



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ – ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**Π.Μ.Σ :Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες**



**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Γεωφυσική διασκόπηση στην αρχαιολογική θέση Βεγόρα, Φλώρινας»**

**Σιακάτη Ελένη**

**Επίβλεψη: Καθ. Γρηγόρης Τσόκας (Α.Π.Θ.)**

**Επιτροπή Εξέτασης:**

**Καθ. Ι. Λυριτζής (Παν/μιο Αιγαίου)**

**Δρ. Γ. Παυλίδης(Ερ. Κέντρο ΑΘΗΝΑ, Ερευνητής με βαθμίδα Α')**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Γεωφυσική διασκόπηση στην αρχαιολογική θέση Βεγόρα,  
Φλώρινας»**

**Σιακάτη Ελένη**

**Αρχαιολόγος**

**Επίβλεψη: Καθ. Γρηγόρης Τσόκας (Α.Π.Θ.)**

**Επιτροπή Εξέτασης:**

**Καθ. Ι. Λυριτζής (Παν/μιο Αιγαίου)**

**Δρ. Γ. Παυλίδης (Ερ. Κέντρο ΑΘΗΝΑ, Ερευνητής με βαθμίδα Α')**

**Ρόδος Σεπτέμβριος 2018**

## **ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ**

Δηλώνω ότι η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο: «Γεωφυσική διασκόπηση σε αρχαιολογική θέση στην ευρύτερη περιοχή του λεκανοπεδίου Αμυνταίου Φλώρινας», συντάχθηκε στα πλαίσια ολοκλήρωσης του μεταπτυχιακού προγράμματος ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ, στο οποίο φοιτώ. Η εργασία η οποία παραδίδω αποτελεί πρωτότυπη μελέτη, δεν αποτελεί αντιγραφή ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Σύμφωνα με τον κανονισμό του ιδρύματος αναλαμβάνω κάθε νομική συνέπεια σε περίπτωση που αποδειχθεί ότι η παρούσα εργασία αποτελεί προϊόν λογοκλοπής.

Θεωρείται επίσης αναγκαίο να αναφερθεί ότι μέρος του υλικού το οποίο παραχωρήθηκε από την ΕΦΑ Φλώρινας είναι αδημοσίευτο. Παραχωρήθηκε μόνο με σκοπό την εκπόνηση της παρούσας εργασίας και ως εκ τούτου απαγορεύεται η αναδημοσίευση ή η χρησιμοποίηση του για οποιαδήποτε σκοπό.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αρχαιολογία αποτελεί μία επιστήμη που ως μια από τις κύριες μεθόδους εντοπισμού νέων στοιχείων είναι η ανασκαφική διαδικασία σε εντοπισμένες ή μη αρχαιολογικές θέσεις. Η φύση όμως της ανασκαφικής διαδικασίας είναι καταστροφική καθώς καμία αρχαιολογική σκαπάνη δεν μπορεί να ανιχνεύσει τι υπάρχει κάτω από το έδαφος. Σε αυτό το σημείο εισέρχεται η επιστήμη της αρχαιομετρίας και ιδιαίτερα της γεωφυσικής έρευνας.

Η γεωφυσική έρευνα είναι η επιστήμη εκείνη που μετρώντας με ειδικά όργανα διάφορες παραμέτρους και ιδιότητες των γεωλογικών στρωμάτων μπορεί να εντοπίσει τι μπορεί να βρίσκεται κάτω από το έδαφος μια περιοχής. Η γεωφυσική έρευνα ως πεδίο εφαρμογής βρήκε αρχικά τα μεγάλα κατασκευαστικά έργα, υποδεικνύοντας στους κατασκευαστές τα εδάφη που ήταν πιο ασφαλή για την δημιουργία των εγκαταστάσεων ή των υποδομών. Σταδιακά όμως έγινε εφαρμογή της και σε άλλους τομείς όπως αυτόν της αρχαιολογικής επιστήμης.

Η γεωφυσική έρευνα με όλες τις μεθόδους της αποτελεί πλέον ένα εργαλείο στα χέρια των αρχαιολόγων καθώς μπορεί να υποδείξει με σχετική ακρίβεια που βρίσκονται οι αρχαιολογικές δομές και σε τι βάθος, παράγοντας γεωφυσικές εικόνες – χάρτες του υπεδάφους. Με την ερμηνεία των αποτελεσμάτων οι αρχαιολόγοι μπορούν να επικεντρώσουν την ανασκαφική τους έρευνα σε συγκεκριμένα σημεία ενός αρχαιολογικού χώρου, περιορίζοντας με αυτό τον τρόπο το μεγάλο οικονομικό κόστος για μια ανασκαφή στα τυφλά.

Η παρούσα εργασία αφορά την διεξαγωγή γεωφυσικής έρευνας στον αρχαιολογικό χώρο «Τσαϊρία της Εκκλησίας» που βρίσκεται στην Βεγόρα, Φλώρινας. Η εργασία αναλύει όλα τα αρχαιολογικά, ιστορικά, γεωλογικά και γεωμορφολογικά δεδομένα της υπό διερεύνηση περιοχής και μετά την πραγματοποίηση της έρευνας καταλήγει σε κάποια πρωταρχικά συμπεράσματα, που ίσως στο μέλλον αποδειχτούν χρήσιμα για μια πιο στοχευμένη ανασκαφή του αρχαιολογικού χώρου.

## ABSTRACT

Archaeology is a fascinating science but to discover a new archaeological site, archaeologists must execute large or small excavation projects. But the negative aspect of the excavation procedure is that is a destructive procedure that must be well documented. At this point new technologies and applied sciences such as archaeometry and especially geophysical research can help archaeologists be more precise at their procedures in excavation.

Geophysical research is the science that, by measuring with specific instruments various parameters and properties of the geological layers can identify what may be beneath the territory of a region. Geophysical research as a field of application was first been applied at the major construction projects, indicating to the builders the soils that were safer for the establishment of facilities or infrastructure. Gradually, it has also been applied to other areas such as archaeological science.

Geophysical research with all its methods is now a tool in the hands of archaeologists as it can indicate with relative precision the archaeological structures and its depth by generating geophysical images - maps of the subsoil. By interpreting the results, archaeologists can focus their excavations on specific sites in an archaeological site, thereby limiting the large financial cost of a blind excavation.

The present paper deals with conducting a geophysical research at the archaeological site "Tsairia of ecclesia" located in Vegora, Amyntaio, Florina. This paper analyzes all the archaeological, historical, geological and geomorphological data of the under-investigation area and after the research results, it leads to some preliminary conclusions that may prove useful in the future for a more targeted excavation of the archaeological site.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον επιβλέποντα καθηγητή της διατριβής αυτής κ. Τσόκα Γρηγόριο, καθηγητή Γεωφυσικής του τμήματος Γεωλογίας του ΑΠΘ, για την ανάθεση του θέματος που με έκανε να αντιληφθώ τη χρησιμότητα της Γεωφυσικής στην Αρχαιολογία, την συνεχή παρότρυνση του να μάθω να χειρίζομαι τα γεωφυσικά όργανα, την αμέριστη υποστήριξή του, την αδιάλειπτη καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές και παρατηρήσεις του σε όλη τη διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας.

Ευχαριστίες αποδίδονται και στον κ. Φίκο Ηλία, Δρ. Γεωφυσικό ΠΕ Γεωτεχνικό του ΑΠΘ, για τη βοήθεια και τη συνεισφορά του στην διεξαγωγή των γεωφυσικών μετρήσεων στο πεδίο, την επεξεργασία και ερμηνεία των δεδομένων στο εργαστήριο.

Επιπλέον ευχαριστώ και τα δύο άλλα αξιότιμα μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής, τον καθηγητή του Πανεπιστημίου Αιγαίου Ι. Λυριτζή και τον Δρ. Γ. Παυλίδη στο Ερευνητικό Κέντρο ΑΘΗΝΑ, ερευνητή με βαθμίδα Α΄ για την εμπιστοσύνη που έδειξαν στο πρόσωπό μου.

Θερμές ευχαριστίες αποδίδονται επίσης στον Παναγιώτη Χρυσοστόμου, υπεύθυνο αρχαιολόγο της ανασκαφής της Βεγόρας Φλώρινας, και στην έφορο αρχαιοτήτων Φλώρινας Χριστίνα Ζιώτα για την αδειοδότηση εκτέλεσης της γεωφυσικής διασκόπησης στο χώρο, την διευκόλυνση της έρευνας και για τη συμβολή τους στην επίλυση διαφόρων ζητημάτων.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τον σύντροφό μου, Σάββα Βαρυτιμιάδη για την βοήθεια του κατά την διεξαγωγή της γεωφυσικής διασκόπησης στην αρχαιολογική θέση της Βεγόρας, την κατανόηση και την υποστήριξη που μου παρείχε απλόχερα, αλλά και την υπομονή που υπέδειξε όλο αυτό το διάστημα.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ ανήκει στους γονείς μου, Ηλία και Πελαγία Σιακάτη για τη συνεχή συμπαράσταση και την υποστήριξη τους όλο αυτό το χρονικό διάστημα.

Αισθάνομαι ακόμη την ανάγκη να ευχαριστήσω όλους τους συνάδελφους μεταπτυχιακούς και τους καθηγητές μου για όλες τις γόνιμες συζητήσεις και συμβουλές σε όλη την διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος αλλά και κατά την εκπόνηση της διατριβής μου.

## Περιεχόμενα

Εισαγωγή .....	9
Κεφάλαια .....	10
1. Κεφάλαιο 1: Η περιοχή της έρευνας.....	11
1.1. Ιστορική ανασκόπηση.....	12
1.1.1. Ιστορική Τοπογραφία και αρχαία Γεωγραφία της περιοχής .....	12
1.1.2. Ιστορικά γεγονότα στην περιοχή της Εορδαίας.....	17
1.1.3. Σύγχρονα ιστορικά στοιχεία Αμυνταίου – Βεγόρας .....	27
1.2. Αρχαιολογική έρευνα .....	29
1.2.1. Οι πρώτες αρχαιολογικές αναφορές και ανασκαφικές εργασίες.....	29
1.2.2. Τυχαία ευρήματα και παραδόσεις .....	31
1.2.3. Συστηματικές ανασκαφικές έρευνες .....	35
1.2.4. Η Εγνατία οδός στη περιοχή της Βεγόρας .....	39
1.3. Γεωμορφολογία .....	42
1.4. Γεωλογικά δεδομένα .....	48
1.5. Κλίμα – Χλωρίδα – Πανίδα.....	56
2. Κεφάλαιο 2: Η γεωφυσική έρευνα.....	60
2.1. Γεωφυσική επιστήμη .....	60
2.1.1. Η εφαρμοσμένη γεωφυσική έρευνα.....	60
2.2. Γεωφυσικές μέθοδοι έρευνας και πεδία εφαρμογής τους.....	61
2.2.1. Πλεονεκτήματα γεωφυσικών μεθόδων .....	63
2.2.2. Περιορισμοί έρευνας και τρόποι αντιμετώπισης.....	63
2.3. Σχεδιασμός της γεωφυσικής έρευνας.....	65
2.4. Οι μέθοδοι γεωφυσικής έρευνας που εφαρμόστηκαν στην αρχαιολογική θέση της Βεγόρας Φλώρινας.....	66
2.4.1. Η μέθοδος της ηλεκτρικής αντίστασης (Electrical Ground Resistance) .....	66
2.4.2. Η μαγνητική μέθοδος διασκόπησης .....	73
3. Γεωφυσική και αρχαιολογία .....	80
3.1. Τα πρώτα βήματα της γεωφυσικής έρευνας στην αρχαιολογική επιστήμη.....	80
3.2. Η αρχαιομετρία .....	81
3.3. Πλεονεκτήματα και προοπτικές της γεωφυσικής έρευνας στην αρχαιολογική έρευνα.....	82
3.4. Παραδείγματα γεωφυσικών ερευνών στην Βόρεια Ελλάδα .....	83
3.4.1. Αρχαιολογικός χώρος Ευρωπού, Κιλκίς .....	83
3.4.2. Αρχαιολογικός χώρος Βεργίνας, Ημαθίας.....	85

3.4.3.	Προϊστορικός οικισμός Αυγής, Καστοριάς.....	86
3.4.4.	Βυζαντινή ακρόπολη στην Βρύα (Βεριά) Σωζόπολης, Χαλκιδικής .....	87
3.4.5.	Αρχαίος Δορίσκος Έβρου .....	89
3.4.6.	Αρχαιολογική θέση Καμπάνα, Μαρώνεια Κομοτηνής .....	90
3.4.7.	Συμπεράσματα.....	91
4.	Γεωφυσική έρευνα στην Βεγόρα Φλώρινας .....	92
4.1.	Επιλογή θέσης έρευνας και μεθόδου .....	92
4.1.1.	Τηλεπισκόπηση και έλεγχος θέσης με βάση το Google Earth.....	95
4.1.2.	Διαδικασία διεξαγωγής της έρευνας στο πεδίο .....	100
4.1.3.	Επεξεργασία μετρήσεων στο εργαστήριο γεωφυσικής του ΑΠΘ.....	107
4.2.	Προβλήματα και παρατηρήσεις.....	111
4.3.	Τα αποτελέσματα της έρευνας - Ερμηνεία Χαρτών .....	113
5.	Συμπεράσματα.....	119
6.	Βιβλιογραφία .....	121

## Εισαγωγή

Στόχος της παρούσας διπλωματικής διατριβής με τίτλο: «Γεωφυσική διασκόπηση στην αρχαιολογική θέση Βεγόρα, Φλώρινας», η οποία πραγματοποιείται στο πλαίσιο το Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες», είναι η διεξαγωγή μιας ολοκληρωμένης γεωφυσικής έρευνας σε παρακείμενο χώρο της αρχαιολογικής θέσης ρωμαϊκής εποχής, «Τσαΐρια της Εκκλησίας» στη Βεγόρα, Φλώρινας.

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η γεωφυσική έρευνα με τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα στην παρούσα διατριβή θα τεθούν συγκεκριμένοι στόχοι και θα εξεταστούν και θα αναλυθούν διάφοροι παράγοντες. Συγκεκριμένα οι επιμέρους στόχοι συνοψίζονται στα ακόλουθα:

- Ιστορική και αρχαιολογική έρευνα της υπό διερεύνησης περιοχής μέσα από την συγκέντρωση και την μελέτη της υπάρχουσας βιβλιογραφίας. Σκοπός είναι να τονιστεί η ιστορική και αρχαιολογική σημασία της θέσης και να εντοπιστούν στοιχεία που θα βοηθήσουν στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων.
- Γεωγραφική και γεωλογική ανάλυση της υπό διερεύνησης περιοχής μέσα από την συγκέντρωση και την μελέτη της υπάρχουσας βιβλιογραφίας. Σκοπός είναι να εξεταστεί το γεωλογικό υπόβαθρο της θέσης που θα βοηθήσει στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων.
- Ανάλυση και σύνδεση της γεωφυσικής επιστήμης με τον κλάδο της αρχαιολογικής έρευνας. Βιβλιογραφική επισκόπηση συγκεκριμένων μεθόδων γεωφυσικής έρευνας και παρουσίαση παρόμοιων γεωφυσικών ερευνών σε αρχαιολογικούς χώρους στην Βόρεια Ελλάδα. Σκοπός είναι να εξεταστούν τα ζητήματα που αφορούν τις μεθόδους γεωφυσικής έρευνας στη αρχαιολογία και η περαιτέρω θεωρητική και πρακτική κατάρτιση της συγγραφέως της διατριβής.

Οι γεωφυσικές μέθοδοι που επιλέχθηκαν να χρησιμοποιηθούν, σε συνεννόηση με το Εργαστήριο Γεωφυσικής Έρευνας του Α.Π.Θ., είναι η μαγνητική και η ηλεκτρική μέθοδος διασκόπησης. Επίσης, στην περιοχή πριν την διεξαγωγή της διασκόπησης θα πραγματοποιηθεί σχετική επιτόπια έρευνα για να εντοπιστούν τυχόν στοιχεία που διευκολύνουν ή όχι την διεξαγωγή της.

Τελικός στόχος της διατριβής είναι η αποτύπωση των υπεδάφινων δομών στην υπό έρευνα περιοχή με την εφαρμογή συγκεκριμένων γεωφυσικών μεθόδων και η αρχαιολογική ερμηνεία τους, που πιθανόν συμβάλει σε μια πιο στοχευμένη ανασκαφική έρευνα στο μέλλον.

## Κεφάλαια

Στο **πρώτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται μια γενική επισκόπηση διάφορων θεμάτων που αφορούν την περιοχή της Βεγόρας. Αρχικά θα παρουσιαστεί η ιστορία της περιοχής, με ιδιαίτερη έμφαση στα ιστορικά γεγονότα που έλαβαν χώρα στην ευρύτερη περιοχή της Εορδαίας και ιδιαίτερα στο λεκανοπέδιο της Βεγόρας. Έπειτα, θα γίνει αναφορά στα αρχαιολογικά δεδομένα της περιοχής μέσα από τις σωστικές και συστηματικές ανασκαφές που έγιναν στην περιοχή αλλά και σε στοιχεία από επιφανειακές έρευνες και τυχαίες παραδόσεις αρχαιολογικού υλικού. Ακολουθούν οι ενότητες της γεωμορφολογικής και γεωλογικής απεικόνισης της περιοχής. Το κεφάλαιο κλείνει με την καταγραφή των δεδομένων του κλίματος, της χλωρίδας και της πανίδας της περιοχής.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** αναλύονται οι βασικές έννοιες της γεωφυσικής επιστήμης και το θεωρητικό υπόβαθρο των γεωφυσικών μεθόδων που εφαρμόστηκαν στην έρευνα της αρχαιολογικής θέσης «Τσαΐρια της Εκκλησίας» στη Βεγόρα Φλώρινας. Συγκεκριμένα περιγράφονται συνοπτικά η μέθοδος της ηλεκτρικής και της μαγνητικής διασκόπησης, οι οποίες έτυχαν ευρείας εφαρμογής και μέχρι σήμερα είναι από τις πλέον διαδεδομένες στην αρχαιολογική έρευνα.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** αναλύεται διεξοδικά ο ρόλος της γεωφυσικής επιστήμης στην αρχαιολογία και παρατίθενται κάποια ενδεικτικά παραδείγματα γεωφυσικής έρευνας στον ελλαδικό χώρο.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** παρουσιάζονται λεπτομέρειες για τον τρόπο διεξαγωγής της γεωφυσικής έρευνας που πραγματοποιήθηκε στον αρχαιολογικό χώρο της Βεγόρας Φλώρινας, στις 2 Απριλίου του 2018. Επίσης θα περιγράφουν με συντομία η μεθοδολογία της έρευνας, η αρχή λειτουργίας των οργάνων που χρησιμοποιήθηκαν, τα προβλήματα που προέκυψαν καθώς και η επεξεργασία που ακολούθησε στο εργαστήριο.

Τέλος στο **πέμπτο κεφάλαιο** θα σχολιαστούν τα αποτελέσματα που προέκυψαν και θα παρατεθούν τα συμπεράσματα της έρευνας.



ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

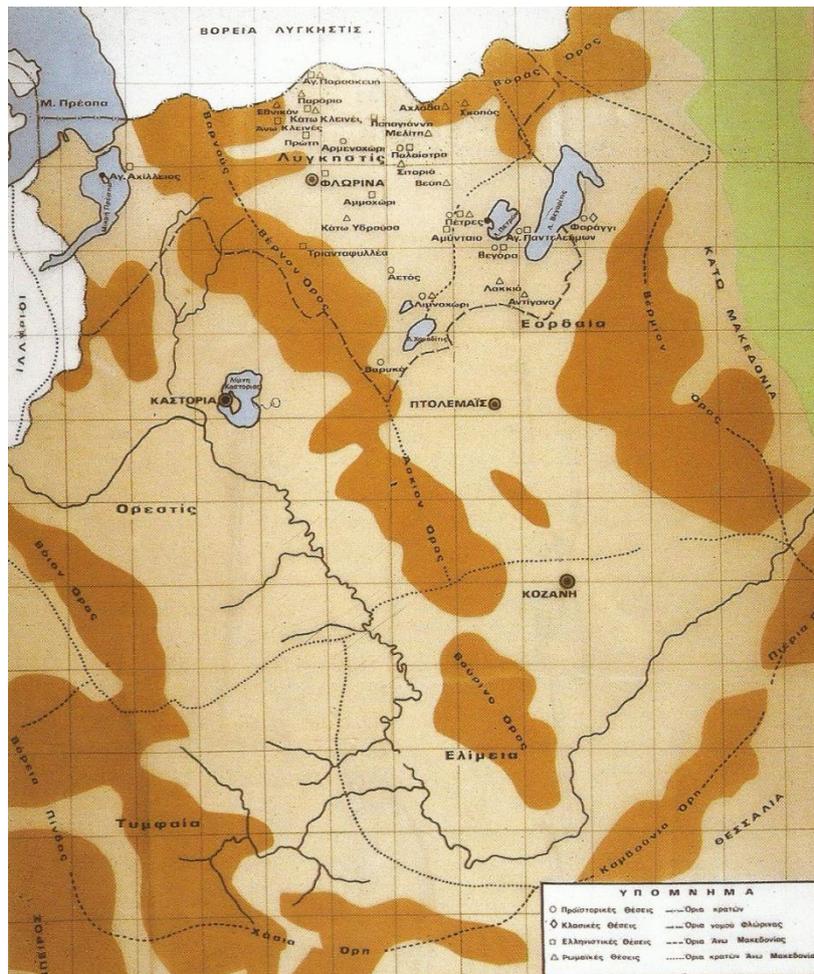
## 1.1. Ιστορική ανασκόπηση

### 1.1.1. Ιστορική Τοπογραφία και αρχαία Γεωγραφία της περιοχής

#### Άνω Μακεδονία

Η Άνω Μακεδονία αναφέρεται ιστορικά ως η ευρύτερη περιοχή που καταλαμβάνουν οι δυτικές περιοχές της Αρχαίας Μακεδονίας (εικ.1). Περιελάμβανε τις ανατολικές οροσειρές της Πίνδου, τον άνω Αλιάκμονα και την περιοχή στα ανατολικά των λιμνών Αχρίδας και Πρεσπών. Ως Κάτω Μακεδονία αποκαλούνται τα πεδινά της Ημαθίας, βορειοανατολικά του Ολύμπου και ανατολικά των Πιερίων ορών (Hammond,1995).

