

## ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΤΟΥ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ ΚΑΙ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΔΟΜΗΣ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΥ ΦΑΡΑΓΓΙΟΥ ΤΗΣ ΣΑΜΑΡΙΑΣ, Δ. ΚΡΗΤΗ\*

E. ΜΑΝΟΥΤΣΟΓΛΟΥ<sup>1,2</sup>, Ε. ΣΠΥΡΙΔΩΝΟΣ<sup>1</sup>, Α. SOUJON<sup>1</sup> & V. JACOBSHAGEN<sup>1</sup>

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ψηφιακή τρισδιάστατη γεωμετρική προσομοίωση της γεωλογικής δομής της περιοχής του φαραγγιού της Σαμαριάς βασίστηκε στη μελέτη της στρωματογραφικής διάρθρωσης και τεκτονικής εξέλιξης των μεταμορφωμένων πετρωμάτων της Ομάδας των Πλακωδών Ασβεστολίθων στη SW Κρήτη, στα πλαίσια του Διεθνούς Προγράμματος Ηπειρωτικών Γεωτρήσεων (I.C.D.P.). Παρουσιάζονται σύντομα οι μέθοδοι προσομοίωσης και η χρήση τους στις γεωεπιπτώσεις. Αναλύεται η μέθοδος κατασκευής του ομοιώματος και εξετάζονται δύο υποθέσεις για τη γεωλογική δομή της περιοχής: α) εκείνη που προτείνεται από τον υπάρχοντα γεωλογικό χάρτη (συγκλινική μεγαλοδομή) και β) αυτή που προκύπτει από τον συνδυασμό των υπαρχόντων στοιχείων, των διορθώσεων κατόπιν γεωμετρικών προσομοιώσεων και της προσθήκης νέων δεδομένων από υπαίθριες παρατηρήσεις και μετρήσεις. Προτείνεται και προσομοιάζεται μια νέα, αντικλινική μεγαλοδομή για την περιοχή αυτή, με άξονα διεύθυνσης NNE/SSW, υποβυθιζόμενο προς NE.

### ABSTRACT

The island of Crete is situated near the front of an active plate margin. Therefore, it is of great interest in the framework of the International Continental Drilling Project (I.C.D.P.). A short review of the digital modelling methods, their applications in the geosciences and the associated advantages is also presented. The digital 3-dimensional geometric model of the geological structure of the Samaria Gorge region is based on the study of the stratigraphy and the tectonic evolution of the metamorphic rocks of the Plattenkalk group in SW Crete. Data from the geological map of Greece (Vatolakkos sheet, 1:50.000) and from the literature have been supplemented by geological mapping and structural analyses. In our study we applied interactive 3D CAD methods implemented in the integrated software package SURPAC2000. The surface geology has been draped over a digital elevation model of the topography in order to model the geometry of the subsurface structures. Two hypotheses about the geological structure of the region are examined: a) the one given by the existing geological map, which proposes a syncline structure and b) the one resulting from the combination of existing data, corrections carried out through repeated 3D simulations and new field observations. After distinguishing in the S of the study area the Trypali union, overthrust on the Plattenkalk group, we propose an anticline structure with a NNE/SSW striking axis dipping to the NE.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Τρισδιάστατη προσομοίωση, Σχεδιασμός με τη βοήθεια υπολογιστή, Πλακώδεις ασβεστόλιθοι, Σαμαριά, Κρήτη

**KEY WORDS :** 3D modelling, CAD, Plattenkalk, Samaria gorge, Crete, Greece.

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Κρήτη, δεύτερη σε μέγεθος νήσος στο νεοτεκτονικά ενεργό χώρο της ανατολικής Μεσογείου, λόγω της σημεινής γεωτεκτονικής της θέσης στην επιπεύουσα περιοχή των δύο συγκλινόντων λιθοσφαιρικών πλακών (Ευρασιατικής και Αφρικανικής), αποτελεί για τους μεσοπρόθεσμους σκοπούς του International Continental Drilling Program (I.C.D.P.) μια πιθανή περιοχή για την ανόρυξη μιας πολύ βαθιάς ερευνητικής γεώτρησης. Συνεπακόλουθα η γνώση των μεγαλοδομών των επάλληλων τεκτονικών ενοτήτων που δομούν τη νήσο παρέχει αναγκαίες πληροφορίες για τους μηχανισμούς παραμόρφωσης των πετρωμάτων αυτών κατά την εξέλιξη του

\* Revision of the geological map and 3D modelling of the geological structure of the Samaria Gorge Region, W. Crete.

