

See discussions, stats, and author profiles for this publication at:
<http://www.researchgate.net/publication/272827813>

Η Αποτύπωση της Εξελικτικής Γεωλογικής Σκέψης σε Γεωλογικούς Χάρτες

CONFERENCE PAPER · DECEMBER 2010

READS

16

1 AUTHOR:



Emmanouil Manoutsoglou

Technical University of Crete

94 PUBLICATIONS 171 CITATIONS

SEE PROFILE

Η Αποτύπωση της Εξελικτικής Γεωλογικής Σκέψης σε Γεωλογικούς Χάρτες

Εμμανουήλ Μανούτσουλου¹

*(1) Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήματος Μηχανικών Ορυκτών Πόρων Πολυτεχνείου Κρήτης,
Πολυτεχνειούπολη, Ακρωτήρι, 73100 Χανιά, 28210-37650, emanout@mpred.tuc.gr*

Περίληψη

Πέρα από τα κείμενα των επιστημονικών πραγματειών οι χάρτες, ιδιαίτερα στον χώρο των γεωεπιστημών, αποτέλεσαν και αποτελούν ένα πολύ χρήσιμο “εργαλείο” περιήγησης αποτυπωμένων εξελικτικών απόψεων και ιδεών. Μια αναδρομή και επιλεκτική περιήγηση σε ιστορικούς αλλά και σύγχρονους γεωλογικούς χάρτες που περιέχουν αποτυπωμένες απόψεις σταθμούς, όπως αυτές εκφράστηκαν με την μορφή θεωριών και επέδρασαν για δεκαετίες στο τρόπο σκέψης αλλά και προσέγγισης των πολύπλοκων γεωλογικών φαινομένων για χιλιάδες γεωεπιστήμονες, θα αποτελέσει μεγάλη βοήθεια στην κατανόηση της εξελικτικής πορείας της γεωλογικής σκέψης. Ξεκινώντας την ιστορική αναδρομή με παραδείγματα από τον ευρωπαϊκό - παγκόσμιο χώρο θα επικεντρωθεί τελικά η εργασία αυτή σε παραδείγματα από τον ελληνικό χώρο.

Abstract

Maps in combination with references to scientific text used to be and still are a very useful “tool” in over viewing the imprinted evolutionary opinions and ideas, especially in geosciences field. A selective retrospect in historical and modern geological maps contributes in understanding the way geological thinking evolved. This selection includes maps which were based on outstanding thesis and played a crucial role for many decades in the way of thinking and approaching complicated geological phenomena by many researchers. This paper starts the aforementioned historical overview with examples with European and global range and finally focuses on examples from Greek region.

Λέξεις κλειδιά: Θεωρία τεκτονικών πλακών, γεωλογικοί χάρτες, χαρτογραφία, χάρτης.



1 Εισαγωγή

Στη φρενίτιδα της σημερινής “επιστημονικής παραγωγής” η αναδρομή στην ιστορία των επιστημών παρέχει πνευματικό καταφύγιο και χρήσιμη παρηγοριά. Πολύ περισσότερο όταν μέσα από την ιστορική αναδρομή προσπαθήσει κανείς να προσεγγίσει εκείνα τα στοιχεία των ιδεών και των απόψεων που οδήγησαν σε επιστημονικές διαφωνίες, διαμάχες, παλινδρομήσεις και τελικά στην δημιουργία νέας γνώσης, που εδραιώθηκε και μεταλαμπαδεύτηκε. Δεν μπορεί κανείς άλλωστε σαν γεωεπιστήμονας να λησμονήσει την ά-

ποψη του J. Hutton (1795): *“Wenn der Mensch lernen will, muss es in der Menschheit verschiedene Meinungen geben. Es ist das Vorrecht des einzelnen, sich seine Meinung zu bilden, die aber oft, ja in der Regel, auf Irrtümern beruht. Da sie aber in der Regel korrigiert werden, ist damit der Weg zur Wahrheitsfindung gegeben,”*. Πολλοί από τους παλαιότερους ερευνητές έχουν λησμονηθεί όχι μόνο σαν πνευματικές προσωπικότητες αλλά ακόμη και σαν απλά ονόματα, το έργο τους όμως παραμένει είτε αυτούσιο, είτε συμπληρωμένο αλλά διαχρονικό. Πέρα από τα κείμενα των επιστημονικών πραγματειών οι χάρτες, ιδιαίτερα στον χώρο των γεωεπιστημών, αποτέλεσαν και αποτελούν ένα πολύ χρήσιμο “εργαλείο” περιήγησης αποτυπωμένων εξελικτικών απόψεων και ιδεών. Μια αναδρομή και επιλεκτική περιήγηση σε ιστορικούς γεωλογικούς χάρτες που περιέχουν αποτυπωμένες απόψεις σταθμούς στη εξελικτική πορεία των γεωεπιστημών, που από τον παγκόσμιο θα επικεντρωθεί στον ελληνικό χώρο, αποτελεί τον σκοπό της εργασίας αυτής.

2 Ιστορικό

Ένας από τους σημαντικότερους κλάδους των γεωεπιστημών, αυτός της Γεωλογίας, που έχει ως γνωστόκο αντικείμενο ερευνών το σύνολο των πολύπλοκων και μακροχρόνιων διεργασιών που καθόρισαν και καθορίζουν την εξέλιξη και την μορφή του πλανήτη μας, καθυστέρησε, σε σύγκριση με άλλες φυσικές επιστήμες, να συμβάλει εφάμιλλα στο κοινωνικό “γίγνεσθαι” της χώρας μας. Η υστέρηση αυτή οφείλεται πρωταρχικά στον μικρό αριθμό των ελλήνων γεωλόγων που προσέφεραν τις υπηρεσίες τους μέχρι τα μέσα του προηγούμενου αιώνα. Δυστυχώς τις πρώτες δεκαετίες του Νεοελληνικού Κράτους οι φυσικές επιστήμες θεωρήθηκαν ξένες προς τα γράμματα της ανθρωπιστικής παιδείας και την προγονική μας παράδοση, αυτής που έμελλε να διαμορφώσει τον εθνικό χαρακτήρα της “Νέας Ελλάδος”. Στο πνεύμα που τότε επικρατούσε οφείλονται και οι χαρακτηρισμοί για τους δύο πρώτους έλληνες γεωεπιστήμονες, τον Α. Κορδέλα που πρώτος συνέλαβε την ιδέα για την εκμετάλλευση της αρχαίας σκουριάς του Λαυρίου, την εφαρμοσιμότητα της οποίας έλεγξε με πειράματα που έστησε μόνος το 1860 και τον Κ. Μητσόπουλο το 1874, οι οποίοι θεωρήθηκαν την εποχή εκείνη σαν “εκούσια θύματα των αχάριστων επιστημών” (Κισκύρας 1978).

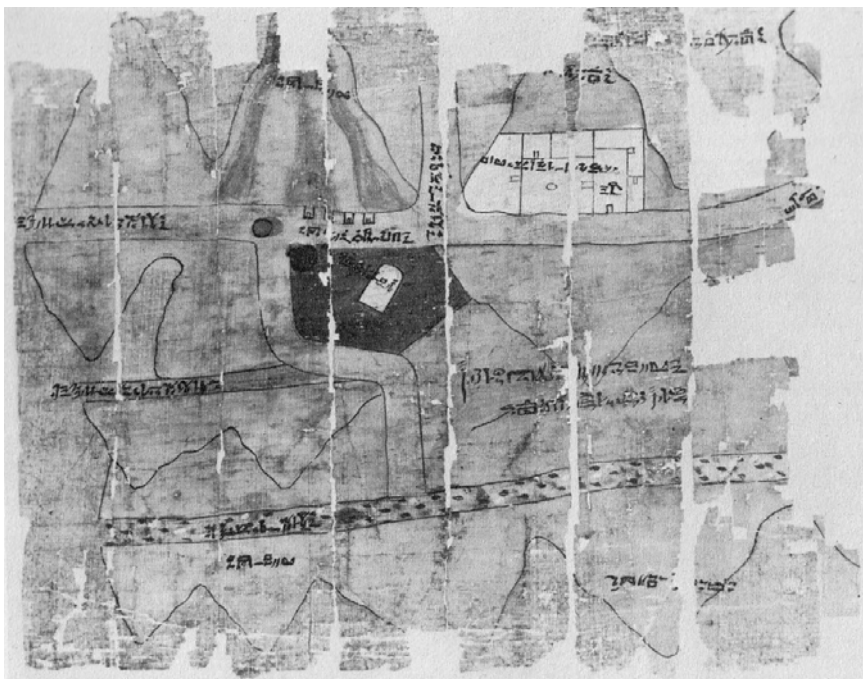
Το 1939 οι έλληνες γεωλόγοι στα Πανεπιστήμια Αθηνών και Θεσσαλονίκης, στο Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο και την νεοσυσταθείσα Γεωλογική Υπηρεσία της Ελλάδος ήταν συνολικά δεκαέξι (16). Υπήρχαν ακόμη τρεις (3) μεταλλειολόγοι στο Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας και ορισμένοι σε Μεταλλευτικές Επιχειρήσεις. Έτσι λίγο αργότερα, το 1946, όταν το τότε Υπουργείο Ανοικοδομήσεως θέλησε να καταρτίσει επιτροπές για την ανοικοδόμηση καταστραφέντων χωριών από σεισμούς, δεν επαρκούσαν οι 4 γεωλόγοι της Γεωλογικής Υπηρεσίας της Ελλάδος και χρειάστηκε να προσλάβει άλλους 4 (πανεπιστημιακούς και ιδιώτες). Αυτή ήταν η πρώτη φορά, που το Ελληνικό Κράτος χρησιμοποίησε τόσο πολλούς, για την εποχή εκείνη, γεωλόγους. Το γεγονός ότι οι γεωλόγοι αυτοί προσλήφθηκαν μόνο για τρεις μήνες δείχνει πολύ καλά ότι η Ελληνική Πολιτεία μέχρι το 1946 δεν είχε ακόμα αντιληφθεί την ωφελιμότητα της Γεωλογικής Επιστήμης. Βέβαια η κατάσταση στην συνέχεια δεν έγινε καλύτερη (Κισκύρας 1993). Μέσα σε αυτό το κλίμα της επιστημονικής λιτότητας που επικρατούσε θα μπορούσε κανείς να αιτιολογήσει την ουσιαστική παραγωγή αναλυτικών γεωλογικών χαρτών.

