

## Ο ΣΕΙΣΜΟΣ ΤΗΣ (28<sup>ΗΣ</sup> ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 1891) 9<sup>ΗΣ</sup> ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 1892 ΣΤΗ ΛΑΡΙΣΣΑ\*

B. ΚΟΥΣΚΟΥΝΑ<sup>1</sup>

### ΣΥΝΟΨΗ

Κατά την περίοδο 1941-1980 έγιναν στη Θεσσαλία μεγάλοι σεισμοί, οι οποίοι προκάλεσαν σημαντικές καταστροφές στις πόλεις και τα χωριά της περιοχής. Εξαιτίας της γένεσης των σεισμών αυτών η περιοχή χαρακτηρίστηκε μέτριας έως υψηλής σεισμικότητας. Αντιθέτως, ελάχιστες πηγές αναφέρουν σεισμική δραστηριότητα στην περιοχή κατά το 19<sup>ο</sup> αιώνα, με αποτέλεσμα να κατατάσσεται σε χαμηλότερη κατηγορία σεισμικότητας για την περίοδο αυτή. Στην παρούσα εργασία εξετάζεται ο σεισμός του 1892 της Λάρισσας και αναλύονται οι διάφορες πηγές που τον αναφέρουν, με σκοπό την συστηματική κατάταξη και μελέτη των πηγών αυτών για τη δημιουργία μίας πληρέστερης εικόνας των αποτελεσμάτων του σεισμού και τον προσδιορισμό των εστιακών του παραμέτρων με σύγχρονες τεχνικές. Ο σεισμός προκάλεσε αξιοσημείωτες βλάβες στη Λάρισα και μικρότερες στις γύρω πόλεις, ενώ έγινε αισθητός μέχρι τη Θεσσαλονίκη. Οι μακροσεισμικές εντάσεις του σεισμού εκτιμήθηκαν μέσω της Ευρωπαϊκής κλίμακας εντάσεων (EMS-98) και οι παράμετροι της εστίας (μέγεθος, επίκεντρο και επικεντρική ένταση) υπολογίστηκαν με τη μέθοδο των Gasperini et al. (1997, 1999).

### EXTENDED ABSTRACT

During the period 1941-1980 Thessalia (Eastern Central Greece) experienced a series of strong earthquakes, which caused damage to a large number of localities and to all its major towns. It is therefore characterized an area of moderate-to-high seismicity. In fact, low-to-moderate seismic activity was also observed in the 19<sup>th</sup> century, and there are a few sources reporting earthquakes in the area even in the centuries before. In the present study a damaging earthquake in the late 19<sup>th</sup> century is analyzed, in an effort to build up a detailed picture of the event and its supporting data set and to estimate its parameters with recent techniques. The 1892 shock damaged Larissa, situated in central Thessalia, caused minor damage to a few surrounding towns and was felt up to Thessaloniki to the north. The supporting datasets quoting the earthquake are evaluated according to their sources. Two sources reporting the earthquake, not quoted in the existing studies, were also located. In general, the earthquake effects are described in detail in two studies: one contemporary seismological compilation and one seismological compilation 60 years later, both based on contemporary press reports.

The analysis is based on the original sources, contemporary to the earthquake. The macroseismic intensities were assessed using the EMS-98 scale and the focal parameters (magnitude, epicentral coordinates, epicentral intensity) were calculated using the Gasperini et al (1997, 1999) method. This method allows for the calculation of earthquake parameters even for a limited number of macroseismic intensities, as in this case. The equivalent moment magnitude of the earthquake and the oriented "box", representing the surface projection of the seismogenic fault, were computed through empirical relations. The equivalent moment magnitude was calculated  $M_w = 5.0$ , using two different empirical relations and the "boxer" technique, which takes into account all the available macroseismic data. The epicentral intensity of the earthquake was assessed to be  $I_0 = 6-7$  at Larisa and the epicentre was located at a close distance (8 km NE of the town). This location has also been proposed by Galanopoulos (1946), based on the assumption that the 1892 event originated from the same source as the 1941 Larisa earthquake. The calculated length of the associated fault was too small to be correlated with existing main tectonic features.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Λάρισα (Θεσσαλία), ιστορικοί σεισμοί, κλίμακα εντάσεων EMS-98, μέθοδος "boxer", τύπος και ποιότητα πηγών ιστορικών σεισμών, εστιακές παράμετροι ιστορικών σεισμών  
**KEY WORDS:** Larisa (Thessaly), historical earthquakes, EMS-98, "boxer" method, source type and source quality of historical earthquakes, focal parameters of historical earthquakes

\* THE (DECEMBER 28TH, 1891) JANUARY 9TH, 1892 LARISA (CENTRAL GREECE) EARTHQUAKE

1. Τομέας Γεωφυσικής & Γεωθερμίας, Τμήμα Γεωλογίας, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιόπολις, Ζωγράφου 157 84, Αθήνα

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σεισμική ιστορία ενός τόπου δίνει την εικόνα της σεισμικότητας της ευρύτερης περιοχής, και επομένως ο εντοπισμός των αποτελεσμάτων των ιστορικών σεισμών από όσο το δυνατόν περισσότερες πηγές και μαρτυρίες είναι απαραίτητος για τον καλύτερο προσδιορισμό των εστιακών παραμέτρων του και τη συμπλήρωση των καταλόγων σεισμών, με απώτερο στόχο την καλύτερη εκτίμηση της σεισμικής επικινδυνότητας της περιοχής.

Εξ άλλου, ο προσδιορισμός των εστιακών παραμέτρων των ιστορικών σεισμών είναι μία εμπειρική διαδικασία, όπου χρησιμοποιούνται μέθοδοι, οι οποίες σε πολλές περιπτώσεις θεωρούνται υποκειμενικές (Cecic et al., 1996). Κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχουν γίνει προσπάθειες για τη συστηματική εφαρμογή μεθοδολογιών που προσδιορίζουν τις παραμέτρους τόσο των ιστορικών, όσο και των σεισμών του εικοστού αιώνα από μακροσεισμικά δεδομένα. Στις τεχνικές αυτές η ανάλυση βασίζεται είτε στις ισοσειστές των σεισμών (Shebalin 1973), είτε στις σεισμικές εντάσεις ως μεμονωμένα σημεία (Suhadolc et al. 1988, Κουσκουνά 1991, Kouskoupa et al. 1996, Gasperini et al. 1997, 1999). Με τη δεύτερη τεχνική είναι δυνατή η εκμετάλλευση του συνόλου των μακροσεισμικών παρατηρήσεων, αλλά και ο προσδιορισμός των παραμέτρων σεισμών που διαθέτουν περιορισμένο αριθμό μακροσεισμικών δεδομένων.

