</b>	<b>8,249</b>	<b>4.361,035</b>
Επίπεδο βλάβης / Χαρακτηρισμός	Αριθμός κατασκευών κατά επίπεδο βλάβης	Μέση δομημένη επιφάνεια ανά κτίριο (m <sup>2</sup> )	Μέσο συμβατικό κόστος επεμβάσεων (€/m <sup>2</sup> )	Τεκμαρτό κόστος επεμβάσεων (Μ€)	Ισοδύναμη επιφάνεια ανακατασκευής (Κm <sup>2</sup> )	Εκτιμώμενο πραγματικό κόστος επεμβάσεων (Μ€)
Ελαφριά / Πράσινα	114.755	148	35	594,431	1,647	867,869
Μέτρια / Κίτρινα	56.533	177	92	920,583	2,550	1.344,052
Σοβαρή / Κόκκινα	6.423	113	361	262,013	0,726	382,540
Καταρρέυσεις /	2.716	113	361	110,794	0,307	161,759
<b>Σύνολα</b>	<b>180.427</b>			<b>1.887,821</b>	<b>5,229</b>	<b>2.756,219</b>
Επίπεδο βλάβης / Χαρακτηρισμός	Αριθμός κατασκευών κατά επίπεδο βλάβης	Μέση δομημένη επιφάνεια ανά κτίριο (m <sup>2</sup> )	Μέσο συμβατικό κόστος επεμβάσεων (€/m <sup>2</sup> )	Τεκμαρτό κόστος επεμβάσεων (Μ€)	Ισοδύναμη επιφάνεια ανακατασκευής (Κm <sup>2</sup> )	Εκτιμώμενο πραγματικό κόστος επεμβάσεων (Μ€)
Ελαφριά / Πράσινα	114.755	159	35	638,612	2,094	1.104,798
Μέτρια / Κίτρινα	56.533	266	66	992,493	3,254	1.717,013
Σοβαρή / Κόκκινα	6.423	175	305	342,828	1,124	593,092
Καταρρέυσεις /	2.716	175	305	144,967	0,475	250,792
<b>Σύνολα</b>	<b>180.427</b>			<b>2.118,899</b>	<b>6,947</b>	<b>3.665,695</b>

Πίνακας 4. Αποτίμηση του τεκμαρτού κόστους επεμβάσεων κατά επίπεδο δομικής βλάβης για 178578 δομικές κατασκευές [1]-[4] {κόστος επεμβάσεων και δομημένη επιφάνεια με βάση την εργασία (1) [9] την εργασία (2) [10] και των μέσο όρο των τιμών (1)+(2)}.

Επίπεδο βλάβης / Χαρακτηρισμός	Αριθμός κατασκευών κατά επίπεδο βλάβης	Μέση δομημένη επιφάνεια ανά κτίριο (m <sup>2</sup> )	Μέσο συμβατικό κόστος επεμβάσεων (€/m <sup>2</sup> )	Τεκμαρτό κόστος επεμβάσεων (Μ€)	Ισοδύναμη επιφάνεια ανακατασκευής (Κm <sup>2</sup> )	Εκτιμώμενο πραγματικό κόστος επεμβάσεων (Μ€)
Ελαφριά / Πράσινα	112.687	247	33	918,512	3,093	1.634,951
Μέτρια / Κίτρινα	57.199	285	62	1.010,706	3,403	1.799,057
Σοβαρή / Κόκκινα	5.987	190	297	337,846	1,138	601,367
Καταρρέυσεις / Μαύρα	2.705	190	297	152,643	0,514	271,705
<b>Σύνολα</b>	<b>178.578</b>			<b>2.419,708</b>	<b>8,147</b>	<b>4.307,080</b>
Επίπεδο βλάβης / Χαρακτηρισμός	Αριθμός κατασκευών κατά επίπεδο βλάβης	Μέση δομημένη επιφάνεια ανά κτίριο (m <sup>2</sup> )	Μέσο συμβατικό κόστος επεμβάσεων (€/m <sup>2</sup> )	Τεκμαρτό κόστος επεμβάσεων (Μ€)	Ισοδύναμη επιφάνεια ανακατασκευής (Κm <sup>2</sup> )	Εκτιμώμενο πραγματικό κόστος επεμβάσεων (Μ€)
Ελαφριά / Πράσινα	112.687	148	35	583,719	1,617	852,229
Μέτρια / Κίτρινα	57.199	177	92	931,429	2,580	1.359,886
Σοβαρή / Κόκκινα	5.987	113	361	244,228	0,677	356,572
Καταρρέυσεις / Μαύρα	2.705	113	361	110,345	0,306	161,104
<b>Σύνολα</b>	<b>178.578</b>			<b>1.869,720</b>	<b>5,179</b>	<b>2.729,791</b>
Επίπεδο βλάβης / Χαρακτηρισμός	Αριθμός κατασκευών κατά επίπεδο βλάβης	Μέση δομημένη επιφάνεια ανά κτίριο (m <sup>2</sup> )	Μέσο συμβατικό κόστος επεμβάσεων (€/m <sup>2</sup> )	Τεκμαρτό κόστος επεμβάσεων (Μ€)	Ισοδύναμη επιφάνεια ανακατασκευής (m <sup>2</sup> )	Εκτιμώμενο πραγματικό κόστος επεμβάσεων (Μ€)
Ελαφριά / Πράσινα	112.687	159	35	627,103	2,056	1.084,888
Μέτρια / Κίτρινα	57.199	266	66	1.004,186	3,292	1.737,241
Σοβαρή / Κόκκινα	5.987	175	305	319,556	1,048	552,832
Καταρρέυσεις / Μαύρα	2.705	175	305	144,379	0,473	249,776
<b>Σύνολα</b>	<b>178.578</b>			<b>2.095,224</b>	<b>6,870</b>	<b>3.624,738</b>

