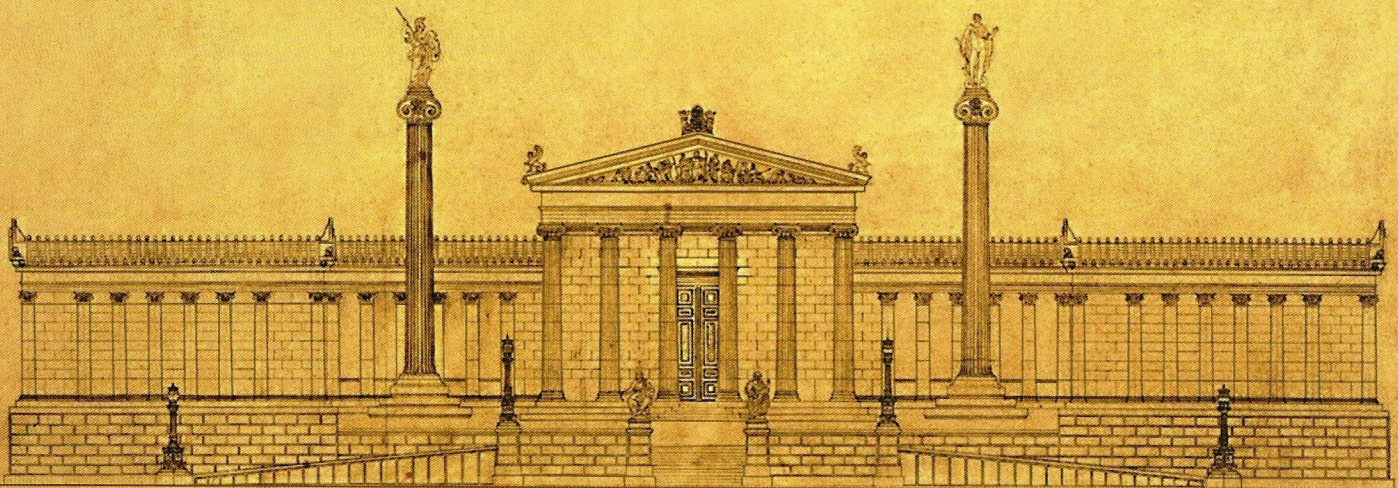


ΑΚΑΔΗΜΙΑ



ΑΘΗΝΩΝ

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ  
ΤΩΝ ΑΓΑΛΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΑΠΟΛΛΩΝΟΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ  
ΣΤΟ ΜΕΓΑΡΟ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ  
ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥΣ



ASSESSMENT OF THE SEISMIC VULNERABILITY  
OF THE FREE-STANDING COLUMNS  
AND STATUES OF THE ACADEMY OF ATHENS

ΑΘΗΝΑ 2010



ΑΚΑΔΗΜΙΑ



ΑΘΗΝΩΝ

**Εκτίμηση της σεισμικής επικινδυνότητας  
των αγαλμάτων του Απόλλωνος και της Αθηνάς  
στο Μέγαρο της Ακαδημίας Αθηνών  
και προτάσεις για την προστασία τους**

**Το Έργο του Γραφείου Έρευνας Τεχνικής Σεισμολογίας  
της Ακαδημίας Αθηνών, 2007-2008**

**Επόπτης: Ν. Αμβράζης**

**Assessment of the Seismic Vulnerability of the Free-Standing Columns  
and Statues of the Academy of Athens**

**Annual Report of the Engineering Seismology Research Office 2008  
The Academy of Athens**

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	11	
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	14	
ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΜΕΓΑΡΟΥ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ		
1	Σύντομο ιστορικό της κατασκευής του μεγάρου της Ακαδημίας	15
1.1	Θεμελίωση του μεγάρου	16
1.2	Ισόγειο	17
1.3	Όροφος	19
1.4	Κίονες	21
1.5	Αγάλματα	23
2	Κατασκευή του μεγάρου της Ακαδημίας και σεισμοί	30
3	Βλάβες του μεγάρου και των αγαλμάτων από τους σεισμούς των Αλκυονίδων νήσων (1981) και της Πάρνηθας (1999)	32
4	Σεισμικός κίνδυνος για την θέση του μεγάρου της Ακαδημίας	41
4.1	Τεκτονική	42
4.2	Μακροχρόνια σεισμικότητα 1700-2000	49
4.3	Κατανομή μακροσεισμικών εντάσεων	50
4.4	Επίκεντρα από μακροσεισμικές και ενόργανες καταγραφές	53
4.5	Μεγέθη σειμών από μακροσεισμικά στοιχεία και ενόργανες καταγραφές	53
4.6	Συχνότητα σειμών	54
5	Αναμενόμενες σεισμικές εδαφικές κινήσεις	59
5.1	Προβλέψεις κανονισμού	59
5.2	Έδαφος θεμελίωσης του κτιρίου της Ακαδημίας	59
5.3	Απόσβεση εδαφικών κινήσεων	61
5.4	Εδαφικές κινήσεις από τον σεισμό της Πάρνηθας	62
5.4.1	Καταγραφές πλατείας Συντάγματος	63
	Επιταχυνσιογράφος SGMA	65
	Επιταχυνσιογράφος SGMB	67

