

## ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕ Γ.Σ.Π. ΤΟΥ ΦΑΡΑΓΓΙΟΥ ΤΗΣ ΑΓΙΑΣ ΕΙΡΗΝΗΣ, ΣΤΙΣ ΝΟΤΙΕΣ ΠΑΡΥΦΕΣ ΤΩΝ ΛΕΥΚΩΝ ΟΡΕΩΝ, ΝΔ ΚΡΗΤΗ

Κ. Μπιζιούρα<sup>1</sup>, Ε. Μανούτσογλου<sup>1</sup>, και Ε. Σπυριδωνος<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Τομέας Μεταλλευτικής Τεχνολογίας – Γενική Γεωλογία, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης, emanout@diamond.mred.tuc.gr

<sup>2</sup>Τομέας Δυναμικής-Τεκτονικής-Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, vangelis@zedat.fu-berlin.de

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αειφόρος διαχείριση προστατευόμενων περιοχών απαιτεί βαθιά γνώση του διαχειριζόμενου συστήματος. Πολύπλοκα φυσικά συστήματα απαιτούν για την διαχείριση τους πληροφορικά συστήματα που να επιτρέπουν την ένταξη όλων των διαθέσιμων πληροφοριών για το μελετώμενο φυσικό σύστημα καθώς και των στοιχείων νέων ερευνών. Μεταξύ των φυσικών συστημάτων τα φαράγγια αποτελούν πρώτιστα γεωλογικές μορφοδομές. Για το σκοπό αυτόν κατασκευάστηκε ένα ψηφιακό πληροφορικό σύστημα για το φαράγγι της Αγίας Ειρήνης. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η κατασκευή του τρισδιάστατου μορφοτεκτονικού ψηφιακού μοντέλου του φαράγγιου της Αγίας Ειρήνης, που διασχίζει τις νότιες παρυφές των Λευκών Ορέων στην Νοτιοδυτική Κρήτη. Η εργασία διαχωρίζεται σε δύο μέρη, αφενός στην δημιουργία των κατάλληλων υποβάθρων που απαιτούνται για τη δημιουργία ενός τρισδιάστατου μοντέλου και αφ' ετέρου την τοποθέτηση της χωρικής πληροφορίας στο μοντέλο. Για την δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου επιφάνειας (DTM) της περιοχής που εκτείνεται το φαράγγι, ψηφιοποιήθηκαν χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ) κλίμακας 1:5.000 με το λογισμικό πακέτο CAD Overlay 2000i. Τα στοιχεία που προέκυψαν μεταβιβάστηκαν στο λογισμικό πακέτο SURPAC 2000, με το οποίο συμπληρώθηκε με ορθοφωτοχάρτες της περιοχής, με τη μέθοδο της υπέρθεσης. Οι πρώτες πληροφορίες αντλήθηκαν από τον υπάρχοντα γεωλογικό χάρτη της περιοχής και συμπληρώθηκαν από στοιχεία εργασιών υπαίθρου.

### 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα φαράγγια όχι μόνο της Κρήτης αλλά ανά την υφήλιο είναι μορφολογικοί σχηματισμοί με φυσικό πλούτο ιδιαίτερης ομορφιάς και άρρηκτα συνδεδεμένα όχι μόνο με την ιστορική και πολιτισμική διαδρομή χιλιετιών των τόπων αλλά και με το παρόν, με τις οικονομικές και κοινωνικές πραγματικότητες των εγγύς ευρισκομένων περιοχών τους, μιας και συνδέονται άμεσα και στενά με τη ζωή των κατοίκων της υπαίθρου με τα ήθη και τα έθιμα, τις παραδόσεις και την επιβίωση τους. Τα φαράγγια αποτελούν πρώτιστα γεωλογικές μορφοδομές, που σχετίζονται με πολύπλοκες και μακροχρόνιες διεργασίες όπως η δολομίτιωση και αποδολομίτιωση ανθρακικών πετρωμάτων, η αποσάθρωση, η διάβρωση, η μεταμόρφωση και οι τεκτονικές καταπονήσεις, που η συνδυασμένη και συνεχής δράση τους διαμορφώνουν το ανάγλυφο της επιφάνειας της Γης. Οι γεωμορφολογικές αυτές δομές επηρέασαν ανά τους αιώνες ποικιλοτρόπως το "είναι" των ευρύτερων περιοχών και τα τελευταία χρόνια, μεταξύ των άλλων και την εξέλιξη του τουριστικού "γίνεσθαι", αφού μετεξελίσσονται σε νέο τουριστικό προϊόν, αποτελώντας πηγές οικονομικών πόρων για συγκεκριμένες περιοχές (Μανούτσογλου 2001). Για την μελέτη, την αξιοποίηση, την προβολή και την διαχείριση των δομών αυτών και στον ελληνικό χώρο εμπλέκονται για δεκαετίες σωρεία επιστημόνων, διαφόρων κλάδων, με την επιστημονική κατάρτιση και την απαραίτητη επιστημονικά εξειδικευμένη γνώση, για την επίτευξη ικανοποιητικών οικονομικών συντελεστών στο ευρύτερο πεδίο της διαχείρισης.

