

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. Ιστορικό ανάθεσης

Η μελέτη με τίτλο «ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΡΙΣΗ ΤΟΠΙΚΟΥ ΡΥΜΟΤΟΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΝΕΟΥ ΠΟΛΕΜΙΚΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ ΣΤΟ Τ.Κ. ΚΑΛΠΑΚΙΟΥ» ανατέθηκε από τον Δήμο Πωγωνίου στον Κονταξή Δημήτρη - Γεωλόγο μελετητή με την υπ' αρ. πρ. 78/2013 απόφαση της Οικονομικής Επιτροπής του Δήμου και την υπογραφή της σχετικής σύμβασης την 15.07.2013 (απ. πρωτ. 9447/15.07.2013.).

Στο **Τεύχος - Τεχνικογεωλογική Έκθεση** δίδεται η κυρίως μελέτη του θέματος. Αναλυτικότερα δίδονται :

- Στο παρόν κεφάλαιο 1 η ταυτότητα του έργου ( Εισαγωγή )
- Στο κεφάλαιο 2 η Γεωμορφολογία της περιοχής
- Στο κεφάλαιο 3 η Γεωλογία και η Τεκτονική της ευρύτερης και της υπό μελέτης περιοχής
- Στο κεφάλαιο 4 η Υδρολογία και η Υδρογεωλογία της περιοχής
- Στο κεφάλαιο 5 η Σεισμικότητα και η σεισμική επικινδυνότητα της περιοχής
- Στο κεφάλαιο 6 η Τεχνικογεωλογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών
- Στο κεφάλαιο 7 η Γεωλογική καταλληλότητα της περιοχής
- Στο κεφάλαιο 8 οι Προτάσεις για την γεωλογική καταλληλότητα της περιοχής
- Στο κεφάλαιο 9 οι Πηγές και η Βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε για την σύνταξη της μελέτης

Επί πλέον στο **Παράρτημα** έχουν δοθεί όλα εκείνα τα στοιχεία που συμπληρώνουν την κύρια έκθεση (Χάρτες, φωτογραφική κάλυψη, στοιχεία γεωτρήσεων, κλπ).

### 1.2. Αντικείμενο - Σκοπός

Αντικείμενο της μελέτης είναι ο εντοπισμός, διαχωρισμός και χαρακτηρισμός από άποψη εδαφικών συνθηκών, περιοχών ως κατάλληλων, ακατάλληλων ή κατάλληλων υπό προϋποθέσεις για δόμηση. Επίσης έχει σκοπό την περιγραφή των προϋποθέσεων και των αναγκαίων μέτρων προστασίας που απαιτούνται για να καταστεί δυνατή η οικοδόμηση τυχών κατάλληλων υπό προϋποθέσεις περιοχών και η κατ' αρχήν εκτίμηση του κόστους λήψης των μέτρων αυτών.

Η μελέτη εκπονείται στα πλαίσια έγκρισης τοπικού ρυμοτομικού σε έκταση του Τ.Κ. Καλπακίου, με σκοπό την ανέγερση νέου Πολεμικού Μουσείου σε εγκαταστάσεις πιο σύγχρονες από το υπάρχον, το οποίο εφάπτεται της εθνικής οδού Ιωαννίνων – Κόνιτσας – Κοζάνης.

### **1.3. Μέθοδος**

Η εκπόνηση της μελέτης γίνεται σύμφωνα με την υπ. αριθ. 16374/3696 ΦΕΚ 723 15/7/1998 Υπουργική απόφαση για «Έγκριση προδιαγραφών για την εκπόνηση μελετών γεωλογικής καταλληλότητας στις προς πολεοδόμηση περιοχές»

Στην παρούσα υποβολή παρουσιάζονται και αξιολογούνται τα αποτελέσματα των εργασιών που πραγματοποιήθηκαν και αφορούσαν τόσο εργασίες υπαίθρου όσο και συλλογή στοιχείων από σχετική βιβλιογραφία, διατρητικές εργασίες στην ευρύτερη περιοχή καθώς και στοιχεία από τους υπεύθυνους του Δήμου.

Η μελέτη εκπονήθηκε από τον Γεωλόγο Δημήτρη Κονταξή με την συνεργασία των Δημήτρη Φαρμάκη και Βασιλικής Πλιάτσικα, Γεωλόγων.

### **1.4. Γεωγραφική Θέση**

Η περιοχή της μελέτης ανήκει στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Ηπείρου, στην Π. Ε. Ιωαννίνων και βρίσκεται στο βόρειο τμήμα της. Εκτείνεται βόρεια της πόλης των Ιωαννίνων σε απόσταση 35 χλμ. περίπου και νότια του οικισμού του Καλπακίου σε απόσταση 600 μ. περίπου, πλησίον της εθνικής οδού Ιωαννίνων – Κόνιτσας – Κοζάνης (Παράρτημα Α).

Διοικητικά υπάγεται στο Τ.Κ. Καλπακίου της Δ.Ε. Καλπακίου του Δήμου Πωγωνίου.

### **1.5. Περιγραφή Θέσης**

Το Τ. Κ. Καλπακίου του Δήμου Πωγωνίου εκτείνεται στις δυτικές παρυφές χαμηλού ύψους λόφου όπου βρίσκεται το γνωστό σπήλαιο – στρατηγείο Καστιμήτρου. Η περιοχή είναι γνωστή για τον ρόλο που έπαιξε κατά την διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου καθώς η περιοχή επιλέχθηκε για την ανάσχεση της ιταλικής προέλασης. Δυτικά του οικισμού εκτείνονται οι πεδινές εκτάσεις της λεκάνης του ποταμού Καλαμά (και του παραπόταμού του Γορμού), στα ανατολικά περιθώρια της οποία σχηματίζονται υψώματα με γενική διεύθυνση Βορρά - Νότο, τα οποία αποτελούσαν την βασική γραμμή άμυνας και ήταν εκείνα που σήκωσαν το βάρος

των επιθέσεων.

Το στρατηγείο της 8ης Μεραρχίας Ηπείρου βρίσκεται στην σπηλιά Ελαία – Κατσιμήτρου, στην νότια είσοδο του οικισμού Καλπακίου το οποίο σήμερα αποτελεί ιστορικό χώρο. Κοντά στο στρατηγείο - σπηλιά και σε απόσταση 400 μ. λειτουργεί πολεμικό μουσείο με εκθέματα από την αντίσταση του Ελληνικού λαού στην επίθεση των Ιταλικών στρατευμάτων, ενώ στο προαύλιο του μουσείου υπάρχουν οι προτομές των πρωτεργατών. Επίσης στην κορυφή του λόφου βρίσκεται το άγαλμα του Έλληνα φρουρού στρατιώτη.

Στους χώρους αυτούς διοργανώνονται κάθε χρόνο οι εορταστικές εκδηλώσεις «Καλπάκια», για να τιμηθεί η επέτειος του «ΟΧΙ», τον Οκτώβριο του 1940. Οι εκδηλώσεις αυτές, που διαρκούν μία εβδομάδα, περιλαμβάνουν επισκέψεις και ξενάγηση σχολείων στους ιστορικούς χώρους του Καλπακίου (πολεμικό μουσείο, στρατηγείο Κατσιμήτρου, πολυβολεία, Μνημείο Μαχητή), προβολή ντοκιμαντέρ με γεγονότα του έπους του '40, καθώς και αναπαράσταση της μάχης του Καλπακίου ανήμερα της 27ης Οκτωβρίου, με συμμετοχή κατοίκων του Δήμου.

Το σημερινό μουσείο εφάπτεται της Εθ, Οδού Ιωαννίνων Κοζάνης και εκτός του κύριου κτιρίου, δεν περιλαμβάνει άλλους βοηθητικούς χώρους. Για τον λόγο αυτό προτείνεται η κατασκευή νέου σύγχρονου Μουσείου σε έκταση η οποία γειτνιάζει με τον υπάρχοντα χώρο.

Το γήπεδο αποτελεί μια σχεδόν επίπεδη έκταση με διαστάσεις 84 x 64 μ. (μέγιστες διαστάσεις) και εμβαδό 4.277 τ.μ. Νότια ο χώρος εφάπτεται με το πάρκο του υφιστάμενου μουσείου, ανατολικά με αγροτεμάχια, ενώ οι άλλες δύο πλευρές αποτελούν τοπικές οδούς τμήμα των οποίων είναι ασφαλτοστρωμένο. Ο χώρος σήμερα είναι χέρσος, επίπεδος χωρίς εξάρσεις ή βυθίσματα και καλύπτεται από χαμηλή βλάστηση. Εντός του χώρου βρίσκεται τμήμα των αμυντικών έργων του '40, όπως αντιαρματικοί κώνοι και αντιαρματικοί τάφροι, οι οποίοι διέρχονται από το βόρειο, δυτικό και νότιο όριο του γηπέδου.

#### **1.6. Βασικά πολεοδομικά στοιχεία**

Ο οικισμός του Καλπακίου αποτελεί σύμφωνα με το ΠΠΧΣΑΑ της Περιφέρειας «οικιστικό κέντρο 4ου επιπέδου» είναι έδρα του Δήμου Πωγωνίου, βρίσκεται σε κομβικό σημείο τομής των δύο κύριων αξόνων και σε μικρή απόσταση από την υπό μελέτη Ιόνια Οδό και είναι ο μοναδικός οικισμός του Δήμου που διαθέτει

Ρυμοτομικό σχέδιο,

Η υπό μελέτη έκταση ανήκει στην κτηματική περιφέρεια του Τ.Κ. Καλπακίου του Δ. Πωγωνίου, (εκτός σχεδίου), και βρίσκεται εκτός της περιοχής που διέπεται από το διάταγμα Ζαγορίου, εκτός της περιφερειακής ζώνης προστασίας Π1 του Εθνικού πάρκου Βόρειας Πίνδου και σύμφωνα με την πρόταση του ΣΧΟΟΑΠ του πρώην Δήμου Καλπακίου, βρίσκεται εντός της περιοχής ειδικής προστασίας ΠΕΠ – ΦΠ (1) για την οποία επιτρέπονται (Παράρτημα Β) :

- Πολιτιστικά κτίρια και εν γένει πολιτιστικές λειτουργίες.
- Γήπεδα στάθμευσης.
- Αναψυκτήρια.
- Χώροι συνάθροισης κοινού.
- Αθλητικές εγκαταστάσεις.
- Εγκαταστάσεις και δίκτυα τεχνικής υποδομής, πλην Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων, Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων και σταθμών μεταφόρτωσης απορριμμάτων

### **1.7. Εκτελεσθείσες εργασίες**

Για την διερεύνηση των γεωλογικών – γεωτεχνικών συνθηκών στην περιοχή, πραγματοποιήθηκαν οι εξής εργασίες:

- Γεωλογική χαρτογράφηση στην περιοχή έρευνας σε κλίμακα 1 : 400
- Γεωηλεκτρική διασκόπηση με στόχο την δισδιάστατη απεικόνιση της ειδικής αντίστασης των γεωλογικών σχηματισμών του υπεδάφους.
- Σύνταξη του αντίστοιχου γεωλογικού χάρτη σε κλίμακα 1 : 400
- Σύνταξη χάρτη πληροφόρησης σε κλίμακα 1 : 400
- Σύνταξη χάρτη γεωλογικής καταλληλότητας σε κλίμακα 1 : 400 εύρους

Για την σύνταξη της παρούσας μελέτης ελήφθησαν υπόψη :

- Ο Γεωλογικός χάρτης της περιοχής ΙΓΜΕ Φ. ΙΩΑΝΝΙΝΑ σε κλίμακα 1:50.000.
- Τα διαγράμματα της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού σε κλίμακα 1:5.000.
- Έρευνες του ΙΓΜΕ που βασίζονται σε υδρογεωτρήσεις στην ευρύτερη περιοχή.
- Μεταφορά νερού στο λεκανοπέδιο Ιωαννίνων – Γεωλογική – Γεωτεχνική μελέτη 2001
- Στοιχεία από την Γεωλογική – Γεωτεχνική μελέτη του έργου Ιόνια οδός από τέλος παραχώρησης – Καλπάκι 2009

Τέλος χρησιμοποιήθηκαν βιβλιογραφικές αναφορές από :

- **Γ. Κατσικάτσος** : Γεωλογία της Ελλάδας. Αθήνα 1992
- **Γ. Καλλέργης**: Εφαρμοσμένη υδρογεωλογία. Αθήνα 1986
- **Α. Τσελέντης** : Σύγχρονη Σεισμολογία. Αθήνα 1997
- **Κούκης, Γ. Καλλέργης** : Τεχνική Γεωλογία. Πανεπιστήμιο Πατρών 1985
- **ΙΓΜΕ** : Προκαταρκτική έκθεση υδρογεωλογικής μελέτης του καρστικού συστήματος Μιτσικελίου και λεκάνης Ιωαννίνων

Με βάση την συναξιολόγηση των ανωτέρω στοιχείων καθώς και τις επί τόπου παρατηρήσεις της στενής αλλά και της ευρύτερης περιοχής συντάχθηκε η παρούσα Τεχνική Γεωλογική Έκθεση.

Η παρούσα μελέτη συνοδεύεται από τα εξής σχέδια :

Πίνακας 1 Σχέδια μελέτης

<b>Αρ. Σχ.</b>	<b>Περιεχόμενο</b>	<b>Κλίμακα</b>
ΓΟ. 1	Γεωλογική οριζοντιογραφία	1 : 400
ΧΠ. 1	Χάρτης πληροφόρησης	1 : 400
ΧΓΚ. 1	Χάρτης γεωλογικής καταλληλότητας	1 : 400

## **2. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ**

### **2.1. Γεωμορφολογία της ευρύτερης περιοχής**

Η ευρύτερη περιοχή της μελέτης βρίσκεται στο ανατολικό περιθώριο της ενδοορεινής λεκάνης του Καλπακίου, η οποία είναι ένα οροπέδιο με μέσο υψόμετρο 400 m περίπου. Η λεκάνη σχηματίζεται ανάμεσα στους ορεινούς όγκους του Κασιδιάρη στα δυτικά με υψόμετρα έως 1.400 μ. και της βορεινής προέκτασης του Μιτσικελίου (υψώματα Κόζιακας, Γκραμπάλα) στα δυτικά με υψόμετρα έως 1.200 μ., έχει ήπιο ανάγλυφο που διακόπτεται από λοφώδη ανθρακικά και λατυποπαγή υπολείμματα.

Η γεωμορφολογία της περιοχής έχει επηρεασθεί σε σημαντικό βαθμό από τις μεγάλες τεκτονικές δομές που κυριαρχούν στην περιοχή. Οι σημαντικότερες από τα ανατολικά προς τα δυτικά είναι :

- το σύγκλινο Ηπείρου – Ακαρνανίας, πληρωμένο με ιζήματα φλύσχη μεγάλου πάχους
- το εσωτερικό αντίκλινο όπου κυριαρχούν οι ανθρακικοί σχηματισμοί.
- Το σύγκλινο Βουτσαρά στα δυτικά στον πυρήνα του οποίου έχουν αποτεθεί ιζήματα φλύσχη.

Τα βουνά που χαρακτηρίζουν το ανάγλυφο της λεκάνης και επιδρούν στην διαμόρφωση των κλιματολογικών συνθηκών της περιοχής είναι ο Καιδιάρης και η Τύμφη.

### **2.2. Παλαιογεωγραφική εξέλιξη**

Στην περιοχή του Καλπακίου διακρίνονται δύο κύριες χαρακτηριστικές γεωμορφολογικές ενότητες, η δημιουργία των οποίων είναι προϊόν διαφορετικών παλαιογεωγραφικών διεργασιών.

Συγκεκριμένα, οι κεντρικές περιοχές αποτελούν τμήμα της λεκάνης του Καλπακίου - Παρακάλαμου, όπου τον κύριο ρόλο στη διαμόρφωση της κοιλότητας διαδραμάτισαν η τεκτονική δράση, η οποία εκφράζεται με τεκτονικές κινήσεις που εντοπίζονται κατά μήκος της δυτικής πλευράς, στην ανατολική πλευρά του όρους Καιδιάρη καθώς και με ένα πεδίο ρηγμάτων στο βόρειο άκρο της λεκάνης από λίμνη Ζαραβίνας έως λίμνη Γράμουστη που συνέβαλλαν στην ταπείνωση της λεκάνης, και στην μεγάλη εξάπλωση των εβαποριτών.

Αποτέλεσμα της δημιουργίας της λεκάνης ήταν η κατά θέσεις λιμναία ιζηματογένεση και όπου υπήρξαν ευνοϊκές συνθήκες απόθεσης οργανογενών αποθέσεων σημαντικού πάχους, έδωσαν λόγω διαγένεσης λιγνιτοφόρα κοιτάσματα.

Την λεκάνη αυτή διαρρέει ο ποταμός Καλαμάς και ο παραπόταμός του Γορμός ο οποίος εισέρχεται στην λεκάνη από το βορειοδυτικό όριό της. Το δυτικό τμήμα της λεκάνης επιφανειακά καλύπτεται από εκτεταμένες αποθέσεις πυριτικών προσχώσεων προϊόν αποσάθρωσης των ασβεστολίθων. Ακολούθησε μεταφορά αδροκλαστικών υλικών αποτελούμενων από ποτάμιους πηλούς, ιζήματα κοίτης και κώνους κορημάτων στα περιθώρια, προϊόν διάβρωσης – απόθεσης των ποταμών.

Η ανατολική πλευρά της λεκάνης, στην ευρύτερη περιοχή του Καλπακίου, αποτελεί την απόληξη της δυτικής πλευράς αντίκλινου με ήπιες σχετικά κλίσεις ανάγλυφου, ενώ τον κύριο ρόλο στη διαμόρφωση των λοφώδη εξάρσεων διαδραμάτισαν η τεκτονική δράση, η οποία εκφράζεται με συνεχόμενα μικρά κανονικά αντίκλινα και σύγκλινα και παράλληλα ρήγματα με διεύθυνση αξόνων ΒΒΑ – ΝΝΔ.

### **2.3. Υδρογραφικό δίκτυο**

Το κυριότερο υδρογραφικό χαρακτηριστικό της περιοχής είναι ο ποταμός Καλαμάς με τους παραποτάμους του ο οποίος διέρχεται σε απόσταση 2,0 χλμ. περίπου δυτικά του χώρου εγκατάστασης του νέου Μουσείου.

Ο ποταμός Καλαμάς πηγάζει από τις πηγές Γράμουστης και τις υπερχειλίσεις της ομώνυμης λίμνης (3,5 χλμ. βορειοδυτικά του χώρου) και ενισχύεται από το βορειοδυτικό περιθώριο της λεκάνης από τον ποταμό Γορμό ο οποίος πηγάζει από το όρος Δούσκο. Επίσης ο ποταμός εμπλουτίζεται από μια σειρά σημαντικών καρστικών πηγών όπως Μονή Βελά (2,2 χλμ. νότια του χώρου), Μαυρονέρι, Μελίσια κ.α. που αναπτύσσονται στα ανατολικά περιθώρια της λεκάνης, καθώς και από τις πηγές Ιερομνήμης, Σιταριάς κ.α. στα δυτικά περιθώρια.