μέσο κόστος επεμβάσεων υπολογίστηκε σε  $62 \div 92$  €/m<sup>2</sup> και για κατασκευές με ολικές ή βαριές βλάβες - κόκκινα το μέσο κόστος ανακατασκευής προέκυψε  $297 \div 361$  €/m<sup>2</sup> (Πίνακας 3). Η ισοδύναμη επιφάνεια ανακατασκευής σε Κm<sup>2</sup> στον Πίνακα 3, προκύπτει από τον αντίστοιχο λόγο του κόστους των επεμβάσεων (Μ€) με την συμβατική μέση τιμή του κόστους ανακατασκευής (297€/m<sup>2</sup>, 361 €/m<sup>2</sup> και 305 €/m<sup>2</sup>).

Πίνακας 5. Προσδιορισμός και κατανομή του τεκμαρτού κόστους των επεμβάσεων για 178578 κατασκευές στην Αττική κατά επίπεδο δομικής βλάβης και μακροσεισμική ένταση [1]÷[4] {κόστος επεμβάσεων και δομημένη επιφάνεια κατασκευών κατά επίπεδο βλάβης από τον μέσο όρο των εργασιών [9] και [10]}.

Damage level	Total repair cost (M€) V, V+	Total repair cost (M€) VI, VI+	Total repair cost (M€) VII, VII+	Total repair cost (M€) VIII	Total repair cost (M€) IX	TOTAL (M€)
Light (Green)	50,697	41,532	382,978	79,218	72,679	627,104
Moderate (Yellow)	63,044	65,817	551,732	129,159	194,433	1004,185
Extensive (Red)	14,411	17,774	139,736	33,359	114,276	319,556
Collapse	2,242	4,750	67,199	26,794	43,394	144,379
TOTAL	130,394	129,873	1141,645	268,531	424,782	2095,224
	6,22%	6,20%	54,49%	12,82%	20,27%	100,00%

