

## ΤΟ ΚΑΡΣΤ ΣΤΗΝ ΑΝΩ ΒΛΑΣΙΑ ΑΧΑΪΑΣ ΚΑΙ Η ΕΝΟΤΗΤΑ ΩΛΟΝΟΥ – ΠΙΝΔΟΥ ΩΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΑΥΤΟΥ

Τσουκαλάς Ν.<sup>1</sup>, Παπαδοπούλου – Βρυνιώτη Κ.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Τμήμα Γεωλογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Παν/μιο Αθηνών 157 84 Αθήνα, niktsouk@hotmail.com

<sup>2</sup> Τομέας Γεωγραφίας-Κλιματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Παν/μιο Αθηνών 157 84 Αθήνα

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ερευνώμενη περιοχή περιλαμβάνει την υδρολογική λεκάνη του ποταμού Σελινούντα (Άνω Βλασία Αχαΐας) στον ανατολικό Ερύμανθο (Ωλονό). Αναπτύσσεται μεταξύ των 700 – 2.169 μ. και καταλαμβάνει έκταση 30 Km<sup>2</sup>. Ανήκει στη γεωτεκτονική ενότητα Ωλονού – Πίνδου που χαρακτηρίζεται από λιθοστρωματογραφική ανομοιογένεια, έντονη πτύχωση, αλληπάλληλες επιπτεύσεις με διευθύνσεις ΒΑ – ΝΔ και εγκάρσια προς αυτές ρήγματα. Οι λιθοστρωματογραφικές και τεκτονικές συνθήκες καθόρισαν την ανάπτυξη ενός κατευθυνόμενου καρστ με πολλά επίπεδα βάσης της καρστικοποίησης.

Η ατελής ανάπτυξη επιφανειακού καρστ, η καλή ανάπτυξη υπόγειου καρστ, καρστικών πηγών, σημαντικού δε επιφανειακού υδρογραφικού δικτύου και βλάστησης, επιτρέπουν την κατάταξη της ερευνηθείσας περιοχής στον Μεταβατικό τύπο καρστ κατά Cvijic (1926) ή στο Ημικάρστ κατά Grund (1903).

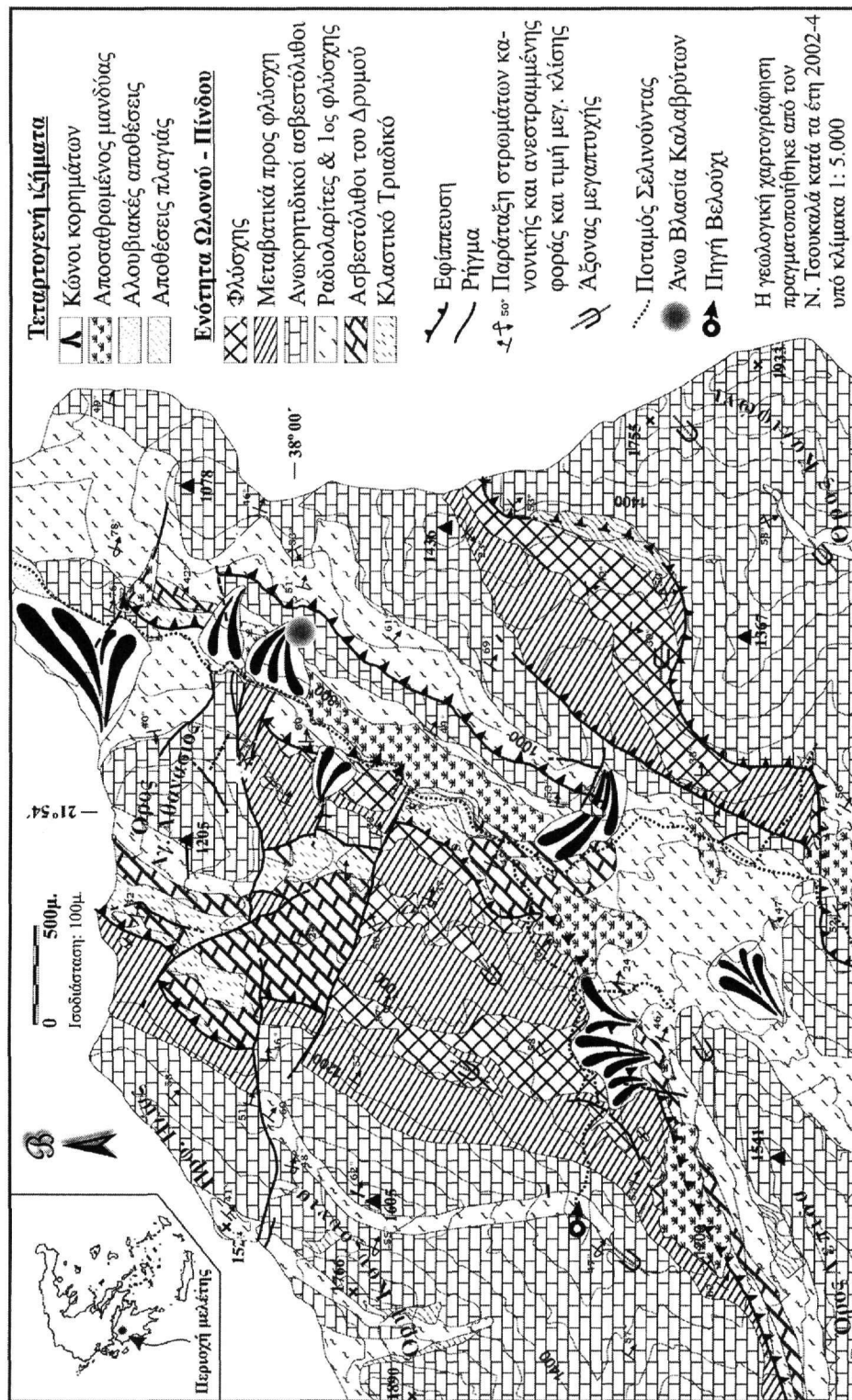
### 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η υπό έρευνα περιοχή βρίσκεται 220χλμ. δυτικά της Αθήνας και 27χλμ. νοτιοδυτικά των Καλαβρύτων στη βόρεια Πελοπόννησο (Σχ. 1). Περιλαμβάνει την υδρολογική λεκάνη του άνω ρου του ποταμού Σελινούντα με έκταση 30 Km<sup>2</sup> περίπου, που αναπτύσσεται σε υψόμετρο 700 – 2.169 μ. και καθορίζεται από τις κορυφές της οροσειράς του Ερυμάνθου (Ωλονός) Καλιφώνι (1.996 μ.), Σκουτέλι (1.757 μ.), Ψηλές Κορυφές (1.878 μ.), Λεπίδα (1.893 μ.), Μουγγίλα (2.169 μ.), Κουζούνια (1.766 μ.) και Αγ. Αθανάσιος (1.205 μ.).