1. Institut für Geologie, Geophysik und Geoinformatik der Freien Universität Berlin, Malteserstr. 74-100, D-12249 Berlin, Germany

2. Technical University of Crete, Faculty of Mineral Resources Engineering, Chania

ορογενούς. Επιπρόσθετα επιτρέπει μια πρώτη προσέγγιση για την εξέλιξη και την κατανομή των τάσεων, των ασυνεχειών και γενικότερα όλων εκείνων των μεγεθών που έχουν καθορίσει ή επηρεάζουν τη γεωμηχανική συμπεριφορά των πετρωμάτων αυτών. Για τους λόγους αυτούς η τεκτονικά κατώτερη ενότητα της Κρήτης, τα γνωστά από τη βιβλιογραφία μεταμορφωμένα πετρώματα της Ομάδας των Πλακωδών Ασβεστόλιθων (MANUTSOGLU et al. 1995a), των οποίων η παλαιογεωγραφική τοποθέτηση και η πολύπλοκη τεκτονομεταμορφική εξέλιξη αποτελούν θέμα πολύχρονων επιστημονικών συζητήσεων, απαιτούν μια λεπτομερέστερη μέλητη. Ιδιαίτερα στη δυτική Κρήτη οι γεω(μορφο)λογικές συνθήκες (φαράγγια παράλληλης διεύθεσης με διεύθυνση βορρά-νότο) επιτρέπουν τον ελεγχόμενο χωροταξικό συσχετισμό στρωματογραφικών και τεκτονικών δομών, με την χρήση τρισδιάστατων μοντέλων γεωλογικής προσομοίωσης και ερμηνείας. Στην εργασία αυτή, παρουσιάζεται η πρώτη τρισδιάστατη ψηφιακή γεωλογική προσομοίωση, αυτή της ευρύτερης περιοχής του φαραγγιού της Σαμαριάς στην περιοχή της νοτιοδυτικής Κρήτης. Χρησιμοποιώντας δεδομένα νεωτέρων εργασιών αλλά κυρίως στοιχεία από εργασίες υπαίθρου, αναθεωρήθηκε η δομή του ευρύτερου χώρου του φαραγγιού της Σαμαριάς, αυτής που προέκυπτε από τα υπάρχοντα στοιχεία του γεωλογικού χάρτη και κατασκευάστηκε ένα νέο, αναθεωρημένο τρισδιάστατο ψηφιακό γεωλογικό μοντέλο της περιοχής.

## **2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

Η τρισδιάστατη γεωλογική προσομοίωση (3D geological modelling) με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή άρχισε να εφαρμόζεται και να εξελίσσεται από και για τις ανάγκες του μεταλλευτικού κλάδου στις αρχές της δεκαετίας του 1960. Σταθμοί που καθόρισαν την περαιτέρω εξέλιξη στον τομέα αυτόν ήταν η μέθοδος του τρισδιάστατου ομοιώματος σταθερού μπλοκ (3D fixed block model) που χρησιμοποιήθηκε σε μη στρωσιγενή ή τεκτονικά παραμορφωμένα στρωσιγενή κοιτάσματα (SHURTZ 1959) και ο κάρναβος προσομοίωσης στρώσης (gridded seam model) (ZENSUS 1963) που εφαρμόστηκε σε τεκτονικά αδιατάρακτα στρωσιγενή κοιτάσματα. Η ραγδαία εξέλιξη στον τομέα των ψηφιακών ηλεκτρονικών υπολογιστών έδωσε ώθηση στην εφαρμογή σχεδιαστικών μεθόδων με τη βοήθεια υπολογιστή (CAD - Computer Aided Design). Από μια σειρά μεθόδων (VOELCKER & REQUICHA 1982, REQUICHA & VOELCKER 1983) η μέθοδος της παράστασης οριακών επιφανειών (Boundary Representation, BRep) αποδείχθηκε η πιο κατάλληλη για γεωμετρική προσομοίωση σε γεωλογικές εφαρμογές. Μια εκτεταμένη επισκόπηση των τρισδιάστατων μεθόδων που εφαρμόζονται στον τομέα των γεωεπιστημών παρουσίασε ο HOULDING (1994).

## **3. ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ**

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 νομοτελίες της γεωλογικής χαρτογράφησης. Η επεξεργασία των δεδομένων αυτών, που συμπληρώνονται από το σύνολο των υπάρχοντων για την περιοχή δεδομένων, για τη μεταφορά τους στο τεχνητό περιβάλλον, που οδηγεί στην τελική χαρτογραφική απεικόνιση, γίνεται με τη χρήση απόλυτων γεωμετρικών κανόνων. Τα περισσότερα δεδομένα της γεωλογικής χαρτογράφησης είναι γεωμετρικού τύπου (παράταξεις, 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 εμπειρίχουν ταυτόχρονα την ερμηνεία του ερευνητή-χαρτογράφου.

Για τα δεδομένα αυτού του τύπου ο χρήστης υποστηρίζεται από το υπόμνημα του χάρτη και από αντιπροσωπευτικές γεωλογικές τομές. Στην κλασική αποτύπωση της γεωλογικής χαρτογράφησης μεταφέρεται ένα μέρος της ερμηνείας στον χρήστη. Κλασικό 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 κλασική 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 κλασική, 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 κλασικό 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 τη δυ-

νατότητα 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 εντοπιμού (GPS).
- Η μέθοδος παρουσιάζει μεγάλες αναλυτικές δυνατότητες που εξαρτιούνται από την κλίμακα ψηφιοποίησης της τοπογραφίας. Η δυνατότητα αυτή μετατρέπεται πρακτικά σε εισαγωγή πληθώρας ταξηθετιμένων δεδομένων, χωρίς η ποσότητα των στοιχείων να επιδρά στην ελοπτεία 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.).