Στην Άνω Μακεδονία τοποθετούνταν οι επαρχίες του δυτικού μακεδονικού βασιλείου. Τα διοικητικά διαμερίσματα της Αρχαίας Μακεδονίας φαίνεται ότι ακολουθούσαν κυρίως το γεωγραφικό ανάγλυφο των ορεινών όγκων και πεδινών εκτάσεων. Έτσι την Άνω Μακεδονία



Εικόνα 2: Τα διοικητικά διαμερίσματα της Άνω Μακεδονίας (Βελένη,2000).

συγκροτούσαν η Ελίμεια, η Ορεστίδα, η Εορδαία, η Λυγκηστίδα, η Τυμφαία (περιοχή Γρεβενών και Ζαγορίου), η Πελαγονία και η Δερρίοπος(μέρος της Παιονίας) (εικ.2) (Καραμήτρου-Μεντεσιδή,1999). Ωστόσο σύμφωνα με κάποιες πηγές ίσως η Εορδαία να ανήκε κάποια στιγμή διοικητικά στην Κάτω Μακεδονία(Χατζηνικολάου,2009).

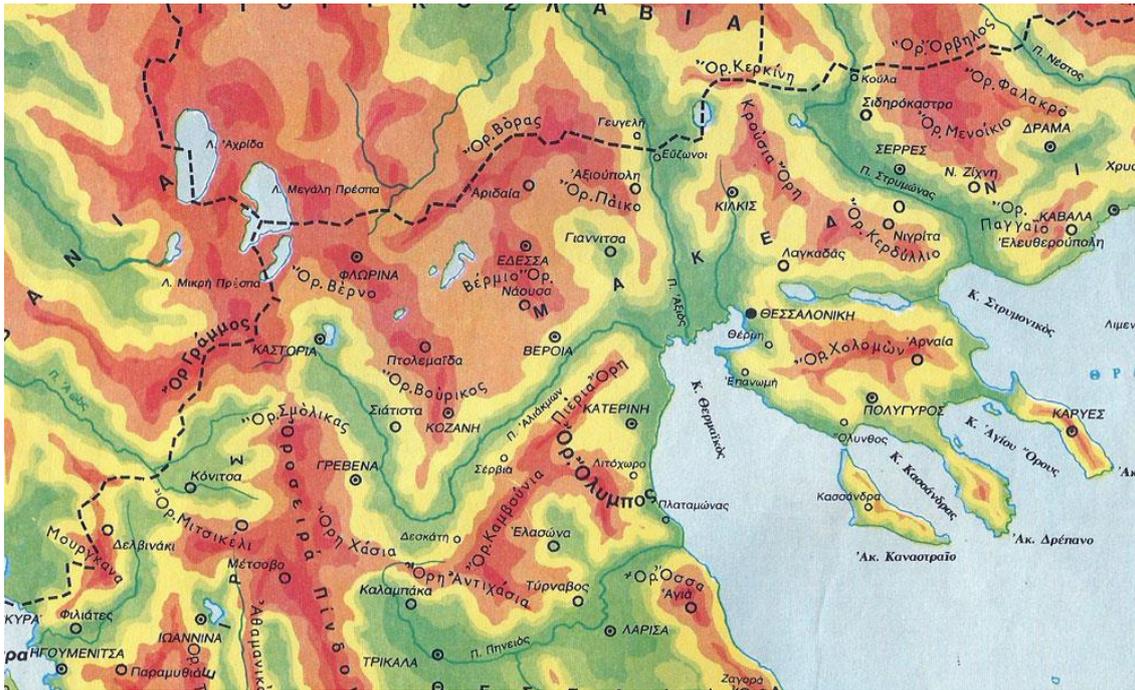
### **Η Άνω Μακεδονία από τις Αρχαίες πηγές**

Το όνομα της περιοχής της Άνω Μακεδονίας αναφέρει πρώτη φορά ο Ηρόδοτος στις περιγραφές της εισβολής του Ξέρξη στη Θεσσαλία και των περιπλανήσεων του Περδίκκα Ά ιδρυτή του βασιλικού οίκου των Τημενιδών Αργεαδών(Ηρόδοτος 7.173.Ι).

Στον διαχωρισμό Άνω και Κάτω Μακεδονίας αναφέρεται με σαφήνεια ο Θουκυδίδης, ο οποίος αναφέρει πως στην περιοχή κατοικούν σύμμαχα και υπήκοα των Κάτω Μακεδόνων φύλα, με δικούς τους βασιλιάδες (Θουκυδίδης,2.99). Στα γεωγραφικά όρια των τεσσάρων επιμέρους τμημάτων της Άνω Μακεδονίας κάνει αναφορά ο Στράβων (Στράβων 7,С326).Τέλος, ο Λίβιος κάνοντας λόγο για τη διαίρεση της Μακεδονίας σε τέσσερις μερίδες κατά τους ρωμαϊκούς χρόνους, ορίζει ως Τέταρτη Μεριδα την Άνω Μακεδονία με έδρα την Πελαγονία (Λίβιος 45.29.9 και 45.30.6,Hammond 1995,Καραμήτρου-Μεντεσιδή 1999).

### **Γεωγραφία της Άνω Μακεδονίας**

Η Άνω Μακεδονία σε αντίθεση με την Κάτω Μακεδονία ,αποτελεί μια κλειστή γεωγραφική ενότητα με φυσικά όρια που καθορίζονται στα βόρεια από τα όρη Dautica, Babuna και Dren, στα νότια από τα Χάσια, τα Καμβούνια και τα Πιέρια, στα δυτικά από τους ορεινούς όγκους του Demir-Hissar, Plakenska, Βαρνούντα-Baba και Πίνδο και στα ανατολικά από το Βόρα-Nidje και το Βέρμιο. Χαμηλότεροι όγκοι (Βέρνον-Άσκιο-Βούρινος) διατρέχουν την περιοχή κατά τον άξονα Β—Ν και τη διαιρούν σε δύο άνισα μέρη, που διαρρέονται από τους ποταμούς Έριγώνα-Сгпа και Αλιάκμονα με τους παραποτάμους τους. Παράλληλα, μικρότερα υψίπεδα με κατεύθυνση Α—Δ υποδιαιρούν την περιοχή σε περισσότερα φυσικά διαμερίσματα, χωρίς ωστόσο να εμποδίζουν τη μεταξύ τους επικοινωνία (εικ.3) (Ριζάκης-Τουράτσογλου,1985).Η περιοχή ονομάστηκε «άνω» ,δηλαδή «ορεινή», λόγω του φυσικού ανάγλυφου της (Χατζηνικολάου,2007).

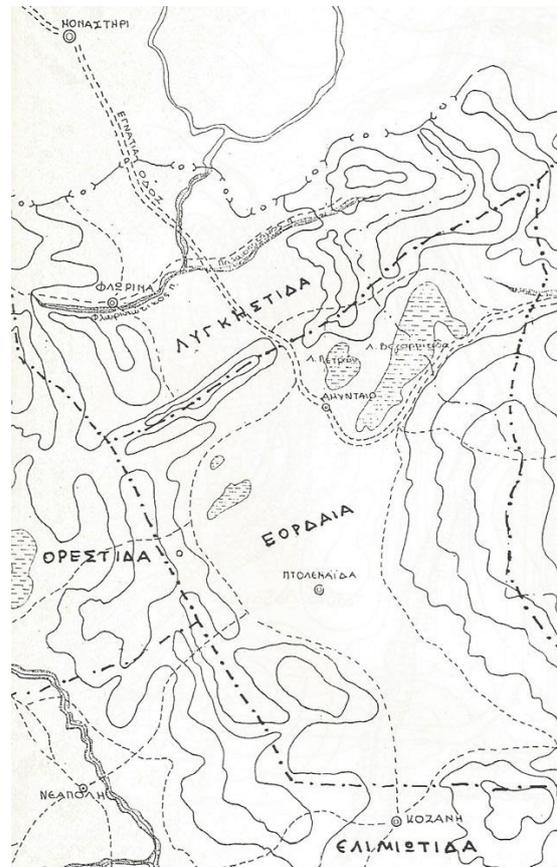


Εικόνα 3: Γεωφυσικός χάρτης Δυτικής Μακεδονίας.

Η γεωμορφολογική ιδιομορφία της περιοχής και η σχετική απομόνωσή της (Καραμήτρου-Μεντεσιδή,1999) υπήρξαν καθοριστικοί παράγοντες για την πολιτική και ιστορική εξέλιξη των φύλων που εγκαταστάθηκαν στα επί μέρους μικρότερα διαμερίσματα και που έδωσαν σε αυτά τα ονόματα Τυμφαία, Ελίμεια, Εορδαία, Όρεστίς, Λυγκηστίς και Πελαγονία (Ριζάκης-Τουράτσογλου,1985).

### Η Αρχαία Εορδαία

Η περιοχή αναφέρεται ως Εορδαία από το Θουκυδίδη (Θουκυδίδης, 2.99.5), ενώ στις περισσότερες πηγές (Πολύβιος, Ιστορ. 18.23.3\* Αρριανός, Ανάβ. 1.7.5\* Livius, 31. 39.7,31.40.1,42.53.5\*Στέφανος Βυζάντιος, Εθνικά, λ. Εορδαία) απαντάται ως Εορδαία (εικ.4) (Σαμσάρης,1989). Ταυτίζεται με την περιοχή που ορίζεται ανατολικά και νοτιοανατολικά από το όρος Βέρμιο, νοτιοδυτικά περικλείεται από το Άσκιο, το



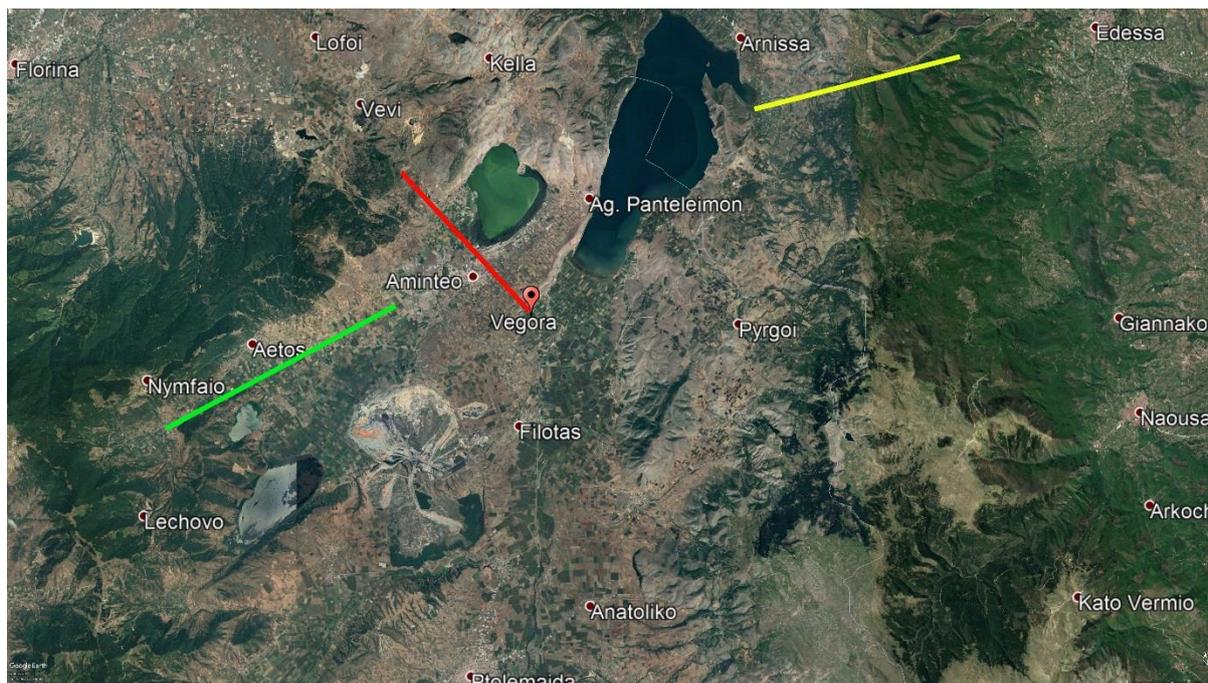
Εικόνα 4: Η Αρχαία Εορδαία (Σαμσάρης,1989).

Μουρίκι και τους ανατολικούς πρόποδες του Βέρνου, δυτικά και βορειοδυτικά αντίστοιχα, συνορεύει με τις περιοχές της Ελίμειας, της Ορεστίδας και της Λυγκηστίδας και από το Βόρα στα βόρεια, όπου η Λυγκηστίδα και η Αλμωπία (Καραμήτρου-Μεντεσίδη 1999, Χατζηνικολάου 2009).

Ορεινοί όγκοι πλαισιώνουν το λεκανοπέδιο της Εορδαίας παρέχοντας φυσική προστασία, ενώ η ετυμολογία του ονόματος συνδέεται με την ύπαρξη πλούσιων υδροφόρων στρωμάτων στο λεκανοπέδιο. Πέντε συνολικά λίμνες διαβρέχουν το λεκανοπέδιο (εικ.5), η Βεγορίτιδα (ή Οστρόβου), των Πετρών (Πέτερσκο), η Χειμαδίτιδα (πρώην Ρούντικ), η Ζάζαρη και στο νότιο άκρο η αποξηραμένη σήμερα Κίτρινη Λίμνη - έλος (πρώην Σαριγκιόλ) και τέλος, ο Εορδικός ποταμός (σημερινό ρέμα του Πεντάβρυσου), που διαρρέει την περιοχή από νότο προς βορρά (Σαμσάρης, 1989).

Γενικά, η Εορδαία βρισκόταν σε πολύ καλή στρατηγική θέση, γιατί είχε κάτω από τον έλεγχο της σπουδαίους αρχαίους δρόμους, όπως την Εγνατία οδό, που οδηγούσαν από την Ιλλυρική ενδοχώρα και τις ακτές της Αδριατικής στο Βόρειο Αιγαίο. Επιπλέον φρουρούσε τα τελευταία σπουδαία περάσματα (κλεισούρες = αυχενοδιαβάσεις) που οδηγούσαν στην υπόλοιπη Μακεδονία και αποτελούσε έτσι το τελευταίο προπύργιο για απόκρουση εχθρών, που είχαν πρόθεση να κατέβουν στον κάμπο της Κεντρικής Μακεδονίας (Σαμσάρης, 1989). Υπήρχαν τρία σημαντικά περάσματα στην περιοχή (εικ.5) που είναι τα ακόλουθα:

1. Στα βορειοανατολικά της περιοχής υπήρχε το πέρασμα του Καρά Μπουρούν ή του Τέλοβου, ανάμεσα στις υπώρειες του Βερμίου και του Βόρα (Καιμακτσαλάν), που εξυπηρετούσε την επικοινωνία της βόρειας Εορδαίας με τη Βοττιαία και την πεδινή Μακεδονία (Κάτω Μακεδονία) (εικ.5 - κίτρινο χρώμα).
2. Μία άλλη σημαντική διάβαση στα βορειοδυτικά, τα στενά του Κλειδιού (Κιρλί Ντερβέν) ή κατά τον Θουκυδίδη ως *εισβολή* της Λύγκου, συνδέει την Εορδαία με την πεδιάδα της Φλώρινας ( Ακαμάτη-Βελένη, 1987) (εικ.5 - κόκκινο χρώμα).
3. Η τρίτη διάβαση στα νοτιοδυτικά είναι αυτή που οδηγεί από την Κλεισούρα στην περιοχή της Ορεστίδας, περίπου στην ένωση του Μουρικίου με το Βίτσι (εικ.5 - πράσινο χρώμα).



Εικόνα 5: Οι διαβάσεις στην Αρχαία Εορδαία (googleearth).

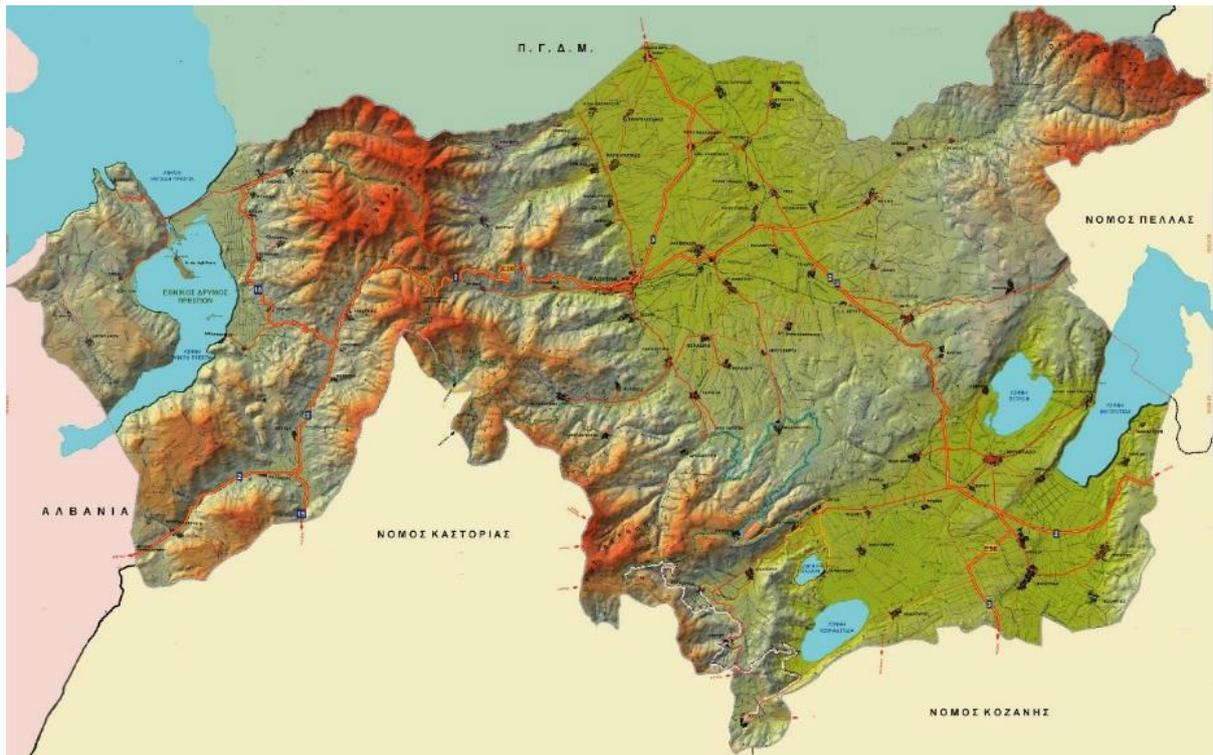
Συμπερασματικά η περιοχή της Βόρειας Εορδαίας αποτελεί κομβικό σημείο της περιοχής και για αυτό το λόγο ο κάμπος της Βεγορίτιδας αποτέλεσε σημείο εκστρατειών και πολεμικών συγκρούσεων (Καραμήτρου-Μεντεσίδηκαι Μοσχάκης,2006).

Τέλος στην σύγχρονη εποχή η αρχαία Εορδαία περιλαμβάνει την επαρχία Εορδαίας του Νομού Κοζάνης, με πρωτεύουσα την Πτολεμαΐδα, μικρό τμήμα (το ανατολικό) του Νομού Φλώρινας στα βόρεια μέχρι τις Πέτρες και την Κέλλη και πολύ μικρό τμήμα (το νοτιοδυτικό) του Νομού Πέλλας. Για ένα νοτιότερο τμήμα, νότια του αποξηραμένου έλους της Κίτρινης Λίμνης (Σαριγκιόλ), υπάρχουν αμφιβολίες αν ανήκει στην Εορδαία ή στην Ελιμεία (Χατζόπουλος 1990,HammondA1995).

### **Φλώρινα – Βεγόρα**

Ο σημερινός νομός Φλώρινας (εικ.6), ένα τεράστιο οροπέδιο, ορίζεται στα βόρεια και δυτικά από τον ορεινό όγκο του όρους Βαρνούντα και τη μεγάλη λίμνη των Πρεσπών, στα νότια από το όρος Βέρνο και τη λεκάνη της Πτολεμαΐδας και στα ανατολικά από τα όρη

Βόρα και Βέρμιο και τη συστάδα των λιμνών Πετρών και Βεγορίτιδας (Βελένη,2000).



Εικόνα 6: Νομός Φλώρινας.

Στην κλειστή αυτή γεωμορφολογικά περιοχή της σημερινής Φλώρινας περιλαμβάνονταν τμήματα τριών αρχαίων διαμερισμάτων, ένα μεγάλο τμήμα της Λυγκηστίδας στα βόρεια και δυτικά, μικρό τμήμα της Ορεστίδος και το μεγαλύτερο τμήμα της Εορδαίας στα ανατολικά. Σύμφωνα με τις μαρτυρίες του Ηροδότου και του Θουκυδίδη, η θέση του σημερινού νομού Φλώρινας περιλαμβάνει τμήματα της Άνω και Κάτω Μακεδονίας (Βελένη,2000).

Η περιοχή της Βεγόρας ανήκει γεωγραφικά στο βόρειο τμήμα της Εορδαίας και επικοινωνεί με την Άνω Μακεδονία μέσω των στενών του Κλειδιού (Βελένη,1993). Το σημερινό χωριό της Βεγόρας υπάγεται στη Περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας και στο νομό Φλώρινας. Ανήκει στο δημοτικό διαμέρισμα Αμυνταίου και κείται στα νότια της λίμνης Βεγορίτιδας.

### 1.1.2. Ιστορικά γεγονότα στην περιοχή της Εορδαίας

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η αρχαία Εορδαία αποτελούσε ένα σημαντικό κομβικό σημείο της περιοχής της άνω Μακεδονίας. Παρακάτω παρουσιάζονται τα σημαντικότερα ιστορικά γεγονότα που έλαβαν χώρα στην περιοχή από τον 7<sup>ο</sup> αι. π.Χ. έως το τέλος της Ρωμαιοκρατίας.

#### Από τον Περδίκκα Α΄ έως τον Αλέξανδρο Γ΄

Κατά τους ιστορικούς χρόνους εντοπίζονται στη Δυτική Μακεδονία τα εξής φύλα: οι Ελιμιώτες, οι Εορδοί, οι Ορέστες και οι Λυγκηστές. Στις αρχές του 7<sup>ου</sup> αι. π.Χ. ένα από τα φύλα αυτά κατήλθε στην Κάτω Μακεδονία, κατέλαβε την Έδεσσα και κοντά σ' αυτήν ίδρυσε τις Αιγές. Τις Αιγές έκανε πρωτεύουσα και ορμητήριο για τις παραπέρα κατακτήσεις του ο ιδρυτής της δυναστείας των Αργεαδών, ο Περδίκκας Α' (Βακαλόπουλος, 1983).

