

ΤΑ ΑΙΤΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ, ΣΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΣΗΜΕΡΙΝΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ. ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

Δημ. Α. Κισκύρας

Α. Εισαγωγή

Η Γεωλογία είναι ωραία επιστήμη, όπως και όλες οι άλλες, διαφέρει όμως απ' αυτές και το ότι στην επίλυση πολλών προβλημάτων της βοηθιέται από τον άπειρο χρόνο, που έχει στη διάθεσή της και ο οποίος μετριέται σε εκατομμύρια έτη. Η Γεωλογία μας δείχνει καλύτερα από κάθε άλλη επιστήμη ότι τίποτα δεν υπάρχει αιώνιο και σταθερό στη φύση, αλλά όλα μεταβάλλονται. Τίποτα απ' όλα βλέπουμε σήμερα πάνω στη γη δεν ήταν έτσι τα παλαιότερα χρόνια. Όλα έχουν αλλάξει στο διάβα της ζωής της γης. Ακόμα και το πιο μικρό κομματάκι, το βότσαλο μπορεί να μας μιλήσει για τις επανειλημμένες μεταβολές, που έγιναν πάνω στη γη και να μας πει τη δική του ιστορία. Οι νέοι κλάδοι, που προτάθηκαν στη Γεωλογία, βοήθησαν σημαντικά στην επίλυση πολλών προβλημάτων, Σε αυτά όμως προστίθενται όλο και νέα προβλήματα, τα οποία, όπως αναφέρει ο άγγλος γεωλόγος A. Holmes (1965) ποτέ δεν θα λείψουν. Εδώ αξίζει να αναφερθεί ότι και στη Γεωλογία μεταξύ των άλλων διαπιστώθηκε, όπως και σε άλλες επιστήμες, π.χ. στη Βιολογία με τις παραλλαγές και στη Φυσική με τα Quanta, ότι παρουσιάζονται ασυνέχειες στην εξέλιξη του φλοιού της γης. Έτσι, διακρίθηκαν μακροχρόνια στάδια σχετικής ηρεμίας, που διακόπτονται από επεισοδιακά στάδια με έντονη κινητικότητα, τα τεκτογενετικά (κατά λάθος είχαν ονομασθεί ορογενετικά) ενώ τα πρώτα στάδια είναι γνωστά με το όνομα ηερογενετικά. Τα στάδια αυτά διαφέρουν μεταξύ τους και ποιοτικά, εφόσον μόνον τα πρώτα είναι αναστρέψιμα (Bubnoff 1954 σ. 217). Στο μεταξύ έγινε παραδεκτό απ' όλους σχεδόν τους γεωλόγους ότι η εξέλιξη της γης χαρακτηρίζεται από περίπου όμοια επαναλαμβανόμενα στάδια, σφυγμούς της γης κατά τον Ολλανδό γεωλόγο Umbgroen (1942). Το πρώτο στάδιο π.χ. χαρακτηρίζεται από τη διάβρωση των χερσαίων τμημάτων της γης, μεταφορά των υλικών διάβρωσης στη θάλασσα και απόθεσή τους σε θαλάσσιες λεκάνες, στις οποίες δόθηκε το όνομα γεωσύγκλινα. Στο επόμενο στάδιο επικρατούν συμπιεστικές δυνάμεις, που προκαλούν συμπαγοποίηση των ιζημάτων (τεκτογενετική φάση) η οποία συνοδεύεται με διείδυση πυριγενών πετρωμάτων μέσα στα ιζήματα ή και εναπόθεση τέτοιων πετρωμάτων στον πυθμένα της θάλασσας. Κατόπιν ακολουθεί το στάδιο με χαλάρωση των συμπιεστικών τάσεων και βραδεία ανάδυση από τη θάλασσα των συμπαγοποιηθέντων ιζημάτων υπό μορφή βουνών, το οποίο χαρακτηρίζεται από πολλά ρήγματα και την εμφάνιση ηφαιστείων. Το επόμενο στάδιο παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά του πρώτου. Κάθε ένα από τα στάδια αυτά έχει ακόμα και δική του χαρακτηριστική μεταλλοφορία υπό την ευρύτερη έννοια.

Μετά το 2^ο παγκόσμιο πόλεμο με την ανάπτυξη της Γεωφυσικής και Γεωχημείας και την πρόοδο των χημικών μεθόδων, που επιτρέπουν ταχύτερη και λεπτομερέστερη εξέταση δειγμάτων, κατέστη δυνατόν να λυθούν με ευχέρεια πολλά προβλήματα του φλοιού της γης, όπως και πολλά άλλα, που έχουν σχέση με τη ζωή του ανθρώπου. Φυσικά υπάρχουν σήμερα γεωλογικά προβλήματα, τα οποία παραμένουν ακόμα άλυτα, αυτό όμως δεν σημαίνει κρίση στη γεωλογία και μάλιστα από έλλειψη αποδεκτής γενικής γεωλογικής θεωρίας, όπως νομίζουν οι διαπρεπείς ρώσοι γεωλόγοι (Skobelin et al 1990) ούτε και πτώση της στάθμης της Γεωλογίας, όπως ισχυρίζεται ο J.T. Wilson (1968), ένας από τους ιδρυτές της θεωρίας των τεκτονικών πλακών, που έθεσε μερικά ανησυχητικά ερωτήματα, π.χ. (βλ. Skobelin et al 1990 σ. 22). Γιατί έπεσε το γόητρο της Γεωλογίας; Μήπως η παρακμή της Γεωλογίας προκλήθηκε από το γεγονός ότι σε αυτή χρησιμοποιούνται λίγο η Φυσική,

η Χημεία και τα Μαθηματικά; Ποιο είναι το κύριο δόγμα της κλασικής Γεωλογίας; Δεν ωρίμασε η Γεωνομία για μια επανάσταση; Στον όρο Γεωνομία περιλαμβάνονται όσα έχουν σχέση με τους νόμους της γης, δηλαδή Γεωλογία υπό την ευρύτερη έννοια, δηλ. Γεωλογία, Γεωφυσική και Γεωχημεία. Όπως αναφέραμε από τα πρώτα μεταπολεμικά χρόνια είχε αρχίσει η χρησιμοποίηση των αναφερθεισών επιστημών στα γεωλογικά προβλήματα με αποτέλεσμα να μειωθεί σημαντικά το εκατοστιαίο ποσοστό των γεωλογικών εργασιών με περιγραφικό κυρίως περιεχόμενο, που δείχνει μια τάση για προσαρμογή της Γεωλογίας προς τις σύγχρονες απαιτήσεις του ανθρώπου. Το ότι μερικά γεωλογικά πορίσματα δεν έρχονται σε συμφωνία με αποτελέσματα φυσικών και χημικών πειραμάτων, δεν σημαίνει ότι τα γεωλογικά αυτά πορίσματα είναι λανθασμένα. Στην περίπτωση αυτή μπορεί, όπως παρατηρεί ο Bubnoff (1954 σ. 3) να συμβαίνει και το αντίθετο, δηλ. αμφισβήτηση της γενίκευσης της ισχύος των φυσικών και χημικών πειραμάτων. Τα γεωλογικά γεγονότα γίνονται υπό διαφορετικές συνθήκες χώρου και χρόνου απ' ό,τι τα πειράματα. Είναι αλήθεια ότι μερικές γεωλογικές εργασίες είναι χαμηλής στάθμης, αυτό όμως δεν σημαίνει παρακμή της Γεωλογίας, διότι παρατηρείται και σε άλλες επιστήμες και αφορά σε άτομα, όχι σε ολόκληρη επιστήμη. Η μόνη μομφή, που θα μπορούσε ίσως ν' αποδοθεί στη Γεωλογία, είναι ότι τα τελευταία χρόνια δεν παρουσίασε εντυπωσιακά επιτεύγματα, όπως άλλες επιστήμες π.χ. η Φυσική, Χημεία κλπ., όπως και το γεγονός ότι καθυστερεί στην επίλυση γεωλογικών προβλημάτων, αλλά αυτά είναι άλλο ζήτημα, που θα εξετασθεί.

B. Αίτια για την καθυστέρηση και κρίση στη σημερινή Γεωλογία

Θα πρέπει από την αρχή να ειπωθεί ότι οι βαρύτεροι χαρακτηρισμοί για τη σημερινή κατάσταση της Γεωλογίας προέρχονται από τους ίδιους τους γεωλόγους. Έτσι οι διαπρεπείς ρώσοι γεωλόγοι Skobelin, Shrapov και Bugayov (1990, σ. 32) σε πρόσφατη μελέτη τους, η οποία αναφέρεται στις τεκτονικές πλάκες, γράφουν "Όσο δύσκολο και αν είναι, θα πρέπει να ξεπεράσουμε τον ψευδογονητευτικό γεωπατριωτισμό και να αναγνωρίσουμε με ειλικρίνεια ότι η Γεωλογία σήμερα είναι στην ίδια στάθμη, όπως ήταν η Χημεία την εποχή του φλογιστού. Όπως είναι γνωστόν η θεωρία του ατμού, που αναπτύχθηκε κατά το 18^ο αιώνα, έλεγε ότι κατά την καύση των σωμάτων έφευγε απ' αυτά μια ουσία, στην οποία είχαν δώσει το όνομα "φλογιστόν". Τη θεωρία αυτή καταπολέμησε ο γάλλος χημικός Lavoisier, ο οποίος απέδειξε ότι τα καίόμενα σώματα αντί ελαφρότερα γίνονται βαρύτερα, που σημαίνει ότι δεν φεύγει κατά την καύση, αλλά προστίθεται, μια ουσία, δηλ. το οξυγόνο. Οι φράσεις αυτές είναι πάρα πολύ ταπεινωτικές για τους σημερινούς γεωλόγους, αλλά εφόσον ειπώθηκαν από καλή προαίρεση, πρέπει να ληφθούν υπόψη και να συζητηθούν. Δεν αποκλείεται μάλιστα να αποβούν χρήσιμες υπό την έννοια ότι μπορεί να καταστήσουν και εμάς τους έλληνες γεωλόγους πιο προσεκτικούς στις δημοσιεύσεις. Ειδικά για την Ελλάδα θα πρέπει να τονισθεί εδώ ιδιαίτερα ότι τα τελευταία χρόνια παρατηρήθηκε σημαντική πτώση της στάθμης όχι μόνον των γεωλογικών, αλλά και άλλων μελετών, που οφείλεται στη βιασύνη μερικών από εκείνους, οι οποίοι επιδιώκουν καθηγητικές θέσεις, παρουσιάζοντας, σύμφωνα με την επικρατούσα σήμερα αντίληψη, ποσότητα μελετών αντί του σωστού, που είναι η ποιότητα.

