

# ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Από

Β.Κ. Παπαζάχο<sup>1</sup>, Π.Ε. Κομνηνάκη<sup>2</sup>, και Κ.Π. Θανάσουλα<sup>3</sup>

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο όρος «Γεωφυσική» χρησιμοποιείται με δύο έννοιες. Με την ευρύτερη έννοια, Γεωφυσική είναι η επιστήμη που εφαρμόζει νόμους της Φυσικής για να μελετήσει τη Γη από το κέντρο της μέχρι την εξωτερική ατμόσφαιρα. Με την έννοια αυτή η Γεωφυσική περιλαμβάνει τη Φυσική του Εσωτερικού της Γης, τη Φυσική των Θαλασσών και τη Φυσική της Ατμόσφαιρας. Επεκράτησε, όμως, διεθνώς η Γεωφυσική σχεδόν να ταυτίζεται με τη Φυσική του Εσωτερικού της Γης και η Εφαρμοσμένη Γεωφυσική με τις Μεθόδους Γεωφυσικής Διασκόπησης των επιφανειακών στρωμάτων του φλοιού της Γης. Με τη στενότερη έννοια χρησιμοποιείται και εδώ η λέξη «Γεωφυσική». Μπορούμε, συνεπώς, να πούμε ότι αντικείμενο της Γεωφυσικής αποτελεί η γένεση και διάδοση των σεισμικών κυμάτων, η δομή του εσωτερικού της Γης, το γεωμαγνητικό πεδίο, και το πεδίο βαρύτητας της Γης, το γεωηλεκτρικό πεδίο, οι γεωθερμικές μεταβολές, οι μέθοδοι ραδιοχρονολόγησης, η Γεωδυναμική, κλπ., ενώ αντικείμενο της Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής αποτελούν οι αντίστοιχες μέθοδοι Γεωφυσικής Διασκόπησης (σεισμικές, μαγνητικές, βαρυτομετρικές, ηλεκτρικές, ηλεκτρομαγνητικές, ραδιομετρικές, κλπ.).

Παρ' ότι ορισμένοι κλάδοι της Γεωφυσικής έχουν ιστορία μερικών εκατονταετηρίδων, η επιστήμη αυτή έχει λάβει διεθνώς μεγάλη ανάπτυξη κατά τα τελευταία τριάντα χρόνια και προβλέπεται συνέχιση της ανάπτυξης αυτής με εντατικότερο ρυθμό κατά τις επόμενες δεκαετίες. Βασική αιτία της ανάπτυξης αυτής αποτελεί το γεγονός ότι η Γεωφυσική, με μέσο τη φυσικομαθηματική μεθοδολογία, μπορεί να διερευνήσει τη Γη και κατά την κατακόρυφη διεύθυνση, δυνατότητα που έχουν άλλοι κλάδοι της Γεωεπιστήμης σε πολύ μικρότερο βαθμό. Για το λόγο αυτό η μελέτη του εσωτερικού της Γης (όπως και της Σελήνης και των άλλων γεωδών πλανητών) γίνεται αποκλειστικά σχεδόν με γεωφυσικές μεθόδους και η σημασία της γεωφυσικής διασκόπησης στην προσπάθεια εντοπισμού περιοχών οικονομικής σημασίας (κοιτασμάτων, γεωθερμικών πεδίων) διαρκώς αυξάνει. Πέρα απ' αυτό η

---

1) Εργαστήριο Γεωφυσικής Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

2) Γεωδυναμικό Ινστιτούτο Αστεροσκοπείου Αθηνών

3) Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών

γεωφυσική έρευνα συμβάλλει στη λύση διαφόρων άλλων πρακτικών προβλημάτων, όπως είναι η αντιμετώπιση διαφόρων καταστροφικών φαινομένων (σεισμών, ηφαιστειακών εκρήξεων, μεγάλων θαλασσιών κυμάτων), καθώς και θεωρητικών προβλημάτων, όπως είναι η γένεση της Γης και του ηλιακού μας συστήματος, κλπ.

Ο ελληνικός χώρος προσφέρεται ιδιαίτερα για γεωφυσική έρευνα και τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έχουν όχι μόνο τοπικό αλλά και ευρύτερο ενδιαφέρον. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο χώρος αυτός βρίσκεται σε μια από τις μεγάλες ζώνες του παγκόσμιου συστήματος διάρρηξης του φλοιού της Γης (στη ζώνη σύγκρουσης της Αφρικανικής και Ευρασιατικής λιθσφαιρικής πλάκας) και η τεκτονική δομή του χώρου αυτού (ελληνική τάφος - ελληνικό τόξο - Αιγαίο πέλαγος) αποτελεί, σμικρογραφία άλλων ευρύτερων δομών (τάφοι - νησιωτικά τόξα - περιθωριακές θάλασσες) τεράστιας γεωτεκτονικής σημασίας. Για το λόγο αυτό, ο ελληνικός χώρος θεωρείται διεθνώς ένας από τους «χώρους κλειδιά» για τη λύση γεωδυναμικών προβλημάτων παγκόσμιου ενδιαφέροντος και αποτελεί ένα από τα διεθνή «φυσικά εργαστήρια» των γεωεπιστημόνων.

Στην παρούσα εισήγηση γίνεται προσπάθεια ανασκόπησης της ιστορικής εξέλιξης της γεωφυσικής έρευνας στην Ελλάδα, τεκμηρίωσης και αξιολόγησης της έρευνας αυτής και της αντίστοιχης γεωφυσικής εκπαίδευσης και προτείνονται μέτρα για τη βελτίωση της γεωφυσικής εκπαίδευσης και τη γρηγορότερη ανάπτυξη της γεωφυσικής έρευνας στη χώρα μας.

## 2. ΓΕΩΦΥΣΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Τα γεωφυσικά κέντρα στην Ελλάδα μπορούν να διακριθούν σε εκείνα που έχουν ως αντικείμενο σεισμολογικά θέματα και σε εκείνα που έχουν ως αντικείμενο θέματα Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής. Υπάρχουν όμως και κέντρα που έχουν μικτό αντικείμενο. Περιγράφουμε παρακάτω περιληπτικά την επιστημονική δραστηριότητα (ερευνητική, εκπαιδευτική) καθενός από τα κέντρα αυτά κατά σειρά αρχαιότητας. Εκτός από τα κέντρα αυτά υπάρχουν και άλλοι δύο φορείς που πρέπει να αναφέρουμε. Αυτοί είναι η **Γεωδαιτική και Γεωφυσική Επιτροπή του Κράτους**, η οποία αποτελεί σύμβουλο του κράτους σε γενικότερα γεωφυσικά θέματα και ο **Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας** που ιδρύθηκε πρόσφατα και έχει την ευθύνη της επεξεργασίας, του σχεδιασμού και της εξειδίκευσης της αντισεισμικής πολιτικής της χώρας καθώς και την ευθύνη του συντονισμού της εφαρμογής της.

### 2.1. Γεωδυναμικό Ινστιτούτο Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών

Το 1892 ιδρύθηκε στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών η Γεωδυναμική Υπηρεσία που είχε ως σκοπό τη μελέτη των γεωδυναμικών φαινομένων στον Ελληνικό χώρο. Η Υπηρεσία αυτή μετονομάστηκε αργότερα σε Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, το οποίο έχει ως αντικείμενο τη λειτουργία ενός δικτύου σεισμολογικών σταθμών και τη συλλογή και δημοσίευση των σεισμολογικών (mikροσεισμικών και μακροσεισμικών) παρατηρήσεων.