Η περιοχή της Θεσσαλίας και ειδικότερα ο Βόλος και η Λάρισα έχουν χαρακτηριστεί ως περιοχές μέτριας έως υψηλής σεισμικότητας κατά τον εικοστό αιώνα. Οι σημαντικότεροι σεισμοί που έπληξαν την περιοχή είναι ο σεισμός της Λάρισας (1 Μαρτίου 1941), το επίκεντρο του οποίου ήταν λίγα χιλιόμετρα ΒΑ της Λάρισας, ο σεισμός των Σοφάδων (30 Απριλίου 1954), της Μαγνησίας (19 Απριλίου 1955), η σεισμική έξαρση του 1957 (8 Μαρτίου), η οποία είχε ως συνέπεια σημαντικές καταστροφές στην πόλη του Βόλου και οι σεισμοί του Βόλου-Αλμυρού (9 Ιουλίου 1980). Από το 19<sup>ο</sup> αιώνα οι πληροφορίες για τη σεισμική ιστορία της Λάρισας και γενικότερα της Θεσσαλίας είναι λιγοστές. Οι περιηγητές που πέρασαν κατά καιρούς από την πόλη αναφέρουν ότι γίνονταν αισθητοί πολλοί σεισμοί, μερικοί από τους οποίους προκαλούσαν βλάβες.

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται ένας ιστορικός σεισμός που προκάλεσε βλάβες στην περιοχή της Λάρισας το 1892, για τον οποίο οι πηγές παρέχουν σημαντικά στοιχεία για την εκτίμηση της μακροσεισμικής έντασης, αλλά σε μικρό αριθμό τόπων. Ο σεισμός αυτός είναι χαρακτηριστικός για την εικόνα της σεισμικής ιστορίας της Λάρισας κατά το 19ο αιώνα.

Για τον προσδιορισμό των παραμέτρων του σεισμού (συντεταγμένες επίκεντρου και μέγεθος) εφαρμόστηκε η μέθοδος των Gasperini et al. (1997, 1999), με τη χρήση εμπειρικών σχέσεων που συνδέουν το μέγεθος ροπής με τη μέγιστη ή επικεντρική ένταση και άλλων που δίνουν το μήκος και το πλάτος της προβολής του σεισμογόνου ρήγματος στην επιφάνεια.

## 2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ

### 2.1. Οι πηγές του σεισμού

Για την πλήρη επεξεργασία ενός ιστορικού σεισμού οι σύγχρονες τάσεις δίνουν ιδιαίτερη βαρύτητα στις μελέτες που τον αναφέρουν και περιγράφουν τα αποτελέσματά του. Με την αξιολόγηση και κατάταξη των μελετών αυτών σε κατηγορίες, ανάλογα με το περιεχόμενο και την ποιότητα των πηγών, στις οποίες και αυτές οι ίδιες στηρίζονται, επιτυγχάνεται η ανακατασκευή της εικόνας του σεισμού από τις πρωταρχικές πηγές και αποφεύγονται οι όποιες τροποποιήσεις που πιθανόν να έχουν επιφέρει οι κατά καιρούς μελετητές (Albini et al. 1996).

Ο σεισμός περιλαμβάνεται σε σύγχρονους καταλόγους σεισμών που δίνουν παραμέτρους, αλλά και σε μονογραφίες σεισμολογικού ή ιστορικού περιεχομένου, που αναφέρονται στη σεισμική ιστορία της Θεσσαλίας και των γύρω περιοχών ή στη σεισμική ιστορία της συγκεκριμένης εποχής.

#### 2.1.1 Σύγχρονοι παραμετρικοί κατάλογοι σεισμών

Ο σεισμός του 1892 αναφέρεται στους εξής παραμετρικούς καταλόγους:

1. Shebalin et al., 1974: 1892 Jan. 9 06 15 39<sup>34</sup> 22<sup>14</sup> I<sub>0</sub>=8 r=130 km
2. Karnik, 1971: 1892 Jan 9, 06<sup>h</sup>15<sup>m</sup>, 39<sup>34</sup>°N, 22<sup>12</sup>°E, h=n, R.26a, I<sub>0</sub>=VIII, r=130 km (GG), I<sub>0</sub>=VII to VIII (GGK), I<sub>0</sub>=VII (GGC), P=50,000km<sup>2</sup>, M=5.5 (GGE). At Larisa several houses collapsed and the others were seriously injured (large fissures, walls or roofs thrown down), at Tyrnavos and Agya some walls were fissured and some roofs damaged, felt at Kazaklar, Skiathos, Skopelos and Thessaloniki. An aftershock on Jan. 11, 07<sup>h</sup>, damaged houses at Larisa.
3. Galanopoulos, 1960: 1892 Jan. 9 6<sup>14</sup> 39<sup>34</sup>N 22<sup>12</sup>E n VIII. Larissa (Thessaly) r<sub>1</sub>=130 km. A strong aftershock on January 11, 1892. C. Mitzopoulos (1892), A. Galanopoulos (1950, 1953).

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σεισμική ιστορία ενός τόπου δίνει την εικόνα της σεισμικότητας της ευρύτερης περιοχής, και επομένως ο εντοπισμός των αποτελεσμάτων των ιστορικών σεισμών από όσο το δυνατόν περισσότερες πηγές και μαρτυρίες είναι απαραίτητος για τον καλύτερο προσδιορισμό των εστιακών παραμέτρων του και τη συμπλήρωση των καταλόγων σεισμών, με απώτερο στόχο την καλύτερη εκτίμηση της σεισμικής επικινδυνότητας της περιοχής.

Εξ άλλου, ο προσδιορισμός των εστιακών παραμέτρων των ιστορικών σεισμών είναι μία εμπειρική διαδικασία, όπου χρησιμοποιούνται μέθοδοι, οι οποίες σε πολλές περιπτώσεις θεωρούνται υποκειμενικές (Cecic et al., 1996). Κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχουν γίνει προσπάθειες για τη συστηματική εφαρμογή μεθοδολογιών που προσδιορίζουν τις παραμέτρους τόσο των ιστορικών, όσο και των σεισμών του εικοστού αιώνα από μακροσεισμικά δεδομένα. Στις τεχνικές αυτές η ανάλυση βασίζεται είτε στις ισόσειστες των σεισμών (Shebalin 1973), είτε στις σεισμικές εντάσεις ως μεμονωμένα σημεία (Suhadolc et al. 1988, Κουσκουνά 1991, Κουσκουνά et al. 1996, Gasperini et al. 1997, 1999). Με τη δεύτερη τεχνική είναι δυνατή η εκμετάλλευση του συνόλου των μακροσεισμικών παρατηρήσεων, αλλά και ο προσδιορισμός των παραμέτρων σεισμών που διαθέτουν περιορισμένο αριθμό μακροσεισμικών δεδομένων.