Το τεκμαρτό κόστος ανακατασκευών και επεμβάσεων επισκευής/ενίσχυσης για σύνολο 180427 κατασκευών με βλάβες στην Αττική αποτιμάται σε 2450,020 Μ€ με τιμές μέσου κόστους επεμβάσεων (€/m<sup>2</sup>) και δομημένης επιφάνειας κατά επίπεδο βλάβης από τον ΤΑΣ Αχαρνών (Πίνακας 3). Η ισοδύναμη επιφάνεια ανακατασκευής εκτιμήθηκε από τον λόγο του κόστους των επεμβάσεων με το κόστος ανακατασκευής 297 (€/m<sup>2</sup>) σε 8,249 Km<sup>2</sup>. Η αντίστοιχη τεκμαρτή δαπάνη με βάση τα σχετικά στοιχεία από τον ΤΑΣ Α. Λιοσίων αποτιμάται σε 1887,821 Μ€ και η ισοδύναμη επιφάνεια ανακατασκευής σε 5,229 Km<sup>2</sup>. Η σεισμική διακινδύνευση ως προς το κόστος των δομικών επεμβάσεων (επισκευές, ενισχύσεις, ανακατασκευές) με βάση τον μέσο όρο των τιμών των δύο εργασιών (συνολικά στοιχεία τεκμαρτού κόστους επεμβάσεων και επιφάνειας από 3539 κατασκευές) αποτιμάται σε 2118,899 Μ€ και η ισοδύναμη επιφάνεια ανακατασκευής σε 6,947 Km<sup>2</sup>. Για την αναγωγή του τεκμαρτού κόστους σε αντίστοιχο πραγματικό (Πίνακας 3) χρησιμοποιούνται κατά προσέγγιση ως συντελεστές αναγωγής οι τιμές 1,78, 1,46 και 1,73 που προκύπτουν ως λόγοι της πραγματικής δαπάνης ανακατασκευής 528€/m<sup>2</sup> για την υπόψη περίοδο στην Αττική [7] με τις αντίστοιχες τιμές του τεκμαρτού κόστους ανακατασκευής, που εκτιμήθηκαν σε 297€/m<sup>2</sup>, 361 €/m<sup>2</sup> και 305 €/m<sup>2</sup>.

Η σεισμική διακινδύνευση προσδιορίστηκε, επίσης, μετά την κατανομή 178578 δομικών κατασκευών ανά βαθμό δομικής βλάβης και επίπεδο μακροσεισμικής έντασης. Η τιμή της διακινδύνευσης, με χρήση των μέσων τιμών κόστους επεμβάσεων και δομημένης επιφάνειας κατά επίπεδο δομικής βλάβης κυμαίνεται από 1869,72 Μ€ με βάση των ΤΑΣ Λιοσίων έως 2419,708 Μ€ με βάση των ΤΑΣ Αχαρνών, ενώ η συνολική ισοδύναμη επιφάνεια ανακατασκευής από 5,179 Km<sup>2</sup> έως 8,147 Km<sup>2</sup> αντίστοιχα (Πίνακας 4). Η τιμή της τεκμαρτής δαπάνης αποκατάστασης, όπως προέκυψε με βάση τα συνολικά στοιχεία των εργασιών [9] και [10] από 3539 κατασκευές, υπολογίστηκε σε 2095,224 Μ€. Στον Πίνακα 5 παρουσιάζεται η κατανομή αυτής της τιμής της διακινδύνευσης κατά περιοχή και σχετική μακροσεισμική ένταση. Στις πλειοψηφικές περιοχές με μακροσεισμική ένταση ΙΧ, όπου αντιστοιχεί ποσοστό 20,27% της συνολικής τεκμαρτής δαπάνης, καταγράφηκε ποσοστό 15,17% (27089 κτίρια) του συνόλου των κατασκευών με βλάβες (178578 κατασκευές) και ποσοστό 4,40% (32574 κτίρια) του συνολικού αριθμού των κατασκευών (740315 κτίρια, σύμφωνα με τα στοιχεία της εθνικής απογραφής του 2000), Πίνακες 1 και 5. Το μεγαλύτερο ποσοστό της συνολικής τεκμαρτής δαπάνης 54,49% αφορούσε σε περιοχές με μακροσεισμικές εντάσεις VII, VII+, στις οποίες καταγράφηκε ποσοστό 58,31% του συνόλου των κατασκευών με βλάβες και ποσοστό 37,44% του συνολικού αριθμού των κατασκευών στις περιοχές με εντάσεις από V έως ΙΧ.