Και ενώ αυτά συνέβαιναν στον ελληνικό χώρο οι γεωλογικοί χάρτες έκαναν την δική

τους πορεία στο “παγκόσμιο γίγνεσθαι”. Πέρα από ουσιαστική προσφορά των αρχαίων ελλήνων στην χαρτογραφία όπως του Θαλή του Μιλήσιου, του Αναξίμανδρου, του Πυθαγόρα, του Παρμενίδη, του Ερατοσθένη, του Ίππαρχου που οδήγησαν στο αποκορύφωμα της Ελληνικής χαρτογραφίας, όπως αυτή εκφράστηκε στις αρχές του 2^{ου} αιώνα μ.Χ. από τον Πτολεμαίο τον Αλεξανδρέα, είναι επίσης παγκοσμίως αναγνωρισμένη η συμβολή των αρχαίων ελλήνων φιλοσόφων και στην ευρύτερη περιοχή των Γεωεπιστημών. Μεταξύ αυτών η Θεογονία του Ησίοδου αποτελεί ένα κλασσικό παράδειγμα μυθολογικής ερμηνείας πολλών φυσικών φαινομένων, πολλά από τα οποία σχετίζονται με γεωλογικές διεργασίες. Ήδη τον τέταρτο αιώνα π.Χ. ο Ηρόδοτος αναγνώρισε και περιέγραψε τις θαλάσσιες προσχώσεις του Νείλου. Όπως όμως στα περισσότερα πεδία των φυσικών επιστημών έτσι και στις γεωεπιστήμες οι πρώτες γραπτές αναφορές στις επιστημονικές αναζητήσεις ανάγονται στον Αριστοτέλη. Στην “Μετεωρολογία” του περιέγραψε την αέναη εναλλαγή μεταξύ στεριάς και θάλασσας σαν ένα συμβάν σε ένα χρονικό διάστημα πολύ μεγαλύτερο από την ζωή του ανθρώπου, σε ένα τέτοιο εύρος που παρότι όλα εναλλάσσονται, δεν το αντιλαμβανόμαστε. Ουσιαστικά ο Αριστοτέλης εισήγαγε την έννοια του γεωλογικού χρόνου και της δυναμικής των γεωλογικών διεργασιών. Στα “Περί Λίθων” του Θεόφραστου, του αρχαιότερου βιβλίου ορυκτολογίας, περιγράφονται 60 μη μεταλλικά ορυκτά, οι ιδιότητές τους, η καταγωγή, η χρήση τους καθώς και η μυθική προέλευση τους.

Πέραν όμως των σημαντικών αυτών αναφορών λείπουν οι χάρτες γεωεπιστημονικής θεματολογίας στους κλασσικούς. Ενώ ο πρώτος χάρτης της ανθρωπότητας θεωρείται ένα κομμάτι αργίλου που παριστάνει μια ιδιοκτησία στην Βαβυλώνα (Robinson et al, 1978) ο πρώτος χάρτης γεωεπιστημονικής θεματολογίας θεωρείται ο Πάπυρος του Τορίνο. Είναι ένας αρχαίος αιγυπτιακός χάρτης, ο οποίος θεωρείται ο πιο σημαντικός τοπογραφικός χάρτης που προέρχεται από την περίοδο γύρω στο 1160 π.Χ.. Βρέθηκε το 1824 στο el Deir-Medina στις Θήβες από τον Bernardino Drovetti, ο οποίος εργαζόταν ως ανθύπατος του Ναπολέοντα στην Αίγυπτο. Ο χάρτης εκτίθεται στο Αιγυπτιακό Μουσείο του Τορίνο. Ο χάρτης δείχνει ένα τμήμα 15 χιλιομέτρων του Wadi Hammamat, μιας ξερής ποτάμιας κοίτης στην περιοχή της Ανατολικής Ερήμου της Αιγύπτου, που αποτελούσε μια σημαντική εξορυκτική περιοχή της κοιλάδας του Νείλου, της συμβολής της με τις κοίτες Wadi Atalla και El-Sid, τους γύρο λόφους, ένα λατομείο αδρανών υλικών, ένα ορυχείο χρυσού και τον οικισμό της Bir Umm Fawakhir. Στον χάρτη πολυάριθμες είναι επίσης οι παρατηρήσεις αναφορικά με τις εικόνες που σχετίζονται με τους στόχους του ταξιδιού του Ραμσή IV, τις αποστάσεις μεταξύ του λατομείου και του μεταλλείου, των εμφανίσεων χρυσού στους γύρο λόφους και των θέσεων των όγκων αδρανών του λατομικού χώρου. Ο ανωτέρω χάρτης είναι προσανατολισμένος προς το νότο προς την κατεύθυνση της πηγής του Νείλου. Δεν αποτελεί μόνο έναν λεπτομερή τοπογραφικό χάρτη αλλά σε συνδυασμό και τον παλαιότερο γνωστό γεωλογικό χάρτη, διότι με διάφορες αποχρώσεις αποδίδει διαφορετικά είδη κοιτασμάτων (αδρανών υλικών και χρυσού), και διαφορετικά είδη χαλικιών που προέρχονται από διαφορετικά είδη πετρωμάτων στις ξερές κοίτες των ρεμάτων καθώς επίσης εμπεριέχει πληροφορίες σχετικές με την ανάκτηση των αδρανών υλικών και του χρυσού [1].

Ξεκινώντας από την ύπαρξη αυτού του χάρτη θεωρείται σχεδόν βέβαιο ότι έχει δοκιμαστεί ήδη από την αρχαιότητα να αποδοθεί χαρτογραφικά ο συσχετισμός γεωλογικών δεδομένων, δυστυχώς όμως δεν έχουν διασωθεί τέτοια παραδείγματα. Στην Ευρώπη εμ-



Χάρτης 1. Ο Πάπυρος του Τορίνο που θεωρείται ο παλαιότερος γεωλογικός χάρτης της ανθρωπότητας (Harrel & Brown, 1992).



Χάρτης 2.
Ο πρώτος εποπτικός γεωλογικός χάρτης της Αγγλίας που δημοσιεύτηκε το 1815 από τον William Smith [2].

φανίζονται οι πρώτες χαρτογραφικές απεικονίσεις γεωλογικών δεδομένων που προσομοιάζουν και προσεγγίζουν τις σημερινές στα τέλη του 17^{ου} αιώνα. Η μετάβαση από τους χάρτες περιοχών εξόρυξης σε γεωλογικούς χάρτη είναι ομαλή. Ως εκ τούτου είναι λογικό ότι οι πρώτοι γεωλογικοί χάρτες προέρχονταν και δημιουργήθηκαν κυρίως σε περιοχές εξόρυξης μεταλλευμάτων, αρχικά στην Γαλλία και στην συνέχεια σε περιοχές της Αγγλίας, λίγο αργότερα στην Ελβετία, τη Γερμανία και την Αυστρία. Γεωλογικοί χάρτες με στην σύγχρονη έννοια είναι γνωστοί από το 1640 περίπου στην Ευρώπη. Στον επόμενο πίνακα 1 παρατίθενται ορισμένα παραδείγματα τέτοιων χαρτών [2].

Στις αρχές του 19ου αιώνα άρχισε στη Αγγλία η πρώτη συστηματική γεωλογική χαρτογράφηση (Χάρτης 2), η οποία έφτασε στο αποκορύφωμά της στο τέλος του αιώνα. Την ίδια περίπου εποχή ξεκίνησε επίσης σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες και στη Βόρεια Αμερική, η συστηματική παραγωγή θεματικών γεωλογικών χαρτών μέρος των οποίων χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα. Οι πρώτες αυτές συστηματικές χαρτογραφήσεις στην Ευρώπη συνδέονται με τον αιώνα των μεγάλων αντιπαραθέσεων σε επιστημονικό πεδίο, από όπου γεννήθηκαν και εξελίχθηκαν τελικά οι πρώτες θεωρίες που άμεσα σχετίζονται με την δημιουργία και εξέλιξη τμημάτων του πλανήτη: Οι δύο κυρίαρχες θεωρίες που επιβίωσαν την αλλαγή του 18^{ου} αιώνα και δημιούργησαν φανατικούς οπαδούς - ερευνητές ήταν οι

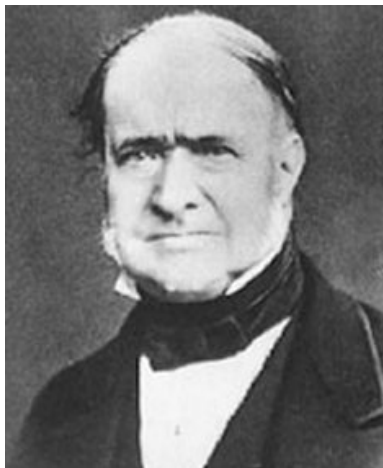
Πίνακας 1. Παραδείγματα αναφορών για δημιουργία στον ευρωπαϊκό χώρων των πρώτων γεωλογικών χαρτών [2]

<i>Jahr</i>	<i>Autor</i>	<i>Titel</i>	<i>Besonderheiten</i>
1644	Lois Coulon	<i>Les revières de la France ou description géographique et historique du cours et débordements des fleuves et rivières, des fontaines, lacs et étangs qui arrosent les provinces de la France, Paris</i>	Karte mit Symbolen für Mineralien, Gesteine und Erze
1743	Christopher Packe	<i>A New Philosophical-Chorographical Chart of East Kent</i>	spezielle Signaturen und Linien für geologische Aufschlüsse und Beobachtungen
ungefähr 1750	Strangways		Abriss der Geologie von Russland mit einer geologischen Karte von Russland
1752	Jean-Etienne Guettard	<i>Carte minéralogique où l'on voit la nature des terrains du Canada et de la Louisiane</i>	Nach den Berichten französischer Offiziere zusammengestellt
1761 oder 1762	Georg Christian Füchsel	<i>Historia terrae et maris ex historia Thuringiae pernotium descriptionem erecta</i>	Zeichen, Buchstaben und Zahlen für geologische Aufschlüsse und Beobachtungen, erste gedruckte geologische Karte
1768	Christian Hieronymus Lommer		Älteste geologische Karte im Bereich des Landes Sachsen

θεωρίες του Πλουτωνισμού (από τον θεό του κάτω κόσμου Πλούτωνα) και του Νεπτονισμού - Ποσειδωνισμού (από τον θεό των θαλασσών Ποσειδώνα, λατινικά Neptunus). Οι διαμάχες μεταξύ πλουτωνιστών και ποσειδωνιστών σχετικά με την “διαμάχη του βασάλτη” (Basaltsteit) κράτησαν 40 περίπου χρόνια (1790 - 1830) και οδήγησαν στην δημιουργία και εδραίωση την επιστήμης της Γεωλογίας. Οι δύο αυτές, ακραίες για την εποχή τους, θεωρίες σήμερα αλληλοσυμπληρώνονται.