Το κλίμα της περιοχής είναι ηπειρωτικό - υγρό με δροσερό θέρος. Το μέσο ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων υψηλό, υπερβαίνει τα 1400 mm το χρόνο, συμβάλλοντας καθοριστικά στην δημιουργία του καρστ και του ποταμού Σελινούντα ο οποίος κινούμενος βορειοανατολικά, εκβάλλει ανατολικά του Αιγίου.

### 2 ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η γεωτεκτονική ενότητα «Ωλονού – Πίνδου» κυριαρχεί πλήρως στην μελετώμενη περιοχή. Αναπτύσσονται όλοι οι σχηματισμοί της ενότητας από το Άν. Τριαδικό μέχρι και το Ηώκαινο (Σχ. 1). Πιο συγκεκριμένα, η βάση δομείται από κλαστικά ιζήματα του Ανωτέρου Τριαδικού μερικών δεκάδων μέτρων, τα οποία και εξελίσσονται σε πλακώδεις ασβεστολίθους «του Δρυμού» με *Halobies* πάχους 80 μ. περίπου. Ακολούθως και από το μέσο Ιουρασικό εμφανίζεται το πυριτικό τμήμα της στρωματογραφικής κολώνας οι ραδιοαρίτες, με πάχος ιζημάτων το οποίο ξεπερνάει τα 100 μ., και τον «πρώτο φλύσχη» να εμφανίζεται κατά θέσεις σηματοδοτώντας το πέρασμα στην πιο χαρακτηριστική και σημαντική λιθολογία της ενότητας, τους πλακώδεις ανωκρητιδικούς ασβεστολίθους. Το πάχος τους αν και δεν μπορεί να υπολογισθεί στην ύπαιθρο εξαιτίας του βαθμού και της έντασης των πτυχών και των λεπιώσεων, τοποθετείται με βιβλιογραφικά δεδομένα στα 200 μ. (Flament



Σχήμα 1. Γεωλογικός χάρτης του βορείου τμήματος της υδρολογικής λεκάνης του άνω ρου του ποταμού Σελινούντα (Ν. Αχΐας)

1972, Flament 1973). Καταλαμβάνουν συγκριτικά τις μεγαλύτερες εκτάσεις και όλα τα δεσπόζοντα υψώματα της λεκάνης. Στρωματογραφικά υπερκείμενα είναι τα μεταβατικά ιζήματα προς τον φλύσχη αποτελούμενα από λεπτοπλακώδεις ασβεστολίθους και κλαστικές ενδιαστρώσεις οι οποίες σταδιακά και προς τα υπερκείμενα αυξάνουν σε συχνότητα, με το πάχος του σχηματισμού να μην ξεπερνά τα 150 μ. Η ακολουθία συμπληρώνεται με τον φλύσχη με ηλικία λήξης της φλυσχογένεσης στο Αν Ηώκαινο τόσο στην Πελοπόννησο όσο και στην ηπειρωτική Ελλάδα (Dercourt 1964, Τσόφλιας 1970, Fleury 1980).

Η γεωλογική δομή της ευρύτερης περιοχής χαρακτηρίζεται από μεγάλη πολυμορφία, με συχνές εναλλαγές διαφορετικών lithολογιών και με έντονη τεκτονική παραμόρφωση σε όλη την έκταση. Εκφράζεται με αλληπάλληλες διαδοχικές επιπτώσεις γενικής διεύθυνσης ΒΑ – ΝΔ οι οποίες και διακόπτονται συχνά από εγκάρσια ρήγματα. Αλλά και η συνεχής παραμόρφωση εκφράζεται εντυπωσιακά με πτυχές διαφόρων μορφών σε όλες τις κλίμακες. Όλα αυτά τα στοιχεία προσδίδουν μία ιδιαίτερα χαρακτηριστική εικόνα με γραμμική ανάπτυξη των επιμέρους lithολογιών (Σχ. 1).

### 3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΚΑΡΣΤ

Η υπό έρευνα περιοχή δεν καλύπτεται από μία ανθρακική παχυστρωματώδη μάζα μεγάλου πάχους όπως συμβαίνει σε άλλες περιοχές (ΝΑ Πελοπόννησο, Δ Ήπειρο, Α Μακεδονία), αλλά από διαρκείς εναλλαγές των ιζημάτων της ενότητας Ωλονού – Πίνδου τα οποία και χαρακτηρίζονται αναμεταξύ τους από διαφορετική υδρογεωλογική συμπεριφορά. Πιο συγκεκριμένα, τα κλασικά ιζήματα του τριαδικού, οι ραδιολαρίτες και ο φλύσχος ως αδιαπέρατα – υδατοστεγή πετρώματα μέσω των οποίων περιορίζεται η διέλευση του κατεισδύοντος ύδατος μέσα από την βραχομάζα. Από την άλλη μεριά, οι τριαδικοί, οι ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι και σε σημαντικό βαθμό τα μεταβατικά ιζήματα προς τον φλύσχη αποτελούν εκείνες τις lithολογικές ενότητες στις οποίες συναντάται ενδιάφερουσα υδροφορία και κατά συνέπεια λαμβάνει χώρα το φαινόμενο της καρστικοποίησης.