### Συγκριτική διερεύνηση της διακινδύνευσης μεταξύ της αναμενόμενης βλάβης και του κόστους απωλειών

Η διακινδύνευση για τον υπόψη σεισμό εκτιμήθηκε σε συμπληρωτική εργασία [5], με χρήση σεναρίου δομικών απωλειών για πέντε κατηγορίες κατασκευών, σε 8,8477 Km<sup>2</sup> ισοδύναμης επιφάνειας ανακατασκευής για το σύνολο των κατασκευών στην Αττική (750085 κτίρια). Οι απώλειες υπολογιζόμενες με βάση τα αντίστοιχα στοιχεία κόστους από τους ΤΑΣ για κτίρια με ολικές ή βαριές βλάβες τα οποία κατεδαφίστηκαν (τιμές ανακατασκευής 297€/m<sup>2</sup>, 361€/m<sup>2</sup>, 305€/m<sup>2</sup> σύμφωνα με τις εργασίες [9], [10] και με τα συνολικά στοιχεία των εργασιών) αποτιμώνται σε 2627,77 Μ€, 3194,02Μ€, και 2698,55 Μ€ (Πίνακας 6) αυξημένες κατά 7,2%, 69,2% και 27,4% σε σύγκριση με τις τιμές των δομικών απωλειών που προκύπτουν από στοιχεία κόστους επεμβάσεων ανά χαρακτηρισμό και επίπεδο βλάβης για το σύνολο των κατασκευών με βλάβες (180427 κτίρια). Όταν

Πίνακας 6. Σύγκριση των τιμών της σεισμικής διακινδύνευσης (Μ€) από το σεισμό της Πάρνηθας της 7<sup>ης</sup>-09 1999 με βάση στοιχεία κόστους επεμβάσεων και αναμενόμενης βλάβης (κόστος και δομημένη επιφάνεια κατά επίπεδο βλάβης από με βάση την εργασία (1) [9] την εργασία (2) [10] και των μέσο όρο των τιμών <sup>(1),(2)</sup>).

Μεθοδολογία αποτίμησης της διακινδύνευσης	Τεκμαρτό κόστος επεμβάσεων Rc <sup>(1)</sup> σε Μ€	Τεκμαρτό κόστος επεμβάσεων Rc <sup>(2)</sup> σε Μ€	Τεκμαρτό κόστος επεμβάσεων Rc <sup>(1),(2)</sup> σε Μ€
Διακινδύνευση για το σύνολο των κατασκευών με βλάβες στην Αττική (180427 κατασκευές) με βάση στοιχεία δομημένης επιφάνειας και τεκμαρτού κόστους επεμβάσεων κατά επίπεδο βλάβης	2450,020	1887,821	2118,899
Διακινδύνευση με βάση σενάριο δομικών απωλειών σε όρους ισοδύναμης επιφάνειας για ανακατασκευή (R=8847,77 KM <sup>2</sup> ) για το σύνολο των κατασκευών στην Αττική (750085 κατασκευές). Συγκεντρωτικά δεδομένα ΕΣΥΕ/ΕΛΣΤΑΤ 2000 ανά ΟΤΑ.	2627,770	3194,020	2698,550

χρησιμοποιούνται στοιχεία κόστους επεμβάσεων από τον ΤΑΣ Αχαρνών<sup>(1)</sup> για 2556 κατασκευές, η τιμή της σεισμικής διακινδύνευσης για το σύνολο των κατασκευών που εμφάνισαν βλάβες (2450,02 Μ€) εμφανίζει ικανοποιητική σύγκλιση με την τιμή η οποία προκύπτει από το προσομοίωμα εκτίμησης των δομικών απωλειών (2627,77 Μ€), το οποίο αναπτύχθηκε με βάση στοιχεία βλαβών και μετασεισμικών ελέγχων από τα συνολικά αποτελέσματα του υπόψη σεισμού.