Το συνολικό μήκος του είναι 115 km και η μέση παροχή του στη θέση Αρετή (6,5 χλμ. νοτιοδυτικά του χώρου) είναι 10,26 m<sup>3</sup>/s. Η συνολική έκταση της λεκάνης του Καλαμά είναι περίπου 1.831 χλμ<sup>2</sup> και σχεδόν το σύνολό της (>99%) ανήκει σε ελληνικό έδαφος, ενώ το μέγιστο υψόμετρό της είναι 2.198 m. Βόρεια αναπτύσσεται η λεκάνη του Αώου – Βοϊδομάτη και δυτικά η κλειστή λεκάνη των Ιωαννίνων.

Παραπόταμοι του Καλαμά είναι από ανάντη προς κατόντη οι Γορμός, Μέζερος,

Βελτιστικός, Σμόλιτσας, Κούτσης, Τύρια, Μπανιά, Λαγκαβίστα και Καλπακιώτικος. Μέσα στη λεκάνη του Καλαμά υπάρχει και η λίμνη Τζαραβίνα (10 χλμ. δυτικά του χώρου), έκτασης 22 χλμ<sup>2</sup>, μέσης στάθμης 455 μ και μέσου βάρους 35m.

Το υδρογραφικό δίκτυο της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Καλαμά είναι 6ης τάξεως κατά Strahler και με πυκνό δίκτυο ρεμάτων και πολλές υπολεκάνες. Η μορφή του υδρογραφικού δικτύου χαρακτηρίζεται ως κλιμακωτή - δενδριτική ενώ πολλές από τις υπολεκάνες του παρουσιάζονται ασύμμετρες και παρατηρείται μία ανισοκατανομή στο μήκος των κλάδων τους.

#### **2.4. Γεωμορφολογία της περιοχής των έργων**

Η περιοχή μελέτης αναπτύσσεται ανατολικά και σε απόσταση 400 μέτρων από την νότια είσοδο του οικισμού του Καλπακίου, βόρεια της Εθ. Οδού Ιωαννίνων - Καλπακίου - Κακαβίας και Κοζάνης, στο ανατολικό περιθώριο της λεκάνης Καλπακίου - Παρακαλάμου σε μέσο υψόμετρο 420 μ. περίπου.

Η προς πολεοδόμηση περιοχή βρίσκεται ανάμεσα στους λόφους του Καλπακίου στα βόρεια (ύψους 493 μ.) και της βόρειας απόληξης των υψωμάτων των Νεγράδων στα νότια (ύψους 598 μ.). Ανάμεσα στα ανθρακικά αυτά υψώματα σχηματίζεται μια στενή χαμηλή ζώνη μέσου πλάτους 70 μέτρων με διεύθυνση Α - Δ, όπου διέρχεται η Εθνική οδός και στο ανατολικό άκρο της βρίσκεται η υπό μελέτη έκταση. Ανατολικά του χώρου υψώνονται τα ανθρακικά όρη του Ζαγορίου με κορυφές όπως της Γκραμπάλας και της Ασσόνισας ύψους έως 1.200 μέτρων.

Το σύνολο της περιοχής αποτελεί χαμηλή χορτολιβαδική έκταση όπου απουσιάζει η υψηλή βλάστηση. Ο χώρος είναι επίπεδος χωρίς εξάρσεις ή ταπεινώσεις και οι κλίσεις εδάφους εντός του γηπέδου είναι σχεδόν μηδενικές με μια ελαφρά απόκλιση προς δυτικά. Συγκεκριμένα η υψομετρική διαφορά του ανατολικού από το δυτικό όριο δεν υπερβαίνει τα 0,50 μέτρα (μέτρηση Μελετητή).

Ανατολικά του χώρου οι κλίσεις του εδάφους αυξάνονται ομαλά για μήκος 250 μέτρων περίπου και στην συνέχεια γίνονται εντονότερες, στις πλαγιές των ασβεστολιθικών όγκων.

Στον χώρο του γηπέδου, το φυσικό υδρογραφικό δίκτυο απουσιάζει. Αντίθετα χαρακτηριστική είναι και η ανάπτυξη ενός τεχνητού δικτύου, το οποίο αποτελείται από επιμήκεις αύλακες και είναι υπολείμματα των αντιαρματικών τάφρων που



κατασκευάστηκαν κατά την περίοδο του πολέμου του '40 στα πλαίσια των αμυντικών έργων στην περιοχή. Εκτός από τις τάφρους εντός του γηπέδου διακρίνεται και ένας αντιαρματικός κώνος (φωτο. παραρτήματος) ο οποίος αποτελεί και αυτός το μοναδικό ίσως υπόλειμμα των εκτεταμένων αντιαρματικών – οχυρωματικών έργων στον χώρο του γηπέδου (Παράρτημα Γ).

Οι αύλακες διέρχονται από το βόρειο, δυτικό και νότιο όριο του γηπέδου και εν μέρει σήμερα έχουν επιχωθεί. Η τάφρος που διέρχεται από το βόρειο και δυτικό όριο έχει μέσο πλάτος 2,0 μ. και βάθος που δεν υπερβαίνει το 1,0 μέτρο. Αντίθετα η τάφρος που διέρχεται στη νότια πλευρά, στο όριο του γηπέδου με το πάρκο του υφιστάμενου Πολεμικού Μουσείου, αποτελεί μια αβαθή αύλακα με μέσο πλάτος 1,0 μέτρο περίπου. Οι τάφροι αυτοί δέχονται τα βρόχινα νερά τα οποία και αποστραγγίζουν δυτικά, στον ποταμό Καλαμά.

Η μερική επίχωση των τάφρων οφείλεται εν μέρει σε τεχνητές ανθρωπογενείς αποθέσεις καθώς και σε απόθεση υλικών λόγω διάβρωσης. Παράλληλα με την βόρεια τάφρο έχει κατασκευασθεί χωματόδρομος ο οποίος εκτιμάται ότι κατά την κατασκευή του έχει καταλάβει κάποιο τμήμα της. Επίσης το βάθος εκτιμάται ότι έχει μειωθεί και από την απόθεση υλικών λόγω διάβρωσης. Αντίθετα η νότια τάφρος εκτιμάται ότι έχει επιχωθεί από τεχνητές αποθέσεις. Η τάφρος διέρχεται παράλληλα με την ΕΘ. Οδό Ιωαννίνων – Καλπακίου οπότε κατά την διάρκεια των εργασιών διάνοιξης της οδού σε διάφορες περιόδους είναι πιθανό να αποτέλεσε την περιοχή απόθεσης υλικών εκσκαφής.

### **3. ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ**

#### **3.1. Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής**

Η ευρύτερη περιοχή της μελέτης ανήκει στην Ιόνια ζώνη, η οποία χαρακτηρίζεται σαν μια ηπειρωτική λεκάνη με ημιπελαγική και πελαγική ιζηματογένεση. Η Ιόνια ζώνη είναι επωθημένη προς τα δυτικά πάνω στην ζώνη Παξών, ενώ προς τα ανατολικά πάνω στη ζώνη αυτή βρίσκεται επωθημένη η ζώνη της Πίνδου (Σχ.1).

Παλαιογεωγραφικά, με βάση τις διαφορές τις οποίες παρουσιάζει στην στρωματογραφική της επαλληλία στην αξονική και στις περιοχές των παρυφών της, διακρίνεται από τα δυτικά προς τα ανατολικά στις παρακάτω τρεις υποζώνες (Σχ. 2) :

- στην εξωτερική η οποία διακρίθηκε στην δυτική και στην ανατολική εξωτερική Ιόνια ζώνη
- στην κεντρική Ιόνια ζώνη
- στην εσωτερική (ανατολική) Ιόνια ζώνη

Παρά τις ορισμένες σαφείς διαφοροποιήσεις, σε γενικές γραμμές η Ιόνια ζώνη παρουσιάζει σε όλη την έκτασή της την παρακάτω στρωματογραφική διάρθρωση (Σχ.3):

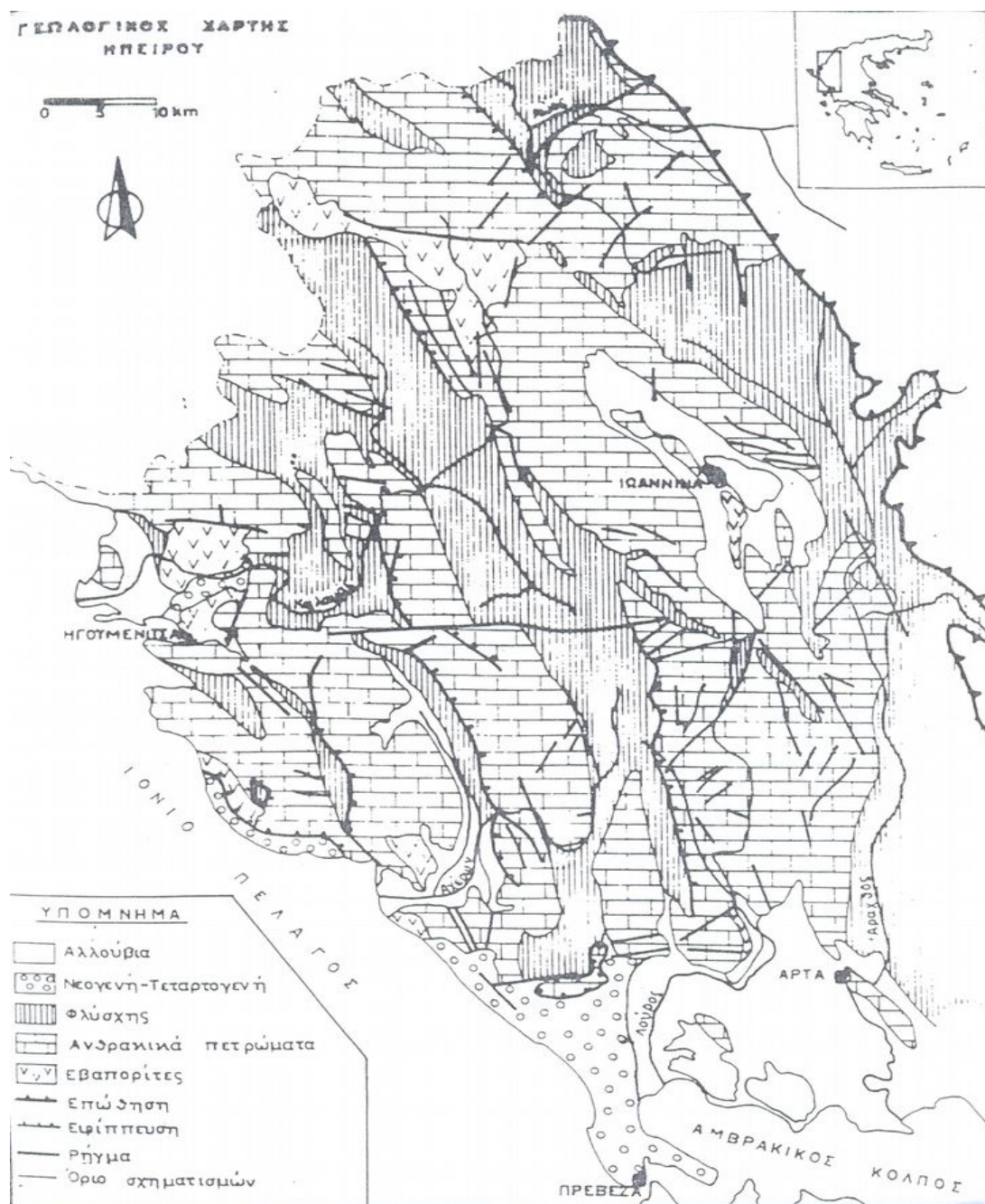
- Την σειρά των εβαποριτών και τριαδικών λατυποπαγών
- Την σειρά των ανθρακικών πετρωμάτων του Αν. Τριαδικού - Αν. Ηώκαινου
- Τον φλύσχη του Αν. Ηώκαινου - Ακουϊτάνιου
- Τις Μειο - πλειοκαινικές αποθέσεις
- Τις Αλλουβιακές αποθέσεις

Η περιοχή της μελέτης βρίσκεται στην κεντρική Ιόνια ζώνη, στο όριο με την εσωτερική (ανατολική) Ιόνια ζώνη και βρίσκεται στην βόρεια απόληξη του ανθρακικού αντίκλινου των Νεγράδων (Παράρτημα Δ).

#### **3.1.1. Λιθοστρωματογραφία της περιοχής μελέτης**

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που παρατηρήθηκαν, χαρτογραφήθηκαν και απεικονίζονται στην γεωλογική οριζοντιογραφία (σχέδιο ΓΟ1 1 : 400) είναι οι παρακάτω από τους παλαιότερους προς τους νεότερους :

Σχ. 1. Γεωλογικός χάρτης της Ηπείρου



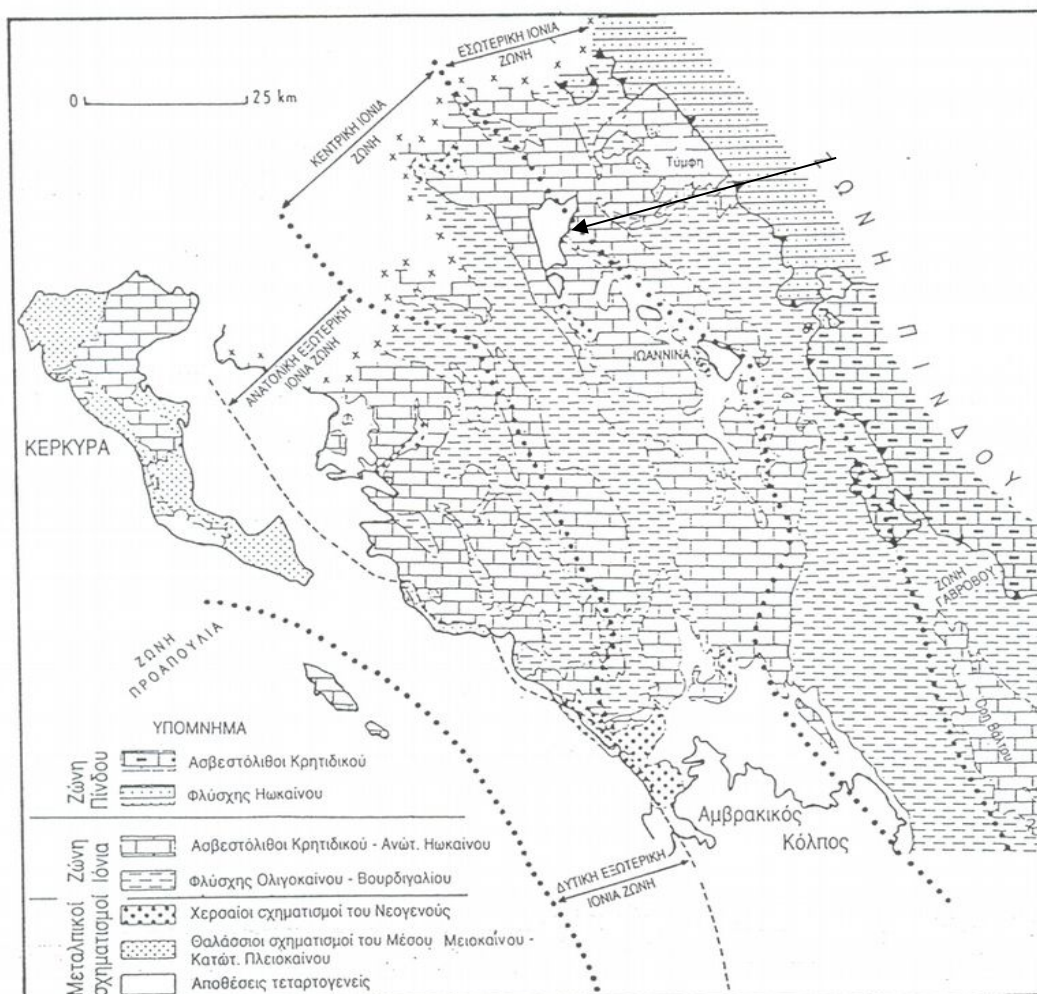
### Ενόητες σχηματισμών του υποβάθρου.

#### ΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

##### - Ασβεστόλιθοι Σενωνίου (K8s)

Πρόκειται για ασβεστόλιθους λατυποπαγείς, συμπαγείς, παχυστρωματώδεις με χονδρά θραύσματα ρουδιστών και τρηματοφόρα συνήθως λευκού ή λευκότεφρου χρώματος. Πρόκειται για σχηματισμό που κυριαρχεί στην

Σχ. 2 Υποζώνες της Ιόνιας ζώνης



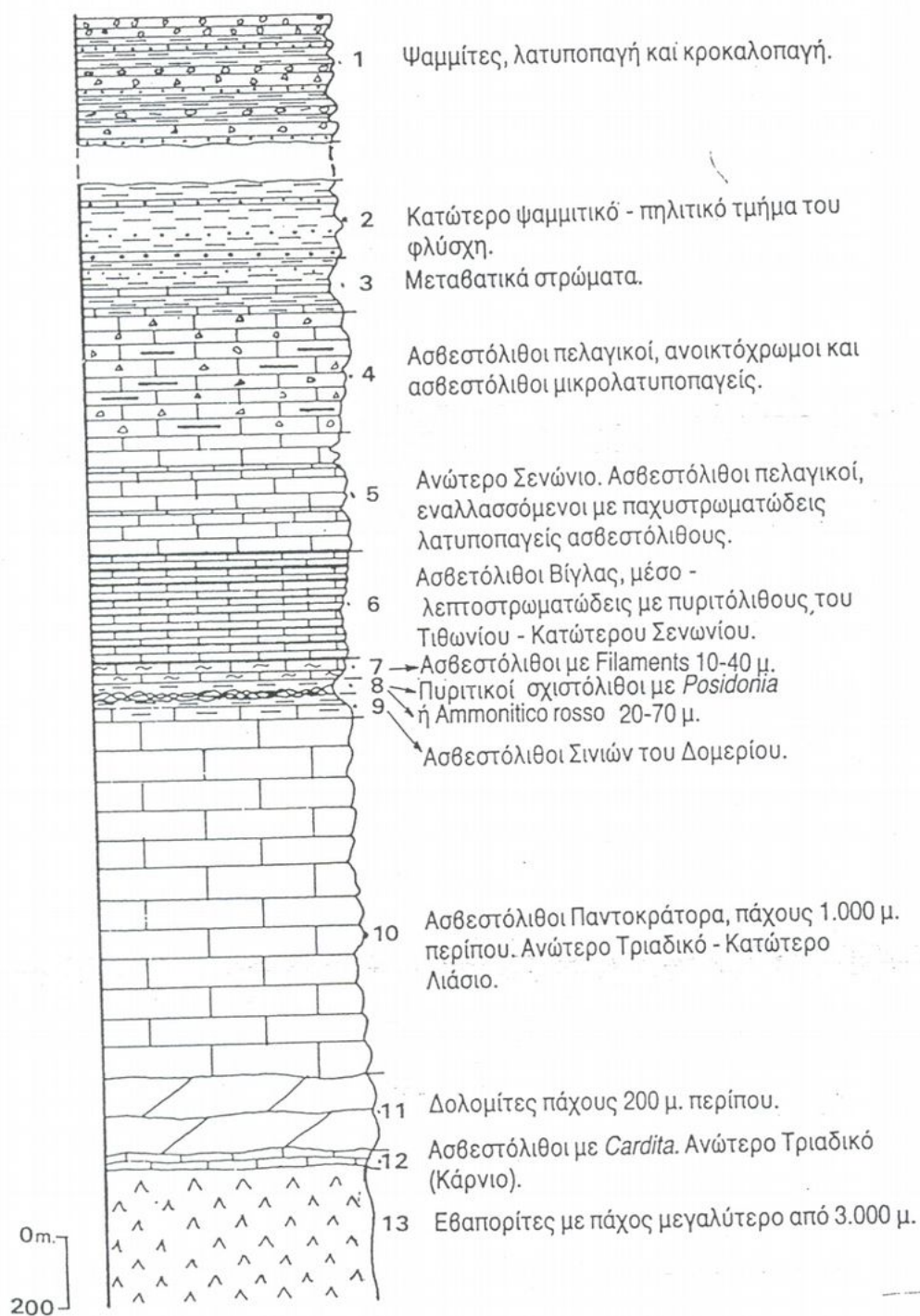
ευρύτερη περιοχή Καλπακίου – Νεγράδων. Γενικά οι κλίσεις των στρωμάτων είναι μικρές, της τάξης των  $5^{\circ}$  –  $20^{\circ}$  με τάση οριζοντίωσης προς την δυτική πλευρά του αντίκλινου. Το πάχος του σχηματισμού εκτιμάται σε 200 – 250 μ. (ΙΓΜΕ 2002). Παρουσιάζουν έντονη καρστική διεργασία. Καταλαμβάνουν την μεγαλύτερη έκταση του λόφου του Καλπακίου, στο νοτιοδυτικό άκρο του οποίου βρίσκεται το σπήλαιο – στρατηγείο Κατσιμήτρου.