Παράλληλα με τη συλλογή κι επεξεργασία των σεισμολογικών παρατηρήσεων το προσωπικό του Ινστιτούτου ασχολείται και με βασική σεισμολογική έρευνα. Κατά το χρονικό διάστημα 1964 - 1969 πραγματοποιήθηκε από το επιστημονικό προσωπικό

του Ινστιτούτου και του Εργαστηρίου Σεισμολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών το πρώτο συλλογικό ερευνητικό γεωφυσικό πρόγραμμα το οποίο οδήγησε στη δημοσίευση των πρώτων συλλογικών επιστημονικών εργασιών σε διεθνούς κύρους περιοδικά (Parazachos et al 1966, 1967a, 1967b; Comminakis et al 1968) και στη δημιουργία μιας αξιολογής ερευνητικής ομάδας που περιλάμβανε δέκα περίπου ειδικευμένους ερευνητές.

Το Ινστιτούτο δεν μπόρεσε να αξιοποιήσει το δυναμικό αυτό και να αναπτυχθεί παραπέρα.

Βασικά εμπόδια για την ανάπτυξη της έρευνας στο Γεωδυναμικό Ινστιτούτο είναι η αναχρονιστική του νομοθεσία, και η έλλειψη επαρκούς επιστημονικού προσωπικού.

Σήμερα το Ινστιτούτο εκτός από τον Διευθυντή του που είναι καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών, έχει δύο επιμελητές (διδάκτορες) και τρεις βοηθούς. Από τα πέντε μέλη του επιστημονικού προσωπικού τρεις έχουν βασικό δίπλωμα φυσικού και δύο γεωλόγου.

## 2.2. Εργαστήριο Σεισμολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών

Το 1929 ιδρύθηκε στο Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών επικουρική έδρα Σεισμολογίας η οποία το 1932 μετατράπηκε σε έκτακτη αυτοτελή και το 1938 σε τακτική έδρα με αντίστοιχο Εργαστήριο.

Το Εργαστήριο Σεισμολογίας ανήκει στο Τμήμα Γεωλογίας και το επιστημονικό του προσωπικό διδάσκει Σεισμολογία και Εφαρμοσμένη Γεωφυσική στους φοιτητές του τμήματος Γεωλογίας και στους φοιτητές του Τμήματος Φυσικής.

Το Εργαστήριο συντηρεί ένα τηλεμετρικό σεισμολογικό δίκτυο στη νότια Ελλάδα και πραγματοποιεί έρευνα στη Σεισμολογία και την Εφαρμοσμένη Γεωφυσική, συνεργαζόμενο και με ξένα επιστημονικά κέντρα.

Το επιστημονικό του προσωπικό αποτελείται από ένα καθηγητή (με βασικό πτυχίο φυσικού), τρεις λέκτορες (δύο με βασικό πτυχίο φυσικού και ένας με πτυχίο φυσιογνώστη), τρεις βοηθούς (δύο με πτυχίο φυσικού και ένας με πτυχίο φυσιογνώστη) και ένα επιστημονικό συνεργάτη (με πτυχίο φυσικού).

## 2.3. Διεύθυνση Γεωφυσικής του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών

Το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ), που λεγόταν πρώτα (1972 - 1976) ΕΘΙΓΜΕ και παλιότερα (1952 - 1972) ΙΓΕΥ, ανέπτυξε αξιολογή δραστηριότητα σε διάφορους τομείς της Γεωεπιστήμης μεταξύ των οποίων είναι και η Γεωφυσική. Η Διεύθυνση Γεωφυσικής του ΙΓΜΕ αποτελεί τον κύριο φορέα εφαρμοσμένης γεωφυσικής έρευνας στη χώρα μας.

Η κύρια επιστημονική δραστηριότητα της Διεύθυνσης Γεωφυσικής του ΙΓΜΕ συνίσταται στην εφαρμογή Μεθόδων Γεωφυσικής Διασκόπησης (ηλεκτρικές, μαγνητικές, ηλεκτρομαγνητικές, βαρυτομετρικές, σεισμικές) για την λύση διαφόρων προβλημάτων (κοιτασματολογικών, υδρογεωλογικών, γεωθερμικών, κλπ.). Πέρα απ' αυτά η Διεύθυνση Γεωφυσικής του ΙΓΜΕ λειτουργεί από το 1952 το Γεωμαγνητικό Σταθμό Πεντέλης, που αποτελεί το μόνο μόνιμο γεωμαγνητικό σταθμό στον ελληνικό χώρο.

Η Διεύθυνση Γεωφυσικής του ΙΓΜΕ παρά την σημαντική της ανάπτυξη (κυρίως

ποιοτική) κατά την τελευταία δεκαετία δεν έχει το απαιτούμενο προσωπικό και τον απαιτούμενο τεχνικό εξοπλισμό, για να καλύψει τις ερευνητικές ανάγκες της χώρας πάνω σε θέματα Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής. Συνέπεια αυτού είναι ότι μεγάλο μέρος του ετήσιου ζητούμενου ερευνητικού προγράμματος να μένει ανεκτέλεστο και το ΙΓΜΕ να αναθέτει τα μεγάλα γεωφυσικά έργα σε τρίτους. Η βασική γεωφυσική έρευνα στο ΙΓΜΕ, απαραίτητη για τη ροή βασικών επιστημονικών πληροφοριών προς την εφαρμοσμένη έρευνα, είναι σχεδόν ανύπαρκτη.

Η Διεύθυνση Γεωφυσικής του ΙΓΜΕ άρχισε να συνεργάζεται με άλλα γεωφυσικά κέντρα της χώρας (το Εργαστήριο Γεωφυσικής του ΑΠΘ, κλπ.) με σημαντική επιτυχία. Παλιότερα έχει αναπτύξει ευρεία συνεργασία με ξένα γεωφυσικά κέντρα αλλά είναι πολύ αμφίβολο αν η συνεργασία αυτή ωφέλησε το ΙΓΜΕ και τη χώρα γενικότερα, γιατί δεν γινόταν κάτω από συνθήκες ισοτιμίας αλλά μάλλον κάτω από σχέσεις εξάρτησης.

Κατά το χρονικό διάστημα 1951 - 1961 υπηρετούσαν δύο μόνο γεωφυσικοί στο Ινστιτούτο. Κατά το χρονικό διάστημα 1961 - 1971 προστέθηκαν άλλοι τρεις και κατά το διάστημα 1971 - 1980 το επιστημονικό προσωπικό σχεδόν διπλασιάστηκε. Έτσι το επιστημονικό προσωπικό της Διεύθυνσης Γεωφυσικής του ΙΓΜΕ αποτελείται από εννέα (9) επιστήμονες από τους οποίους ένας είναι κάτοχος διδακτορικού διπλώματος, τρεις έχουν δίπλωμα Master (με βασικό πτυχίο φυσικού), ένας έχει δίπλωμα DA, ένας είναι πτυχιούχος φυσικός, ένας πτυχιούχος γεωλόγος και δύο πτυχιούχοι μηχανικοί. Για να ανταπεξέλθει το ίδρυμα στις αυξανόμενες ανάγκες πρέπει το προσωπικό μέσα στην επόμενη πενταετία να τριπλασιαστεί.