Τη γνώση μας για τους επόμενους αιώνες για την περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας τη συμπληρώνουν οι φιλολογικές πηγές, κυρίως ο Ηρόδοτος και ο Θουκυδίδης (Τρανταλλίδου, 1984). Από τους ιστορικούς αυτούς πληροφορούμαστε ότι στο δεύτερο μισό του 5<sup>ου</sup> αι. π.Χ. οι Λυγκηστές ήταν η ισχυρότερη φυλή στην περιοχή (Βελένη, 2000). Στα 450 π.Χ. περίπου, εγκαθιδρύθηκε στη Λυγκηστίδα, ο βασιλικός οίκος των Βακχιαδών, Κορινθιακής καταγωγής και με τη βοήθεια των Ιλλυριών έγιναν κύριοι του έθνους των Λυγκηστών (Τρανταλλίδου, 1984).

Κατά τον 5<sup>ο</sup> αι. π.Χ., έχουμε την πρώτη σημαντική ιστορική αναφορά στους Εορδούς, οι οποίοι έλαβαν μέρος στο πλευρό του Πέρση βασιλιά Ξέρξη του Α' στην μάχη των Πλαταιών το 479 π.Χ. (Ηρόδοτος, Μούσαι Ιστοριών, Η, «Πολυμνία», 7.185, 2). Μετά την νίκη των Ελλήνων στους Περσικούς πολέμους, το κράτος των Αργεαδών Μακεδόνων με επικεφαλής τον Αλέξανδρο Α' κατέλαβε τη λεκάνη της λίμνης Βεγορίτιδας και εκδιώξε τους Εορδούς κατοίκους της (Τρανταλλίδου, 1984).

Κατά τη διάρκεια του Πελοποννησιακού πολέμου, το 423 π.Χ., ο Περδίκκας, βασιλιάς των Αιγών στη Κάτω Μακεδονία, οι Χαλκιδείς και ο Σπαρτιάτης στρατηγός Βρασίδας συνενώθηκαν και επιτέθηκαν στον Αρραβαίο, βασιλιά της Λυγκηστίδας. Ο τελευταίος συνάπτοντας συμμαχία με τους Ιλλυριούς, κατάφερε να νικήσει τους Αργεάδες Μακεδόνες και τους Πελοποννήσιους (Τρανταλλίδου 1984, Βελένη 2000).

Τα φύλα της Άνω Μακεδονίας έγιναν κατά τον Σράβωνα «ξύμμαχα και επήκοα έθνη» των μακεδόνων βασιλέων, αλλά η σχέση ανάμεσα στην Άνω και Κάτω Μακεδονία είχε ανταγωνιστικό χαρακτήρα έως την εποχή του Φιλίππου Β', ο οποίος το 385 π.Χ. καταλαμβάνει τη Λυγκηστίδα, εκδιώκει τους Ιλλυριούς και ενσωματώνει την Άνω Μακεδονία στο μακεδονικό κράτος (Τρανταλλίδου 1984, Βελένη 2000).

Κατά τον 4<sup>ο</sup> αι. π.Χ., περί το 335 π.Χ., ο Μέγας Αλέξανδρος φαίνεται πως διέβη την Εορδαία εκστρατεύοντας εναντίον των Θρακών Τριβαλλών (Αρριανός, Ανάβασις Αλεξάνδρου, Α, 2).

Μια δεύτερη φορά πέρασε κοντά από την Εορδαία οδεύοντας εναντίον των Θηβών (Αρριανός, Ανάβασις Αλεξάνδρου, Α, 7, 2).

### **Η Ελληνιστική περίοδος και η μάχη του Αντίγονου Γονατά με τον Πύρρο στην Εορδαία.**

Μετά από πολυετείς αγώνες και πολέμους μεταξύ των στρατηγών και διαδόχων του Αλεξάνδρου την διοίκηση της Μακεδονίας και της Ελλάδας ανέλαβαν κατά σειρά ο Αντίπατρος, ο Κάσσανδρος, ο Πολυσπέρχων, ο Δημήτριος ο Πολιορκητής και ο Πτολεμαίος ο Κεραυνός (Hammond-Walbank Γ', 1995). Πρώτος βασιλιάς του μακεδονικού κράτους αναγνωρίστηκε το 275 ο Αντίγονος ο Γονατάς, ο οποίος έγινε ιδρυτής της δυναστείας των Αντιγονιδών στη Μακεδονία (276 -239). Το 274 π.Χ. ο Αντίγονος Γονατάς κλήθηκε να αντιμετωπίσει τον Πύρρο, τον βασιλιά της Ηπείρου, ο οποίος εισέβαλλε στην Μακεδονία (Σαρικάκης, 1993).

Ο Πλούταρχος (Πύρ., Κεφ. KS) αναφέρει πως ο Πύρρος στράφηκε κατά του Αντιγόνου, έχοντας για σκοπό μόνο τη λεηλασία επειδή δεν είχε χρήματα για να συντηρήσει το στρατό του. Ο Πausanias (Πausanias I, 13, 2) αποδίδει την επίθεση του Πύρρου στην πρόθεση του να τιμωρήσει τον Αντίγονο, γιατί αρνήθηκε να τον βοηθήσει (Γαρουφαλιά, 1972).

Ο Αντίγονος θέλησε να αναχαιτίσει την προέλαση του Πύρρου στα στενά που άνοιγαν τη διάβαση προς τη Μακεδονία (Leveque, 1957). Τα στενά αυτά δεν αναφέρονται συγκεκριμένα στις ιστορικές πηγές, ώστε να μας είναι γνωστά και για αυτό δεν έχει ταυτιστεί η τοποθεσία τους. Υπάρχουν αρκετές απόψεις<sup>1</sup>, με πιο επικρατούσα γνώμη να είναι πως η μάχη έγινε στα στενά του Αώου, κοντά στην Αντιγόνη, στη σημερινή Κλεισούρα, που αποτελούσε την πύλη εισόδου τόσο στην Ήπειρο όσο και στη Μακεδονία.

Με τη νίκη του Πύρρου περιήλθε στην εξουσία του το μεγαλύτερο μέρος της Μακεδονίας, αλλά και ολόκληρη η Θεσσαλία, εκτός από τη Δημητριάδα. Η Έδεσσα, η κοιτίδα της μακεδονικής δυναστείας, έπεσε στα χέρια του στρατού του Πύρρου. Κατά τον Pausanias (Πausanias I, 13, 2) ο Πύρρος κατέλαβε την Άνω Μακεδονία και τη Θεσσαλία ενώ κατά τον

---

<sup>1</sup> Κατά τον Niese, ήταν τα στενά του Αώου, όπου υπήρχε θέση με το όνομα Pyrrhicastra (Niese II, σελ 55, σημ. 1-Γαρουφαλιά 1972). Κατά τον Δρόυζεν, δεν ήταν τα στενά του Αώου, αλλά ανατολικότερα, τα στενά του Πηλίου, Ιλλυρικής πόλεως γνωστής από τη μάχη του Μ. Αλεξάνδρου και του Κλείτου. (Ιστ. Επιγ., Α, σελ 253 και σημ. 4 –Γαρουφαλιά 1972). Το Πήλιο κατά τον Hammond ή ήταν η σημερινή Κορυτσά ή βρισκόταν στην πεδιάδα της Κορυτσάς. Κατά τον ΚΛ. Νικολαΐδη ήταν η σημερινή Πλιάσα (Ιστορία Ελληνισμού, σελ. 67, Αθήνα 1923 – Γαρουφαλιά 1972). Κατά τον Carry η μάχη έγινε ή στα μακεδονικά σύνορα, κατά την υποχώρηση του Αντιγόνου, ή όπως υποστηρίζει ο Beloch, στη Θεσσαλία. (Hist. Of Greek World, σελ. 128, σημ. 1).

Πλούταρχο (Πύρ. Κεφ. ΚS) ο Πύρρος κατέλαβε ολόκληρη τη Μακεδονία, εκτός από μερικές παραλιακές πόλεις που διατήρησε ο Αντίγονος, καθώς και τις Αιγές (Γαρουφαλιά,1972).

Μια νεότερη εκδοχή τοποθετεί με επιφύλαξη την παραπάνω μάχη στον κάμπο της



Εικόνα 7: Η Χάλκινη ασπίδα της Βεγόρας (Βελένη,2000).

Βεγορίτιδας, γεγονός που ενισχύεται από την εύρεση της χάλκινης μακεδονικής ασπίδας (εικ.7) σε περιοχή βόρεια του σύγχρονου οικισμού της Βεγόρας, η οποία εξωτερικά έχει τη χαρακτηριστική διακόσμηση της μακεδονικής ασπίδας και φέρει επιγραφή. Η επιγραφή, στην οποία σώζεται το γράμμα ύψιλον στο τέλος, υπολογίζεται ότι αναφέρεται στα ονόματα του Αντιγόνου Γονατά και του Δημητρίου II. Χρονολογείται στις αρχές της δεύτερης εικοσιπενταετίας του 3<sup>ου</sup> αι. π.Χ.(Βελένη,1993).

Είναι πιθανό το εύρημα να προέρχεται από τη μάχη του 274 π.Χ. που έγινε στην περιοχή της Εορδαίας (η μεγάλη λεκάνη με τις λίμνες ήταν ανέκαθεν πεδίο συγκρούσεων) μεταξύ του βασιλιά των Μολοσσών Πύρρου και του μακεδονικού στρατού του βασιλιά Αντιγόνου Γονατά, διαμάχη που οδήγησε σε προσωρινή ήττα των Μακεδόνων (Βελένη,2000).

Αυθεντικό τμήμα χάλκινης ασπίδας, ίδιου τύπου με αυτό της Βεγόρας, βρέθηκε στο ιερό της Δωδώνης. Σύμφωνα με τον ανασκαφέα του ιερού Σ. Δάκαρη, προέρχεται από τα αναθήματα

του βασιλιά Πύρρου στο ιερό του Δία, από τα μακεδονικά λάφυρα της μάχης του 274 π.Χ. (Βελένη,1993).

### **Φίλιππος Ε΄ και Ύπατος Σουλπίκιος Γάλβας**

Η περιοχή ξαναέρχεται στο προσκήνιο με τις επιχειρήσεις του Φιλίππου Ε΄ (221 – 179) και του γιου του Περσέα, στον πόλεμο που κήρυξαν οι Ρωμαίοι το 200 π.Χ. προς τους Μακεδόνες.

Στην εκστρατεία του 200 π. Χ, κατά τον Δεύτερο Μακεδονικό Πόλεμο (200-197 π.Χ.), ο Σουλπίκιος στρέφεται εναντίον του Φιλίππου. Ο Φίλιππος για να εμποδίσει την είσοδο των Ρωμαίων στη Μακεδονία εγκατέστησε τον γιο του Περσέα, στα δύσβατα περάσματα της Πελαγονίας. Ο Σουλπίκιος αφού έφτασε στην Λυγκιστίδα, στρατοπέδευσε στις όχθες του Βένου και από εκεί έστειλε ομάδες λεηλασίας στη Δασσαρέτιδα. Κατά το 199 π.Χ. ο Φίλιππος απομάκρυνε τον Περσέα από τα περάσματα της Πελαγονίας.

Οι Ρωμαίοι άρχισαν να στρατοπεδεύουν στον ποταμό Οισοφάγο, καθώς ο Φίλιππος κατέφυγε, στα νότια της Λυγκιστίδας, σ' έναν λόφο ονόματι Αθαίων σε μικρή απόσταση από τις όχθες του Εριγώνα, από όπου επιτέθηκε κατά το στράτευμα του Σουλπικίου. Μετά από αυτήν την σύγκρουση αποσύρθηκε σ' έναν λόφο της Βεύης (Μπανίτσης) στη νότια Λυγκιστίδα. Η συμπλοκή αυτή είχε αρνητικό αντίκτυπο στο ηθικό του στρατού των Μακεδόνων. Ωστόσο, ο Φίλιππος εκμεταλλεύτηκε το γεγονός ότι ο Σουλπίκιος δεν τον κατεδίωξε και κινήθηκε προς βορρά στην πόλη Στύβερρα. Έπειτα επέστρεψε στο Βρυάνιο της Λυγκιστίδας από όπου ενοχλούσε τις κινήσεις του Σουλπικίου. Τελικά, ο Σουλπίκιος κατόρθωσε να περάσει τα ορεινά περάσματα της περιοχής και μέσω της Βεύης, του Κλειδιού και του Οστρόβου να εισβάλει στο οροπέδιο της Εορδαίας (Σαμσάρης,1989).

Όταν ο Φίλιππος αποσύρθηκε, οι Ρωμαίοι λεηλάτησαν την πεδιάδα της Εορδαίας, εισέβαλαν στην Ελίμεια (Linius,42.53.5) και αργότερα στην Ορεστίδα, όπου πολιορκήσαν το Κέλετρον, μια πόλη η οποία ταυτίζεται με θέση κοντά στην Καστοριά (Titus Livius, Ab Urbe Condita Libri, XXXI,39-40, Μουτσόπουλος 1974). Η μάχη που πραγματοποιήθηκε στα στενά περάσματα που οδηγούν μέσω της Βεύης προς την Εορδαία ήταν η σπουδαιότερη επιχείρηση των Ρωμαίων, μετά από αυτήν στις Κυνός Κεφαλαί της Θεσσαλίας (Leak 1835, Γυϊόκα 1959).

Κατά τον Τρίτο Μακεδονικό Πόλεμο (171-168 π.Χ.) ο Περσέας διέμεινε κοντά στην λίμνη Βεγορίτιδα της Εορδαίας (Καραμήτρου-Μεντεσιδή-Μοσχάκης,2006), από όπου κινήθηκε

προς την Ελίμεια και τον Αλιάκμονα, φθάνοντας στα Καμβούνεια Όρη (Titus Livius, Ab Urbe Condita Libri, XLII, 53).

Τα γεγονότα αυτά είχαν καθοριστική σημασία για την μετέπειτα εξέλιξη των ελληνικών πραγμάτων, γιατί τελικά οι Ρωμαίοι με αρχηγό τον Αιμίλιο Παύλο νίκησαν τον Περσέα στην Πύδνα της Πιερίας (Τρανταλίδου,1984). Εκεί, στις 22 Ιουνίου του 168 π.Χ. δόθηκε η μάχη που σε μια ώρα έκρινε την τύχη της Μακεδονίας και ολόκληρης της Ανατολής. Η Μακεδονία μέσα σε δυο μέρες καταλήφθηκε από τους Ρωμαίους (Βακαλόπουλος,1983).

### **Η Μακεδονία κατά τη Ρωμαϊκή περίοδο**

Μετά τη νίκη τους στην Πύδνα (168 π.Χ.) σε βάρος του Περσέα, του τελευταίου βασιλιά της Μακεδονίας, οι Ρωμαίοι έπρεπε να αντιμετωπίσουν τον έλεγχο της χώρα. Γι' αυτό επέβαλαν ως λύση την δημιουργία μιας Μακεδονίας πολιτικά διασπασμένης και οικονομικά αποδυναμωμένης (Hammond-Walbank Γ',1995).

Η πολιτική διάσπαση εξυπηρετούνταν πρωτίστως με την δημιουργία τεσσάρων αυτοδιοικούμενων περιφερειών, των «μερίδων» (regiones) (εικ.8), για τον καθορισμό των οποίων ελήφθησαν υπόψη τα ιστορικά σύνορα των περιοχών (Παπάζογλου,1982).

1. Η πρώτη μερίδα εκτείνονταν από τον ποταμό Νέστο έως τον Στρυμόνα, περιελάμβανε όμως και τις περιοχές της Βισαλτίας, οι οποίες βρισκόταν δυτικά του Στρυμόνα και της Σιντικής με πρωτεύουσα την Αμφίπολη.
2. Η δεύτερη μερίδα περιελάμβανε τα μεταξύ του Στρυμόνα και του Αξιού εδάφη, ενώ προς βορρά, στο ύψος του μέσου ρου του Αξιού, προστέθηκε η Ανατολική Παιονία με πρωτεύουσα τη Θεσσαλονίκη.
3. Η τρίτη μερίδα οριοθετούνταν δυτικά του Αξιού, ανατολικά του Βερμίου και βόρεια του Πηνειού, με ασαφές το βόρειο όριό της, ενώ στα εδάφη της προστέθηκε ένα τμήμα της Δυτικής Παιονίας που εκτείνονταν κατά μήκος του Αξιού με πρωτεύουσα την Πέλλα.
4. Τέλος, η τέταρτη μερίδα περιελάμβανε (από νότο προς βορρά) τα εδάφη της Εορδαίας, της Ελίμειας, της Λυγκηστίδας, της Δερριόπου, της Πελαγονίας και της Δυτικής Παιονίας με πρωτεύουσα την Πελαγονία.

Για την πολιτική οργάνωση των μερίδων γνωρίζουμε λίγα πράγματα. Κάθε μερίδα είχε τους δικούς της άρχοντες που τους εξέλεγε για ένα χρόνο, και ένα αντιπροσωπευτικό συμβούλιο, το συνέδριο (Βακαλόπουλος,1983). Στις πρωτεύουσές τους (Αμφίπολη, Θεσσαλονίκη, Πέλλα και Πελαγονία) συνέρχονταν συνελεύσεις, συγκεντρώνονταν οι φόροι και εκλέγονταν



Εικόνα 8: Η Μακεδονία κατά την Ρωμαϊκή περίοδο (Παπάζογλου,1982).

οι άρχοντές τους (Παπάζογλου,1982).

Ωστόσο, παρόλο που οι πηγές δεν επιτρέπουν πλήρη αποσαφήνιση του θέματος, φαίνεται πιθανό ότι η σύγκλητος επέτρεψε στους Μακεδόνες να συστήσουν ένα κοινό «συνέδριον» για όλη τη Μακεδονία, το οποίο μπορεί να μεταβλήθηκε, ίσως ήδη από το 146 π.Χ., σε «κοινόν Μακεδόνων» (Παπάζογλου,1982).

### Τα τοπικά κοινά της Μακεδονίας κατά την Ρωμαϊκή Περίοδο

Κατά την Ρωμαϊκή περίοδο οι παλαιές φυλετικές ομάδες της Άνω Μακεδονίας, όπως οι Εορδοί, οι Ελιμιώτες, οι Λυγκηστές και οι Ορέστες, διατήρησαν την παλιά τους πολιτική οργάνωση με την μορφή των τοπικών κοινών(Βακαλόπουλος,1983). Τα τοπικά κοινά προήλθαν από τη συνένωση κωμών, πόλεων ή φυλών και επιγραφικώς μαρτυρούνται μόνο στην Άνω και Ανατολική Μακεδονία (Σαρικάκης,1993).Στην ανάπτυξη τους πιθανόν να συνέβαλε και η ρωμαϊκή διοίκηση, αφού αποδέχθηκε τα κοινά ως ενδιάμεσο μηχανισμό επικοινωνίας μεταξύ

της επαρχιακής διοικήσεως και των μικρών πόλεων και κωμών που τα συγκροτούσαν (Σαμσάρης,1989).

Για την οργάνωση και τη λειτουργία των ομοσπονδιακών κοινών γνωρίζουμε ελάχιστα πράγματα. Κάθε κοινό διέθετε μια μόνο πόλη, η οποία αποτελούσε το διοικητικό και πολιτικό του κέντρο, ενώ σε θεσμικό επίπεδο όλοι οι άλλοι δορυφορικοί οικισμοί δεν ξεπερνούσαν εκείνο των κωμών. Πρωτεύουσες των ομοσπονδιακών κοινών ήταν το κυριότερο αστικό κέντρο της περιοχής τους, όπως το Άργος το Ορεστικό για τους Ορέστες, η Αιανή για τους Ελιμιώτες, η Ηράκλεια η Λυγκηστική για τους Λυγκηστές, η Στύβερρα (ή Δερριόπος) για τους Δερριόπους και η Λυχνιδός για τους Δασσαρητίους. Στις πόλεις αυτές συνέρχονταν τα όργανα του κοινού, η εκκλησία του δήμου, η βουλή και οι άρχοντες (κυρίως οι πρόεδροι) (Σαμσάρης 1989, Σαδικάκης 1993). Τέλος, κατά τη διάρκεια των κοινών εορτών εξέλεγαν γυμνασίαρχο του έθνους, όπως γνωρίζουμε από το Κοινό των Λυγκηστών (Σβέρκος,2000).

Τα τοπωνύμια ή εθνικά που θα μπορούσαν να ανήκουν σε αυτόνομες «πολιτικές» μονάδες, και τα οποία αναφέρονται στις μέχρι σήμερα δημοσιευμένες επιγραφές από το Ιερό της Μητέρας των Θεών στη Λευκόπετρα Ημαθίας(Πέτσας,1984) είναι τα εξής: η Ελιμεία, η Εορδαία και η Μίεζα (Δήμτσας 1870, Χατζόπουλος1990). Οι τιμητικές επιγραφές του «Κοινού των Ελιμιωτών» που βρέθηκαν στο χωριό Καισάρεια φανερώνουν ότι κατά την ρωμαϊκή περίοδο η Ελιμεία αποτελούσε αυτόνομο πολιτικό οργανισμό κατοικούμενη κατά κόμεις (Σαμσάρης,1989). Παρόλο ότι επιγραφές των Εορδαίων, ανάλογες με εκείνες του Κοινού των Ελιμιωτών, δεν έχουν ακόμη ανακαλυφθεί, δεν πρέπει να αμφισβητηθεί ότι και οι Εορδαίοι αποτελούσαν αυτόνομο πολιτικό οργανισμό και ότι η Εορδαία δεν ήταν αστικό κέντρο, αλλά περιοχή οικουμένη κατά κόμεις (Χατζόπουλος 1990, Hammond 1995).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο εντοπισμός επιγραφής ρωμαϊκών χρόνων σε περιοχή του χωριού Φιλώτα (νοτιοδυτικά και πλησίον της Βεγόρας), στην οποία αναγράφεται Βουλή Εορδαίων και μάλλον υπονοείται Κοινό Εορδαίων στις αρχές του 2<sup>ου</sup> αι. μ.Χ., δηλαδή ένωση – συνομοσπονδία πόλεων. Ενώ από την περιοχή των Πετρών προέρχεται επιγραφή του 305-306 μ.Χ. στην οποία αναφέρεται το εθνικό Εορδοί (Μοσχάκης,1998).