Η περιοχή της Θεσσαλίας και ειδικότερα ο Βόλος και η Λάρισα έχουν χαρακτηριστεί ως περιοχές μέτριας έως υψηλής σεισμικότητας κατά τον εικοστό αιώνα. Οι σημαντικότεροι σεισμοί που έπληξαν την περιοχή είναι ο σεισμός της Λάρισας (1 Μαρτίου 1941), το επίκεντρο του οποίου ήταν λίγα χιλιόμετρα ΒΑ της Λάρισας, ο σεισμός των Σοφάδων (30 Απριλίου 1954), της Μαγνησίας (19 Απριλίου 1955), η σεισμική έξαρση του 1957 (8 Μαρτίου), η οποία είχε ως συνέπεια σημαντικές καταστροφές στην πόλη του Βόλου και οι σεισμοί του Βόλου-Αλμυρού (9 Ιουλίου 1980). Από το 19<sup>ο</sup> αιώνα οι πληροφορίες για τη σεισμική ιστορία της Λάρισας και γενικότερα της Θεσσαλίας είναι λιγοστές. Οι περιηγητές που πέρασαν κατά καιρούς από την πόλη αναφέρουν ότι γίνονταν αισθητοί πολλοί σεισμοί, μερικοί από τους οποίους προκαλούσαν βλάβες.

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται ένας ιστορικός σεισμός που προκάλεσε βλάβες στην περιοχή της Λάρισας το 1892, για τον οποίο οι πηγές παρέχουν σημαντικά στοιχεία για την εκτίμηση της μακροσεισμικής έντασης, αλλά σε μικρό αριθμό τόπων. Ο σεισμός αυτός είναι χαρακτηριστικός για την εικόνα της σεισμικής ιστορίας της Λάρισας κατά το 19ο αιώνα.

Για τον προσδιορισμό των παραμέτρων του σεισμού (συντεταγμένες επίκεντρου και μέγεθος) εφαρμόστηκε η μέθοδος των Gasperini et al. (1997, 1999), με τη χρήση εμπειρικών σχέσεων που συνδέουν το μέγεθος ροπής με τη μέγιστη ή επικεντρική ένταση και άλλων που δίνουν το μήκος και το πλάτος της προβολής του σεισμογόνου ρήγματος στην επιφάνεια.

## 2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ

### 2.1. Οι πηγές του σεισμού

Για την πλήρη επεξεργασία ενός ιστορικού σεισμού οι σύγχρονες τάσεις δίνουν ιδιαίτερη βαρύτητα στις μελέτες που τον αναφέρουν και περιγράφουν τα αποτελέσματά του. Με την αξιολόγηση και κατάταξη των μελετών αυτών σε κατηγορίες, ανάλογα με το περιεχόμενο και την ποιότητα των πηγών, στις οποίες και αυτές οι ίδιες στηρίζονται, επιτυγχάνεται η ανακατασκευή της εικόνας του σεισμού από τις πρωταρχικές πηγές και αποφεύγονται οι όποιες τροποποιήσεις που πιθανόν να έχουν επιφέρει οι κατά καιρούς μελετητές (Albini et al. 1996).

Ο σεισμός περιλαμβάνεται σε σύγχρονους καταλόγους σεισμών που δίνουν παραμέτρους, αλλά και σε μονογραφίες σεισμολογικού ή ιστορικού περιεχομένου, που αναφέρονται στη σεισμική ιστορία της Θεσσαλίας και των γύρω περιοχών ή στη σεισμική ιστορία της συγκεκριμένης εποχής.

#### 2.1.1 Σύγχρονοι παραμετρικοί κατάλογοι σεισμών

Ο σεισμός του 1892 αναφέρεται στους εξής παραμετρικούς καταλόγους:

1. Shebalin et al., 1974: 1892 Jan. 9 06 15 39<sup>34</sup> 22<sup>14</sup> I<sub>0</sub>=8 r=130 km
2. Karnik, 1971: 1892 Jan 9, 06<sup>h</sup>15<sup>m</sup>, 39<sup>34</sup>N, 22<sup>12</sup>E, h=n, R.26a, I<sub>0</sub>=VIII, r=130 km (GG), I<sub>0</sub>=VII to VIII (GGK), I<sub>0</sub>=VII (GGC), P=50,000km<sup>2</sup>, M=5.5 (GGE). At Larisa several houses collapsed and the others were seriously injured (large fissures, walls or roofs thrown down), at Tyrnavos and Agya some walls were fissured and some roofs damaged, felt at Kazaklar, Skiathos, Skopelos and Thessaloniki. An aftershock on Jan. 11, 07<sup>h</sup>, damaged houses at Larisa.
3. Galanopoulos, 1960: 1892 Jan. 9 6<sup>14</sup> 39<sup>34</sup>N 22<sup>12</sup>E n VIII. Larissa (Thessaly) r<sub>1</sub>=130 km. A strong aftershock on January 11, 1892. C. Mitzopoulos (1892), A. Galanopoulos (1950, 1953).

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ.

Πίνακας 1: Τα αποτελέσματα της σεισμικής ακολουθίας του 1892 και οι πηγές από όπου αντλήθηκαν οι πληροφορίες  
 Table 1: The effects of the 1892 earthquake sequence and its supporting sources