Επιπλέον, η κίνηση του υπόγειου νερού πραγματοποιείται και από τις πάσης φύσεως ασυνέχειες οι οποίες εκτός από τεκτονικές (διακλάσεις, ρήγματα) όπως συναντώνται και στους παχυστρωματώδεις νηριτικούς ασβεστολίθους άλλων ενοτήτων (Γαβρόβου – Τριπόλεως, Παρνασσού – Γκιώνας κ.α.), είναι και στρωματογραφικές. Σε κλίμακα lithολογικής μονάδας οι ασβεστόλιθοι όπως και οι άλλες lithολογίες εμφανίζονται με λεπτοπλακώδη δομή. Στην περιοχή μελέτης, οι τριαδικοί ασβεστόλιθοι του «Δρυμού» εμφανίζονται λεπτοστρωματώδεις με το πάχος των ανθρακικών πλακών να μην υπερβαίνει τα 15 εκ. Οι ανθρακικοί σχηματισμοί δεν διατάσσονται με αμιγώς ασβεστολιθικές στρώσεις αλλά συχνά παρατηρούνται πυριτικές – πηλίκης σύστασης παρεμβολές υπό την μορφή λεπτών μεμονωμένων στρώσεων ή κονδύλων, συμβάλλοντας καθοριστικά στην εκτροπή ή τον περιορισμό τοπικά της υπόγειας ροής. Έτσι προκαλείται τοπικά η ανάσχεση της καρστικής διάλυσης και κατά συνέπεια κατά θέσεις υφίσταται υδραυλική απομόνωση καρστικών αγωγών που ανήκουν στην ίδια ασβεστολιθική μάζα.

Το βάθος μέχρι το οποίο πραγματοποιείται η καρστικοποίηση καθορίζεται από την θέση την οποία κατέχει το αδιαπέρατο υπόβαθρο. Οι υδατοστεγείς σχηματισμοί μπορεί να υπόκεινται των ανθρακικών μαζών είτε λόγω στρωματογραφίας, είτε λόγω πτυχώσεων, είτε εξαιτίας της τεκτονικής των επιπτώσεων. Συχνό είναι το φαινόμενο κατά το οποίο η υπόγεια ροή και κατά συνέπεια η καρστικοποίηση εμποδίζονται πλευρικά από την παρουσία μιας ρηξιγενούς δομής ή μιας επιπτώσεως, με τους διαπερατούς και αδιαπέρατους σχηματισμούς να έρχονται σε τεκτονική σχέση μεταξύ τους.

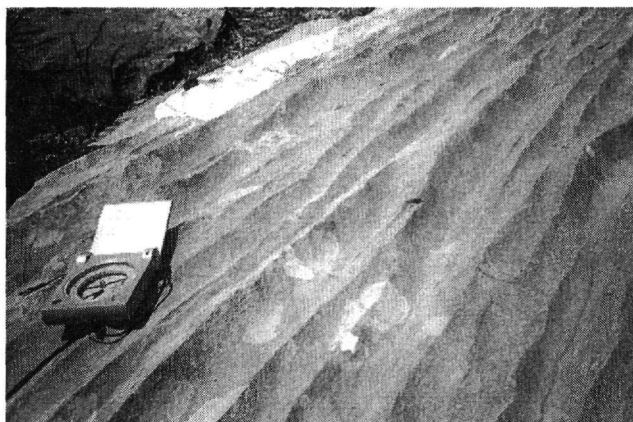
### 4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΚΑΡΣΤ

Από την διενέργεια εργασιών υπαίθρου σε πολλές θέσεις της υδρολογικής λεκάνης του άνω ρου του ποταμού Σελινούνα, διερευνήθηκαν οι τρόποι ανάπτυξης και εκδήλωσης της καρστικής διάλυσης, αφού έγινε η συλλογή και ανάλυση όλων εκείνων των στοιχείων τα οποία συνδέονται με την εμφάνιση και γένεση των καρστικών γεωμορφών. Οι καρστικές μορφές οι οποίες αναγνωρίστηκαν και παρουσιάζονται παρακάτω μπορούν να καταταχθούν τόσο σε επιφανειακές όσο και σε υπόγειες. Σημαντικός είναι ο ρόλος της καρστικοποίησης στην εμφάνιση των τόσων πολλών καρστικών πηγών στην περιοχή, γι' αυτό και παρουσιάζονται ως ξεχωριστή υποενότητα.

## 4.1 Επιφανειακό καρστ

Από την έρευνα του επιφανειακού καρστ, ανευρέθησαν πολλές και ποικίλες καρστικές γεωμορφές σε διαφορετικά υψόμετρα και μορφολογικές κλίσεις επιφανειών, όπως μικρές γλυφές, τεκτονικές αυλακώσεις, καλυμμένες γλυφές (καρστικές οπές, χύτρες), δολίνες και ξηρές καρστικές κοιλάδες.