#### **2.4. Εργαστήριο Γεωφυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης**

Το Εργαστήριο αυτό ιδρύθηκε το 1977 και αποτέλεσε το πρώτο εκτός της πρωτεύουσας γεωφυσικό κέντρο. Λειτουργεί, από το 1981, τηλεμετρικό σεισμολογικό δίκτυο οκτώ σταθμών στη βόρεια Ελλάδα (που αποτέλεσε το πρώτο στο είδος του στα Βαλκάνια), έχει θέσει σε εφαρμογή ευρύ ερευνητικό πρόγραμμα πάνω σε θέματα Γεωδυναμικής και Εφαρμοσμένης Σεισμολογίας (δομή του φλοιού, τεκτονική βάθους, σεισμική επικινδυνότητα, μακράς διάρκειας πρόγνωση) και συνεργάζεται με το ΙΓΜΕ πάνω σε θέματα Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής. Συνεργάζεται επίσης με τη ΔΕΗ πάνω σε θέματα Σεισμολογίας και Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής και με το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο πάνω σε Σεισμολογικά θέματα.

Το Εργαστήριο ανήκει στο Τμήμα Γεωλογίας και το επιστημονικό του προσωπικό διδάσκει Σεισμολογία, Γεωφυσική (Φυσική του Εσωτερικού της Γης) και Μεθόδους Γεωφυσικής Διασκόπησης στους δευτεροετείς, τριτοετείς και τεταρτοετείς φοιτητές του Τμήματος Γεωλογίας, αντίστοιχα, και Σεισμολογία με στοιχεία Γεωφυσικής στους τεταρτοετείς φοιτητές του Τμήματος Φυσικής. Μια από τις δυσκολίες για να πραγματοποιηθεί η γεωφυσική εκπαίδευση σε εξειδικευμένο και υψηλό επίπεδο αποτελεί το γεγονός ότι η Γεωφυσική διδάσκεται σε φοιτητές της Γεωλογίας οι οποίοι δεν έχουν το απαραίτητο φυσικομαθηματικό υπόβαθρο και στους φοιτητές της Φυσικής οι οποίοι δεν έχουν τις απαραίτητες γεωλογικές γνώσεις.

Το επιστημονικό προσωπικό του Εργαστηρίου αποτελείται από ένα Καθηγητή

(με βασικό δίπλωμα φυσικού), ένα λέκτορα (με βασικό δίπλωμα φυσικού), ένα βοηθό (με βασικό δίπλωμα φυσικού) και έξι επιστημονικούς συνεργάτες (πέντε με δίπλωμα γεωλόγου και ένας με δίπλωμα φυσικού). Στο Εργαστήριο εργάζονται, εκπονώντας την διδακτορική τους διατριβή άλλοι επτά επιστήμονες (έξι με δίπλωμα γεωλόγου και ένας με δίπλωμα φυσικού).

## **2.5. Άλλα Κέντρα όπου πραγματοποιείται Γεωφυσική Έρευνα και Εκπαίδευση**

Εκτός από τα τέσσερα κέντρα που αναφέραμε παραπάνω και έχουν μόνο γεωφυσικό αντικείμενο υπάρχουν και άλλοι φορείς οι οποίοι έχουν ευρύτερο αντικείμενο αλλά περιλαμβάνεται σ' αυτό και κάποιου είδους γεωφυσικό αντικείμενο. Τέτοια κέντρα είναι η ΔΕΗ, η ΓΥΣ, ο Δημόκριτος, η ΔΕΠ, το ΙΤΣΑΚ, το Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο, η Πολυτεχνική Σχολή Θεσσαλονίκης και το Πανεπιστήμιο Πατρών.

### **α) Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού**

Οι κύριες γεωφυσικές δραστηριότητες της ΔΕΗ αφορούν την εγκατάσταση δικτύων σεισμολογικών σταθμών σε περιοχές ενεργειακών έργων και την εφαρμογή γεωφυσικών μεθόδων για την αναζήτηση πηγών γεωθερμικής ενέργειας. Έχει εγκατεστημένα σήμερα τέσσερα σεισμολογικά δίκτυα (Πολυφύτου, Καστρακίου - Κρεμαστών, Πουρναρίου, Στενού). Είχε επίσης εγκατεστημένο στην περιοχή της Θεσσαλονίκης δίκτυο σεισμολογικών σταθμών μεταξύ Ιουλίου 1978 και Ιουλίου 1981 για την παρακολούθηση της σεισμικής δράσης της περιοχής. Το δίκτυο αυτό συνέβαλε αποτελεσματικά στη μελέτη της σεισμικής ακολουθίας του σεισμού της 20 Ιουνίου 1978. Η ΔΕΗ συνεργάζεται με επιτυχία με τα τέσσερα κύρια γεωφυσικά κέντρα πάνω σε σεισμολογικά και γενικότερα γεωφυσικά θέματα.

### **β) Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού**

Η ΓΥΣ έχει ιδρύσει δίκτυο βαρυτομετρικών σταθμών καθώς και δίκτυο γεωμαγνητικών σταθμών δεύτερης τάξης. Με τα δίκτυα αυτά πραγματοποιούνται πολύτιμες βαρυτομετρικές και μαγνητικές παρατηρήσεις. Τα δεδομένα αυτά της ΓΥΣ έχουν χρησιμοποιηθεί από διάφορους ερευνητές για την εκπόνηση γεωφυσικών μελετών.

### **γ) Διεύθυνση Έρευνας Ραδιενεργών Ορυκτών στο Δημόκριτο**

Στο Πυρηνικό Κέντρο Δημόκριτος υπάρχει Διεύθυνση Έρευνας Ραδιενεργών Ορυκτών. Η Διεύθυνση αυτή έχει πραγματοποιήσει αξιολογή έρευνα πάνω στη διασκόπηση του Ελληνικού χώρου για την ανεύρεση μεταλλευμάτων Ουρανίου. Το επιστημονικό προσωπικό της αποτελείται από ειδικευμένους γεωλόγους και ένα γεωφυσικό.

### **δ) Δημόσια Επιχείρηση Πετρελαίου**

Στη ΔΕΠ υπάρχει Τμήμα Γεωφυσικής το οποίο έχει αναπτύξει ευρύ γεωφυσικό πρόγραμμα για την αναζήτηση πετρελαιοπιθανών περιοχών. Έχει ήδη πραγματοποιήσει βαρυτομετρικές, μαγνητικές και σεισμικής ανάκλασης μετρήσεις σε διάφορες περιοχές. Στο Τμήμα αυτό της ΔΕΠ υπηρετούν τέσσερεις γεωφυσικοί.

### ε) Ινστιτούτο Τεχνικής Σεισμολογίας και Αντισεισμικών Κατασκευών

Το ΙΤΣΑΚ ιδρύθηκε το 1978 μετά το σεισμό της Θεσσαλονίκης. Έχει εγκαταστήσει δίκτυο επιταχυνσιογράφων σε διάφορα σημεία του ελληνικού χώρου. Πρόκειται σύντομα να προσλάβει επιστημονικό προσωπικό.

### στ) Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο

Στο ίδρυμα αυτό πραγματοποιείται σε περιορισμένο βαθμό γεωφυσική και καθαρά σεισμολογική έρευνα. Μαθήματα Γεωφυσικής παραδίδονται στους τριτοετείς Μεταλλειολόγους.

### ζ) Πολυτεχνική Σχολή Θεσσαλονίκης

Το Εργαστήριο της Γεωδαιτικής Αστρονομίας της Πολυτεχνικής Σχολής Θεσσαλονίκης έχει πραγματοποιήσει βαρυμετρικές και γεωμαγνητικές μετρήσεις στον ελληνικό χώρο και έχει δημοσιεύσει σχετικές εργασίες. Διδάσκει Εφαρμοσμένη Γεωφυσική στους φοιτητές του Τμήματος Τοπογραφίας του πέμπτου έτους.