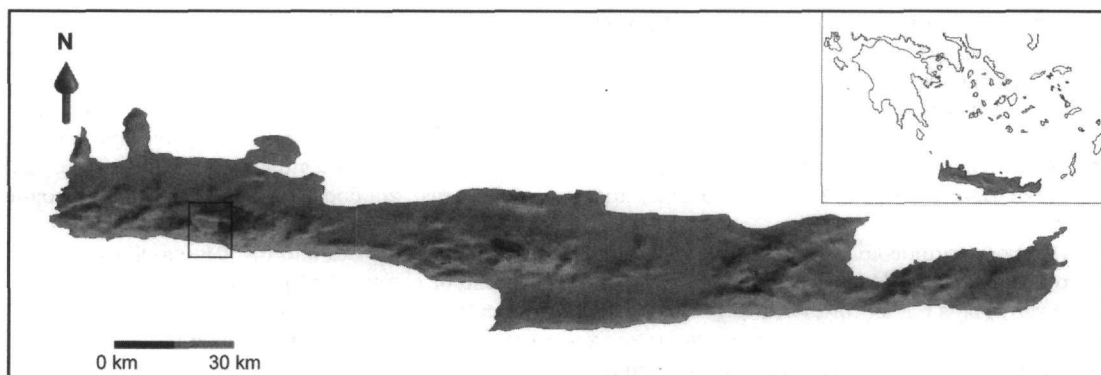
Δύο δομές δεδομένων χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση των γεωμετρικών στοιχείων σε ψηφιακή μορφή: η διανυσματική (vector) και η μωσαϊκή ή ψηφιδωτή δομή δεδομένων (raster). Στη διανυσματική δομή, το βασικό δεδομένο είναι το σημείο με τις συντεταγμένες του (2- ή 3-διάστατο) και οι γραμμές που ενώνουν τα σημεία (strings). Στη ψηφιδωτή δομή, η βασική λογική μονάδα είναι η ψηφίδα, γνωστή και ως pixel. Κάθε pixel έχει τα δικά του θεματικά δεδομένα.

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το σύστημα SURPAC2000 (SSI, 1995a,b), στο οποίο συνδυάζονται μοντέλα επιφανείας και ογκομετρικά (GOEBL 1992). Στη διεθνή βιβλιογραφία τα μοντέλα επιφανείας είναι γνωστά είτε σαν DTM (Digital Terrain Model) είτε σαν DEM (Digital Elevation Model). Η υλοποίηση των DTMs στον υπολογιστή βασίζεται είτε σε ορθογώνιο κανονικό δίκτυο (κανονικός ορθογώνιος κάρναβος) είτε σε μη κανονικό τριγωνικό δίκτυο (Triangular Irregular Network, TIN). Η προσέγγιση με βάση τον τριγωνισμό αντιμετωπίζει καλύτερα την μεταβολή της πυκνότητας των στοιχείων στο χώρο, κάτι πολύ σημαντικό για τις γεωλογικές εφαρμογές, όπου η ομοιογενής χωρική κατανομή δεδομένων είναι σπάνια.

## 4. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

### 4.1. Γενικά

Η Κρήτη έχει μια πολύπλοκη γεωλογική δομή, αντιπροσωπευτική των πολύπλοκων τεκτονομεταμορφικών διαδικασιών του Αλπικού Ορογενετικού Κύκλου στον χώρο της Ανατολικής Μεσογείου. Χαρακτηριστικό της δομής της είναι η καλυμματική τοποθέτηση τεκτονικών ενοτήτων που αποτελούν λιθοστρωματογραφικές ομάδες πετρωμάτων που διαφέρουν όχι μόνο στην αρχική τους παλαιογεωγραφική προέλευση και εξέλιξη, αλλά και στη σύσταση και τον βαθμό μεταμόρφωσης. Στην πάροδο των ετών οι διάφορες ερευνητικές ομάδες αλλά και μεμονωμένοι ερευνητές, στην προσπάθεια τους να καταγράψουν και να περιγράψουν συστηματικά τις ιδιομορφίες των διαφόρων αυτών ενοτήτων που δομούν τη νήσο, εισήγαγαν έναν πολύ μεγάλο αριθμό ονοματολογιών. Μόνο για την τεκτονικά κατώτερη ενότητα, που δομεί το μεγαλύτερο ποσοστό της νήσου, έχουν χρησιμοποιηθεί οι όροι: Talea Ori-Serie (EPTING et al. 1972), Ida Zone (BONNEAU 1973), Talea Ori-Gruppe (KUSS & THORBECKE 1974), Plattenkalk-Serie (CREUTZBURG & SEIDEL 1975), ενότητα/ζώνη Κρήτης-Μάνης (ΦΥΤΡΟΛΑΚΗΣ 1978, 1980). Για την αντιμετώπιση του προβλήματος προτάθηκε ο όρος Ομάδα των Πλακωδών Αρβεστόλιθων (Plattenkalk-Group), μετά από την συρραφή εργασιών όπου τεκμηριώθηκε η αναγκαιότητα της εισαγωγής μιας ενιαίας ονοματολογίας βασισμένης σε λιθοστρωματογραφικά κριτήρια (MANUTSOGLU et al. 1995b).