5.4.2	Διόρθωση καταγραφών SGMA και SGMB	69
5.4.3	Σύγκριση ενόργανων καταγραφών με υπολογισθείσες εδαφικές κινήσεις	71
5.4.4	Εκτίμηση μέγιστων εδαφικών επιταχύνσεων	72
5.4.5	Εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού	72
5.4.6	Ελαστικό φάσμα αποκρίσεως αναμενόμενων σεισμικών κινήσεων	74
5.4.7	Διάρκεια ισχυρής σεισμικής εδαφικής κινήσεως	76
6	Μετρήσεις ιδιοπεριόδων κιόνων-αγαλμάτων	76
7	Υπολογισμός ιδιοπεριόδων κιόνων-αγαλμάτων επί παραμορφώσιμου εδάφους	77
8	Κριτήρια αντισεισμικού ελέγχου και σχεδιασμού ευστάθειας των αγαλμάτων	78
8.1	Ευστάθεια αγαλμάτων επί κιόνων κατά την διάρκεια σεισμών	79
9	Υπολογισμός σεισμικής συμπεριφοράς κιόνων-αγαλμάτων με θεώρηση στερεών σωμάτων	80
9.1	Προσομοίωμα υπολογισμού	81
9.2	Συντελεστής τριβής	81
9.2.1	Συντελεστής τριβής μεταξύ μαρμάρινων τεμαχίων	81
9.2.2	Συντελεστής τριβής μεταξύ σφηνών και μαρμάρου	81
10	Αποτελέσματα - Παραμετρική διερεύνηση	82
10.1	Σεισμική διέγερση	84
10.2	Απόκριση συστήματος με παλαιές σφήνες	85
10.3	Απόκριση συστήματος με νέες σφήνες	86
10.4	Απόκριση συστήματος με σύνδεση κιονοκράνου-αγάλματος	88
10.5	Σύγκριση αποκρίσεων με παλαιές και νέες σφήνες	90
11	Αξιολόγηση αποτελεσμάτων - Συμπεράσματα	93

#### ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΩΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΑΓΑΛΜΑΤΩΝ

1	Σύντομο ιστορικό	96
2	Αντισεισμική ενίσχυση	96
2.1	Ενίσχυση με τιτάνιο	96
2.2	Προτεινόμενο φάσμα σχεδιασμού	97
2.3	Εγκατάσταση σειсмоγραφικών οργάνων	102
3	Φύλαξη των γλυπτών	103

#### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

A1	Σύντομο ιστορικό του Νέου Χάρτη Σεισμικής Επικινδυνότητας (ΕΑΚ)	104
A2	Ρήγματα γύρω από την Αθήνα	107

A3	Σεισμοί από το 1700 εντός 100 χλμ. από την Αθήνα	111
A4	Ελαστικό φάσμα αποκρίσεως	134
A5	Μετρήσεις μικροδονήσεων	136
A6	Υπολογισμός ιδιοπεριόδων συστήματος εδάφους θεμελιώσεως-βάσεως-μονολιθικού κίονα-αγάλματος	139
A7	Ανάλυση της σεισμικής συμπεριφοράς με θεώρηση στερεών σωμάτων	141
A8	Ιστορικό ζημιών και επισκευών μετά από σεισμούς	149
A9	Έγκοιλο στην αίθουσα τελετών	154
A10	Εγκατάσταση επιταχυνσιογράφου στο μέγαρο της Ακαδημίας	155
A11	Το σχέδιο των δύο ελεύθερων κίονων και η εφαρμογή του (Κ. Ζάμπας)	156

## ΠΙΝΑΚΕΣ

AT.1	Μεγέθη σεισμών από ενεργοποίηση ρηγμάτων πέριξ των Αθηνών	161
AT.2	Υπολογισμός του μεγέθους Ms σεισμών στην κεντρική Ελλάδα	162
AT.3	Καταγραφές εδαφικών κινήσεων σε επιταχυνσιογραφικούς σταθμούς από τον κύριο σεισμό της Πάρνηθας (1999)	169
AT.4	Απόσβεση εδαφικών κινήσεων	170

## EXTENDED SUMMARY

Annual report of the Engineering Seismology Research Office 2008.

The Academy of Athens 172

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

189

## EXTENDED SUMMARY

### **Annual Report of the Engineering Seismology Research Office 2008**

*N. N. Ambraseys, S. Anagnostopoulos, I. Psycharis, C. Zambas, P. Marinou*

**Introduction.** This is a summary in English of the preceding Annual Report of the Engineering Seismology Research Office of The Academy of Athens for the period 2008-2009.

It concerns the assessment of the seismic vulnerability of the Academy Building and of the free-standing columns and statues mounted on them after the earthquake of 7 September 1999 near Athens and their subsequent repair.

The report also discusses the various methods available for the evaluation of the earthquake stability of free-standing columns, with or without statues on them.

Figures, tables and formulae in the English text are given with their serial number in the Greek text.