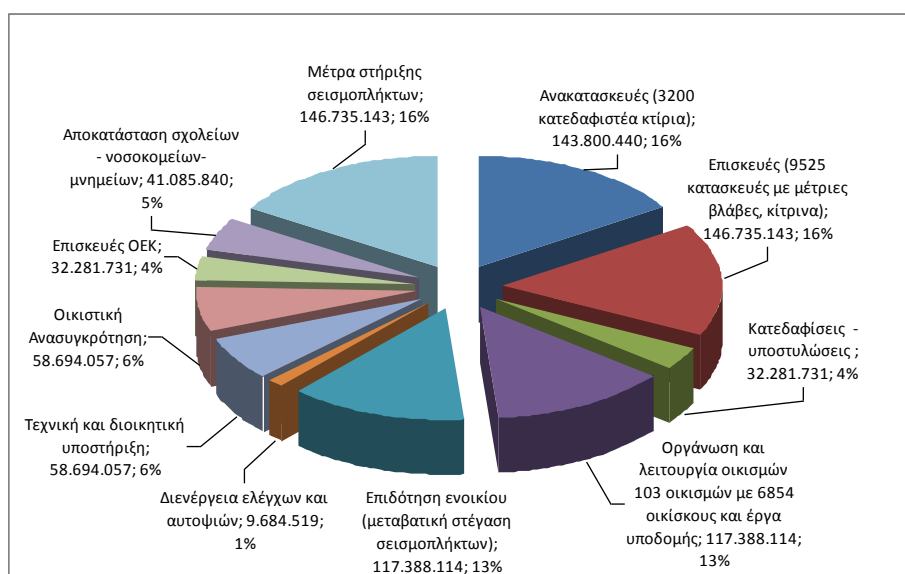
Συμπληρωματικά στοιχεία δημοσίων δαπανών για ορισμένες συνιστώσες της συνολικής διακινδύνευσης από τον υπόψη σεισμό δημοσιεύθηκαν στα πλαίσια σχετικής ημερίδας του ΥΠΕΧΩΔΕ [12] δύο χρόνια μετά το σεισμικό γεγονός (Σεπτέμβριος 2001) και παρουσιάζονται στον Πίνακα 7 και στο Σχήμα 1. Τις δαπάνες διαχειρίστηκαν φορείς σχετικοί με τα έργα αποκατάστασης (Υπηρεσία Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων - ΥΑΣ, Δήμοι, ΟΕΚ, ΟΣΚ κ.α.) και αποτιμήθηκαν σε 904,769 Μ€. Ένα σημαντικό ποσοστό (49,7%) της συνολικής δαπάνης δεν αφορούσε σε κόστος αποκατάστασης βλαβών αλλά σε άλλες κατηγορίες δαπανών, όπως οργάνωση και λειτουργία οικισμών για τη στέγαση των σεισμοπλήκτων, επιδότηση ενοικίου ως μεταβατική στέγαση, διενέργεια ελέγχων και αυτοπυλών, τεχνική/διοικητική υποστήριξη και άμεσα μέτρα οικονομικής στήριξης των σεισμοπλήκτων (449,890 Μ€). Οι δαπάνες για εγκεκριμένες ανακατασκευές και επισκευές ιδιωτικών και κοινωφελών έργων (ανακατασκευές και επισκευές, κατεδαφίσεις επικινδύνων και υποστυλώσεις, ανέγερση νέων κατοικιών από δήμους σε πλειόσειστες περιοχές σε αντικατάσταση κατεστραμμένων, επισκευές εργατικών κατοικιών, αποκατάσταση σχολείων - νοσοκομείων και μνημείων) αφορούσαν σε ποσοστό 50,3% της συνολικής δαπάνης.

Οι συμβατικές δαπάνες ανακατασκευής για 3200 κατεδαφιστέα κτίρια (κόκκινα) υπολογίστηκαν 143,8 Μ€, με μέση δαπάνη ανακατασκευής 44938 €/κτίριο. Οι συμβατικές δαπάνες επισκευών/ενισχύσεων για 9525 κατασκευές με μέτριες βλάβες (κίτρινα στον δευτεροβάθμιο έλεγχο) προέκυψαν 146,735 Μ€, με μέση δαπάνη επεμβάσεων 15405 €/κτίριο. Πρέπει να σημειωθεί ότι στις κατασκευές με εγκεκριμένες δαπάνες επεμβάσεων και ανακατασκευών, ο προϋπολογισμός των μελετών επισκευής/ενίσχυσης και η δαπάνη των ανακατασκευών έγινε βάσει συμβατικού τιμολογίου εργασιών. Από τους ΤΑΣ υπήρχε η πρόβλεψη για επιχορήγηση/δωρεάν κρατική αρωγή για το 1/3 του εγκεκριμένου προϋπολογισμού και για το υπόλοιπο 2/3 της δαπάνης προβλεπόταν άτοκο δάνειο στους σεισμόπληκτους. Ως άνω όρια, για τις δαπάνες ανακατασκευής και επισκευής/ενίσχυσης, είχαν τεθεί αντίστοιχα τα ποσά των 382 €/m<sup>2</sup> και 191 €/m<sup>2</sup> για χρήση κατοικίας μέχρι 120 m<sup>2</sup>. Σύμφωνα με στοιχεία στα πλαίσια της δράσης ΕΠΑΝΤΥΚ - ΤΕΕ [6] η μέση τιμή ανακατασκευής την υπόψη χρονική περίοδο στην περιοχή της Αττικής ανερχόταν σε 528 €/m<sup>2</sup> και ήταν αυξημένη σε ποσοστό 38,2% έναντι της αντίστοιχης ανώτερης συμβατικής τιμής (382 €/m<sup>2</sup>).