Οι μικρές γλυφές έχουν μήκος από 5 – 40 εκ., το πλάτος τους είναι μέχρι 4 εκ. ενώ το βάθος τους δεν ξεπερνά τα 2 εκ. Συναντώνται και σε ασβεστολίθους οι οποίοι περιέχουν αρκετά εγκλείσματα από πυριτιδόλιθους χρώματος καφέ, που εμφανίζονται σαν εξογκώματα ως ανθεκτικοί στη χημική διάλυση. Οι γλυφές αυτές εμφανίζονται χωρίς διαφορές τόσο στους τριαδικούς όσο στους πλακώδεις ασβεστολίθους, αλλά και στα μεταβατικά ιζήματα προς τον φλύσχη. Συχνό είναι το φαινόμενο κατά το οποίο οι μικρές γλυφές δημιουργούνται παράλληλα και πάνω στις επιφάνειες στρώσης των λεπτοπλακωδών σχηματισμών. Μεγαλύτερες γλυφές εμφανίζονται κυρίως σε μεγάλα υψόμετρα όπως στο όρος Κρεκάκι στα 1650 μ. σε ασβεστολιθικές επιφάνειες με κλίσεις άνω των 50°, αλλά και σε χαμηλότερες και ομαλότερες περιοχές. Οι διαστάσεις τους είναι της τάξεως των 15 εκ. πλάτος, 5εκ. βάθος, το δε μήκος μπορεί να είναι και μεγαλύτερο του 1 μ. (Σχ. 3).



Σχήμα 3. Γλυφές οι οποίες έχουν δημιουργηθεί παράλληλα με την επιφάνεια στρώσης των μεταβατικών ιζημάτων προς τον φλύσχη.

Άλλες επιφανειακές καρστικές μορφές μικρών διαστάσεων είναι οι τεκτονικές αυλακώσεις. Το πλάτος των αυλάκων φτάνει μέχρι 10 εκ., αλλά το βάθος τους αναλογικά πολύ μεγαλύτερο μπορεί να φτάνει και να ξεπερνάει αρκετές φορές τα 2 μ. Η δημιουργία τους αρχικά οφείλεται σε τεκτονικά αίτια τα οποία έχουν κερματίσει τον ανθρακικό σχηματισμό. Γι' αυτό και συναντώνται σε όλους τους ανθρακικούς σχηματισμούς αλλά σε περιοχές πλησίον ρηγμάτων ή επιπτώσεων. Καρστικοί σχηματισμοί αυτού του είδους συνήθως ακολουθούν τα υπάρχοντα συστήματα διακλάσεων τα οποία δεν χαρακτηρίζονται από σταθερό προσανατολισμό εξαιτίας την έντασης της παραμόρφωσης. Συναντήθηκαν σε αρκετές περιοχές και σε ποικίλα υψόμετρα, συγκεκριμένα νότια από τον Αγ. Αθανάσιο στα 900 μ., στον Πρφ. Ηλία στα 1.300 μ. και στο όρος Σκουτέλι πάνω από τα 1.500 μ. Τόσο οι τεκτονικές αυλακώσεις όσο και οι καρστικές οπές είναι συνδεδεμένες με διεργασίες σπηλαιογένεσης αφού διευκολύνουν την ταχεία διακίνηση μεγαλύτερων ποσοτήτων νερού σε μεγαλύτερα βάθη και με μεγαλύτερη ταχύτητα (Παπαδοπούλου 1989, Παπαδοπούλου 1990).

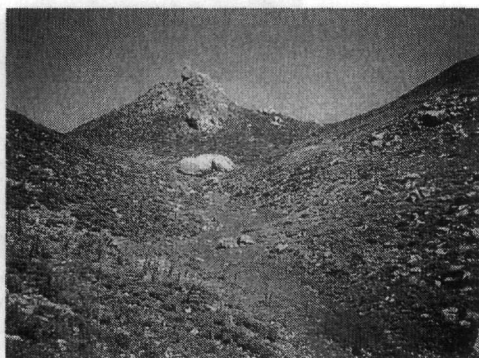
Σε αρκετές περιπτώσεις όπου ο επιφανειακός εδαφικός μανδύας έχει απομακρυνθεί, αποκαλύφθηκε η παρουσία καλυμμένων γλυφών. Εμφανίζονται σε αρκετές θέσεις όχι στα μεγάλα υψόμετρα, με μεγαλύτερη συχνότητα στις δασοσκεπείς εκτάσεις. Στις καλυμμένες γλυφές ανήκουν και οι καρστικές οπές που κατά θέσεις παρουσιάζουν σημαντική ανάπτυξη σχηματίζοντας συμπλέγματα τόσο σε ανωκρητιδικούς ασβεστολίθους, όσο και σε μεταβατικά ιζήματα προς τον φλύσχη. Οι κυλινδρικές οπές έχουν διάμετρο μέχρι 15 εκ. ενώ αναπτύσσονται σε βάθος το οποίο μπορεί να ξεπερνά το 1,5 μ. Η επιμήκης διεύθυνσή τους σε ορισμένες περιπτώσεις ακολουθεί την επικρατούσα διεύθυνση της στρώσης. Κατά θέσεις σε ευαίσθητες περιοχές του πετρώματος, δηλαδή επιφάνειες στρώσης ή σημεία τομής δύο συστημάτων διακλάσεων, εμφανίζονται μικρές χύτρες.