Το σύνολο των γεωδομών που σχετίζονται με διεργασίες που καθορίζουν την εξέλιξη του στερεού φλοιού της Γης και οι οποίες με διαχειριστικά σχέδια αποβαίνουν σε πηγές πόρων κοινωνικών συνόλων, ανεπιφύλακτα χαρακτηρίζονται ΟΡΥΚΤΟΙ ΠΟΡΟΙ. Στις περισσότερες μεσογειακές ευρωπαϊκές χώρες η αξιοποίηση του γεωλογικού αυτού υποβάθρου χρονολογεί δεκαετίες ενώ στον ελ-

ληνικό χώρο, που διακρίνεται παγκοσμίως για το πλήθος, την ποικιλομορφία και την ομορφιά τέτοιων δομών, μόλις και έχουν αρχίσει να γίνονται τα πρώτα βήματα αξιοποίησης, με απρόσμενα ευχάριστες συνέπειες (Manutsoglu 2001). Στα πλαίσια της ολόπλευρης ανάδειξης και προβολής του εθνικού αυτού φυσικού πλούτου, στόχος της παρούσας εργασίας είναι η κατασκευή του τρισδιάστατου μορφοτεκτονικού ψηφιακού μοντέλου επιφάνειας του φαράγγιού της Αγίας Ειρήνης, που διασχίζει τις νότιες παρυφές των Λευκών Ορέων στην Νοτιοδυτική Κρήτη (Σχ. 1). Το φαράγγι της Αγίας Ειρήνης, μετά από την προ ενός έτους έγκριση της μελέτης της Εθνικού Δρυμού Λευκών Ορέων, αποτελεί πλέον τμήμα του. Για το φαράγγι της Αγ. Ειρήνης έχει ήδη συνταχθεί η Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη, και μετά τη σύνταξη της αντίστοιχης μελέτης για το φαράγγι της Σαμαριάς θα ξεκινήσει και η λειτουργία του Διαχειριστικού Φορέα του Εθνικού Δρυμού Λευκών Ορέων ο οποίος έχει μόλις συγκροτηθεί.

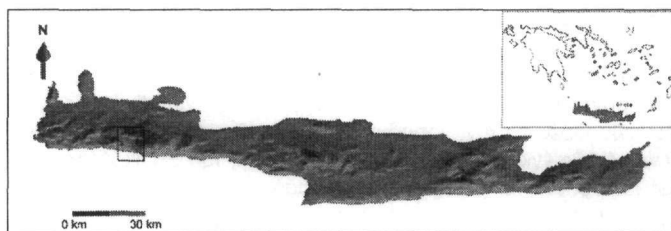
Η εργασία διαχωρίζεται σε δύο μέρη, αφενός στην δημιουργία των κατάλληλων υποβάθρων που απαιτούνται για τη δημιουργία ενός τρισδιάστατου μοντέλου και αφ' ετέρου την τοποθέτηση της χωρικής πληροφορίας στο μοντέλο. Για την δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου επιφάνειας (DTM) της περιοχής που εκτείνεται το φαράγγι, ψηφιοποιήθηκαν χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ) κλίμακας 1:5.000 με το λογισμικό πακέτο CAD Overlay 2000i. Τα στοιχεία που προέκυψαν μεταβιβάστηκαν στο λογισμικό πακέτο SURPAC 2000, με το οποίο ολοκληρώθηκε το τρισδιάστατο μοντέλο. Το μοντέλο αυτό συμπληρώθηκε από ορθοφωτοχάρτες της περιοχής, με τη δοκιμασμένη μέθοδο της υπέρθεσης (Αρχοντάκης et al. υπό εκτύπωση). Οι πρώτες πληροφορίες αντλήθηκαν από τον υπάρχοντα γεωλογικό χάρτη της περιοχής (Τάταρης & Χριστιδούλου 1969) και συμπληρώθηκαν με στοιχεία εργασιών υπαίθρου.