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι στις καταγεγραμμένες δαπάνες επεμβάσεων της ΥΑΣ δεν περιλαμβάνεται το κόστος επισκευής/ενίσχυσης ενός σημαντικού ποσοστού των κατασκευών με ελαφρές ή και μέτριες βλάβες, στα οποία οι σχετικές εργασίες ολοκληρώθηκαν χωρίς μελέτη ή με μελέτες που δεν κατατέθηκαν για έγκριση στους ΤΑΣ και συνεπώς οι σχετικές δαπάνες δεν έχουν καταγραφεί. Επίσης, δεν επιδοτήθηκαν και δεν έχουν καταγραφεί οι δαπάνες επισκευών και ανακατασκευών των ασφαλισμένων κτιρίων έναντι σεισμού, ποσοστό που εκτιμάται σε 5% περίπου του συνόλου των κατασκευών με βλάβες. Ακόμη, το τεκμαρτό κόστος

Πίνακας 7, Σχήμα 1. Κατηγορίες δαπανών δύο χρόνια μετά το σεισμό της 7<sup>ης</sup>-9-1999 [12].

Περιγραφή δαπάνης	Δαπάνες (Μ€) ανά κατηγορία
Ανακατασκευές (3200 κατεδαφιστέα κτίρια)	143,800
Επισκευές (9525 κατασκευές με μέτριες βλάβες / κίτρινα)	146,735
Κατεδαφίσεις - Υποστυλώσεις	32,282
Οργάνωση και λειτουργία 103 οικισμών με 6854 οικίσκους και έργα υποδομής	117,388
Επιδότηση ενοικίου (μεταβατική στέγαση σεισμοπλήκτων)	117,388
Διενέργεια ελέγχων και αυτοψιών	9,685
Τεχνική και διοικητική υποστήριξη	58,694
Οικιστική ανασυγκρότηση	58,694
Επισκευές ΟΕΚ	32,282
Αποκατάσταση σχολείων – νοσοκομείων - μνημείων	41,086
Μέτρα στήριξης σεισμοπλήκτων	146,735
Σύνολο	904,769



ανακατασκευών αφορούσε σε επιφάνεια έως 120 m<sup>2</sup> ανά ιδιοκτησία.

Τέλος, προκειμένου να είναι ολοκληρωμένη η μελέτη για την εκτίμηση του κόστους απωλειών, η συνολική αποτίμηση των απωλειών θα πρέπει να περιλάβει όλες τις δαπάνες των δημοσίων φορέων που διαχειρίστηκαν έργα αποκατάστασης βλαβών σε ιδιωτικά, κοινωφελή κτίρια, μνημεία, δίκτυα, τις διαφορές πραγματικών και τεκμαρτών δαπανών, τις δαπάνες επεμβάσεων για ασφαλισμένες κατασκευές έναντι σεισμού, τις δικαστικές αποζημιώσεις για τις ανθρώπινες απώλειες, τις απώλειες από αναστολή ή διακοπή λειτουργιών, οικοσκευής κλπ.

## Συμπεράσματα

Η σεισμική διακινδύνευση αποτιμάται για το σύνολο των κατασκευών (180427 κτίρια) που υπέστησαν βλάβες από το σεισμό της Πάρνηθας (Αθήνας) της 7<sup>ης</sup>-9-1999 με χρήση στοιχείων μέσου συμβατικού κόστους επεμβάσεων για ανακατασκευή ή επισκευή/ένισχυση. Η εκτιμηθείσα τιμή της διακινδύνευσης με χρήση στατιστικών στοιχείων συγκρίνεται με την αντίστοιχη τιμή που προκύπτει από προσομοίωση εκτίμησης των δομικών απωλειών στον υπόψη σεισμό σε όρους ισοδύναμης επιφάνειας για ανακατασκευή και περιλαμβάνεται σε συμπληρωματική σχετική εργασία. Στην αποτίμηση του στατιστικού κόστους από το σεισμό της Πάρνηθας χρησιμοποιήθηκαν δημοσιευμένα στοιχεία τρωτότητας και σεισμικής διακινδύνευσης κατασκευών με βλάβες.