Επειδή οι Skobelin et al (1990) ισχυρίζονται ότι η κρίση στη σημερινή γεωλογία οφείλεται στην ευρεία διάδοση της θεωρίας των τεκτονικών πλακών, που αναπτύχθηκε στα τελευταία 25 χρόνια θα πρέπει να ειπωθούν λίγα λόγια για τις διαφορές της από την κλασική Γεωλογία.

B.1. Θεωρία των τεκτονικών πλακών

Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή ο στερεός φλοιός της γης, δηλ. η λιθόσφαιρα, χωρίζεται σε μερικές άκαμπτες λιθοσφαιρικές πλάκες, π.χ. την Αμερική, Αφρική, Ευρασία, Ειρηνικό ωκεανό, που πλέουν πάνω σε μια πλαστική ζώνη, την ασθενόσφαιρα. Οι πλάκες αυτές χωρίζονται από τις μεσοωκεάνιες ράχες, που ήταν γνωστές πριν με το όνομα σεισμικές ζώνες, όπου υποτίθεται ότι η ασθενόσφαιρα έχει ανέβει πιο ψηλά, με αποτέλεσμα να πιέζει και μετακινεί τις λιθοσφαιρικές πλάκες. Έτσι αναπτύχθηκε η υπόθεση της διεύρυνσης του ωκεάνιου πυθμένα με σύγχρονο σχηματισμό

νέου, ο οποίος αποτελείται κυρίως από νεοανελθόντα πυριγενή πετρώματα. Η διεύρυνση αυτή του γήινου φλοιού αντισταθμίζεται σύμφωνα με τη θεωρία των τεκτονικών πλακών, η οποία δέχεται, σε αντίθεση με τη θεωρία της διαστολής της, σταθερό εύρος γήινου φλοιού, με αντίστοιχο στένεμά του σε άλλη περιοχή. Αυτό μπορεί να γίνει με βύθισμα μιας πλάκας κάτω από άλλη με κλίση, ώστε να προχωρήσει στην υποκείμενη θερμή ασθενόσφαιρα, όπου θα υποστεί και μερική τήξη, τα υλικά της οποίας ανέρχονται στην επιφάνεια σε μορφή ηφαιστειακών πετρωμάτων.

Η θεωρία των τεκτονικών πλακών έφερε πράγματι κάποια σύγχυση στη Γεωλογία για το λόγο ότι παρουσιάστηκαν διαμετρικά αντίθετες απόψεις π.χ. για το σχηματισμό των ηφαιστειακών πετρωμάτων, τα οποία σύμφωνα με την κλασική Γεωλογία συνδέονται με ορισμένα στάδια εξελικτικής πορείας των γεωσυγκλίσεων. Η σύγχυση για το σχηματισμό των ηφαιστειακών πετρωμάτων μεγάλωσε, όταν νεώτερες έρευνες οπαδών της θεωρίας των τεκτονικών πλακών (Mortis 1989) έδειξαν ότι οι λάβες δεν προέρχονται από τήξη πλάκας, αλλά σφήνας μανδύα πάνω από την υποπροελαύνουσα πλάκα, όπου μάλιστα συμμετέχουν και ιζήματα ωκεανού. Η προέλευση των ηφαιστειακών πετρωμάτων είναι και σήμερα ένα σκοτεινό θέμα για τους οπαδούς της θεωρίας των πλακών, εφόσον σύμφωνα με τη νέα υπόθεση των hot spots οι θάλαμοι παραγωγής μάγματος σε μεγάλες ποσότητες βρίσκονται βαθιά μέσα στο μανδύα, απ' όπου το μάγμα φθάνει τη λιθόσφαιρα και κατόπιν στην επιφάνεια. Οι επιφανειακές αυτές εκδηλώσεις, γνωστές με το όνομα hot spots, αποτελούν τα ηφαίστεια. Το τι τις προκαλεί παραμένει άγνωστο (Maxwell 1984). Πιστεύεται όμως ότι οι hot spots μπορεί να διατηρηθούν στη θέση τους εκατομμύρια χρόνια και να δράσουν, όταν μετακινηθούν προς την πλευρά τους μεσο-ωκεάνιες ράχες. Πιο εντυπωσιακή είναι η διαφορά μεταξύ των απόψεων για την προέλευση των οφιολιθικών πετρωμάτων. Η κλασική Γεωλογία δέχεται ότι τα πετρώματα αυτά διεισδύσαν μέσα στα γεωσύγκλινα απευθείας από την ασθενόσφαιρα σε πυριγενή κατάσταση και αργότερα ανέβηκαν πιο πάνω σε μορφή διαπειρικών υλικών, ενώ η θεωρία των τεκτονικών πλακών θεωρεί τα πετρώματα αυτά σαν τμήματα ωκεάνιας πλάκας ή του ανωτέρου μανδύα, τα οποία αποσπάστηκαν από τις θέσεις τους κατά τη σύγκρουση τεκτονικών πλακών και αποτέθηκαν στη σημερινή τους θέση σε ψυχρή κατάσταση. Οι διαφορετικές αυτές απόψεις για την προέλευση των πυριγενών πετρωμάτων είχαν ανασταλτική επίδραση στην έρευνα για αναζήτηση κοιτασμάτων, που γενετικά συνδέονται με πετρώματα της κατηγορίας αυτής.

Σε ό,τι αφορά τη γένεση των σεισμών, ενώ η κλασική Γεωλογία δέχεται ότι κατά ένα μεγάλο ποσοστό, π.χ. οι τεκτονικοί σεισμοί, οφείλονται σε διαταραχή της ισοστατικής ισορροπίας στις πτέρυγες των μεταπτώσεων από μεγαλύτερη φόρτιση της μιας με αποτέλεσμα τη σχετική μετακίνησή της, κατά τη θεωρία των πλακών οι σεισμοί αυτοί οφείλονται σε σύγκρουση λιθοσφαιρικών πλακών. Ειδικά για την Ελλάδα δέχονται ότι οι σεισμοί της έχουν σχέση με υποπροέλαση της Αφρικανικής πλάκας κάτω από την υποπλάκα του Αιγαίου, που αποτελεί ένα νότιο τμήμα της Ξηρασιατικής λιθοσφαιρικής πλάκας. Διαφορετικές είναι και οι απόψεις για το σχηματισμό των πυκνωσιγενών βουνών. Έτσι, από την κλασική Γεωλογία μαθαίνουμε ότι τα βουνά αυτά σχηματίστηκαν από πετρώματα, τα οποία είχαν πτυχωθεί μέσα σε γεωσύγκλινα, ενώ από τη νέα θεωρία, ότι αυτά σχηματίστηκαν από πετρώματα, που συμπιέστηκαν κατά την υποπροέλαση λιθοσφαιρικής πλάκας κάτω από άλλες (Wilson 1990).

Το γεγονός ότι η θεωρία των τεκτονικών πλακών παρουσίασε διαφορετικές απόψεις από εκείνες της λεγόμενης κλασικής Γεωλογίας οφείλεται (Skobelin et al 1990) στην ανεπιτυχή προσπάθεια των οπαδών της θεωρίας αυτής να εφαρμόσουν τα πορίσματα, που είχαν αποκτηθεί στις έρευνες των ωκεανών, στην έρευνα των ηπείρων. Τότε άρχισαν να φαίνονται και οι αδυναμίες της νέας θεωρίας, όπως αναμενόταν, αφού είχε βασιστεί στη μελέτη πετρωμάτων, τα οποία δεν έχουν ηλικία μεγαλύτερη των 150 εκατομμυρίων ετών, ενώ στις ηπείρους υπάρχουν πετρώματα με ηλικία 500 εκατ. ετών και επειδή τα γεωλογικά προβλήματα είναι διαφορετικά στις ηπείρους, όπου το πάχος της λιθόσφαιρας συνήθως φθάνει τα 100 km και κάτω από κρατονικές μάζες τα 200 km, ενώ κάτω από τις μεσοωκεάνιες ράχες είναι λίγα μόνο χιλιόμετρα.

Εδώ δεν θα ασχοληθούμε με τις αδυναμίες και αστοχίες της θεωρίας των τεκτονικών πλακών.