Ταυτόχρονα με την διαμάχη για το ποια πετρώματα δομούν την Γη και πως αυτά σχηματίζονται, μια άλλη επιστημονική διαμάχη εξελισσόταν παράλληλα: ο τρόπος προσέγγισης των γεωλογικών διεργασιών και φαινομένων. Και σε αυτό το πεδίο υπήρξαν διαφορετικές προσεγγίσεις, δύο αντιφατικές θεωρίες του καταστροφισμού και του ακτουαλισμού (ή ομοιομορφισμού). Σύμφωνα με τη θεωρία του καταστροφισμού, της οποίας θεμελιωτής θεωρείται ο γάλλος φυσιοδίφης George de Cuvier (1769 – 1832), το ανάγλυφο της γης διαμορφώθηκε κατά τη διάρκεια μιας μεγάλης καταστροφής που συμπεριλάμβανε ένα κατακλυσμό και πολλούς σεισμούς, μεγάλες κατολισθήσεις, πλημμύρες κτλ. και της οποίας τα αίτια δεν προσδιορίζονταν. Μεγάλοι σεισμοί διάνοιξαν χαράδρες οι οποίες στη συνέχεια με την έντονη διάβρωση που προκλήθηκε από τα ορμητικά νερά των πλημμυρισμένων ποταμών μετατράπηκαν σε ώριμες κοιλάδες. Στο τέλος των πλημμύρων αποτέθηκαν παχιές ιζηματογενείς σειρές με τα υπολείμματα των οργανισμών που θανατώθηκαν, ενταφιάστηκαν και μετατράπηκαν στη συνέχεια σε απολιθώματα, η οργανική προέλευση των οποίων δεν αμφισβητούνταν πλέον κατά την περίοδο αυτή.

Τον 19^ο αιώνα ο Γάλλος γεωλόγος Élie de Beaumont (Εικ. 1) στην αναζήτηση κανόνων για την ερμηνεία της δημιουργίας των οροσειρών διατύπωσε την θεωρία της συμμετρικής τομής του Γήινου Φλοιού ότι όλες οι αλυσίδες ορέων που εμφανίζονται σε μεγίστους κύκλους (που διατρέχουν τον πλανήτη από βορρά προς νότο) θα πρέπει να έχουν σχηματιστεί ταυτόχρονα σε διακριτά μεταξύ τους “επεισόδια”. Επιπλέον θεώρησε ότι μια σχέση συμμετρίας μεταξύ των μεγίστων αυτών κύκλων και των αντίστοιχων οροσειρών κατά αντιστοιχία της κανονικότητας και της συμμετρίας που υπάρχει στο “κρυσταλλικό



Εικόνα 1. Ο γεωλόγος Élie de Beaumont και η αναπαράσταση του γήινου φλοιού υπό μορφή “πενταγωνικού δωδεκάεδρου”.

πλέγμα” των ορυκτών. Με άλλα λόγια θεώρησε ότι η Γη θα μπορούσε να αποτελεί ένα τεράστιο κρυσταλλικό σώμα. Και το γήινο ανάγλυφο πίστευε πως είχε σχήμα κρυστάλλου “πενταγωνικού δωδεκάεδρου”. Έτσι για το Γάλλο Beaumont όλες οι παράλληλες οροσειρές είχαν ίδια ηλικία μεταξύ τους διότι αποτελούσαν “*παράλληλες κρυσταλλικές επιφάνειες*”.

Η θεωρία αυτή αν και αρχικά βρήκε υποστηρικτές (Ο γεωλόγος Élie de Beaumont ήταν ένας από τους μεγαλύτερους σε αντιλήψεις και οργάνωση επιστήμονας της εποχής του. Το 1840 μεταξύ των άλλων, υπό την εποπτεία του εκδόθηκε ο λεπτομερής γεωλογικός χάρτης της Γαλλίας σε κλίμακα 1:500.000) ποτέ δεν επιβεβαιώθηκε, διότι τα διάφορα μέρη του φλοιού έχουν διαφορετικής ηλικίας πετρώματα και γενικά η Γη δείχνει μία πολική και μία επίσης ισημερινή ασυμμετρία, πράγματα που δεν συμβιβάζονται με τις επιφάνειες ενός κρυστάλλου.

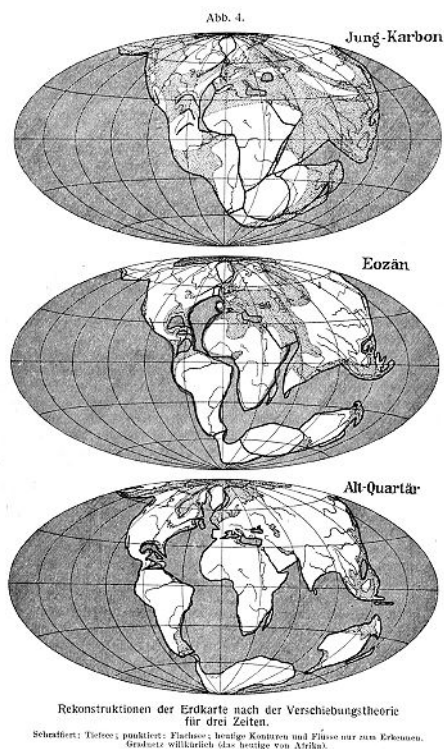
Αν και δεν υπάρχει στην ιστορία της Γεωλογίας ποιο ξεπερασμένη θεωρία από αυτήν παρ’ όλα αυτά συγκεκριμένα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της εμφάνισης των αλυσίδων ορέων θα μπορούσαν να ερμηνευθούν. Ποιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με την επίκαιρη Θεωρία των Λιθοσφαιρικών Πλακών και τα όρια των πλακών που αποκλίνουν σχηματίζοντας τις μεσοωκεάνειες ράχες, αλλά και οι παράλληλες οροσειρές που σχηματίζονται στο άλλο άκρο των ιδίων πλακών που συγκλίνουν υποβυθιζόμενες, δημιουργώντας ορογενετικά συστήματα, βρίσκονται πάνω σε “μέγιστους κύκλους” που διατρέχουν την επιφάνεια του πλανήτη από άκρη σε άκρη. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελούν οι μεσοωκεάνειες ράχες στο μέσον του Ειρηνικού και οι παράλληλες προς αυτές οροσειρές των δυτικών ακτών της Βορείου και Νοτίου Αμερικής. Εκτός των ανωτέρω οι αρχικές θέσεις της ύπαρξης των διαφόρων και ξέχωρων “επεισοδίων” θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως χρονικά σημεία αναφοράς για να υποδιαιρεθεί, σε πλανητική κλίμακα, η γεωλογική ιστορία και εξέλιξη της Γης. Επιπρόσθετα η εξαιρετικά σημαντική ερμηνεία των ασυμφωνιών (μόνο των γωνιωδών!) θα γίνει ο ακρογωνιαίος λίθος των θεωριών για την ερμηνεία τεκτονικών διεργασιών του φλοιού της Γης των Kober, Stille και άλλων ερευνητών στο πρώτο μισό του 20ου αιώνα [3].

Μια άλλη θεώρηση που ξεκίνησε από την αντίληψη του Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) ότι η Γη αρχικά θα πρέπει να ήταν επίπεδη για να την μορφοποιήσει το χέρι του Θεού, άρχισε να κερδίζει έδαφος. Σύμφωνα και με τον Αυστριακό Γεωλόγο Eduard Suess (Durand & Seidl, 2007) η Γη χάνει διαρκώς θερμότητα άμεσα ή έμμεσα, δηλαδή ελαχιστοποιείται σταθερά το αρχικά εγκλωβισμένο ποσοστό της γηγενούς θερμότητας. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας θεωρήθηκε η “ψύξη” του στερεού φλοιού (σε σχέση με τις μεγάλες ποσότητες θερμότητας που εγκλωβίστηκαν στο εσωτερικό της Γης και έχουν οδηγήσει σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες) που είχε σαν αποτέλεσμα την μείωση του όγκου του φλοιού και τελικά την συρρίκνωση του. Η διαδικασία της συρρίκνωσης θεωρήθηκε “ορογενετική”, και εδραιώθηκε με πολλά παραδείγματα από όλη τη Γη: Το περίβλημα της γης συρρικνώνεται και σπάει σε τεμάχια, μεταξύ των οποίων σχηματίζονται αδύνατες ζώνες που στη συνέχεια συμπιέζονται και πτυχώνονται όπως αυτό συμβαίνει μεταξύ των στελεχών μιας τανάλιας. Ο Suess όντας οπαδός της θεωρίας των γεωσυγκλίσεων ερευνώντας τις Άλπεις οδηγείται στο συμπέρασμα ότι οι ωκεανοί είναι νεώτερες δομές στην επιφάνεια της Γης και με δεδομένα της εποχής τεκμηριώνει το 1893 την άποψη της ύπαρξης του ωκεανού της Τυθής στην περιοχή της σημερινής Μεσογείου. Κύριο χαρακτηριστικό της θεωρίας της συρρικνώσεως ήταν η παραδοχή της σταθερότητας των

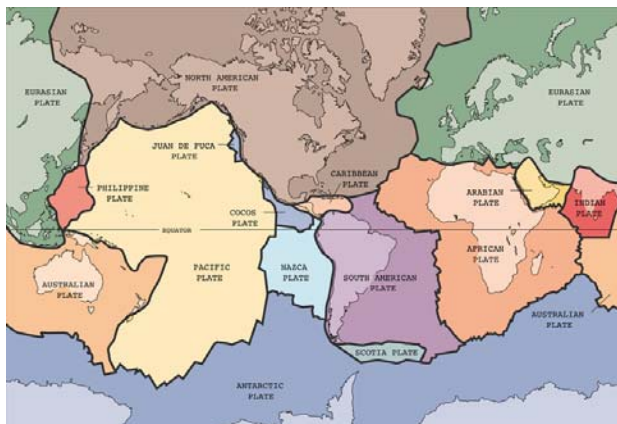
ηπείρων όπου γίνονταν δεκτό ότι οι πλευρικές κινήσεις ήταν σύνοδες των κυρίων κατακόρυφων κινήσεων. Ωστόσο διακρίθηκαν περιοχές που ήταν πιο σταθερές, οι κρατώνες, από πιο ευκίνητες περιοχές, τα γεωσύγκλινα. Οι δύο βασικοί υποστηρικτές της υπόθεσης των γεωσυσγκλίνων James Dana (1813-1895) και James Hall (1811-1898) δέχονταν ότι οι μεγάλες οροσειρές της γης προέκυψαν από τις κατακόρυφες κινήσεις (ανύψωση) των περιοχών στις θέσεις των γεωσυσγκλίνων μεταξύ των κρατώνων. Ένα γεωσύγκλινο ήταν μια στενή και επιμήκης λεκάνη που για ένα μικρό σχετικά χρονικό διάστημα γέμιζε με ιζήματα πολύ παχύτερα από ότι αυτά των γειτονικών κρατωνικών περιοχών. Το κεντρικό τμήμα της λεκάνης αυτής το ευγεωσύγκλινο δομούνταν από μεγάλου πάχους αποθέσεις βαθιάς θάλασσας (έως και 10 χιλ.) καθώς και βασικής συστάσεως ηφαιστειακές διεισδύσεις ενώ το περιθωριακό τμήμα της το μειογεωσύγκλινο δομούνταν από λεπτότερες αποθέσεις ρηχής θάλασσας [4].