Τα αποτελέσματα της διακινδύνευσης στηρίχθηκαν σε στοιχεία από τον ΤΑΣ Αχαρνών (2556 κατασκευές), τον ΤΑΣ Α. Λιοσίων (983 κατασκευές) και το σύνολο των στοιχείων των δύο ΤΑΣ (3539 κατασκευές) και περιελάμβαναν πληροφορίες σχετικά με το μέσο τεκμαρτό κόστος επεμβάσεων και τη μέση δομημένη επιφάνεια ανά κτίριο ( $\text{m}^2/\text{κτίριο}$ ) κατά επίπεδο βλάβης. Σύμφωνα με τα στοιχεία των ΤΑΣ για κατασκευές με ελαφρές βλάβες - πράσινα το μέσο κόστος επισκευής προέκυψε  $33 \div 35 \text{ €/m}^2$ , για κτίρια με μέτριες βλάβες - κίτρινα το μέσο κόστος επεμβάσεων υπολογίστηκε σε  $62 \div 92 \text{ €/m}^2$  και για κατασκευές με ολικές ή βαριές βλάβες - κόκκινα το μέσο κόστος ανακατασκευής προέκυψε  $297 \div 361 \text{ €/m}^2$ . Οι τεκμαρτές απώλειες για το σύνολο των κατασκευών με χαρακτηρισμό βλάβης (180427 κτίρια) προκύπτουν 2450,0 Μ€, 1887,8 Μ€, και 2118,9 Μ€ με βάση τις αντίστοιχες μέσες τιμές κατά επίπεδο βλάβης από τα στοιχεία διακινδύνευσης.

Από την χρήση του προσομοιώματος (σεναρίου) αναμενόμενης βλάβης, η σεισμική διακινδύνευση για το σύνολο των κατασκευών στην Αττική (750085 κτίρια) αποτιμάται σε 8,8477  $\text{Km}^2$  ισοδύναμης επιφάνειας για ανακατασκευή. Οι δομικές απώλειες υπολογιζόμενες με βάση τα αντίστοιχα στοιχεία κόστους από τους ΤΑΣ (σύμφωνα με τις εργασίες [9], [10] και με τα συνολικά στοιχεία των εργασιών) αποτιμώνται σε 2627,77 Μ€, 3194,02 Μ€, και 2698,55 Μ€ αυξημένες κατά 7,2%, 69,2% και 27,4% σε σύγκριση με τις τιμές των δομικών απωλειών που προκύπτουν από στοιχεία κόστους επεμβάσεων ανά χαρακτηρισμό και επίπεδο βλάβης για το σύνολο των κατασκευών με βλάβες (180427 κτίρια). Για την αναγωγή των ως άνω τεκμαρτών απωλειών σε πραγματικές για την υπόψη χρονική περίοδο, μπορούν κατά προσέγγιση να χρησιμοποιηθούν ως συντελεστές αναγωγής οι τιμές 1,78 1,46 και 1,73 που προκύπτουν ως λόγοι της μέσης πραγματικής δαπάνης ανακατασκευής 528 €/m<sup>2</sup> για την περιοχή της Αττικής σε τιμές 1999 (σύμφωνα με στοιχεία στα πλαίσια της δράσης ΕΠΑΝΤΥΚ - ΤΕΕ) με το αντίστοιχο μέσο τεκμαρτό κόστος ανακατασκευής 297€/m<sup>2</sup>, 361 €/m<sup>2</sup> και 305 €/m<sup>2</sup>.

Από την αξιολόγηση δημοσιευμένων στοιχείων για τις δημόσιες δαπάνες μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2001 από φορείς που διαχειρίστηκαν τις δομητικές επεμβάσεις επισκευής/ ενίσχυσης ή ανακατασκευής καθώς και άλλες κατηγορίες δαπανών για την αποκατάσταση των σεισμοπλήκτων (ΥΑΣ, ΟΕΚ, ΟΣΚ, Δήμοι κ.α.) προκύπτει ότι σε σύνολο δαπάνης 904.769 Μ€ η σχετική τεκμαρτή δαπάνη με την αποκατάσταση βλαβών ιδιωτικών και κοινωφελών έργων αποτελούσε 50.3% της συνολικής δαπάνης. Σημαντικό ποσοστό (49,7%) αφορούσε σε άλλες δράσεις, όπως οργάνωση και λειτουργία οικισμών για τη στέγαση των σεισμοπλήκτων, επιδότηση ενοικίου ως μεταβατική στέγαση, διενέργεια ελέγχων και αυτοψιών, τεχνική/διοικητική υποστήριξη και άμεσα μέτρα οικονομικής στήριξης των σεισμοπλήκτων (449,890 Μ€).