Με τα θέματα αυτά ασχολούνται οι συγγραφείς δύο τόμων, που εκδόθηκαν πρόσφατα από τον Εκδοτικό Οίκο Theophrastus. Θα αναφέρουμε όνο μερικές απόψεις για τη θεωρία αυτή, που έχουν σχέση με τη σημερινή κρίση στη Γεωλογία. Οι Skobelin et al (1990) γράφουν ότι η επικράτηση και η δημοτικότητα της θεωρίας αυτής ευνοήθηκε από την άφθονη φυσικο-μαθηματική συνεργασία (διακοσμημένη ειδικώς με πολύπλοκα σημεία και σύμβολα, μπροστά στα οποία δειλιάζουν ακόμα και οι πιο τολμηροί γεωλόγοι). Σε αυτό βοήθησε και η παθητική ή ανεπαρκής ενεργός θέση των πιο σημαντικών γεωλόγων του κόσμου. Η αλήθεια είναι ότι οι επιστήμονες αυτοί δεν πήραν στα σοβαρά την υπόθεση των πλακών, ούτε περίμεναν μια τόσο μεγάλη δημοτικότητα της θεωρίας αυτής. Τον κυριότερο όμως λόγο για την επικράτηση της θεωρίας των τεκτονικών πλακών (που δεν την παραδέχονται καν σαν θεωρία) την αποδίδουν στην έλλειψη μιας γενικής γεωλογικής θεωρίας, έστω και μιας αναλαμπής από ύπαρξη γενικής θεωρίας, για τη γη στο σημερινό χάος των διαχωριστικών και αντιφατικών γεωλογικών ιδεών. Για το λόγο αυτό προτείνουν να γίνει και στη Γεωλογία μια περεστρόικα (αναμόρφωση) με γκλάσνοστ (ευρεία δημοσιότητα) που θα έχει σαν στόχο την ίδρυση μιας γενικής γεωλογικής θεωρίας, που θα μπορούσε να επιτευχθεί με ένα Διεθνές Όργανο με κλάδους στις διάφορες χώρες για την οργάνωση σχετικών συζητήσεων στις επαρχίες κλπ. Εξάλλου ο ρώσος ακαδημαϊκός Beloussou (1979 και 1990) δέχεται μιν ότι ο ρόλος της θεωρίας των τεκτονικών πλακών ήταν θετικός στην εξέλιξη των γεωεπιστημών, αλλά έμμεσα, διότι κατάφερε να προσελκύσει την προσοχή πολλών φυσικών και μαθηματικών στα γεωλογικά προβλήματα. Παρόλα αυτά είναι πιο διαλεκτικός από τους άλλους που έχουν εναντιωθεί στη θεωρία αυτή, εφόσον τονίζει ότι, αν διαλευκανθούν οι αντιθέσεις της θεωρίας των τεκτονικών πλακών και δεν καταστεί δυνατόν να βρεθούν εναλλακτικές λύσεις, τότε θα προκύψουν νέα πρόσθετα μοντέλα και ολόκληρο δάσος από πρόσθετες υποθέσεις μπορεί να αναπηδήσουν από την επιφάνεια των βασικών ιδεών της θεωρίας των τεκτονικών πλακών, προσθέτει όμως και τα εξής: "Οι οπαδοί των τεκτονικών πλακών αντί να ελέγχουν τα μοντέλα τους και να τα τροποποιούν ανακαλύπτοντας τις αντιθέσεις τους, προτιμούν να βρουν μεταξύ των γεγονότων μόνο επιβεβαιώσεις και να αγνοήσουν ό,τι δεν ανταποκρίνεται σε αυτά". Ακριβώς το ίδιο συνέβηκε στο Διεθνές Συνέδριο, που έγινε το 1981 στην Αθήνα για το Ελληνικό τόξο και τάφρο (H.E.A.T.). Ο γάλλος ακαδημαϊκός Le Pichon διάλεξε όλες τις εργασίες, που ευνοούσαν τη θεωρία των τεκτονικών πλακών και τις δημοσίευσε σε ξεχωριστό τόμο του γνωστού έγκυρου περιοδικού Tectonophysics, ενώ τις υπόλοιπες τις άφησε να δημοσιευθούν στα Πρακτικά του Συμποσίου. Πέραν απ' αυτό, όταν επώθησε στο Προεδρείο από ένα ομιλητή σύνεδρο ότι το πρόγραμμα του Συνεδρίου έχει στα εξώφυλλα του δύο αντικρουόμενα σχήματα, δηλ. ότι το σχήμα της λεγόμενης ελληνικής τάφρου με κλίση 40° προς Β, δεν συμβιβάζεται με τη μορφή του ελληνικού τόξου, την οποία έδειχνε το άλλο εξώφυλλο του προγράμματος, η απάντηση, που του δόθηκε, ήταν ότι έληξε ο χρόνος της ομιλίας του. Έτσι, το Συμπόσιο ξεκίνησε και συνεχίστηκε με εσφαλμένο σήμα.

B.2. Άλλες θεωρίες, που προκάλεσαν κρίση στη Γεωλογία

Ιδιαίτερη απήχηση στη Γεωλογία είχε η θεωρία, η οποία διατυπώθηκε πριν λίγα χρόνια (Alvarez et al 1980) για την εξαφάνιση των δεινόσαυρων και άλλων οργανισμών κατά το τέλος του Κρητιδικού, για το λόγο ότι διείσδυσε εδώ απότομα σπάζοντας το μονοπώλιο του ενδιαφέροντος των παλαιοντολόγων για τα παλαιά όντα του πλανήτη μας. Εκτός αυτού η νέα θεωρία πυροδότησε από την πρώτη της εμφάνιση τα θεμέλια της γεωλογικής επιστήμης, διότι οι ιδρυτές της κτύπησαν το δόγμα του Ακτουαλισμού, δηλ. τη θεωρία, κατά την οποία το παρόν αποτελεί το κλειδί για τη σωστή εξήγηση των γεωλογικών συμβάντων του παρελθόντος. Ένας μάλιστα απ' αυτούς (W. Alvarez 1986) το διευκρίνισε ωμά γράφοντας "έφθασε ίσως ο χρόνος για να επανεκτιμήσουμε, αν το δόγμα του Ακτουαλισμού εξυπηρετεί τη Γεωλογία, όπως άλλοτε, όταν ήταν το υγιές αντίδοτο για τις θεωρίες των καταστρεπτικών γεγονότων.

Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή η εξαφάνιση των δεινοσαύρων και άλλων οργανισμών κατά το τέλος του Κρητιδικού οφείλεται σε σύγκρουση της γης με αστεροειδή, που είχε διάμετρο 10 km,

ταχύτητα 20 km/s και κινητική ενέργεια 108 μεγατόνων TNT. Κατά τη σύγκρουση αυτή κοινοροτοποιήθηκε ο αστεροειδής και η σκόνη του κάλυψε τον ήλιο για πολλούς μήνες, εμποδίζοντας έτσι από τη μια τη φωτοσύνθεση και την άλλη τη θέρμανση της γης με την ηλιακή ακτινοβολία. Το αποτέλεσμα αυτών ήταν να σταματήσει η νέα βλάστηση, που σημαίνει μείωση της τροφής για τους χορτοφάγους δεινόσαυρους και σημαντική πτώση της θερμοκρασίας, που θα προκάλεσε το θάνατο σε πολλά άτομα. Η καταστροφή της φυτείας θα ολοκληρώθηκε με τις φωτιές και την όξινη βροχή, που δημιουργήθηκε από τις χημικές αντιδράσεις του αζώτου στην ατμόσφαιρα.

Η θεωρία αυτή έδωσε αφορμή να διατυπωθούν και πρόσθετες απόψεις, ότι και οι άλλες εξαφανίσεις ειδών, π.χ. στο Πέρμιο και Ολιγόκαινο πιθανώς οφείλονται σε συγκρούσεις της γης με αστεροειδείς, που προκάλεσαν όχι μόνο αναστάτωση στην Παλαιοντολογία, αλλά και ανησυχίες στον άνθρωπο, διότι η έννοια τέτοιων συγκρούσεων θα αποτελεί μόνιμη απειλή συμφοράς για την ανθρωπότητα. Αντίθετα, στην περίπτωση, κατά την οποία τα φαινόμενα αυτά οφείλονται σε ενδογήινους παράγοντες, υπάρχει ελπίδα ότι θα καταστεί κάποτε δυνατό να αντιμετωπισθούν με επιτυχία.

Αφορμή για τη διατύπωση της θεωρίας αυτής έδωσε η ανεύρεση ενός αργιλικού στρώματος με πάχος 1 cm στα όρια ηωκαινικών ασβεστολίθων με υποκείμενους ανωκρητιδικούς, πλούσιους σε τμηματοφόρα, στη θέση Petriccio κοντά στη μεσαιωνική πόλη Gubbio της Βορ. Ιταλίας. Το στρώμα αυτό παρουσιάζει αυξημένη περιεκτικότητα σε ιριδίο ($63 \cdot 10^{-9}$ g.Ir/cm²) ενώ στους κρητιδικούς ασβεστόλιθους η περιεκτικότητα σε ιριδίο είναι 1000 φορές μικρότερη. Η θεωρία αυτή εξηγεί εύκολα την εξαφάνιση των αναφερόμενων ειδών κατά το τέλος του Κρητιδικού, αλλά δεν είναι πειστική όσο η άλλη άποψη, που δέχεται σαν αιτία την παρουσία εκτεταμένης ηφαιστειότητας κατά το τέλος του Κρητιδικού. Η άποψη αυτή άλλωστε ενισχύεται και από τα ελληνικά γεωλογικά δεδομένα.

Γ. Τι γίνεται σήμερα και τι πρέπει να κάνουμε

Όπως αναφέρθηκε, η κρίση και υποβάθμιση της σημερινής Γεωλογίας έχουν αποδοθεί από μερικούς γεωλόγους, κυρίως ρώσους, σε σύγχυση, που προκάλεσε η θεωρία των τεκτονικών πλακών. Η άποψη όμως αυτή μόνο κατά ένα μέρος μπορεί να έχει ισχύ, για το λόγο ότι η γεωλογική έρευνα προχώρησε και προχωρεί κατά το μεγαλύτερο μέρος ανεπηρέαστα από την παραδοχή ή όχι της θεωρίας των πλακών. Πολλοί γεωλόγοι μάλιστα αγνοούν ή παραγνοούν τη θεωρία αυτή. Συνεπώς, τα αίτια για τη σημερινή κατάσταση της Γεωλογίας θα πρέπει κατά κύριο λόγο αλλού να αναζητηθούν. Έτσι, αν λάβουμε υπόψη ότι τα τελευταία χρόνια το ίδιο φαινόμενο παρουσιάζεται και σε άλλες επιστήμες, θα πρέπει να υποθέσουμε ότι αυτό έχει σχέση με τις αντιλήψεις της σημερινής κοινωνίας. Σήμερα επικρατεί η ιδέα ότι καλός ερευνητής επιστήμονας είναι αυτός, που έχει πολλές εργασίες. Έτσι, εφόσον τον πρωτεύοντα ρόλο δεν παίζει η ποιότητα των μελετών, επόμενο είναι να επικρατεί σε αυτές η προχειρότητα, που σημαίνει υποβάθμιση της στάθμης της γεωλογικής επιστήμης.