- **Ασβεστόλιθοι Παλαιοκαίνου - Ηωκαίνου (Ε)**

Η σειρά αποτελείται από μια σειρά ασβεστολίθων με κατά τόπους ενστρώσεις πυριτολίθων. Είναι λεπτοπλακώδεις, λευκοί, υποκίτρινοι και κατά θέσεις μικρολατυποπαγείς.



Σχ. 3 Στρωματογραφική στήλη της Ιόνιας ζώνης



Συναντώνται σε μια λεπτή ζώνη νότια του χώρου εγκατάστασης του Νέου Μουσείου, νότια της ΕΘ. Οδού επί της καμπύλης της ΕΘ. Οδού, απέναντι από το υφιστάμενο Μουσείο.

## **Ενότητες σχηματισμών του Τεταρτογενούς.**

### **A. Προσχωσιγενείς αποθέσεις**

#### **- Σύγχρονες αλλουβιακές αποθέσεις (sc-m).**

Επί του υποβάθρου αναπτύσσονται ποταμό - χερσαίοι άμμοι - ψηφίδες και χαλίκια ασβεστολιθικής προέλευσης που αντιπροσωπεύουν συνθήκες έντονων βροχοπτώσεων, αναμεμιγμένα με ερυθρού χρώματος αργιλικά υλικά.

Εμφανίζονται περιμετρικά του λόφου του Καλπακίου μέχρι τις παρυφές των ορεινών όγκων και καλύπτουν όλη την περιοχή μελέτης. Τοπικά καλύπτονται από σύγχρονες τεχνητές αποθέσεις (φερτά υλικά – υλικά εκσκαφών).

### **3.1.2. Τεκτονική της ευρύτερης περιοχής**

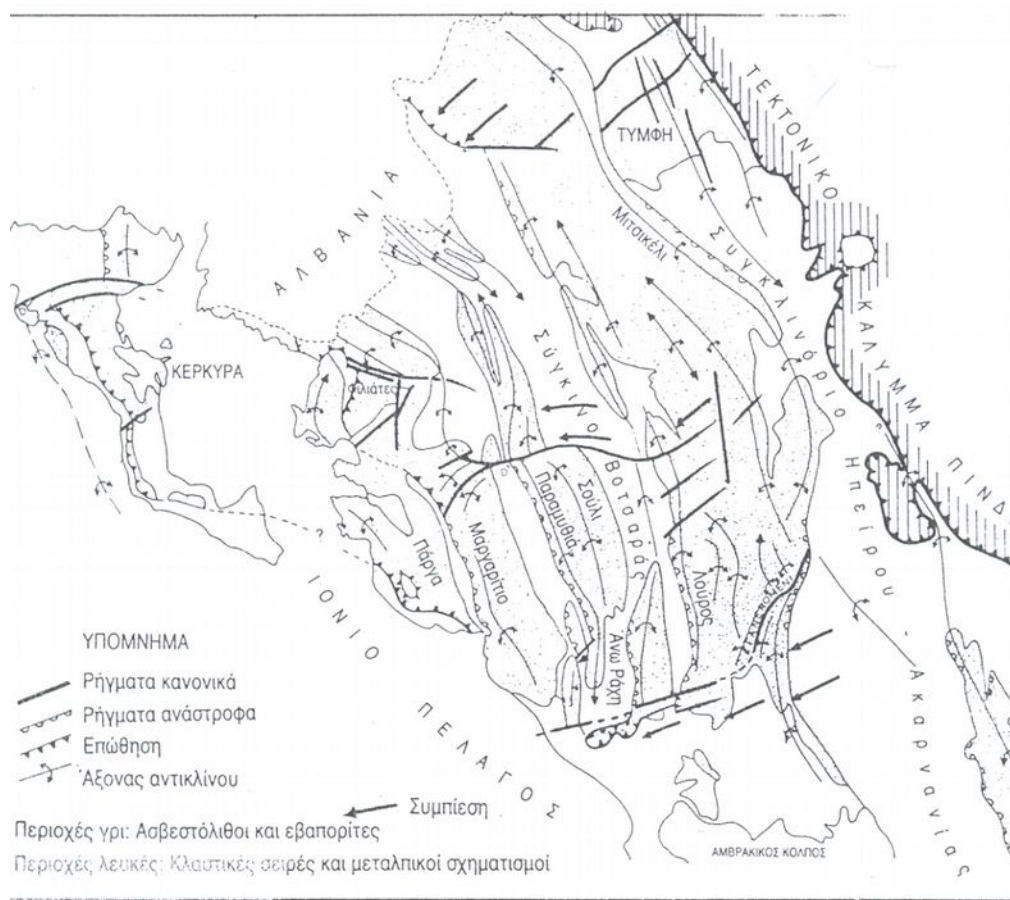
Η εικόνα της περιοχής από τεκτονική άποψη είναι ιδιαίτερα σύνθετη και αξιολογείται ότι οι τεκτονικές δομές που υπάρχουν στην ευρύτερη περιοχή της μελέτης έχουν παίξει σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση των γεωλογικών συνθηκών και των τεχνικογεωλογικών χαρακτηριστικών των σχηματισμών.

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης, η οποία γεωτεκτονικά ανήκει στην Ιόνια ζώνη, έχει υποστεί την επίδραση έντονων τεκτονικών δυνάμεων από την αλπική ορογένεση μέχρι και σήμερα (Σχ.4). Η Ιόνια ζώνη πτυχώθηκε κατά το Κατώτερο Μειόκαινο με την Στυριακή φάση πτυχώσεων. Καθοριστικό ρόλο έπαιξε η παρουσία των εβαποριτικών αποθέσεων που αποτέλεσαν το λιπαντικό μέσο και διευκόλυναν τις εσωτερικές ολισθήσεις.

Χαρακτηριστικό γνώρισμα της τεκτονικής δομής της Ιόνιας Ζώνης είναι μια σειρά επάλληλα μεγασύγκλινα και μεγααντίκλινα που επωθούνται και εφιππεύουν το ένα πάνω στο άλλο προς τα δυτικά. Οι άξονές τους στα βόρεια έχουν διεύθυνση ΒΔ - ΝΑ, ενώ προς τα νότια κάμπτονται και έχουν διεύθυνση ΒΒΔ - ΝΝΑ έως ΒΒΑ - ΝΝΔ. Τόσο οι μεγαπτυχές όσο και οι μικρότερες είναι ασύμμετρες με σταθερή απόκλιση προς ΔΝΔ.

Βασικής σημασίας για την τεκτονική της Ιόνιας ζώνης είναι τα μεγάλα ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης με γενική διεύθυνση Α - Δ ή ΑΒΑ - ΔΝΔ που σχηματίστηκαν κατά την διάρκεια της τελικής πτύχωσης, καθώς και μεγάλα επιμήκη ρήγματα με διεύθυνση ΒΒΔ - ΝΝΑ τα οποία είτε είναι ανάστροφα είτε κανονικά και είναι μεταγενέστερα από τον σχηματισμό των μεγάλων τάφρων της Ιόνιας ζώνης.

Σχ. 4 Τεκτονικός χάρτης της Ηπείρου



Τα μεγαλύτερα μεγασύγκλινα και μεγααντίκλινα της ευρύτερης περιοχής της μελέτης είναι

- Το αντίκλινο του Ξηροβουνίου που σχηματίζεται στα βόρεια της κοιλάδας του Αράχθου (Εσωτερική Ιόνια ζώνη).
- Η κοιλάδα του ποταμού Καλαμά (Κεντρική Ιόνια ζώνη)
- Το αντίκλινο της Αραχωβίτσας που βόρεια συνεχίζει στην ανατολική πλευρά του όρους Κασιδιάρη (Κεντρική Ιόνια ζώνη)

### 3.2. Γεωλογία της προς πολεοδόμηση περιοχής

#### 3.2.1. Λιθοστρωματογραφία της περιοχής

Η περιοχή της μελέτης ανήκει στο ευρύτερο τεκτονοκαρστικό βύθισμα της λεκάνης του Καλπακίου – Παρακαλάμου και συγκεκριμένα στα ανατολικά περιθώριά της.

Η λεκάνη του Καλπακίου – Παρακαλάμου αποτελεί τμήμα της κεντρικής Ιόνιας

γεωτεκτονικής υποζώνης και το υπόβαθρό της συνιστούν κυρίως γύψοι και λατυποπαγή Τριαδικής ηλικίας.

Το κεντρικό πεδινό τμήμα το οποίο διαρρέει ο ποταμός Καλαμάς, καλύπτεται κυρίως από αργιλικά υλικά ερυθρού χρώματος αναμειγμένα με άμμους και χαλίκια ποικίλης σύστασης και διαβάθμισης ποτάμιας προέλευσης. Αντίθετα προς τα περιθώρια αυξάνεται το ποσοστό των περιεχόμενων αμμοσιφιδών και ταυτόχρονα μειώνεται το ποσοστό αργιλικής ύλης.

Σύμφωνα με την γεωλογική – Γεωτεχνική μελέτη της Ιόνιας Οδού (τμήμα Ιωάννινα – Κακκαβιά), ο άξονας της οποίας διέρχεται σε απόσταση 550 μέτρα ανατολικά και ανάντη του χώρου, η ευρύτερη περιοχή καλύπτεται από «αποθέσεις Αδρομερών και Ενδιάμεσης διαβάθμισης κορημάτων και Αποθέσεις πεδινών περιοχών – ερυθρογής, μεταβατικές μεταξύ τους, όπου αναμένεται να δομούνται από εναλλασσόμενα στρώματα διαφορετικής κοκκομετρικής διαβάθμισης, από αργιλώδη αμμοχάλικα έως αμμώδεις αργίλους. Αναμένεται έντονη παρουσία υδάτων στην επιφάνεια και σε μικρό βάθος από την επιφάνεια του εδάφους».

Επίσης στον χώρο του γηπέδου έχει πραγματοποιηθεί Εδαφοτεχνική γνωμάτευση από το εργαστήριο Δημοσίων Έργων της Περ/ρείας Ηπείρου τον 12/2012. Σύμφωνα με την έρευνα, η γεώτρηση παρουσιάζει την εξής τομή (Παράρτημα Ε):

0,00 – 2,00 μ. αργιλώδεις χάλικες  
2,00 – 4,00 κερματισμένος ασβεστόλιθος  
4,00 6,50 χάλικες – κροκάλες.

Σύμφωνα με την έρευνα το έδαφος στην περιοχή της στάθμης θεμελίωσης κατατάσσεται ως **στρώση σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου**.

### **3.2.2. Γεωφυσική διασκόπηση της περιοχής**

Στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας μελέτης πραγματοποιήθηκε γεωφυσική διασκόπηση για την διερεύνηση της στρωματογραφικής διάρθρωσης των λιθολογικών ενοτήτων στον χώρο του γηπέδου.

Από τις γεωφυσικές διασκοπήσεις υψηλής ευκρίνειας, εκείνη η οποία κρίθηκε κατάλληλη για τον εντοπισμό και την διαστασιολόγηση της στρωματογραφίας της περιοχής, ήταν της δισδιάστατης μέτρησης ειδικής αντίστασης (ERT) των γήινων σχηματισμών.



Η μέθοδος ERT είναι μία ηλεκτρική τεχνική για την χαρτογράφηση των στρωμάτων σε εδάφη και πετρώματα και για τον εντοπισμό υπόγειων δομών βάσει των διαφορών των ηλεκτρικών ιδιοτήτων των υλικών. Με την συγκεκριμένη μέθοδο μετράται η αντίσταση των σχηματισμών στην διάδοση του συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από το σώμα τους.

Το σύστημα αποτελείται από μία κεντρική μονάδα, δύο πολύκλινα καλώδια σεισμικού τύπου ηλεκτρόδια που βυθίζονται στο έδαφος σε βάθος 5 έως 10 εκατοστών, μία 12βολτη μπαταρία και συνδετήρες που ενώνουν τα καλώδια με τα ηλεκτρόδια. Τα ηλεκτρόδια τοποθετούνται με διάφορες γεωμετρικές διατάξεις αναλόγως του γεωλογικού στόχου που επιχειρείτε η χαρτογράφηση.

Μετά την ανάπτυξη του συστήματος διοχετεύεται συνεχές ρεύμα από την 12βολτη μπαταρία που διαρρέει μέσω των ηλεκτροδίων ρεύματος στη γη και καταγράφεται μία διαφορά δυναμικού σε διάφορα σημεία της γήινης επιφάνειας από τα ηλεκτρόδια δυναμικού. Οι καταγραφές αποθηκεύονται στη μνήμη του μηχανήματος και το λογισμικό που διαθέτει τις μορφοποιεί σε αρχεία δεδομένων τα οποία επεξεργαζόμενα με κατάλληλο γεωφυσικό λογισμικό δίνουν κάποιες τομές δύο ή τριών διαστάσεων του υπεδάφους με μορφή χρωματικής κατανομής της φαινόμενης ειδικής αντίστασης των πετρωμάτων. Επειδή η ειδική ηλεκτρική αντίσταση των υλικών είναι εργαστηριακά γνωστή εξάγονται ερμηνείες για τα πετρώματα του υπεδάφους.

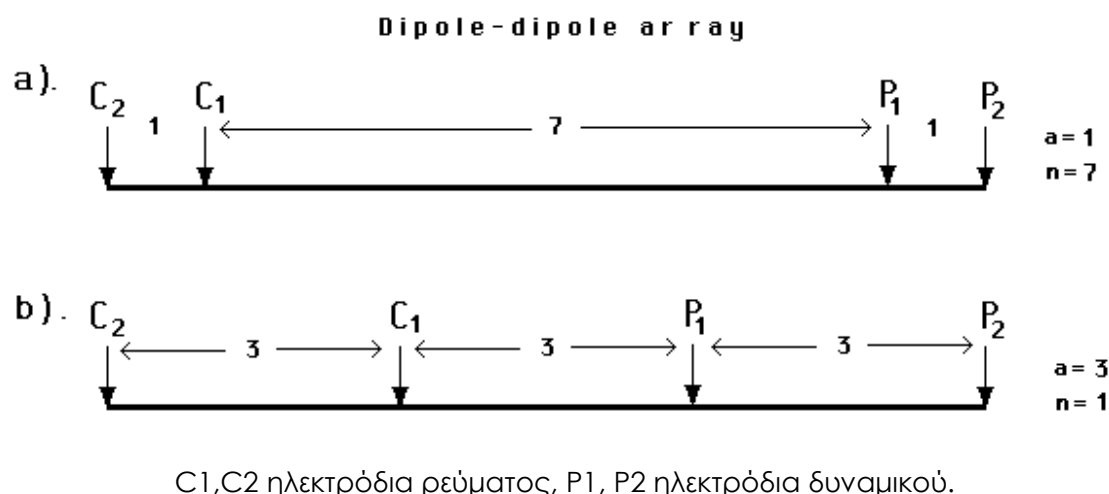
Στον χώρο του γηπέδου πραγματοποιήθηκε μια γεωηλεκτρική διασκόπηση κατά την τομή ΑΒ, όπως παρουσιάζεται στο συνημμένο χάρτη πληροφόρησης (ΧΠ.1), με στόχο την δισδιάστατη απεικόνιση της ειδικής αντίστασης των γεωλογικών σχηματισμών του υπεδάφους.

Η δισδιάστατη ηλεκτρική τομογραφία εκτελέστηκε με εξοπλισμό τύπου Terrameter LS της Σουηδικής εταιρίας ABEM. Το σύστημα αποτελείται από μία κεντρική μονάδα, δύο πολύκλινα καλώδια σεισμικού τύπου μήκους 110 μέτρων το καθένα, 41 ηλεκτρόδια που βυθίζονται στο έδαφος σε βάθος 5 έως 10 εκατοστών, μία 12βολτη μπαταρία και συνδετήρες που ενώνουν τα καλώδια με τα ηλεκτρόδια. Η επεξεργασία έγινε με το λογισμικό Res2dinv.

Η διάταξη που επιλέχθηκε είναι αυτή της διπόλου - διπόλου γιατί οι γεωλογικές συνθήκες του εδάφους την ευνοούσανε (καλή επαφή των ηλεκτροδίων, απουσία γεωλογικού θορύβου στην περιοχή, έμφαση στις πιθανές πλευρικές μεταβολές της

γεωλογίας) σε σύγκριση με τις άλλες διατάξεις.

Σχ. 5 : Διάταξη διπόλου διπόλου



Τα 41 ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν ανά 1,2μ απόσταση μεταξύ τους με πλήρες ανάπτυσμα καλωδίων τα 48μ. Το μέγιστο βάθος στο οποίο έφτασε η τομογραφία είναι τα 7,5μ. Αν τα ηλεκτρόδια τοποθετούνταν σε μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ τους (π.χ. 5,0 μ.) τότε και το βάθος έρευνας θα ήταν μεγαλύτερο, της τάξης των 40 μέτρων περίπου. Στην συγκεκριμένη περίπτωση όμως αυτό δεν ήταν δυνατό, καθώς ο χώρος περιορίζεται περιμετρικά από χωματόδρομους, τάφρους, την Εθ. Οδό και βλάστηση.

Οι τιμές των ειδικών αντιστάσεων που καταγράφηκαν καλύπτουν ένα εύρος από 9,88Ohm.m έως και 814Ohm.m.