## **Οι Κώμεις**

Στο επιγραφικό υλικό που διαθέτουμε από την άνω Μακεδονία, παρουσιάζονται οι εξής μορφές πολιτικής οργάνωσης: η κώμη ή το «κοινό των δείνων», η πόλις και το έθνος.

Αξιόλογη πηγή για πληροφορίες οι οποίες αφορούν την Εορδαία, παρέχει μια σειρά από επιγραφές απελευθερωτικού χαρακτήρα, από το Ιερό της Μητρός των Μεγάλων Θεών στην σημερινή Λευκόπετρα Ημαθίας. Σε μία από αυτές, λοιπόν, τις επιγραφές που χρονολογείται το 239μ.Χ. κατονομάζεται η εορδαϊκή κόμη Βαρέα. (Petsas-Hatzopoulos-Gounaropoulou and Paschidis,2000).

Από τις επιγραφικές μαρτυρίες που διαθέτουμε, μας έχουν σωθεί ορισμένα ονόματα κωμών της Άνω Μακεδονίας, μέσω της παρουσίας κατοίκων τους σε ξένες περιοχές . Τέτοια είναι λ.χ. τα ονόματα Κολοβαίσα στην Πελαγονία, Βίστυρρος, Αλεβέοι και Δουρέοι στην Ελιμεία, Κραννέα στην Εορδαία.

Η κυρίαρχη μορφή πολιτικής οργάνωσης των κατοίκων της Άνω Μακεδονίας κατά τους ρωμαϊκούς χρόνους ήταν η κόμη. Στην αύξηση του αριθμού των κωμών, ιδιαίτερα στα τέλη της Ρεπουμπλικανικής Εποχής, συνέβαλε η πληθυσμιακή αποδυνάμωση της περιοχής, αποτέλεσμα των καταστροφών που προκάλεσαν οι Εμφύλιοι Ρωμαϊκοί Πόλεμοι (Κανατσούλης,1963). Πιθανόν να υπήρχε εξάρτηση των κωμών από άλλες ευρύτερες μορφές πολιτικής ή κοινωνικής οργάνωσης, όπως πόλεις ή κοινά. Δηλαδή, μικρότερες οικιστικές μονάδες συσπειρώνονταν γύρω από μια μεγαλύτερη πόλη, η οποία κατείχε δεσπόζουσα θέση στις αποφάσεις του Κοινού(Βελένη,2008).Η βελτίωση των γενικών συνθηκών κατά την αυτοκρατορική εποχή οπωσδήποτε ευνόησε την ανάπτυξη των λίγων στην περιοχή πόλεων αλλά δεν μπορούσε να μεταβάλλει την εικόνα. Για παράδειγμα οι πόλεις που μαρτυρούνται είναι οι εξής: Ηράκλεια Λυγκηστίς, Στύβερρα, Πελαγονία, Στόβοι, Άργος και Αιανή (Papazoglou,1988).

Για την οργάνωση των κωμών της Άνω Μακεδονίας, λίγα πράγματα μας είναι γνωστά. Σε επιγραφή της όμορης Λυχνιδού αναφέρεται το αξίωμα του *κωμάρχου*, δηλαδή του υπάτου με βάση και τα όσα γνωρίζουμε από άλλες ελληνικές περιοχές (Δήμτσας,1870-1874).Τους κωμάρχες (-ους) συναντάμε και σε πόλεις της Κιλικίας, της Μ.Ασίας και κυρίως στην Αίγυπτο. Στην γειτονική Θράκη γνωστές είναι και οι κωμαρχίαι, σύνδεσμοι δηλαδή κωμών (Κανατσούλης,1963).

Οι κάτοικοι των κωμών μπορούσαν να παίρνουν αποφάσεις που αφορούσαν ελάχιστονα θέματα της καθημερινής τους ζωής, κυρίως την απονομή τιμών σε πρόσωπα, μέσα από λαϊκές συνελεύσεις που θα πρέπει να συγκαλούνταν από τον κωμάρχη. Κεντρικό ρόλο στη ζωή των κωμών φαίνεται ότι διαδραμάτιζε ένα ιερό. Η θεότητα που λατρεύονταν σε αυτό, αποτελούσε την προστάτιδα της κόμης. Το ιερό έπαιζε συχνά και τον ρόλο του αρχείου της

κόμης, οπότε ο ιερέας θα πρέπει να είχε επωμιστεί και αρχειοφυλακτικές αρμοδιότητες (Σβέρκος 2000, Νίγδελος 2004).

### **Το κοινό των Μακεδόνων**

Σε αντίθεση με τα τοπικά κοινά, το Κοινό των Μακεδόνων αποτελούσε έναν θεσμό συλλογικής έκφρασης μεταξύ των διαφόρων περιοχών της επαρχίας, επιδιώκοντας με αυτόν τον τρόπο την ενότητα που είχαν επιτύχει οι μεγάλοι βασιλείς της Μακεδονίας κατά το παρελθόν. Στο Κοινό των Μακεδόνων συμμετείχαν όλες οι πόλεις της Μακεδονίας εκτός από τις ελεύθερες, οι οποίες δεν αποτελούσαν τμήμα της επαρχίας (Παπάζογλου, 1982).

Το Κοινό των Μακεδόνων αποτελούσε την σημαντικότερη μορφή πολιτικής οργάνωσης κατά τους αυτοκρατορικούς χρόνους και ιδρύθηκε κατά πάσα πιθανότητα στην εποχή του Αυγούστου, αν κι οι αρχαιότερες μαρτυρίες που έχουμε γι' αυτό προέρχονται από το δεύτερο μισό του 1<sup>ου</sup> αι. μ.Χ. (Παπάζογλου 1982, Papazoglou 1988).

Κύριο έργο του κοινού των Μακεδόνων ήταν η τέλεση της αυτοκρατορικής λατρείας και η οργάνωση των εορτών και αγώνων που συνδέονταν μ' αυτήν. Μπορούσε να επικοινωνεί απευθείας με τον αυτοκράτορα ή τον διοικητή της επαρχίας για ζητήματα που αφορούσαν το κοινό ή την επαρχία γενικότερα. Είχε δικαίωμα να καταγγέλλει στη Σύγκλητο ή στον ίδιο τον αυτοκράτορα τις καταχρήσεις των οργάνων της ρωμαϊκής διοίκησης, ή να ανεγείρει ανδριάντες προς τιμή τους, ή να απονέμει τιμητικούς τίτλους σε πολίτες της επαρχίας. Επίσης είχε φορολογικές αρμοδιότητες. Καθόριζε δηλαδή μαζί με την επαρχιακή διοίκηση τους φόρους και ήταν υπεύθυνο για την έγκαιρη και τακτική καταβολή τους στο ρωμαϊκό δημόσιο. Τέλος, για την αντιμετώπιση των οικονομικών αναγκών είχε το δικαίωμα να κόβει με την ευκαιρία των ετήσιων αγώνων χάλκινα νομίσματα με τη κεφαλή του αυτοκράτορα στη μία όψη τους, τα οποία κυκλοφορούσαν μόνο στη Μακεδονία (Κανατσούλης 1956, Σαρικάκης 1993).

Κεντρική εξουσία του κοινού ήταν το επαρχιακό συμβούλιο, το συνέδριο, του οποίου η έδρα ήταν στη Βέροια, όπου μια φορά το χρόνο συνέρχονταν οι σύνεδροι που εκπροσωπούσαν τις πόλεις του κοινού. Δεν γνωρίζουμε τον συνολικό αριθμό των συνέδρων, τον τρόπο εκλογής τους και τη διάρκεια της θητείας τους. Στο συνέδριο πάντως λαμβάνονταν οι αποφάσεις του κοινού και γινόταν η εκλογή των αρχόντων του. Πρόεδρος του κοινού ήταν ο αρχιερέυς, ο οποίος αναφέρεται συνήθως στις επιγραφές ως «αρχιερέυς των Σεβαστών» και αγωνοθέτης του κοινού Μακεδόνων, επειδή αυτός αναλάμβανε την αγωνοθεσία των επαρχιακών αγώνων.

Ως πρόεδρος του κοινού είχε πολλές αρμοδιότητες, μεταξύ αυτών ήταν να συγκαλεί το συνέδριο, να διατηρεί σε καλή κατάσταση το ναό των Σεβαστών και να τελεί την αυτοκρατορική λατρεία. Αρχιερείς εκλέγονταν, όπως δείχνουν τα ρωμαϊκά τους ονόματα, Ρωμαίοι πολίτες από εύπορες οικογένειες της επαρχία (Κανατσούλης 1956, Σαδικάκης 1993).

### **Δύση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας**

Τον 3<sup>ο</sup> αι. μ.Χ. αίρεται η αυτονομία της Άνω Μακεδονίας και κατά συνέπεια χάνεται και ο πολιτικός χαρακτήρας των ενώσεων. Μετά τη δύση της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας, το 395 μ.Χ, το κράτος χωρίστηκε σε δυτικό και ανατολικό. Το Ιλλυρικό (δυτική και νότια Βαλκανική μαζί με την καθαυτό Ελλάδα) ανήκει διοικητικά στο ανατολικό και εκκλησιαστικά στο δυτικό τμήμα. Ύστερα από πολεμικές συγκρούσεις το Ιλλυρικό παραχωρείται οριστικά στο ανατολικό τμήμα, που σιγά σιγά διαμορφώνεται σε Βυζαντινό κράτος. Ο σημερινός νομός Φλώρινας παραμένει στο θέμα του Ιλλυρικού μέχρι και τα μεσοβυζαντινά χρόνια (Τρανταλλίδου, 1984).

#### **1.1.3. Σύγχρονα ιστορικά στοιχεία Αμυνταίου – Βεγόρας**

##### **Αμύνταιο**

Το Αμύνταιο (εικ.9) βρίσκεται στο νοτιοδυτικό τμήμα του νομού Φλώρινας και έχει συνολική έκταση 25,38 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Η ονομασία της κωμόπολης Αμυνταίου αρχικά ήταν Συροβίτσεβο. Η ονομασία αυτή με διάφορες παραλλαγές απαντάται έως την απελευθέρωση από τους Τούρκους. Εμφανίζεται ως Συροβίτσεβο, Σούροβιτς και τελικά Σόροβιτς. Μετονομάστηκε σε Αμύνταιο το 1928, προς τιμή του τοπικού άρχοντα της Εορδαίας και στρατηγού του Μεγάλου Αλεξάνδρου, Αμύντα γιου του Αρραβαίου.

Στα μέσα του 18ου αιώνα δημιουργήθηκε ο πρώτος οργανωμένος οικιστικός πυρήνας του Αμυνταίου, όταν οικογένειες από τις γύρω ορεινές περιοχές κατέβηκαν στην εύφορη περιοχή δίπλα στις λίμνες. Οι νέοι αγρότες ασχολήθηκαν με την αμπελοκαλλιέργεια, θέτοντας τη βάση για την συστηματική αμπελοοινική δραστηριότητα των επόμενων δεκαετιών. Στα τέλη του 18ου αιώνα ο Αλί Πασάς των Ιωαννίνων γίνεται κύριος της περιοχής. Μετά τον θάνατο του τουρκαλβανού η περιοχή περνά στον έλεγχο ενός υπασπιστή του σουλτάνου και προς το τέλος του 19ου αιώνα γίνεται τσιφλίκι του Ρεούφ πασά.

Στα τέλη του 19ου αιώνα η εγκαινίαση της νέας σιδηροδρομικής γραμμής Θεσσαλονίκης-Μοναστηρίου επηρέασε καθοριστικά την ανάπτυξη του Αμυνταίου. Οι κάτοικοι της περιοχής

έλαβαν μέρος στο Μακεδονικό Αγώνα και είδαν την πόλη να απελευθερώνεται το Νοέμβριο του 1912. Σπουδαίος Μακεδονομάχος από το Αμύνταιο ήταν ο Αλέξανδρος Χατζής.

Μετά την απελευθέρωση στην περίοδο των Βαλκανικών πολέμων και στην περίοδο του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου, το Αμύνταιο αποτελούσε λόγω της σιδηροδρομικής γραμμής, σημαντικό κόμβο διαμετακόμισης πολεμοφοδίων και στρατευμάτων.

Η διέλευση της σιδηροδρομικής γραμμής από το Αμύνταιο επηρέασε την ανάπτυξη του κατά τις επόμενες

δεκαετίες, γνωρίζοντας σημαντική ακμή δυσανάλογη με το μικρό του πληθυσμό. Το Αμύνταιο απέκτησε τον χαρακτήρα του «σταθμού» πάνω σε μια βασική «αρτηρία επικοινωνίας», είτε αυτή ήταν ένα πέρασμα για προϊστορικούς γεωργοκτηνοτρόφους, είτε ένας οδικός άξονας των ιστορικών χρόνων σαν την Εγνατία οδό, είτε εμπορικά караβάνια του 18ου και 19ου αιώνα, είτε τέλος μια σύγχρονη σιδηροδρομική γραμμή.

Η άνθηση του Αμυνταίου με την ύπαρξη της σιδηροδρομικής γραμμής δημιουργεί μια αστική τάξη που κατασκευάζει αξιόλογα οικοδομήματα και δίνει σύγχρονη αστική φυσιογνωμία στην πόλη. Για πρώτη φορά γίνεται Δήμος το 1912 με πρώτο δήμαρχο τον Γρηγόριο Νικολαΐδη. Το 1918 γίνεται κοινότητα και από το 1946 γίνεται και πάλι Δήμος (Επιχ. Προγρ. Δήμου Αμυνταίου, 2015).

## Βεγόρα

Η Βεγόρα, έχει συνολική έκταση 9,6 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Το σύνολο των καλλιεργούμενων εκτάσεων είναι 7,9 τετραγωνικά χιλιόμετρα, οι βοσκότοποι καλύπτουν επιφάνεια 0,7 τετραγωνικών χιλιομέτρων, η επιφάνεια που καλύπτεται από νερό είναι 0,3



Εικόνα 9: Ο Δήμος Αμυνταίου.

τετραγωνικά χιλιόμετρα, ενώ ο οικισμός καταλαμβάνει επιφάνεια 0,4 τετραγωνικά χιλιόμετρα.

Η Βεγόρα ή αλλιώς τα Βέγορα λεγόταν Νόβιγκραντ και κατοικούνταν μέχρι την ανταλλαγή πληθυσμών το 1923 από αμιγή μουσουλμανικό πληθυσμό που αντικαταστάθηκε από πρόσφυγες της Μικράς Ασίας και του Πόντου. Ο οικισμός βρίσκεται στη νοτιοδυτική όχθη της λίμνης Βεγορίτιδας.

Στις παρυφές του χωριού και σε άμεση σχέση με τη λίμνη, έχουν εντοπιστεί λείψανα της ανθρώπινης παρουσίας από Νεολιθική και την Πρώιμη εποχή του Χαλκού (τοποθεσίες Νησί, Τσαϊρία, Γκαγιά, Μέτλα) (εικ.10), ενώ ερείπια ελληνιστικών, ρωμαϊκών και βυζαντινών αρχαιοτήτων πιστοποιούν τη διαχρονική σημασία της περιοχής, η οποία ενισχύθηκε και από τη διέλευση της Εγνατίας οδού. Ορισμένοι ερευνητές, μάλιστα, επιχειρούν να ταυτίσουν τις πόλεις Λεβαία και Βοκερία της αρχαίας Εορδαίας με κάποιες από αυτές τις εγκαταστάσεις, στηριζόμενοι και στις ιστορικές αναφορές αρχαίων συγγραφέων(Σαμσάρης,1989).

Οι σύγχρονοι κάτοικοι της Βεγόρας, προερχόμενοι από διάφορες περιοχές του Πόντου και της Μικράς Ασίας, εγκαταστάθηκαν στο χωριό με την ανταλλαγή των πληθυσμών το 1924. Οι παραγωγικές τους δραστηριότητες, καθιστούν την Βεγόρα μια από τις πιο δυναμικές αγροτικές κοινότητες της περιοχής, με έμφαση κυρίως στις καλλιέργειες οπωροφόρων δένδρων (ροδάκινα, μήλα), αμπελιών, σπαραγγιών (Επιχ. Προγρ. Δήμου Αμυνταίου,2015).

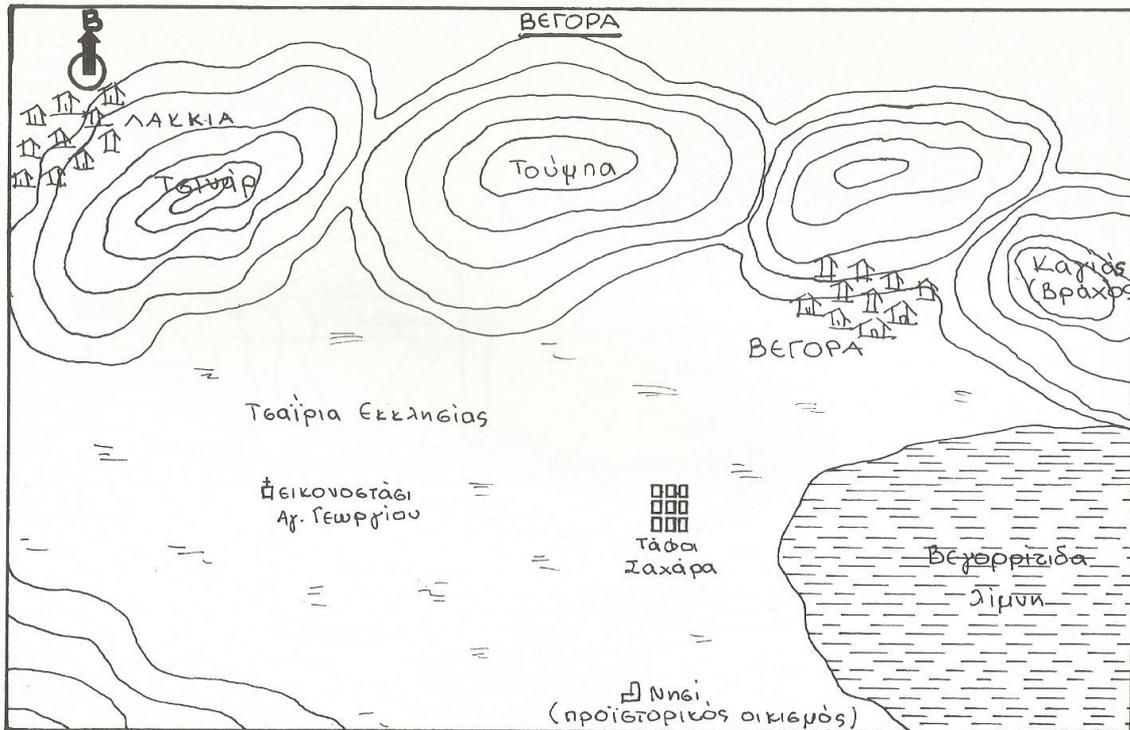
## **1.2. Αρχαιολογική έρευνα**

### **1.2.1. Οι πρώτες αρχαιολογικές αναφορές και ανασκαφικές εργασίες**

Οι πρώτες αρχαιολογικές αναφορές για την περιοχή της Βεγόρας του Νομού Φλώρινας τοποθετούνται μετά την απελευθέρωση της Μακεδονίας το 1913 από τους Οθωμανούς (Βελένη,2000). Προέρχονται από τον Παπαδάκη και τον Mackay, οι οποίοι αναφέρουν ερειπωμένα τείχη στην περιοχή (Τρανταλλίδου,1984).

Ο Παπαδάκης, το 1913 είχε δει σε τοποθεσία κοντά στη δυτική παραλία της λίμνης Βεγορίτιδας, ανάμεσα στα χωριά Αγ. Παντελεήμονας και Βεγόρα (εικ.10), κοντά σ' ένα ξωκλήσι του Αγίου Γεωργίου, ανάγλυφο (διαστάσεων:0,20\*0,80\*1,40) στο οποίο εικονιζόταν ο «Θράκας ιπέας» με δυο-τρεις γυναικείες μορφές (Παπαδάκης,1913). Το ανάγλυφο αυτό, μαζί με άλλα εννιά από διάφορες θέσεις της Δυτικής Μακεδονίας μαρτυρούν την λατρεία του μοναδικού θρακικού θεού «Θράκα ιπέα» στη Δυτική

Μακεδονία κατά την Ρωμαϊκή εποχή, είτε από διάφορους μεμονωμένους λατρευτές του, είτε με την μορφή οργανωμένου ιερού στην Εορδαία (Σαμσάρης,1984).



Εικόνα 10: Αρχαιολογικές θέσεις στη Βεγόρα - Σκίτσο (Σαμσάρης,1989).

Ο Πέτσας, αργότερα, επισημαίνει την ακριβή θέση δύο οικισμών. Ο πρώτος εντοπίζεται στη θέση «Νησί», στη νότια άκρη της λίμνης Βεγορίτιδας και ο δεύτερος στην γνωστή θέση «Τσαϊρία της Εκκλησίας»(κάμπος) (εικ.10) (Πέτσας 1951-1965, Πέτσας 1968-1970).

Κατά την επιφανειακή έρευνα της θέσης «Νησί» (εικ.10) περισυλλέχθηκαν προϊστορικά



Εικόνα 11: Μαρμάρινη επιτύμβια τετράπλευρη βάση από θέση «Τσαϊρία της Εκκλησίας» (Ριζάκης - Τουράτσογλου,1985).

όστρακα, τμήματα πηλού που ανήκαν σε τοίχους οικιών, λίθινα εργαλεία, ανθρώπινα οστά και κτερίσματα από ταφικά σύνολα(Τρανταλλίδου,1984).