Είχε λοιπόν προετοιμαστεί ο δρόμος για τον Βερολινέζο μετεωρολόγο Alfred Wegener (1880 - 1930) ο οποίος με το σύγγραμμα του “Die Entstehung der Kontinente und Ozeane”, υποστήριξε την “θεωρία της μετατόπισης των ηπείρων” σύμφωνα με την οποία όλες οι ήπειροι ήταν αρχικά ενωμένες σε μια ήπειρο την Παγγαία η οποία τεμαχίστηκε με αποτέλεσμα να σχηματιστούν οι σημερινοί ήπειροι με το γνωστό τους σχήμα. Στη συνέχεια οι ήπειροι απομακρύνθηκαν μεταξύ τους με αποτέλεσμα να σχηματιστούν οι σημερινοί ωκεανοί (Χάρτης 3).

Σαράντα χρόνια αργότερα όταν η θεωρία της μετατόπισης των ηπείρων μετά από μακρόχρονη αμφισβήτηση ξαναήλθε στο προσκήνιο τροποποιημένη με το όνομα τεκτονική των λιθοσφαιρικών πλακών κανένας δεν ασχολήθηκε με το δυναμικό μέρος της νέας θεωρίας, το οποίο ακόμη και σήμερα παραμένει προβληματικό. Αν η θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών έφερε μια επανάσταση στις γεωλογικές επιστήμες, όπως συχνά αναφέρεται στα διδακτικά συγγράμματα, τότε ο Wegener σίγουρα ήταν ένας επαναστάτης πολύ πριν ικανοποιηθούν οι αναγκαίες συνθήκες για την απότομη αλλαγή που έγινε αργότερα στην επιστήμη της Γεωλογίας. Οι συνθήκες αυτές ικανοποιήθηκαν αμέσως μετά τον Β' Παγκόσμιο πόλεμο, όταν με την βοήθεια ηχοβολιστών, radar και το νέο ωκεανογραφικό σκάφος Clomar Chelenger διερευνήθηκε και αποτυπώθηκε σε χάρτες ο πυθμένας των ωκεανών. Μέσα σε δέκα μόνο χρόνια (1960-1970) σεισμολόγοι διαπιστώνουν ότι ο ωκεάνιος φλοιός είναι πολύ λεπτός (5 χιλ. περίπου) και ότι αυτός καταβυθίζεται κατά μήκος



Χάρτης 3. Παλαιογεωγραφική εξέλιξη του φλοιού της Γης κατά Wegener [5]



Χάρτης 4. Όρια των τεκτονικών πλακών στην γήινη επιφάνεια [6]

όλων σχεδόν των ακτών του Ειρηνικού ωκεανού προς τις ηπείρους γύρω από αυτόν. Συγχρόνως με την βοήθεια του παλαιού - μαγνητισμού, τα στοιχεία των οποίων αποτυπώθηκαν σε θεματικούς χάρτες διαφόρου κλίμακας, διαπιστώνεται ότι ο ωκεάνιος φλοιός είναι πολύ νέος και απλός στην δομή του, καθώς και ότι οι ήπειροι έχουν διαφορετικές διαδρομές πόλων που σημαίνει ότι οι αυτοί κινούνται μεταξύ τους. Όπως με τις σεισμικές και μαγνητικές διασκοπήσεις έτσι και με τις βαρυτομετρικές και ηλεκτρικές διασκοπήσεις μελετήθηκαν σε έκταση και σε βάθος της γης οι φυσικές ιδιότητες των στρωμάτων ώστε να περιγραφούν μεγαλοδομές όπως νησιωτικά τόξα, μεσοωκεάνιες ράχες κτλ. Τα νέα επιτεύγματα καταστρέφουν τη θεωρία των συρρικνώσεων και ανοίγουν μια νέα εποχή μελετών όπου κάθε γεωλογικό φαινόμενο διερευνάται ανάλογα με την θέση που έχει σε σχέση με την λιθοσφαιρική πλάκα στην οποία εξελίσσεται.

Συμπερασματικά μπορεί κανείς να διακρίνει στη Ιστορία της Γεωλογίας δύο επαναστατικές περιόδους: α) Την εδραίωση της θεωρίας των συρρικνώσεων στο διάστημα 1825-1850, ως αποτέλεσμα της συσσώρευσης στρωματογραφικών και των πρώτων τεκτονικών στοιχείων από όλη τη Γη. β) Την καθιέρωση της θεωρίας των λιθοσφαιρικών πλακών στο διάστημα 1960-1970, κυρίως ως αποτέλεσμα της συλλογής νέων στοιχείων με την χρησιμοποίηση της νέας τεχνολογίας των γεωφυσικών διασκοπήσεων. Στο διάστημα αυτό η κύρια τεκμηρίωση των απόψεων δόθηκε με θεματικούς γεωλογικούς χάρτες. Στη πορεία αυτή της γεωλογικής γνώσης αποβλήθηκε η στατική χάριν της κινητικής αντίληψης. Η Γεωλογία όπως κάθε επιστήμη εξελίχθηκε από ένα ανώριμο προς ένα ωριμότερο στάδιο, που χαρακτηρίζεται από μεγάλες και ήσυχες περιόδους συλλογής στοιχείων και συνδυασμού που διαχωρίζονται από επαναστατικές περιόδους ραγδαίας ανάπτυξης.

3. Η αποτύπωση της πορείας των γεωλογικών ερευνών στον Ελληνικό χώρο σε χάρτες

Παρ' όλη την συμμετοχή πολλών ξένων ερευνητών η συστηματική επιστημονική γεωλογική έρευνα της πατρίδας μας καθυστέρησε σε σχέση με τις άλλες Ευρωπαϊκές χώρες.

Θα μπορούσε να ισχυριστεί κανείς ότι όταν η βασική γεωλογική χαρτογράφηση των χωρών αυτών τέλειωνε, στην Ελλάδα μόλις άρχιζε επίσημα από το ελληνικό Κράτος, γιατί όπως θα παρατεθεί στην συνέχεια ορισμένα τμήματα της Ελλάδας είχαν μελετηθεί και χαρτογραφηθεί από ξένους, ήδη στις αρχές του προηγούμενου αιώνα. Ο Μαριολάκος (1993) διαιρεί το ιστορικό των γεωλογικών ερευνών στον ελλαδικό χώρο σε τέσσερεις περιόδους: 19ος αιώνας, τέλος 19ου αιώνα μέχρι τον 2ον Παγκόσμιο πόλεμο, από τον 2ον Παγκόσμιο πόλεμο μέχρι το 1970, 1970 έως 1990.

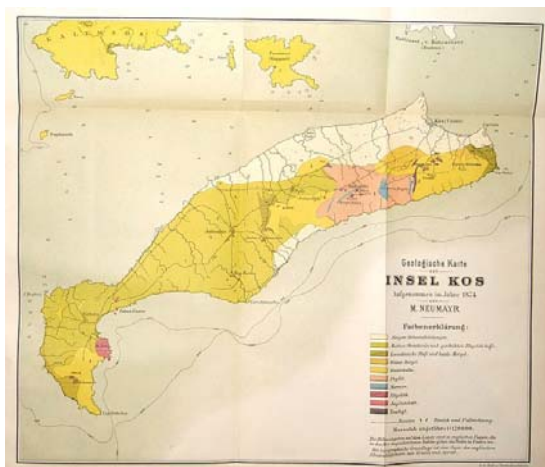
Οι απόψεις και η συνολική προσέγγιση των γεωλογικών θεμάτων ακολουθούσαν ή κατέρριπταν τις κρατούσες αντιλήψεις εναρμονισμένες με τις επικρατούσες θεωρίες προσέγγισης. Ενώ για το ελληνικό χώρο υπήρχαν αρκετές δημοσιεύσεις που θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως εντελώς γενικού, πληροφοριακού και φυσικογεωγραφικού περιεχομένου ταξιδιωτικές εντυπώσεις, η πρώτη καθαρά γεωλογικού περιεχομένου εργασία θεωρείται η τρίτομη εργασία του Α.Μ. Heron de Villefosse “De la richesse minerale de la Grece” (1819), στην οποία σχολιάζεται ο τότε γνωστός ορυκτός πλούτος του ελλαδικού χώρου.

Με την δημιουργία του νεοσύστατου ελληνικού κράτους προσκλήθηκε από τον πρώτο πρωθυπουργό μας μια Γαλλική ομάδα που είναι γνωστή ως “Επιστημονική Αποστολή του Μορέως” (Expedition Scientifique de Morree) που εργάστηκε στην Ελλάδα το διάστημα 1829-1830 και δημοσίευσαν τα αποτελέσματά τους το 1833. Η πρώτη αυτή ερευνητική ομάδα που ασχολήθηκε εκτός από την γεωλογία της Πελοποννήσου με την γεωλογία των Κυκλάδων και των Σποράδων, διέκρινε μεταμορφωμένους σχηματισμούς, μια ακολουθία μεσοζωικών σχηματισμών και ασύμφωνα τοποθετημένους πάνω στους προηγούμενους, τριτογενούς ηλικίας σχηματισμούς.

Κατά τα έτη 1836 – 1837 γάλλοι επιστήμονες επισκέπτονται την Ήπειρο και την Θεσσαλία στα πλαίσια ενός ευρύτερου ταξιδιού το Ευρωπαϊκό τμήμα της Οθωμανικής Αυτοκρατορίας και δημοσιεύουν αρκετές εργασίες.

Κατά τα έτη 1876-1878 αποστολή της Ακαδημίας της Βιέννης επισκέφθηκε την ηπειρωτική Ελλάδα και αρκετά νησιά μέχρι τον Ελλήσποντο. Από αυτούς ο Αυστριακός Παλαιοντολόγος (και γαμπρός, του επίσης Αυστριακού Γεωλόγου Eduard Suess) M. Neumayr, σε μια σύνθεση των εργασιών της αυστριακής αυτής αποστολής προσπάθησε να δώσει μια πρώτη σύνθεση της δομής του ελληνικού χώρου. Όλοι οι σχηματισμοί κατ’ αυτούς θεωρήθηκαν εσφαλμένα ότι μεταμορφώθηκαν κατά το Κρητιδικό πριν δηλαδή 80-65 εκατομμύρια χρόνια. Η άποψη ακριβώς αυτή περί της κρητιδικής ηλικίας της μεταμόρφωσης στην ευρύτερη περιοχή του Ολύμπου ώθησε την Ακαδημία του Βερολίνου να τους συγκρίνει με τους μεταμορφωμένους σχηματισμούς της Αττικής. Αποτέλεσμα της συγκριτικής αυτής έρευνας ήταν να δημοσιευτεί ένας εξαιρετικός γεωλογικός χάρτης της Αττικής.