### η) Πανεπιστήμιο Πατρών

Το Τμήμα Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών έχει αναπτύξει κάποια δραστηριότητα σε θέματα θαλάσσιας Γεωφυσικής. Διδάσκεται ένα μάθημα Σεισμολογίας και ένα μάθημα Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής στους φοιτητές του δευτέρου έτους του Τμήματος Γεωλογίας.

## 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

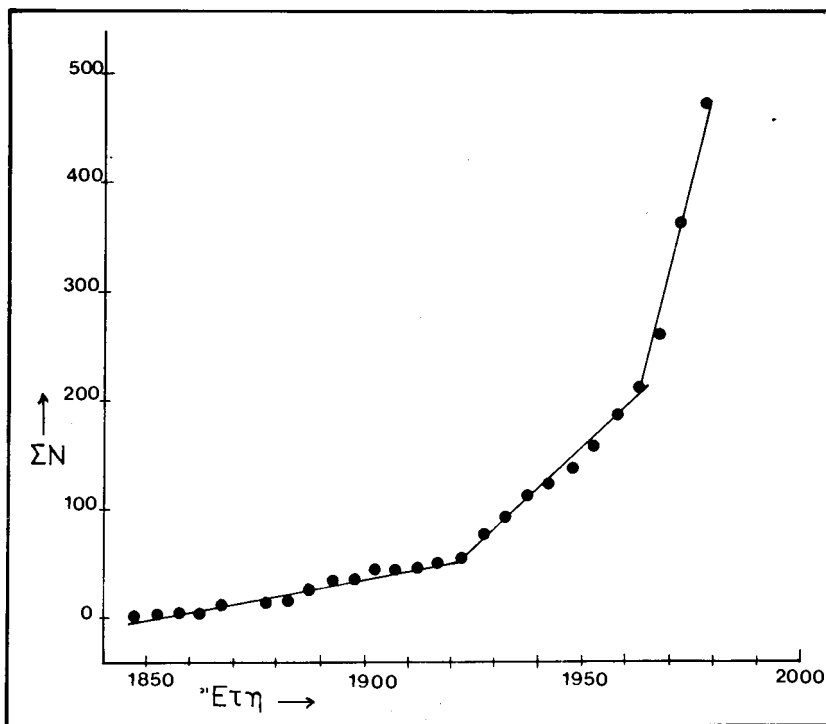
Θα εξετάσουμε χωριστά τα αποτελέσματα της βασικής γεωφυσικής έρευνας που είναι κατά κύριο λόγο αποτελέσματα της σεισμολογικής έρευνας και χωριστά τα αποτελέσματα της εφαρμόσιμης γεωφυσικής έρευνας που είναι αποκλειστικά σχεδόν αποτέλεσμα της εφαρμογής των μεθόδων γεωφυσικής διασκόπησης.

### 3.1. Αποτελέσματα της Βασικής Γεωφυσικής Έρευνας

Ως σοβαρή ένδειξη της απόδοσης της ερευνητικής προσπάθειας μπορεί να θεωρηθεί ο αριθμός των επιστημονικών δημοσιεύσεων ανά μονάδα χρόνου. Το σχήμα (1) δείχνει τον αθροιστικό (συσσωρευτικό) αριθμό των δημοσιεύσεων που αφορούν σε σεισμολογικά και άλλα γεωφυσικά θέματα του ελληνικού χώρου σε συνάρτηση με το χρόνο, για το χρονικό διάστημα 1845 - 1980. Το σύνολο των δημοσιεύσεων αυτών είναι 478 από τις οποίες οι 95, δηλαδή ποσοστό 20% ανήκουν σε ξένους γεωφυσικούς. Το σχήμα (1) δείχνει τρεις περιόδους (1845 - 1928, 1928 - 1964, 1964 - 1980) με σαφώς διαφορετικούς ρυθμούς (κλίσεις των τριών ευθειών) παραγωγής επιστημονικών εργασιών.

Κατά την **πρώτη φάση** (1845 - 1928) δημοσιεύθηκαν 64 περίπου εργασίες, δηλαδή λιγότερες από μία (1) εργασία το χρόνο. Όλες αυτές οι εργασίες είναι καθαρά σεισμολογικές και περιλαμβάνουν σχεδόν αποκλειστικά καταλόγους και μακροσεισμικές περιγραφές ισχυρών σεισμών του ελληνικού χώρου. Τριάντα περίπου σεισμολόγοι είναι οι συγγραφείς των εργασιών αυτών και με εξαίρεση δύο καταλόγους καμιά από τις άλλες δημοσιεύσεις δεν είχε συγγραφείς πάνω από ένα

επιστήμονα η κάθε μία. Η μελέτη των αποτελεσμάτων των μεγάλων σεισμών, που αποτελούσε το κύριο αντικείμενο της γεωφυσικής έρευνας κατά το χρονικό αυτό διάστημα, γινόταν με ατομική πρωτοβουλία των σεισμολόγων οι οποίοι σε ορισμένες μόνο περιπτώσεις μετέβαιναν στις επικεντρικές περιοχές ως μέλη επίσημων κρατικών αποστολών. Οι επιστήμονες οι οποίοι κατά κύριο λόγο συνέβαλαν στη



Σχ. 1. Χρονική μεταβολή της αθροιστικής συχνότητας σεισμολογικών και άλλων σχετικών δημοσιεύσεων για τον ελληνικό χώρο.

σεισμολογική έρευνα αυτής της περιόδου είναι: Perry, Mallet, Barbiani, Schmidt, Μητσόπουλος, Αιγινίτης και Χρηστομάνος.

Κατά τη δεύτερη φάση (1928 - 1964) δημοσιεύτηκαν 160 περίπου εργασίες, δηλαδή τέσσερις (4) περίπου εργασίες το χρόνο. Ο σεισμός της 22 Απριλίου 1928 ( $M=6.3$ ) που κατέστρεψε την Κόρινθο συνέβαλε πιθανώς στην αύξηση της ερευνητικής δραστηριότητας. Αλλά και κατά τη φάση αυτή οι δημοσιεύσεις είναι καθαρά σεισμολογικές και μέχρι τα μέσα του παρόντος αιώνα εξακολουθούσαν να αποτελούν περιγραφές αποτελεσμάτων μεγάλων σεισμών. Κατά το διάστημα 1948 - 1964 άρχισε να γίνεται μεγαλύτερη χρήση των σειсмоγραμμάτων με συνέπεια τον ακριβέστερο προσδιορισμό των σεισμικών παραμέτρων (μεγέθους, συντεταγμένων εστιών). Κατά το ίδιο διάστημα δημοσιεύτηκαν οι πρώτες εργασίες πάνω στο μηχανισμό γένεσης των σεισμών που βασίζονται σε σεισμικές αναγραφές (Hodgson et al 1956, Παπαζάχος 1961). Εξακολουθεί και κατά τη φάση αυτή η έρευνα αυτή να είναι

αποτέλεσμα ατομικής προσπάθειας λίγων ερευνητών. Δύο μόνο από τις δημοσιεύσεις της φάσης αυτής έχουν ως συγγραφείς πάνω από ένα επιστήμονα. Οι καθηγητές Ν. Κρητικός και Α. Γαλανόπουλος είναι αυτοί που κατά κύριο λόγο συνέβαλαν στην σεισμολογική έρευνα της φάσης αυτής.