Στον δεύτερο οικισμό, στη θέση «Τσαϊρία της Εκκλησίας»(κάμπος) (εικ.10) έχουν εντοπιστεί λείψανα ρωμαϊκής κυρίως εποχής αλλά και προϊστορικά όστρακα (Τρανταλλίδου,1984). Ανάμεσα στο αρχαιολογικό υλικό ξεχωρίζουν μια μαρμάρινη επιτύμβια τετράπλευρη βάση (εικ.11),η οποία στην επάνω επιφάνειά της φέρει οπές και αύλακες μολυβδοχόησης και μια επιγραφή που χρονολογείται στα 202-203 μ.Χ. και αναφέρει (Ριζάκης-Τουράτσογλου,1985):

*«Δάμαχος Κοπρία Αλεξάνδρου ηρωίδι τη συμβίω εκ των εκείνης, μνήμης χάριν. Έτους NT Αιδοναίου Α»*

### 1.2.2. Τυχαία ευρήματα και παραδόσεις

Από την αρχαιολογική περιοχή της Βεγόρας προέρχεται πλήθος τυχαίων αρχαιολογικών ευρημάτων, κυρίως ρωμαϊκών χρόνων.

#### Η χάλκινη Μακεδονική ασπίδα

Ξεχωρίζει τμήμα χάλκινης Μακεδονικής ασπίδας (εικ.12) με επιγραφή χαραγμένη γύρω από το κεντρικό επίσημά της :

*«ΒΑΣΙΑ[ΕΩΣ] [ΑΝΤΙΓΟΝΟΥ]Υ»*



Εικόνα 12: Η Χάλκινη Ασπίδα της Βεγόρας – Αποκατάσταση (Βελένη,2000).

Είναι φανερό ότι το τμήμα προέρχεται από τη μάχη του 274 π.Χ. που έγινε στην περιοχή σύμφωνα με τις γραπτές πηγές, μεταξύ του βασιλέως των Μολοσσών Πύρρου και του μακεδονικού στρατού του βασιλέως Αντιγόνου. Αναμέτρηση που οδήγησε σε προσωρινή ήττα των Μακεδόνων. Τα λάφυρα της μάχης αυτής ανατέθηκαν από τον Πύρρο στο ιερό του Δία στη Δωδώνη. Ένα τέτοιο δείγμα ασπίδας, όμοιο με αυτά που ήρθαν στο φως στο ιερό του Δία στη Δωδώνη, εντοπίστηκε τυχαία στον κάμπο της Βεγόρας από κάτοικο της περιοχής (Βελένη,1989).

### **Ταφικά σύνολα και ευρήματα**

Το 1973-1974 στη θέση Σαχάρα (εικ.10), περίπου 200μ. από τη θέση Τσαΐρια της Εκκλησίας, κατά την διάρκεια εργασιών της ΔΕΗ ήρθαν στο φως σε βάθος 0,10 – 1,90μ. πέντε ακτέριστοι κεραμοσκεπείς τάφοι διαστάσεων 2,40 \*0,35\*0,35 (Μ\*Π\*Υ) (Τουράτσογλου,1973-1974).

Το 1981 εντοπίζεται εντοιχισμένος στο κωδωνοστάσιο του ναού της Κοιμήσεως της Θεοτόκου στη Βεγόρα, ένας μαρμάρινος επιτύμβιος βωμός (εικ.13). Η κύρια όψη του οποίου διαμορφώνεται σε παραλληλεπίπεδο βάθυσμα με ανάγλυφο πλαίσιο και φέρει επιγραφή(Ριζάκης-Τουράτσογλου,1985). :

*«Παράμονος Ποσιδωνίου τω υιώ Θεαγέ(αγε)νη μνήμης χάριν».*



Εικόνα 13: Επιγραφή σε μαρμάρινο επιτύμβιο βωμό από την Βεγόρα (Ριζάκης-Τουράτσογλου,1985).

Η επιγραφή αναφέρει το θεοφόρο όνομα Ποσειδώνιος, ενδεικτικό για τη διάδοση της λατρείας του Ποσειδώνα στην περιοχή, που ήταν στενά συνδεδεμένος με το νερό (Σαμσάρης,1984).

Επίσης, στη βόρεια περιοχή του κάμπου της Βεγόρας εντοπίστηκε από κάτοικο της περιοχής τμήμα μαρμάρινης επιτύμβιας στήλης (εικ.14). Φέρει επιγραφή και ανάγλυφη παράσταση κανθάρου, από το στόμιο του οποίου εκφύονται δύο κλάδοι. Η επιγραφή είναι ελλιπής αριστερά και δεξιά και αναφέρει (Ριζάκης-Τουράτσογλου,1985):



Εικόνα 14: Τμήμα μαρμάρινης επιτύμβιας στήλης (Ριζάκης-Τουράτσογλου,1985).

*«αλειοςνας. CT / μα Ολυπιαστοῖ[ς] / τέ]κνις Φιλόξενη, C I / κέλεοντδ(;) ΓΕ' / ντίουμνίας χ[άριν]. Χρονολογείται περί τα μέσα του 2ου μ.Χ. αι..*

Κλείνοντας σύμφωνα με την Τρανταλλίδου στα πλαίσια διάνοιξης του δρόμου Βεγόρας - Αμυνταίου ήρθαν στο φως και καταστράφηκαν πάνω από 100 λήκυθοι, που περιείχαν στάχτη από καύση νεκρών (Τρανταλλίδου,1984).

#### **Αναθηματικά ανάγλυφα και αγάλματα**

Από την θέση «Τσαϊρια της Εκκλησίας» παραδόθηκε το 1982 από τον Π. Φραντζή μαρμάρινο αναθηματικό ανάγλυφο στο Δία Ύψιστο διαστάσεων : μεγ.σωζ.ύψ. 0,25, μεγ.σωζ. πλάτ. 0,45, πάχ.0,20.Φέρει παράσταση αετού. Ο αετός απεικονίζεται σε έγκοιλο πεδίο καταλαμβάνοντας ολόκληρη σχεδόν την επιφάνεια του ανάγλυφου. Είναι όρθιος, κατενώπιον με το κεφάλι στραμμένο προς τα δεξιά του και ανοιχτές φτερούγες, ενώ λείπει το τμήμα της κοιλιάς, των ποδιών και το κατώτερο τμήμα των πτερύγων του πτηνού. Το πτέρωμα αποδίδεται με μικρές οριζόντιες, καμπύλες γλυφές. Το πλαίσιο του ανάγλυφου αποτελεί ένα στεφάνι από σχηματοποιημένα φύλλα δρυός. Χρονολογείται στους Ρωμαϊκούς χρόνους (Χατζηνικολάου,2007).

Η λατρεία του Δία είχε μεγάλη εξάπλωση στη Δυτική Μακεδονία. Την λατρεία του μαρτυρούν αναθηματικές επιγραφές, όπως η παραπάνω, αρχαιολογικά ευρήματα καθώς και ορισμένα θεοφόρα ονόματα. Σύμφωνα με τις επιγραφικές μαρτυρίες ο Δίας λατρευόταν στη Δυτική Μακεδονία με τα επίθετα «Κύριος», «Κτήσιος», «Κρονίδης», «Μέγιστος» κ.α. Πιο

διαδεδομένο όμως ήταν το επίθετο «Υψιστος», με το οποίο ο Δίας αναφέρεται στις περισσότερες επιγραφές. Στα ανάγλυφα που απεικονίζουν το Δία «Υψιστο» διακρίνουμε τρεις εικονογραφικούς τύπους (Σαμσάρης,1984):

- 1) Παράσταση του αετού που συμβόλιζε το Δία,
- 2) Παράσταση του Δία που με το δεξί του χέρι κρατά φιάλη και κάνει σπονδή σε βωμό πάνω στον οποίο υπάρχει αετός,
- 3) Παράσταση του Δία που κρατά στο χέρι του σκήπτρο ή κεραυνό.

Στην ίδια περιοχή βρέθηκε ακόμα μαρμάρινο άγαλμα Άρτεμις (εικ.15), από το οποίο λείπει το κεφάλι, τα χέρια και το τμήμα των σκελών από τους μηρούς και κάτω. Η μορφή παριστάνεται όρθια κατενώπιον με χιτωνίσκο και ιμάτιο που περνά πίσω και πάνω από το αριστερό της ώμο και τυλίγεται στη μέση της. Στο θώρακα διακρίνεται ιμάντας. Η πτυχολογία είναι πλούσια διαγράφοντας την έντονη κίνηση της μορφής και έχει αποδοθεί με βαθιές καμπύλες πτυχές. Το άγαλμα χρονολογείται στους Ρωμαϊκούς Χρόνους (Χατζηνικολάου,2007).

Η λατρεία της Αρτέμιδος, προστάτιδας του κυνηγιού, είναι ευνόητη σε μια ορεινή περιοχή όπως είναι η Δυτική Μακεδονία, όπου υπήρχαν πλούσια θηράματα και το κυνήγι αποτελούσε μια από τις κυριότερες ασχολίες των κατοίκων της (Σαμσάρης,1984).

Ο Γιαννόπουλος (N. Giannopoulos, BCH 17,1893 Chr.,635) αναφέρει τον εντοπισμό λίθου κοντά στον οικισμό της Βεγόρας που χρονολογείται περί τα μέσα του 2<sup>ου</sup> αι. μ.Χ. και φέρει την επιγραφή (Ριζάκης-Τουράτσογλου,1985):



Εικόνα 15: Άγαλμα της Άρτεμις από την Βεγόρα (Ακαμάτη-Βελένη,1987).

«[ . ]ασητέαν[τή και τοις τέκνοις(:)] / Κασσία Α / α ' Ηρώδη»

Α Σ Τ Η Ε Α /  
Κ Α Σ Σ Ι Α Λ  
Α Η Ρ Ω Δ Τ

Το 1976, στην βόρεια περιοχή του κάμπου της Βεγόρας, εντοπίστηκε από τον Π. Φραντζή σε βάθος 0,40μ μαρμάρινη τετράπλευρη βάση πεσσού (εικ.16) που χρονολογείται στο α μισό του 3<sup>ου</sup> μ.Χ. αι.. Στην επιφάνεια της υπάρχει τóρμος και αυλάκι μολυβδοχόησης, ενώ φέρει την επιγραφή (Ριζάκης-Τουράτσογλου,1985):

*«Αύρ<η>λία Φιλίππανα. / Λυσίμαχον τον vac. / N vac».*



Εικόνα 16: Μαρμάρινη τετράπλευρη βάση πεσσού με επιγραφή (Ριζάκης-Τουράτσογλου,1985).

### **Μικροευρήματα**

Τέλος, έχουν εντοπιστεί πολλά αρχαιολογικά μικροευρήματα, όπως χάλκινα ειδώλια, αγγεία και ελληνιστικά - ρωμαϊκά νομίσματα (του Μ. Αλεξάνδρου, του κοινού των Μακεδόνων και διαφόρων αυτοκρατόρων) τα οποία μεταφέρθηκαν στο Αρχαιολογικό Μουσείο Φλώρινας (Σαμσάρης,1989).

### **1.2.3. Συστηματικές ανασκαφικές έρευνες**

#### **Η πρώτη ανασκαφική έρευνα του 1979-1980**

Η πρώτη ανασκαφική έρευνα πραγματοποιήθηκε από τη ΙΖ Εφορεία Αρχαιοτήτων Έδεσσας και τοποθετείται το 1979-1980, οπότε και γίνονται δοκιμαστικές έρευνες στον κάμπο της Βεγόρας, ανάμεσα στα χωριά Βεγόρα και Λακκιά. Αποκαλύφθηκαν θεμέλια κτιρίου υστερορωμαϊκής εποχής, ορθογώνιας κάτοψης, διαστάσεων 13,50\*11,70μ. με αντηρίδες κατά διαστήματα 3 μέτρων και προσανατολισμό Ανατολή προς Δύση. Οι τοίχοι σώζουν μέρος της ανωδομής. Είναι χτισμένοι με μικρές ακατέργαστες πέτρες συνδεδεμένες με ασβέστη και έχουν πλάτος 0,70 – 4,00μ. Στο εσωτερικό του κτιρίου διακρίνονται δύο χώροι διαφορετικού πλάτους. Στο βόρειο χώρο πλάτους 3,70μ. αποκαλύφθηκαν *in situ* βάσεις από μεγάλα πιθάρια. Στο νότιο δωμάτιο πλάτους 5,10μ. ήρθε στο φως τμήμα πήλινου δαπέδου. Η κεραμική που συλλέχθηκε περιλαμβάνει αβαφή όστρακα είτε από ραβδωτά αγγεία ή *terra sigillata* (Σιγανίδου,1979).

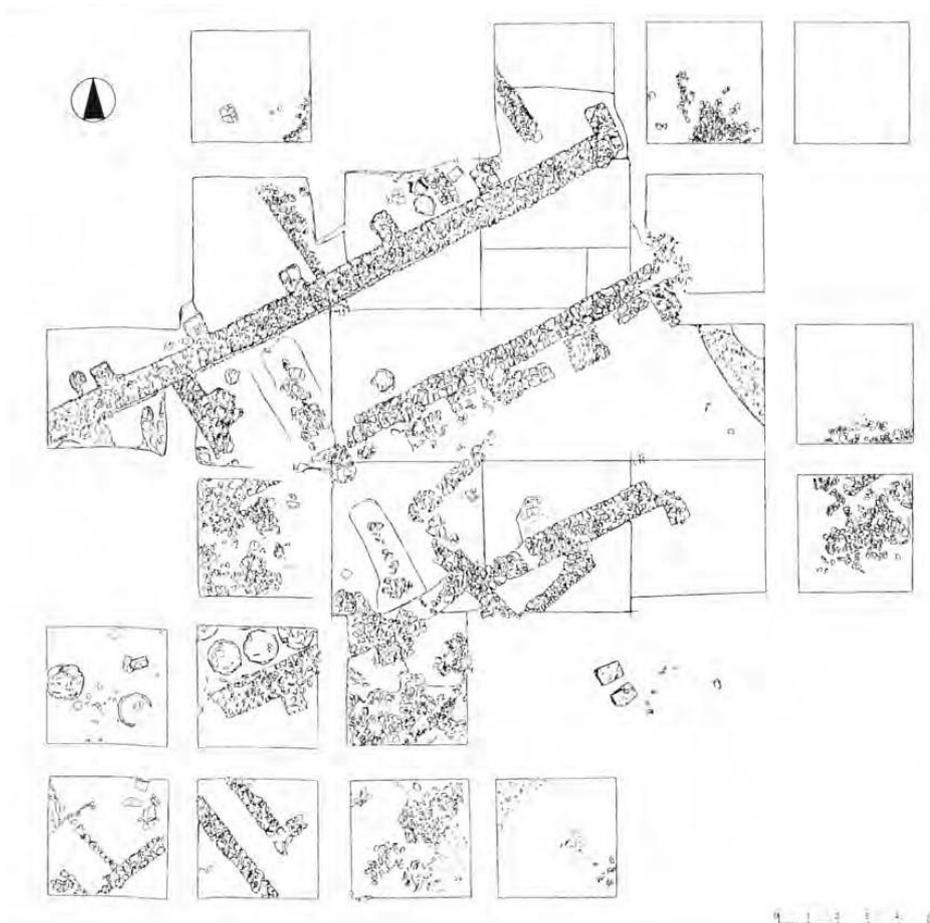
### **Η δεύτερη ανασκαφική έρευνα του 2000**

Το 2000 με χρηματοδότηση του Νομαρχιακού Ταμείου Φλώρινας πραγματοποιήθηκε από την ΙΖ ΕΠΚΑ ανασκαφική έρευνα στην περιοχή της Βεγόρας. Αρχικά στον κάμπο νοτίως του σύγχρονου οικισμού και στη συνέχεια στο ύψωμα που βρίσκεται ΒΑ του. Η ανασκαφή στον κάμπο στη θέση « Τσαΐρια της Εκκλησίας» αποτελεί συνέχεια της ανασκαφής του 1979, οπότε ξεκίνησε από τα αποκαλυφθέντα λείψανα (εικ.17) και συνεχίστηκε Νοτίως – Νοτιοανατολικά.



Εικόνα 17: Η αρχαιολογική θέση στα Τσαΐρια της Εκκλησίας (Ψαρά,2000).

Αποκαλύφθηκε μεγάλο κτίριο ρωμαϊκών χρόνων με προσανατολισμό Α-Δ και ορατές διαστάσεις 21\*12μ. (Μ\*Π) (εικ.18). Εντυπωσιακή είναι η ισχυρή θεμελίωση των δύο εξωτερικών τοίχων (Β και Ν) του κτηρίου. Κατασκευασμένοι από μεγάλους αργούς λίθους και ασβεστοκονίαμα διατηρούνται σε πολύ καλή κατάσταση, ενώ ενισχύονται εξωτερικά ανά 3 μέτρα από μεγάλες αντηρίδες. Ένας λιγότερο επιμελημένος τοίχος χωρίζει κατά μήκος το εσωτερικό του κτηρίου σε δύο άνισα τμήματα. Στο βόρειο τμήμα εντοπίστηκαν στη θέση τους οι βάσεις πέντε μεγάλων πιθαριών και πάρα πολλά όστρακα κεραμικής από το σώμα των ίδιων αγγείων ή και άλλων.



Εικόνα 18: Η αρχαιολογική θέση στα Τσαϊρια της Εκκλησίας – Σχέδιο (Ψαρρά,2000).

Στο νότιο τμήμα βρέθηκαν αντίστοιχα οκτώ πιθάρια, διαμ. 1,20μ.. Σε επαφή, επίσης, με τον κεντρικό τοίχο του κτηρίου ήρθαν στο φως πέντε χαμηλές κατασκευές ορθογώνιου σχήματος υπό μορφή δαπέδων. Οι κατασκευές αυτές αποτελούνται από μικρές πέτρες και τμήματα κεραμίδων και καλύπτονται με κονίαμα. Βρίσκονται σε απόσταση 2μ. μεταξύ τους και ενδεχομένως χρησίμευαν για την εκτέλεση κάποιας εργασίας. Υπολείμματα τοίχων και

αποσαθρωμένων δαπέδων από λευκό χαλίκι μαρτυρούν την ύπαρξη και άλλων χώρων, που δυστυχώς δεν σώζονται σε καλή κατάσταση, παρά μόνο αποσπασματικά. Μια προγενέστερη κατασκευαστική φάση του κτηρίου, επίσης ρωμαϊκή, εντοπίστηκε αμέσως βόρεια του κτηρίου σε χαμηλότερο βάθος, όπου βρέθηκε, επίσης, ένα πιθάρι.

Εκτός από τη χρηστική κυρίως κεραμική των ρωμαϊκών χρόνων, συγκεντρώθηκε και μεγάλος αριθμός νομισμάτων (πολλά από αυτά εντοπίστηκαν σχεδόν επιφανειακά), που τοποθετούν τη χρήση του κτηρίου στο 2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> αι. μ. Χ.. Βρέθηκαν, επίσης, αρκετά σιδερένια καρφιά (ήλοι), τμήματα από μυλόπετρες, υφαντικά βαρίδια και άλλα μικροαντικείμενα, που φανερώνουν ότι το κτήριο στέγαζε αποθηκευτικούς αλλά και εργαστηριακούς χώρους για την εκμετάλλευση των προϊόντων του εύφορου κάμπου της Βεγόρας.

Η πολύ καλή διατήρηση των αρχαίων οικοδομικών λειψάνων, που σώζονται σχεδόν επιφανειακά, οφείλεται στη μη καλλιέργεια μέχρι σήμερα του συγκεκριμένου αγροτεμαχίου, ενώ τα αρχιτεκτονικά κατάλοιπα στους γύρω αγρούς, έχουν σε μεγάλο βαθμό καταστραφεί από τη συστηματική άροση. Χαρακτηριστικό είναι ότι στον παραπάνω αρχαιολογικό χώρο συγκεντρώθηκε με το πέρασμα του χρόνου από τους καλλιεργητές της περιοχής μεγάλος όγκος δουλεμένων και αργών λίθων, προφανώς από αρχαίους τοίχους, που εκτείνονταν κάποτε στα γύρω χωράφια και δυσχέραιναν την καλλιέργεια.

Την ίδια περίοδο, κατά τη σύντομη επιφανειακή έρευνα στην περιοχή του λόφου, βορειοανατολικά του σύγχρονου οικισμού της Βεγόρας, εντοπίστηκε σε δύσβατο πλάτωμα (δυτικά ενός παλαιού πολυβολείου του τελευταίου πολέμου) οχυρή θέση με λείψανα τείχους (εικ.10). Πρόκειται προφανώς για τον ελληνιστικό περίβολο που είχε εντοπιστεί από την Π. Βελένη το 1988, η οποία υπέθεσε τότε ότι στη θέση αυτή βρισκόταν η ακρόπολη του αρχαίου οικισμού.

Μικρά τμήματα του τείχους είναι σήμερα ορατά στο βόρειο, νότιο και δυτικό πέρασ του πλατώματος, ενώ στα ανατολικά εκτείνεται ο απόκρημνος βράχος. Μετά τον καθαρισμό και τη δοκιμαστική ανασκαφή σε τμήμα του τείχους διαπιστώθηκε ότι αυτό αποτελείται από δύο ισχυρούς τοίχους με μικρό κενό ανάμεσά τους, συνολικού πλάτους 1,40μ., ενώ για την κατασκευή του χρησιμοποιήθηκαν αργοί λίθοι μεσαίου και σχετικά μεγάλου μεγέθους. Βρέθηκαν, επίσης, δύο σιδερένια βέλη και συγκεντρώθηκε μικρή ποσότητα αβαφούς κεραμικής (Ψαρρά,2000).

### **Η τρίτη ανασκαφική έρευνα του 2016 – 2017**

Τέλος, το 2016 – 2017 κατά την διάρκεια της ανασκαφής στην θέση «Κάμπος» της Βεγόρας (η οποία ταυτίζεται με την θέση «Τσαΐρια» της Εκκλησίας), που διενεργήθηκε από την ΕΦΑ Φλώρινας υπό την επιστημονική καθοδήγηση του Π. Χρυσοστόμου, αποκαλύφθηκε περισσότερο το ρωμαϊκό κτίριο των προηγούμενων ανασκαφικών περιόδων, ενώ ήρθε στο φως ένα τετράγωνο κτίσμα με περίστυλη αυλή και ένα καλοκτισμένο λουτρό με ψηφιδωτά δάπεδα διακοσμημένα με γεωμετρικά σχέδια και δελφίνια (εικ.19). Η θέση θεωρείται από τον ανασκαφέα ότι πιθανώς αποτελούσε τμήμα μιας κόμης ρωμαϊκών χρόνων(Χρυσοστόμου,υπό δημοσίευση).