### Συμπεράσματα - Ερμηνεία

Η δισδιάστατη τομή που προέκυψε μετά την επεξεργασία των δεδομένων μας δίνει τις εικόνες που παρουσιάζουμε στην εικόνα του παραρτήματος Ζ. Η χρωματική κλίμακα στην βάση της εικόνας αντιστοιχεί στις διάφορες τιμές ειδικής αντίστασης που καταγράφηκαν.

Στον κατακόρυφο άξονα είναι οι τιμές του βάθους στο οποίο φθάνει σε μέτρα και στην οριζόντια κλίμακα είναι από αριστερά η θέση του πρώτου ηλεκτροδίου της σειράς και στο τέλος δεξιά στα 48 μέτρα η θέση του τελευταίου ηλεκτροδίου στη σειρά.

Σύμφωνα με την ερμηνεία της γεωφυσικής τομής, οι σχηματισμοί που

καταγράφηκαν από την ηλεκτρική τομογραφία στην περιοχή παρουσιάζονται στον Πίνακα 2 που ακολουθεί.

Πίνακα 2. Αποτελέσματα – ερμηνεία γεωφυσικής διασκόπησης

	Βάθος (μ)	Ειδική Αντίσταση (Ohm.m)	Περιγραφή σχηματισμών
A	0,00 -2,50	65 - 815	Προσχώσεις αποτελούμενες από αργιλικά υλικά, χαλίκια διαφόρων μεγεθών, και πιθανά διάσπαρτα κορήματα ασβεστολιθικής σύστασης. Στο σχηματισμό δεν παρατηρείται κορεσμός σε νερό.
B	2,50 -6,50	9,88 - 65	Προσχώσεις ίδιας σύστασης με τον σχηματισμό Α. Παρατηρείται κορεσμός σε νερό.
Γ	6,50 -7,50	65 - 150	Ασβεστολιθικός σχηματισμός που αποτελεί το υπόβαθρο στην περιοχή μελέτης.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι γεωφυσικές μέθοδοι δεν δίνουν απαραίτητα μονοσήμαντα ερμηνεύσιμα αποτελέσματα και για πιο ακριβή αποτελέσματα πρέπει να συνοδεύονται και από άλλες ερευνητικές μεθόδους όπως είναι οι γεωτρήσεις έτσι ώστε να επαληθεύονται τα αποτελέσματά τους.

### 3.2.3. Τεκτονική της περιοχής μελέτης

Η λεκάνη Καλπακίου - Παρακάλαμου, τμήμα της οποίας είναι και η υπό μελέτη περιοχή, αναπτύσσεται στο υψίπεδο του Καλπακίου το οποίο περιβάλλεται από τα όρη Κασιδιάρη στα δυτικά, την ανθρακική σειρά των Δολιανών στα βόρεια, την Τύμφη στα δυτικά και τα υψώματα των Νεγράδων στα νότια. Η τεκτονική δράση καθώς και η αποκάρσωση των ασβεστολίθων του υποβάθρου συνετέλεσαν στη διαμόρφωση των δομών της περιοχής.

Τα σημαντικότερα τεκτονικά γεγονότα αφορούν ένα σύστημα ρηγμάτων στα περιθώρια, διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ (στην περιοχή του όρους Κασιδιάρη) έως Β – Ν στο ανατολικό περιθώριο που συντέλεσαν στην καταβύθιση της λεκάνης. Το ρήγμα Βελλά με διεύθυνση Β – Ν διέρχεται στο ανατολικό περιθώριο της λεκάνης, φέρνει σε επαφή τον αδιαπέρατο φλύσχη με τους υδροπερατούς ασβεστόλιθους της περιοχής Νεγράδων, και καταλήγει νότια του οικισμού του Καλπακίου. Σύμφωνα με τον γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ το ρήγμα πιθανώς συνεχίζει και βορειότερα, με δ/νση ΝΔ – ΒΑ διέρχεται εντός της περιοχής ενδιαφέροντος και

συνετέλεσε στην δημιουργία του διάσελου ανάμεσα στον λόφο Καλπακίου και στα υψώματα των Νεγράδων.

Στο βόρειο περιθώριο της λεκάνης, στην περιοχή των Δολιανών σχηματίζεται το μεγάλο εγκάρσιο ρήγμα Δολιανών – λίμνης Γράμμουστης με γενική δ/νση Α – Δ. Το ρήγμα διακόπτει την ανθρακική σειρά των Δολιανών και την φέρνει σε τεκτονική επαφή με τις γύψους και τα τριαδικά λατυποπαγή νότια του ρήγματος.

Η στενή περιοχή ενδιαφέροντος δεν παρουσιάζει φαινόμενα έντονης πτύχωσης, με κύριο σύστημα ασυνχειών την στρώση η οποία παρουσιάζει γενικά κλίσεις τάξης των  $20^{\circ}$  –  $25^{\circ}$  περίπου. Το κυριότερο σύστημα διακλάσεων που αναπτύσσεται είναι περίπου κάθετο στην στρώση, παρουσιάζει γενικά πυκνή ανάπτυξη.

Στην περιοχή των έργων επιφανειακά δεν έχει αναγνωρισθεί κάποια ρηξιγενής ζώνη. Είναι πιθανή η βόρεια επέκταση του ρήγματος Βελλά που συνέβαλλε στην δημιουργία του διάσελου Καλπακίου – υψωμάτων Νεγράδων.

#### **4. ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ**

#### **4.1. Μετεωρολογικά στοιχεία**

Τα παρακάτω στοιχεία προέρχονται από τον Μετεωρολογικό Σταθμό (ΜΣ) των Ιωαννίνων ο οποίος εγκαταστάθηκε από την ΕΜΥ το 1951 στο αεροδρόμιο των Ιωαννίνων, σε υψόμετρο 483 μ. Ο Μετεωρολογικός Σταθμός βρίσκεται σε γεωγραφικό μήκος 20° 49' Ε και πλάτος 39° 41' Ν. Η περίοδος παρατήρησης για όλα τα παρατιθέμενα στοιχεία είναι από το 1974 - 2004.

Οι πλησιέστεροι Μετεωρολογικοί Σταθμοί (Μ.Σ.) στην υπό μελέτη περιοχή είναι οι Μ.Σ. των Ιωαννίνων και της Ζίτσας. Επίσης στην Μονή Βελλά είναι εγκατεστημένος βροχομετρικός σταθμός σε υψόμετρο 560 μ. και τα στοιχεία που παρατίθενται είναι για περίοδο παρατήρησης 1951 - 1990. Για τα μετεωρολογικά στοιχεία της μελέτης προτιμήθηκε ο Μ.Σ. των Ιωαννίνων, λόγω παρόμοιου υψομέτρου του Μ.Σ. και γεωμορφολογικών συνθηκών με την υπό μελέτη περιοχή καθώς και λόγω μεγαλύτερων χρονοσειρών στα μετεωρολογικά δεδομένα.

#### **Κλίμα**

Το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται ως εύκρατο βροχερό. Πρόκειται για κλίμα με μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα του έτους πάνω από 22 °C και μία ξηρά περίοδο μετά το θερινό ηλιοστάσιο. Χαρακτηρίζεται από ψυχρό χειμώνα, πλούσιο σε βροχές και ζεστό καλοκαίρι με λίγες τοπικές βροχές.

Η θερμοκρασία την χειμερινή περίοδο φθάνει σε χαμηλά επίπεδα και η ομίχλη, εξ αιτίας του ποταμού, είναι συνήθης από το Νοέμβριο μέχρι τον Απρίλιο.

Κατά Κορρεν ο κλιματικός τύπος του λεκανοπεδίου είναι ο C.a.s., δηλαδή κλίμα εύκρατο - βροχερό ενώ κατά Thornthwaite χαρακτηρίζεται σχετικά υγρό, με μεγάλο έλλειμμα υγρασίας το καλοκαίρι.

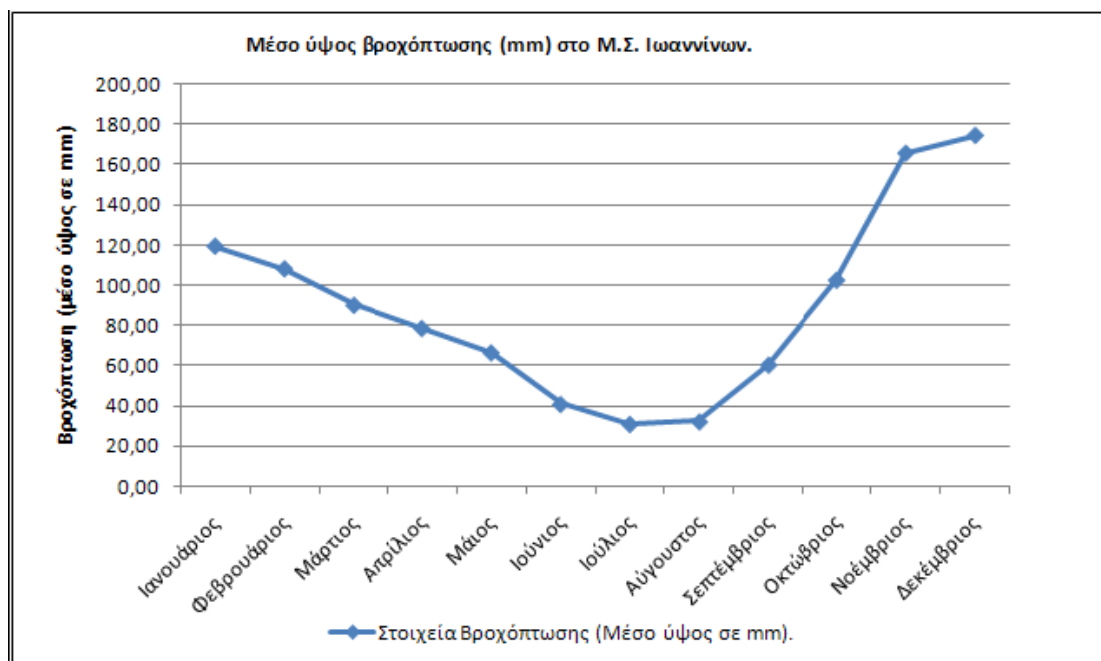
Τα παραπάνω γενικά χαρακτηριστικά φαίνονται στις αναλυτικές μετρήσεις που παρουσιάζονται στη συνέχεια.

#### **Βροχοπτώσεις**

Το μέσο ετήσιο ύψος υετού για τον Μ.Σ. Ιωαννίνων ανέρχεται στα 1070,38 χλς. Ο ξηρότερος μήνας είναι ο Ιούλιος (31,13 χλς. μέσο ύψος βροχόπτωσης) και ο υγρότερος ο Δεκέμβριος (174,26 χλς. μέσο ύψος βροχόπτωσης). Στο Διάγραμμα του Σχ. 6 παρουσιάζονται τα στοιχεία για τις βροχοπτώσεις για την περίοδο 1974 –

2004 για το συγκεκριμένο Μ.Σ..

Σχ.6 Μέσο ύψος βροχόπτωσης



Για τον βοχομετρικό σταθμό της Ι. Μ. Βελλά ο ξηρότερος μήνας είναι ο Ιούλιος (21,4 χλς. μέσο ύψος βροχόπτωσης) και ο υγρότερος ο Δεκέμβριος (218,3 χλς.), ενώ το ύψος της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης ανέρχεται σε 1.414,9 χλς. (1951 – 1990).

### Ομβροθερμικό διάγραμμα

Στο Διάγραμμα του Σχ. 7, τόσο η ένταση όσο και η διάρκεια της ξηράς περιόδου εκφράζονται από το μέγεθος της επιφάνειας που σχηματίζεται μεταξύ των δύο αυτών καμπυλών. Τα παραπάνω δικαιολογούνται γιατί εάν θεωρήσουμε τις βροχοπτώσεις ως υδατικό "κέρδος" τότε οι θερμοκρασίες εμμέσως εκφράζουν τις υδατικές "απώλειες" από την εξατμισοδιαπνοή. Ο προσδιορισμός αυτός της ξηράς περιόδου είναι περισσότερο κατατοπιστικός από άλλες μεθόδους υπολογισμού και προσδιορίζεται με μεγάλη ακρίβεια η πραγματική "οικολογικός" ξηρά περίοδο εάν ληφθούν επίσης υπόψη τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής.

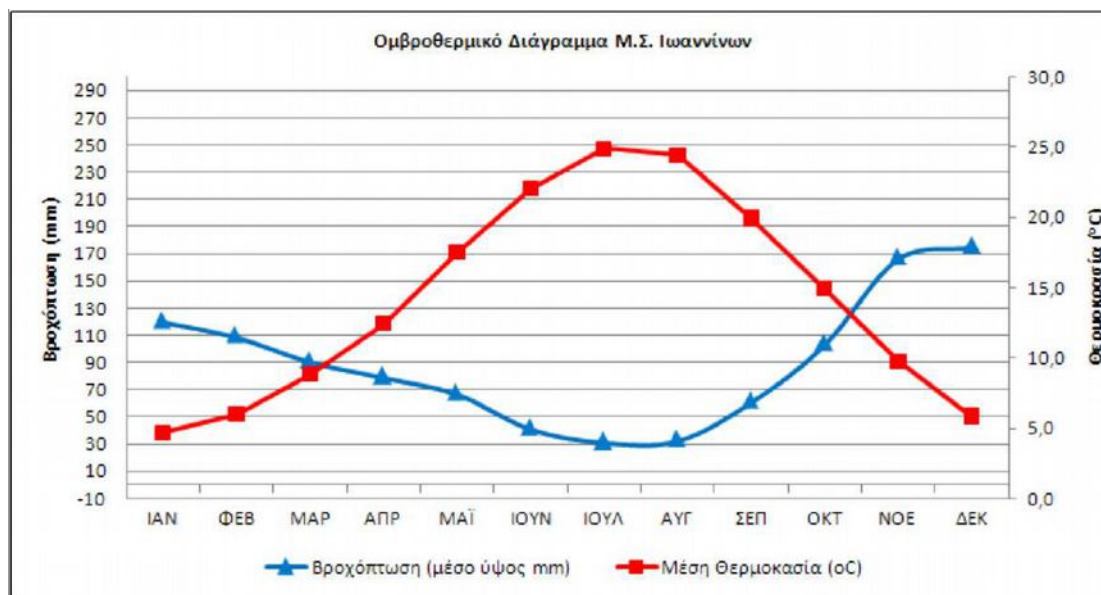
### Θερμοκρασία

Η μέση μηνιαία θερμοκρασία κάθε μήνα για τον Μ.Σ. Ιωαννίνων παρουσιάζεται στον Πίνακα 3. Επίσης στο Διάγραμμα του σχ. 8, παρουσιάζονται η μέση, η μέση μέγιστη και η μέση ελάχιστη θερμοκρασία ανά μήνα.

Πίνακας 3 : Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία στο Μ.Σ. Ιωαννίνων.

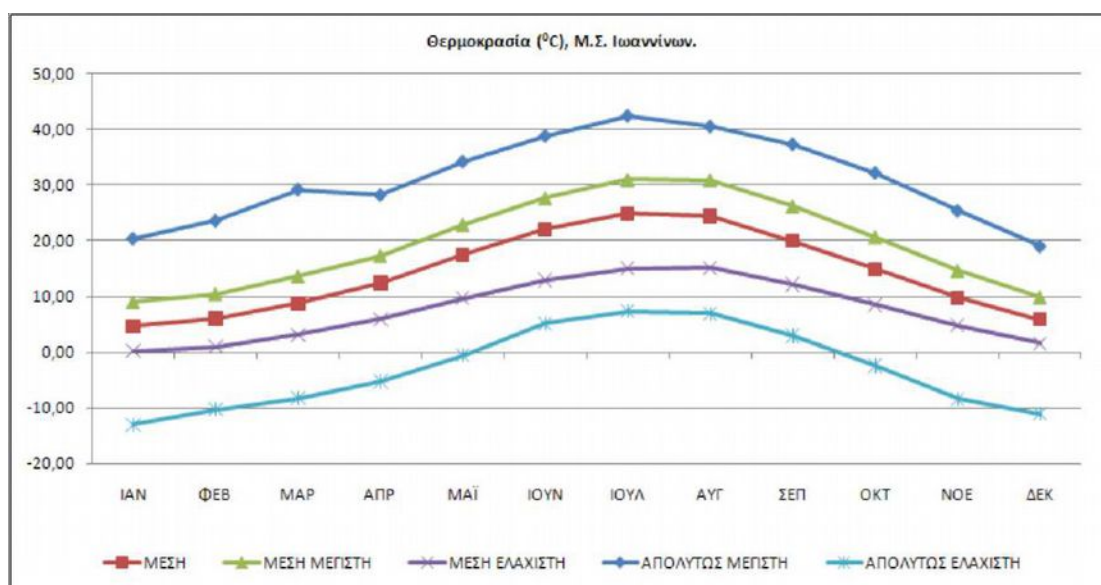
Μήνας	Ιαν.	Φεβ.	Μάρ.	Απρ.	Μάιος	Ιούν.	Ιούλ.	Αύγ.	Σεπτ.	Οκτώβ.	Νοέμ.	Δεκ.
Μέση Θερμοκρασία (°C)	4,7	6,0	8,8	12,4	17,5	22,1	24,9	24,5	20,0	14,9	9,8	5,9

Σχ. 7 Ομβροθερμικό διάγραμμα Μ. Σ. Ιωαννίνων



Σύμφωνα με τα στοιχεία στην υπό μελέτη περιοχή θερμότερος μήνας εμφανίζεται ο Ιούλιος με μέση θερμοκρασία 24,9 °C και ψυχρότερος ο Ιανουάριος με μέση θερμοκρασία 4,7 °C. Η διακύμανση της θερμοκρασίας στην περιοχή παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα του Σχ. 8.

Σχ. 8. Μέση μηνιαία θερμοκρασία Μ. Σ. Ιωαννίνων



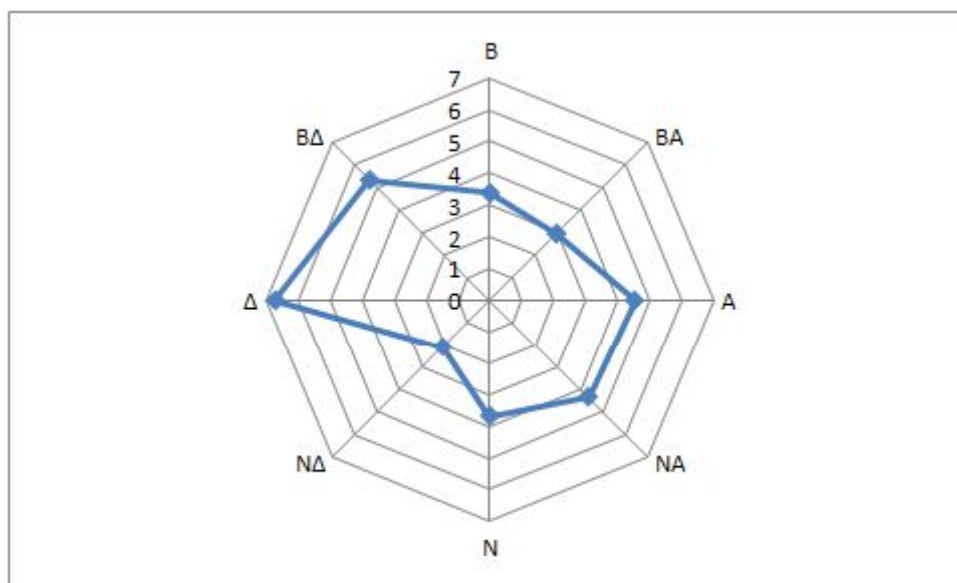
## Άνεμοι

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Μ.Σ. Ιωαννίνων για τα έτη 1974 - 2004 υπολογίστηκε η μέση μηνιαία ένταση του ανέμου, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 4. Η κατεύθυνση των επικρατέστερων ανέμων στην περιοχή μελέτης ποικίλουν, ανάλογα με το μήνα. Οι δύο επικρατέστερες κατευθύνσεις ανέμων είναι η δυτική -βορειοδυτική (ιδιαίτερα κατά την καλοκαιρινή περίοδο) και η ανατολική - νοτιοανατολική (ιδιαίτερα κατά την χειμερινή περίοδο). Συνοπτικά οι επικρατέστερες κατευθύνσεις ανέμου παρουσιάζονται στο Διάγραμμα του Σχ. 9.