Μια άλλη σοβαρή αιτία για την υποβάθμιση της Γεωλογίας και ιδιαίτερα για την απουσία εντυπωσιακών επιτευγμάτων της επιστήμης αυτής είναι το γεγονός ότι την εποχή 1970-1990 η προσοχή του ανθρώπου στράφηκε σε εξωγήινα φαινόμενα. Αρκεί να πούμε ότι σήμερα γνωρίζουμε μερικούς πλανήτες καλύτερα απ' ό,τι την ίδια τη Γη. Έτσι, μάθαμε ότι στον Άρη, στην Αφροδίτη και στη Σελήνη δεν παρουσιάζονται τεκτονικές πλάκες. Έχουν δοθεί βέβαια σχετικές εξηγήσεις, αλλά στην πραγματικότητα παραμένει άγνωστο, γιατί υπάρχουν πλάκες μόνο στη Γη, ώστε ο γεωφυσικός Anderson (1989) οπαδός της θεωρίας των πλακών να ομολογήσει ότι η θεωρία των πλακών είναι μάλλον περιγραφική παρά φυσική θεωρία. Κατά τον ίδιο συγγραφέα δεν υπάρχει σήμερα ικανοποιητική θεωρία για την υποπροέλαση των πλακών (Subduction). Αυτός είναι και ένας λόγος, για τον οποίο η θεωρία των πλακών δεν μπορεί να έχει ισχύ στην Ελλάδα (Κισκύρας 1942).

Απ' αυτά που ειπώθηκαν, φαίνεται ότι η κρίση στη σημερινή Γεωλογία δεν έχει ευτυχώς προχωρήσει αρκετά βαθιά, πράγμα που δεν δυσκολεύει την προσπάθεια για έξοδο απ' αυτήν. Η

έξοδος όμως από την κρίση αυτή δεν μπορεί να επιτευχθεί με τη δημιουργία μιας γενικής θεωρίας, της θεωρίας της Γης, όπως προτείνουν οι Skobelin et al (1990). Η Γεωλογία υπό την ευρύτερη έννοια ασχολείται με πολλά και διαφορετικά θέματα, ώστε δεν επαρκεί για αυτά μια θεωρία. Προτιμότερο είναι να γίνει μεν η αναφερθείσα περεστρόικα για να ξεκαθαρίσει η Γεωλογία απ' ό,τι ήθελε αποδειχθεί λανθασμένο, αλλά κατόπιν να αναζητηθούν όσες υποθέσεις έχουν αντέξει στην αυστηρή κριτική ειδικών και να ενσωματωθούν σε μια κοινή θεωρία κατά τρόπο, ώστε να μην αντικρούονται μεταξύ τους. Έτσι, αν μια θεωρία δεν μπορεί να δώσει εξήγηση σε μερικά προβλήματα ή έρχεται σε αντίθεση με ξεκάθαρα γεωλογικά δεδομένα, θα πρέπει να συμπληρωθεί με νέα στοιχεία ακόμα και άλλης θεωρίας ή σε συνδυασμό με άλλη, ανάλογο προς τον προτεινόμενο από το Shields (1990) για τις θεωρίες των τεκτονικών πλακών και αυτήν της διαστολής της Γης.

Αυτά μπορεί να γίνουν, αν ξεκινήσουμε με τη σκέψη, ότι στην επιστήμη προέχει πάντοτε η αναζήτηση της λεγόμενης αλήθειας, δηλ. η καλύτερη προσέγγιση προς την άγνωστη πραγματικότητα. Έτσι, η αναθεώρηση μιας θεωρίας πρέπει να θεωρείται πρόοδος και όχι παραστροφή, αρκεί να εξηγήει τα πάντα προβλήματα και να μπορεί να προβλέψει την εμφάνιση και άλλων γεγονότων. Αν με τις θεωρίες ζητούσαμε να λύσουμε μόνο τα υπάρχοντα γεωλογικά προβλήματα, αυτό θα σήμαινε ότι για μας η εξελικτική πορεία της γεωλογικής επιστήμης σταμάτησε στο σήμερα. Εξάλλου η ορθότητα μιας θεωρίας δεν μπορεί να αποδειχθεί, όπως παρατηρεί ο Mareschal (1987) από τα θετικά πειράματα, ενώ το αντίθετο μπορεί να γίνει με τα αρνητικά πειράματα. Στην περίπτωση όμως, που δεν υπάρχουν πειράματα, θα βασισθούμε στις υπάρχουσες παρατηρήσεις. Έτσι, στην κοιτασματολογία η υπόθεση ότι ο σχηματισμός ιζηματογενών κοιτασμάτων συνδέεται με αποχωρήσεις και επικλύσεις θάλασσας αποδείχθηκε ότι έχει ισχύ για ορισμένα μόνο κοιτάσματα π.χ. για τα λατεριτικά κοιτάσματα βωξίτες και χρώμιο-νικελιούχα σιδηρομεταλλεύματα της χώρας μας. Το ίδιο ισχύει και για τα θαλάσσια φωσφορικά κοιτάσματα, όχι όμως για τα κοιτάσματα γύψου-ανυδρίτη και τους λοιπούς εβαπορίτες. Εντούτοις μεταξύ λατεριτών και εβαποριτών υπάρχει μια άλλη σχέση, που δεν υφίσταται μεταξύ λατεριτών και θαλάσσιων φωσφορικών κοιτασμάτων, δηλ. το ότι οι δυο πρώτες κατηγορίες κοιτασμάτων έχουν σχηματισθεί σε θερμό κλίμα. Σε θερμό κλίμα έχουν σχηματισθεί επίσης τα κοιτάσματα πετρελαίου και γαιανθράκων. Το ότι μερικά από τα κοιτάσματα αυτά συναντώνται σήμερα σε βόρεια πλάτη και σε πολικές ακόμη περιοχές έχει αποδοθεί (Gamow, 1953, σ. 174) σε μετάθεση ηπείρων, όπως και των πόλων της γης. Από την άλλη μεριά οι εβαπορίτες και τα θαλάσσια φωσφορικά κοιτάσματα έχουν αποθεθεί επί τόπου, ενώ τα λατεριτικά κοιτάσματα συνήθως έχουν μεταφερθεί στις θέσεις, όπου συναντώνται. Αυτά δείχνουν ότι οι υποθέσεις βοηθάν για μια αδρά προσέγγιση της πραγματικότητας και ότι πρέπει να γίνονται κατά περίπτωση σχετικές αναμορφώσεις με βάση τη συνεργασία ειδικών επιστημόνων. Ανάλογη συνεργασία επιβάλλεται να γίνεται και κατά τη διενέργεια μελετών, οι οποίες αναφέρονται σε γεωλογικά-γεωφυσικά θέματα, διότι έχει παρατηρηθεί ότι μελέτες, που από γεωλογική άποψη θεωρούνται καλές, περιέχουν σφάλματα από γεωφυσική άποψη, όπως και το αντίστροφο.

Σε ό,τι αφορά το άλλο αίτιο για την καθυστέρηση της Γεωλογίας, που είναι το ότι παραμελήθηκε τα τελευταία χρόνια από την κοινωνία, επειδή το ενδιαφέρον του ανθρώπου είχε στραφεί προς τις επιστήμες, που έχουν άμεση σχέση προς τα προγράμματα για διαστημικά ταξίδια, θα πρέπει να τονισθεί ότι η Γεωλογία έχει συμβάλει στην επιτυχία των προγραμμάτων αυτών, έστω και έμμεσα, αφού χάρη σε αυτήν έγιναν προσιτά στον άνθρωπο, τουλάχιστον κατά ένα μέρος, τα μέταλλα και η ενέργεια, που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτέλεση των προγραμμάτων αυτών για το διάστημα. Έτσι όμως, εφόσον οι επιστήμες αυτές έχουν από κοινού με τη Γεωλογία συμβάλει στην επιτυχία των διαστημικών προγραμμάτων, η μεγάλη τους πρόοδος έναντι της Γεωλογίας δεν είναι φυσιολογική και ίσως αποβεί κάποτε ολέθρια. Τι θα γίνει π.χ. αν μια μέρα τα μέταλλα και η ενέργεια, που χρησιμοποιούνται σήμερα για το σκοπό αυτό εξαντληθούν και η Γεωλογία υπό την ευρύτερη έννοια, η οποία σήμερα έχει παραμεληθεί, δεν θα είναι σε θέση να τα εξασφαλίσει στον άνθρωπο σε προσιτές τιμές; Δεν θα ήταν προτιμότερο να φροντίσουμε από τώρα να αποφύγουμε μελλοντικές δυσάρεστες εκπλήξεις; Αυτό μπορεί να γίνει με μικρή περικοπή των δαπανών για τα διαστημι-

κά προγράμματα και διάθεση αυτών στη Γεωλογία υπό την ευρύτερη έννοια για μελέτες, που αποβλέπουν πρώτα στην αναζήτηση αστείρευσης ενέργειας και πρώτων υλών από βαθύτερους ορίζοντες της γης και κατόπιν για μελέτες γενικών προβλημάτων, τα οποία έχουν σχέση με αυτήν την υπόσταση της ανθρωπότητας. Μέχρι χθες κανένα από τα μεγάλα προβλήματα δεν είχε σχεδιασθεί (Spilhaus 1974) χωρίς η έρευνα να σχετίζεται με στρατιωτικές εφαρμογές. Τώρα οι εφαρμογές αυτές δεν θα στρέφονται εναντίον λαών, αλλά φυσικών φαινομένων, που απειλούν τον άνθρωπο.