Εικόνα 19: Η ανασκαφή στη θέση Κάμπος κατά το 2016-2017 (Χρυσοστόμου,υπό δημοσίευση)

#### 1.2.4. Η Εγνατία οδός στη περιοχή της Βεγόρας

Η ανάπτυξη της Μακεδονίας, οικονομική, δημογραφική και πολιτιστική, επηρεάστηκε ισχυρά από την κατασκευή της Εγνατίας οδού, την εγκατάσταση Ρωμαίων εμπορευόμενων στις μακεδονικές πόλεις και την ίδρυση ρωμαϊκών αποικιών.

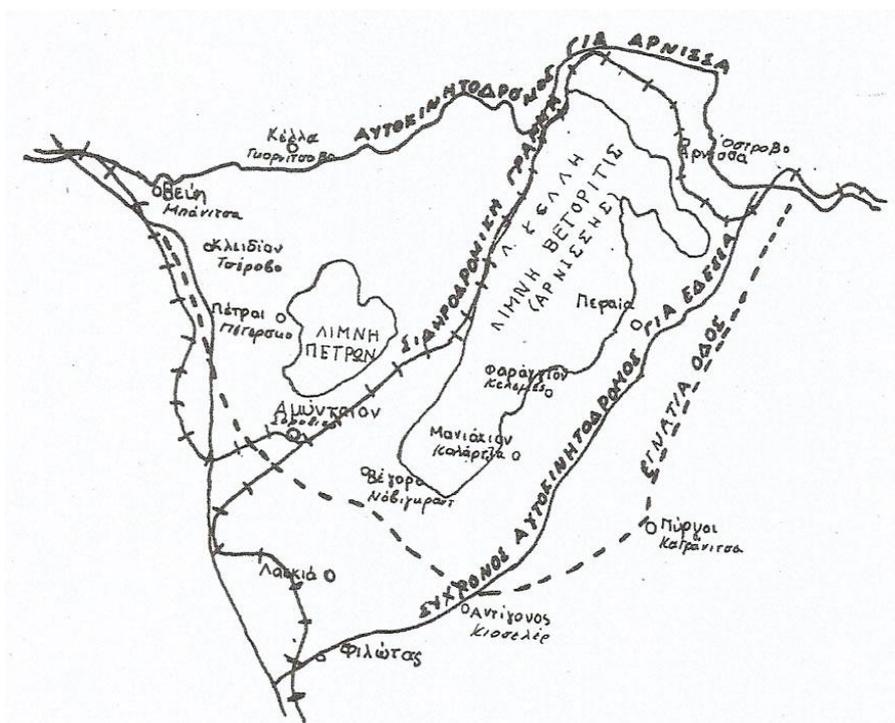
Η Εγνατία Οδός ή Via Egnatia (εικ.21) κατασκευάστηκε τον 2<sup>ο</sup> αι. π.Χ και φέρει το όνομα του κατασκευαστή της ανθυπάτου Γναίου Εγνατίου (Sullivan,1972). Συνέδεε ως προέκταση της Αππίας οδού, το Δυρράχιο με τον Έβρο και στη συνέχεια με το Βυζάντιο, τη σημερινή δηλαδή

Α Γ Α Θ Η Τ Υ Χ [η]  
Τ Ο Υ Σ Ξ Ε Γ Ι Σ [-ους]  
Κ Α Ι Θ Ι Ο Τ Α Τ Ο [ους]  
Α Υ Τ Ο Κ Ρ Α Τ Ο Ρ Α [ς]  
Φ Λ Ο Υ Α Λ Ε Ρ Ι Ο Ν [Κων]-  
Σ Τ Α Ν Τ Ι Ο Ν Κ Α Ι  
Γ Α Λ Ο Υ Α Λ [έριον Μα]-  
Ξ Ι Ξ Ι Α Ν Ο Ν Σ [εβαστούς]  
Κ Α Ι Τ Ο Υ Σ Ε Π Ι Φ  
[αν] Ε Σ Τ Α Τ Ο Υ Σ Κ  
[αι] Σ Α Ρ Α Σ Φ Λ Ο Υ Α [λέρ-  
ιον Σέβηρ] Ο [ν  
και] Γ Α Λ Ο Υ Α Λ [έριον  
Μαξιμίνον. . . .

Εικόνα 20: Επιγραφή μιλιάρου Βεγόρας (Ριζάκης-Τουράτσογλου,1985).

Κωνσταντινούπολη. Αποτελούσε τον αμεσότερο και περισσότερο εύχρηστο σύνδεσμο μεταξύ της Ρώμης και της Ανατολής. Είχε μήκος 535 μίλια (1 ρωμαϊκό μίλι = 1480 μ.) ή 4280 στάδια και με σημερινά χιλιόμετρα από 600-800 χιλιόμετρα (Gounaroulou-Hatzopoulos,1985). Η οδός είχε κατασκευαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτρέπει την απρόσκοπτη διέλευση στρατιωτικών σωμάτων, ανθρώπων και εμπορευμάτων (Παλιούρας,1997) και έφερε κατά μήκος οδοδείκτες ή miliaria με τις χιλιομετρικές αποστάσεις (Παπάζογλου 1982,Gounaroulou-Hatzopoulos 1985).

Ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην οικονομική και πολιτιστική ανάπτυξη της Εορδαίας έπαιξε ασφαλώς η διέλευση της Εγνατίας οδού. Η Εγνατία εισέρχεται στον ελληνικό χώρο από την Σιταριά Φλώρινας, όπου βρέθηκε μιλιοδείκτης. Τα μιλάρια, τα οποία βρέθηκαν στις Πέτρες της Φλώρινας αποδεικνύουν την είσοδο της Εγνατίας από τα στενά του Κλειδιού (Κιρλί Δερβέν) και την πεδιάδα των Πετρών στο λεκανοπέδιο Αμυνταίου, ακολουθώντας δηλαδή την πορεία του υπάρχοντος αρχαιότερου δρόμου (Gounaroulou-Hatzopoulos



Εικόνα 21: Η διέλευση της Αρχαίας Εγνατίας από την Βεγόρα (McKay,1973).

1985,Ακαμάτη-Βελένη1987).

Το μιλάριο που βρέθηκε στη Βεγόρα (εικ.20) (σήμερα χαμένο)(Ριζάκης-Τουράτσογλου,1985), αν η πληροφορία προέλευσης είναι ασφαλής, υποδεικνύει τη διέλευση της Εγνατίας από τη νότια όχθη της Βεγορίτιδας (εικ.21) και αποκλείει τη διέλευση από τη

δυτική απόκρημνη όχθη της λίμνης (Karamitrou–Mentesidi 2001, Καραμήτρου- Μεντεσίδη και Μοσχάκης2006).

Ο σταδιοδείκτης που βρέθηκε κατά τις εργασίες κατασκευής της σιδηροδρομική γραμμής Θεσσαλονίκης - Μοναστηρίου σε βάθος 2μ. στην τοποθεσία Kirli Derven στο Κλειδί Αμυνταίου, φέρει επιγραφή (Ριζάκης-Τουράτσογλου,1985) :

*«εγ Βοκερίας στάδιοι εκατόν»*

Στο σταδιοδείκτη του Κλειδιού αναφέρεται η πόλη Βοκερία, που άμεσα συνδέθηκε με το όνομα της λίμνης Βεγορίτιδας, όπως αναφέρεται από τον Τ.Λίβιο ως «Lacus Beggorritis». Θεωρήθηκε, λοιπόν, ότι η πόλη έδωσε το όνομά της στη λίμνη ως Βοκερία- Βοκερίτις. Το Βεγορίτις- Βεγορίτιδα προφανώς προήλθε από τη λατινική ονομασία της λίμνης. Ήταν λοιπόν εύλογο να αναζητηθεί η πόλη κοντά στη Βεγορίτιδα. Η Μ. Hasluck (Hasluck 1936, Hasluck 1937) υπολογίζοντας την απόσταση (1 στάδιο οδοιπορικό=157.5μ.) καταλήγει σε δύο πιθανές θέσεις, στον Φιλώτα και στο Φαράγγι, από τις οποίες όμως αποκλείει την πρώτη. Ο N.G.L. Hammond (Hammond–Hatzopoulos,1982) τοποθετεί αρχικά την πόλη αρκετά βορειότερα από το Φαράγγι πιστεύοντας ότι η λίμνη ήταν μικρότερη, αλλά αργότερα συμπεριζείται πλήρως την άποψη της Μ. Hasluck (Σαμσάρης,1989). Από νεώτερους ερευνητές έχει υποστηριχτεί ως πιθανή τοποθεσία της Βοκερίας και η περιοχή της Βεγόρας (Καραμήτρου-Μεντεσίδη και Μοσχάκης,2006).

Κλείνοντας, θα πρέπει να επισημανθεί ότι κατά την περίοδο ανεύρεσης της μακεδονικής ασπίδας της Βεγόρας υποδείχθηκε οχυρωμένη θέση ελληνιστικών χρόνων (Βελένη 1996, Βελένη2000), η οποία πιθανόν έλεγχε τη διέλευση του αρχαίου δρόμου πάνω στον οποίο χαράχθηκε στη συνέχεια η Εγνατία οδός (Sullivan 1972,Κaramitrou-Mentesidi 2001). Μικρή ανασκαφή της θέσης πραγματοποιήθηκε το 2000(αναφέρεται παρακάτω) .

### **Συμπεράσματα**

Συμπερασματικά η εγκατάσταση που έχει εντοπιστεί στη θέση « Τσαΐρια της Εκκλησίας» στην περιοχή της Βεγόρας ανάγεται χρονολογικά στην περίοδο της Ρωμαϊοκρατίας, περίπου στο 2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> αι. μ. Χ.. Η χρονολόγηση προκύπτει από τα ποικίλα ανασκαφικά δεδομένα (νομίσματα και κεραμική) αλλά και από τα τυχαία ευρήματα που έχουν εντοπιστεί στην ευρύτερη περιοχή. Για τον τύπο της εγκατάστασης δεν έχει ακόμα ξεκαθαριστεί αν πρόκειται για ρωμαϊκή αγροτική έπαυλη (Βελένη,2009)ή ρωμαϊκή μακεδονική κώμη, μέλος του κοινού των Εορδών(Χρυσοστόμου, υπό δημοσίευση).

Η εγκατάσταση φαίνεται να σχετίζεται και με την διέλευση της Εγνατίας Οδού από την περιοχή, ενώ κάποια αρχαιολογικά στοιχεία που έχουν εντοπιστεί (άγαλμα Ποσειδώνος και λουτρικές εγκαταστάσεις) δεν αποκλείουν την ύπαρξη κάποιου τοπικού ιερού του Ποσειδώνος.

Τα παραπάνω συμπεράσματα εντάσσονται στο πεδίο των υποθέσεων. Οι νεότερες ανασκαφικές έρευνες και η δημοσίευση τους ίσως φωτίσουν περισσότερο τη ταυτότητα του χώρου. Η γεωφυσική διασκόπηση ίσως βοηθήσει με τα αποτελέσματα της και την ερμηνεία τους σε μια πιο στοχευμένη ανασκαφική διερεύνηση της περιοχής.

### 1.3. Γεωμορφολογία

#### Δυτική Μακεδονία

Η Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας (εικ.22), βρίσκεται στο βορειοδυτικό τμήμα της Ελλάδας και συνορεύει με την Αλβανία και τη Π.Γ.Δ.Μ. Αποτελείται από τους νομούς Κοζάνης, Γρεβενών, Καστοριάς και Φλώρινας και έχει έδρα την Κοζάνη, που αποτελεί και την



Εικόνα 22: Η γεωμορφολογία της Δ.Μακεδονίας (googleearth).

πρωτεύουσα του ομώνυμου νομού.

Η Δυτική Μακεδονία έχει έκταση 9.451 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Είναι περιοχή κατεξοχήν ορεινή ή ημιορεινή, με τις περιοχές αυτές να καταλαμβάνουν το 82% της συνολικής έκτασης.

Διαθέτει σημαντικούς φυσικούς πόρους όπως ενεργειακά ορυκτά, μεταλλεύματα, δάση, βοσκότοπους και το 65% των επιφανειακών υδάτινων πόρων της χώρας.

Προσδιορίζεται γεωμορφολογικά κυρίως από τους μεγάλους ορεινούς όγκους που τη διατρέχουν, την οροσειρά της Πίνδου που κατέχει δεσπόζουσα θέση στο δυτικό τμήμα, τον όγκο του Βόρα στα σύνορα με τα Σκόπια, το Βέρμιο που τη χωρίζει από τη Κεντρική Μακεδονία, τα Πιέρια όρη στα νοτιοανατολικά και τα Καμβούνια στα νότια. Μια άλλη ενδιαφέρουσα επιμήκης οροσειρά που τέμνει στη μέση τη Δυτική Μακεδονία με κατεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, αρχίζει από το Βαρνούντα και καταλήγει στο όρος Βούρινο (Παυλόπουλος,2012).

Εξαιρετικά σημαντικό είναι το υδάτινο δυναμικό της Δυτικής Μακεδονίας. Από το όρος Γράμμος πηγάζει ο μεγαλύτερος ποταμός της Ελλάδος, ο Αλιάκμονας, με μήκος 297 χλμ, ο οποίος εκβάλλει στο Θερμαϊκό κόλπο, διασχίζοντας σχεδόν ολόκληρη την έκτασή της. Ο Αλιάκμονας και το σύνολο των φυσικών και τεχνητών λιμνών της Δυτικής Μακεδονίας διαμορφώνουν σημαντικά την μορφολογική της εικόνα. Υπάρχουν επτά (7) φυσικές λίμνες : η Βεγορίτιδα, των Πετρών, η Ζάζαρη, η Χειμαδίτιδα, της Καστοριάς, η Μικρή και η Μεγάλη Πρέσπα. Ιδιαίτερη σημασία έχουν επίσης μικρές ορεινές λίμνες στις περιοχές του Γράμμου και της Βάλια Κάλντα. Στην περιοχή της Κοζάνης, στη λεκάνη των Σερβίων, από τα νερά του Αλιάκμονα σχηματίζεται η τεχνητή λίμνη του υδροηλεκτρικού φράγματος Πολυφύτου. Επίσης στα όρια Κοζάνης-Γρεβενών, επί του Αλιάκμονα, εντοπίζεται η τεχνητή λίμνη του Ιλαρίωνα. Άλλες τεχνητές λίμνες είναι αυτές του Πραμόριτσα και της Παπαδιάς (Zacharias et all,2002)

Το ανατολικό τμήμα της Δυτικής Μακεδονίας συγκεντρώνει τους πλούσιους υδροφόρους, τα αποδοτικότερα εδάφη, αλλά και τα λιγνιτοφόρα πεδία. Στην περιοχή των λιγνιτωρυχείων το ανάγλυφο μεταβάλλεται διαρκώς εξαιτίας της κίνησης του μετώπου εξόρυξης και των αποθέσεων των στείρων. Το έδαφος υποβαθμίζεται ποιοτικά και ο υδροφόρος ορίζοντας ταπεινώνεται, αφού για την εξόρυξη είναι απαραίτητη η άντληση των υδάτων που βρίσκονται σε μικρότερο βάθος από το κοίτασμα. Το δυτικό τμήμα εμφανίζεται φτωχότερο σε υπόγεια ύδατα, με εντονότερο ανάγλυφο και αποτελεί μαζί με την κεντρική οροσειρά την αγροτική ενότητα της περιφέρειας, η οποία όμως είναι γνωστή για τα πλούσια και σπάνια οικοσυστήματά της. Είναι χαρακτηριστικό πως δύο από τους δέκα συνολικά χαρακτηρισμένους Εθνικούς Δρυμούς της χώρας βρίσκονται μέσα στα όρια της Δυτικής Μακεδονίας και μάλιστα στο δυτικό της τμήμα (Στάμος,1997).

## **Νομός Φλώρινας**

Ο νομός Φλώρινας (εικ.22) με πρωτεύουσα την ομώνυμη πόλη, βρίσκεται στα βορειοδυτικά σύνορα της Ελλάδας και αποτελεί έναν από τους τέσσερις νομούς που συγκροτούν την περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας. Έχει έκταση 1.924 τετραγωνικά χιλιόμετρα και φιλοξενεί τρεις δήμους, τον δήμο Φλώρινας, τον δήμο Αμυνταίου και τον δήμο Πρεσπών. Παρουσιάζει πλούσιες εναλλαγές τοπίων, που κυμαίνονται σε υψόμετρα από 650 μέτρα έως 2.524 μέτρα (κορυφή Βόρα). Το μεγαλύτερο τμήμα του καταλαμβάνουν εκτάσεις με βοσκότοπους (700.200 στρ.) και δάση (497.900 στρ.), ενώ σημαντική έκταση καλύπτεται από νερά (116.600 στρ.) (Κολιόπουλος-Μιχαηλίδης,2007). Το ανάγλυφο του νομού παρουσιάζει εντυπωσιακές εναλλαγές και χαρακτηρίζεται από πεδινό ως ορεινό (29% πεδινό, 11,5% ημιορεινό και 59,5% ορεινό). Το πεδινό τμήμα του νομού Φλώρινας περικλείεται από τέσσερις ορεινούς όγκους: στα δυτικά το όρος Τρικλάριον (υψ.1776, Μπούτσι) στα Βορειοδυτικά ο Βαρνούντας ή Περιστερί ( υψ.2334 μ. Όρυζα), στα ανατολικά ο Βόρας (υψ. 2524μ.,Καιμακτσαλάν) και στα νοτιοανατολικά το Βέρνον (υψ.2.128μ., Βίτσι). Οι ορεινοί όγκοι καταλήγουν στις πεδιάδες του Αμυνταίου, της Φλώρινας και των Πρεσπών, παρουσιάζοντας πλούσιες εναλλαγές τοπίων (Μουντράκης,1985).

Ο νομός διαρρέεται από αρκετούς μικρούς ποταμούς, όπως ο Λαδοπόταμος, ο Σακουλέβας και το Παλαιό Ρέμα. Το κύριο όμως χαρακτηριστικό του είναι οι έξι λίμνες που διαθέτει: το μεγαλύτερο τμήμα της Μικρής Πρέσπας, τμήμα της Μεγάλης Πρέσπας, τμήμα της Βεγορίτιδας και οι Ζάζαρη, Πετρών και Χειμαδίτιδα (Zacharias et all,2002).

### **Δήμος Αμυνταίου**

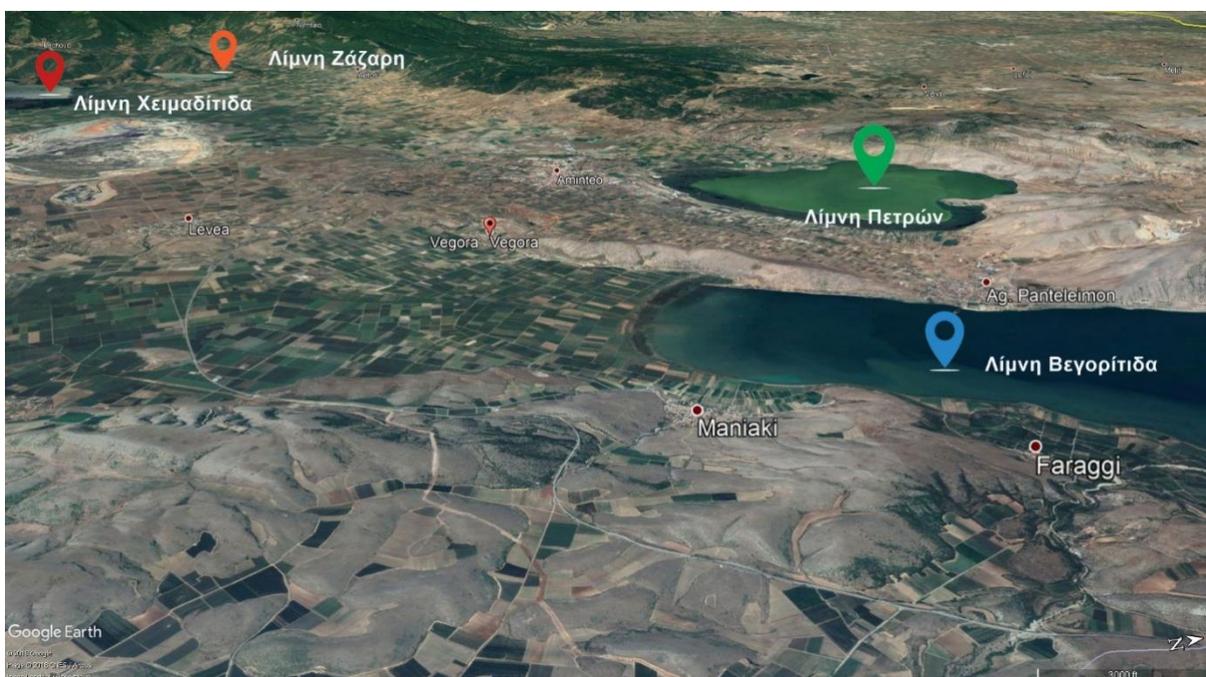
Ο Δήμος Αμυνταίου (εικ.22) βρίσκεται στο νοτιοανατολικό τμήμα του νομού Φλώρινας και υπάγεται διοικητικά στο νομό Φλώρινας και την Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας. Προήλθε από τη συνένωση τριών Καποδιστριακών Δήμων. Του δήμου Αμυνταίου, του δήμου Φιλώτα, του δήμου Αετού και τριών κοινοτήτων, της κοινότητας Λεχόβου, της κοινότητας Βαρικού και της κοινότητα Νυμφαίου, οι οποίες πλέον συνιστούν και τις έξι δημοτικές ενότητες του νέου δήμου.

Πρόκειται για δήμο με κατεξοχήν ορεινά εδάφη σε ποσοστό 44,62%, ημιορεινά σε ποσοστό 27,58% και πεδινά 27,80%.Ο δήμος Αμυνταίου καταλαμβάνει έκταση 589,37 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Η μεγαλύτερη έκταση του δήμου καταλαμβάνεται από δάση και βοσκότοπους σε ποσοστά 16,86% (99,387 τετραγωνικά χιλιόμετρα) και 28,73% (169,318 τετραγωνικά χιλιόμετρα) αντίστοιχα. Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις σε ποσοστό 36,93% (217,671

τετραγωνικά χιλιόμετρα) και οι οικισμοί σε ποσοστό 2,89% ακολουθούν (Επιχ. Προγρ. Δήμου Αμυνταίου,2015).