Το τέλος του 19ου και η αρχή του 20ού αιώνα είναι η απαρχή μιας νέας εποχής για τη γεωλογική διερεύνηση της χώρας μας. Αυτή συμπίπτει με την εμφάνιση στο προσκήνιο της γεωλογικής έρευνας του ελλαδικού χώρου δύο μεγάλων φυσιογνωμιών της γεωλογικής επιστήμης: του Α. PHILIPPSON που μελέτησε: κατά τα έτη 1887-1889 την Πελοπόννησο, το 1890 την Κεντρική Ελλάδα, το 1893 τη Ζάκυνθο και τμήματα της Ηπείρου και της Θεσσαλίας και το 1896 διάφορα νησιά του Αιγαίου, και του RENZ που ήλθε το 1902 για πρώτη φορά στην Κέρκυρα και άρχισε τις έρευνες του, τις οποίες συνέχισε επί 50 ολόκληρα χρόνια.

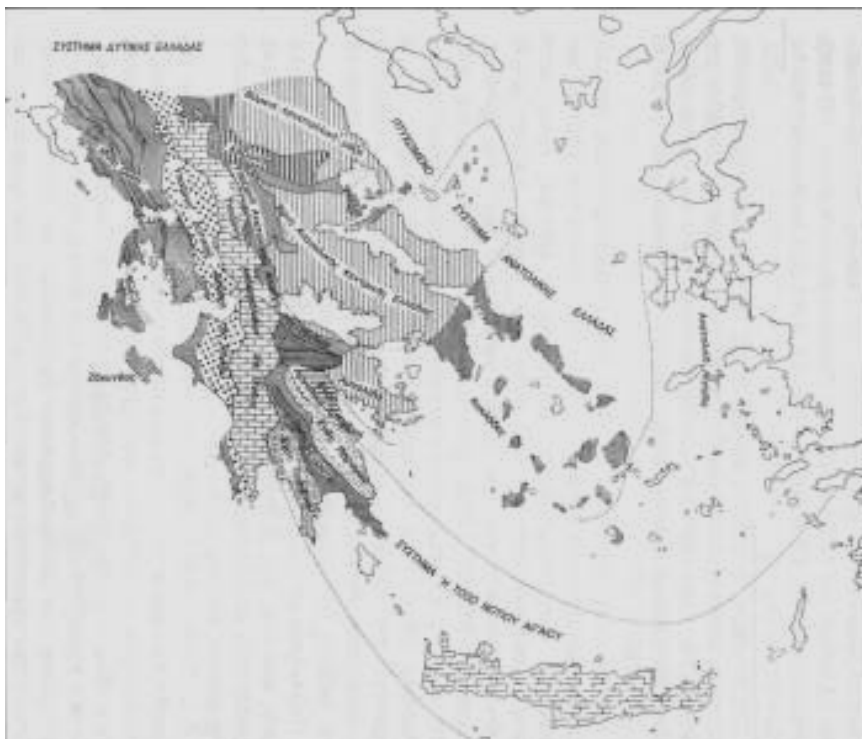


Χάρτης 5a,b. Γεωλογικοί χάρτες των νήσων Κω και Χίου που χαρτογραφήθηκαν από αυστριακούς κατά την πρώτη περίοδο ερευνών [6]

Ο Phillipson έθεσε τις βάσεις για τη γνώση της στρωματογραφίας και της τεκτονικής δομής της Πελοποννήσου και γενικότερα του ελλαδικού χώρου. Αυτό όμως δεν έγινε ούτε αυτόματα ούτε αυτονόητα αλλά προέκυψε σαν αποτέλεσμα σκληρής επιστημονικής προσπάθειας, η οποία έθετε ταυτόχρονα τις προϋποθέσεις για παραπέρα έρευνα και ταυτόχρονα για κριτική. Για να γίνει αυτό κατανοητό αλλά ταυτόχρονα για να κατανοήσει κανείς πόσο μεγάλες δυσκολίες υπήρχαν (και υπάρχουν) σχετικά με την “Γεωλογία μιας συγκεκριμένης περιοχής”, θα παρατεθούν σταδιακά και διαχρονικά οι διάφορες χαρτογραφικές απεικονίσεις που παράχθηκαν για μια συγκεκριμένη περιοχή π.χ. για ένα τμήμα της Νοτιοδυτικής Ελλάδας.

Κατά τα έτη 1891-1892 ο Philippson δημοσίευσε τη σπουδαία εργασία του “Der Peloponnes”, που συνοδεύεται και από γεωλογικό χάρτη, κλίμακας 1:300.000, και αργότερα και πολλές άλλες πολύ σημαντικές εργασίες, μεταξύ των οποίων την “La tectonique de l’ Egeide” (1898), στην οποία ο ερευνητής συνθέτει τις στρωματογραφικές και τεκτονικές παρατηρήσεις του και διακρίνει τον ελλαδικό χώρο, που ονομάστηκε από το ίδιο Αιγηίδα (λέγεται και Αιγαίδα), σε τρία συστήματα σχηματισμών. Το σημαντικότερο στοιχείο του γεωλογικού αυτού έργου βρίσκεται στο γεγονός ότι για τις διάφορες ζώνες που διέκρινε όρισε και αποτύπωσε, δε βασίστηκε μόνο σε στρωματογραφικά στοιχεία αλλά και σε τεκτονικά, με άλλα λόγια, προκαθόρισε την έννοια των γεωτεκτονικών ζωνών, έναν όρο που οριστικοποιήθηκε 60 χρόνια αργότερα και ταυτόχρονα έδωσε τον πρώτο τεκτονικό χάρτη του ελλαδικού χώρου.

Ο δεύτερος μεγάλος ερευνητής της περιόδου αυτής, ο C. RENZ, συνέβαλε θεμελιακά στην παλαιοντολογική, στρωματογραφική και τεκτονική διερεύνηση της χώρας μας και ιδιαίτερα της Ηπειρωτικής Ελλάδας και των Ιόνιων νησιών. Δημοσίευσε πάνω από 200 πρωτότυπες εργασίες στρωματογραφικού αλλά και τεκτονικού περιεχομένου και είναι ο ερευνητής της γεωλογίας της Ελλάδας που δεσπόζει κατά το πρώτο ήμισυ του 20ού αιώνα. Ο Renz εξέδωσε, με μορφή μονογραφίας “Die Tektonik der griechischen Gebirge”, όλα τα συμπεράσματα του έργου του μέχρι του έτους 1940, το οποίο συνοδεύεται και από τεκτονικό χάρτη του ελλαδικού χώρου). Στο χάρτη αυτόν ο ελλαδικός χώρος, από τα



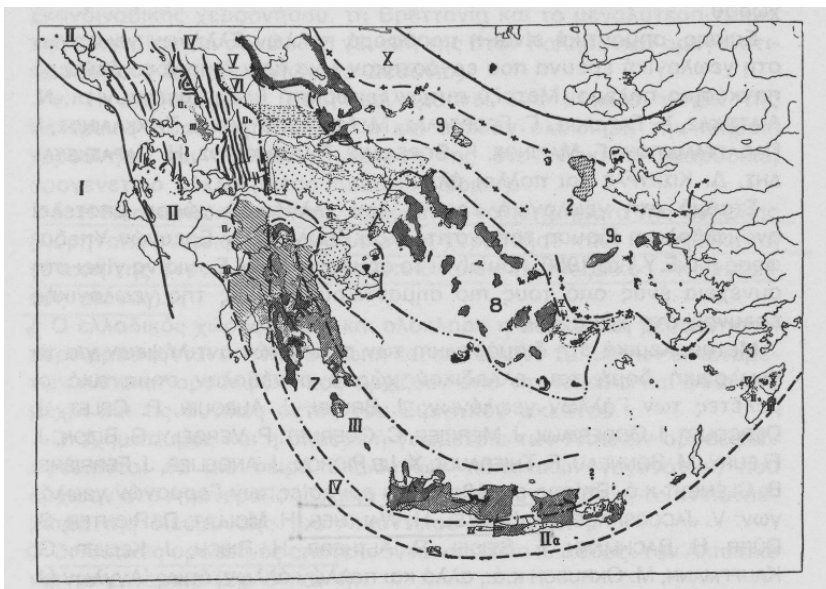
Χάρτης 6. Τεκτονικός χάρτης της Αιγίδος κατά Phillipson 1898

δυτικά προς τα ανατολικά, διακρίνεται στις παρακάτω γεωλογικές Ενότητες: 1) Ζώνη Παξών, 2) Ζώνη Αδριατικοϊόνια, 3) Σειρά Εθιάς, 4) Ζώνη Ανατολικού Αιτωλικού φλύσχη (φλύσχης Πίνδου), 5) Ζώνη Δυτικού Αιτωλικού Φλύσχη (Ιόνιος φλύσχη), 6) Σειρά Τρίπολης, 7) Ζώνη Ωλονού-Πίνδου, 8) Σειρά Παρνασσού-Γκιώνας, 9) Σειρά Ανατολικής Ελλάδας, 10) Μάζα Κεντρικής Πελοποννήσου-Κρήτης, 11) Μάζα Αττικοκυκλαδική, 12) Μάζα Πελαγονική, 13) Μάζα Λυδοκαρική και 14) Ζώνη Αξιού.

Παράλληλα με τους παραπάνω δύο κύριους θεμελιωτές της γεωλογικής έρευνας της χώρας μας, του PHILIPPSON και του RENZ, εργάστηκαν και άλλοι ερευνητές, των οποίων το έργο όχι μόνο παραμένει αξιόλογο αλλά συνεχίζει μέχρι και σήμερα να αναφέρεται. Μεταξύ αυτών είναι:

Ο CAYEUX (1903, 1904) που διαπίστωσε στην Πελοπόννησο την ύπαρξη δύο ιζηματογενών σειρών σε τεκτονική μεταξύ τους σχέση, οι οποίες είναι: η, κατ' αυτόν αυτόχθονη σειρά της ζώνης της Τρίπολης και η πάνω σ' αυτήν επωθημένη σειρά της ζώνης της Πίνδου. Η μεγάλη του προσφορά όμως παραμένει η διαίρεση της Φυλλιτικής – Χαλαζιακής Σειράς στην Κρήτη και ο καθορισμός, με απολιθώματα που βρήκε, τριαδικής ηλικίας σε ένα μέρος των μεταμορφωμένων αυτών σχηματισμών που δομούν και εμφανίζονται σε ένα μεγάλο τμήμα της νήσου.

Κατά τη διάρκεια του πρώτου παγκοσμίου πολέμου (1914-18) διάφοροι Γάλλοι πολεμογεωλόγοι, όπως οι C. Arambourg, J. Bourcart, J. Piveteau μελέτησαν τις περιοχές της Μακεδονίας, ενώ Γερμανοί πολεμογεωλόγοι περιοχές βορειότερα. Ο F. Kossmat, δημο-



Χάρτης 7. Κατανομή ισοπικών ζωνών του ελλαδικού χώρου κατά Renz, 1940

Υπόμνημα: I: Ζώνη Παζών, II: Ζώνη Αδριατικοϊόνια, IIa: Σειρά Εθιάς, Ib: Ζώνη Ανατολικού Αιτωλικού φλύσχη, IIc: Ζώνη Δυτικού Αιτωλικού φλύσχη, III: Σειρά Τρίπολης, IV: Ζώνη Ωλονού-Πίνδου, V: Σειρά Παρνασσού-Γκιώνας, VI: Σειρά Ανατολικής Ελλάδας, 7: Μάζα Κεντρικής Πελοποννήσου-Κρήτης, 8: Μάζα Αττικοκυκλαδική, 9: Μάζα Πελαγονική, 9a Μάζα Λυδοκαρική, X: Ζώνη Αζιού ή Βαρδάρη.