Ημ/νία	Ωρα	Τόπος	Αποτελέσματα	Πηγές
1892 Ιαν. 3	05 00	Λάρισα	Δυνατός σεισμός	"Επιθεώρηση" αρ. 350
1892 Ιαν. 5	10 40	Λάρισα	Πολύ δυνατός σεισμός που προκάλεσε τρόμο. Ακολούθησε βουητό. Ένταση 5, διάρκεια 5 sec	"Άστυ" αρ. 385 "Εφημερίς" αρ. 360
1892 Ιαν. 9	04 00	Αγιά Τύρναβος Λάρισα	Δυνατός σεισμός	"Παλιγγενεσία" αρ. 8361 Mitzoroulos
1892 Ιαν. 9	06 00	Αγιά Τύρναβος Λάρισα	Δυνατός σεισμός	"Παλιγγενεσία" αρ. 8361 Mitzoroulos
1892 Ιαν. 9	08 15	Λάρισα  Τύρναβος  Αγιά  Καζακλάρ  Σκιάθος Σκόπελος Θεσ/νίκη Βόλος	Τα περισσότερα σπίτια είχαν ρωγμές και μερικά καταστράφηκαν μερικώς. Η στέγη του διδασκαλείου έπεσε και η νότια πλευρά της παρουσίασε ρωγμές. Στο δημαρχείο οι δύο τοίχοι προς το νότιο καταστράφηκαν εντελώς. Στο παλιό τούρκικο παλάτι οι τοίχοι είχαν ρωγμές, όλη η νότια πλευρά του και οι διπλανοί τοίχοι καταστράφηκαν εντελώς. Στο στρατιωτικό νοσοκομείο έπεσαν κεραμίδια από τη στέγη, που κατακάθησε. Ένταση: 7, διάρκεια 5 sec, δόνηση ΒΑ-ΝΔ Πολλές βλάβες. Όλοι οι τοίχοι στις μεγάλες τούρκικες φυλακές είχαν ρωγμές. Θα πρέπει να έπεσαν μερικές στέγες. Ένταση: 6.5 Μερικά σπίτια είχαν ρωγμές. Ένταση: 6 Αισθητός από όλους. Προκάλεσε τρόμο. Ένταση: 5. Δόνηση Α-Δ. Αισθητός Αισθητός Αισθητός Δεν έγινε αισθητός	"Ακρόπολις" αρ. 3572-3583 "Καιροί" αρ. 1083-1098 "Πρωΐα" αρ. 3924-3934 "Εφημερίς" αρ. 360-364 "Νέα Επιθεώρησις" αρ. 1-9 "Παλιγγενεσία" αρ. 8361-8372 "Επιθεώρησις" αρ. 350-351 "Χρόνος" αρ. 84 "Άστυ" αρ. 389 Mitzoroulos 1892
1892 Ιαν. 11	09 30	Λάρισα Τύρναβος Αγιά Σκόπελος Σκιάθος	Και άλλες βλάβες Και άλλες βλάβες Και άλλες βλάβες Αισθητός Αισθητός	
1892 Ιαν. 20	02 00	Λάρισα Σκιάθος Σκόπελος	Ασθενής. Διάρκεια 5 sec Ασθενής. Δόνηση Δ-Α Ασθενής. Δόνηση Δ-Α	"Παλιγγενεσία" αρ. 8372 "Νέα Εφημερίς" αρ. 9 "Επιθεώρησις" αρ. 9
1892 Ιαν. 20	04 00	Λάρισα Σκιάθος Σκόπελος	Διάνοιξη των ρωγμών. Η δόνηση αυτή ήταν η όγδοη σε διάστημα 30 ημερών. Διάρκεια 8 sec	"Άστυ" αρ. 389
1892 Ιαν. 20	08 00	Λάρισα Σκιάθος Σκόπελος	Ασθενής, βραχείας διάρκειας Ασθενής Ασθενής	
1892 Φεβ. 17	16 00	Λάρισα	Άρκετά ισχυρός, κατακόρυφος, διάρκεια 4 sec	
1892 Μαρ.		Λάρισα	Ασθενής	"Νέα Εφημερίς" αρ. 60

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

Οι πηγές των Shebalin et al. (1974) είναι οι κατάλογοι των Karnik (1971) και Drakopoulos & Delibasis (1972). Ο Karnik (1971) με τη σειρά του βασίστηκε σε καταλόγους (Galanopoulos 1960, 1965, 1966) και σε μελέτες σεισμολογικού περιεχομένου (Galanopoulos 1953). Τέλος, ο Galanopoulos (1960) παραπέμπει πάλι σε μελέτες σεισμολογικού περιεχομένου (Mitzoroulos 1892, Galanopoulos 1950, 1953).

### 2.1.2 Μελέτες σεισμολογικού περιεχομένου

Οι μελέτες σεισμολογικού περιεχομένου που προαναφέρθηκαν δίνουν με λεπτομέρεια τα αποτελέσματα του σεισμού και στηρίζονται σε αθηναϊκές εφημερίδες:

1. Galanopoulos 1953: Στηριζόμενος σε αθηναϊκές εφημερίδες, περιγράφει με λεπτομέρεια όλη τη σεισμική ακολουθία και τα αποτελέσματα αυτής (πίνακας 1). Επίσης υπολογίζει τις εντάσεις του σεισμού σε κάθε τόπο στη δεκαβάθμια κλίμακα Rossi-Forel. Παρατηρεί ότι οι βλάβες δεν οφείλονται μόνο στον κύριο σεισμό, αλλά και στους μετασεισμούς του, κυρίως σ' αυτόν της 11<sup>ης</sup> Ιανουαρίου. Οι βλάβες στην Αγιά και τον Τύρναβο ήταν γενικά μικρότερες από αυτές στη Λάρισα. Για το λόγο αυτό το επίκεντρο της ακολουθίας θα πρέπει να είναι κοντά στην πόλη της Λάρισας. Επίσης έχει μετατρέψει τις ημερομηνίες που αναφέρονται οι εφημερίδες από το Ιουλιανό ημερολόγιο που ίσχυε την εποχή του σεισμού στο ισχύον σήμερα Γρηγοριανό.
2. Mitzoroulos 1892: Ως σύγχρονος, παραθέτει δικές του μαρτυρίες, κυρίως για τους προσεισμούς και τον κύριο σεισμό και παραπέμπει σε εφημερίδα. Τις περιγραφές του δίνει ο Galanopoulos (1953), παραλείποντας ορισμένες περιγραφές που πιθανόν θεώρησε υπερβολικές, όπως: "...οι γυναίκες έτρεχαν σαν τρελές με τα παιδιά στην αγκαλιά τους, φωνάζοντας βοήθεια. Εκείνοι, που βρίσκονταν στους δρόμους, αισθάνθηκαν μια ζάλη, σαν να ήταν μέσα στη θάλασσα ή σαν μεθυσμένοι, και τέλος δεν ήταν λίγοι αυτοί που έπεσαν στο έδαφος...". Αναφέρει ότι ο σεισμός δεν είχε θύματα.