*Εικ. 1 : Θέση της περιοχής μελέτης  
Pic. 1 : Position of the study area*

Η Ομάδα των Πλακωδών Ασβεστόλιθων κατατάσσεται στην προχώρα των Ελληνίδων. Τα πετρώματα της εμφανίζονται στην Πελοπόννησο δομώντας τους ορεινούς όγκους του Πάρωνα, του Ταΰγετου και ολόκληρης της χερσονήσου της Μάνης. Μέσω της Κρήτης όπου και δομούν πάνω από το 70% της νήσου, συνεχίζουν την εμφάνιση τους στην Κάσο, Κάρπαθο και Ρόδο. Ολόκληρη η ακολουθία χαρακτηρίζεται κυρίως από τεκτονική συμπίεσης με έντονη πτύχωση, λείπωση, επιπτεύσεις και συγκινηματική μεταμόρφωση.

Στην Κρήτη παλαιότερα σε ηλικία πετρώματα της Ομάδας αυτής βρίσκονται, σε ανάστροφη στρωματογραφικά θέση, στα Ταλλαία Όρη της κεντρικής Κρήτης, αποτελούμενα από τους ανθρακικούς-κλαστικούς σχηματισμούς των Φόδελε και Σίσσες, που με τη βοήθεια απολιθωμάτων (τρηματοφόρα, βρυόζωα, φύκη και κωνόδο-ντα) χρονολογήθηκαν ως ηλικίας Ανωτέρου Πέριμου. Σαν το παλαιότερο τμήμα των σχηματισμών αυτών περιγράφηκαν οι σχιστόλιθοι του Γαληνού που εξαιτίας μιας πολύ πλούσιας απολιθωμένης πανίδας και χλωρίδας τοποθετήθηκαν χρονικά στο όριο Ανώτερου Λιθανθρακοφόρου και Πέριμου (EPTING et al. 1972, KOENIG & KUSS 1980). Προς το υπερκείμενο, μετά από ένα στρωματογραφικό κενό από το Ανίσιο μέχρι το Κάρνιο ακολουθεί μια μεγάλου πάχους ακολουθία στρωματολιθικών δολομιτών που τα κατώτερα τμήματα της χρονολογήθηκαν Λιασίου ηλικίας, στη συνέχεια βρίσκεται η γνωστή ανθρακική ακολουθία των εναλλασσόμενων πλακωδών ασβεστόλιθων με κερατολίθους, από όπου και προήλθε και η ονοματολογία της Ομάδας των πετρωμάτων αυτών και τέλος η ακολουθία του Καλαβρού, ένας κλαστικός σχηματισμός που διαφέρει εντελώς από τον φλύσχη των δυτικών Ελληνίδων. Στη βάση του βρέθηκαν τρηματοφόρα ηλικίας Κάτω Ολιγόκαινου (ΦΥΤΡΟΛΑΚΗΣ 1972, BONNEAU 1973).

#### **4.2. Περιοχή μελέτης**

Στη δυτική Κρήτη οι υπάρχοντες γεωλογικοί χάρτες χρονολογούνται από τη δεκαετία του 1960, για ορισμένα τμήματα της δε, όπως για την περιοχή της Παλαιόχωρας, ο βασικός γεωλογικός χάρτης δεν έχει ακόμη εκδοθεί. Αν και μια σειρά επιστημόνων έχουν εργαστεί και δημοσιεύσει στην ευρύτερη περιοχή (ΤΑΤΑΡΗΣ & ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ 1965; 1969, CREUTZBURG & SEIDEL 1975, XAVIER 1976, GREILING & SKALA 1977, 1979, ΦΥΤΡΟΛΑΚΗΣ 1978, 1980), ειδικά για την περιοχή του φαραγγιού της Σαμαριάς υπάρχει μόνο ο χάρτης του Ι.Γ.Μ.Ε., φύλλο Αλικιανός (ΤΑΤΑΡΗΣ & ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ 1969), τον οποίο χρησιμοποιήσαμε σαν βάση για την κατασκευή του αρχικού τρισδιάστατου γεωλογικού μοντέλου. Κατά τους ανωτέρω ερευνητές στην περιοχή που καλύπτει ο χάρτης διακρίνονται εκτός των σχηματισμών του Τεταρογενούς και των νεογενών ακολουθιών τμήματα της σειράς της Τρίπολης που αντιπροσωπεύονται από ιουραϊκής και κρητιδικής ηλικίας ασβεστολιθικά πετρώματα που εμφανίζονται δυτικότερα από τη νότια έξοδο του φαραγγιού της Σαμαριάς.