## 2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Βασική προϋπόθεση για την δημιουργία ενός τρισδιάστατου μορφοτεκτονικού μοντέλου είναι η ύπαρξη ενός ψηφιακού μοντέλου εδάφους/επιφάνειας (Digital Terrain Model, DTM) πάνω στο οποίο θα συμπληρωθεί όλη η επιπρόσθετη χωρική πληροφορία (Houlding 1994). Πρόκειται για την μαθηματική επιφάνεια που αναπαριστά το γήινο ανάγλυφο της περιοχής και αποτελείται στην πραγματικότητα από ένα σύνολο σημείων κατάλληλα καταμετρημένων στο χώρο, για τα οποία πρέπει να είναι γνωστά οι συντεταγμένες τους σε κάποιο προβολικό σύστημα καθώς και το υψόμετρο τους από τη μέση στάθμη της θάλασσας. Από το σύνολο των σημείων αυτών και με την εφαρμογή μεθόδων παρεμβολής προκύπτει η ψηφιακή επιφάνεια, που αναπαριστά την γήινη επιφάνεια της περιοχής μελέτης. Η μεθοδολογία που ακολουθείται για τη σύνθεση ενός παρόμοιου μοντέλου μπορεί να διαφέρει, ανάλογα με το εύρος της περιοχής και την επιθυμητή ακρίβεια του τελικού αποτελέσματος (Manutsoglu et al. 1999, Spyridonos et al. 2003). Για μελέτες όπου η ακρίβεια του μοντέλου, τόσο η οριζοντιογραφική όσο και η υψομετρική, πρέπει να είναι υψηλή (π.χ. μελέτες οδοποιίας), ο προσδιορισμός των αρχικών σημείων γίνεται με τοπογραφικές μεθόδους (ταχυμετρία, χωροστάθμιση) γεγονός όμως που αυξάνει το χρόνο και το κόστος μελέτης. Για της ανάγκες της παρούσας μελέτης το ψηφιακό μοντέλο εδάφους προέκυψε από ψηφιοποίηση κατάλληλου χαρτογραφικού υποβάθρου, απλοποιώντας έτσι κατά πολύ την όλη διαδικασία. Επειδή ο στόχος της παρούσας μελέτης είναι να απεικονιστεί η τεκτονική μακροδομή, που είναι το φαράγγι, η μέθοδος που επιλέχθηκε κρίνεται ικανοποιητική αφού μας δίνει ακρίβεια στο τελικό αποτέλεσμα της τάξης των λίγων μέτρων.

## 3 ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Για της ανάγκες της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν έξι χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού κλίμακας 1:5.000, σε απεικόνιση με την παραδοσιακή πλάγια ισαπέχουσα αζιμουθιακή προβολή (Hatt). Πρόκειται για τους χάρτες με αριθμούς φύλλων 9416/5,6,7,8 και 9426/1,2 φύλλο Βατόλακος, οι οποίοι και ψηφιοποιήθηκαν. Βασικό ζητούμενο στην διαδικασία της ψηφιοποίησης όταν το υπόβαθρο βρίσκεται σε ψηφιακή μορφή είναι η μετατροπή των αρχείων από ψηφιδωτή μορφή (Raster Image File) σε διανυσματική μορφή (Vector Image). Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το πακέτο λογισμικού AutoCad Map και η εφαρμογή Cad Overlay. Επιπλέον το διανυσματικό αρχείο που προκύπτει στο τέλος θα πρέπει να έχει κοινό σύστημα αναφοράς με τους ορθοφωτοχάρτες προκειμένου να γίνει η υπέρθεση.



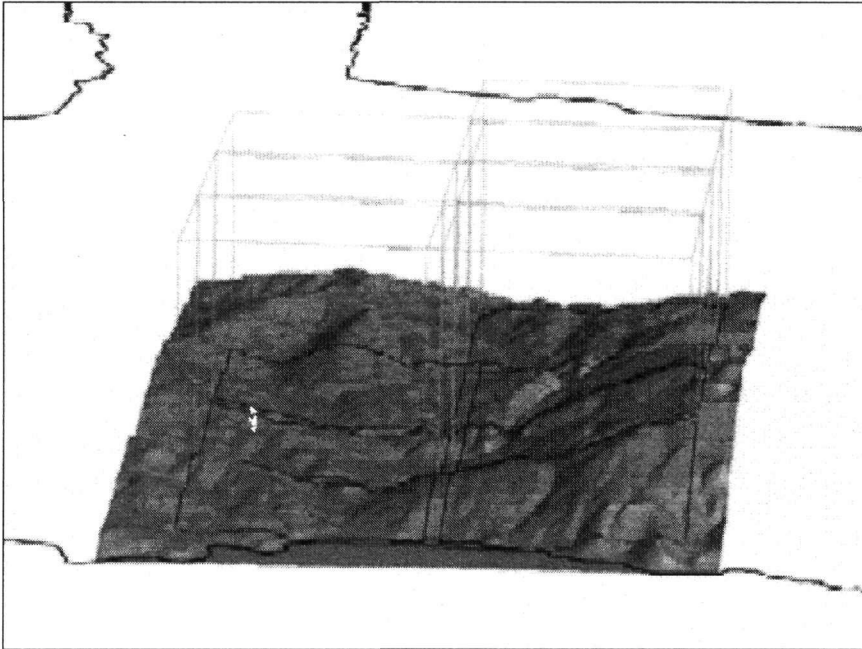
Σχήμα 1. Γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης.