Από τις επιφανειακές μορφές μεγάλων διαστάσεων οι δολίνες είναι οι μοναδικές μορφές που απαντώνται στην περιοχή και πιο συγκεκριμένα στα ανατολικά όρια του επιφανειακού υδροκρίτη. Στον αυχένα που δημιουργείται αναμεταξύ των κορυφών Καλιφώνι (1.996 μ.) και Σκουτέλι (1.757 μ.), σε μία επιμήκη έκταση 700 μ. περίπου διεύθυνσης ΒΑ – ΝΔ, όπου η μορφολογική κλίση είναι αρκετά μικρή και το μέσο υψόμετρο της θέσης αυτής στα 1.630 μ. αναπτύσσεται ένα πεδίο δολινών. Πρόκειται για αβαθείς δολίνες μέχρι 5 μ. βάθος με κλίση στα πρηνή τους όχι πάνω από 20°, ενώ η διάμετρός τους δεν ξεπερνά τα 30 μ. Ο πυθμένας σχετικά επίπεδος καλύπτεται από ένα λεπτό στρώμα από terra – rossa. Εδράζονται σε λεπτοπλακώδεις ανωκρητιδικούς ασβεστολίθους σχεδόν κατακόρυφης κλίσης στρωμάτων και διεύθυνσης ΒΑ – ΝΔ, όμοιας με την επιμήκη διεύθυνση ανάπτυξης των δολινών. Δυτικά από το Σκουτέλι σε υψόμετρο 1.660 μ. εντοπίστηκαν και άλλες δολίνες ποικίλων διαστάσεων με τον επιμήκη άξονά τους μέχρι 50 μ. και ύψος των κλιτύων άνω των 5 μ. (Σχ. 4). Η καρστική διάλυση έχει λάβει χώρα κατά μήκος της διεύθυνσης των επιφανειών στρώσης, με αποτέλεσμα οι δολίνες συχνά να έχουν ελλειψοειδές σχήμα με τον μεγάλο άξονα να ακολουθεί την διεύθυνση της στρώσης. Πρόκειται συνεντών για δολίνες στρώσεως (Papadopolou 1996).

Στις επιφανειακές καρστικές μορφές ανήκουν και οι Ξηρές καρστικές κοιλάδες (Papadopolou 2002). Η συχνότητα εμφάνισής τους αυξάνεται σταδιακά με το υψόμετρο έτσι ώστε άνω των 1.500 μ. να εμφανίζονται σε όλους τους ορεινούς όγκους. Δυτικά από την κορυφή του όρους Λεπίδα σε υψόμετρο 1.700 μ., πολύ κοντά στον υδροκρίτη συναντάται μία ξηρή καρστική κοιλάδα πολύ μικρής κλίσης με μαιανδρική μορφή. Η κοίτη της έχει καλυφθεί από λεπτομερή υλικά τα οποία προέρχονται από την χημική διάλυση του ασβεστολίθου (Σχ. 5).



Σχήμα 4. Αβαθής δολίνη στρώσεως δυτικά από το όρος Σκουτέλι (υψ. 1660 μ.)



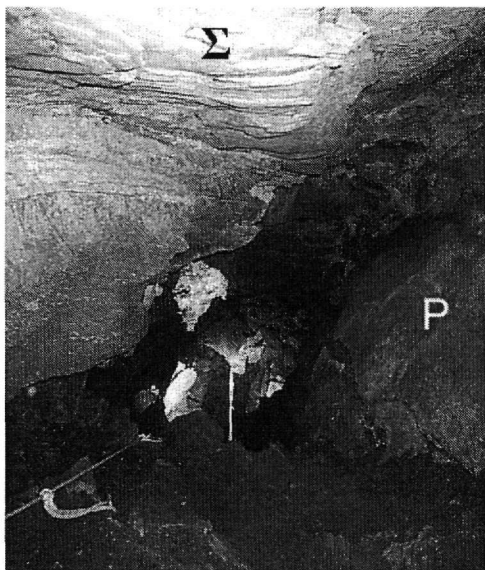
Σχήμα 5. Ξηρή καρστική κοιλάδα δυτικά από το όρος Λεπίδα (υψ. 1.700 μ.)

## 4.2 Υπόγειο καρστ

Από την έρευνα του υπόγειου καρστ στην περιοχή εντοπίστηκαν σπήλαια, βάραθρα και ένας υπόγειος ποταμός

Αναλύοντας τα σημαντικότερα σπήλαια, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει υπόγειο έγκοιλο το οποίο συναντάται στις ΝΝΔ παρυφές του ορεινού όγκου Αγ. Αθανάσιος, ανατολικά από τη θέση Γεράκι. Φιλοξενείται σε ανωτριάδικους ασβεστολίθους «του Δρυμού» με λεπτοπλακώδη εμφάνιση και σταθερή κλίση των στρωμάτων αυτών προς τα ΝΑ. Η μικρή είσοδός του βρίσκεται πλησίον της μισγάγγειας χειμάρρου στα 1.015 μ. Παρουσιάζει επιμήκη ανάπτυξη και είναι κεκλιμένο με βύθιση 60° προς τα ΝΑ, ενώ στο χαμηλότερο υψομετρικά σημείο του εμφανίζεται μικρή θολωτή αίθουσα με οριζόντιο δάπεδο από πεσμένες λατύπες. Το μήκος του είναι 17 μ. ενώ το πλάτος του να κυμαίνεται από 1 μέχρι 3 μ. και το ύψος δεν ξεπερνά τα 4 μ. Ο σπηλαιολιθωματικός διάκοσμος σταδιακά και προς τα κατώτερα υψομετρικά σημεία γίνεται όλο και πιο εντυπωσιακός, καλύπτοντας τελικά το σύνολο των τοιχωμάτων με λογχοειδείς και παραπετασματοειδείς σταλακτίτες, οι οποίοι σε ορισμένες περιπτώσεις φτάνουν και το 1,5 μ. ύψος. Το σταλακτιτικό υλικό έχει χρώμα υποκίτρινο έως γαλακτώδες προσδίδοντας μια διαφορετική εικόνα συγκριτικά με τα υπόλοιπα σπήλαια της περιοχής. Το σπήλαιο σχηματίστηκε σε αυτή τη θέση και με τον αυτό προσανατολισμό, εξαιτίας ρήγματος του οποίου η ανατολική απόληξη διέρχεται από αυτό (κατευθυνόμενο καρστ). Η κατοπητρική του επιφά-