Πίνακας 4 : Μέση μηνιαία ένταση ανέμου στο Μ.Σ. Ιωαννίνων (knots).

Μήνας	Ι.	Φ.	Μ.	Α.	Μ.	Ι.	Ι.	Α.	Σ.	Ο.	Ν.	Δ.
Μέση Τιμή Ταχύτητας ανέμου (knots)	2,81	3,48	3,83	3,35	2,93	2,95	2,84	2,72	2,36	2,64	1,83	2,2°
Μέγιστη Τιμή Ταχύτητας ανέμου (knots)	11,°7	1°,63	11,6°	1°,25	9,23	8,65	8,1°	7,28	6,88	8,°4	8,72	9,75
Ελάχιστη Τιμή Ταχύτητας ανέμου (knots)	°,27	°,68	°,26	°,29	°,34	°,31		°,22		°,15	°,°9	°,3°

Σχ. 9. Συχνότητα διευθύνσεων και εντάσεων ανέμων



### Εξατμισοδιαπνοή

Η εξατμισοδιαπνοή (ET) παριστά το σύνολο των πραγματικών απωλειών ύδατος από την εξάτμιση εδαφών και φυτοκαλύψεως και από την διαπνοή της χλωρίδας. Η Δυναμική (δυναμική) εξατμισοδιαπνοή (ETP) παριστά την εξατμισοδιαπνοή που θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί, αν υπήρχε πάντοτε περίσσειμα υγρασίας στις αντίστοιχες επιφάνειες. Για τον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου χρησιμοποιείται



η δυναμική (δυναμική) εξατμισοδιαπνοή. Ο υπολογισμός της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής μπορεί να γίνει με α) απλές εμπειρικές σχέσεις β) ημιεμπειρικές σχέσεις και γ) συνολικές θεωρητικές σχέσεις. Ο υπολογισμός της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής πραγματοποιήθηκε με την εμπειρική σχέση του Thornthwaite:

$$ETP = PE = (PE) \times DT / 360 \text{ (χλς. / μήνα)}$$

Όπου:

ETP (PE): Διορθωμένη τιμή Εξατμισοδιαπνοής, (mm/μήνα).

PE<sub>x</sub>= Μέση τιμή της δυναμικής Εξατμισοδιαπνοής σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση:

$$(16 * (10T_i / I_t)^a) \text{ (χλς./μήνα)}.$$

Όπου:

T<sub>i</sub>: Η μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C).

I<sub>t</sub>: Ο ετήσιος δείκτης θερμότητας, όπου  $I_t = \sum_{i=1}^{12} I_{ij}$ .

I<sub>ij</sub>: Ο μηνιαίος δείκτης θερμοκρασίας, ( $I_{ij} = 0.09 * (T_i)^{3/2}$  και  $a = 0,016I + 0,5$

$DT/360 = 0,1217 * P'$  (P': Ποσοστό ωρών ημέρας του συγκεκριμένου μήνα ανά έτος).

Σύμφωνα με τις ανωτέρω εξισώσεις η ετήσια εξατμισοδιαπνοή για το Μ.Σ. Ιωαννίνων παρουσιάζεται στον Πίνακα 5. Στον ίδιο Πίνακα παρουσιάζονται και οι τιμές των διαφόρων παραμέτρων των παραπάνω εξισώσεων.

### Υγρασία

Η περιοχή της μελέτης έχει αρκετά υψηλή ετήσια σχετική υγρασία με 68 % και μάλιστα κατά την χειμερινή περίοδο που επικρατούν άφθονες βροχές και νότιοι υγροί άνεμοι φθάνουν στο 74 % η υψηλή αυτή υγρασία οφείλεται στο λεκανοπέδιο και στον ποταμό Καλαμά.

### Ηλιοφάνεια

Η μέση ετήσια ηλιοφάνεια ανέρχεται σε 2.160,3 ώρες (1951 – 1990) για την ευρύτερη περιοχή των Ιωαννίνων. Ο μεγαλύτερος αριθμός ωρών ηλιοφάνειας παρουσιάζεται τον Ιούλιο (321.5) και ο μικρότερος τον Δεκέμβριο (84.1).

### Χιόνι

Η περίοδος με τις εντονότερες βροχοπτώσεις εντοπίζεται στο διάστημα Ιανουαρίου – Φεβρουαρίου και ακολουθεί ο Μάρτιος. Η μέση τιμή των ημερών με χιόνι είναι 7.3 που σημαίνει ότι κατά τους χειμερινούς μήνες υπάρχει έντονη παρουσία χιονιού στην περιοχή.

Πίνακας 5: Διορθωμένη Μηνιαία τιμή Εξατμισοδιαπνοής και Ετήσια τιμή Εξατμισοδιαπνοής.

<b>Μήνας</b>	<b>Ι</b>	<b>Φ</b>	<b>Μ</b>	<b>Α</b>	<b>Μ</b>	<b>Ι</b>	<b>Ι</b>	<b>Α</b>	<b>Σ</b>	<b>Ο</b>	<b>Ν</b>	<b>Δ</b>
Μέση Θερμοκρασία (°C)	4,71	6,02	8,82	12,44	17,52	22,05	24,91	24,47	19,98	14,94	9,77	5,85
If (Ετήσιος δείκτης Θερμότητας)												63,81
Μηνιαίος δείκτης Θερμότητας	0,92	1,33	2,36	3,95	6,60	9,32	11,19	10,89	8,03	5,19	2,75	1,27
Δείκτης α												1,52
ΡEx (Μέση τιμή δυνητικής εξατμισοδιαπνοής)	10,07	14,66	26,16	44,16	74,35	105,51	126,99	123,58	90,76	58,32	30,59	14,03
μ (μέρες)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
P (Συντελεστής Γεωγραφικού Πλάτους)	6,87	6,79	8,34	8,9	9,92	9,95	10,1	9,47	8,38	7,9	6,82	6,66
DT/360	0,84	0,83	1,01	1,08	1,21	1,21	1,23	1,15	1,02	0,96	0,83	0,81
<b>Διορθωμένη Μηνιαία τιμή Εξατμισοδιαπνοής (ETP)</b>	<b>8,42</b>	<b>12,11</b>	<b>26,55</b>	<b>47,83</b>	<b>89,76</b>	<b>127,77</b>	<b>156,10</b>	<b>142,42</b>	<b>92,57</b>	<b>56,07</b>	<b>25,39</b>	<b>11,37</b>
<b>Ετήσια τιμή Εξατμισοδιαπνοής (mm)</b>												<b>796</b>

## Ομίχλη

Στην περιοχή της μελέτης υπάρχει έντονη παρουσία ομίχλης στην περιοχή από τον Οκτώβριο έως και τον Μάρτιο η οποία οφείλεται κυρίως σε γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά καθώς και στην παρουσία του ποταμού.

Από τα ανωτέρω στοιχεία συμπεραίνεται ότι η περιοχή της μελέτης χαρακτηρίζεται από υψηλή υγρασία και σχετικά μεγάλο ύψος ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, που επιδρούν σημαντικά στην δίαιτα του φρεάτιου υδροφόρου ορίζοντα της ευρύτερης περιοχής.

## 4.2. Υδρολογική λεκάνη - Υδρογραφικό δίκτυο

### 4.2.1. Υδρολογική λεκάνη

Όπως έχει αναφερθεί η περιοχή της μελέτης βρίσκεται στο ανατολικό περιθώριο της λεκάνης Καλπακίου- Παρακαλάμου, όπου το κυριότερο υδρογραφικό στοιχείο αποτελεί ο ποταμός Καλαμάς. Η υπό μελέτη περιοχή αποτελεί μια ενδοροϊκή λεκάνη του ποταμού Καλαμά και συγκεκριμένα του άνω ρού. Τα όρια αυτής της λεκάνης είναι τα εξής :

- Το ανατολικό όριο είναι ο υδροκρίτης του Μεσοβουνίου - Ασπραγγέλων που το οριοθετεί από τον ποταμό Αώο.

- Το νότιο όριο είναι ο υδροκρίτης Κοσμηράς - Πρωτόπαππας που την οριοθετεί από της λεκάνη των Ιωαννίνων
- Το δυτικό όριο είναι ο υδροκρίτης του όρους Καιδιάρη
- Το βόριο όριο είναι ο υδροκρίτης των υψωμάτων των Δολιανών.

Συγκεκριμένα η υπό μελέτη περιοχή ανήκει στον άνω ρου του ποταμού Καλαμά που σχηματίζεται από τα καρστικά συστήματα Νεμέρτσικας, Κασιδιάρη, Καλπακίου και Βροντισμένης. Η λεκάνη τροφοδοσίας τους είναι περίπου 300 km<sup>2</sup> και η συνολική παροχή τους ελέγχεται στη γέφυρα Αρετής, όπου υπολογίζεται σε 10 m<sup>3</sup>/s.

#### 4.2.2. Υδρογραφικό δίκτυο

Στην περιοχή των λοφωδών ανθρακικών υπολειμμάτων του Καλπακίου και γενικά των περιθωρίων της λεκάνης, το υδρογραφικό δίκτυο ουσιαστικά απουσιάζει λόγω της αυξημένης κατεΐσδησης που παρουσιάζουν οι ασβεστολιθικοί σχηματισμοί.

Σε απόσταση 2.500 μ. περίπου δυτικά της περιοχής μελέτης, διέρχεται ο ποταμός Καλαμάς, το οποίο αποστραγγίζει την ευρύτερη περιοχή από τις πηγές του μέχρι την νοητή γραμμή Λίθινου – Κληματιάς, όπου εκφορτίζεται το βόρειο τμήμα του αντικλινόριου των Ιωαννίνων.

Περιμετρικά της λεκάνης εμφανίζονται τρία μεγάλα μέτωπα καρστικών πηγών τα οποία τροφοδοτούν τον άνω ρου του Καλαμά. Στην βόρεια πλευρά, εκεί που σχηματίζεται το μεγάλο ρήγμα Καλπακίου – Δολιανών, στην επαφή του ανθρακικού αντίκλινου της Νεμέρτσικας με τη εβαποριτική σειρά, έχουν δημιουργηθεί μια σειρά καρστικών πηγών υπερχείλισης όπως Αγίων, Γραμμουστής και λιμνοπηγής Τσαραβίνας. Στην δυτική πλευρά εκδηλώνονται οι καρστικές πηγές Σιταριάς, Ιερομνήμης και Κουκλιών που εκφορτίζουν το καρστικό αντίκλινο του Κασιδιάρη. Τέλος στην ανατολική πλευρά της λεκάνης κατά μήκος του ρήγματος εκδηλώνεται μια σειρά πηγών με κυριότερες τις Μονής Βελλά, Μαυρονέρι κλπ.

Οι παροχές των σημαντικότερων πηγών της λεκάνης του Καλπακίου – Παρακαλάμου είναι :

- \* Μονή Βελλάς 0.289 m<sup>3</sup>/s
- \* Γραμμουστής 1,750 m<sup>3</sup>/s

* Τσαραβίνα	0.377 m <sup>3</sup> /s
* Μαυρονέρι	0.221 m <sup>3</sup> /s
* Ιερομνήμη	0.277 m <sup>3</sup> /s
* Καστρί Βελλά	0.097 m <sup>3</sup> /s
* Άγιοι	0.661 m <sup>3</sup> /s

Στην περιοχή της μελέτης δεν έχουν παρατηρηθεί πηγές. Αντίθετα η περιοχή ανατολικά και ανάντη του χώρου παρουσιάζει πολύ έντονη υδροφορία και ανάπτυξη πολλαπλών πηγών οι οποίες εκδηλώνονται μέσα από τους ορίζοντες των κορημάτων. Οι εκφορτίσεις αυτές είναι τοπικής σημασίας, παρουσιάζουν έντονη εποχική διακύμανση και η απορροή του χάνεται μέσα στο πλευρικά κορήματα. Ως γενική διεύθυνση της ροής ορίζεται από Ανατολικά προς Δυτικά.

### 4.3. Υδρολογικό ισοζύγιο

Σύμφωνα με την μελέτη του ΥΒΕΤ «ΜΕΛΕΤΗ ΠΙΛΟΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΗΠΕΙΡΟΥ» η οποία αναφέρεται ΣΤΟΝ ΆΝΩ ΡΟΥ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ Καλαμά (καρστικά συστήματα Νεμέρτσικας, Κασιδιάρη, Καλπακίου), έκτασης 300 τ.χλμ., προκύπτει ότι για την περίοδο 1951 - 1988 το 34 % των συνολικών βροχοπτώσεων αποτελεί την εξατμισιοδιαπνοή το 64 % την κατείσδυση ενώ το 2 % την επιφανειακή απορροή.

Οι ασβεστόλιθοι του Αν. Σενωνίου, από τους οποίους δομείται ο λόφος του Καλπακίου και το αντίκλινο των Νεγράδων, παρουσιάζουν τις εξής υδραυλικές παραμέτρους :

Συντελεστή μεταβιβαστικότητας (T) :	2,07 x 10 <sup>-3</sup> έως 3,75 x 10 <sup>-2</sup> m <sup>2</sup> /sec.
Συντελεστή υδροπερατότητας (K) :	1,3 x 10 <sup>-3</sup> έως 5,38 x 10 <sup>-3</sup> m/sec
Συντελεστή υδροχωρητικότητας (S) :	5 %
Ειδική απόδοση (πηγή Ι.Μ. Βελλά) :	17,41 /s/ km <sup>2</sup>
Κατείσδυση :	49,86 %

Οι αλλουβιακές αποθέσεις έχουν πορώδες κόκκων και όταν επικρατούν χαλίκια και χονδρόκοκκοι έως μεσόκοκκοι άμμοι παρουσιάζουν τις εξής υδραυλικές παραμέτρους :

Συντελεστή υδροπερατότητας (K) :	5,8 x 10 <sup>-4</sup> έως 1,4 x 10 <sup>-3</sup> m/sec
Κατείσδυση :	σημαντική 10 - 25 %

Επιφανειακή απορροή : μέτρια ( 5 - 25 % )

Αντίθετα, όταν στις αλλουβιακές αποθέσεις επικρατούν άργιλοι και πηλοί παρουσιάζουν τις εξής υδραυλικές παραμέτρους :

Συντελεστή υδροπερατότητας (Κ) :  $10^{-7}$  έως  $10^{-5}$  m/sec

Κατείσδυση : μικρή 3 - 8 %

Επιφανειακή απορροή : μεγάλη 25 - 50 % )

#### **4.4. Υδρογεωλογία της περιοχής**

##### **4.4.1. Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης του Καλπακίου**

Η λεκάνη του Καλπακίου – Παρακαλάμου αποτελεί ένα τεκτονικό βύθισμα που αναπτύσσεται στους ανθρακικούς σχηματισμούς της εσωτερικής και κεντρικής Ιόνιας ζώνης.

Την ανατολική πλευρά της λεκάνης καταλαμβάνουν οι ανθρακικοί σχηματισμοί της εσωτερικής Ιόνιας υποζώνης οι οποίοι συνίστανται από ασβεστόλιθους Ανωτκρητιδικής - Ηωκαινικής ηλικίας πάχους 2.000 μέτρων και πλέον. Στους σχηματισμούς αυτούς εμφανίζεται το καρστικό σύστημα των Νεγράδων.

Στη δυτική πλευρά αναπτύσσεται το αντίκλινο του Κασιδιάρη, το οποίο συνίσταται από ασβεστόλιθους Ιουρασικής – Κρητιδικής ηλικίας της κεντρικής Ιόνιας υποζώνης, και εμφανίζει ένα περίπλοκο καρστικό σύστημα.

Στη βόρεια πλευρά αναπτύσσεται το αντίκλινο της Νεμέρτσικας, το οποίο συνίσταται από ασβεστόλιθους Ανωτκρητιδικής - Ηωκαινικής ηλικίας της κεντρικής Ιόνιας υποζώνης.

Τα υδρογεωλογικά όρια της λεκάνης θεωρούνται τα εξής :

- Προς τα ανατολικά το ρήγμα Βελλά - Καλπακίου.
- Προς τα δυτικά το αντίκλινο του Κασιδιάρη.
- Προς τα βόρεια του ρήγμα Καλπακίου - Δολιανών.
- Προς τα νότια το αντίκλινο των Ιωαννίνων.

Στο επίπεδο της επαφής των ανθρακικών σχηματισμών με τις τεταρτογενείς

αποθέσεις, εκφορτίζονται μια σειρά από πηγές, ενώ η λεκάνη αποστραγγίζεται από τον ποταμό Καλαμά και τον παραπόταμό του Γορμό που διέρχεται με γενική διεύθυνση Βορά – Νότο από το κέντρο περίπου της πεδινής περιοχής.

Στη διαμόρφωση των καρστικών συστημάτων σημαντικό ρόλο έπαιξε η τεκτονική δομή της περιοχής καθώς και η στρωματογραφική διάταξη. Τα μεγάλα ρήγματα στην βόρεια και δυτική πλευρά της λεκάνης εκτιμάται ότι οδήγησαν στην δημιουργία του βυθίσματος και στην άνοδο των εβαποριτικών υλικών που καλύπτουν σημαντική έκταση στο πεδινό τμήμα της λεκάνης. Η πλήρωση της λεκάνης του Καλπακίου – Παρακαλάμου έγινε με ιζήματα λιμναίας ιζηματογένεσης που φιλοξενούν μικρού πάχους λιγνιτοφορία με πάχος ιζημάτων άνω των 150 – 200 μέτρων, σύμφωνα με στοιχεία διατρήσεων του ΙΓΜΕ. Επί των ιζημάτων αυτών στα περιθώρια έχουν αποτεθεί αδρόκοκκες κορηματικές αποθέσεις ενώ το λεπτομερέστερο κλάσμα αποτέθηκε κυρίως στο κέντρο της λεκάνης.

#### **4.4.2. Υδρολιθολογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών**

Η περιοχή της λεκάνης του Καλπακίου δομείται κυρίως από ιζηματογενή πετρώματα, η υδρολιθολογική συμπεριφορά των οποίων ποικίλει.