σίευσε το 1924 τη μονογραφία “Geologie der zentralen Balkanhalbinsel”, (Γεωλογία της Κεντρικής Βαλκανικής Χερσονήσου) που αποτελεί ακόμη και σήμερα μια θεμελιώδη εργασία, στην οποία συγκέντρωσε τα αποτελέσματα των επιμέρους εργασιών των Γερμανών πολεμογεωλόγων.

Σημαντικό και αξιόλογο είναι επίσης το επιστημονικό έργο του KOBER (1929, 1931), που αναφέρεται στη γεωλογική δομή του ελλαδικού χώρου και κυρίως του τμήματος στο οποίο απαντώνται οι Εσωτερικές ζώνες.

Ο BLUMENTHAL (1931, 1933) έδωσε για πρώτη φορά, μια σειρά τεκτονικών τομών στη Βόρεια Πελοπόννησο και σημείωσε το επωθημένο κάλυμμα της ζώνης της Πίνδου πάνω στη ζώνη Γαβρόβου-Τρίπολης. Επίσης, παρατήρησε ότι το δυτικό τμήμα του επωθημένου καλύμματος της Πίνδου εμφανίζεται με μορφή λεπιών, σε αντίθεση με το ανατολικό που είναι λιγότερο πτυχωμένο, και διατύπωσε την άποψη ότι οι ρίζες του τεκτονικού καλύμματος της ζώνης Πίνδου πρέπει να αναζητηθούν στην περιοχή της Αργολικής πεδιάδας.

Ο OSSWALD (1938) μελέτησε το βορειοελλαδικό χώρο και έδωσε τον πρώτο γεωλογικό χάρτη της περιοχής αυτής, σε κλίμακα 1:300.000.

Ακόμη πρέπει να αναφερθεί ότι κατά το διάστημα πριν από το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο δύο Έλληνες γεωλόγοι δέσποζαν στον τομέα της γεωλογικής έρευνας. Αυτοί είναι οι Φ. ΝΕΓΡΗΣ και ο Κ. ΚΤΕΝΑΣ. Παρατηρητικοί και μεθοδικοί και με πολλές για την εποχή τους γνώσεις προσέφεραν πάρα πολλά στη διερεύνηση του ελλαδικού χώρου. Επίσης,

σημαντική είναι η προσφορά πολλών Ελλήνων γεωλόγων στη γεωλογική έρευνα που εργάστηκαν λίγο πριν ή μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο. Μεταξύ αυτών ξεχωριστή θέση κατέχουν οι: Ν. ΛΙΑΤΣΙΚΑΣ, Χ. ΓΑΡΙΚΑΣ, Γ. ΓΕΩΡΓΑΛΑΣ, Μ. ΜΗΤΣΟΠΟΥΛΟΣ, Ι. ΤΡΙΚΚΑΛΙΝΟΣ, Ι. ΠΑΠΑΣΤΑΜΑΤΙΟΥ, Γ. ΜΑΡΙΝΟΣ, Γ. ΒΟΡΕΑΔΗΣ, Π. ΚΟΚΚΟΡΟΣ, Η. ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΪΔΗΣ, Δ. ΚΙΣΚΥΡΑΣ και πολλοί άλλοι.

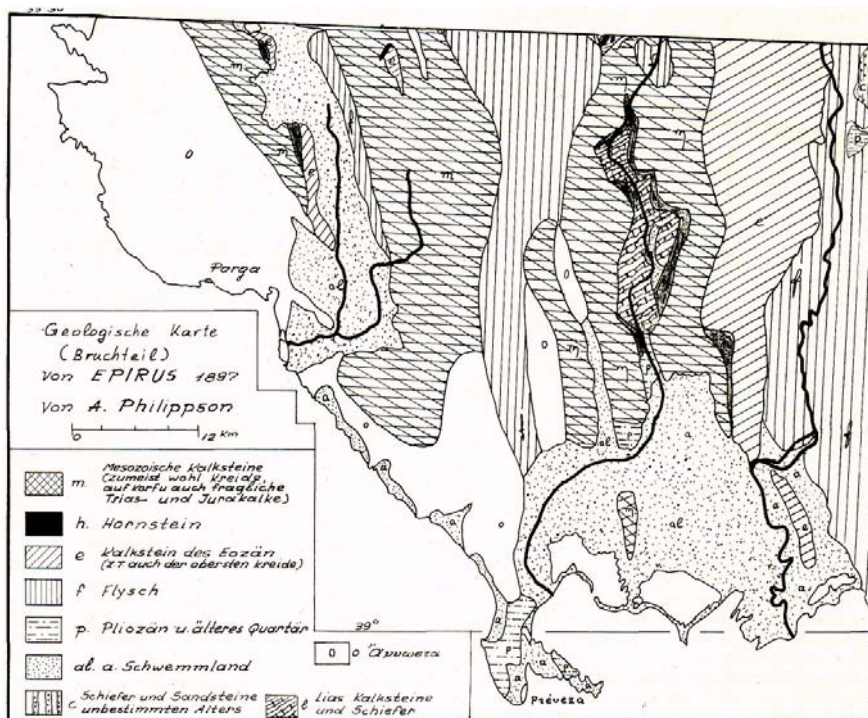
Είναι όμως γεγονός ότι, παρά τις αξιόλογες μεμονωμένες προσπάθειες των Ελλήνων κατά την περίοδο αυτήν, η ουσιαστική έρευνα της Γεωλογίας της Ελλάδας γινόταν από ξένους.

Στις ερευνητικές προσπάθειες για την Γεωλογία της Ελλάδας μπορεί να διακριθεί μια Τρίτη περίοδος από την λήξη του δευτέρου παγκοσμίου πολέμου μέχρι το 1970. Κατά τη διάρκεια του 2ου παγκοσμίου πολέμου και του εμφυλίου, κάθε ερευνητική προσπάθεια ουσιαστικά σταματάει και ξαναρχίζει δειλά στο τέλος της 10ετίας του 1940.

Η Γεωλογική Έρευνα από κρατικούς φορείς στην Ελλάδα, άρχισε ουσιαστικά στην δεκαετία του 1930, από τη Γεωλογική Υπηρεσία του Υπουργείου Εθνικής Οικονομίας. Από τότε και μέχρι το 1952 διάφοροι φορείς είχαν διαδοχικά την ευθύνη και την αρμοδιότητα της γεωλογικής έρευνας στην χώρα μας. Η δραστηριότητα τους όμως δεν είχε συστηματικό χαρακτήρα. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1950, ιδιαίτερος όμως κατά τη δεκαετία του 1960, οι έρευνες της Γαλλικής Σχολής με επικεφαλής τους J. Brunh και J. Aubouin δεσπόζουν, προσδιορίζοντας με μεγάλη λεπτομέρεια τα όρια των ισοπικών ζωνών, δίνοντας παράλληλα μεγάλη σημασία στην παλαιογεωγραφική τους εξέλιξη. Πάνω στην ανάλυση αυτή των Ελληνίδων Οροσειρών θεμελιώνεται ολόκληρη η θεωρία των συζητών γεωσυγκλίνων του Aubouin που στηρίζεται στις μέχρι τότε κλασσικές στατικές απόψεις εξέλιξης των γεωσυγκλίνων.

Η ίδρυση το 1951 της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας και του Ινστιτούτου Γεωλογίας και Ερευνών Υπεδάφους (ΙΓΕΥ) το 1952, αποτελούν σταθμό όχι μόνο στην γεωλογική έρευνα της πατρίδας μας και στην εξέλιξη των Γεωεπιστημών στη χώρα μας, αλλά και στην όλη οικονομική ανάπτυξη της Ελλάδας. Το Ινστιτούτο Γεωλογίας και Ερευνών Υπεδάφους (ΙΓΕΥ), ανέλαβε για πρώτη φορά τη συστηματική έρευνα, στους βασικούς κλάδους της γεωλογικής επιστήμης, σε ολόκληρη την Ελλάδα. Διαδόχους αυτού αποτέλεσαν το Εθνικό Ίδρυμα Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΕΘΙΓΜΕ) το 1972, και στη συνέχεια το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ) που ιδρύθηκε το 1976.

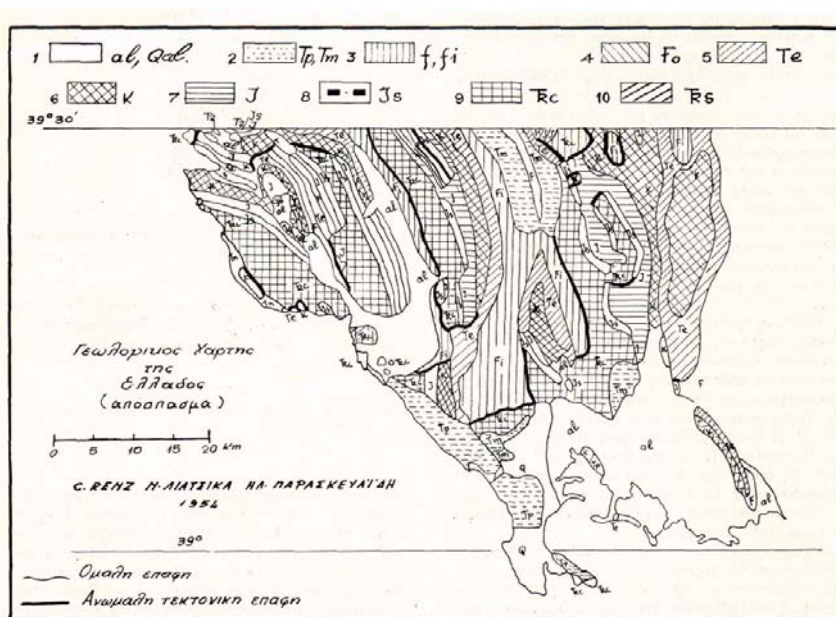
Η έναρξη της συστηματικής γεωλογικής χαρτογράφησης σε κλίμακα 1:50.000, η έκδοση του πρώτου φύλλου Πλατανιάς και στην συνέχεια δύο χρόνια αργότερα το 1954 η έκδοση του πρώτου γεωλογικού χάρτη της Ελλάδας σε κλίμακα 1:500.000 από τους Παρασκευαΐδη Η. και Λιάτσικα Ν. με την συνδρομή του Renz ουσιαστικά οριοθετεί την τρίτη περίοδο της γεωλογικής έρευνας στην Ελλάδα. Ο χάρτης αυτός δημιουργήθηκε από υπάρχοντες 115 γεωλογικούς χάρτες, τμηματικούς, των διαφόρων περιοχών του Ελλαδικού χώρου, σχέδια, περιγραφές, μελέτες χωρίς χάρτη σε επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια (Παρασκευαΐδης 1986). Παράδειγμα ενός τέτοιου χάρτη αποτελεί ο γεωλογικός χάρτης της Ηπείρου (Χάρτης 8) που δημοσιεύτηκε το 1897. Στον χάρτη αυτόν απεικονίζονται μεσοζωικός ασβεστόλιθος (m), Λιάσιος ασβεστόλιθος με σχιστόλιθο (l), σχιστοκερατόλιθο χωρίς ηλικία (c), κερατόλιθο απροσδιόριστο (h), ηωκαινικό και ανωκρητιδικό ασβεστόλιθο (e), φλύσχη (f), πλειόκαινο και παλαιά τεταρτογενή (p), προσχώσεις (a, al) και μια σχετικά μεγάλης έκτασης απροσδιόριστος σχηματισμός (o).