Συνεπώς θα πρέπει να βρίσκεται σε πραγματικές διαστάσεις και όχι υπό κλίμακα που βρίσκεται αρχικά ο χάρτης. Σαν κοινό σύστημα αναφοράς επελέγη το Ε.Γ.Σ.Α. '87 καθώς είναι ευκολότεροι και ακριβέστεροι οι μετασχηματισμοί συντεταγμένων της προβολής Hatt σε αυτό. Για τη μετάβαση από το σύστημα αναφοράς της ψηφιακής ψηφιδωτής εικόνας (σύστημα υπό κλίμακα) σε αυτό των πραγματικών διαστάσεων ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία: Αρχικά επελέγησαν σε κάθε χάρτη τρία σημεία προκειμένου να γίνουν οι αναγωγές. Τα σημεία αυτά θα πρέπει να είναι ευδιάκριτα στο χάρτη τόσο στην αναλογική όσο και στην ψηφιακή του μορφή. Οι αναγωγές που γίνονται σε αυτές τις περιπτώσεις είναι μετάθεση, κλίμακα και στροφή. Επειδή οι χάρτες ΓΥΣ δεν διαθέτουν κάρναβο, ως καταλληλότερα σημεία επελέγησαν οι γωνίες του χάρτη (σχήμα 2), όπου όμως οι συντεταγμένες αναγράφονται σε γεωδαιτική μορφή (φ,λ) γι' αυτό και οι αντίστοιχες προβολικές μετρήθηκαν γραφικά. Η μετατροπή των συντεταγμένων από Hatt σε Ε.Γ.Σ.Α. '87 έγινε με την βοήθεια πολυωνύμων που έχουν αναπτυχθεί για αυτό το σκοπό (Γ.Υ.Σ. 1995). Με το τρόπο αυτό μετασχηματίζονται οι συντεταγμένες από το ένα προβολικό σύστημα στο άλλο με ακρίβεια μερικών εκατοστών.

Μετά την αναγωγή των αρχείων ψηφιδωτής μορφής ακολουθεί η διαδικασία μετατροπής τους σε διανυσματική μορφή. Η πληροφορία του χάρτη που ενδιαφέρει στην περίπτωση αυτή είναι οι ισοϋψείς καμπύλες με βάση τις οποίες θα προκύψει το ψηφιακό μοντέλο εδάφους. Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε με το εργαλείο διανυσματοποίησης (Vectorization Tool) που υπάρχει στο Cad Overlay ειδικά για τη διανυσματοποίηση ισοϋψών καμπύλων (Contour Follower). Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται τεθλασμένες γραμμές (polylines) πάνω ακριβώς από τις ισοϋψείς του χάρτη. Στην εργασία αυτή ψηφιοποιήθηκαν οι κύριες καμπύλες, που για τους χάρτες κλίμακας 1:5000 έχουν ισοδιάσταση είκοσι μέτρα. Όπως έχει αναφερθεί οι απαιτήσεις στην ακρίβεια αυτής της μελέτης δεν είναι υψηλές. Σφάλματα τις τάξης των μερικών μέτρων στην οριζοντιογραφία του μοντέλου μπορούν να θεωρηθούν ανεκτά, μια που η μετατόπιση που μπορούν να προξενήσουν στο ανάγλυφο δεν είναι τόσο σημαντική ώστε να αλλοιώνει το τελικό αποτέλεσμα. Παρόλα αυτά θα πρέπει πάντα να λαμβάνονται υπ' όψιν όλοι οι παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν παραμορφώσεις στο ψηφιακό μοντέλο εδάφους. Γενικά σε ψηφιοποιήσεις χαρτών βασικό σφάλμα που επηρεάζεται στη διαδικασία, είναι οι παραμορφώσεις κλίμακας που υφίσταται ένας χάρτης κατά τη φάση της αντιγραφής του από το πρωτότυπο, όσο και κατά τη φάση της σάρωσης. Ο έλεγχος που έγινε στο αρχικό στάδιο της εκπόνησης έδειξε ότι τα σφάλματα αυτά κυμαίνονταν από ένα με δύο χιλιοστά υπό κλίμακα (5-10 μέτρα σε πραγματικές διαστάσεις), γεγονός που χαρακτήρισε το χαρτογραφικό υλικό ως αρκετά αξιόπιστο. Τέλος, σφάλματα μπορούν να παρουσιαστούν και κατά την αναγωγή των ψηφιακών εικόνων (χαρτών) στο σύστημα αναφοράς της μελέτης. Επειδή το λογισμικό εκτελεί την στροφή και την κλίμακα ξεχωριστά, μη ικανοποιώντας έτσι ταυτόχρονα τις συνθήκες που του ορίζει ο χρήστης με τα σημεία ελέγχου, στο τέλος μπορεί να παρουσιάζεται μικρή απόκλιση σε σχέση με τις πραγματικές συντεταγμένες των σημείων. Γενικά, ο τελικός έλεγχος του μοντέλου έδειξε ότι οι μεγαλύτερες παραμορφώσεις δεν ξεπερνούσαν τα δεκαπέντε μέτρα, ενώ το γεγονός ότι έγινε η υπέρθεση των ορθοφωτοχαρτών επιτυχώς αποδεικνύει ότι τα τυχόν σφάλματα δεν επηρέασαν το τελικό αποτέλεσμα.

Ο ορθοφωτοχάρτης αποτελεί το προϊόν της επεξεργασίας (αναγωγές, αεροτριγωνισμοί της φωτογραφίας) σε ορθή προβολή χάρτη. Στην ουσία πρόκειται για μια διαδικασία συσχέτισης των σχετικών συντεταγμένων κάθε ψηφίδας (pixel) της φωτογραφίας με τις απόλυτες συντεταγμένες κάποιου συστήματος αναφοράς (Λιβιεράτος 1988).