## Βιβλιογραφία

- [1] Ελευθεριάδου, Α.Κ. (2009), "Συμβολή στην Αποτίμηση της Σεισμικής Τρωτότητας Κατασκευών από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα", Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, ΔΠΘ, Ξάνθη.
- [2] Eleftheriadou A.K., Karabinis A.I. (2011), "Development of Damage Probability Matrices Based on Greek Earthquake Damage Data", *Journal of Earthquake Engineering & Engineering Vibration, SpringerLink*, Vol.10, Issue 1, pp.129÷141, DOI: 10.1007/s11803-011-0052-6.
- [3] Eleftheriadou A.K., Karabinis A.I. (2013), "Evaluation of Damage Probability Matrices from Observational Seismic Damage Data", *International Journal of Earthquakes and Structures, Techno Press*, Vol. 4, No. 3, pp. 299÷324.
- [4] Eleftheriadou A.K., Baltzopoulou, A.D., & Karabinis A.I. (2016), "Urban Risk Assessment: Statistical Repair Cost Data and Probable Structural Losses based on Damage Scenario – Correlation Analysis", *International Journal of Advanced Structural Engineering, Springer*, DOI: 10.1007/s40091-016-0118-9.
- [5] Ελευθεριάδου Α.Κ., Μπαλτζοπούλου Α.Δ., Καραμπίνης Α.Ι., (2016), "Μελέτη Σεισμικής Διακινδύνευσης σε Μεγάλο Αστικό Κέντρο – Μητροπολιτική Περιοχή της Αθήνας", *Πανελλήνιο Συνέδριο Σκυροδέματος «Κατασκευές από Σκυρόδεμα»*, Θεσσαλονίκη.
- [6] ΕΠΑΝΤΥΚ-ΤΕΕ, Περιφερειακό Τμήμα Θράκης (2005), "Απογραφή Υφισταμένων Κτιρίων και Εκτίμηση Σεισμικής Τρωτότητας και Επικινδυνότητας Κτιρίων στην Ξάνθη".
- [7] ΕΠΑΝΤΥΚ, Ομάδα εργασίας ΤΕΕ αρ. Ι.2. (2001), "Εκτίμηση Σεισμικής Τρωτότητας των Κτιρίων", Τελική Έκθεση, Αθήνα.



- [8] ΕΛΣΤΑΤ/ΕΣΥΕ. (2000), "Απογραφή Οικοδομών και Κτιρίων της 1ης Δεκεμβρίου 2000", Αθήνα.
- [9] Καραμπίνης Α.Ι, Μπαλτζοπούλου Α.Δ. (2006), "Συσχέτιση Βαθμού Βλάβης και Κόστους Αποκατάστασης των Κατασκευών από το Σεισμό της Αθήνας της 7ης – 9 - 1999", 15<sup>ο</sup> Συνέδριο Σκυροδέματος, Αλεξανδρούπολη 25-27 Οκτωβρίου 2006, Βιβλίο εισηγήσεων, τόμος Β', σελ. 294÷304.
- [10] Karpos, A.J., Lekidis, V., Panagouros, G., Sous, I., Theodulidis, N., Karakostas, Ch., Anastasiadis, T., Salonikios, T., and Margaris, B. (2007), "Analytical Estimation of Economic Loss for Buildings in the Area Struck by the 1999 Athens Earthquake and Comparison with Statistical Repair Costs", *Earthquake Spectra*, Vol.23, No.2, pp. 333÷355.
- [11] ΟΑΣΠ. (1997), "Οδηγίες και Έντυπα για τη Διενέργεια Άμεσου Πρωτοβάθμιου Μετασεισμικού ελέγχου Καταλληλότητας των Κτιρίων για Χρήση", Αθήνα.
- [12] ΥΠΕΧΩΔΕ/ΟΑΣΠ. (2001) "Σεισμός της 7ης Σεπτεμβρίου 1999: Αποκατάσταση Σεισμοπλήκτων, Απολογισμός Μέτρων και Δράσεων", Αθήνα.