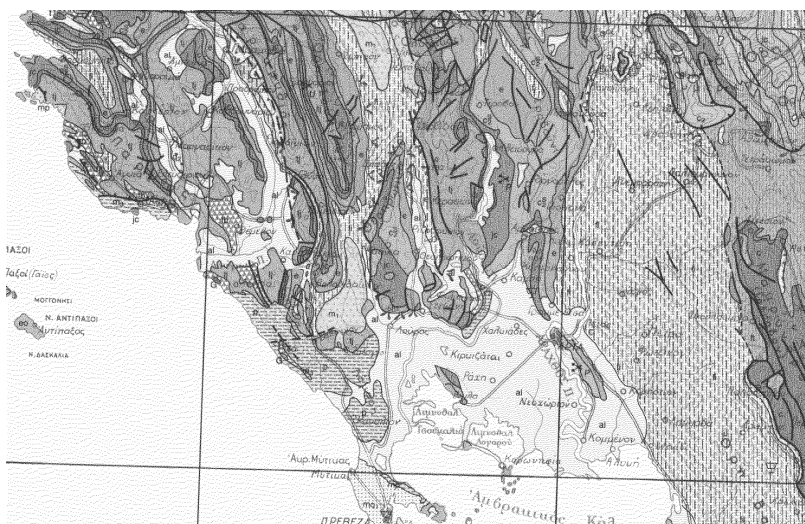
Χάρτης 8. Γεωλογικός χάρτης της Ηπείρου κατά Philippson 1897

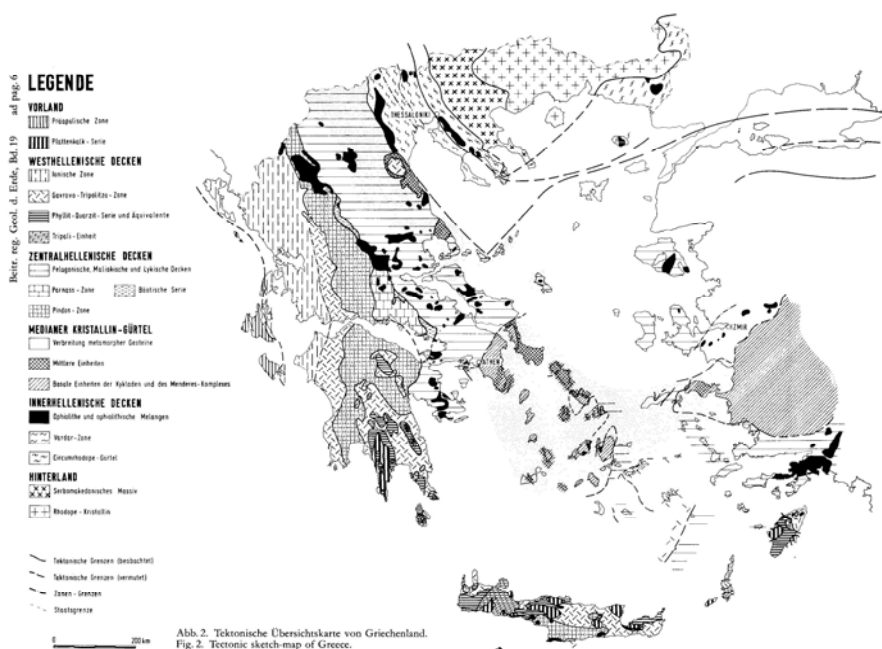
Σε σύγκριση με τον πρώτον αυτόν χάρτη το αντίστοιχο τμήμα της Ηπείρου δείχνει σημαντικές διαφορές συγκρινόμενο με τον πρώτο γεωλογικό χάρτη της Ελλάδος, που συνάχθηκε σε κλίμακα 1: 500.000 (Χάρτης 9). Στον νεότερο χάρτη εμφανίζεται τριαδικός ασβεστόλιθος (Trc) και τριαδικός σχιστόλιθος (Trs), ιουρασικός σχιστοκερατόλιθος (Js), ιουρασικά ασβεστολιθικά στρώματα (J), κρητιδικός ασβεστόλιθος (K), ηφαρινικός ασβεστόλιθος (Te), φλύσχης Ωλονού (fo) και φλύσχη Ιονίου (fi), νεογενή (Tr, Tm), προσχώσεις - τεταρτογενή (al, Qal). Εάν δε αυτός ο χάρτης συγκριθεί με τον νεώτερο γεωλογικό χάρτη της Ελλάδος του 1983, της ίδιας κλίμακας (Χάρτης 10) οι διαφορές είναι μεγάλες και ουσιαστικές. Ως προς την εξάπλωση των σχηματισμών, την τεκτονική του θέσης αλλά και την λεπτομερή στρωματογραφική τους διάταξη.

Με την έναρξη της 10ετίας του 1970 όμως έχει αρχίσει η “κινητική” θεώρηση της γεωτεκτονικής εξέλιξης να κυριαρχεί στη διεθνή επιστημονική κοινότητα που καταλήγει στη διαμόρφωση της Θεωρίας των Λιθοσφαιρικών Πλακών (McKenzie, 1970). Η νέα θεώρηση της γεωτεκτονικής εξέλιξης του φλοιού της γης, όπως αναμενόταν έδωσε νέα ώθηση στην μελέτη και του ελληνικού χώρου. Κατά τις τελευταίες δεκαετίες μεγάλος αριθμός γεωτεκτονικών μοντέλων έχει προταθεί για να εξηγηθεί η ορογενετική εξέλιξη των Ελληνίδων Οροσειρών στο σύνολο τους ή κατά τμήματα στα πλαίσια της επικρατούσας αυτής θεωρίας. Τα μεταμορφωμένα πετρώματα και η μεταμόρφωση, η σημερινή και η παλαιογεωγραφική θέση των οφιολίθων, που θεωρούνται υπολειμματικός ωκεάνιος φλοιός, η ηφαιστειότητα και τα ηφαιστειακά πετρώματα, η συγκέντρωση των εκμεταλ-



Χάρτης 9. Απόσπασμα από τον πρώτο γεωλογικό χάρτη της Ελλάδος του 1954





Χάρτης 11. Εποπτικός τεκτονικός χάρτης της Ελλάδας (Κατά Jacobshagen et al., 1978)

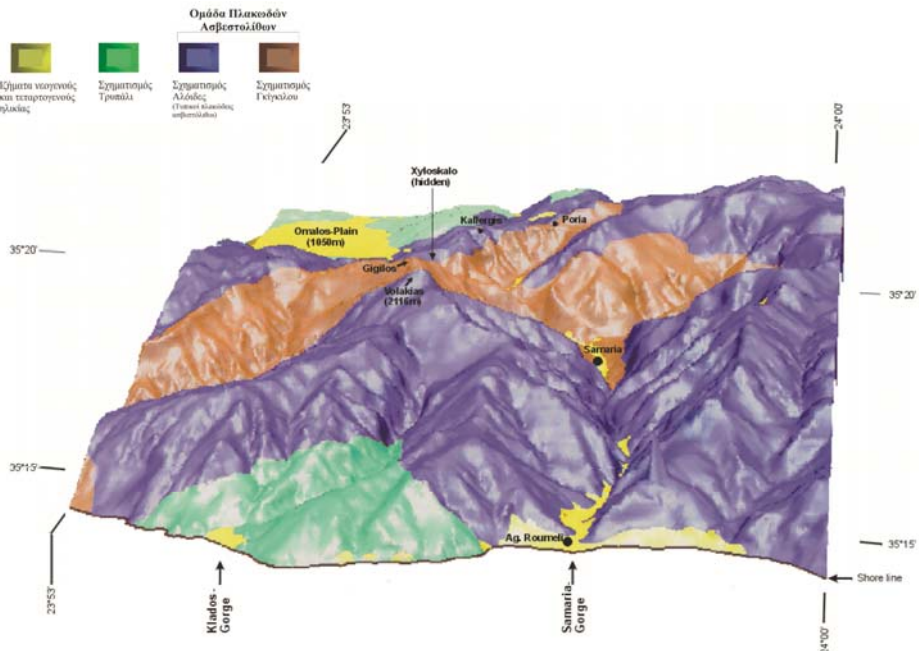
κός χάρτης της Ελλάδας που διατηρώντας την στρωματογραφική διάρθρωση των Ελληνίδων που πραγματοποιήθηκε ενσωμάτωσε την κινητική νέα θεώρηση παρουσιάστηκε από τους Jacobshagen et al. το 1978.

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχει προταθεί ένας μεγάλος αριθμός γεωτεκτονικών μοντέλων που για να εξηγηθεί η ορογενετική εξέλιξη των Ελληνίδων Οροσειρών στο σύνολο τους ή κατά τμήματα, στα πλαίσια της θεωρίας των λιθοσφαιρικών πλακών. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η κατασκευή πολλών παλινσπαστικών - παλαιογεωγραφικών μοντέλων και χαρτών του ευρύτερου χώρου της Τηθύος και κατ' επέκταση και του ελλαδικού χώρου μέχρι τη δημιουργία του σημερινού ελληνικού τόπου.

Δεν είναι σπάνιες οι περιπτώσεις κατά τις οποίες ερευνητές αναθεώρησαν τις παλαιότερες απόψεις τους ερμηνεύοντας διαφορετικά παλαιότερες παρατηρήσεις σύμφωνα με την επικρατούσα θεωρία. Έτσι από το μοντέλο της εξέλιξης του γεωσυγκλίνου του Aubouin και από όλη την προσπάθεια της Γαλλικής σχολής αυτής της εποχής έμεινε ουσιαστικά μόνο η στρωματογραφική διάρθρωση, η οποία βέβαια συνεχίζει να είναι πολύτιμη. Άλλωστε και ο ίδιος ο Aubouin και οι συνεργάτες του προσάρμοσαν τη γεωτεκτονική εξέλιξη του Ελλαδικού χώρου στη νέα θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών.