Στο βόρειο και δυτικό τμήμα της περιοχής, με εμφανή τεκτονική επαφή προς το υποκείμενο εμφανίζονται γκριζά και λευκά δολομιτικά μάρμαρα που εμπεριέχουν ένα χαρακτηριστικό βιτομμενιούχο δολομιτικό οριζόντα, πάχους 2-3 μέτρων. Τα μάρμαρα προσομοιάζουν κατά θέσεις προς τους πλακώδεις κρυσταλλικούς ασβεστολίθους, χωρίς όμως να εμπεριέχουν πυριτολίθους. Πρόκειται για τους ασβεστολίθους της ενότητας Τρυπαλίου (CREUTZBURG & SEIDEL 1975), των οποίων η γεωτεκτονική θέση είναι γνωστή (πάντα επωθημένοι πάνω σε τμήματα της Ομάδας των Πλακωδών Ασβεστόλιθων) αλλά η παλαιογεωγραφική τους θέση άγνωστη.

Την υποκείμενη ενότητα στην περιοχή δομούν τα πετρώματα της Ομάδας των Πλακωδών Ασβεστολίθων.

Η πρώτη λεπτομερής λιθοστρωματογραφική περιγραφή, που αναθεωρεί και την ηλικία που δίδεται από το χάρτη (Λιθανθρακοφόρο-Πέριμο), έγινε από τον ΦΥΤΡΟΛΑΚΗ (1978, 1980) και συμπληρώθηκε από τους SOUJON et al. (1998).

## 5. ΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΟΜΟΙΩΜΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στην περιοχή μελέτης (εικ. 1) κατασκευάστηκε αρχικά το ψηφιακό μοντέλο της τοπογραφίας σε κλίμακα 1:25.000 από μεγένθυση του τοπογραφικού χάρτη 1:50.000 (Γ.Υ.Σ., 1972). Κατόπιν προβλήθηκαν πάνω σε αυτό το ομοίωμα της τοπογραφίας τα όρια των γεωλογικών σχηματισμών και ακολούθως κατασκευάστηκε η τρισδιάστατη γεωμετρία των γεωλογικών σχηματισμών, χρησιμοποιώντας τα πρωτογενή στοιχεία (παρατάξεις, διευθύνσεις κλίσεων και πάχη των στρωμάτων) που περιέχει ο υπάρχων γεωλογικός χάρτης (ΤΑΤΑΡΗΣ ΚΑΙ ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ 1969). Σύμφωνα με αυτόν στο βορειότερο και νοτιότερο τμήμα του φαραγγιού εμφανίζεται το υποκειμένο σύστημα των πλακωδών ασβεστολίθων. Ενώ στο βόρειο τμήμα υπάρχουν οριζόμενα στοιχεία για την διεύθυνση και τις γωνίες κλίσης των στρωμάτων, στο νότιο τμήμα λείπουν παντελώς. Χρησιμοποιώντας τα ελάχιστα αυτά στοιχεία, στηριζόμενοι και στην πρώτη στρωματογραφική παραδοχή (παιλιότερο – υποκειμένο, νεότερο – υπερχεόμενο), καταλήξαμε για την δομή ενός τρισδιάστατου γεωλογικού μοντέλου, στην κατασκευή μιας συγκλιτικής μεγαλοδομής για την περιοχή αυτή (Εικ. 2β).

Σε αυτό το στάδιο εντοπίστηκαν οι θέσεις/περιοχές εκείνες όπου η προτεινόμενη γεωμετρία των γεωλογικών σχηματισμών από τα υπάρχοντα στοιχεία του χάρτη και το τοπογραφικό ανάγλυφο έρχονταν σε αντίθεση. Δηλαδή εντοπίστηκαν τα σημεία εντός της περιοχής μελέτης, όπου το προτεινόμενο πάχος και η χωροθέτηση των γεωλογικών σχηματισμών υπερέβαινε το τοπογραφικό ανάγλυφο. Με βάση την πρώτη αυτήν προσομοίωση ακολούθησαν εργασίες υπαίθρου υποστηριζόμενες από τα στοιχεία της επεξεργασίας των βιβλιογραφικών δεδομένων.