Εαν η έρευνα για το σεισμό του 1892 σταματούσε στο σημείο αυτό, τα δεδομένα μπορούν να θεωρηθούν ικανοποιητικά για τον προσδιορισμό των παραμέτρων του. Επειδή, όμως, κατά την παρούσα έρευνα εντοπίστηκαν και άλλες μελέτες που αναφέρονται στο σεισμό αυτό, χωρίς να έχει έως τώρα γίνει αναφορά τους σε καταλόγους ή μελέτες σεισμολογικού περιεχομένου, τα προαναφερθέντα στοιχεία επιβεβαιώνονται και συμπληρώνονται με αυτές.

### 2.1.3 Νέες πηγές

1. Galanopoulos 1946: Παραθέτει σύγκριση του σεισμού του 1892 με αυτόν του 1941 και καταλήγει ότι οι δύο σεισμοί μάλλον προέρχονται από τον ίδιο εστιακό χώρο και θα πρέπει να είχαν την ίδια επικεντρική ένταση στη Λάρισα, δεδομένου ότι ο βομβαρδισμός των Γερμανών, που είχε προηγηθεί, είχε καταπονήσει τα κτήρια της πόλης, τα οποία ερείπωσε ο σεισμός.
2. Παλαιώνδου 1981: Παραθέτει αυτούσιες τις περιγραφές από την τοπική εφημερίδα "Σάλιγγα" της εποχής. Η πηγή αυτή θεωρείται ως η πλέον αξιόπιστη, δεδομένου ότι οι περιγραφές της προέρχονται από αυτόπτες μάρτυρες. Χαρακτηριστικό είναι ότι όλες οι περιγραφές της εφημερίδας αυτής μεταφέρθηκαν στον αθηναϊκό τύπο και από εκεί στον Galanopoulos (1953). Έτσι επιβεβαιώνονται τα διαθέσιμα για το σεισμό στοιχεία. Επίσης αναφέρει ότι η δόνηση έγινε αισθητή σε όλη τη Θεσσαλία.

### 2.1.4 Αξιολόγηση των πηγών

Η μελέτη όλων των παραπάνω πηγών έδειξε ότι ο Galanopoulos (1953) περιγράφει ικανοποιητικά το σύνολο των αποτελεσμάτων της σεισμικής ακολουθίας του 1892 (πίνακας 1), οπότε η εκτίμηση της μακροσεισμικής έντασης θα στηριχθεί στη μελέτη αυτή.

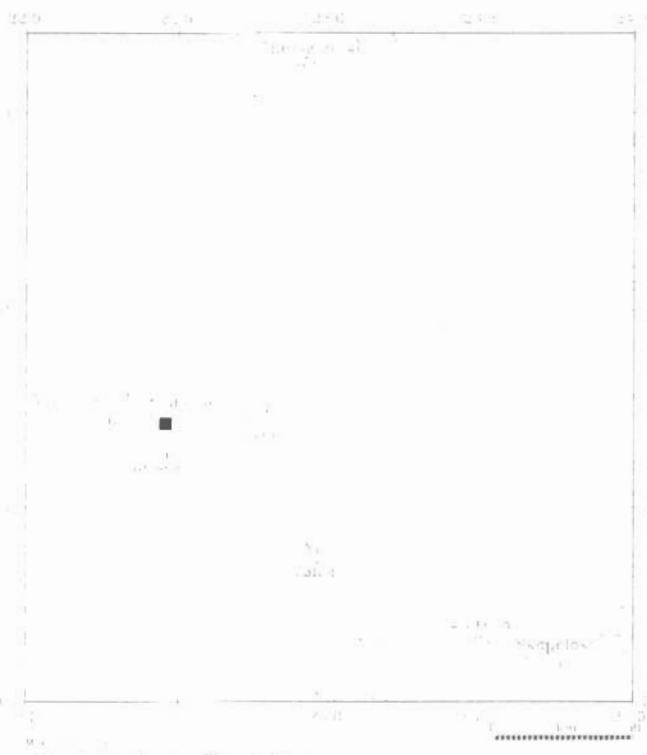
Αναφορικά με την αξιολόγησή της, η προαναφερθείσα μελέτη κατατάσσεται στις πηγές τύπου 1Α (Albini et al. 1996), δηλαδή πρόκειται για σεισμολογική μελέτη που στηρίζεται σε μεγάλο αριθμό πρωτογενών πηγών (σύγχρονων του σεισμού) και επίσης παρέχει εκτίμηση της μακροσεισμικής έντασης σε περισσότερους του ενός τόπους.

## 3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

### 3.1 Εκτίμηση της μακροσεισμικής έντασης

Για την εκτίμηση της μακροσεισμικής έντασης χρησιμοποιήθηκε η Ευρωπαϊκή κλίμακα μακροσεισμικών εντάσεων EMS-98 (Grónthal 1998), στην οποία γίνεται ιδιαίτερη μνεία για την επεξεργασία των ιστορικών σεισμών. Στην κλίμακα αυτή ιδιαίτερο ρόλο παίζει η τριωτότητα της κάθε κατασκευής. Έτσι, για την εκτίμηση της έντασης ενός ιστορικού σεισμού σε ένα τόπο, είναι κρίσιμη η γνώση των συνθηκών δόμησης κατά την εξεταζόμενη εποχή.

Για τον τρόπο που είναι κτισμένα τα σπίτια της Λάρισας γίνεται αναφορά στην εφημερίδα των Αθηνών "Αιών", απόπου μαθαίνουμε ότι το 1881 "... Αι οικίαι της πόλεως Λαρίσης εισί μονώροφοι και αι πλείοται εκ ξυλοτόχου (τζαμά) τινές εκ πλίνθων και ολιγοσταί λιθόκτισται..." (Παπαϊωάννου 1980). Η περιγραφή αυτή κατατάσσει τα κτήρια της Λάρισας στην κατηγορία τρωτότητας Α, δηλαδή στην κατηγορία με τη μεγαλύτερη τρωτότητα, σύμφωνα με την κλίμακα EMS-98.



**Σχήμα 1:** Κατανομή των εντάσεων του σεισμού του 1892. Το επίκεντρο του σεισμού συμβολίζεται με τετράγωνο.  
**Figure 1:** Intensity distribution of the 1892 earthquake. The square represents the calculated epicentre.

Από τον πίνακα 1 προκύπτει ότι ο σεισμός προκάλεσε βλάβες στη Λάρισσα, τον Τύρναβο, την Αγία και το Καζακλάρ, έγινε αισθητός στη Σκιάθο, τη Σκόπελο και τη Θεσσαλονίκη και δεν έγινε αισθητός στο Βόλο.