νεια διακρίνεται ξεκάθαρα εντός του σπηλαίου, καθώς και η έντονη θραυστιγενείς παραμόρφωση και μυλονιτίωση στην οποία έχουν υποβληθεί οι περιβάλλοντες ανθρακικοί σχηματισμοί (Σχ. 6). Άλλο ενδιαφέρον σπήλαιο βρίσκεται παρόχθια του ποταμού Σελινούντα, δυτικά από το χωριό Άνω Βλασία. Και αυτό επίμηκες, μέγιστου πλάτους 2 μ. και μήκους 6 μ., εντελώς οριζόντιο με τον πυθμένα να καλύπτεται αποκλειστικά από τις αμμώδεις προσχώσεις του ποταμού. Στο χώρο του σπηλαίου καταλήγουν τα νερά πηγής η οποία αναβλύζει περίπου 10 μ. υψηλότερα. Συνέπεια αυτού του γεγονότος είναι η ακατάπαυστη σταγονοροή και ο ολοκληρωτικός στολισμός των τοιχωμάτων του με πληθώρα σταλακτιτών – σταλαγμιτών, κυρίως επιμήκων κιτρινωπού χρώματος. Ο εξωτερικός περιβάλλον χώρος του σπηλαίου αποτελείται από εκτεταμένες αποθέσεις τραβερτίνης.



Σχήμα 6. Το κεκλιμένο σπήλαιο ανατολικά από τη θέση Γεράκι. Διακρίνεται η κατοπτρική επιφάνεια του ρήγματος (Ρ) με στοιχεία  $71^{\circ}038'$ , αλλά και η στρώση (Σ) των τριαδικών ασβεστολίθων «του Δρυμού».

Από τα βάραθρα άξια λόγου είναι τα εξής. Η «Καρκάνα» στις ανατολικές κλιείς του όρους Λεπίδα σε υψόμετρο λίγο πάνω από τα 1.000 μ. Αναπτύσσεται κατακόρυφα και φιλοξενείται σε πολυπτυχωμένους πλακώδεις ανωκρητιδικούς ασβεστολίθους. Η οπή του στην επιφάνεια έχει κυκλικό σχήμα με διάμετρο 5 μ. ενώ λίγο βαθύτερα αναπτύσσεται πλευρικός θάλαμος προς τα δυτικά. Το βάθος του φτάνει τα 30 μ. περίπου, όπου και καταλήγει σε αίθουσα της οποίας το δάπεδο καλύπτεται από πεσμένα ασβεστολιθικά τεμάχια. Από την είσοδό του είναι ορατή η ύπαρξη κάποιων σταλαγμιτών με πάχος λίγο μικρότερο από 1 μ. Το άλλο βάραθρο έχει εντοπιστεί σε ελατοσκεπή απότομη πλαγιά στις Ψηλές Κορυφές στα 1.275 μ. Το περιτύπωμα της οπής επιφανειακά έχει σχήμα κυκλικό με διάμετρο 2 μ., ενώ η συνέχεια του βαράθρου γίνεται εντελώς κατακόρυφα.

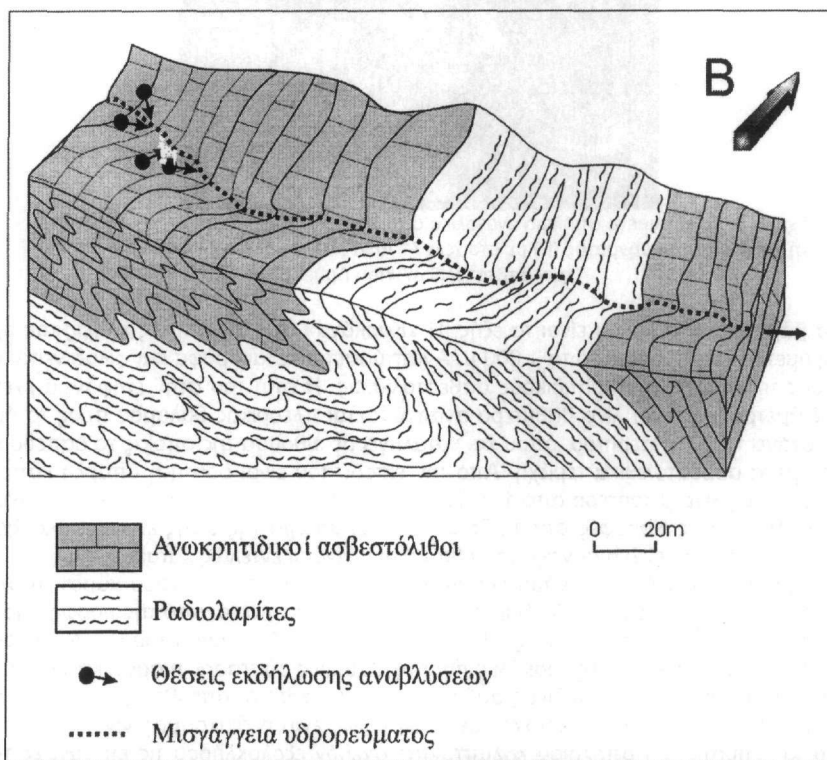
Την πιο χαρακτηριστική και συνάμα εντυπωσιακή έκφραση του υπόγειου καρστ αποτελεί ο υπόγειος ποταμός στην περιοχή Αγ. Ταξιάρχης. Η ανάπτυξή του γίνεται υπό την μορφή σήραγγας με συνολικό μήκος 213 μ. και μέσο πλάτος 1,5 μ. Η επικρατούσα διεύθυνσή του Β – Ν. Η κοίτη καλύπτεται άλλοτε από συγκολλημένες κροκάλες πυριτικής κυρίως σύστασης ή αργιλικά ιζήματα, ενώ σε μεγάλα τμήματα αυτής ο ανωκρητιδικός ασβεστόλιθος εμφανίζεται απευθείας με λείες επιφάνειες. Τα τοιχώματα παρουσιάζονται με αποχρώσεις του καφέ, ενώ ο διάκοσμος γίνεται εντυπωσιακός στα βαθύτερα τμήματα του σπηλαίου καλύπτοντας σχεδόν εξολοκλήρου τις επιφάνειές του. Είναι ενεργός υπόγειος ποταμός καθ' όλη την διάρκεια του έτους.