Σε μια διάλεξη, που έγινε το 1989 στην Εταιρεία Τεχνολόγων Ορυκτού πλούτου ειπώθηκε “Ο άνθρωπος, που τώρα τελευταία κατάφερε να κατακτήσει το διάστημα, θα αντιληφθεί σύντομα, ότι θα έπρεπε να είχε ήδη κατακτήσει τη γη και να προμηθεύεται τα διάφορα μέταλλα, που χρειάζεται, από το ίδιο το μάγμα. Το πώς και το πού, θα το μάθει από την ίδια τη φύση, μελετώντας καλύτερα τα μέσα, τα οποία χρησιμοποιεί αυτή, δηλ. η φύση, για τον ίδιο σκοπό”. Σε αυτά θα πρέπει σήμερα να προστεθούν τα εξής: Εφόσον τα ορυκτά καύσιμα (γαιάνθρακες και πετρέλαια) τείνουν να εκλείψουν, η δε ατομική και πυρηνική ενέργεια, στις οποίες η ανθρωπότητα είχε στηριχθεί μετά το 2^ο παγκόσμιο πόλεμο όλες της τις ελπίδες, είναι βλαβερές και επικίνδυνες, θα πρέπει ο άνθρωπος να στραφεί σε αναζήτηση άλλων πηγών ενέργειας και για σιγουριά φυσικές, για τις οποίες ξέρουμε ότι δεν είναι βλαβερές. Η αιολική και γεωθερμική όμως ενέργεια ακόμα και η ενέργεια από την ηλιακή ακτινοβολία, όπως τις ξέρουμε σήμερα, έχουν περιορισμένες δυναμικότητες. Επομένως, για να μη βρεθεί η ανθρωπότητα αργότερα σε δύσκολη θέση, θα πρέπει να στραφεί προς άλλες κατευθύνσεις και αυτές είναι η σε μεγάλη κλίμακα συγκεντρωμένη ηλιακή ακτινοβολία και η θερμότητα από το εσωτερικό της γης και να αναπτύξει προγράμματα ευεργετικά για όλη την ανθρωπότητα, τα οποία θα αποδώσουν σύντομα, ώστε να μπορέσει να ωφεληθεί η σημερινή γενιά.

Στα γεωλογικά ανασταυξιακά προγράμματα θα συμμετέχουν γεωλόγοι, γεωφυσικοί και γεωχημικοί, ανεξάρτητα από τις γεωλογικές θεωρίες, που ακολουθούν, παρά το ότι η μέχρι σήμερα πείρα έδειξε ότι όλες οι επιτυχημένες στην πράξη έρευνες για αναζήτηση ορυκτού πλούτου δεν βασίστηκαν στη θεωρία των τεκτονικών πλακών, αλλά σε αυτή των γεωσυγκλίσεων πλαισιωμένη με τις υποθέσεις των τεκτονικών καλυμμάτων και ρευμάτων μεταφοράς, τα οποία δεν αποκλείουν αυτήν της διαστολής της γης (Holmes 1972 σ. 967). Η συνεργασία των επιστημόνων αυτών είναι απαραίτητη για το λόγο ότι τα νέα προβλήματα απαιτούν πολλά Μαθηματικά και Φυσική. Τα προγράμματα αυτά αφορούν στις δυνατότητες για εκμετάλλευση της θερμικής ενέργειας, που περιέχεται σε βαθύτερους ορίζοντες της γης (επαφή ασηθένσφαιρας-μανδύα) απ' όπου υποτίθεται ότι τροφοδοτούνται οι hot spots με ρεύματα μεταφοράς (Davies 1988), και λιγότερο από φυσικά φαινόμενα, όπως ηλεκτρικές καταιγίδες και άλλες ατμοσφαιρικές μεταβολές, ακόμα παλίρροιας και τυφώνες. Η άποψη αυτή για την ώρα δείχνει κάτι το αδιανόητο, όχι όμως για τον άνθρωπο του μέλλοντος, αν λάβουμε υπόψη την εξέλιξη, που έγινε τα τελευταία χρόνια. Έτσι, αν από την εκμετάλλευση των φυσικών αυτών φαινομένων αποκτήσουμε άφθονη και φθηνή ενέργεια, θα έχουμε και το πρόσθετο κέρδος, ότι μια μέρα θα μπορέσουμε να δαμάσουμε τα φοβερά αυτά φαινόμενα ή τουλάχιστον να τα καταστήσουμε λιγότερο επικίνδυνα. Αναφέρουμε σαν παράδειγμα τους σεισμούς. Σε μια διάλεξη της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας το 1984 στο Πνευματικό Κέντρο του Δήμου Αθηναίων για το σεισμικό πρόβλημα στην Ελλάδα προτάθηκε μια λύση για την αντιμετώπιση των σεισμών. Η λύση αυτή (βλ. Κιοκύρας 1988) συνίσταται στη δυνατότητα, την οποία θα έχει μελλοντικά ο άνθρωπος να προκαλεί πρόωρη εκδήλωση ενός σεισμού, που σύμφωνα με τα πορίσματα συστηματικών γεωλογικών και σεισμολογικών μελετών θα αναμένεται ότι θα συμβεί οπωσδήποτε σε μια περιοχή. Αυτό μπορεί να γίνει με ένα Τεχνητό σεισμό, που θα διεγείρει απευθείας τη μετάπτωση, η οποία όντως θεωρείται υπεύθυνη για τον επερχόμενο σεισμό, όπως γίνεται περίπου στην περίπτωση, όπου ένας φυσικός σεισμός προκαλεί πρόωρη εμφάνιση άλλου επακόλουθου γειτονικού σεισμού, π.χ. ο σεισμός στις Αλκυονίδες στις 25/2/1981 με μέγεθος 6,7 R επιτάχυνε την εκδήλωση σεισμού στη Βοιωτία (4/3/1981), που θα γίνονταν εκεί αργότερα, όταν θα ωριμάζαν οι αντικειμενικές συνθήκες, αλλά με μεγαλύτερο μέγεθος (Κιοκύρας 1981). Δηλ. θα εφαρμόσουμε μία μέθοδο, ανάλογη προς αυτήν της Καισαρικής τομής του μαιευτήρα. Έτσι το κέρδος θα είναι διπλό, διότι

από τη μια μεριά το μέγεθος του αναμενόμενου σεισμού θα μειωθεί σημαντικά εφ' όσον ο σεισμός θα γίνει αναγκαστικά πριν ωριμάσουν οι απαραίτητες αντικειμενικές συνθήκες, που θα του επέτρεπαν να εκδηλωθεί μόνος του και από την άλλη μεριά θα εκλείψει ή θα μειωθεί στο έπακρον ο πανικός, αφού θα ξέρουμε ότι ο σεισμός θα εκδηλωθεί σε ορισμένη ημερομηνία και ώρα, οπωσδήποτε ημέρα, γνωστή με ακρίβεια από πριν, ώστε να έχει προετοιμαστεί ο άνθρωπος για τη σωστή αντιμετώπιση του σεισμού, η οποία θα μοιάζει με παρακολούθηση ενός φυσικού φαινομένου από μια ασφαλή και καθόλα ακίνδυνη θέση. Σε ό,τι αφορά τις οικοδομές και τα υπάρχοντα του ανθρώπου αυτά μόνο με την εφαρμογή σωστής αντισεισμικής πολιτικής μπορεί να εξασφαλισθούν. Πέραν όμως απ' όσα καλά ειπώθηκαν, στην περίπτωση αυτή θα έχουμε και ενδιαφέροντα επιστημονικά στοιχεία για το υπέδαφος της περιοχής, τα οποία θα μας δώσουν τα σειсмоγραφήματα κατά κύριο λόγο του Τεχνητού σεισμού, με γνωστά από πριν το βάθος της εστίας και το χρόνο έναρξης του σεισμού. Στην περίπτωση κατά την οποία θα έχουμε από τις γεωλογικές και γεωφυσικές έρευνες όχι μόνον εντοπίσει, αλλά και ακριβώς οριοθετήσει, την υπεύθυνη μετάπτωση για τον αναμενόμενο σεισμό, τότε θα μπορούσαμε να καταστήσουμε το σεισμό αυτό λιγότερο επικίνδυνο, αν μειώσουμε την τριβή των δύο πτερύγων στη σεισμογόνα μετάπτωση. Αυτό θα γίνει με προώθηση αργιλούχων νερών με τη βοήθεια γεωτρυπάνων σε διάφορα σημεία της επιφάνειας της μετάπτωσης αυτής. Κάτι παρόμοιο συμβαίνει και στη φύση. Στην περιοχή του Νοτ. Αιγαίου π.χ. έχει παρατηρηθεί μια μείωση της σεισμικής δραστηριότητας έπειτα από τις εκρήξεις της Σαντορίνης. Η μείωση της σεισμικής δραστηριότητας στην περίπτωση αυτή πρέπει να αποδοθεί κατά την Α. Οικονόμου (1987-1989) που έχει ασχοληθεί με το θέμα αυτό, σε μεταφαισטיακές διαλύσεις, που γρασάρουν τις μεταπτώσεις, με αποτέλεσμα τη μείωση της τριβής μεταξύ των πτερύγων τους, συνεπώς και του σεισμικού μεγέθους.