Οι βλάβες στη Λάρισσα ήταν αξιοσημείωτες, αλλά πιθανότατα σωρευτικές, δηλαδή αντιπροσωπεύουν το αποτέλεσμα του κυρίου σεισμού και των μετασεισμών του. Σύμφωνα με την κλίμακα EMS-98, η ένταση στη Λάρισσα ήταν βαθμού 6-7, δηλαδή μέτριες έως αξιοσημείωτες βλάβες στα περισσότερα κτήρια και σοβαρές έως πολύ σοβαρές βλάβες σε λίγα. Στον Τύρναβο πολλά κτήρια έπαθαν ελαφρές βλάβες και λίγα μέτριες έως αξιοσημείωτες, δηλαδή η ένταση ήταν 6. Στην Αγία οι βλάβες ήταν ελαφρές σε μερικά σπίτια, οπότε η ένταση ήταν 5-6. Το Καζακλάρ είναι ο σημερινός Αμπελών, όπου ο σεισμός δεν προκάλεσε βλάβες, αλλά έγινε αισθητός από όλους, δηλαδή είχε ένταση 4-5. Στη Σκιάθο και Σκόπελο ο σεισμός έγινε αισθητός, στη Θεσσαλονίκη μόλις τον αισθάνθηκαν, ενώ στο Βόλο ο σεισμός δεν έγινε αισθητός (σχήμα 1).

Δεδομένου ότι ο Galanopoulos (1953) δίνει εντάσεις στην κλίμακα RF, έγινε μετατροπή τους στην κλίμακα EMS-98 και με γραφική μέθοδο. Οι εντάσεις που υπολογίστηκαν με αυτό τον τρόπο είναι ίδιες με αυτές που προσδιορίστηκαν από την περιγραφή των αποτελεσμάτων. Αυτό δείχνει ότι υπάρχει δυνατότητα μετατροπής των εντάσεων από τη μία κλίμακα στην άλλη, με σκοπό την ομογενοποίηση των μακροσεισμικών δεδομένων.

### 3.2 Προσδιορισμός των σεισμικών παραμέτρων

Για τον προσδιορισμό των παραμέτρων του σεισμού έγινε εφαρμογή της τεχνικής "boxer" (Gasperini et al. 1997, 1999), στην οποία γίνεται χρήση όλων των διαθέσιμων μακροσεισμικών δεδομένων για τον υπολογισμό των συντεταγμένων του επίκεντρου, του μεγέθους του και της κλίμακας του. Η επιφάνεια του αντίστοιχου

σεισμογόνου ρήγματος. Η μέθοδος βασίζεται στο γεγονός ότι η διεύθυνση του ρήγματος απεικονίζεται στη διεύθυνση της πλειοσειστής περιοχής και στο ότι η σεισμική πηγή μπορεί να περιγραφεί από ένα ορθογώνιο, το μήκος και το πλάτος του οποίου υπολογίζονται από το ισοδύναμο μέγεθος ροπής. Τα στοιχεία ειδοδου είναι οι μακροσεισμικές εντάσεις και οι συντεταγμένες των τόπων, στους οποίους αναφέρονται. Για να χρησιμοποιηθούν όλα τα μακροσεισμικά δεδομένα από κάθε σεισμό, λαμβάνονται υπόψη οι σχέσεις εξασθένησης των μακροσεισμικών εντάσεων με την απόσταση από την εστία. Η μέθοδος "boxer" υπολογίζει κατ' αρχήν το επίκεντρο του σεισμού, ως το κέντρο βάρους της περιοχής όπου παρατηρήθηκαν τα πιο έντονα αποτελέσματα του σεισμού.

Στην παρούσα εργασία υπολογίστηκαν οι διαστάσεις του ρήγματος από τις αντίστοιχες σχέσεις των Wells & Coppersmith (1993)

$$\log_{10}(L) = -2.44 + 0.59M \quad (1)$$

$$\log_{10}(W) = -1.01 + 0.32M \quad (2)$$

και από αυτές των Papazachos (1989)

$$\log_{10}(L) = -1.85 + 0.51M \quad (3)$$

$$\log_{10}(W) = -0.13 + 0.19M \quad (4)$$

Το ισοδύναμο μέγεθος ροπής υπολογίστηκε από τη σχέση των Hanks & Kanamori (1979),

$$M_w = 2.768 + 0.3584I_0 \quad (5)$$

των Papazachos & Papaioannou (1997)

$$M_w = 0.7 + 0.65I_0 \quad (6)$$

και από τη σχέση των Gasperini et al. (1997)

$$M_w = a + bI_0^2 + c \log^2(A_1) \quad (7)$$

όπου  $I_0$  είναι η μέγιστη ή επικεντρική ένταση και  $A_1$  η επιφάνεια κύκλου ακτίνας  $R_1$  που αντιστοιχεί σε ένταση  $I$ . Η ακτίνα  $R_1$  υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των αποστάσεων του μακροσεισμικού επίκεντρου από κάθε τόπο που είχε ένταση  $I$ . Για κάθε τιμή έντασης υπολογίζεται η μέση ακτίνα  $R_1$ , κατόπιν η αντίστοιχη επιφάνεια  $A_1$  και τέλος το μέγεθος  $M_1$ . Τελικά, το ισοδύναμο μέγεθος ροπής στη σχέση (7) είναι ο μέσος όρος των τιμών  $M_1$ . Οι συντελεστές  $a$ ,  $b$ ,  $c$  εκφράζουν το μακροσεισμικό πεδίο. Στην παρούσα εργασία έγινε χρήση των συντελεστών που έχουν υπολογιστεί από τους Gasperini et al. (1997) για την κεντρική Ιταλία, δεδομένου ότι οι μακροσεισμικές εντάσεις στην περιοχή αυτή και στον ελληνικό χώρο εξασθούν με τον ίδιο τρόπο (Γιαννακόπουλος 2001).

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής της παραπάνω μεθόδου παρουσιάζονται στον πίνακα 2. Στο σχήμα 1 έχει τοποθετηθεί το επίκεντρο που υπολογίστηκε, το οποίο είναι πολύ κοντά στην πόλη της Λάρισας, καθώς και η κατανομή των εντάσεων του σεισμού.