Τα γεωφυσικά του χαρακτηριστικά είναι αυτά που ουσιαστικά ορίζουν και τα διοικητικά όρια του δήμου σε σχέση με τις γειτονικές περιοχές. Στα βόρεια και δυτικά κυριαρχεί η οροσειρά του Βέρνου (Βιτσίου) που χωρίζει την περιοχή από τις γειτονικές της Φλώρινας και της Καστοριάς, με διόδους επικοινωνίας τα φυσικά περάσματα του Κλειδιού και του Λεχόβου - Κλεισούρας αντίστοιχα. Προς τα βόρεια και ανατολικά το τοπίο του δήμου κυριαρχείται και ορίζεται από τις υπώρειες της οροσειράς του Βόρα (Καιμάκτσαλαν) και την λίμνη Βεγορίτιδα, υδάτινο όριο με το γειτονικό Νομό Πέλλας. Προς τα νότια και δυτικά οι λίμνες Ζάζαρη και Χειμαδίτιδα, μαζί με τις υπώρειες του όρους Άσκιο (Σινιάτσικο) αποτελούν τα φυσικά σύνορα με την πεδιάδα της Εορδαίας, με τον οποίο ο δήμος συνορεύει και προς τα νότια και ανατολικά, μέχρι τις υπώρειες της οροσειράς του Βερμίου.

Εκτός από τον ορεινό χαρακτήρα του νομού (το 74% της έκτασής του καταλαμβάνεται από ορεινές και ημιορεινές εκτάσεις), παρουσιάζονται και δύο σημαντικές πεδιάδες, της Φλώρινας και του Αμυνταίου, οι οποίες αποτελούν τμήμα της λιγνιτοφόρου λεκάνης με μήκος περίπου 100 χλμ και μέσο πλάτος γύρω στα 15 χλμ. Το μέσο απόλυτο υψόμετρό τους είναι τα 600 μ και η διεύθυνσή τους είναι ΒΒΔ-ΝΝΑ (Μουντράκης,2010).



Εικόνα 23: Οι Λίμνες της λεκάνης του Αμυνταίου (googleearth).

Η λεκάνη διαχωρίζεται σε δύο υπολεκάνες : το πιο χαρακτηριστικό έξαρμα (στα 900 μ μέσο υψόμετρο) είναι το Κλειδιού-Ξινού Νερού-Αετού, το οποίο χωρίζει το βόρειο τμήμα

(υπολεκάνη Φλώρινας) από το νότιο τμήμα (υπολεκάνη Αμυνταίου-Πτολεμαΐδας)Μεταξύ του Βόρα και του Βερμίου αναπτύσσεται η λίμνη Βεγορίτιδα, ως ένα ανεξάρτητο τεκτονικό βύθισμα (Παυλίδης,1985).

### **Λίμνες**

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης του Δήμου Αμυνταίου, όπως γενικά και όλος ο Νομός Φλώρινας, έχει πλούσιο υδροφόρο ορίζοντα και διαθέτει τέσσερις λίμνες, χείμαρρους και μικρότερα ποτάμια (εικ.23). Βασικό ρόλο στην διαμόρφωση του υδρολογικού δικτύου της ευρύτερης περιοχής έχουν διαδραματίσει η γεωλογική σύσταση των σχηματισμών και η τεκτονική (Κουμαντάκης,1995).

Οι λίμνες της περιοχής σχηματίστηκαν είτε σε μεγάλες γεωλογικές καθιζήσεις όπως οι λίμνες Βεγορίτιδα, Πετρών, Ζάζαρη και Πρέσπες, είτε μέσα σε γεωκαθιζήσεις όπου η διαφυγή νερού ήταν αδύνατη, όπως η λίμνη Χειμαδίτιδα.

Οι λίμνες της πρώτης περίπτωσης θεωρούνται ότι είναι τα βαθύτερα τμήματα της Αιγαίας Λεκάνης που διέσχιζε το Αιγαίο Πέλαγος και έφθανε μέχρι την περιοχή των Σκοπίων της Σερβίας. Αυτές θεωρούνται ότι είναι τεκτονικής προέλευσης και πιθανόν να προήλθαν από καρστικές προλιμνιαίες καθιζήσεις. Σχετίζονται επίσης με την μεγάλη τεκτονική τάφρο Φλώρινας – Αμυνταίου- Πτολεμαΐδας – Σερβίων.

Οι λίμνες Βεγορίτιδα, Ζάζαρη και Πετρών θεωρούνται ότι αποτελούν τα κατάλοιπα της Εορδαίας λεκάνης. Αντίθετα οι λίμνες Μεγάλη και Μικρή Πρέσπα θεωρούνται τμήματα της υδάτινης λεκάνης των Δασαριτών και ανήκουν στις καρστικές λίμνες.

Η λίμνη Πετρών και τμήμα της λίμνης Βεγορίτιδας, συγκαταλέγονται στους υδατικούς πόρους του δήμου Αμυνταίου. Οι δύο αυτές λίμνες έχουν δημιουργηθεί στα όρια των νοτιοδυτικών απολήξεων του Βόρα με τα χαμηλότερα βορειοανατολικά σημεία της λεκάνης του Αμυνταίου, ως συνέχεια της υδρολογικής λεκάνης της Εορδαίας (Παυλίδης 1985, Pavlides-Mountrakis 1987).

Όλες οι λίμνες του νομού μαζί με τις γειτονικές λίμνες της Καστοριάς και της Οχρίδας (Γιουγκοσλαβία) αποτελούν υπολείμματα από ένα πλούσιο ενιαίο οικοσύστημα μοναδικού βιότοπου (Κουτσομπίδης,1989).

### **Η Βεγορίτιδα Λίμνη**

Η Βεγορίτιδα (εικ.23) αναφέρεται και ως λίμνη Οστρόβου, ενώ άλλες τρεις ονομασίες της είναι λίμνη Άρνισσας, λίμνη Κέλλη και λίμνη Αγίου Παντελεήμονα. Πιθανόν να έχει πάρει το όνομα της από την παραλίμνια πόλη Βεγόρα (Σαμσάρης,1989).

Η λίμνη Βεγορίτιδα είναι η δεύτερη σε μέγεθος λίμνη της Ελλάδος, μετά την Πρέσπα, και ανήκει σε δύο νομούς, το νομό Φλώρινας και το νομό Πέλλας και περιβάλλεται από τα όρη Βόρας στα βόρεια, Βέρμιο στα ανατολικά, Σκοπός στα νότια και Άσκιο στα δυτικά, ενώ μόλις 2.5 χλμ στα ανατολικά της βρίσκεται η λίμνη των Πετρών. Η Βεγορίτιδα αποτελεί το χαμηλότερο σημείο του συμπλέγματος των λιμνών Ζάζαρης, Χειμαδίτιδας και Πετρών από τις οποίες τροφοδοτείται με νερά μέσα από ένα σύστημα διωρύγων και καναλιών, ενώ σε αυτήν καταλήγουν και τέσσερα μεγάλα ρέματα: του Φαραγγίου, της Πεντάβρυσου, του Αγίου Αθανασίου και της Άρνισσας.

Η λίμνη Βεγορίτιδα είναι δύσκολο να περιγράψει ως προς τα τυπικά της χαρακτηριστικά, αφού το μέγεθός της μεταβάλλεται συνέχεια, με τα νερά της να υποχωρούν έως το 2005 αλλά να επανακάμπτουν την τελευταία δεκαετία. Από το 1986 υπάρχουν στοιχεία που αποδεικνύουν την πτώση και την επάνοδο των νερών της σε ανύποπτο χρόνο, δίχως αυτό να οφείλεται σε κλιματολογικούς παράγοντες (Αντωνόπουλος κ.α.,1996).

Έχει μία μόνο καρστική διαρροή (καταβόθρα) με την οποία τροφοδοτεί τον ποταμό Εδεσσαίο. Γι' αυτόν τον λόγο, σε περιόδους βροχής η στάθμη της λίμνης ανεβαίνει και υπερχειλίζει τις γύρω εκτάσεις. Από το 1954 έχει διανοιχθεί σήραγγα μήκους 6 χλμ που διοχετεύει τα νερά της Βεγορίτιδας. Θεωρώντας τη στάθμη της λίμνης σε υψόμετρο σήμερα 517 μ, το μέγιστο βάθος μπορεί να φτάνει τα 75 μ., ενώ τη επιφάνειά της έχει έκταση περίπου 62χλμ<sup>2</sup>. Είναι λίμνη αλπικού τύπου και τεκτονικής προέλευσης και αποδέκτης νερών μιας υδρολογικής λεκάνης έκτασης περίπου 1800 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Πιθανότατα έχει προέλθει από καρστικές προλιμναίες καθιζήσεις κατά τη διάρκεια μεγάλων γεωλογικών καθιζήσεων του παρελθόντος (Παρασχούδης κ.α.,2001).

Στις όχθες της λίμνης βρίσκονται δύο μεγάλες κοινότητες η Άρνισσα και ο Άγιος Παντελεήμονας, ενώ γύρω της υπάρχουν τα χωριά Φαράγγι, Μανιάκι, Βεγόρα, Περαία, Δροσιά, Ξανθόγεια και Άγιος Αθανάσιος. Η Βεγορίτιδα, μαζί με τις κοντινές της λίμνες είναι ότι έχει απομείνει από την τεράστια λίμνη της Εορδαίας (Σαριγκιόλ), η έκταση της οποίας έφτανε το ένα εκατομμύριο στρέμματα και το βάθος της, τα 250 μ. (Κολιόπουλος-Μιχαηλίδης,2007).

Η λίμνη θεωρείται σημαντικός υδροβιότοπος, ενώ μαζί με τις υπόλοιπες λίμνες αποτελούν ένα σημαντικό υδροτοπικό σύστημα της περιοχής με περιβαλλοντικό, οικολογικό, τουριστικό και πολιτισμικό ενδιαφέρον.

#### 1.4. Γεωλογικά δεδομένα

Σε αυτό το κεφάλαιο θα εξεταστούν τα γεωλογικά και τεκτονικά στοιχεία τόσο στην στενή περιοχή του οικισμού της Βεγόρας, όσο και στην ευρύτερη περιοχή της λεκάνης Πτολεμαΐδας- Αμυνταίου. Οι πληροφορίες αυτού του κεφαλαίου θα χρησιμοποιηθούν για την κατανόηση του υπεδάφους και τη δημιουργία του μοντέλου της περιοχής της Βεγόρας, το οποίο στη συνέχεια θα βοηθήσει στην παρουσίαση, στην ερμηνεία και στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της γεωφυσικής διασκόπησης στη θέση «Τσαΐρια της Εκκλησίας» στη Βεγόρα.

#### Παλαιογεωγραφική και γεωτεκτονική θέση της Πελαγονικής Ζώνης

Η λεκάνη μελέτης ανήκει στην Πελαγονική Ζώνη (εικ.24) και πιο συγκεκριμένα στο βορειότερο τμήμα της επί Ελληνικού Εδάφους.

Η Πελαγονική ζώνη καθορίστηκε από τον Kossmat (1924) με την ονομασία «Πελαγονική μάζα και το κάλυμμα της» επειδή συγκροτείται κυρίως από κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα (μάζα), πάνω στα οποία υπάρχουν Μεσοζωικά ιζήματα(κάλυμμα). Ο όρος Πελαγονική ζώνη καθιερώθηκε από τους



Εικόνα 24: Γεωτεκτονικός χάρτης της Ελλάδας (Μουντράκης,1985).

Brunn (1956) και Aubouin (1957) στα πλαίσια της διαίρεσης της Ελλάδας σε γεωτεκτονικές ζώνες.

Η πελαγονική ζώνη χαρακτηρίστηκε σαν μεγάλη υποθαλάσσια ράχη (ύβωμα) που χώριζε κατά την διάρκεια των Αλπικών χρόνων την αύλακα Αξιού προς τα ανατολικά από την αύλακα της Πίνδου προς τα δυτικά και δέχτηκε νηριτική ανθρακική ιζηματογένεση κατά το Μεσοζωικό. Η υποθαλάσσια ράχη της Πελαγονικής πιστεύονταν ότι διακόπτονταν από δύο διαύλους (βυθίσματα), στις περιοχές Κοζάνης και Κεντρικής Εύβοιας, δια μέσου των οποίων επικοινωνούσαν οι δύο αύλακες.

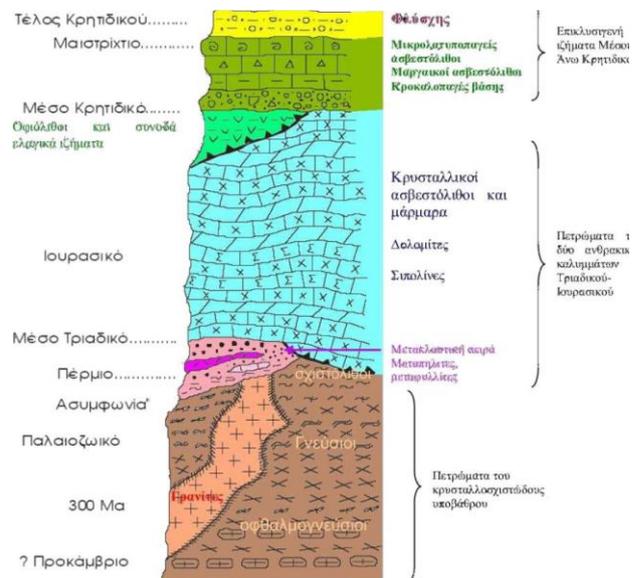
Οι σύγχρονες απόψεις θεωρούν την Πελαγονική ένα μεγάλο ηπειρωτικό κομμάτι, τμήμα της Κιμμερικής ηπείρου που αποσπάσθηκε από την Gondwana και εκατέρωθεν του οποίου αναπτύχθηκαν δυο ωκεάνιες περιοχές, της Παλαιο-Τηθύος (ζώνη Αξιού) και Νέο - Τηθύος (Υποπελαγονική Πίνδου) από τις οποίες προήλθαν με επώθηση οι οφειόλιθοι (Mountrakis,1986).

Οι δύο περιοχές που αναφέρθηκαν παραπάνω ως διάυλοι είναι απλά δυο περιοχές όπου διατηρούνται οι μάζες των οφειολίθων και των συνοδών ιζημάτων που προήλθαν με επώθηση από τους δύο ωκεάνιους χώρους.

Η Πελαγονική ζώνη με διεύθυνση ΒΒΔ - ΝΝΑ εκτείνεται από τη Γιουγκοσλαβία προς τους Ελληνικούς ορεινούς όγκους του Βόρα (Καίμακτσαλάν 2524m), του Βέρνου (Βίτσι 2128m), του Βέρμιου, των Πιερίων, του Ολύμπου, του Πηλίου και της Βόρειας Εύβοιας, στη συνέχεια κάμπτεται προς τις Σποράδες και περιλαμβάνει τα νησιά Σκιάθος, Σκόπελος, Σκύρος. Πιθανή προέκταση της Πελαγονικής ζώνης στο Αιγαίο είναι τα νησιά Οinouσες (Βόρεια της Χίου) από όπου η ζώνη περνάει στη Μικρά Ασία.

Η Πελαγονική ενότητα περιλαμβάνει τους παρακάτω σχηματισμούς αναφερόμενοι από τον παλαιότερο προς τον νεότερο (εικ.25):

- Τριαδικούς σχιστόλιθους με παρεμβολές ηφαιστειακών πετρωμάτων. Τοποθετούνται ασύμφωνα πάνω στο κρυσταλλοσχιτώδες υπόβαθρο και τους γρανίτες..



Εικόνα 25:Συνοπτική λιθοστρωματογραφική-τεκτονική στήλη της Πελαγονικής ζώνης στη Δυτική Μακεδονία (Μουντράκης,1986).

- Τεφρούς και κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους και δολομίτες ηλικίας μέσου Τριαδικού έως Λιασίου. Στα ανώτερα μέλη της ακολουθίας παρεμβάλλεται ένας ηφαίστειο ιζηματογενής σχηματισμός (σχιστοψαμμιτοκερατολιθική διάπλαση) που περιλαμβάνει οφειολιθικά τεμάχη.
- Μεσοστρωματώδεις έως λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθους, με γενική ηλικία άνω Ιουρασικό έως κάτω Κρητιδικό.
- Βασικό κροκαλοπαγές επίκλησης, σε εναλλαγές με μαργαϊκούς ασβεστόλιθους
- Παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθους άνω Κρητιδικής ηλικίας.
- Τυπικός φλύσχη που αποτελείται από χονδροκλαστικούς σχηματισμούς, με ηλικία άνω Κρητιδικό – Ηώκαινο.

Οι Μεταλλικοί σχηματισμοί επικάθονται ασύμφωνα στα κρυσταλλισχιστώδη και ασβεστιτικά πετρώματα και περιλαμβάνουν Νεογενή ιζήματα και τεταρτογενείς αποθέσεις (Mountrakis, 1984).

#### **Γεωλογία της περιοχής μελέτης (λεκάνη Φλώρινας – Πτολεμαΐδας- Σερβίων).**

Το υπόβαθρο τη λεκάνης συνίσταται από προμεσοζωικούς και μεσοζωικούς σχηματισμούς μεταμορφωμένους ή μη, ενώ η λεκάνη είναι πληρωμένη με νεογενή και τεταρτογενή ιζήματα. Το υπόβαθρο της λεκάνης στα δυτικά και βόρεια (Άσκιο όρος και πρόβουνοι) είναι κρυσταλλοσχιστώδες και εντάσσεται στη Πελαγονική ζώνη. Συγκροτείται από παλαιοζωικά κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα ποικίλης πετρολογικής σύστασης (γενέσιιοι, κρυσταλλικοί σχιστόλιθοι, χαλαζίτες, φυλλίτες) και ποικίλου βαθμού μεταμόρφωσης (μαρμαρυγιακοί, αμφιβολιτικοί, αργιλικοί, σερικιτικοί και χλωριτικοί σχιστόλιθοι). Στα ανατολικά και νότια (Βέρμιο όρος και πρόβουνοι) υπάρχουν σχηματισμοί του μεσοζωικού καλύμματος της Πελαγονικής ζώνης.

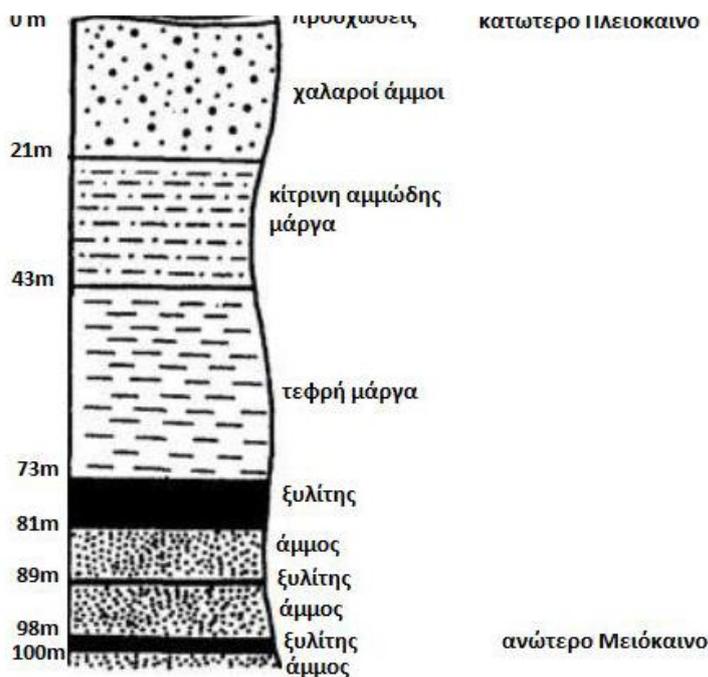
Διακρίνονται κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι και δολομίτες Τριαδικοιουρασικής ηλικίας, σχιστοκερατόλιθοι με οφιόλιθους και μεσοϊουρασικής ηλικίας, απολιθωματοφόροι ασβεστόλιθοι μέσο - άνω κρητιδικής ηλικίας και η σειρά κλίνει προς τα πάνω με το μαιστρίχτιο φλύσχη (Μουντράκης 1983, Παυλίδης 1985).

Στη συνέχεια ακολουθούν τα νεογενή ιζήματα που επικάθονται ασύμφωνα επάνω στα μεσοζωικά πετρώματα του υποβάθρου και είναι σχεδόν αποκλειστικά λιμναίας προέλευσης όπως μάργες, άργιλοι, άμμοι κ.α., που περικλείουν τους λιγνίτες και συνοδεύονται από ποταμοχειμάρριες ή χερσαίες αποθέσεις (Παυλίδης, 1985). Η ηλικία τους τοποθετείται γενικά στο Ανώτατο Μειόκαινο – Πλειόκαινο.

Κατά το νεογενές στις αβαθείς λίμνες που είχαν δημιουργηθεί, λόγω της τεκτονικής που έδρασε στην περιοχή, δημιουργήθηκε κατάλληλο περιβάλλον για τον σχηματισμό λιγνίτη. Ο πυθμένας των ελών ακολουθούσε αργή, συνεχή βύθιση όπου συγκεντρώθηκαν μεγάλες ποσότητες φυτών και λειψάνων, με αποτέλεσμα να προκύψουν λιγνιτικά στρώματα. Κατά περιόδους η βύθιση του πυθμένα άλλαζε ρυθμό βύθισης με αποτέλεσμα την διακοπή του σχηματισμού λιγνίτη και την δημιουργία μαργών και άλλων στείρων ιζημάτων (Anastopoulos-Koukoulas, 1972).

Οι νεότερες αποθέσεις (**νεογενή ιζήματα**) της λεκάνης σύμφωνα με τον Παυλίδη (1985) χωρίζονται σε τρεις σχηματισμούς:

- i. Τον σχηματισμό της βάσης, όπου ανήκουν τα βαθύτερα στρώματα των νεογενών ιζημάτων της λεκάνης, τα οποία και δεν εμφανίζονται επιφανειακά. Ο σχηματισμός αυτός αποτελείται κυρίως από κλαστικά ιζήματα.
- ii. Τον σχηματισμό Βεγόρας, ο οποίος χαρακτηρίζεται από τη λιγνιτοφορία τύπου



Εικόνα 26: Λιθολογική στήλη του σχηματισμού Βεγόρας στο λιγνιτωρυχείο Βεγόρα (Παυλίδης, 1985).

ξυλίτη που φιλοξενεί. Στην στρωματογραφική στήλη που ακολουθεί (εικ.26) βλέπουμε την λιθολογία του σχηματισμού, οποίος αποτελείται από άμμο, ξυλίτη και μάργα.