- Οι γύψοι είναι αδιαπέρατοι σχηματισμοί αλλά ευκολοδιάλυτοι στην επαφή τους με το νερό.
- Τα Τριαδικά λατυποπαγή είναι γενικά αδιαπέρατοι σχηματισμοί. Υδροφορία παρουσιάζεται μόνο σε περιοχές έντονης ρωγμάτωσης οπότε χαρακτηρίζονται ως ημιπερατός σχηματισμός.
- Τα ανθρακικά πετρώματα και τα πλευρικά κορήματα είναι γενικά υδροπερατοί σχηματισμοί και χαρακτηρίζονται από δευτερογενές πορώδες (οι ασβεστόλιθοι). Εντονότερη είναι η καρστικοποίηση των ασβεστολίθων του Αν. Σενωνίου. Ηπιότερα είναι τα φαινόμενα στους ασβεστόλιθους του Παλαιόκαινου και του Ηώκαινου λόγω της παρουσίας πυριτικών και αργιλικών ενσρώσεων.
- Ο φλύσχης χαρακτηρίζεται σαν αδιαπέρατος σχηματισμός, ενώ περιορισμένη υδροφορία παρουσιάζουν οι ψαμμιτικές ενσρώσεις.
- Οι αλουβιακές αποθέσεις παρουσιάζουν υδροφορία εκεί που επικρατούν άμμοι, χαλίκια και κροκάλες.

Το πεδινό τμήμα της λεκάνης καλύπτεται από αργιλικά ιζήματα λιμναίας φάσης που δεν ευνοούν την ανάπτυξη φρεάτιων οριζόντων.

Στις τεταρτογενείς αποθέσεις όμως αναπτύσσονται υπόγειοι υδροφόροι ορίζοντες στους οποίους παρατηρούνται αρκετές διαφοροποιήσεις τόσο κατά την οριζόντιο όσο και κατά την κατακόρυφο ανάπτυξή τους. Αυτό οφείλεται στις τοπικές συνθήκες ιζηματογένεσης της λεκάνης. Έτσι ο φρεάτιος υδροφόρος ορίζοντας συναντάται κατά τόπους σε διαφορετικά βάθη.

Η τροφοδοσία των υδροφόρων οριζόντων γίνεται με την άμεση κατείδυση των νερών της βροχής καθώς και κατά ένα μεγάλο ποσοστό από υπόγειες πλευρικές μεταγίσεις των καρστικών υδροφόρων που αναπτύσσονται στους ανθρακικούς σχηματισμούς της περιφέρειας της λεκάνης.

#### **4.4.3. Υδρογεωλογία της υπό μελέτης περιοχής**

Όπως έχει αναφερθεί, στους ασβεστόλιθους του Αν. Σενωνίου αναπτύσσεται ένας πλούσιος καρστικός υδροφόρος ορίζοντας. Από την παρατήρηση ενός σημαντικού αριθμού υδρογεωτρήσεων στα περιθώρια της λεκάνης που ανορύχθηκαν για υδρευτικούς σκοπούς, προκύπτει ότι το βάθος της υδροστατικής επιφάνειας είναι ανάλογο με την μορφολογία του εδάφους αλλά ως απόλυτο υψόμετρο κυμαίνεται από 410 – 415 μέτρα περίπου. Η υδρογεώτρηση που καλύπτει τις υδρευτικές ανάγκες του οικισμού του Καλπακίου έχει απόλυτο υψόμετρο της υδροστατικής επιφάνειας 410μ. περίπου.

Ο φρεάτιος υδροφόρος ορίζοντας συναντάται σε διαφορετικά βάθη, ανάλογα με τις κατά τόπους συνθήκες ιζηματογένεσης. Γενικά έχει παρατηρηθεί ότι η στάθμη των φρεατίων ακολουθεί το ομαλό τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής. Επίσης εκτιμάται ότι η στάθμη του φρεατίου υδροφόρου ορίζοντα δείχνει να έχει άμεση εξάρτηση από τις βροχοπτώσεις, κυρίως στα περιθώρια της λεκάνης λόγω του μικρού πάχους των στρώσεων και της περιορισμένης λεκάνης τροφοδοσίας.

Για την υπό μελέτη περιοχή η στάθμη του φρεατίου υδροφόρου ορίζοντα, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εδαφοτεχνικής έρευνας, βρίσκεται σε βάθος 2,30 μέτρων κάτω από την επιφάνεια του εδάφους την υγρή περίοδο. Επίσης σύμφωνα με την γεωφυσική έρευνα (ERT) που πραγματοποιήθηκε στον χώρο, παράλληλα με τον υφιστάμενο χωματοδόρο, προκύπτουν τα εξής :

- Στο βάθος 0,00 -2,50 μ. συναντήθηκε σχηματισμός με Ειδική Αντίσταση 65 – 815 Ohm.m. που αποτελεί προσχώσεις από αργιλικά υλικά και χαλίκια. Στο σχηματισμό δεν παρατηρείται κορεσμός σε νερό.

- Στο βάθος 2,50 - 6,50 μ. συναντήθηκε σχηματισμός με Ειδική Αντίσταση 9,88 – 65 Ohm.m. που αποτελεί προσχώσεις από αργιλικά υλικά και χαλίκια, κορεσμένα σε νερό.
- Στο βάθος 6,50 - 7,50 μ. συναντήθηκε σχηματισμός με Ειδική Αντίσταση 65 - 130 Ohm.m. Εκτιμάται ότι ο σχηματισμός αποτελεί το ασβεστολιθικό υπόβαθρο της περιοχής. Στο σχηματισμό δεν παρατηρείται κορεσμός σε νερό.

Όσο αφορά την υδροπερατότητα των λιθολογικών σχηματισμών της υπό μελέτης περιοχής μπορεί να γίνουν οι εξής εκτιμήσεις :  $1,3 \times 10^{-3}$  έως  $5,38 \times 10^{-3}$  m/sec

1. Οι ανθρακικοί σχηματισμοί που αποτελούν το υπόβαθρο της περιοχής εκτιμάται ότι παρουσιάζουν γενικά υψηλή τιμή του συντελεστή υδροπερατότητας, άνω του  $10^{-3}$  m/s. Πιθανώς μικρότερες τιμές αναμένονται στους ασβεστόλιθους του Παλαιόκαινου - Ηώκαινου λόγω της παρουσίας πυριτικών και αργιλικών ενσρώσεων. Σε θέσεις όμως έντονου τεκτονισμού αναμένονται αυξημένες τιμές υδραυλικών παραμέτρων.
2. Ο σχηματισμός του αργιλώδους αμμοχάλικου, που αποτελεί την επιφανειακή στρώση της περιοχής, παρουσιάζει ψηλό συντελεστή υδροπερατότητας, της τάξης του  $10^{-4}$  έως  $10^{-3}$  m/sec

#### **4.4.4. Υδροχημεία υπόγειων υδάτων**

Η χημική σύσταση των υπόγειων νερών που αναπτύσσονται στις αλουβιακές αποθέσεις είναι πολύ ευμετάβλητη δεδομένου ότι τροφοδοτούνται από την κατείσδυση, από διάφορα υδρορεύματα καθώς και από πλευρικές μεταγίσεις άλλων γεωλογικών σχηματισμών. Επίσης επηρεάζεται σημαντικά από ανθρώπινες δραστηριότητες (αποχετεύσεις, καλλιέργειες κλπ) καθώς και από τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής.

Με βάση χημικές αναλύσεις δειγμάτων από τις καρστικές πηγές και υδρογεωτρήσεις από την ευρύτερη περιοχή της λεκάνης, προκύπτει ότι υπάρχει άμεση επίδραση του χημισμού των υδροφόρων της λεκάνης με τους σχηματισμούς που επικρατούν στην περιοχή τροφοδοσίας.

Συγκεκριμένα, κατά μήκος του ρήγματος Δολιανών – Καλπακίου εκδηλώνεται η πηγή Γράμουστη που αποτελεί και την πρώτη μεγάλη πηγή του Καλαμά μέσης παροχής  $1,750 \text{ m}^3/\text{s}$ . Τα νερά της πηγής παρουσιάζουν υψηλή περιεκτικότητα σε  $\text{SO}^4$  γεγονός που φανερώνει ότι ο καρστικός υδροφόρος έρχεται σε επαφή με τις



γύψους και τα τριαδικά λατυποπαγή, τόσο κατά μήκος του ρήγματος αλλά και πιθανώς στον αντικλινικό πυρήνα του όρους Δούσκου. Από χημική άποψη το νερό της πηγής είναι ακατάλληλο για ύδρευση.

Αντίθετα στα νερά των πηγών των καρστικών υδροφόρων στην ανατολική (περιοχή μελέτης) και δυτική πλευρά της λεκάνης, οι συγκεντρώσεις των ιόντων παίρνουν τιμές τυπικές των καρστικών πηγών.

Η περιοχή της μελέτης βρίσκεται ανάμεσα σε καρστικοποιημένους ασβεστόλιθους του Σενωνίου και ασβεστολίθων του Ηωκαίνου. Είναι πολύ πιθανό, λόγω πλευρικών διηθήσεων, ο φρεάτιος ορίζοντας να έχει επηρεαστεί από ιόντα εποχικών εκφορτίσεων τα οποία όμως δεν επιβαρύνουν την ποιότητα του νερού.

## **5. ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ**

### **5.1. Σεισμικότητα**

Η περιοχή μελέτης καταπονείται από σεισμούς τα επίκεντρα των οποίων βρίσκονται κυρίως στην περιοχή της Δ. Στερεάς Ελλάδας, στην Ήπειρο και στα πλησιέστερα νησιά του Ιονίου αλλά και της Δ. Θεσσαλίας και της Ν. Αλβανίας και είναι κυρίως επιφανειακοί ( $h < 60$  km).

Οι κυριότεροι σεισμοί με μέγεθος  $M > 6.0$  της κλίμακας Richter που έγιναν αισθητοί στην ευρύτερη περιοχή μελέτης (σε ακτίνα 100 km περίπου) μέχρι σήμερα παρουσιάζονται στον Πιν. 6.

Πρόκειται για επιφανειακούς – ως επί το πλείστον – σεισμούς οι οποίοι οφείλονται στο συμπίεστικό πεδίο τάσεων που δημιουργείται κατά μήκος των ακτών της Αλβανίας και της Δυτικής Ελλάδας.

Η δημιουργία συμπίεστικών δυνάμεων είναι αποτέλεσμα της σύγκλισης των δύο λιθοσφαιρικών ηπειρωτικών πλακών – της Απουλίας (Αδριατικής) και της Ευρασιατικής Πλάκας – η οποία λαμβάνει χώρα στην περιοχή αυτή κατά την ΒΑ/κη διεύθυνση.

Η γένεση επιφανειακών – κατά κύριο λόγο – σεισμών στην περιοχή σύγκλισης των δύο παραπάνω πλακών οφείλεται στο γεγονός ότι δεν πραγματοποιείται λιθοσφαιρική κατάδυση επειδή, όπως έχουν δείξει γεωφυσικές έρευνες, οι συγκρουόμενες πλάκες έχουν – και οι δύο – ηπειρωτική δομή, δηλαδή την ίδια περίπου πυκνότητα.

Ο κυριότερος πρόσφατος ισχυρός σεισμός ο οποίος έγινε αισθητός στην περιοχή της μελέτης, έπληξε την Κόνιτσα το 1996 προκαλώντας τεράστιες υλικές ζημιές στην πόλη και πολύ μικρότερες στις όμορες κοινότητες.

### **5.2. Σεισμική επικινδυνότητα**

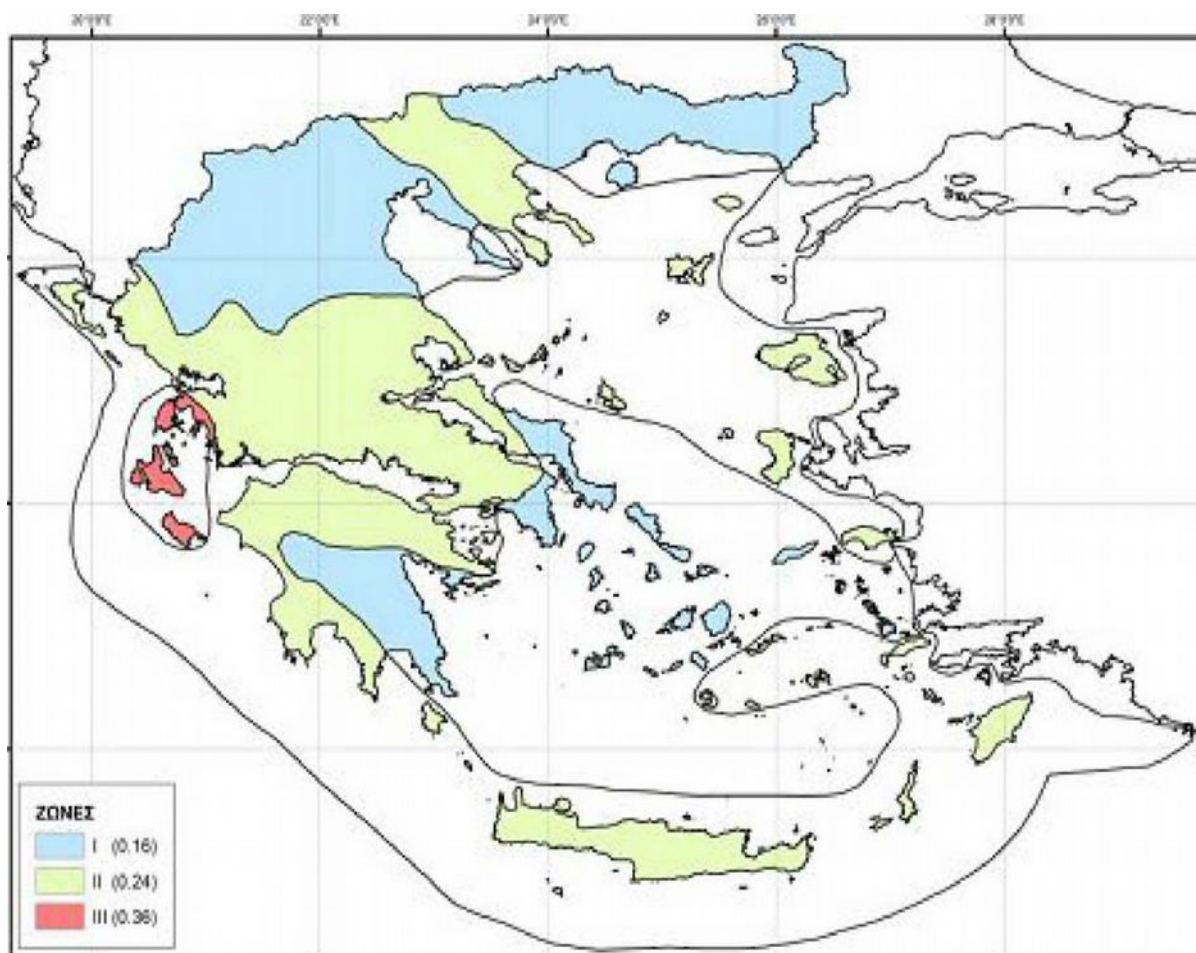
Βάση του νέου αντισεισμικού κανονισμού η περιοχή έρευνας εντάσσεται στην ζώνη επικινδυνότητας I με μέγιστη αναμενόμενη σεισμική επιτάχυνση 0,16 g. Σύμφωνα με τους Parazachos and Παραϊοαννου (Parazachos and Παραϊοαννου, 1993), η περιοχή έρευνας ανήκει στην ζώνη 6F με μέγιστο αναμενόμενο μέγεθος 5,7 βαθμούς της κλίμακας Richter ενώ σύμφωνα με τους

Πίνακας 6. Κυριότεροι σεισμοί στην ευρύτερη περιοχή μελέτης

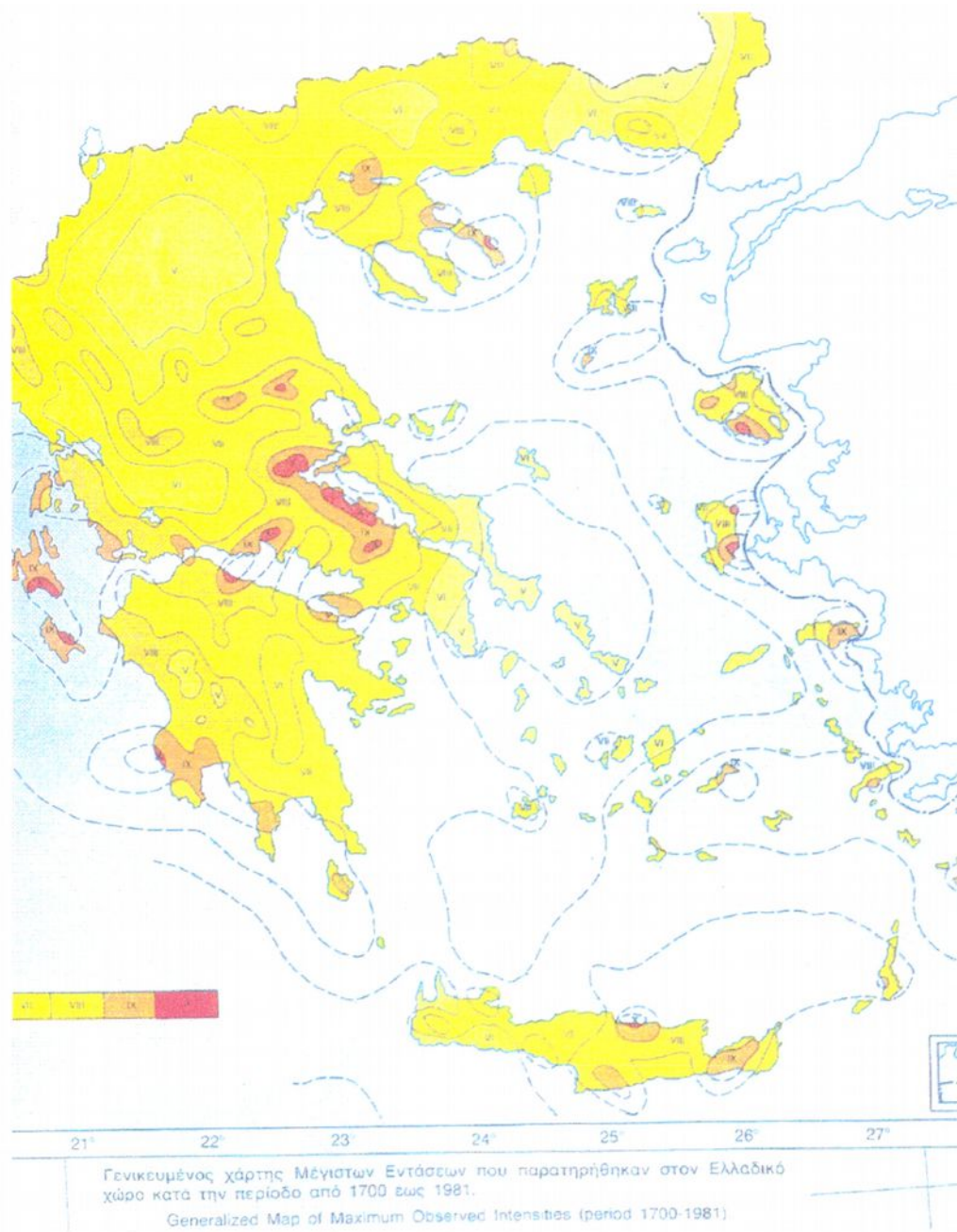
ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	ΕΠΙΚΕΝΤΡΟ	ΜΕΓΕΘΟΣ Μ	ΕΝΤΑΣΗ (I)	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΓΟΥ (km)
1613	Λευκάδα	6.4	VIII	100
1625	Λευκάδα	6.6	IX	105
1630	Λευκάδα	6.6	X	100
1666	Κέρκυρα	6.2	VIII	35
1674	Κέρκυρα	6.5	IX	25
1704	Λευκάδα	6.6	IX	105
1722	Λευκάδα	6.3	VIII	105
1723	Λευκάδα	7.0	IX	110
1732	Κέρκυρα	6.6	VIII	40
1740	Ιωάννινα	6.2	VIII	75
1743	Κέρκυρα	7.0	IX	3
1745	Κέρκυρα	6.2	VIII	25
1769	Λευκάδα	6.8	X	95
1773	Κέρκυρα	6.4	VIII	25
1786	Κέρκυρα	6.6	VIII	30
1809	Κονίτσπολη	6.1	VIII	75
1813	Εκκλησοχώρι	6.2	IX	75
1820	Λευκάδα	6.3	IX	95
1823	Σαγιάδα	6.4	IX	15
1826	Πρέβεζα	6.1	VII	75
1858	Ιωάννινα	6.0	VIII	60
1891	Πρέβεζα	6.0	VII	85
1895	(Μαργαρίτι)	6.2	VIII	10
1898	Ιωάννινα	6.3	VIII	50
1914	Λευκάδα	6.3	IX	105
1917	Πρέβεζα	6.1	VI	80
1919	(Λέσκοβιτς)	6.3	IX	65
1921	Αμφιλοχία	6.0	VIII	95
1966	Ακαρνανία	6.0	VIII	85
1967	Άρτα	6.4	IX	80

Ραφαηλίου and Ραφαηλίου (Ραφαηλίου and Ραφαηλίου, 2000), η περιοχή έρευνας ανήκει στην ζώνη 23.