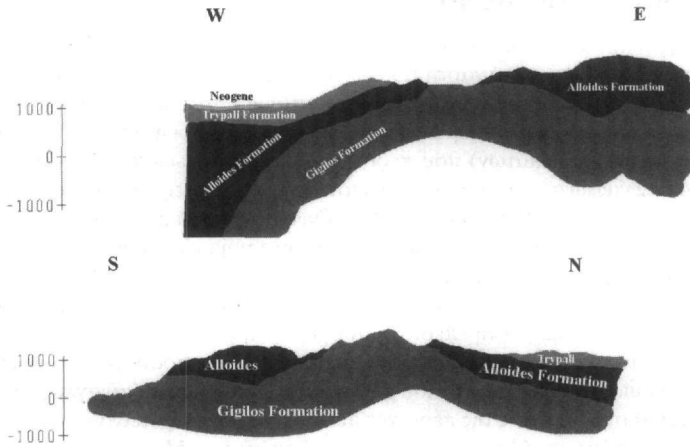
Το γενικά αποδεκτό μοντέλο για την περιοχή (CREUTZBURG & SEIDEL 1975, XAVIER 1976, ΦΥΤΡΟΛΑΚΗΣ 1978, 1980), και ίδιες παρατηρήσεις, επιβεβαιώνουν την ύπαρξη μίας αντικλιτικής μεγαλοδομής. Τη δομή αυτή μπορούμε με τα υπάρχοντα στοιχεία του γεωλογικού χάρτη να την επιβεβαιώσουμε σε μία τομή διεύθυνσης ανατολής-δύσης στην βορειότερη περιοχή του φαραγγιού (Εικ. 2α), η οποία δεν βρίσκεται σε συμφωνία με την τομή βορρά-νότου του μοντέλου του χάρτη (Εικ. 2β).

Λεπτομερής παράθεση των αποτελεσμάτων της υπαίθριας χαρτογράφησης θα ξεπερνούσε τα όρια αυτού του άρθρου. Απαραίτητα όμως στοιχεία που μπορούν να στηρίξουν την αναθεώρηση του χάρτη για την περιοχή αυτή, πιστοποιούν τις παρατηρήσεις του ΦΥΤΡΟΛΑΚΗ (1978, 1980), με ελάχιστες διαφοροποιήσεις:

- A) Το σύνολο της περιοχής μελέτης αποτελεί τμήμα της μεγαλοδομής. Εμφανής πυρήνας αυτής αποτελεί η κορυφή Γλίγκιλος και όχι ο Βολακιάς, της οποίας τα πετρώματα αποτελούνται από δολομιτικούς αβεστολίθους, άστρωτους, στρωματολιθικούς, ενδολατυποπαγείς και ενδοκροκαλοπαγείς. Λόγω της στρωματογραφικής τους θέσεις πρέπει να είναι και τα παλαιότερα σε ηλικία της ομάδας. Ο σχηματισμός αυτός αναφέρεται σαν Mavri Formation από τους SOUJON et al. (1998). Εκατέρωθεν της κορυφής αυτής αλλάζουν οι διευθύνσεις κλίσης των υπερχεόμενων, διατηρώντας ίδια παράταξη, γενικής διεύθυνσης ΒΒΑ/ΝΝΔ. Και ενώ τα υπερχεόμενα στη βορειοδυτική πλευρά του βρίσκονται κινητοποιημένα, με εμφανή τεκτονική επαφή και δημιουργία μεγάλου πάχους τεκτονικού λατυποπαγούς, στην νοτιοανατολικές παρυφές, παρότι εμφανίζονται έντονα στοιχεία συμπίεστικής τεκτονικής (πτυχές, επωθήσεις και εσωτερικές λεπιώσεις) διατηρείται η στρωματογραφική συνέχεια των “στρωμάτων του Γκίγκιλου” (ΦΥΤΡΟΛΑΚΗΣ 1978, 1980; Aloides Formation κατά SOUJON et al. 1998).
- B) Η μεγαλοδομή υποβυθίζεται προς τα ΒΑ. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να διαβρωθούν ευκολότερα ταχύτερα τα “στρώματα του Γκίγκιλου” λόγω της σύστασης τους (συγκ. ΦΥΤΡΟΛΑΚΗΣ 1978) και να δημιουργηθεί μια τυπική μορφολογική δομή λεκάνης απορροής στο βόρειο τμήμα του φαραγγιού.
- Γ) Στη νοτιοδυτική περιοχή του φαραγγιού της Σαμαριάς δεν εμφανίζονται τα πετρώματα του υποκειμένου συστήματος των Πλακωδών Ασβεστολίθων αλλά πρόκειται για τους δολομιτικούς ασβεστολίθους του καλύμματος της ενότητας της Τρυπαλίου. Η επαφή είναι τεκτονική, και συνοδεύεται από την ύπαρξη τεκτονικού λατυποπαγούς που κατά θέσεις ξεπερνά τα δύο μέτρα σε πάχος. Το πάχος του καλύμματος στη θέση αυτή δεν ξεπερνάει τα 50μ.