Κατά την **τρίτη φάση** (1964-1980) της βασικής γεωφυσικής έρευνας παρατηρείται ένας σημαντικά αυξημένος αριθμός επιστημονικών δημοσιεύσεων. Από το 1964 μέχρι το 1980 δημοσιεύτηκαν 254 εργασίες, δηλαδή 18 περίπου εργασίες το χρόνο. Οι εργασίες της φάσης αυτής δεν είναι μόνο σεισμολογικές αλλά καλύπτουν ευρύ φάσμα της Φυσικής του Εσωτερικού της Γης (σεισμικότητα, φυσικές διαδικασίες στους σεισμογόνους χώρους, δομή του φλοιού και του πάνω μανδύα, τεκτονική βάθους, πεδίο βαρύτητας, γεωμαγνητικό πεδίο, κλπ.). Η έρευνα αρχίζει τώρα να γίνεται κάπως προγραμματισμένα με τη χρηματοδότηση ορισμένων ερευνητικών προγραμμάτων από κρατικούς ή άλλους φορείς. Τα προγράμματα αυτά έχουν συγκεκριμένους στόχους και εκπονούνται από ομάδες επιστημόνων. Το πρώτο τέτοιο πρόγραμμα στον ελληνικό χώρο άρχισε στην αρχή αυτής της φάσης και είχε διάρκεια πέντε ετών (1964-1969). Μεταξύ των σεισμολόγων οι οποίοι συνέβαλαν στην ερευνητική προσπάθεια αυτής της περιόδου μπορούν ίσως να αναφερθούν οι Παπαζάχος, Κομνηνάκης, Δρακόπουλος, Γαλανόπουλος, Ritsema, Karnik, McKenzie.

Επειδή ο ρυθμός επιστημονικών δημοσιεύσεων δεν αποτελεί αναμφισβήτητο μέτρο της ερευνητικής παραγωγής (ιδίως ποιοτικά), για να σχηματίσουμε σαφέστερη αντίληψη της παραγωγής αυτής θα συνοψίσουμε εδώ τις κατά την κρίση μας, βασικές γνώσεις πάνω στις γεωφυσικές και γεωτεκτονικές ιδιότητες του ελληνικού χώρου που είναι αποτέλεσμα της ερευνητικής προσπάθειας των τελευταίων 140 ετών και κυρίως της τελευταίας εικοσαετίας.

Γνωρίζουμε σήμερα με ικανοποιητική ακρίβεια τόσο την οριζόντια όσο και την κατακόρυφη σεισμική δράση στον ελληνικό χώρο (κατανομή της επιφανειακής σεισμικής δράσης σε συγκεκριμένες σεισμικές ζώνες και της σεισμικής δράσης ενδιάμεσου βάθους σε αμφιθεατρική ζώνη Benioff η οποία κλίνει από την ανατολική Μεσόγειο προς το Αιγαίο) και το είδος των δυνάμεων στις οποίες οφείλεται η δράση αυτή (οριζόντιες συμπίεστικές δυνάμεις στο εξωτερικό μέρος του ελληνικού τόξου με διεύθυνση ΝΔ ΒΑ και οριζόντιες δυνάμεις εφελκυσμού στο Αιγαίο με διεύθυνση Β-Ν).

Γνωρίζουμε σε πρώτη προσέγγιση τη δομή του φλοιού τόσο στην ανατολική Μεσόγειο (φλοιός ενδιάμεσου τύπου μέσου πάχους 20Km περίπου με μεγάλο πάχος ιζηματογενές στρώμα) όσο και στο εσωτερικό μέρος του ελληνικού τόξου (ηπειρωτικός φλοιός πάχους 30Km στο Αιγαίο και 42Km στις ελληνίδες).

Γνωρίζουμε τις βασικές γεωφυσικές ιδιότητες της περιοχής (θετικές βαρυτομετρικές ανωμαλίες, υψηλή ροή θερμότητας, έντονη απόσβεση των σεισμικών κυμάτων, δυνάμεις εφελκυσμού στο εσωτερικό μέρος του ελληνικού τόξου, δηλαδή στην ευρύτερη περιοχή του Αιγαίου και ακριβώς αντίθετες ιδιότητες στο εξωτερικό μέρος του τόξου, δηλαδή στην ανατολική Μεσόγειο) και έχουν προταθεί γεωδυναμικά μοντέλα που ερμηνεύουν με ικανοποιητικό τρόπο τις ιδιότητες αυτές (σύγκλιση λιθοσφαιρικών πλακών κατά μήκος του τόξου, κατάδυση της λιθόσφαιρας της



Μεσογείου κάτω από τη λιθόσφαιρα του νοτίου Αιγαίου, επέκταση της λιθόσφαιρας του Αιγαίου κατά τη διεύθυνση βορρά - νότου).

Αρχίσαμε να κατανοούμε τις διαδικασίες και να υπολογίζουμε ορισμένες από τις παραμέτρους της χωροχρονικής κατανομής της σεισμικής δράσης που προηγείται των μεγάλων σεισμών και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μακράς διάρκειας πρόγνωση τους. Με τη μεθοδολογία αυτή έγινε η πρώτη μακράς διάρκειας πρόγνωση σεισμού στον ελληνικό χώρο. Προβλέφτηκε, συγκεκριμένα, ο σεισμογόνος χώρος (νότια της Κεφαλονιάς και δυτικά της Ζακύνθου), το μέγεθος ( $M=7,0$ ) και με προσέγγιση ετών (1983-1987) ο χρόνος γένεσης του σεισμού της 17 Ιανουαρίου 1983 (Papazachos and Comninakis 1982, Papadimitriou and Papazachos 1982).

Από ό,τι έχει αναφερθεί παραπάνω και δείχνει η καμπύλη του σχήματος (1) μπορούμε ίσως να πούμε ότι ισχύει και στην παρούσα περίπτωση η διαλεκτική αρχή, ότι η συσσώρευση μικρών ποσοτικών μεταβολών (αριθμός εργασιών 1-4 ανά έτος) επί σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα (1845-1964) οδήγησε στην εκρηκτική φάση (1964-1980) κατά την οποία πραγματοποιήθηκε και σημαντική ποιοτική μεταβολή.

### 3.2. Αποτελέσματα της Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής Έρευνας

Η Εφαρμοσμένη Γεωφυσική μπορεί να διακριθεί στη Γεωφυσική Διασκόπηση και στην Εφαρμοσμένη Σεισμολογία. Θα εξετάσουμε τα αποτελέσματα της έρευνας στους δύο αυτούς κλάδους.

Το σχήμα (2) δείχνει την αθροιστική συχνότητα των επιστημονικών εκθέσεων της Διεύθυνσης Γεωφυσικής του ΙΓΜΕ σε συνάρτηση με το χρόνο, για τη χρονική περίοδο 1948-1982. Το σύνολο των εκθέσεων αυτών είναι 217 περίπου. Διακρίνονται τρεις περιοδοί (φάσεις) με διαφορετικούς ρυθμούς παραγωγής επιστημονικών εκθέσεων, δηλαδή πραγματοποίησης γεωφυσικών έργων.