Σχ. 10. Νέος χάρτης Σεισμικής επικινδυνότητας



Σχ. 11. Απόσπασμα γεωλογικού χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε. (1:50.000)



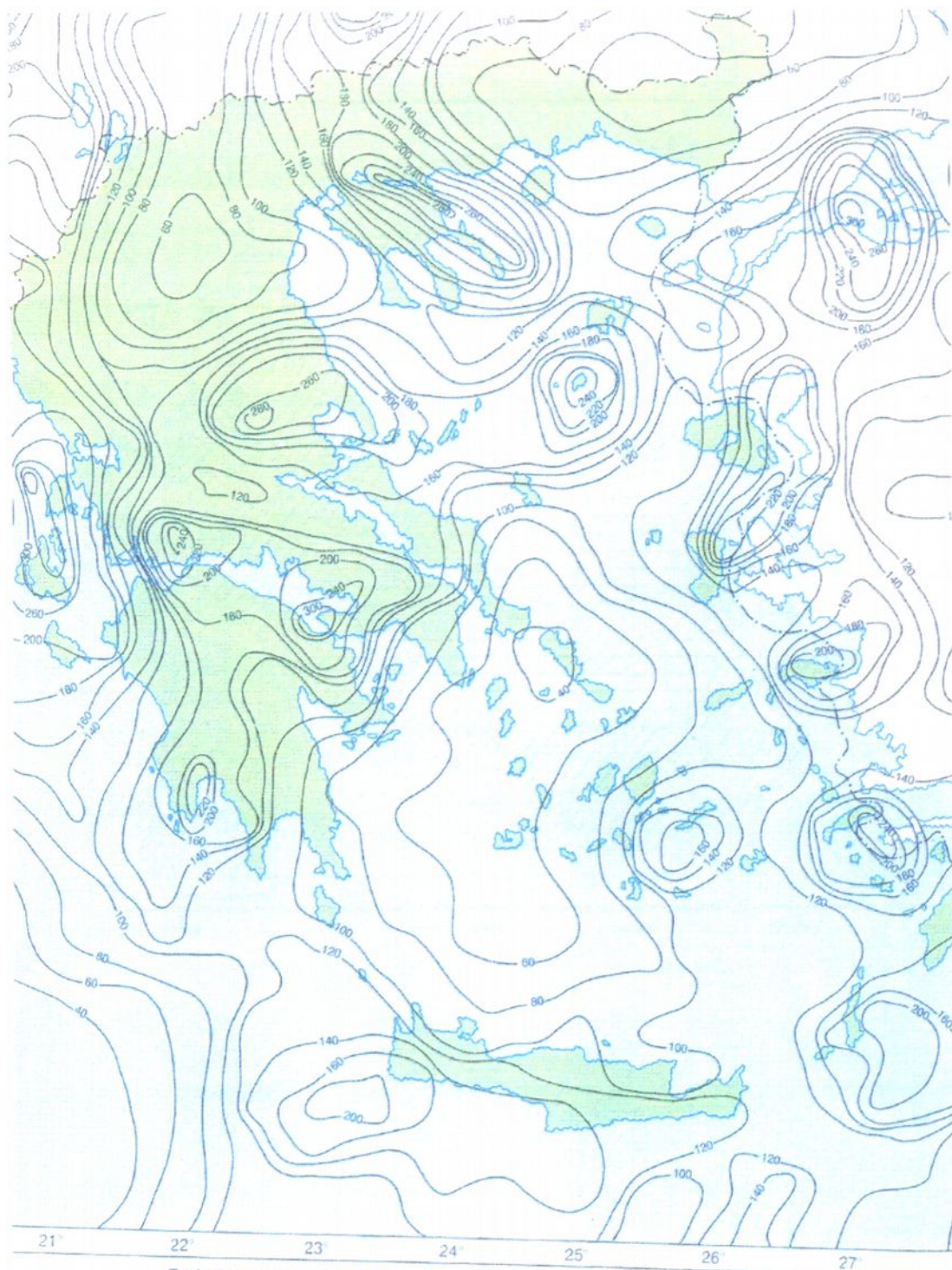
Σχ. 12. Απόσπασμα σεισμοτεκτονικού χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε.





Σχ. 13. Απόσπασμα σεισμοτεκτονικού χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε. (1:500.000)





Τιμές Μέγιστης ανεμενομένης Επιτάχυνσης με πιθανότητα 90% να μη γίνει υπέρβαση τους στα επόμενα 25 χρόνια. Περίοδος επανάληψης 238 χρόνια (κατά Δρακόπουλο Ι. - Μακρόπουλο Κ., 1982).

The peak Acceleration with 90% probability of not been exceeded in 25 years. Return period 238 years (Drakopoulos - Makropoulos, 1982).

### 5.3. Κατάταξη εδάφους

Για την κατάταξη χρησιμοποιήθηκαν οι κατηγορίες εδάφους όπως εμφανίζονται στον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ 2000). Επίσης χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα της γεωλογικής χαρτογράφησης που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της μελέτης. Σύμφωνα λοιπόν με τα ανωτέρω, για την περιοχή, το έδαφος κατατάσσεται στις εξής κατηγορίες :

Πίνακας 7. Κατηγορίες εδάφους

<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ</b>	<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>
A	Ασβεστόλιθοι
B	Αλλουβιακές αποθέσεις – χαλικώδεις άργιλοι

## **6. ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ**

### **6.1. Γενικά**



Όπως έχει αναφερθεί η περιοχή εγκατάστασης του νέου Μουσείου Καλπακίου αναπτύσσονται νότια του οικισμού, βόρεια της Εθνικής οδού Ιωαννίνων - Κοζάνης, σε επίπεδη επιφάνεια μέσου ύψους 420 μ. περίπου, ανάμεσα στους λόφους Καλπακίου και υψωμάτων Νεγράδων.

Ο λόφος Καλπακίου εμφανίζονται σαν ανθρακικό υπολείμματα του αντικλίνου των Νεγράδων, έχει κυκλική μορφή με μήκος άξονα βορρά – νότο, με μήκος 800 μ. και μέσο πλάτος 550 μ. περίπου.

Το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής αποτελούν οι ασβεστόλιθοι πιθανώς Αν. Σενωνίου, οι οποίοι εμφανίζονται λατυποπαγείς, συμπαγείς, παχυστρωματώδεις με χονδρά θραύσματα ρουδιστών και τρηματοφόρα συνήθως λευκού ή λευκότεφρου χρώματος. Οι κλίσεις των στρωμάτων είναι μικρές, της τάξης των  $5^{\circ}$  –  $20^{\circ}$  και το πάχος του σχηματισμού εκτιμάται σε 200 – 250 μ. Επιφανειακά καλύπτεται από μανδύα αποσάθρωσης, της τάξης 0.30 - 0.50 μ. με αργιλοαμμώδη σύσταση και διάσπαρτα ασβεστολιθικά χαλίκια και τεμάχια. Παρουσιάζουν έντονη καρστική διεργασία και καταλαμβάνουν την μεγαλύτερη έκταση των υψωμάτων.

Το νότιο τμήμα του χώρου δομείται από ασβεστόλιθους Παλαιοκαίνου - Ηωκαίνου οι οποίοι παρουσιάζονται υπολιθογραφικοί, λεπτοστρωματώδεις μικρολατυποπαγείς με ενστρώσεις πυριτολίθων. Ο σχηματισμός παρουσιάζεται επιφανειακά ελαφρά έως ισχυρά αποσαθρωμένος και καλύπτεται από μανδύα αποσάθρωσης, της τάξης 0.30 - 0.50 μ. με αργιλοαμμώδη σύσταση και διάσπαρτα ασβεστολιθικά χαλίκια και τεμάχια..

Η περιοχή μελέτης εκτείνεται στην χαμηλή ζώνη, στο διάσελο ανάμεσα στους λόφους Καλπακίου και υψωμάτων Νεγράδων. Η υπό μελέτη έκταση καλύπτεται από τεταρτογενείς αποθέσεις αργιλοχαλικωδών υλικών με αυξημένη συμμετοχή κορημάτων κοντά στα πρηνή των λόφων. Σύμφωνα με στοιχεία από γεωτεχνική έρευνα που πραγματοποιήθηκε στον χώρο του γηπέδου καθώς και γεωφυσική διασκόπηση ηλεκτρικής τομογραφίας προκύπτει ότι το βραχώδες υπόβαθρο συναντάται σε βάθος 6,50 μέτρων περίπου.

Η στάθμη του φρεάτιου υδροφόρου ορίζοντα κυμαίνεται μεταξύ 2.30 μ. έως 2,50 μ. από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους. Εκτιμάται ότι δεν παρουσιάζει σημαντική διακύμανση ανάμεσα στην υγρή και την ξηρή περίοδο καθώς οι δύο έρευνες έγιναν σε διαφορετικές εποχές του χρόνου, παρουσιάζοντας όμως παρόμοια

αποτελέσματα. Επίσης ο υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας στους ασβεστόλιθους του Αν. Σενωνίου, εκτιμάται ότι συναντάται σε απόλυτο υψόμετρο ~410 μέτρα.

## **6.2. Αξιολόγηση γεωλογικών - εδαφοτεχνικών ερευνών**

Για την κατάταξη των σχηματισμών σε τεχνικογεωλογικές ενότητες χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από την βιβλιογραφία και συγκεκριμενοποιήθηκαν από τις επί τόπου παρατηρήσεις κατά τη διάρκεια της γεωλογικής χαρτογράφησης, καθώς και από τα αποτελέσματα του προγράμματος των γεωερευνητικών εργασιών που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια της μελέτης του έργου.

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί διακρίνονται σε δύο ενότητες οι οποίες διαφέρουν βασικά μεταξύ τους, δηλαδή σε εκείνη των αλπικών σχηματισμών και εκείνη των τεταρτογενών υλικών, τα τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά των οποίων περιγράφονται στις πιο κάτω παραγράφους.

Όπως έχει αναφερθεί, η θέση εγκατάστασης του νέου Μουσείου Καλπακίου τοποθετείται στο ανατολικό περιθώριο της λεκάνης, δομείται από τεταρτογενείς αποθέσεις αργιλοχαλικώδους σύστασης ενώ στην ευρύτερη περιοχή αναπτύσσονται κυρίως ασβεστόλιθοι του Αν. Σενωνίου.

### **Αλπικοί σχηματισμοί**

#### **Ασβεστόλιθοι Σενωνίου (K8s)**

Στην περιοχή μελέτης ο σχηματισμός παρουσιάζεται λατυποπαγείς, συμπαγείς, παχυστρωματώδεις. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της γεωλογικής χαρτογράφησης προκύπτουν τα εξής όσον αφορά τον σχηματισμό αυτό :

1. Ο σχηματισμός επιφανειακά παρουσιάζεται υπόλευκου χρώματος, ελαφρά αποσαθρωμένος, κερματισμένος έως κατακερματισμένος, με πάχος στρώσεων 20 - 40 εκ. περίπου όπου είναι δυνατό να διακριθούν.
2. Κύριο σύστημα ασυνεχειών αποτελούν οι επιφάνειες στρώσης. Παρουσιάζουν μεγάλη ανάπτυξη, με μεγάλο μήκος, και επιφάνειες επίπεδες, τραχύς, ανοιχτές, ελαφρά οξειδωμένες, μερικώς πληρωμένες με λεπτομερές υλικό. Η κλίση των στρώσεων παρουσιάζει τιμές από 15<sup>ο</sup> έως 25<sup>ο</sup>.
3. Οι διακλάσεις παρουσιάζονται γενικά με μικρό ίχνος, το οποίο περιορίζεται από τις επιφάνειες στρώσης, και επιφάνειες επίπεδες έως ελαφρά κυματοειδής,

τραχύς, ανοιχτές, ελαφρά οξειδωμένες, μερικώς πληρωμένες με λεπτομερές υλικό. Οι κύριες τιμές κλίσης / δ/νσης είναι 80/218, 35/262, 60/294.

4. Σύμφωνα με αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών από ένα μεγάλο αριθμό δοκιμίων από ασβεστόλιθους Αν. Σενωνίου, που έχουν πραγματοποιηθεί για διάφορα τεχνικά έργα (Εγνατία, Ιόνια Οδός κλπ.), προκύπτει ότι ο σχηματισμός παρουσιάζει τιμές ανεμπόδιστης θλίψης 25 – 71 Μρα με μέση τιμή 40 Μρα, σημειακής φόρτισης 2,5 – 6 Μρα με μέση τιμή 4 Μρα, και γωνία τριβής 48<sup>ο</sup> έως 65<sup>ο</sup>, με μέση τιμή 50<sup>ο</sup>. Το μέτρο ελαστικότητας κυμαίνεται από 3.500 – 15.000 Μρα με μέση τιμή 7.000 Μρα περίπου.
5. Επιφανειακά καλύπτεται από μανδύα αποσάθρωσης, της τάξης 0.30 - 0.50 μ. με αργιλοαμμώδη σύσταση και διάσπαρτα ασβεστολιθικά χαλίκια και τεμάχια.

### **Ασβεστόλιθοι Παλαιοκαίνου - Ηωκαίνου (E)**

Στην υπό μελέτη περιοχή παρουσιάζεται λεπτοστρωματώδεις μικρολατυπποπαγείς με ενστρώσεις πυριτολίθων, και αργίλων ανοιχτού κιτρινόφαιου έως ερυθρωπού χρώματος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της γεωλογικής χαρτογράφησης προκύπτουν τα εξής όσον αφορά τον σχηματισμό αυτό :

1. Ο σχηματισμός επιφανειακά παρουσιάζεται υπόλευκου χρώματος, μέτρια αποσαθρωμένος και κατακερματισμένος. Οι στρώσεις έχουν πάχος λίγων εκατοστών, 5 – 10 εκ. ενώ σε φυσικά ή τεχνητά πρηνή ο σχηματισμός παρουσιάζεται τοπικά μικροπτυχωμένος.
2. Κύριο σύστημα ασυνεχειών αποτελούν οι επιφάνειες στρώσης. Παρουσιάζουν μεγάλη ανάπτυξη, με μεγάλο μήκος, και επιφάνειες επίπεδες, τραχύς, ανοιχτές, ελαφρά οξειδωμένες, μερικώς πληρωμένες με λεπτομερές υλικό.
3. Οι διακλάσεις παρουσιάζονται γενικά με μικρό ίχνος, το οποίο περιορίζεται από τις επιφάνειες στρώσης, και επιφάνειες επίπεδες έως ελαφρά κυματοειδής, τραχύς, ανοιχτές, ελαφρά οξειδωμένες, μερικώς πληρωμένες με λεπτομερές υλικό. Οι κύριες διεύθυνσης είναι συνήθως κάθετες στην στρώση.
4. Εκτιμάται ότι ο σχηματισμός παρουσιάζει ικανοποιητικές τιμές φυσικομηχανικών χαρακτηριστικών σχετικά με την θεμελίωση συνήθων τεχνικών.
5. Επιφανειακά καλύπτεται από μανδύα αποσάθρωσης, της τάξης 0.50 - 1.50 μ. με αργιλοαμμώδη σύσταση και διάσπαρτα ασβεστολιθικά και πυριτικά χαλίκια.

### **Ενότητες σχηματισμών του Τεταρτογενούς.**

### **Σύγχρονες αλλουβιακές αποθέσεις (sc-m).**

Καλύπτουν το πεδινό τμήμα της λεκάνης περιμετρικά του λόφου του Καλπακίου Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της γεωτεχνικής έρευνας, προκύπτει ότι αποτελούνται από εναλλαγές στρώσεων αργιλωδών χαλικιών, και χαλικιών – κροκαλών, ενώ σύμφωνα με την γεωφυσική έρευνα αποτελούνται από αργίλους, χάλικες και άμμους έως το βάθος των 6,50 μ., οπότε και συναντάται το βραχώδες υπόβαθρο.

Η στάθμη του φρεάτιου υδροφόρου ορίζοντα κυμαίνεται μεταξύ 2.30 μ. έως 2,50 μ. από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους και εντοπίζεται εντός της στρώσης των αργιλωδών χαλικιών.

Εκτιμάται ότι οι φυσικομηχανικές ιδιότητες του σχηματισμού εξαρτώνται από την θέση ως προς τα περιθώρια της λεκάνης. Δεδομένου ότι, από το κέντρο της λεκάνης προς τα περιθώρια, αυξάνεται το ποσοστό των αμμοσιφιήδων, αναμένονται και ικανοποιητικές τιμές των παραμέτρων αντοχής των υλικών.

### **6.3. Τεχνικογεωλογικές ενότητες**

Για την κατάταξη των σχηματισμών σε τεχνικογεωλογικές ενότητες, όσον αφορά τους βραχώδεις σχηματισμούς, χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από την βιβλιογραφία και από τις επί τόπου παρατηρήσεις κατά τη διάρκεια της γεωλογικής χαρτογράφησης στην περιοχή μελέτης. Αντίθετα για τους εδαφικούς σχηματισμούς χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από τα αποτελέσματα γεωερευνητικών εργασιών στην ευρύτερη περιοχή.