Εφόσον λοιπόν σήμερα προτείνονται λύσεις από μεμονωμένα άτομα για αντιμετώπιση του σεισμού, είναι εύλογο να αναμένεται ότι αύριο θα δοθούν και άλλες πιο καλύτερες, ιδίως όταν προέρχονται από συλλογικό όργανο. Για να γίνει όμως αυτό, δεν θα πρέπει να ξεχνάμε ότι ο σεισμός είναι ένα φυσικό φαινόμενο, που δεν παρουσιάζεται μεμονωμένο, αλλά συνοδεύεται και από άλλα φαινόμενα, π.χ. μαγνητικά, ηλεκτρικά, βαρυτομετρικά, γεωχημικά κλπ., τα οποία μπορεί να εμφανισθούν πριν την εκδήλωση του κύριου σεισμού, έτσι που να μας επιτρέπουν να τα θεωρήσουμε σαν ένα είδος πρόγνωσης για επικείμενο σεισμό. Επομένως, η μελέτη των σεισμών δεν πρέπει να περιορίζεται μόνο στο καθαρώς σεισμολογικό μέρος, αλλά να επεκτείνεται και στους άλλους, γεωφυσικούς και γεωχημικούς τομείς με συνεργασία ειδικών, πράγμα, που δυστυχώς δεν γίνεται στην Ελλάδα, αν λάβουμε υπόψη την περίπτωση, η οποία είναι γνωστή με το όνομα BAN. Στην περίπτωση αυτή υπάρχουν διαφωνίες μεταξύ φυσικών (ομάδα BAN) και σεισμολόγων (κρατικοί φορείς). Το περίεργο είναι ότι και οι δύο κατά ένα μέρος έχουν δίκαιο, εφόσον εξετάζουν το θέμα μόνο από την πλευρά τους, δηλ. οι φυσικοί τα ηλεκτρικά σήμερα και οι σεισμολόγοι τα σειсмоγραφήματα. Επειδή όμως και τα δύο αυτά φαινόμενα γίνονται μέσα στη γη, τον κυριότερο λόγο έχει ο γεωφυσικός, που εξετάζει όχι μόνον τα δύο αυτά φαινόμενα, αλλά και τα άλλα, τα οποία έχουν κοινή προέλευση με το σεισμό. Ο γεωφυσικός, που γνωρίζει ότι η μετάδοση των ηλεκτρικών σημάτων επηρεάζεται από διαφορετικούς παράγοντες απ' ό,τι η μετάδοση των σεισμικών κυμάτων, δεν μπορεί κατ' αρχήν να αποκλείσει τη μέθοδο BAN. Εξάλλου σε αυτόν εναπόκειται να αναζητήσει τα αίτια της επιτυχίας της BAN σε μερικές περιπτώσεις και της αποτυχίας της σε άλλες. Ο ίδιος κατόπιν θα προσπαθήσει σε ειδικές συσκέψεις να αμβλύνει τις υπάρχουσες διαφορές μεταξύ των αναφερθέντων επιστημόνων και να υποδείξει συμπληρωματικές έρευνες.

Σε ένα άρθρο, που γράφηκε για τη BAN (Κισκύρας Καθημερινή 1983) τονίζονται τα εξής: "Επειδή η περίπτωση BAN είναι πραγματικά ενδιαφέρουσα, αλλά έχει αποτελεματωθεί κυρίως για το λόγο ότι η ερευνητική ομάδα δεν διαθέτει γεωφυσική πείρα, θα έπρεπε η Ελληνική Πολιτεία παράλληλα με την οικονομική βοήθεια να την ενισχύσει και απ' αυτήν την πλευρά, μολονότι θα όφειλε πρώτη η ίδια να αναγνωρίσει την ανάγκη να επικαλεσθεί τη συνεργασία γεωφυσικών. Υπάρχουν και άλλοι έλληνες ερευνητές, που ασχολούνται με την πρόγνωση των σεισμών και

μελετούν τις δυνατότητες εφαρμογής στην Ελλάδα και άλλων γεωφυσικών μεθόδων". Αργότερα, όπως είναι γνωστόν, η ομάδα BAN ζήτησε τη βοήθεια αλλοδαπών επιστημόνων, πρόσφατα μάλιστα έγιναν στην Ελλάδα και συσκέψεις με διεθνείς προσωπικότητες, αλλά απ' όσα ανακοινώθηκαν δεν δόθηκε καμιά βοήθεια στη BAN, εκτός από μια απλή συμπαράσταση. Βοήθεια όμως σημαίνει υποδείξεις, απαραίτητες για τη βελτίωση της μεθόδου. Αυτό θα μπορούσε να γίνει με καλοπροαίρετη κριτική, στην οποία θα τονίζονται τόσο οι σωστές απόψεις, όσον και τα λάθη της BAN και επιπλέον οι ελλείψεις της. Μια τέτοια αντικειμενική και καλοπροαίρετη κριτική έγινε από ελληνική πλευρά (Κισκύρας 1981) ήδη από τις πρώτες ημέρες, που εμφανίστηκε η BAN. Σε σχετικό άρθρο είχε τονισθεί ότι θα έπρεπε πρώτα να εξακριβωθεί, αν τα μετρούμενα ηλεκτρικά μεγέθη έχουν πραγματικά σχέση με επερχόμενο σεισμό, δηλ. να αποκλεισθεί η περίπτωση ότι αυτά οφείλονται σε διακυμάνσεις του γήινου μαγνητικού πεδίου και κατοπιν να προχωρήσουν. Ο συγγραφέας (Κισκύρας 1981) του άρθρου αυτού είχε επιστήσει την προσοχή των ερευνητών της BAN και στο ότι ο χρόνος της πρόγνωσης των σεισμών δεν μπορεί να είναι σταθερός, περίπου 7 ώρες, όπως ισχυριζόνταν, αλλά εξαρτάται από τις γεωμηχανικές συνθήκες, που διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή. Η άποψη αυτή δικαιώθηκε από την πείρα, εφόσον οι ερευνητές της BAN μιλούσαν αργότερα για πρόγνωση σεισμών από λίγες ώρες μέχρι και λίγες ημέρες πριν το σεισμό. Για ό,τι αφορά στις λεγόμενες αποτυχίες της BAN γράφηκε ότι "αυτές δεν πρέπει να απογοητεύσουν, αλλά να δώσουν ώθηση για πιο τέρα μελέτη, που ίσως οδηγήσει σε χρήσιμα συμπεράσματα για τη δομή του ελληνικού υπεδάφους".

Δυστυχώς, οι πολυάριθμες γεωηλεκτρικές μετρήσεις της BAN χρησιμοποιήθηκαν μόνο για την πρόβλεψη των σεισμών και δεν αξιοποιήθηκαν από την άποψη της μελέτης αυτών για την καλύτερη γνώση του υπεδάφους των ελληνικών περιοχών, που θα μπορούσε πράγματι να είχε αποδώσει, εφόσον για τη γεωλογική ερμηνεία τους δεν θα υπήρχαν τόσο πολλές διαφωνίες, αν λάβουμε υπόψη ότι οι απόψεις των μελετητών θα κυμαίνονται μέσα σε γενικά, γνωστά από πριν, γεωλογικά πλαίσια.

Σε μια ανακοίνωση για τη σεισμικότητα της Αρκαδίας και την αντισεισμική πολιτική (Κισκύρας 1988) διατυπώθηκε η άποψη ότι η BAN θα μπορούσε να κάνει μια πρόγνωση σεισμών πιο πειστική απ' αυτήν των σεισμολόγων και πιθανόν γενικά παραδεκτή εφόσον οι σεισμολόγοι για την ώρα τουλάχιστον είναι αδύναμοι για τούτο. Πρόκειται για την πρόγνωση ισχυρών μετασεισμών, που θα μας δώσει τη δυνατότητα να υπολογίσουμε καλύτερα τη διάρκεια του επικίνδυνου μετασεισμικού σταδίου ενός μεγάλου σεισμού. Έτσι, δεν ταλαιπωρείται ο κόσμος για πολύ καιρό έξω από τα σπίτια του, όπως έγινε στην περίπτωση του σεισμού της Καλαμάτας (1986) με αποτέλεσμα να γίνουν πρόσθετες ζημιές από τις βροχές και τις λεηλασίες από ασυνείδητους ανθρώπους. Σε τέτοιες περιπτώσεις είναι πολύ δύσκολο πράγμα να αναλάβει κάποιος την ευθύνη, ότι εξέλειπε ο κίνδυνος σε μια σεισμόπληκτη περιοχή και συνεπώς ότι ο κόσμος μπορεί να γυρίσει άφοβα στα σπίτια του.

Άλλωστε γιατί να διακινδυνεύει κανείς το κύρος του, αφού η ανάληψη τέτοιας ευθύνης θεωρείται απλούστατο πράγμα, ενώ στην πραγματικότητα είναι μια από τις πιο δύσκολες αποφάσεις. Μερικές φορές όμως συναισθηματικοί λόγοι και το ηθικό χρέος προς συνανθρώπους δίνουν τη δύναμη σε ερευνητές να διερευνήσουν με αφάνταστη ταχύτητα πολύπλοκα και χρονοβόρα θέματα και να δώσουν τη δέουσα απάντηση σ' αυτά. Στις περιπτώσεις αυτές η τόλμη των επιστημόνων να προβούν σε τόσο σημαντικές δηλώσεις οφείλεται ασφαλώς σε ισχυρή αυτοπεποίθηση. Εδώ θα αναφερθούν δύο περιπτώσεις, που έχουν γίνει γνωστές από σχετικές δημοσιεύσεις στον ημερήσιο τύπο των αντιστοιχών περιοχών, βλ. Και Κισκύρας 1988. Η πρώτη αφορά στους σεισμούς του Βόλου στις 19-4-1955 με μέγεθος 6,2 R και στις 21-4-1955 με 5,8 R. Την τέταρτη ημέρα μετά το σεισμό των 5,8 R δημοσιεύθηκε (Κισκύρας 1955) ότι μέχρι το τέλος του χρόνου δεν πρόκειται να γίνει άλλος μεγάλος σεισμός και ότι οι επικείμενοι μετασεισμοί δεν μπορούν να προκαλέσουν βλάβες, με εξαίρεση τα ετοιμόρροπα σπίτια, που πρέπει να κατεδαφιστούν.

Η άλλη πρόβλεψη έγινε για το τέλος του σεισμικού κινδύνου της περιοχής Θεσσαλονίκης με τη

δημοσίευση λίγες ημέρες μετά την εκδήλωση του σεισμού της Θεσσαλονίκης (Κισκύρας 20-6-1978) ότι όσοι έμεναν σε σπίτια, που δεν υπέστησαν σοβαρές ζημιές, μπορούν να γυρίσουν άφοβα και ότι δεν πρόκειται να γίνει σύντομα άλλος σφοδρός σεισμός.