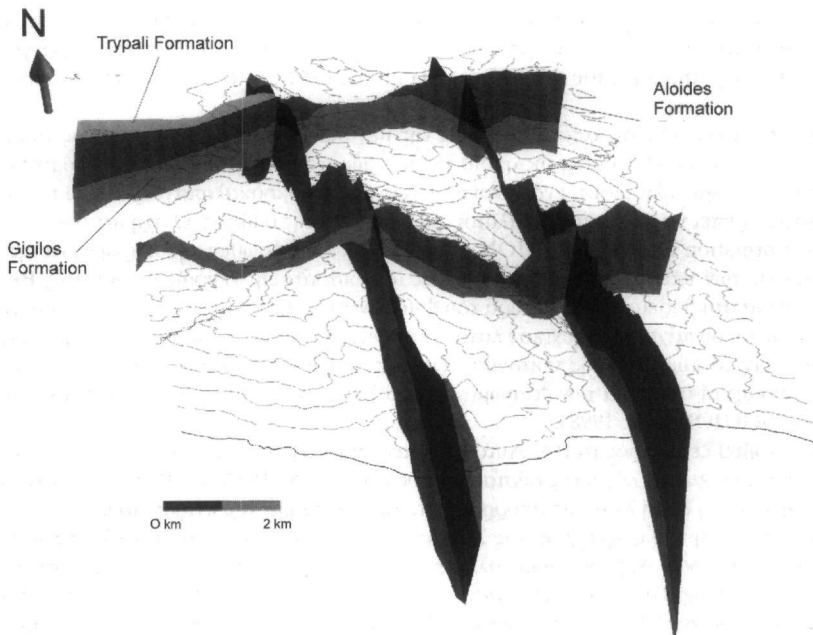
Το σύνολο των στοιχείων που προέκυψαν από την υπαίθρια χαρτογράφηση χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή το αναθεωρημένου τρισδιάστατου γεωλογικού μοντέλου που παρουσιάζεται στις εικόνες 3 και 4. Το μοντέλο αυτό είναι η πρώτη γεωλογική τράπεζα πληροφοριών ψηφιακής μορφής, σε γεωλογικούς σχηματι-

σμούς της Κρήτης, που ξεκίνησε στα προκαταρκτικά στάδια ερευνών του International Continental Drilling Project (MANUTSOGLU et al 1999). Αποτελεί από την φύση του δυνητικά προσανυξανόμενο σύστημα, που θα εμπλουτίζεται από τα στοιχεία των συνεχιζόμενων ερευνών στην περιοχή, που αποτελεί εκτός από περιοχή γεωεπιστημονικού ενδιαφέροντος και απaráμιλλης αξίας μνημείο της φύσης.



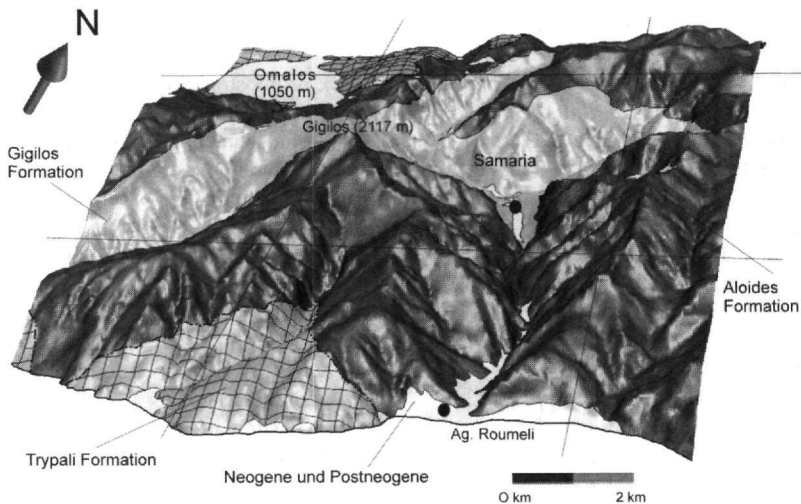
*Εικ. 2: Γεωλογικές τομές διεύθυνσης Ανατολής-Δύσης (α) και Βορρά-Νότου (β) του γεωλογικού μοντέλου που προτείνει ο γεωλογικός χάρτης*

*Pic. 2: Geological Sections in direction East-West (a) and North-South (b) resulting from the geological model proposed by the geological map*



*Εικ. 3: Γεωλογικές τομές διεύθυνσης Ανατολής-Δύσης και Βορρά-Νότου του αναθεωρημένου μοντέλου*

*Pic. 3: Geological Sections in direction East-West and North-South of the revised model*



**Εικ. 4:** Τρισδιάστατη απεικόνιση του αναθεωρημένου γεωλογικού χάρτη  
**Pic. 4:** Three dimensional view of the revised geological map