Οι ορθοφωτοχάρτες που χρησιμοποιήθηκαν (κωδικοί χαρτών: 480-900, 480-903, 480-906, 484-900, 484-903, 484-906, 484-909) είναι της τοπογραφικής υπηρεσίας του Υπουργείου Γεωργίας. Πρόκειται για χάρτες που συντάχθηκαν στα πλαίσια του Ολοκληρωμένου Συστήματος Διαχείρισης και Ελέγχου (Ο.Σ.Δ.Ε.) των αγροτικών και κτηνοτροφικών εκτάσεων της Ελλάδος. Η φωτοληψία έγινε το 1998 και αναφέρονται στο Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (Ε.Γ.Σ.Α. 87) με προβολή την Εγκάρσια Μερκατορική μίας ζώνης (TM '87) (Σχ. 2).



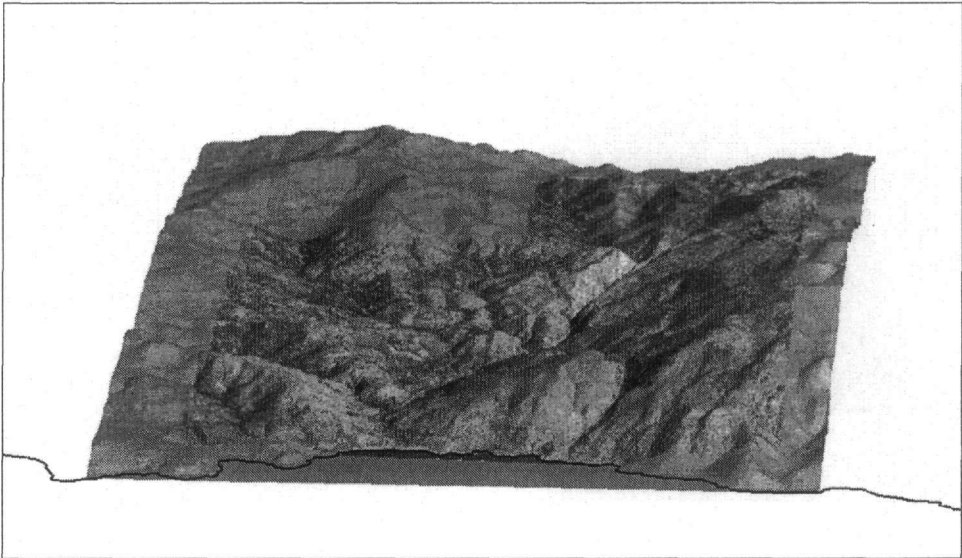
Σχήμα 2. Η θέση των ορθοφωτοχαρτών που υπερτέθηκαν στο ψηφιακό μοντέλο ανάγλυφου (DTM) του φαράγγιού της Αγίας Ειρήνης.

## 4 ΤΟ ΦΑΡΑΓΓΙ ΤΗΣ ΑΓΙΑΣ ΕΙΡΗΝΗΣ

### 4.1 Βιοποικιλότητα και πολιτιστική ταυτότητα

Στη Δυτική πλευρά των Λευκών Ορέων, στην επαρχία Σελίνου (Δήμος Ανατολικού Σελίνου) βρίσκεται το μοναδικό σε ομορφιά και βλάστηση Φαράγγι της Αγίας Ειρήνης. Το φαράγγι έχει πάρει το όνομά του από το ομώνυμο χωριό που βρίσκεται κοντά στη βόρεια είσοδό του. Το φαράγγι αποτελεί τμήμα του Ευρωπαϊκού μονοπατιού E4, έχει μήκος 7,5 χιλιόμετρα και η διάβαση του διαρκεί περίπου τρεις ώρες. Η Νότια είσοδος απέχει 5 χιλιόμετρα από το παραθαλάσσιο χωριό της Σούγιας. Αποτελεί τμήμα της περιοχής NATURA 2000 Λευκών Ορέων με Κωδικό GR 4340008 (έκτασης 54.283 ha) και έχει επίσης χαρακτηριστεί ως Καταφύγιο Άγριας Ζωής από το Υπουργείο Γεωργίας. Το φαράγγι αποτελεί τμήμα του βιοτόπου του Κρητικού Αίγαγρου (*Capra aegagrus cretica*) και χαρακτηρίζεται από ποικίλα μικροπεριβάλλοντα που αποτελούν καταφύγιο και ενδιαίτημα για πολλά είδη πανίδας. Χαρακτηριστικός είναι και ο πλούτος της δασικής βλάστησης τόσο από άποψη δένδρων (Κυπαρρίσι, Τραχεία πεύκη, Σφενδάμι, Πλάτανος, Πουρνάρι, Αριά) αλλά και των θάμνων, φρυγάνων καθώς και των αρωματικών φυτών με κυριότερο τον δίκταμο.