Σε τέτοιες περιπτώσεις θα μπορούσε να βοηθήσει αποτελεσματικά το σύστημα BAN, για το λόγο ότι οι θέσεις των επικέντρων των μετασεισμών είναι περίπου γνωστές, εφόσον αυτές συνδέονται με τη μετάπτωση, η οποία έδωσε τον κύριο σεισμό ή τουλάχιστον με άλλη γειτονική η οποία υπέστη διέγερση εξαιτίας του σεισμού αυτού, που σημαίνει μείωση των γεωγραφικών σφαλμάτων και συνεπώς καλύτερη απόδοση. Η περίπτωση αυτή παρουσιάζει ενδιαφέρον και από την άποψη, ότι και η μη απόδοση της BAN μπορεί να αποβεί προς όφελος της, διότι ειδικά σε τέτοιες περιπτώσεις είναι εύκολο να διαπιστωθεί η αιτία των σφαλμάτων της, που σύντομα θα βοηθήσει σημαντικά στη βελτίωση της ερμηνείας των αποτελεσμάτων της μεθόδου αυτής. Για να γίνει όμως αυτό θα πρέπει να ενισχυθεί η BAN οικονομικά, όπως γίνεται στις περιπτώσεις ανάθεσης κρατικού έργου. Αν σκεφθούμε ότι κάθε μεγάλος σεισμός, ζημιώνει την Εθνική μας οικονομία, τότε η αδιαφορία μας για την έρευνα αυτή είναι ανεξήγητη. Δυστυχώς οι έλληνες επιστήμονες δεν υποστηρίζονται υλικά και ηθικά πράγμα που εξηγεί τη διαφορά στάθμης μεταξύ ελλήνων επιστημόνων του Εξωτερικού και Εσωτερικού (Κισκύρας, Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ. XVII 1985 σ. 9). Σε ένα Συνέδριο της Εταιρείας Πελοποννησιακών Σπουδών το 1987 στην Αμαλιάδα τονίστηκε (Κισκύρας) ότι μελέτες και έρευνες, που στηρίζονται στο υστέρημα του επιστήμονα, συνήθως δεν μπορούν να προχωρήσουν πολύ. Μοιραίως κάπου θα σταματήσουν.

Τελειώνοντας θα ήθελα να επισημάνω ένα άλλο ρόλο, καθαρά ωφελμιστικό, της Γεωλογίας στη ζωή του ανθρώπου. Όπως είναι γνωστό, η Γη έχει ηλικία πολλών εκατομμυρίων ετών και το κυριότερο πάνω στο φλοιό της έχει αποτυπωθεί η ιστορία της πολυτάραχης ζωής της κατά τα τελευταία 600 εκατομμύρια χρόνια. Αυτό σημαίνει ότι οι γεωλόγοι έχουν στη διάθεσή τους πολυάριθμα αρχεία, μεταξύ των οποίων θα υπάρχει και μερικά, που θα αφορούν άμεσα ή έμμεσα προβλήματα του ανθρώπου. Αναφορές π.χ. σε γεγονότα, τα οποία μοιάζουν προς σημερινά, που έχουν σχέση με τη ζωή του ανθρώπου και θα είναι πολύτιμο βοήθημα στον άνθρωπο για την επίλυση παρόμοιων σημερινών προβλημάτων. Έτσι, από την ιστορία της γης είναι γνωστό ότι σε δύο περιόδους παρουσιάστηκε στη γη εντονότατη ηφαιστειότητα, την Λιθανθρακοφόρα και την Τριτογενή. Το αξιοσημείωτο είναι ότι και οι δύο αυτές περιόδους έντονης ηφαιστειότητας έχουν χαρακτηριστεί ως οι πιο σημαντικά από ποσοτική άποψη κοιτάσματα γαιανθράκων στον πλανήτη μας. Στην πρώτη περίοδο σχηματίστηκαν οι λιθάνθρακες της Β. Ευρώπης (Αγγλία, Βέλγιο, Γερμανία) της Ρωσίας, Κίνας, Β. Αμερικής κλπ., και στη δεύτερη οι λιγνίτες Βαλκανίων, Γερμανίας, Ρωσίας, Αυστραλίας κλπ. Επειδή οι γαιάνθρακες προέρχονται από την απανθράκωση δασών, η πληθωρική ανάπτυξη φυτείας κατά τις περιόδους αυτές, που προφανώς οφείλεται στην έκλυση τεράστιας ποσότητας CO₂ από τα ηφαίστεια, μπορεί από ανθρωπιστική άποψη να αποδοθεί σε μια προσπάθεια της γης να εξουδετερώσει το επικίνδυνο CO₂, που η ίδια μέσω των ηφαιστειών διοχέτευσε στην ατμόσφαιρα, προσφέροντας μάλιστα, ως πούιμε σαν αντάλλαγμα, τα πολύτιμα δάση. Ο άνθρωπος όμως με τις πυρκαγιές πράττει το αντίθετο δηλαδή, αύξηση του CO₂ με αποτέλεσμα όχι μόνο τις γνωστές βλαβερές συνέπειες, αλλά και την ισχυροποίηση του φαινομένου του θερμοκηπίου με απροβλεπτες συνέπειες για το μέλλον της ανθρωπότητας. Μια άλλη πληροφορία, που προέρχεται από τα αρχεία της γης είναι ότι κατά το τέλος της Κρητικής περιόδου εξαφανίσθηκαν οι δεινόσαυροι και άλλα ζωικά είδη. Για την εξαφάνιση αυτή έχουν δοθεί διάφορες εξηγήσεις, μεταξύ των οποίων και η επίδραση έντονης και εκτεταμένης ηφαιστειότητας. Η έρευνα συνεχίζεται. Εκείνο όμως, που γνωρίζουμε πολύ καλά, είναι ότι, αν υπάρχει σήμερα ζωή πάνω στη γη, αυτό οφείλεται στο γήινο μαγνητικό πεδίο, το οποίο αναγκάζει τις επικίνδυνες ακτινοβολίες (σωματίδια με ηλεκτρικό φορτίο, τα οποία βομβαρδίζουν μέρα-νύχτα τη γη, να εκτρέπονται προς τους πόλους της γης, όπου προκαλούν στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας το πολικό σέλας. Το αξιοσημείωτο είναι

Ότι η γη είναι μεν ένας μεγάλος μαγνήτης, αλλά μόνο σε όγκο, όχι όμως σε ένταση. Η μεγαλύτερη ένταση του γήινου μαγνητικού πεδίου (δηλ. στους πόλους) είναι μικρότερη από την ένταση ενός μικρού μαγνήτη της τσέπης (Κισκύρας, 1957). Άλλοτε όμως θα ήταν μεγαλύτερη, αφού το μέγεθος της μαγνητικής ροπής της γης σε μια εποχή εξαρτάται και από την ένταση προηγηθείσας ηφαιστειότητας (Kiskyras 1944, 231). Πάντως αυτό δείχνει ότι με μικροπράγματα μπορούμε μερικές φορές να πετύχουμε πολύ μεγάλα πράγματα, αρκεί να ξέρουμε το κόλπο, όπως λέγεται. Τέτοια μυστικά μπορεί να αναζητηθούν στα αρχεία της γης, που αντιπροσωπεύουν πείρα εκατομμυρίων ετών. Έτσι, δεν θα ήταν άσκοπο να αναπτυχθεί στη Γεωλογία ένα ιδιαίτερο κεφάλαιο, τουλάχιστον για την ώρα, μελέτης των γεωλογικών παρατηρήσεων, που αναφέρονται σε γεγονότα όμοια κάπως προς αυτά, τα οποία αντιμετωπίζει σήμερα ο άνθρωπος για την προστασία της ζωής του και του περιβάλλοντος, όπως π.χ. αυτές, που αναφέρθηκαν για τη μείωση του σεισμικού κινδύνου και προς άλλα, που θα αντιμετωπίσει στο μέλλον. Τα μελλοντικά ίσως να είναι πολύ χειρότερα από τα σημερινά γεγονότα, αν λάβουμε υπόψη μας ότι ο πλανήτης μας διάγει σήμερα ένα ήρεμο και ειρηνικό στάδιο από γεωλογική άποψη (Kiskyras 1944, 231). Υπάρχουν ελπίδες ότι το στάδιο αυτό θα διαρκέσει πολύ καιρό ακόμα. Αυτό όμως δεν πρέπει να μας εφησυχάζει. Καλό θα είναι να προετοιμαζόμαστε για κάθε ενδεχόμενο. Το τι μπορεί να συμβεί και πώς θα καταφέρει ο άνθρωπος να το αντιμετωπίσει με επιτυχία, είναι κάτι που θα μπορέσει να μάθει μελετώντας επισταμένα τα αρχεία της γης, τα οποία, όπως αναφέρθηκε, έχουν αποτυπωθεί στο στερεό φλοιό της γης. Έτσι θα ήταν ευχής έργον, αν αυτά, που ειβώθησαν εδώ, κινούσαν κάπως το ενδιαφέρον νεαρών γεωλόγων, ώστε παράλληλα με τις σημερινές επιστημονικές μελέτες τους να εξετάσουν και τα αρχεία της γης από ωφελιμιστική άποψη. Το κατά πόσον θα πετύχουν στη νέα αυτή κατεύθυνση είναι άγνωστο. Το μόνο βέβαιο είναι ότι θα έχουν κάποιο κέρδος για το λόγο ότι ο χρόνος, που έχασαν, θα αντισταθμιστεί με τη βελτίωση της ποιότητας των άλλων μελετών τους, η οποία θα προέλθει από την εξέταση γεωλογικών θεμάτων υπό ευρύτερη έννοια.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα μεταπολεμικά χρόνια η Γεωλογία όχι μόνο δεν παρουσίασε εντυπωσιακά επιτεύγματα, όπως άλλες συγγενικές επιστήμες, π.χ. η Φυσική και η Χημεία, αλλά έδειξε και στασιμότητα σχετικά με την επίλυση βασικών προβλημάτων της. Τούτο κατά ένα μέρος θα πρέπει να αποδοθεί στο ότι το ενδιαφέρον και η προσοχή των ιθυνόντων έχει από καιρό στραφεί στις επιστήμες, που έχουν άμεση σχέση με προγράμματα διαστημικών ταξιδιών.