**Πίνακας 2: Παράμετροι που υπολογίστηκαν για το σεισμό της Λάρισας του 1892**  
**Table 2: Calculated parameters of the 1892 Larisa earthquake**

Μέγεθος ροπής $M_w$	5.095 4.925 4.97±0.48	(Hanks & Kanamori 1979) (Papazachos & Papaioannou 1997) (Gasperini et al. 1997)
Επικεντρική ένταση $I_0$	6.5	
Επίκεντρο	39.71251N, 22.45851E	
Μήκος ρήγματος	4.8 km 3.1 km	(Papazachos 1989) (Wells & Coppersmith 1993)
Πλάτος ρήγματος	6.5 km 3.8 km	(Papazachos 1989) (Wells & Coppersmith 1993)
Αζιμούθιο ρήγματος	82 ± 41.2	(Gasperini et al. 1997)

#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο σεισμός της 9<sup>ης</sup> Ιανουαρίου 1892 στη Λάρισα είναι ικανοποιητικά τεκμηριωμένος με σημαντικό αριθμό πηγών της εποχής και οι μακροσεισμικές παρατηρήσεις προέρχονται από οκτώ τόπους. Η μέγιστη ή επικεντρική ένταση του σεισμού ήταν βαθμού 6-7 στη Λάρισα, βάσει της κλίμακας EMS-98. Το επίκεντρο του σεισμού υπολογίστηκε 8 km BBA της Λάρισας, ενώ οι Shebalin et al. (1974) και Karnik (1971) το τοποθετούν ΒΔ της πόλης, μεταξύ Λάρισας και Τυρνάβου. Τη θέση, όμως, που υπολογίστηκε στην παρούσα εργασία, είχε αρχικά προτείνει ο Galanopoulos (1946), δεχόμενος ότι η εστία του σεισμού του 1892 είναι ίδια με αυτή του σεισμού της Λάρισας του 1941 (Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Γεωφυσικής - Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ. ΙΝ, 22.48° Ε).  
© ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΚΑΛΩΣΕΩΣ ΤΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ (ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΚΑΛΩΣΕΩΣ ΤΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ)

Παρά τον περιορισμένο αριθμό μακροσεισμικών δεδομένων, το ισοδύναμο μέγεθος ροπής του σεισμού που υπολογίστηκε από τις ακτίνες των διαφορετικών βαθμών έντασης είναι σε πολύ καλή συμφωνία με αυτό που υπολογίστηκε από τη σχέση μεγέθους - μέγιστης έντασης που ισχύει για τον ελληνικό χώρο (Parazachos & Papaioannou 1997), αλλά και με το μέγεθος που προκύπτει από τη σχέση των Hanks & Kanamori (1979). Η μη αμελητέα τυπική απόκλιση (0.48) οφείλεται στο μικρό αριθμό μακροσεισμικών δεδομένων για τον υπολογισμό των ακτίνων διαφορετικών βαθμών έντασης. Πιθανόν το μέγεθος αυτό να θεωρείται μάλλον μικρό σε σχέση με τη μέγιστη μακροσεισμική ένταση, αλλά ίσως αυτό να οφείλεται στο ότι ο σεισμός ήταν επιφανειακός και πολύ κοντά στην πόλη της Λάρισης, ή στο ότι οι τοπικές εδαφικές συνθήκες έπαιξαν ρόλο στην ένταση 6-7 που παρατηρήθηκε. Οι διαστάσεις του σειсмоγόνου ρήγματος είναι πολύ μικρές για να συνδεθούν με τα κύρια τεκτονικά χαρακτηριστικά της περιοχής.

Προτείνεται η εισαγωγή:

α. Του κυρίου σεισμού στον κατάλογο ιστορικών σεισμών με τις εξής παραμέτρους:

YEAR	MO	DA	HR	MI	SITE	LAT	LON	$I_0$	SC	$M_R$
1892	01	09	08	15	(LT) Larisa	39.71 °N	22.46 °E	6-7	EMS-98	5.0

β. Όλης της σεισμικής ακολουθίας στην βάση δεδομένων μακροσεισμικών εντάσεων με τα εξής στοιχεία:

1892	01	03	05	00	(LT) Larisa		39.633 22.417		F	
1892	01	05	10	40	(LT) Larisa		39.633 22.417		5	
1892	01	09	04	00	(LT) Aghia		39.717 22.767		F	
1892	01	09	04	00	(LT) Tyrnavos		39.750 22.283		F	
1892	01	09	04	00	(LT) Larisa		39.633 22.417		F	
1892	01	09	06	00	(LT) Aghia		39.717 22.767		F	
1892	01	09	06	00	(LT) Tyrnavos		39.750 22.283		F	
1892	01	09	06	00	(LT) Larisa		39.633 22.417		F	
1892	01	09	08	15	(LT) Larisa		39.633 22.417	6-7		
1892	01	09	08	15	(LT) Tyrnavos		39.750 22.283		6	
1892	01	09	08	15	(LT) Aghia		39.717 22.767		5-6	
1892	01	09	08	15	(LT) Kazaklar/Ambelon		39.417 22.167		4-5	
1892	01	09	08	15	(LT) Thessaloniki		40.633 22.933		F	
1892	01	09	08	15	(LT) Skopelos		39.117 23.733		F	
1892	01	09	08	15	(LT) Skiathos		39.167 23.483		F	
1892	01	09	08	15	(LT) Volos		39.367 22.950		1	
1892	01	11	09	30	(LT) Larisa		39.633 22.417		Da	
1892	01	11	09	30	(LT) Aghia		39.717 22.767		Da	
1892	01	11	09	30	(LT) Tyrnavos		39.750 22.283		Da	
1892	01	11	09	30	(LT) Skopelos		39.117 23.733		F	
1892	01	11	09	30	(LT) Skiathos		39.167 23.483		F	
1892	01	20	02	00	(LT) Larisa		39.633 22.417		F	
1892	01	20	02	00	(LT) Skopelos		39.117 23.733		F	
1892	01	20	02	00	(LT) Skiathos		39.167 23.483		F	
1892	01	20	04	00	(LT) Larisa		39.633 22.417		Da	
1892	01	20	04	00	(LT) Skopelos		39.117 23.733		F	
1892	01	20	04	00	(LT) Skiathos		39.167 23.483		F	
1892	01	20	08	00	(LT) Larisa		39.633 22.417		F	
1892	01	20	08	00	(LT) Skopelos		39.117 23.733		F	
1892	01	20	08	00	(LT) Skiathos		39.167 23.483		F	
1892	02	17	16	00	(LT) Larisa		39.633 22.417		F	
1892	03				Larisa		39.633 22.417		F	
1892	06				Larisa		39.633 22.417		F	

#### Ευχαριστίες

Για την πραγματοποίηση της παρούσας μελέτης συνέβαλε οικονομικά το Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, μέσω της Ψηφιακής Βιβλιοθήκης Θεσσαρόπουλος Τμήμα Γεωλόγας Α.Π.Θ. Κονδυλίων Έρευνας).