Η σπουδαιότητα όμως του φαράγγιού δεν περιορίζεται στην υψηλή του βιοποικιλότητα ή στην αισθητική του αξία αλλά και στην ιστορική και πολιτιστική του ταυτότητα. Στη θέση «Πολλά Σπιτάκια» μέσα στο Φαράγγι κατέφευγαν οι επαναστάτες την εποχή της Τουρκοκρατίας και από εκεί ξεκινά και το μονοπάτι της «Φυγού» που ήταν και η έξοδος διαφυγής από το Φαράγγι προς την περιοχή του Ομαλού. Στην περιοχή βρίσκεται η βυζαντινή εκκλησία του Χριστού (1358μ.Χ.) και ο ερειπωμένος ναός του Αγ. Γεωργίου(1460 μ.Χ.). Νοτιότερα υπάρχουν οι αρχαίες πόλεις της Ελύρου, της Υρτακίνας της Συίας, της Λισσού και της Ποικιλασσού. Το Αγιερηνιώτικο φαράγγι είναι το δεύτερο σε επισκεψιμότητα φαράγγι του Νομού Χανίων μετά την Σαμαριά. Χαρακτηριστικό επίσης είναι ότι είναι επισκέψιμο για μεγαλύτερη χρονική περίοδο (σε σχέση με την Σαμαριά) και ότι αποτελεί έναν αναπτυσσόμενο φυσικό πόρο, αφού η αξιοποίηση του έχει αρχίσει μόλις τα τελευταία δέκα χρόνια.



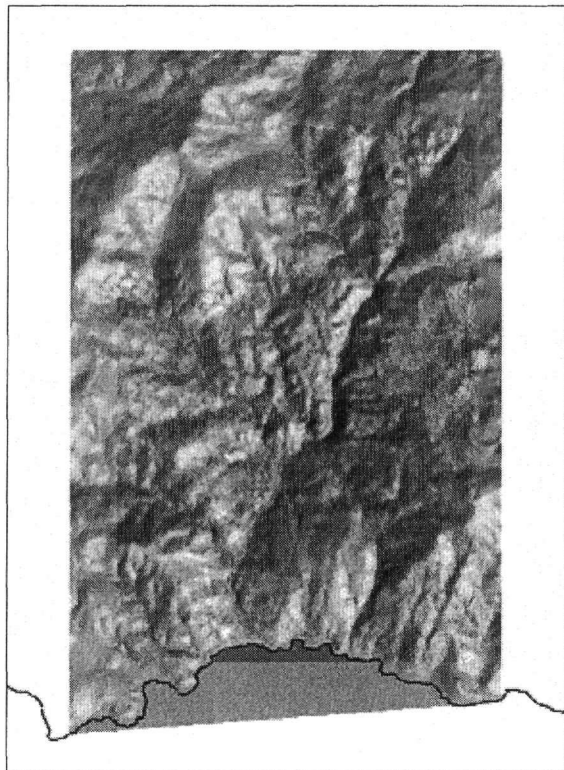
Σχήμα 3. Το ψηφιακό μοντέλο του ανάγλυφου του φαράγγιού της Αγίας Ειρήνης με την υπέρθεση των ορθοφωτοχαρτών.

#### 4.2 Γεωλογικό περίγραμμα της ευρύτερης περιοχής μελέτης

Το φαράγγι δομείται από τα μεταμορφωμένα ανθρακικά πετρώματα της Ενότητας του Τρυπαλίου (Creutzburg & Seidel 1975), τα οποία και διασχίζει, ενός σχηματισμού ηλικίας μέχρι Μέσου Τριαδικού, που στην πλειονότητά του αποτελείται από δολομιτικά μάρμαρα και του οπποίου, ενώ η τεκτονική θέση είναι γνωστή (η ενότητα αυτή βρίσκεται πάντα επωθημένη σε διάφορες λιθостρωματογραφικές ενότητες της ομάδας των Πλακωδών Ασβεστολίθων), η παλαιογεωγραφική της θέση αποτελεί θέμα μακροχρόνιων επιστημονικών συζητήσεων. Η ευρύτερη περιοχή μελέτης αποτελεί τμήμα μιας μεγαλοδομής που καθόρισε και την μορφοτεκτονική εξέλιξη κατά το Νεογενές της περιοχής. Εμφανής πυρήνας αυτής αποτελεί η κορυφή Γλίγκιλος, στο βόρειο τμήμα του φαράγγιού της Σαμαριάς, που δομείται από τα παλαιότερα σε ηλικία πετρώματα της Ομάδας των Πλακωδών Ασβεστολίθων (Μανούτσογλου et al. 2001). Εκατέρωθεν της κορυφής αυτής αλλάζουν οι διευθύνσεις κλίσης των υπερκειμένων στρωμάτων και των πετρωμάτων της Ομάδας των Πλακωδών Ασβεστολίθων, αλλά και των πετρωμάτων της επωθημένης Ενότητας του Τρυπαλίου, διατηρώντας ίδια παράταξη, γενικής διεύθυνσης ΒΒΑ/ΝΝΔ. Τα υπερκείμενα αυτά πετρώματα στην βορειοδυτική πλευρά του φαράγγιού της Σαμαριάς βρίσκονται κινητοποιημένα, με εμφανή τεκτονική επαφή και δημιουργία μεγάλου πάχους τεκτονικού λατυποπαγούς, που είναι εμφανές στις νότιες περιοχές της πόλης του Ομαλού. Η μεγαλοδομή αυτή υποβυθίζεται προς τα ΒΑ (Manutsoglu et al. 2003). Λόγω

της υποβύθισης αυτής, στη νοτιοδυτική περιοχή του φαραγγιού της Σαμαριάς δεν εμφανίζονται τα πετρώματα του υποκειμένου συστήματος των Πλακωδών Ασβεστολίθων αλλά η μεταμορφωμένη ανθρακική ακολουθία 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.. Δυτικότερα όμως το πάχος τους ξεπερνά τα 200 μ. Μέσα σε αυτήν την ακολουθία των μεταμορφωμένων ανθρακικών που γενικά είναι κατακερματισμένα εξελίχθηκε το φαράγγι της Αγίας Ειρήνης.