### 4.3 Καρστικές πηγές

Στις ανθρακικές μάζες τα πολλά επίπεδα καρστικής διάβρωσης, διαφορετικά μεταξύ τους, αποτελούν επίπεδα βάσης για τη ροή του υπόγειου καρστικού νερού. Το γεγονός ερμηνεύεται από την ύπαρξη πληθώρας καρστικών πηγών με την συντριπτική πλειοψηφία τους να εκδηλώνονται στη βάση των ανθρακικών μαζών ή πλησίον υπάρχουσας τεκτονικής επαφής. Πρόκειται για καρστικές πηγές επαφής ή υπερπλήρωσης μεταξύ των υδροπερατών και αδιαπεράτων σχηματισμών. Μεμονωμένες και μεγάλοι όγκου εκφορτίσεις των ασβεστολιθικών μαζών είναι λίγες, αλλά η αποστράγγιση των ασβεστόλιθων γίνεται ως επί το πλείστον τμηματικά από μικρής παροχής πηγές. Εκτεταμένες ασβεστολιθικές μάζες εμφανίζουν πηγές σε πολλά σημεία περιμετρικά τους, ενώ κάποιες άλλες μικρότερες δεν έχουν καμμία εκφόρτιση, μεταγγίζοντας το νερό τους υπόγεια με πλευρική τροφοδοσία προς γειτονικούς σχηματισμούς. Από τις υπαίθριες παρατηρήσεις εντοπίστηκαν πάνω από 25 πηγές με αδιάλειπτη παροχή ακόμη και την ξηρά περίοδο οι οποίες και ευρίσκονται σε διάφορα υψόμετρα με το εύρος της υψομετρικής διαφοράς περίπου στα 1.000 μ.

Ένα σημαντικό τμήμα των πηγαίων υδάτων απορρέει επιφανειακά συνθέτοντας τον άνω ρου του ποταμού Σελινούντα, ενώ το υπόλοιπο υδρομαστεύεται είτε προς ύδρευση, είτε προς άρδευση και κτηνοτροφική χρήση. Στο Σχ. 1 αποτυπώνεται το υδρογραφικό δίκτυο με συνεχή παροχή όλο το υδρολογικό έτος.

Η πηγή Βελούχι είναι μία από τις σημαντικότερες πηγές της περιοχής (Σχ. 1). Αναβλύζει σε υψόμετρο 1.085 μ. μεταξύ των όρεων Κουζούνια (1.766 & 1.605 μ.) στα βόρεια και Λεπίδα (1.893 & 1.541 μ.) στα νότια. Βρίσκεται σε μία περιοχή ισοκλινώς πτυχωμένη με μεγάλης κλίμακας πτυχές των οποίων το αξονικό επίπεδο βυθίζεται προς τα ΝΑ με κλίσεις της τάξεως των 45° (Σχ. 1 & 2). Οι σχηματισμοί οι οποίοι εμπλέκονται είναι οι ραδιολαρίτες μαζί με τον «πρώτο φλύσχη» ως το



Σχήμα 2. Τρισδιάστατη απεικόνιση της επικρατούσας γεωλογικής δομής και των θέσεων ανάβλυσης της πηγής Βελούχι.

στεγανό υπόβαθρο, και οι πολυπτυχωμένοι ανωρητιδικοί ασβεστόλιθοι, ως το καρστικό υδροφόρο μέσο. Στην περιοχή της πηγής και ανατολικότερα, οι λιθολογίες εμφανίζονται ανεστραμμένες με μέ-

γιστη κλίση περίπου  $50^{\circ}$  προς τα ΝΑ. Συνεπώς ερμηνεύεται ο μηχανισμός λειτουργίας της που αντιστοιχεί σε μία πηγή υπερπλήρωσης.

Οι ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι καταλαμβάνουν πολύ μεγάλη έκταση δυτικά από την πηγή και πέραν του επιφανειακού υδροκρίτη σε υψόμετρο 2.169 μ. του Όρ. Μουγγίλα (τμήμα τους διακρίνεται στον γεωλογικό χάρτη, Σχ. 1). Το μεγάλο υψόμετρο της υδρογεωλογικής λεκάνης της πηγής δικαιολογεί την χαμηλή τιμή της θερμοκρασίας του νερού σε σχέση με τις άλλες πηγές της περιοχής, που μετρήθηκε σε  $8,3^{\circ}\text{C}$  (12/9/02). Την ξηρά περίοδο κατά μήκος της κοιλάδας εκδηλώνονται συνολικά τέσσερις πηγές σε ένα εύρος 20 μ. περίπου, είτε απευθείας από τον ανωκρητιδικό ασβεστόλιθο, είτε μέσα από τις προσχώσεις της κοίτης του ρέματος Λαγκαδιά. Οι συγκεκριμένες προσχώσεις αποτελούν υλικά στερεοπαροχής πολύ μικρού πάχους και επιφάνειας ανάπτυξης, τα οποία δεν τροφοδοτούν την πηγή με νερό. Το γεγονός ότι η εκφόρτιση του υδροφορέα δεν γίνεται σημειακά αλλά διάχυτα οφείλεται στην ύπαρξη πολλών επιπέδων βάσης σε κλίμακα λιθολογικής ενότητας. Η συνολική παροχή της εκτιμήθηκε τον Αύγουστο του 2002 ότι μπορεί να υπερβαίνει τα  $100 \text{ m}^3/\text{h}$ .