Σε ό,τι αφορά την πτώση της στάθμης μερικών γεωλογικών εργασιών κατά την περίοδο αυτή μπορούμε να πούμε ότι αυτό αντανακλά ένα γενικότερο φαινόμενο της σημερινής κοινωνίας, εφόσον παρατηρείται και σε άλλες επιστήμες. Τούτο οφείλεται κατά ένα μεγάλο μέρος στο ότι την εποχή αυτή το κίνητρο για την επιστημονική έρευνα δεν δίνει όπως άλλοτε η αγάπη προς την επιστήμη, αλλά το προσωπικό όφελος απ' αυτήν. Σε αυτό συνεργεί και η επικρατούσα σήμερα σφαλερή αντίληψη ότι τον καλό επιστήμονα διακρίνει ο αριθμός και όχι η ποιότητα των εργασιών. Για την ανόρθωση της σημερινής Γεωλογίας, ώστε να αποκτήσει την παλαιά της αίγλη, απαραίτητη προϋπόθεση είναι να αλλάξουμε νοοτροπία, να αναγνωρίσουμε τα λάθη μας και να συνηθίσουμε να αντιμετωπίζουμε τα πράγματα με ειλικρίνεια, πράγμα που θα μας διαφυλάξει από τον κίνδυνο να υποπέσουμε σε νέα λάθη.

Οι προσπάθειες για την ανόρθωση της γεωλογίας, που έγιναν με την εφαρμογή της θεωρίας των τεκτονικών πλακών, έφεραν αντίθετα αποτελέσματα, από τα αρχικώς προσδοκόμενα για το λόγο ότι προκάλεσαν μια, έστω και μικρή σύγχυση στους γεωλογικούς κύκλους, που είχε σαν αποτέλεσμα την καθυστέρηση στην επίλυση γεωλογικών προβλημάτων παρά την αύξηση του αριθμού των γεωλογικών μελετών. Η καθυστέρηση αυτή οφείλεται κατά ένα μεγάλο μέρος στην απασχόληση πολλών γεωλόγων με το να αντικρούουν τις απόψεις των οπαδών της θεωρίας αυτής οι οποίοι δεν είχαν λάβει υπόψη τους τα σχετικά γεωλογικά δεδομένα, είτε από έλλειψη είτε από ανεπαρκή συνεργασία με ειδικούς επιστήμονες.

Η έξοδος της Γεωλογίας από τη σημερινή κρίση δεν μπορεί να επιτευχθεί με την ανάπτυξη μιας γενικής γεωλογικής θεωρίας, όπως προτείνουν οι Skobelin et al (1990). Κατ' αρχήν είναι πολύ δύσκολο, αν όχι αδύνατον να δημιουργηθεί μια γεωλογική θεωρία, που θα μπορεί να ελέγχει τα πολλά και ποικίλα γεωλογικά θέματα. Αυτό είναι εύκολο μόνο για θέματα, στα οποία συνυπάρχει η έννοια της κίνησης, οπότε λαμβάνονται υπόψη οι παράμετροι g (επιτάχυνση) π (3,14) και t (χρόνος). Τα άλλα είναι τόσο διαφορετικά μεταξύ τους, ώστε μόνον ο χρόνος μπορεί να θεωρηθεί σαν κοινός τους παρονομαστής. Εδώ θα πρέπει να τονισθεί ιδιαίτερα ότι η παράμετρος χρόνος αποτελεί τον σπουδαιότερο παράγοντα για τη λύση πολλών γεωλογικών προβλημάτων. Συνεπώς, για την έξοδο της Γεωλογίας από τη σημερινή κρίση θα ήταν προτιμότερο να χρησιμοποιούνται οι επιτυχημένες στην πράξη γεωλογικές υποθέσεις και σιγά-σιγά να ενσωματώνονται σε μια θεωρία, όσο δυνατόν περισσότερες απ' αυτές, αλλά κατά τέτοιο τρόπο, που να μην αντικρούονται μεταξύ τους, ώστε να επιτυχαίνουμε μια όλο και καλύτερη προσέγγιση προς το αναζητούμενο αντικείμενο. Η προσπάθεια αυτή θα συνεχίζεται με προσθαφαρέσεις υποθέσεων, δηλ. όσες δεν ανταποκρίνονται στα νέα γεωλογικά δεδομένα θα αναμορφώνονται και αν δεν γίνεται θα περαμερίζονται και τη θέση τους θα καταλαμβάνουν άλλες, εναρμονισμένες στις νέες παρατηρήσεις. Μόνο στην περίπτωση αυτή θα μπορούμε να μιλάμε για πρόοδο στη Γεωλογία, που θα συνεχίζεται και στο μέλλον.

Η δυσανάλογη πρόοδος των επιστημών, που έχουν άμεση σχέση με προγράμματα διαστημικών ταξιδιών, σε σύγκριση με αυτήν της Γεωλογίας, που και αυτή έχει συμβάλει, αλλά έμμεσα, στην επίτευξη των προγραμμάτων αυτών δεν είναι φυσιολογική και μπορεί κάποτε να οδηγήσει σε άσχημα αποτελέσματα, π.χ. στην περίπτωση κατά την οποία η Γεωλογία, υπό την ευρύτερη έννοια, που έχει παραμεληθεί, δεν θα μπορεί πια να εξασφαλίσει στον άνθρωπο σε ανεκτό κόστος την απαιτούμενη ενέργεια και μέταλλα. Προς αποφυγήν τέτοιων δυσάρεστων εκπλήξεων στο μέλλον θα πρέπει να γίνει μείωση των δαπανών για διαστημικά προγράμματα και ένα μέρος από τα σχετικά κονδύλια να διατεθεί στην έρευνα για αναζήτηση αστείρευτης για το σημερινό άνθρωπο ενέργειας και πρώτων υλών από βαθύτερους ορίζοντες της γης. Παράλληλα θα πρέπει να αναζητηθούν τρόποι για αντιμετώπιση των καταστρεπτικών φαινομένων, π.χ. σεισμών, τυφώνων κλπ. Εδώ αναφέρονται μερικές απόψεις, που έχουν σχέση με τις δυνατότητες για μείωση της βιαιότητας των σεισμών και προτείνεται η ανάπτυξη ενός ιδιαίτερου κεφαλαίου στη Γεωλογία, το οποίο θα ασχολείται με τη μελέτη των γεωλογικών παρατηρήσεων, που αναφέρονται σε παλαιά γεγονότα όμοια κάπως προς αυτά, τα οποία αντιμετώπιζε σήμερα ο άνθρωπος για την προστασία της ζωής του και του περιβάλλοντος.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ALVAREZ, L., ALVAREZ, W., ASARO, FR., MICHEL, HEL. 1980. Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction, *Science*, 208, 1095-1108.
- ALVAREZ, W. 1986. Toward a theory of impact crises. *Eos* 67/35, 649, 653-655, 658.
- ALVAREZ, L. 1987. Mass extinctions caused by large bolide impacts, *Physics today* 40/7, 24-33.
- ANDERSON, D. 1989. Where on earth is the crust? *Physics today*, 42/3, 38-46.
- BELOUSSOV 1979. Why do I not accept Plate Tectonics? *Eos* 60/17, 207-211. 1990, Certain trends in present-day geosciences. In *Critical Aspects of Plate Tectonics Theory*. Vol I, 3-15, Theophrastus Publications S.A. Athens.
- BUBNOFF, S.V. 1954. *Grundprobleme der Geologie*, Akademie-Verlag-Berlin.
- GAMOW, G. 1953. *Biography of the Earth, its past, present and future*, New York
- HOLMES, A. 1965. *Principles of Physical Geology*, Nelson, London.
- KISKYRAS, D. 1944. Ein Beitrag zur Kenntnis der magnetischen Sakularvariation. *Gerlands Beitrage zur Geophysik*, 60 Heft 3/4, 222-234.
- ΚΙΣΚΥΡΑΣ, ΔΗΜ. 1957. Σχέσεις κοσμικών ακτίνων και γήινου μαγνητισμού, *Εφημ. Αυγή*, 2.3.1957.
- ΚΙΣΚΥΡΑΣ, ΔΗΜ., 1981/1983. Δύο άρθρα για τη BAN, *Καθημερινή*, 23.8.1981 και 3.12.1983.
- ΚΙΣΚΥΡΑΣ, ΔΗΜ., 1984. Οι σεισμοί και το σεισμικό πρόβλημα στην Ελλάδα, *Διάλεξη της Ελλην.*

Γεωλογική Εταιρίας στις 23.2.1984 στο Πν. Κεντρο Δ. Αθηναίων.

ΣΤΕΚΥΡΑΣ, ΔΗΜ., 1988/1990. Παλαιογεωγραφικές και Σεισμοτεκτονικές παρατηρήσεις, που αναφέρονται στην περιοχή της Αρκαδίας. Πρακτ. Β' Τοπικού Συνεδρίου Αρκαδικών Σπουδών, Νοέμβριος 1988 (Εταιρ. Πελοποννησιακών Σπουδών).

MARESCHAL, J., 1987. Plate Tectonics: Scientific revolution or scientific program? *Eos*, 68/20, 529 and 532-533.

MAXWELL, J. 1984. What is the Lithosphere? *Eos*. 65/17, 321 and 324-325.

MORRIS J., 1988/1989. Subduction, Volcanism, and Change in the Earth, Carnegis Institution, Year Book 88, 111-123.

ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ, ΑΘ., 1987/1988. Σεισμική δράση και ηφαιστειότητα στο Αιγαίο και οι μεταξύ τους σχέσεις. *Ann. Geol. Pays Hellen.* 33, 297-308.

SHELDS, O. 1990. Plate Tectonics on an expanding Earth. In *Critical Aspects of the Plate Tectonics Theory*, Vol. I, 271-290, Theophrastus Publications.

SKOBELIN, E., SHARAPOV, I. BUGAYOV, A., 1990. Deliberations of State and Ways of Perestroika in Geology (Has plate tectonics resulted in a revolution in geology?) In *Critical Aspects of Plate Tectonics Theory*, I, 17-37.

SPIILHAUS, A. 1974. Geophysics-an overview, *Physics today*, 27/3, 23-26.

UMBGROVE, J. *The Pulse of the Earth.* The Hague, M. Nijhoff.

WILSON, T., 1990. On the building and classification of mountains, *J.G. Reas.* 95/5, 6611-6628.