Το φαράγγι αποτελεί μια ρηγματογόνο ζώνη που διευθύνεται ΒΒΑ ακολουθώντας την γενική διεύθυνση των μεγάλων ρηγμάτων που διατρέχουν όλους τους μεσοζωικής ηλικίας σχηματισμούς της περιοχής. Αν και δεν εμφανίζεται η επαφή των σχηματισμών της ενότητας του Τρυπαλίου με τους υποκειμένους σχηματισμούς, στο μεγαλύτερο μέρος της διαδρομής του φαραγγιού υπάρχει μια πληθώρα τεκτονικών στοιχείων, που μπορεί να χαρακτηρίσει το φαράγγι αυτό ένα φυσικό εργαστήριο για την κατανόηση των εννοιών ρηγματογόνος ζώνης και ρήγμα (Σχ. 4).



Σχήμα 4. Κάτοψη του ψηφιακού μοντέλου του ανάγλυφου του φαραγγιού της Αγ. Ειρήνης με την υπέρθεση των ορθοφωτοχαρτών. Η μαύρη γραμμή παριστάνει την ακτογραμμή στην περιοχή.

## 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ενώ ο κλάδος των βιολογικών επιστημών έχει πετύχει στην χώρα μας υψηλά επίπεδα στον χώρο της προστασίας του περιβάλλοντος (προστατευόμενα εθνικά πάρκα, δρυμοί, υδροβιότοποι κ.τ.λ.) η έννοια του γεωλογικού περιβάλλοντος, του αβιοτικού αυτού υποβάθρου, είναι σχεδόν άγνωστη στην πλειονότητα του κοινωνικού συνόλου, με σημαντική παράβλεψη του γεγονότος ότι όλες οι φυσικές ομορφιές (παραλίες, φαράγγια, ποτάμια, λίμνες αλλά και αυτές που προστατεύονται όπως δρυμοί, υδροβιότοποι κτλ.) είναι σήμερα το παρατηρούμενο αποτέλεσμα συνεχιζόμενων, μακροχρόνιων και πολύπλοκων γεωλογικών διεργασιών. Το περιβάλλον αυτό όπως, όλα τα συστήματα, έχει τις νομοτέλειες και τα όρια του, που δυστυχώς παραμένουν και αυτά άγνωστα όχι μόνο στο

ευρύ κοινό, αλλά και σε πρόσωπα που λαμβάνουν αποφάσεις. Η έκδοση πολυθεματικού υλικού προβολής, ανάδειξης και προστασίας των διαφόρων φυσικών και πολιτιστικών πόρων και ειδικότερα των Εθνικών Δρυμών (ειδικά θεματικά έντυπα και εκδόσεις πρακτικών οδηγιών για τους επισκέπτες) μπορούν να συμβάλουν ουσιαστικά στην εντατικοποίηση της γενικού περιεχομένου πληροφόρησης, αλλά και της επιστημονικά εξειδικευμένης περιβαλλοντικής ενημέρωσης του κοινού, με στόχο την ευαισθητοποίηση και συναίνεσή του στα μέτρα προστασίας της περιοχής.