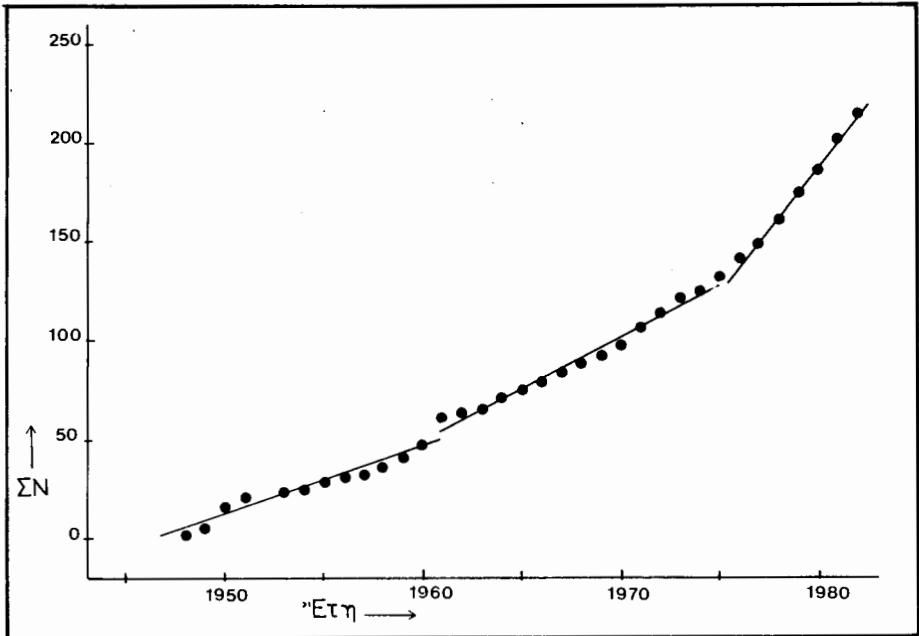
Κατά την **πρώτη φάση** (1948-1960) εκπονήθηκαν 43 επιστημονικές εκθέσεις, κατά τη **δεύτερη φάση** (1961-1975) εκπονήθηκαν 87 και κατά την **τρίτη φάση** (1975-1982) εκπονήθηκαν 87 εκθέσεις. Δηλαδή οι αντίστοιχοι ρυθμοί παραγωγής ήταν 4, 7 και 11 περίπου εκθέσεις το χρόνο. Πρέπει να τονισθεί ότι στις εργασίες της τελευταίας φάσης μετείχε μεγαλύτερος αριθμός προσωπικού στα συνεργεία υπαίθρου και εφαρμόστηκε περισσότερο προχωρημένη μεθοδολογία για την επεξεργασία και ερμηνεία των δεδομένων παρατήρησης απ' ό,τι στις δύο προηγούμενες φάσεις. Πέρα από τις 210 περίπου δημοσιευμένες γεωφυσικές εκθέσεις του ΙΓΜΕ υπάρχει και άλλη αδημοσίευτη γεωφυσική δουλειά του ίδιου ιδρύματος. Υπάρχει επίσης και ορισμένος αριθμός εργασιών (δημοσιευμένες ή αδημοσίευτες) άλλων Ιδρυμάτων (ΔΕΠ, ΓΕΜΕΕ, Δημόκριτου κλπ.) πάνω στο αντικείμενο της Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής.

Οι γεωφυσικοί, οι οποίοι κατά κύριο λόγο συνέβαλαν στην ερευνητική αυτή προσπάθεια είναι οι κ.κ. Ζάχος, Σταύρου, Βουτετάκης, Παπανικολάου, Οικονόμου, Ναθαναήλ, Νικολαΐδης, Θανάσουλαι, Μέμου, Νικολάου, Αγγελόπουλος και Βασιλειάδης.

Οι εργασίες που αναφέρθηκαν παραπάνω και κατά τις οποίες εφαρμόστηκαν μεμονωμένες μέθοδοι γεωφυσικής διασκόπησης (ηλεκτρικές, μαγνητικές, ηλεκτρομαγνητικές, βαρυτομετρικές, σεισμικές) ή συνδυασμός τέτοιων μεθόδων, είχαν ένα

πολύ ευρύ αντικείμενο πρακτικών προβλημάτων (καθορισμός υπόβαθρου, εδάφους θεμελίωσης, πετρέλαιο, χρωμίτες, χρυσός, αντιμόνιο, μαγνητίτης, λιγνίτες, βαρύτης, μαγγάνιο, μαγνητοπυρίτης, χαλκός, λευκόλιθος, ραδιενεργά, πάχος ηφαιστειτών, υδροφόροι ορίζοντες, κλπ.). Προκύπτει, συνεπώς, ότι η συμβολή της Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής στη λύση προβλημάτων της Κοιτασματολογίας, Γεωθερμίας, Υδρογεωλογίας και Τεχνικής Γεωλογίας στη χώρα μας υπήρξε αξιόλογη και αυξάνεται συνεχώς με το χρόνο.

Παρ' ότι τα αποτελέσματα της βασικής σεισμολογικής έρευνας ιδιαίτερα κατά



Σχ. 2. Χρονική μεταβολή της αθροιστικής συχνότητας των επιστημονικών εκθέσεων του ΙΓΜΕ.

την τελευταία εικοσαετία είναι εντυπωσιακά, η εφαρμογή των αποτελεσμάτων αυτών για πρακτικούς (ωφελιμιστικούς) σκοπούς είναι περιορισμένη. Έτσι, ενώ έχουν ήδη εκπονηθεί χάρτες σεισμικής επικινδυνότητας και υπάρχουν οι προϋποθέσεις εκπόνησης εξαιρετικά αξιόπιστων τέτοιων χαρτών, δεν υπάρχει δυνατότητα πρακτικής αξιοποίησης των χαρτών αυτών, αφού δεν έχει συνταχθεί ακόμα ο νέος αντισεισμικός κανονισμός, ο οποίος θα περιλαμβάνει στοιχεία τέτοιων χαρτών, και εξακολουθεί ακόμα να ισχύει ο αντισεισμικός κανονισμός που ψηφίστηκε το 1959. Η έρευνα, εξάλλου, πάνω στο πρόβλημα της βραχείας διάρκειας πρόγνωσης που είναι ζωτικής σημασίας για τη χώρα μας είναι σημαντικά καθυστερημένη σε σχέση με την αντίστοιχη έρευνα σε άλλες χώρες υψηλής σεισμικότητας. Η μόνη, σχεδόν, εφαρμογή της σεισμολογικής έρευνας των τελευταίων ετών είναι η χρησιμοποίηση στην πράξη ορισμένων κανόνων προστασίας μας από τους σεισμούς (τρόποι προφύλαξης από τους σεισμούς κατά τις περιόδους σεισμικής έξαρσης, κλπ.).

#### 4. ΕΛΛΗΝΕΣ ΓΕΩΦΥΣΙΚΟΙ

Οι έλληνες επιστήμονες που έχουν δίπλωμα γεωφυσικού ή εργάζονται σε γεωφυσικό αντικείμενο (ως επαγγελματίες ή μεταπτυχιακοί σπουδαστές) ανέρχονται σε 62 περίπου. Από αυτούς οι 25 ασχολούνται με σεισμολογικά κυρίως θέματα και οι υπόλοιποι 37 έχουν άλλες γεωφυσικές ειδικότητες και κυρίως στη γεωφυσική διασκόπηση.