## 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι η ανάπτυξη του καρστ στην Άνω Βλασία Αχαΐας καθορίζεται αφενός από τη λιθostrωματογραφική ανομοιογένεια της ενότητας Ωλονού – Πίνδου και αφετέρου από τις τεκτονικές αλλά και τις στρωματογραφικές ασυνέχειες με αποτέλεσμα την ανάπτυξη ενός κατευθυνόμενου καρστ.

Τα πολλά επίπεδα βάσης της καρστικοποίησης που δημιουργούνται, εκφράζονται με την εκδήλωση πολλών καρστικών: πηγών επαφής ή υπερπλήρωσης με αδιάλειπτη παροχή.

Το υπόγειο καρστ είναι πλούσιο (σπήλαια, βάραθρα, υπόγειος ποταμός) και η δημιουργία του συνδέεται κυρίως με τα υπάρχοντα νεοτεκτονικά ρήγματα.

Το επιφανειακό όμως καρστ είναι ατελές, με χαρακτηριστικές στρωσιγενείς dolines και ξηρές καρστικές κοιλάδες. Σημαντικό είναι και το γεγονός της απουσίας πολλών όχι μόνο στην περιοχή μελέτης αλλά και στην ευρύτερη περιοχή της οροσειράς του Ωλονού.

Λόγω της εμφάνισης σημαντικού επιφανειακού υδρογραφικού δικτύου (ποταμός Σελινούντας), της καλής ανάπτυξης καρστικών πηγών και υπόγειου καρστ, της ατελούς δε ανάπτυξης επιφανειακού καρστ και της υπάρχουσας βλάστησης, το καρστ της ερευνηθείσας περιοχής κατατάσσεται στον Μεταβατικό τύπο καρστ (Ενδιάμεσο, Transitional karst) κατά (Cvijic 1926), ή στο Ημικάρστ (Halbkarst) κατά (Grund 1903).

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Παπαδοπούλου Κ. 1989. Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις σε σύνθετες γλυφές των περιοχών Κωπαΐδας και Ελικώνα. Πρκ. 2<sup>ο</sup> Πανελ. Γεωγρ. Συν., 255-261, Αθήνα
- Παπαδοπούλου Κ. 1990. Γεωμορφολογική μελέτη της περιοχής της Κωπαΐδας (Βοιωτία). Διδακτορική Διατριβή, Εθν. και Καποδ/κο Παν. Αθηνών, 145σ.
- Τσόφλιας Π. 1970. Γεωλ. κατασκευή του βορειότερου τμήματος της Πελοποννήσου (Νομού Αχαΐας), Ann. Geol. Pays Hellen., vol. XXI, 554-651, Αθήνα.
- Cvijic J. 1926. Das Karstphänomen, Pencks geograph., Wien, Abh. 5,3, 279p.
- Dercourt J. 1964. Contribution a l'étude geologique d'un secteur du Peloponnese septentrional. Ann. Geol. Pays hellen., XV.
- Flament J. 1972. La nappe du Pinde a' l' Ouest de la fenêtre du Chelmos. La région de Kato Klitoria. Université des sciences et techniques de Lille
- Flament J. 1973. De l' Olonos au Chelmos: étude geologique d' un secteur de la nappe du Pinde – Olonos, Thèse 3e cycle Lille, 206p.
- Fleury J. 1980. Les zones Gavrovo – Tripolitza et du Pinde – Olonos (Grece continental et Peloponnese du Nord). Evolution d'une plate – forme et d'un bassin dans leur cadre alpin, Soc. Geol. Nord, No 4, 1 – 648
- Grund A. 1903. Die Karsthydrographie, Geogr., Wien, Abh. Hsg. A. Penck. 7,3
- Papadopoulou K. 1996. Comparative observations in carstic formation of Parnass and Arcadia mountains (Greece). Theoretical and Applied Karstology, Vol. 9, 63-68, Bucuresti
- Papadopoulou - Vrynioti K. 2002. A comparative study on the dry karst valleys in Greece. 6<sup>th</sup> Inter. Symp. AL-CADI, Italy

## ABSTRACT

### **THE KARST IN ANO VLASSIA ACHAIA (GREECE) AND THE CONTRIBUTION OF OLONOS – PINDOS GEOTECTONIC UNIT ON ITS FORMATION**

Tsoukalas N.<sup>1</sup>, Papadopoulou – Vrynioti K.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Geology, National and Kapodistrian University of Athens, 157 84, Athens, niktsouk@hotmail.com

<sup>2</sup> Department of Geography – Climatology, Faculty of Geology, National and Kapodistrian University of Athens, 157 84, Athens

The study area includes the Selinous river hydrologic basin on East Erimanthos (Olonos) Mountain, close to Ano Vlassia village (N. Peloponnese – Greece). It is formed at an altitude between 700 – 2.169 m and occupies an area 30 Km<sup>2</sup>. It belongs to the Olonos – Pindos geotectonic unit, which is characterized by lithostratigraphic unevenness, intense folds, successive thrusts with NE – SW directions and transverse faults. Lithostratigraphic and tectonic conditions are accountable for a directed karst development with many karstic basic planes. The above research includes systematic survey in all karstic formations that were observed. Karrens, kluft karrens, shallow dolines and dry karst valleys are developed on the surface. Furthermore, an underground formation was found and composed by caves, gulfs and an underground karstic river. Above 25 karstic fountainheads were observed which gush from the limestones with a 100 m<sup>3</sup>/h (summer) maximum supply.

The imperfect development of surface karst, the good development of underground karst, karstic fountainheads, hydrological network and vert, allow for the studied area to be classified to the Transitional type of karst by Cvijic (1926) or to Halbkarst by Grund (1903).