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- BONNEAU M. (1973): Sur les affinités ioniennes des “calcaires en plaquettes” epimétamorphiques de la Crète, le charriage de la série de Gavrovo-Tripolitza et la structure de l’ arc égéen. – *C. R. Acad.Sc.Paris*, **277**: 2453-2456, Paris
- Γ.Υ.Σ. (1972): Τοπογραφικός Χάρτης της Ελλάδος, 1:50.000, φύλλο Βατόλακκος.
- CREUTZBURG, N & SEIDEL, E. (1975): Zum Stand der Geologie des Praeneogens auf Kreta. - *N. Jb. Geol. Palaeont. Abh.*, **149**: 363-383, Stuttgart.
- EPTING M., KUDRASS H.R., LEPPIG U. & SCHAEFER A. (1972): Geologie der Talea Ori/Kreta. - *Neues Jahrbuch Geol. Palaeont. Abh.*, **141**, 259-285, Stuttgart.
- ΦΥΤΡΟΛΑΚΗΣ, Ν. (1978): Συμβολή της στη γεωλογική έρευνα της Κρήτης. – *Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ.*, **XIII/2**, 101-115, Αθήνα.
- ΦΥΤΡΟΛΑΚΗΣ, Ν. (1980): Η γεωλογική δομή της Κρήτης. – Διατριβή επί υφηγεσία. ΕΜΠ, Αθήνα, 146 Σ.
- GOEBL, R.W. (1992): Computer Aided Design - Produktmodelle und Konstruktions-systeme als Kern von CIM.- In: Boehling, K.H., Kulisch, U. & Maurer H. (eds.): *Reihe Informatik*, **76**; Mannheim - Wien - Zuerich (Wissenschaftsverlag).
- GREILING, R. & SKALA, W. (1977): The petrofabrics of the phyllite quarzit series of Western Crete as an example of the pre-neogenian structures of the Cretan arc. - *VI Coll. Geol. Aegean Region, Proc.*, **1**: 97-102, Athens.
- GREILING, R. & SKALA, W. (1979): Das tektonische Gefuege der Phyllit-Serie West-Kretas.- *Geol. Rundschau*, **68**, 1, 236-252, Stuttgart
- HOULDING, S.W. (1994): 3D Geoscience Modeling, Computer Techniques for Geological Characterization. Berlin (Springer).
- KUSS S.E. & THORBECKE G. (1974): Die praeneogenen Gesteine der InselKreta und ihre Korrelierbarkeit im aegaeischen Raum. – *Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br.*, **64**: 39-75, Freiburg.
- MANUTSOGLU E., SOUJON A., REITNER J. & DORNSIEPEN U.F. (1995a): Relikte lithistider Demospongiae aus der metamophen Plattenkalk-Serie der Insel Kreta (Griechenland) und ihre palaeobathymetrische Bedeutung. - *N. Jb. Geol. Palaeont. Mh.*, **1995/4**: 235-247.
- MANUTSOGLU E., MERTMANN D., SOUJON A., DORNSIEPEN U.F. & JACOBESHAGEN V. (1995b): Zur Nomenklatur der Metamorphite auf der Insel Kreta, Griechenland. - *Berliner geowiss. Abh.*, **E 16**, 559-567, Berlin.
- MANUTSOGLU E., JACOBESHAGEN V., SPYRIDONOS E. & SKALA W. (1999): Geologische 3D-Modellierung der Plattenkalk-Gruppe West-Kretas. – *Mathem. Geol.*, **vol. 4**, 73-79.
- REQUICHA, A.A.G. & VOELCKER, H.B. (1983): Solid Modeling: Current Status and Research Directions.- *IEEE Comp. Graph. Appl.*, **3** (7): 25-37; Los Alamitos, CA.

- SHURTZ, R.F. (1959): The electronic computer and statistics for predicting ore recovery.- *Mining Eng.*, **11** (10): 1035-1044; New York, NY.
- SOUJON A., JACOBSHAGEN V. & MANUTSOGLU E. (1998): A lithostratigraphic correlation of the Plattenkalk occurrences of Crete (Greece). - *Bull. geol. Soc. Greece*, **34**, 41-48. Athens.
- SURPAC SOFTWARE INTERNATIONAL (ed.) (1995a): Core Management System Users Reference - SSI Installation and Setup Manual. Surpac Software International; Belmont (Australia).
- SURPAC SOFTWARE INTERNATIONAL (ed.) (1995b): Entec - Generic Tools Reference. - Surpac Software International; Belmont (Australia).
- TATARIS, A.A. & CHRISTODOULOU, G. (1965): The geological structure of the Levka Mountains (Western Crete). - *Bull. geol. Soc. Greece*. **6**: 319-347, Athens
- TATAPHS, A.A. & ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ, Γ.Ε. (1969): Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδος, 1:50.000, φύλλο Αλικιανού - Αθήνα (Ι.Γ.Ε.Υ.).
- VOELCKER, H.B. & REQUICHA, A.A.G. (1982): Solid Modeling: A Historical Summary and Contemporary Assessment.- *IEEE Comp. Graph. Appl.*, **2** (2): 9-24; Los Alamitos, CA.
- XAVIER, J.-P. (1976): Contribution a l'étude géologique de l'arc égéen: la Crète occidentale, secteurs d'Omalos et de Kastelli. Thèse 3ème Cycle, Université Pierre et Marie Curie, 101 p., Paris.
- ZENSUS, T. (1963): Tagebauplanung mit automatischer Daten-verarbeitung.- *Braunkohle, Waerme und Energie*, **15** (7): 253-266; Duesseldorf.