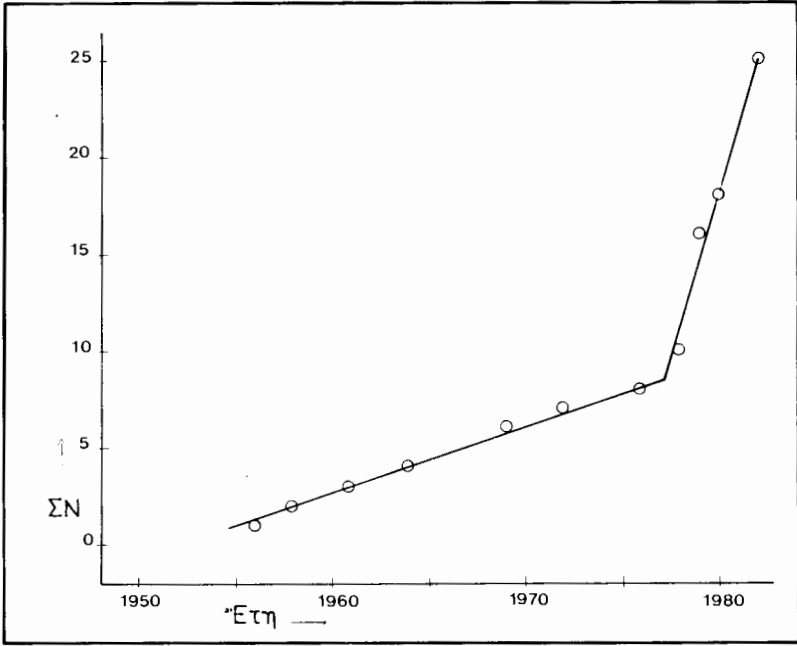
Από τους 25 έλληνες σεισμολόγους οι 10 έχουν βασικό δίπλωμα φυσικού, οι 13 δίπλωμα γεωλόγου, ένας (1) δίπλωμα μηχανικού και ένας (1) δίπλωμα τοπογράφου. Έξι από τους σεισμολόγους είναι κάτοχοι διδακτορικού διπλώματος και ένας κάτοχος διπλώματος Master. Από τους 25 έλληνες σεισμολόγους τρεις εργάζονται (εκπονούν διατριβές) χωρίς να αμείβονται. Το σχήμα (3) δείχνει τον αθροιστικό (συσσωρευτικό) αριθμό σεισμολόγων που άρχισαν να δουλεύουν τα τελευταία 30 χρόνια και εξακολουθούν μέχρι σήμερα να δουλεύουν, σε συνάρτηση με το χρόνο που άρχισαν τη σεισμολογική δουλειά. Διακρίνουμε δύο περιόδους με διάφορους ρυθμούς εισόδου των σεισμολόγων στην παραγωγή. Κατά την **πρώτη περίοδο** (1956-1978) ο ρυθμός αυτός είναι 0,4 σεισμολόγοι το έτος, ενώ κατά τη **δεύτερη περίοδο** (1978-1983) ο ρυθμός αυτός αυξήθηκε σε 3,4 σεισμολόγους το έτος. Η αύξηση αυτή οφείλεται στην πρόσληψη προσωπικού στο Εργαστήριο Γεωφυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και στο Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Αστεροσκοπείου Αθηνών μετά το σεισμό της 20 Ιουνίου 1978 (M=6.5) στη Θεσσαλονίκη.

Από τους 37 άλλους γεωφυσικούς οι 26 έχουν βασικό δίπλωμα φυσικού, οι 5 γεωλόγου, ένας (1) φυσιογνώστης και οι υπόλοιποι έχουν διπλώματα Πολυτεχνείου (Μεταλλειολόγου, κλπ.). Οκτώ είναι κάτοχοι διδακτορικού διπλώματος και δεκατέσσερις διπλώματος Master. Δεκαεπτά περίπου από τους γεωφυσικούς είναι άνεργοι ή ασχολούνται με μη γεωφυσικό αντικείμενο παρ' ότι έχουν δίπλωμα γεωφυσικού και μάλιστα μεταπτυχιακό. Το σχήμα (4) δείχνει τον αθροιστικό (συσσωρευτικό) αριθμό των άλλων (μη σεισμολόγων) γεωφυσικών που άρχισαν να δουλεύουν τα τελευταία 33 χρόνια και εξακολουθούν να δουλεύουν μέχρι σήμερα, σε συνάρτηση με το χρόνο που άρχισαν να δουλεύουν. Διακρίνουμε και στην περίπτωση αυτή δύο περιόδους με διαφορετικούς ρυθμούς εισόδου γεωφυσικών στην παραγωγή. Κατά την **πρώτη περίοδο** (1950-1971) ο ρυθμός αυτός ήταν 0,2 γεωφυσικοί το χρόνο, ενώ κατά τη **δεύτερη περίοδο** (1971-1981) ο ρυθμός αυτός έγινε 1,5 γεωφυσικοί το χρόνο.

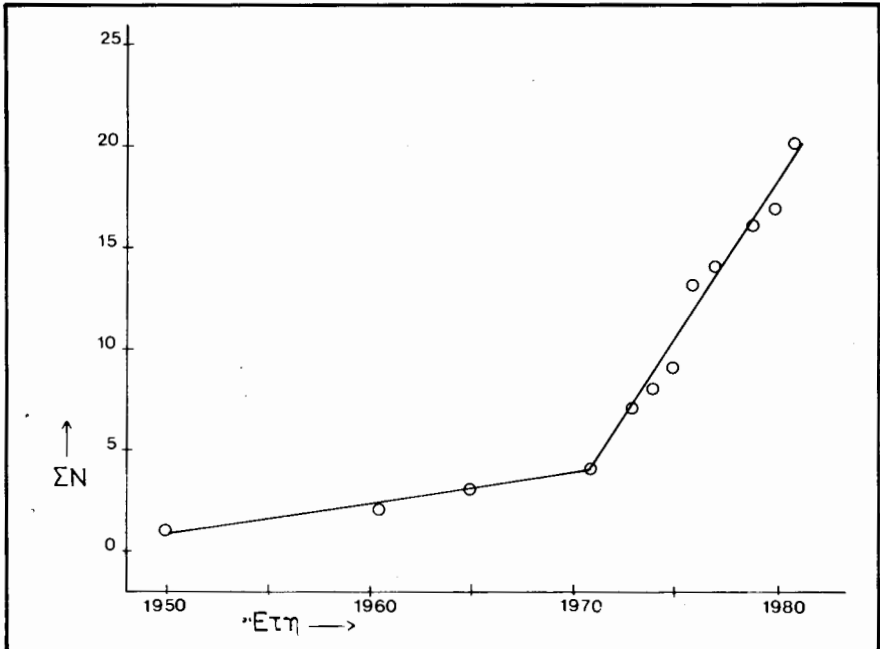
#### 5. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Οι δυνατότητες συμβολής της Γεωφυσικής στη λύση μεγάλου φάσματος πρακτικών, κυρίως, προβλημάτων στη χώρα μας (εντοπισμό γεωλογικών δομών οικονομικής σημασίας, προστασία από σεισμικές και άλλες καταστροφές, διεθνή προβολή της χώρας) είναι τεράστιες και θα αυξηθούν σημαντικά στο μέλλον. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η Γεωφυσική είναι η επιστήμη που συνδυάζει επιτυχέστερα γεωεπιστημονικές με φυσικομαθηματικές μεθόδους για τη διερεύνηση του εσωτερικού της Γης και κατά τις τρεις διαστάσεις. Η αξιοποίηση των δυνατοτήτων αυτών έχει αυξηθεί κατά τα τελευταία χρόνια, εξακολουθεί όμως να παραμένει σε σχετικά χαμηλά επίπεδα.

Τόσο η βασική όσο και η εφαρμοσμένη γεωφυσική έρευνα έχει αναπτυχθεί κατά



Σχ. 3. Χρονική μεταβολή της αθροιστικής συχνότητας εισόδου των Ελλήνων σεισμολόγων στην παραγωγή.



Σχ. 4. Χρονική μεταβολή της αθροιστικής συχνότητας εισόδου των Ελλήνων γεωφυσικών (μη σεισμολόγων) στην παραγωγή.