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ALBINI P. & M. STUCCHI (with the contribution of N.N. Ambraseys, J. Fischer, G. Gruenthal, R. Musson, V. Kouskouna, K. Makropoulos, S. Kociu, R. Camassi, A. Zerga, V. Castelli), 1996. *A basic European earthquake catalogue and a database for the evaluation of long-term seismicity and seismic hazard (BEECD)*. Seismic Risk in the European Union, vol. 1, Brussels, Proceedings, A. Ghazi & M. Yeroyianni (Eds.), 53-77.
- CECIC I., MUSSON R.M.W. & M STUCCHI (with the contribution of M.S. Barbano, R. Camassi, R. Glavcheva, G. Gruenthal, S. Kociu, V. Kouskouna, A. Levret, C. Papaioannou, L. Peruzza, C. Radu, V. Shumila, D. Slejko, I. Sovic), 1996. *Do seismologists agree upon epicentre determination from macroseismic data? A survey of ESC Working group "Macroseismology"*. Annali di Geofisica, Vol. XXXIX, N. 5, 1013-1027.
- DRAKOPOULOS J. & N. DELIBASIS, 1972. *Catalogue of earthquakes 2100 BC - 1799 AD I<sub>0</sub><sup>3</sup>VIII, 1800-1900 I<sub>0</sub><sup>3</sup>VII*. Athens, manuscript.
- GALANOPOULOS, A.G., 1946. *Les deux violents séismes de Larissa de 1892 et de 1941 (Grèce)*. Comptes rendus des séances de l' Académie des Sciences, Paris, 223, 821-822.
- GALANOPOULOS, A.G., 1953. *Katalog der Erdbeben in Griechenland für die Zeit von 1879 bis 1892*. Annales Géologiques des Pays Helléniques, V, 114-229.
- GALANOPOULOS, A., 1960. *A catalogue of shocks with I<sub>0</sub><sup>3</sup>VII or M<sub>5</sub> for the years 1801-1958*. Seism. Lab. Publ., Athens Univ., Athens, 119p.
- GALANOPOULOS, A., 1965. *Evidence for the seat of the strain-producing forces*. Ann. di Geofisica, XVIII, 4, 399-409.
- GALANOPOULOS, A., 1966. *Earthquake catalogue of Greece*. Manuscript, 181pp.
- GRANTHAL, G. (Ed.), 1998. *European Macroseismic Scale 1998*. Cahiers du Centre Europeen de Geodynamique et de Seismologie, 15, Luxembourg, 102pp.
- GASPERINI P. & G. FERRARI, 1997. *Stima dei parametri sintetici: nuove elaborazioni*. In: E. Boschi et al. (eds.), *Catalogo sei Forti Terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1990*, ING-SGA publ., 56-64.
- GASPERINI P., BERNARDINI F., VALENSISE G. & E. BOSCHI, 1999. *Defining Seismogenic Sources from Historical Earthquake Felt Reports*. Bull. Seism. Soc. Am., 89 (1), 94-110.
- ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΣ, Δ., 2001. *Παραμετρικός κατάλογος και βάση δεδομένων έντασης μεγάλων σεισμών του Ελληνικού χώρου (1500-1900)*. Διπλωματική εργασία μεταπτυχιακού κύκλου σπουδών, Τομέας Γεωφυσικής & Γεωθερμίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 157 σελ.
- HANKS T.C. & H. KANAMORI, 1979. *A moment magnitude scale*. J. Geophys. Res., 84, 2348-2350.
- KARNIK, V., 1971. *Seismicity of the European area, Part II. 1801-1900*. D. Reidel Publ. Comp., Dordrecht, Netherlands, 218pp.
- ΚΟΥΣΚΟΥΝΑ, Β., 1991. *Παράγοντες που τροποποιούν την εξασθένηση των εντάσεων στην κεντρική Ελλάδα και συμβολή στην εκτίμηση της σεισμικής επικινδυνότητας*. Διδακτορ. Διατρ., Πανεπιστήμιο Αθηνών, 276 σελ.
- KOUSKOUNA, V., CHAILAS, S., MAKROPOULOS, C., MICHALOPOULOU, D. & J. DRAKOPOULOS, 1996. *Simulation of macroseismic field in Central Greece*. Annali di Geofisica, XXXIX, n.5, 1115-1124.
- MITZOPOULOS, C., 1892. *Die Erdbeben in Griechenland und der Turkei im J. 1891*. Petermanns Mitteilungen, Heft XI., 4pp.
- PAPAZACHOS, B.C., 1989. *Measures of earthquake size in Greece and surrounding areas*. Proc. Of the 1<sup>st</sup> Scient. Conf. Of Geophysics, Geophys. Soc. Of Greece, April 19-21, 1989, Athens, 438-447.
- ΠΑΠΑΖΑΧΟΣ Β. & Κ. ΠΑΠΑΖΑΧΟΥ, 1989. *Οι σεισμοί της Ελλάδας*. Εκδ. Ζήτη, Θεσ/νίκη, 356 σελ.
- PAPAZACHOS C. & CH. PAPAIOANNOU, 1997. *The macroseismic field of the Balkan area*. Journal of Seismology, 1, 181-201.
- ΠΑΠΑΪΩΑΝΝΟΥ, Ι., 1980. "Αντισεισμικά" τα σπίτια της Λάρισσας το 1667. Εφημ. "Ελευθερία", 8 Σεπ., αρ. 20950, σελ. 3.
- ΠΑΠΑΪΩΑΝΝΟΥ, Ι., 1981. *Ο σεισμός της Λάρισσας το 1892*. Εφημ. "Ελευθερία", 15 Μαρτ., αρ. 21110, σελ. 3-4.
- SHEBALIN, N.V., 1973. *Macroseismic data as information on source parameters of large earthquakes*. Phys. Earth Planet. Interiors, 6, 316-323.
- SHEBALIN, N.V. (Ed.), 1974. *Catalogue of Earthquakes. Part I, 1901-1970, Part II, prior to 1901*. UNDP/UNESCO Survey of the Seismicity of the Balkan Region, Skopje.
- SUHADOLC P., CERNOBORI G., PAZZI G. & G. PANZA, 1988. *Synthetic isoseismals: applications to Italian earthquakes*. In: J. Bonnin et al. (eds.), *Seismic hazard in Mediterranean Regions*, Kluwer, Dordrecht, Holland, 105-128.
- WELLS D.L. & K.J. COPPERSMITH, 1994. *New empirical relations among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area,*