Για την αντιμετώπιση της πληθώρας των πληροφοριών που παράγονται, την ευελιξία και την προσαρμοστικότητα στις νέες αντιλήψεις και ταυτόχρονα για την προσέγγιση της χωρικής πληροφορίας στην τρίτη διάσταση, είτε γεωμετρικής είτε υπολογιστικής απαιτείται ένας νέος τρόπος απεικόνισης των δεδομένων. Κατά τη γεωμετρική προσομοίωση ενός γεωλογικού φαινομένου μεταβιβάζεται το γεωλογικό πρότυπο-ομοίωμα (geological model) σε ένα τρισδιάστατο ψηφιακό γεωμετρικό ομοίωμα. Η συλλογή των πρωτογενών

δεδομένων από το φυσικό περιβάλλον ακολουθεί τις νομοτέλειες της γεωλογικής χαρτογράφησης. Η επεξεργασία των δεδομένων αυτών, που συμπληρώνονται από το σύνολο των υπάρχοντων για την περιοχή δεδομένων, για την μεταφορά τους στο τεχνητό περιβάλλον, που οδηγεί στην τελική χαρτογραφική απεικόνιση, γίνεται με την χρήση απόλυτων γεωμετρικών κανόνων. Τα περισσότερα δεδομένα της γεωλογικής χαρτογράφησης είναι γεωμετρικού τύπου (παρατάξεις, κλίσεις) που καταγράφονται ύστερα από παρατηρήσεις και μετρήσεις. Δεν λείπει όμως και η ανάλυση και παρουσίαση χωρικών δεδομένων και πληροφοριών όπου προσεγγίζονται και παρουσιάζονται μακροχρόνιες, επάλληλες χωροχρονικές γεωλογικές διεργασίες, που απαιτούν και εμπεριέχουν ταυτόχρονα την ερμηνεία του ερευνητή-χαρτογράφου (Manutsoglu et al., 1999).



Χάρτης 12. Τρισδιάστατη απεικόνιση του αναθεωρημένου γεωλογικού χάρτη της ευρύτερης περιοχής του Φαραγγιού της Σαμαριάς στην Δυτική Κρήτη σε κλίμακα 1:25.000 (Manutsoglu et al., 1999)

Για τα δεδομένα αυτού του τύπου ο χρήστης υποστηρίζεται από το υπόμνημα του χάρτη και από αντιπροσωπευτικές γεωλογικές τομές. Στην κλασσική αποτύπωση της γεωλογικής χαρτογράφησης μεταφέρεται ένα μέρος της ερμηνείας στον χρήστη. Κλασσικό παράδειγμα αποτελεί η κατανομή του πάχους των διαφόρων σχηματισμών στο σύνολο της περιοχής. Το μεγαλύτερο δε πρόβλημα βρίσκεται στην ερμηνεία του άλματος των ρηγμάτων της περιοχής. Είναι αυτονόητο ότι με την κλασσική μέθοδο αποτύπωσης ένα μέρος της ερμηνείας του γεωλογικού χάρτη μεταφέρεται αυτόματα στον χρήστη.

Η μέθοδος της τρισδιάστατης γεωλογικής απεικόνισης παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα σε σύγκριση με την κλασσική, στατικού τύπου απεικόνιση:

Ο μελετητής υποστηρίζεται στην κατασκευή ενός λογικά ορθού προτύπου. Σφάλματα

και αντινομίες γίνονται εμφανή κατά τη διαδικασία της γεωμετρικής προσομοίωσης και μπορούν να διορθωθούν.

Τα σφάλματα ερμηνείας, σε σχέση με τον κλασσικό γεωλογικό χάρτη περιορίζονται αισθητά, επειδή στο ψηφιακό ομοίωμα μεταφέρονται και συνδυάζονται με μεγαλύτερη ακρίβεια τόσο τα συλλεγόμενα πρωτογενή στοιχεία, τα υπάρχοντα βιβλιογραφικά δεδομένα, όσο και οι εμπειρίες και απόψεις του ερευνητή.

Ο γεωλογικός χάρτης δεν υποστηρίζεται μόνο από αντιπροσωπευτικές γεωλογικές τομές αλλά από την δυνατότητα κατασκευής οποιασδήποτε τομής η τομών σε κάθε διεύθυνση.

Οι πληροφορίες που περιέχονται στο πρότυπο μπορούν εύκολα να αναπαραχθούν και να παρουσιαστούν είτε με τη μορφή τομών σε διάφορες διευθύνσεις είτε υπεδαφικών χαρτών.

Γίνεται δυνατή η εύκολη και ακριβής ποσοτικοποίηση της γεωλογικής πληροφορίας (όγκοι, πάχη, άλμα ρηγμάτων, κλπ.) και η αντίστοιχη παρουσίαση (π.χ. χάρτες ισοπαχών, ομαδοποίηση, ή γενεές ρηγμάτων).

Γίνεται εύκολη η ενσωμάτωση ψηφιακών εικόνων και στοιχείων από τηλεπισκοπικούς δορυφόρους, ψηφιακά φωτογραμμετρικά όργανα, μοντέρνα τοπογραφικά όργανα, και δορυφορικά συστήματα εντοπισμού (GPS).

Η μέθοδος παρουσιάζει μεγάλες αναλυτικές δυνατότητες που εξαρτιούνται από την κλίμακα ψηφιοποίησης της τοπογραφίας. Η δυνατότητα αυτή μετατρέπεται πρακτικά σε εισαγωγή πληθώρας ταξιθετιμένων δεδομένων, χωρίς η ποσότητα των στοιχείων να επιδρά στην εποπτεία της χαρτογραφικής απεικόνισης.

Εκτός από την επιτάχυνση της χαρτογραφικής παραγωγής, παραμένει ανοιχτή η διαδικασία για ευκολότερη μετατροπή, ενημέρωση, και αναθεώρηση του χάρτη.

Γίνεται εύκολη η παραγωγή ειδικών θεματικών χαρτών για συγκεκριμένες εφαρμογές και χρήστες.

Είναι δυνατή η σύνδεση χαρτογραφικών και θεματικών δεδομένων για αξιοποίηση σε ένα σύστημα πληροφοριών (G.I.S.).

4 Επύλογος

Ένας γεωλογικός χάρτης δίνει στον γεωλόγο χαρτογράφο την δυνατότητα αναπαράστασης του αποτελέσματος πολύπλοκων, μη γραμμικών και αλληλοεπιδρόντων χωροχρονικών γεωλογικών διεργασιών. Όσο στατική και να φαντάζει η τελική αποτύπωση, εμπεριέχει κινητικές διεργασίες, οι οποίες αποδίδονται με χρώματα και σύμβολα. Ο γεωλογικός χάρτης ως εκ τούτου αποτελεί όχι στατικό αλλά δυναμικό μοντέλο, που εμπεριέχει αξιωματικές θέσεις που ανάγονται στην επικρατούσα θεωρία και στο σύνολο γεωμετρικού τύπου στοιχείων από πολύμηνες εργασίες πεδίου, που καλύπτουν υπέρογκα μεγάλο ποσοστό έλλειψης χωρικών πληροφοριών, που μπορεί να οφείλεται είτε στο έντονο ανάγλυφο είτε στην εδαφοκάλυψη. Για τον λόγο αυτόν οι γεωλογικοί χάρτες είναι θεματικοί χάρτες που θα πρέπει με κάθε εξελικτική προσέγγιση να αναπροσαρμόζονται. Οι τρισδιάστατοι μοντελοποιητές και η συνεργατικότητα των πολυμέσων, δίνει την δυνατότητα στην θεματική χαρτογραφική παραγωγή και αναπαραγωγή να ακολουθούν με μεγαλύτερη ευκολία το κάθε βήμα της εξελικτικής γεωλογικής σκέψης και να το αποδίδουν σε νέους γεωλογικούς χάρτες.

5 Αναφορές

- Durand-Delga, M., & Seidl J., 2007. Eduard Suess (1831–1914) et sa fresque mondiale La face de la Terre, deuxieme tentative de tectonique globale, C. R. Geoscience, 339, 85–99.
- Harrel J.A. & Brown V.M., 1992. The world's oldest surviving geological map - The 1150 BC Turin papyrus from Egypt, Journal of Geology, 100, 3-18.
- Hutton J. (1795). Theory of the Earth; with proofs and illustrations. Edinburgh: Creech. 2 vols.
- Jacobshagen, V., Durr, S., Kockel, F., Kopp, K.O. & Kowalczyk, G. (1978). Structure and Geodynamic Evolution of the Aegean Region. In CLOSS, ROEDER and SCHMIDT Editors: Alps, Apennines, Hellenides, 537-564.
- Κισκύρας Δ. (1978). Συμβολή του Έλληνα Γεωλόγου στην έρευνα και αξιοποίηση του ορυκτού πλούτου της χώρας. Πρακτικά Συνεδρίου TEE – Ο Ελληνικός Ορυκτός Πλούτος, 55-83.
- Κισκύρας Δ. (1993). Η Ελληνική Γεωλογική Εταιρία τα τελευταία 40 χρόνια και η συμβολή των Ελλήνων Γεωλόγων στην αναπτυξιακή προσπάθεια της χώρας. Ειδικές δημοσιεύσεις της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, 2, 17-29
- Manutsoglu E., Jacobshagen V., Spyridonos E. & Skala W. (1999): Geologische 3D-Modellierung der Plattenkalk-Gruppe West-Kretas. – Mathem. Geol., vol. 4, 73-79.
- Μαριολιάκος Η. (1993). Σύντομο ιστορικό της έρευνας επί της γεωτεκτονικής εξέλιξης του ευρύτερου Ελλαδικού χώρου. Ειδικές δημοσιεύσεις της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, 2, 39-51.
- McKenzie, D. P., (1970). The plate tectonics of the Mediterranean region, *Nature*, 226, 239-243
- Neumayr M. 1880. Der geologische bau des Westlichen Mittel-Griecheland, Denk. Akad. Wiss. Wien., Math-Nat. kl., 40, 91-128.
- Robinson A., Sale R. & Morrison J., (1978). Elements of cartography: (Wiley)
- Παρασκευαΐδης (1986). Ο πρώτος Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας – Η Επιστήμη μέσα στην ζωή. Γεωλογικές και Γεωφυσικές μελέτες, Τόμος εκτός σειράς, ΙΓΜΕ, 363-376.
- [1] [http://de.wikipedia.org/wiki/Turiner_Papyrus_\(alt%C3%A4gyptischer_Lagerst%C3%A4tten-Papyrus\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Turiner_Papyrus_(alt%C3%A4gyptischer_Lagerst%C3%A4tten-Papyrus))
- [2] http://de.wikipedia.org/wiki/Geologische_Karte#cite_note-1
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Jean-Baptiste_%C3%89lie_de_Beaumont
- [4] http://de.wikipedia.org/wiki/Eduard_Suess
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Alfred_Wegener
- [6] http://el.wikipedia.org/wiki/Τεκτονικές_πλάκες