τις δύο τελευταίες δεκαετίες στη χώρα μας. Παρά το ότι έχουν γίνει ορισμένες προσπάθειες συλλογικής δουλειάς, η έρευνα αυτή εξακολουθεί να οφείλεται κατά κύριο λόγο σε μεμονωμένες προσπάθειες, σχεδόν απρογραμμάτιστες και εντελώς ασυντόνιστες. Οι χορηγούμενες πιστώσεις για τεχνικό εξοπλισμό και κυρίως το επιστημονικό προσωπικό είναι ανεπαρκή.

Η γεωφυσική εκπαίδευση δεν έχει αξιόλογη παράδοση στην Ελλάδα. Μέχρι το 1977 τέτοια εκπαίδευση γινόταν ουσιαστικά μόνο στην Αθήνα και υπήρχε ένα μόνο βιβλίο Σεισμολογίας και ένα μόνο βιβλίο Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής. Οι πιστώσεις που δινόταν και εξακολουθούν να δίνονται είναι σχεδόν ασήμαντες με συνέπεια τα εποπτικά μέσα και τα απαραίτητα εκπαιδευτικά όργανα να είναι περιορισμένα. Καταβάλλεται τελευταία κάποια προσπάθεια σύνδεσης της γεωφυσικής εκπαίδευσης με την έρευνα και την παραγωγή, αλλά, η σύνδεση αυτή δεν μπορεί να αναπτυχθεί στο βαθμό που επιβάλλεται αν δεν αναπτυχθεί στενή συνεργασία μεταξύ των εκπαιδευτικών και ερευνητικών κέντρων. Το εκπαιδευτικό προσωπικό δεν είναι αριθμητικά επαρκές και δεν καλύπτει όλες τις βασικές ειδικότητες της Γεωφυσικής. Γίνεται διδασκαλία Γεωφυσικής σε γεωλόγους που δεν έχουν το απαραίτητο Φυσικομαθηματικό υπόβαθρο και σε φυσικούς που στερούνται τελείως γεωλογικών γνώσεων. Οι συστηματικές μεταπτυχιακές γεωφυσικές σπουδές στα ανώτατα Ιδρύματα είναι ανύπαρκτες.

Ο αριθμός των γεωφυσικών στη χώρα μας υπερδιπλασιάστηκε κατά την τελευταία δεκαετία. Παρ' όλα αυτά ο συνολικός αριθμός ( 60) των γεωφυσικών (σεισμολόγων και εφαρμοσμένων) είναι εντελώς ανεπαρκής για να καλύψει τις ανάγκες τόσο στη Σεισμολογία όσο και στην Εφαρμοσμένη Γεωφυσική. Ο αριθμός αυτός είναι υπερπενταπλάσιος στις γειτονικές χώρες (Τουρκία 300, Γιουγκοσλαβία 600).

Αποτελεί πράγματι εξοργιστική αντίφαση να υπάρχουν ειδικευμένοι γεωφυσικοί (με μεταπτυχιακά διπλώματα) άνεργοι, όταν μεγάλο μέρος του γεωφυσικού προγράμματος του ΙΓΜΕ μένει ανεκτέλεστο ή ανατίθεται σε τρίτους (ξένους) και τα Πανεπιστήμια έχουν απόλυτη ανάγκη από πανεπιστημιακούς δασκάλους διάφορων γεωφυσικών ειδικοτήτων.

Είναι απαραίτητη η παραπέρα ανάπτυξη της βασικής γεωφυσικής έρευνας και κυρίως η αξιοποίηση των γνώσεων πάνω στις γεωφυσικές ιδιότητες του Ελληνικού χώρου καθώς και των ευρύτερων γνώσεων και εμπειριών που έχουν αποκτηθεί από τους έλληνες γεωφυσικούς κατά τα τελευταία κυρίως χρόνια για τη λύση ζωτικών προβλημάτων της χώρας, όπως είναι το πρόβλημα της σεισμικής επικινδυνότητας (σύνταξη νέου αντισεισμικού κανονισμού), της πρόγνωσης των σεισμών, του ορυκτού πλούτου και το ενεργειακό. Πέρα από τη σημαντική αύξηση των πιστώσεων και τον τριπλασιασμό τουλάχιστον των θέσεων των γεωφυσικών στα ερευνητικά και εκπαιδευτικά κέντρα, απαιτείται στενότερη συνεργασία μεταξύ των επιστημονικών κέντρων, προγραμματισμός της γεωφυσικής έρευνας και συντονισμός της όλης προσπάθειας.

Η ανάπτυξη της συνεργασίας μεταξύ των γεωφυσικών κέντρων (ερευνητικών και εκπαιδευτικών) θα έχει ως συνέπεια την από κοινού αντιμετώπιση των δύσκολων γεωφυσικών προβλημάτων και τη σύνδεση της εκπαιδευτικής διαδικασίας στα πανεπιστήμια με την παραγωγή. Αυτό μπορεί να γίνει με χρηματοδότηση κοινών

ερευνητικών και εκπαιδευτικών προγραμμάτων από την πολιτεία. Υπάρχουν προβλήματα τα οποία προσφέρονται ιδιαίτερα για κοινά προγράμματα. Ένα Εθνικό πρόγραμμα πάνω στο πρόβλημα της βραχείας διάρκειας πρόγνωσης των σεισμών θα είχε ως συνέπεια όχι μόνο τη συμβολή στη λύση του μεγάλου αυτού προβλήματος αλλά και την ανάπτυξη της συνεργασίας μεταξύ των επιστημόνων όλων σχεδόν των γεωφυσικών ειδικοτήτων λόγω της πολυκλαδικότητας του προβλήματος.

Ο συντονισμός της γεωφυσικής έρευνας και εκπαίδευσης στη χώρα μας μπορεί να γίνει μόνο από κατάλληλους νομοθετημένους φορείς. Ο Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας φαίνεται ότι θα συμβάλει προς την κατεύθυνση αυτή αλλά καλύπτει μόνο μέρος του γεωφυσικού αντικειμένου. Είναι απαραίτητο να ιδρυθεί ευρύτερος γεωφυσικός συντονιστικός φορέας μια και η Γεωδαιτική και Γεωφυσική Επιτροπή του Κράτους δεν απέδειξε μέχρι σήμερα ότι μπορεί να παίξει αυτο το ρόλο.

Για να αντιμετωπιστούν οι ιδιαίτερες δυσκολίες που αντιμετωπίζει η Γεωφυσική Εκπαίδευση και να ανεβεί το επίπεδο της πρέπει στα προγράμματα σπουδών των γεωλόγων να μπει άτυπη γεωφυσική κατεύθυνση και να αρχίσει η διαδικασία καθιέρωσης συστηματικών μεταπτυχιακών σπουδών. Η σύσταση Γεωφυσικών Τομέων που έγινε πρόσφατα στα Τμήματα Γεωλογίας θα συμβάλλει αναμφισβήτητα προς την κατεύθυνση αυτή.

#### ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε θερμά τους συναδέλφους Γρηγόρη Τσόκα και Χρήστο Παπαϊωάννου, οι οποίοι ουσιαστικά συνέλεξαν τα στοιχεία που αφορούν τους γεωφυσικούς (αριθμό, ειδικότητα, επιστημονικό χώρο). Ευχαριστούμε επίσης το Διευθυντή της Διεύθυνσης Ανάπτυξης της ΥΠΕ της ΔΕΗ κ. Κανελλόπουλο και το γεωλόγο κ. Μπούρμπουλη για τις έγγραφες πληροφορίες που μας έδωσαν σχετικά με τη δραστηριότητα πάνω σε σεισμολογικά θέματα.