Η μεθοδολογία που παρουσιάζεται σε αυτήν την εργασία επιτρέπει τη σύντομη δημιουργία τρισδιάστατων μορφοτεκτονικών μοντέλων, που αποτελούν υπόβαθρα πολυθεματικών ερευνών και στόχων και ταυτόχρονα είναι δυναμικές τράπεζες πληροφοριών, συνδυάζοντας τα υπάρχοντα στοιχεία της περιοχής (π.χ. τοπογραφικοί και γεωλογικοί χάρτες, ορθοφωτοχάρτες) με δεδομένα μελλοντικών ερευνών και μελετών. Ο συνδυασμός των λογισμικών πακέτων που χρησιμοποιήθηκαν επιτρέπει την γρήγορη ενσωμάτωση πολυθεματικών πληροφοριών. Ειδικά για τα γεωλογικά χωρικά δεδομένα, απλοποιείται ο συσχετισμός τους με τα λεπτομερή επιφανειακά στοιχεία. Βασικό μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ο αρκετά μεγάλος όγκος δεδομένων, ειδικά για τους ορθοφωτοχάρτες. Για τον περιορισμό του μεγέθους των αρχείων οι χάρτες σαρώθηκαν σε ανάλυση 1 bit (Ασπρο-Μαύρο) με αποτέλεσμα να υπάρχουν απώλειες στην ποιότητα της εικόνας. Παρόλα αυτά οι μικρές απώλειες αντισταθμίζονται από την παροχή εποπτικής λεπτομέρειας.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστίες εκφράζονται προς την Διεύθυνση Δασών Νομού Χανίων, για την διάθεση του απαραίτητου υλικού, για την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Αρχοντάκης Γ., Σπυρίδωνος Ε. & Μανούσογλου Ε. υπό εκτύπωση. Τρισδιάστατο ψηφιακό μοντέλο του Κουρταλιώτικου Φαραγγιού στο Νομό Ρεθύμνου. 7<sup>ο</sup> Εθνικό Συνέδριο Νησιωτικής Χαρτογραφίας, 23 – 26 Οκτωβρίου 2002, Μυτιλήνη.
- Γ.Υ.Σ. 1995. Πίνακες Συντελεστών Μετατροπής Συντεταγμένων Ελληνικού Χώρου. Από το σύστημα Hatt (παλαιό datum) στο σύστημα ΕΓΣΑ '87 (νέο datum).
- Λιβιεράτος Ε. 1988. Γενική Χαρτογραφία & Εισαγωγή στη Θεματική Χαρτογραφία, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 216σ.
- Μανούσογλου Ε. 2001. Προσφορά των Γεωεπιστημών στην τουριστική ανάπτυξη των ορεινών όγκων της νήσου Κρήτης. Money Show, 22-23 Σεπτεμβρίου 2001, Χανιά.
- Μανούσογλου, Ε., Σπυρίδωνος, Ε., Soujon, A. & Jacobshagen, V. 2001. Αναθεώρηση του γεωλογικού χάρτη και τρισδιάστατη προσομοίωση της γεωλογικής δομής της ευρύτερης περιοχής του φαράγγιου της Σαμαριάς. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 34/1, 29-36.
- Τάταρης, Α.Α. & Χριστοδούλου, Γ.Ε. 1969. Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδος, 1:50.000, φύλλο Αλικιανός - Βατόλακκος, Αθήνα, Ι.Γ.Ε.Υ..
- Creutzburg N. & Seidel E. 1975. Zum Stand der Geologie des Praeneogens auf Kreta. N. Jb. Geol. Palaeont. Abh., 149, 363-383.
- Houlding S.W. 1994. 3D Geoscience Modeling, Computer Techniques for Geological Characterization, Springer, Berlin. 309p.
- Manutsoglu E. 2001. Relics of paleo-ecosystems in the national park of Lefka Ori (Samaria Gorge), Western Crete. Proceedings of the 1<sup>st</sup> International Conference on Ecological Protection of the Planet Earth (eds. Tsihrintzis V.A. & Tsalides P.), June 5-8, Xanthi, Greece, I, 381-390.
- Manutsoglu E., Jacobshagen V., Spyridonos E. & Skala W. 1999. Geologische 3D-Modellierung der Plattenkalk-Gruppe West-Kretas. Mathem. Geol., 4, 73-79.
- Manutsoglu E., Soujon A. & Jacobshagen V. 2003. Tectonic structure and fabric development of the Plattenkalk unit around the Samaria gorge, Western Crete, Greece. Z. dt. geol. Ges., 154/1, 85-100.
- Spyridonos E., Prissang R., Manutsoglu E., Exadaktylos G. & Mastoris J. 2003. State-of-the-art 3D modeling techniques: vital tools to ensure the efficient use of non-renewable resources. Proceedings of the International Conference "Sustainable Development Indicators in the Mineral Industries" Milos, May 21-23, 2003, (Editor: Z. Agioutantis), 347 – 352.
- 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).

## ABSTRACT

### **VISUALISATION WITH G.I.S OF AGIA EIRINI GORGE AT THE SOUTHERN MARGINS OF THE WHITE MOUNTAINS, SW CRETE**

K. Bizura<sup>1</sup>, E. Manutsoglu<sup>1</sup>, and E. Spyridonos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Division of Mining Technology - Geology, Department of Mineral Resources Engineering, Technical University of Crete, emanout@mred.tuc.gr*

<sup>2</sup>*Division of Dynamic, Tectonic & Applied Geology, Department of Geology, University of Athens, vangelis@zedat.fu-berlin.de*

Sustainable management of protected areas requires good knowledge of the entire system. Complicated natural systems require for their management the use of digital information systems, that would allow the integration of all the available information on the studied natural system as well as the elements of new researches. Among the natural systems the gorges constitute mainly geological structures. The aim of the present study is the development of a 3D digital morphotectonic model for the Agia Eirini Gorge, crossing the southern limbs of mountain Lefka Ori in South-Western Crete. The work is divided in two parts, on one side in the creation of suitable backgrounds that is required for the creation of a 3D model and on the other hand the placement of the spatial data into the model. For the creation of the digital terrain model (DTM) of the gorge area, maps at a 1:5.000 scale, obtained from the Army Geographic Service were digitised using CAD Overlay 2000i software. The data obtained were transferred into SURPAC 2000 supplemented with orthophotomaps of the region with the method of superimposition. The initial data drawn from the existing geological map of the region were evaluated by data obtained from field work. This methodology allows integration of all available information for the system under study, including newly acquired data.