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί ομαδοποιήθηκαν σε τεχνικογεωλογικές ενότητες ανάλογα με την λιθολογική τους σύσταση, την θέση τους ως προς το υπόβαθρο για την περίπτωση των μεταλλικών σχηματισμών, την ευστάθειά τους σε ορύγματα, την εκσκαψιμότητά τους και την καταλληλότητά τους ως υλικά οδοποιίας, διακρίνονται δε, σε ενότητες σχηματισμών του Τεταρτογενούς και ενότητες του αλπικού υποβάθρου.

Συγκεντρωτικά τα τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά των γεωλογικών σχηματισμών παρουσιάζονται σε Πίνακα του παραρτήματος Η. Στην στήλη 7 του πίνακα δίδονται οι εκτιμώμενες κλίσεις πρηνών για διαμόρφωση μόνιμων ορυγμάτων. Οι κλίσεις των πρηνών που αναφέρονται δεν προκύπτουν από γεωτεχνικούς υπολογισμούς και αναφέρονται σε διαμορφώσεις μικρού ύψους (2 – 5 μέτρα).

### **6.3.1. Ενότητες σχηματισμών του υποβάθρου**

#### **Ανθρακικοί σχηματισμοί (Ασβεστόλιθοι Σενωνίου (K8s) και Παλαιοκαίνου - Ηωκαίνου (E))**

Παρουσιάζουν γενικά μικρή ανομοιομορφία και μέτρια ευκολία στην αποσάθρωση. Εκσκάπτεται δύσκολα με μηχανικά μέσα και ως επί το πλείστον απαιτείται η χρήση εκρηκτικών.

Η ευστάθεια των ορυγμάτων στον σχηματισμό αυτό καθορίζεται σημαντικά από τα στοιχεία της στρώσης σε σχέση με τον προσανατολισμό των πρηνών, τον κερματισμό την πτύχωση και την αποσάθρωση.

Η διαμόρφωση τεχνητών πρηνών εκτιμάται ότι μπορεί να γίνει με σχετικά έντονες κλίσεις της τάξης των 3 : 1 (κ : ο) για ύψος αναβαθμού 5 έως 8 μέτρα και 4 : 1 για μικρότερο ύψος πρηνών, στην περίπτωση όπου οι κλίσεις των στρώσεων είναι ομόρροπες ή με μικρή γωνιακή σχέση με την κλίση του ορύγματος. Απαραίτητη κρίνεται η κατασκευή πλατύσματος στον πόδα πλάτους ~ 2 μ. διότι αναμένεται συγκέντρωση υλικού στη βάση με την μορφή σάρας.

Στην περίπτωση όπου οι κλίσεις των στρώσεων είναι αντίρροπες ή με μεγάλη γωνιακή σχέση με την κλίση των υπό διαμόρφωση πρηνών, εκτιμάται ότι είναι δυνατή η διαμόρφωση ορυγμάτων με κλίση 4 : 1 (κ : ο) ή και πιο έντονη για μικρά ύψη πρηνών εφόσον προβλεφθούν κατάλληλα μέτρα αντιδιαβρωτικής προστασίας.

Για την έδραση επιχωμάτων και κτιρίων δεν αναμένονται ιδιαίτερα τεχνικογεωλογικά προβλήματα. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στον έλεγχο της επιφάνειας θεμελίωσης έτσι ώστε να εκτιμηθεί η πιθανότητα ύπαρξης καρστικών δομών.

Εκτιμάται ότι τα υλικά αυτά, είναι επίλεκτα για υλικά επιχώσεων.

### **6.3.2. Ενότητες σχηματισμών του Τεταρτογενούς.**

#### **Σύγχρονες αλλουβιακές αποθέσεις (sc-m).**

Καλύπτουν το πεδινό τμήμα της λεκάνης περιμετρικά του λόφου του Καλπακίου. Συνίσταται από στρώσεις αργιλωδών χαλικιών, και χαλικιών – κροκαλών, ενώ

σύμφωνα με την γεωφυσική έρευνα αποτελούνται από αργίλους, χάλικες και άμμους έως το βάθος των 6,50 μ., οπότε και συναντάται το βραχώδες υπόβαθρο.

Παρουσιάζουν γενικά μέση έως μεγάλη ανομοιομορφία και μεγάλη ευκολία στην αποσάθρωση. Εκσκάπτεται εύκολα με μηχανικά μέσα.

Εκτιμάται ότι οι φυσικομηχανικές ιδιότητες του σχηματισμού εξαρτώνται από την θέση ως προς τα περιθώρια της λεκάνης. Δεδομένου ότι, από το κέντρο της λεκάνης προς τα περιθώρια, αυξάνεται το ποσοστό των αμμοσιφιήδων, αναμένονται και ικανοποιητικές τιμές των παραμέτρων αντοχής των υλικών.

Για την έδραση επιχωμάτων και κτιρίων δεν αναμένονται ιδιαίτερα τεχνικογεωλογικά προβλήματα. Η διαμόρφωση τεχνητών πρανών εκτιμάται ότι μπορεί να γίνει με κλίσεις της τάξης των 1 : 1 (κ : ο) έως 1,5 : 1 (κ : ο) για ύψος αναβαθμού 4 έως 5 μέτρα. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στον έλεγχο των υπόγειων υδάτων κατά τις εκσκαφές με πρόβλεψη για εξυγίανση / διάστρωση αποστραγγιστικής στρώσης.

## **7. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ**

Όπως έχει αναφερθεί, αντικείμενο της μελέτης είναι ο εντοπισμός, διαχωρισμός και χαρακτηρισμός από άποψη εδαφικών συνθηκών, περιοχών ως κατάλληλων,

ακατάλληλων ή κατάλληλων υπό προϋποθέσεις για δόμηση. Επίσης έχει σκοπό την εκτίμηση της καταλληλότητας της έκτασης έναντι γεωλογικών κινδύνων και την περιγραφή των προϋποθέσεων και των αναγκαίων μέτρων προστασίας που απαιτούνται για να καταστεί δυνατή η οικοδόμηση τυχών κατάλληλων υπό προϋποθέσεις περιοχών και η κατ' αρχήν εκτίμηση του κόστους λήψης των μέτρων αυτών.

Για την κατασκευή του νέου Μουσείου προβλέπεται εργασίες διαμόρφωσης του χώρου, οι οποίες περιλαμβάνουν :

- Εκσκαφές διαμόρφωσης του κύριου χώρου και επανεπίχωση με υλικά κατάλληλης κοκκομετρικής διαβάθμισης όπως ιλυοαμμώδη, - αργιλοχαλικώδη.
- Διάνοιξη οδού πρόσβασης.
- Ανέγερση κτηρίων και λοιπών βοηθητικών χώρων

Όλες οι εργασίες διαμόρφωσης θα πραγματοποιηθούν σε περιοχή που καλύπτεται από αργιλώδης χάλικες πάχους 6,50 μ. περίπου ενώ το υπόβαθρο αποτελείται από ανθρακικούς σχηματισμούς, πιθανώς από ασβεστόλιθους Αν. Σενωνίου.

- Σύμφωνα με όσα έχουν αναφερθεί στα προηγούμενα κεφάλαια ο σχηματισμός παρουσιάζει ικανοποιητικές μηχανικές παραμέτρους και επομένως κρίνεται ως **κατάλληλος** για την χωροθέτηση των ανωτέρω έργων.
- Εξαιρέση αποτελούν οι αντιαρματικοί τάφροι, όπου κρίνονται **κατάλληλοι υπό την προϋπόθεση** να γίνει έλεγχος της συμπίκνωσης των υλικών επιχώσεων.

## 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Σκοπός της μελέτης είναι η κατασκευή νέου Μουσείου στο Τ. Κ. Καλπακίου εκτός του πολεοδομικού ιστού του οικισμού. Όπως έχει αναφερθεί, αντικείμενο της

μελέτης είναι η εκτίμηση της καταλληλότητας της έκτασης έναντι γεωλογικών κινδύνων και η περιγραφή των προϋποθέσεων και των αναγκαίων μέτρων προστασίας που απαιτούνται για να καταστεί δυνατή η οικοδόμηση τυχών κατάλληλων υπό προϋποθέσεις περιοχών και η κατ' αρχήν εκτίμηση του κόστους λήψης των μέτρων αυτών.

Το Τ. Κ. Καλπακίου εκτείνεται βόρεια της πόλης των Ιωαννίνων σε απόσταση 35 χλμ., στις δυτικές παρυφές χαμηλού ύψους λόφου όπου βρίσκεται το γνωστό σπήλαιο – στρατηγείο Καστιμήτρου. Η περιοχή μελέτης αναπτύσσεται ανατολικά και σε απόσταση 400 μέτρων από την νότια είσοδο του οικισμού του Καλπακίου, βόρεια της Εθ. Οδού Ιωαννίνων - Καλπακίου – Κακαβίας και Κοζάνης, δυτικά και σε απόσταση 500 μ. περίπου της υπό μελέτη Ιόνιας οδού, στο ανατολικό περιθώριο της λεκάνης Καλπακίου – Παρακαλάμου σε μέσο υψόμετρο 420 μ. περίπου.

Γεωμορφολογικά η ευρύτερη περιοχή της μελέτης χαρακτηρίζεται από επίπεδες πεδινές εκτάσεις της λεκάνης Καλπακίου – Παρακαλάμου, που διακόπτονται από ήπιες τοπογραφικές ανωμαλίες που δημιουργούνται από ασβεστολιθικά υπολείμματα. Η προς πολεοδόμηση περιοχή βρίσκεται ανάμεσα στους λόφους του Καλπακίου στα βόρεια (ύψους 493 μ.) και της βόρειας απόληξης των υψωμάτων των Νεγράδων στα νότια (ύψους 598 μ.). Ανάμεσα στα ανθρακικά αυτά υψώματα σχηματίζεται μια στενή χαμηλή ζώνη μέσου πλάτους 70 μέτρων με διεύθυνση Α – Δ, όπου διέρχεται η Εθνική οδός και στο ανατολικό άκρο της βρίσκεται η υπό μελέτη έκταση. Ανατολικά του χώρου υψώνονται τα ανθρακικά όρη του Ζαγορίου με κορυφές όπως της Γκραμπάλας και της Ασσόνισας ύψους έως 1.200 μέτρων.

Το σύνολο της περιοχής αποτελεί χαμηλή χορτολιβαδική έκταση όπου απουσιάζει η υψηλή βλάστηση. Ο χώρος είναι επίπεδος χωρίς εξάρσεις ή ταπεινώσεις και οι κλίσεις εδάφους εντός του γηπέδου είναι σχεδόν μηδενικές με μια ελαφρά απόκλιση προς δυτικά. Συγκεκριμένα η υψομετρική διαφορά του ανατολικού από το δυτικό όριο δεν υπερβαίνει τα 0,50 μέτρα (μέτρηση Μελετητή).

Στην περιοχή δεν εμφανίζονται πηγές ή ρέματα παροδικής ή μόνιμης ροής, με αποτέλεσμα τα διαβρωτικά φαινόμενα να είναι ουσιαστικά μηδενικά. Αντίθετα χαρακτηριστική είναι η ανάπτυξη ενός τεχνητού δικτύου, το οποίο αποτελείται από επιμήκεις αύλακες και είναι υπολείμματα των αντιαρματικών τάφρων που



κατασκευάστηκαν κατά την περίοδο του πολέμου του '40 στα πλαίσια των αμυντικών έργων στην περιοχή.

Οι αύλακες διέρχονται από το βόρειο, δυτικό και νότιο όριο του γηπέδου και εν μέρει σήμερα έχουν επιχωθεί από υλικά εκσκαφών (αργιλοαμμώδη χαλίκια) από την γειτονική περιοχή. Η τάφρος που διέρχεται από το βόρειο και δυτικό όριο έχει μέσο πλάτος 2,0 μ. και βάθος που δεν υπερβαίνει το 1,0 μέτρο. Αντίθετα η τάφρος που διέρχεται στη νότια πλευρά, στο όριο του γηπέδου με το πάρκο του υφιστάμενου Πολεμικού Μουσείου, αποτελεί μια αβαθή αύλακα με μέσο πλάτος 1,0 μέτρο περίπου. Οι τάφροι αυτοί δέχονται τα βρόχινα νερά τα οποία και αποστραγγίζουν δυτικά, στον ποταμό Καλαμά.

Σύμφωνα με στοιχεία που προκύπτουν από Εδαφοτεχνική γνωμάτευση που έχει πραγματοποιηθεί στον χώρο του γηπέδου, η έκταση καλύπτεται από αργιλώδεις χάλικες που με αύξηση του βάθους γίνονται ασβεστολιθικοί χάλικες. Σύμφωνα με την έρευνα το έδαφος στην περιοχή της στάθμης θεμελίωσης κατατάσσεται ως στρώση σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου.

Το βραχώδες υπόβαθρο συνίσταται από ανθρακικούς σχηματισμούς, πιθανώς ασβεστόλιθους Αν Σενωνίου (ή Παλαιοκαίνου – Ηωκαίνου). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα γεωφυσικής διασκόπησης (ERT) οι ασβεστόλιθοι θεωρείται ότι συναντήθηκαν σε βάθος 6,50 μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους.

Στους ασβεστόλιθους του Αν. Σενωνίου αναπτύσσεται ένας πλούσιος καρστικός υδροφόρος ορίζοντας, όπου το βάθος της υδροστατικής επιφάνειας ως απόλυτο υψόμετρο κυμαίνεται από 410 – 415 μέτρα περίπου.

Ο φρεάτιος υδροφόρος ορίζοντας συναντάται σε διαφορετικά βάρη, ανάλογα με τις κατά τόπους συνθήκες ιζηματογένεσης και δείχνει να έχει άμεση εξάρτηση από τις βροχοπτώσεις, κυρίως στα περιθώρια της λεκάνης (περιοχή μελέτης) λόγω του μικρού πάχους των στρώσεων και της περιορισμένης λεκάνης τροφοδοσίας. Η στάθμη του φρεάτιου υδροφόρου ορίζοντα, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εδαφοτεχνικής έρευνας, βρίσκεται σε βάθος 2,30 μέτρων κάτω από την επιφάνεια του εδάφους την υγρή περίοδο, ενώ σύμφωνα με την γεωφυσική έρευνα (ERT), προκύπτει ότι στο βάθος 2,50 - 6,50 μ. συναντήθηκε σχηματισμός με Ειδική Αντίσταση 9,88 – 65 Ohm.m. που αποτελεί προσχώσεις από αργιλικά υλικά και χαλίκια, κορεσμένα σε νερό. Αντίθετα οι σχηματισμοί στα υπόλοιπα τμήματα (0,00 -2,50 μ. και 6,50 - 7,50 μ) δεν παρατηρείται κορεσμός σε νερό.

Όσον αφορά τις φυσικομηχανικές ιδιότητες των υλικών που δομούν την περιοχή, αναμένονται κανοποιητικές τιμές των παραμέτρων αντοχής τόσο του βραχώδους υποβάθρου, όσο και των αργιλοχαλικωδών στρώσεων. Εξαιρέση αποτελεί η περιοχή των τάφρων όπου δεν είναι γνωστή η διαδικασία μερικής επανεπίχωσης. Εκτιμάται ότι η επίχωση έγινε με υλικά της γύρω περιοχής δηλ. αργιλώδης χάλικες – ασβεστολιθικά χαλίκια.

Για την κατασκευή του Μουσείου απαιτείται διαμόρφωση του χώρου με εκσκαφές μέσου βάθους 3,00 – 4,00 μέτρα περίπου. Επομένως η θεμελίωση θα γίνει στον σχηματισμό των αργιλώδους αμμοχάλικου με επικράτηση των ασβεστολιθικών χαλικιών, ενώ το βραχώδες υπόβαθρο αναμένεται να συναντάται σε βάθος 2,50 μέτρων περίπου κάτω από την στάθμη θεμελίωσης.

Σύμφωνα με όσα έχουν αναφερθεί, μπορούν να εξαχθούν τα εξής συμπεράσματα για τις τεχνικογεωλογικές συνθήκες που αναμένεται να επικρατούν στην περιοχή εγκατάστασης του νέου Μουσείου στο Τ. Κ. Καλπακίου :

- Η περιοχή εγκατάστασης δομείται από αλλουβιακές αποθέσεις εκτιμώμενου πάχους 6,50 μ., που χαρακτηρίζονται ως αργιλώδεις χάλικες με επικράτηση των ασβεστολιθικών χαλικιών με αύξηση του βάθους.
- Το βραχώδες υπόβαθρο αποτελούν ανθρακικοί σχηματισμοί πιθανώς των Ανωσενώνιων ασβεστόλιθων.
- Η στάθμη του φρεάτιου υδροφόρου ορίζοντα βρίσκεται σε βάθος 2,30 – 2,50 μέτρων κάτω από την επιφάνεια του εδάφους τόσο την υγρή περίοδο όσο και την ξηρή. Η υδροστατική στάθμη των καρστικών υδροφόρων της περιοχής εκτιμάται ότι βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο 410,0 μέτρα περίπου.
- Τα ανωτέρω πιστοποιούνται από εδαφοτεχνική έρευνα και από μια τομή γεωφυσικής διασκόπησης (ERT).
- Οι φυσικομηχανικές ιδιότητες των υλικών που δομούν την περιοχή, αναμένεται να παρουσιάζουν κανοποιητικές τιμές των παραμέτρων αντοχής τόσο του βραχώδους υποβάθρου, όσο και των αργιλοχαλικωδών στρώσεων
- Στην περιοχή δεν υπάρχουν πηγές ή ρέματα και τα διαβρωτικά φαινόμενα είναι πρακτικά μηδενικά. Εξαιρέση αποτελούν οι επιμήκεις αύλακες, υπολείμματα των αντιαρματικών τάφρων που κατασκευάστηκαν κατά την περίοδο του πολέμου του '40, και οι οποίες έχουν μερικών επιχωθεί.

- Η περιοχή δεν υπόκειται σε πλημμύρες και αποστραγγίζεται προς τα χαμηλότερα σημεία της λεκάνης, δυτικά της περιοχής μελέτης.
- Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω στοιχεία η περιοχή χαρακτηρίζεται ως **κατάλληλη για δόμηση**. Εξαιρέση αποτελούν οι αντιαρματικοί τάφροι, όπου κρίνονται **κατάλληλοι υπό την προϋπόθεση** να γίνει έλεγχος της συμπύκνωσης των υλικών επιχώσεων.
- Για κατασκευή του Μουσείου απαιτείται διαμόρφωση του χώρου (εκσκαφές) μέσου βάθους 3,00 – 4,00 μέτρα περίπου. Επομένως η θεμελίωση θα γίνει εντός του φρεάτιου υδροφόρου ορίζοντα, γεγονός που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά την μελέτη και κατασκευή του κτιρίου.

Προτείνεται κατά την διάρκεια των εκσκαφών να υπάρχει επίβλεψη των εργασιών από έμπειρο γεωλόγο έτσι ώστε να εκτιμηθεί η πιθανότητα ύπαρξης καρστικών δομών στον χώρο θεμελίωσης κτιρίων.

Ο συντάκτης

Κονταξής Δημήτρης  
Γεωλόγος