- iii. Τέλος τον σχηματισμό Πτολεμαΐδας, όπου σύμφωνα με τον Παυλίδη (1985), τα λιγνιτικά στρώματα τύπου γαιώδους λιγνίτη Πτολεμαΐδας και τα συνοδά τους λιμναία ιζήματα, τόσο εκείνα που βρίσκονται σε εναλλασσόμενα διάταξη όσο και εκείνα που υπόκεινται ή υπέρκεινται του λιγνίτη, συγκροτούν τον σχηματισμό της Πτολεμαΐδας. Ο σχηματισμός της Πτολεμαΐδας, με πάχος περίπου 110m, αποτελείται από εναλλαγές στρωμάτων λιγνίτη, μαργών, λιγνιτών, άμμων, μαργαϊκών ασβεστόλιθων και όλων των ενδιάμεσων λιθολογικών τύπων και σύμφωνα με τον Παυλίδη (1985) έχει υποδιαιρεθεί στα μέλη Κύριο πεδίο, Καρδιάς και Νότιο.

Τα υποκείμενα των λιγνιτικών στρωμάτων ιζήματα και η κατώτερη λιγνιτοφόρα στιβάδα συγκροτούν το **Κατώτερο Μέλος** του σχηματισμού (ή μέλος Κύριου Πεδίου), το οποίο αποτελείται από ρυθμικές εναλλαγές λιγνίτη και μάργας που δημιουργούν τριάντα λιθολογικά ζεύγη με μέσω πάχος 2m (Παυλίδης,1985).

Προς τα πάνω ακολουθεί το **ενδιάμεσο μέλος** (μέλος Καρδιάς), που αποτελείται από δύο παρεμβολές μαργών που διαχωρίζονται από λιγνιτικά στρώματα.

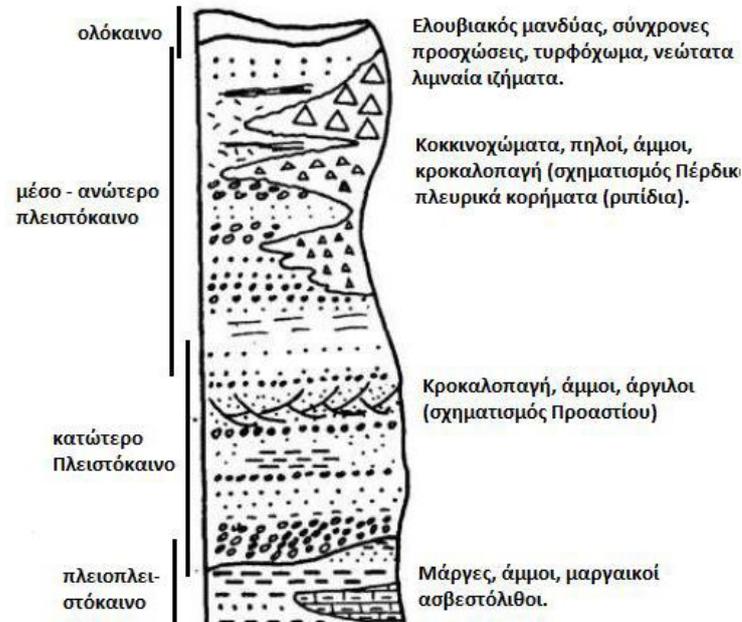
Τέλος το **ανώτερο Μέλος** (Νότιου Πεδίου), το οποίο περιλαμβάνει τα ανώτερα στρώματα του λιγνίτη και τα υπερκείμενα του. Τα στρώματα του ανώτερου μέλους εμφανίζονται επιφανειακά σε πολλά σημεία τις λεκάνης έχουν ποικίλη σύσταση και υφή και αποτελούνται από άμμους, αργίλους, μάργες, χαλαρά κροκαλοπαγή, ψαμμιτικούς κόκκους και λεπτές στρώσεις μαργαϊκού ασβεστολίθου, που κάθονται σύμφωνα στα ανώτερα λιγνιτικά στρώματα. Χαρακτηριστικός είναι ο σχετικά εκτεταμένος ορίζοντας μαργαϊκού ασβεστόλιθου πάχους από μερικά εκατοστά έως λίγα μέτρα (Παυλίδης,1985).

Το σύνολο σχεδόν της λεκάνης καλύπτεται από τεταρτογενείς αποθέσεις, οι οποίες επικάθονται ασύμφωνα πάνω στα Πλειοκαινικά στρώματα λόγω τεκτονισμού Ανώτερου Πλειόκαινου- Κατώτερου Πλειστόκαινου και αλλαγών στις κλιματολογικές και περιβαλλοντικές συνθήκες. Η προέλευσή τους είναι λιμνοδελταική, ποταμοχειμάρρια και χερσαία (Παυλίδης,1985).

Στην **Τεταρτογενή σειρά** διακρίνονται από κάτω προς τα πάνω οι ακόλουθες ενότητες (εικ.27):

1. Ο σχηματισμός Προαστίου (ποταμοχειμάρριες αποθέσεις), ο οποίος αποτελείται από άμμους, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή. Η σειρά αυτή δεν εξαπλώνεται με ομοιόμορφο πάχος.

2. Ακολουθεί ο σχηματισμός Περδίκκα (ποταμιολιμναίες αποθέσεις), ο οποίος συνίσταται από στρώσεις λεπτόκοκκων άμμων με εναλλαγές αμμούχων αργίλων και μαργών και από φακοειδείς στρώσεις ψηφιδοπαγών και χαλαρών κροκαλοπαγών με κροκάλες μικρού μεγέθους. Κατά θέσεις απαντώνται συστήματα εναλλαγής μαργαϊκών, αργιλικών και λιγνιτικών στρωμάτων. Τα ιζήματα αυτού του σχηματισμού αποτέθηκαν σε όλη τη λεκάνη.

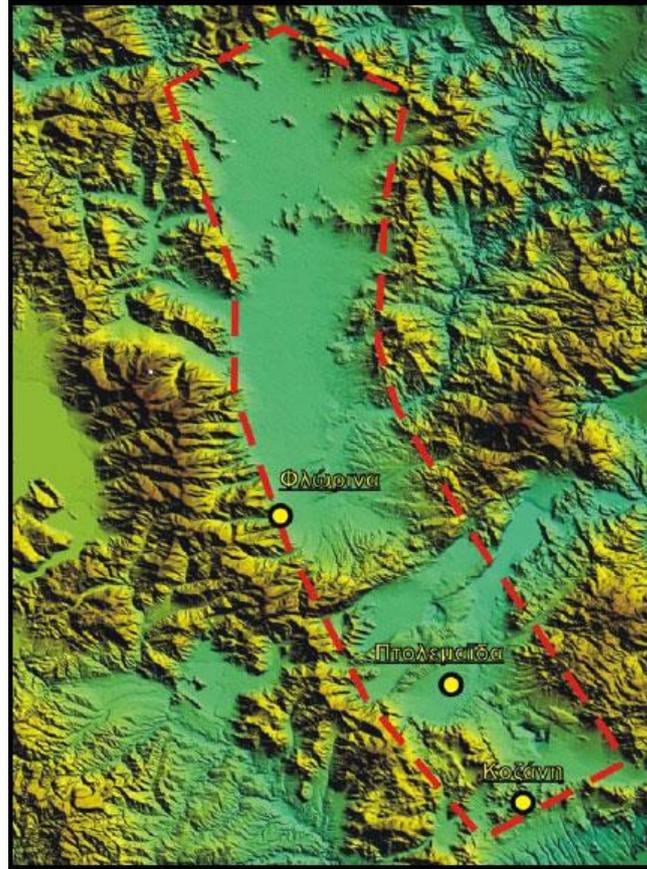


Εικόνα 27: Σύνθετη στρωματογραφική στήλη των Τεταρτογενών σχηματισμών της λεκάνης Πτολεμαΐδας (Παυλίδης, 1985).

3. Τέλος και το ανώτερο σημείο καταλαμβάνουν οι σύγχρονες αποθέσεις, όπου κατατάσσονται ο παχύς ελουβιακός μανδύας, που αποτελείται από τα προϊόντα αποσάθρωσης των προϋπαρχόντων σχηματισμών, οι σύγχρονες ποτάμιες προσχώσεις, οι κώνοι κορημάτων και τα συνάγματα των περιθωρίων της λεκάνης (Koukouzas et all, 1979).

### Νεοτεκτονική εξέλιξη της περιοχής έρευνας.

Η λεκάνη της Φλώρινας μαζί με τις λεκάνες της Κοζάνης, Πτολεμαΐδας, Αμυνταίου και του Μοναστηρίου (εικ.28), αποτελούν τμήματα μιας πολύ μεγάλης επιμήκου ενδοορεινής λεκάνης που αναπτύσσεται μεταξύ των ορεινών όγκων της Δυτικής Μακεδονίας. Η διεύθυνση του επιμήκη άξονα της είναι ΒΔ- ΝΑ και ταυτίζεται με τον ορογραφικό άξονα των οροσειρών.



Εικόνα 28: Χάρτης λεκάνης Κοζάνη - Πτολεμαίδα - Φλώρινα – Μοναστήρι (Παυλίδης,1985).

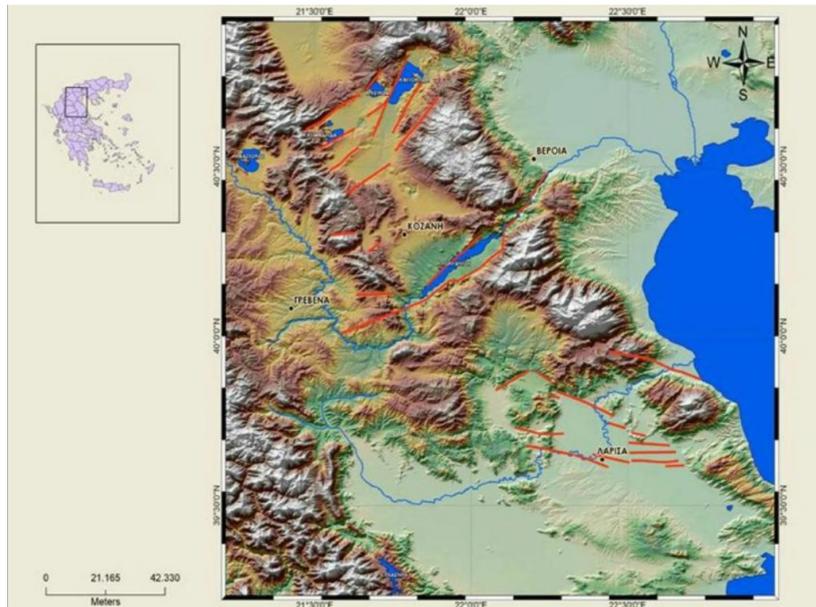
Η δημιουργία της μεγάλης αυτής λεκάνης και των επιμέρους μικρότερων λεκανών στις οποίες χωρίζεται σήμερα οφείλετε στην Τεκτονική (εικ.29). Η δημιουργία των λεκανών συντελέστηκε με τις τεκτονικές διεργασίες του Ανώτερου Μειοκαίνου (Μουντράκης,1988).

Η χρονολόγηση του πρωταρχικού σχηματισμού του τεκτονικού βυθίσματος μπορεί να γίνει με βάση την ηλικία των αρχαιότερων ιζημάτων που πληρούν τα βαθύτερα τμήματα της λεκάνης. Τα μέχρι σήμερα γνωστά παλαιότερα νεογενή ιζήματα είναι τα κροκαλοπαγή της βάσης, τα οποία υπόκεινται των αμμωδών αργιλομαργών της Βεγόρας ηλικίας Ανωτέρου Μειοκαίνου – Κατώτατου Πλειοκαίνου.

Σύμφωνα με τα δεδομένα αυτά μια ελάχιστη ηλικία για την αρχική δημιουργία του τεκτονικού βυθίσματος θα μπορούσε να θεωρηθεί σαν πιο πιθανή εκείνη του Μέσου - Ανώτερου Μειοκαίνου. Είναι γνωστό ότι την περίοδο αυτή αναπτύχθηκε ένα εκτεταμένο εφελκυστικό πεδίο τόσο στη Βόρεια Ελλάδα όσο και στο Αιγαίο, το οποίο πιστεύεται ότι ήταν γενικό και υπεύθυνο για τη δημιουργία μιας σειράς τεκτονικών βυθισμάτων (Παυλίδης,1985).

Τα σχετικά με το χρονικό της εξέλιξης της λεκάνης συμπεράσματα της μελέτης συνοψίζονται στα εξής (εικ.29) ( Παυλίδης,1985):

1. Ως συνέπεια του εκτεταμένου εφελκυσμού του Μέσου-Ανώτερου Μειοκαινού ο οποίος συνεχίστηκε και κατά το Πλειστόκαινο σχηματίστηκε και διευρύνθηκε το αρχικό τεκτονικό βύθισμα, το οποίο δέχτηκε τα πρώτα χερσοποτάμια ιζήματα.
2. Στο βύθισμα αυτό αναπτύχθηκε μεγάλη λίμνη μέσα στην οποία αποτέθηκαν τα πρώτα λεπτόκοκκα ιζήματα. Κατά την εφελκυστική φάση του Πλειοκαινού τα ιζήματα αυτά ρηγματώθηκαν. Τμήματά τους κυρίως στα ανατολικά έμειναν ανυψωμένα ενώ άλλα βυθίστηκαν.
3. Κατά τη διάρκεια του Πλειόκαινου συμπληρώθηκε η λιμναία ιζηματογένεση(μάργες, άργιλοι, λιγνίτες, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι). Το βάθος της λίμνης ήταν μεταβαλλόμενο εποχιακά και οι πηγές τροφοδοσίας του υλικού ήταν τόσο τα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα των δυτικών περιθωρίων της λεκάνης, όσο και τα ανθρακικά των ανατολικών περιθωρίων. Κατά τη διάρκεια του Πλειόκαινου-Πλειοπλειστόκαινου εκδηλώθηκαν και τοπικά συμπιεστικά τεκτονικά επεισόδια μικρής έκτασης.
4. Από το Ανώτατο Πλειόκαινο και ιδιαίτερα από το Κατώτερο Τεταρτογενές άρχισε ένας νέος έντονος εφελκυσμός ο οποίος έφερε μεγάλη τεκτονική αναστάτωση στην περιοχή. Επαναδραστηριοποιήθ



Εικόνα 29: Χάρτης της τεκτονικής τάφρου και τοποθέτηση ρηγμάτων ( Παυλίδης,1985).

ηκαν μεγάλα προϋπάρχοντα ρήγματα, ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης, κομμάτια βυθίστηκαν ακόμη περισσότερο, αλλά ανυψώθηκαν και καινούργια βυθίσματα και εξάρματα δημιουργήθηκαν. Ιδιαίτερα ξεχωρίζει το μεγάλο τεκτονικό βύθισμα της λίμνης Βεγορίτιδας το οποίο σαν ανεξάρτητο τεκτονικό βύθισμα αναπτύσσεται μεταξύ Βόρα

και Βερμίου και συνεχίζει ακόμη νοτιότερα μέχρι την υπολεκάνη της Πτολεμαΐδας. Ταυτόχρονα η λιμναία ιζηματογένεση διακόπηκε και μια εκτεταμένη λιμνοδελταϊκή και χερσοποτάμια φάση έλαβε χώρα.

5. Κατά το Τεταρτογενές οι λίμνες περιορίστηκαν σημαντικά και χερσαία ιζήματα και πλευρικά ριπίδια κάλυψαν πολλές περιοχές. Τα ρήγματα λειτούργησαν μέχρι το Ανώτερο Πλειστόκαινο-Ολόκαινο. Τέλος, σε συνδυασμό πάντα με τα φαινόμενα της διάβρωσής ολοκληρώθηκαν οι διεργασίες που έδωσαν την σημερινή εικόνα της περιοχής.

### **1.5. Κλίμα – Χλωρίδα – Πανίδα**

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστεί μια σύντομη ανασκόπηση των κλιματολογικών συνθηκών της περιοχής της έρευνας καθώς και μια αναφορά στην χλωρίδα και την πανίδα της ευρύτερης περιοχής.

#### **Το κλίμα της περιοχής**

Η Δυτική Μακεδονία ως ορεινή περιοχή (Άνω = ορεινή Μακεδονία) με υψόμετρο 500 – 700μ και ως απομονωμένη γεωγραφικά από την ευεργετική επίδραση των θαλάσσιων ανέμων, λόγω των βουνοσειρών που την περικλείουν, έχει κλίμα ηπειρωτικό με ορισμένες κατά τόπους παραλλαγές, που οφείλονται στη διαφοροποίηση του εδαφικού ανάγλυφου (Σαμσάρης,1989).

Ειδικότερα το κλίμα στην περιοχή της Φλώρινας όπως και στις περισσότερες περιοχές της Μακεδονίας είναι ηπειρωτικό με ψυχρούς χειμώνες, πολλές βροχοπτώσεις και χιονοπτώσεις. Επηρεάζεται από την γεωγραφική θέση, το υψόμετρο, τους μεγάλους ορεινούς όγκους και την παρουσία λιμνών στην περιοχή του Αμυνταίου και των Πρεσπών. Χαρακτηρίζεται από μια ψυχρή - υγρή και μια θερμή – ξηρή περίοδο.

Η παρουσία των λιμνών επηρεάζει θετικά το μικροκλίμα των γειτονικών τους περιοχών, προσφέροντας ηπιότερες συνθήκες κατά τη διάρκεια του χειμώνα, αν και κατά μεγάλες περιόδους ολικού παγετού οι μικρότερες από αυτές παγώνουν (Zacharias et all,2002).

Ο μέσος όρος ετήσιας βροχόπτωσης κατά τα έτη 2003-2017 είναι 611 mm. Κατά τη διάρκεια της χρονικής περιόδου 2003-2017, βροχερότερο έτος ήταν το 2014 με 791,80mm, ενώ λιγότερο βροχερό το 2003 με 349,00mm. Η μέση ετήσια θερμοκρασία των περιοχών του Αμυνταίου ανέρχεται σε 14,43°C. Θερμότερο έτος ήταν το 2007 με θερμοκρασία 15,09°C και ψυχρότερο το 2005 με θερμοκρασία 13,59°C (Μετεωρολογικός Σταθμός Αμυνταίου).

Οι αρχαίες πηγές δεν διέσωσαν πληροφορίες για το κλίμα της περιοχής που μελετούμε. Μόνο ο Λίβιος (Liv.XLV, 30) αναφέρεται στο ψυχρό κλίμα της Πελαγονικής λεκάνης, στην οποία ανήκε ο σημερινός νομός Φλώρινας. Ωστόσο, μπορεί κανείς να σχηματίσει μια ιδέα για το κλίμα της, με βάση τα σημερινά δεδομένα. Και αυτό γιατί : 1) οι κλιματικές συνθήκες δεν έχουν μεταβληθεί πολύ από την αρχαιότητα ως τα μέσα τουλάχιστον του 20ου αιώνα και 2) οι γεωγραφικοί παράγοντες που συντελούν στη διαμόρφωση των κλιματικών συνθηκών, παρέμειναν σχεδόν αμετάβλητοι στο πέρασμα των αιώνων (Σαμσάρης,1989).

### **Η Χλωρίδα**

Η χλωρίδα που αναπτύσσεται στην ευρύτερη περιοχή του λεκανοπεδίου Πτολεμαΐδας - Αμυνταίου είναι ιδιαίτερα πλούσια, γεγονός που οφείλεται κυρίως στο γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής , το κλίμα και τη γεωγραφική της θέση.

Στους ορεινούς όγκους που περιβάλλουν το λεκανοπέδιο απαντώνται απέραντα δάση από κωνοφόρα, φυλλοβόλα και αειθαλή πλατύφυλλα δέντρα. Μπορεί κανείς να διακρίνει τρεις διαδοχικές δασικές ζώνες: Η πρώτη ζώνη που τοποθετείται σε υψόμετρο πάνω από 900 – 1.000 μ. περιλαμβάνει δάση από έλατα, πεύκα και οξιές. Η δεύτερη ζώνη, που εκτείνεται σε χαμηλότερο υψόμετρο και φτάνει ως τις κατώτερες παρειές των βουνών και ως τα υψίπεδα, περιλαμβάνει κυρίως δάση από καστανιές, λεπτοκαρυές, καρυδιές και κρانيές . Τέλος, η τρίτη δασική ζώνη που εκτείνεται στα χαμηλότερα μέρη και κυρίως στην παραλιακιά περιοχή αποτελείται από διάφορα δέντρα, όπως είναι η βελανιδιά, η φτελιά, η φιλύρα, η ιτιά και η λεύκη, καθώς και από αειθαλή πλατύφυλλα δέντρα και θάμνους (Σαμσάρης,1989).

Ιδιαίτερο γνώρισμα της βλάστησης του λεκανοπεδίου της Πτολεμαΐδας είναι η απουσία μεσογειακών (θερμόφιλων) σκληροαειφύλλων ειδών. Άλλο σημαντικό γνώρισμα της βλάστησης των ορεινών όγκων που περιβάλλουν το λεκανοπέδιο είναι το υψηλό ποσοστό ποωδών ειδών (η παπαρούνα, το χαμομήλι, το σινάπι και ο βασιλικός) και το χαμηλό ποσοστό μονοετών ποωδών φυτών (ο άνηθος, ο μάραθος, το σέλινο, η ρίγανη και το θυμάρι). Αυτό δείχνει ότι η βλάστηση του υψιπέδου της Πτολεμαΐδας δεν είναι μεσογειακή (Ζαραφίδηςκ.α,2005).

Πρέπει ακόμη να αναφερθεί ότι στην περιοχή της Φλώρινας ευδοκούν σπάνια ενδημικά αγριολούλουδα (όπως το είδος Εσπερίς του Ρέχιγκερ), που δεν συναντώνται σε καμία άλλη περιοχή της Ελλάδας ή του κόσμου. Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει σε δύο ακόμη είδη της χλωρίδας της περιοχής : τα μανιτάρια ( ποικιλίες όπως το Γανόδερμα, οι Τρομπέτες της αφθονίας και το Αυτί του Ιούδα) και τις ορχιδέες (Κολιόπουλος-Μιχαηλίδης,2007).

Μελέτες για την ανασύσταση του περιβάλλοντος και του κλίματος στην καθεαυτή περιοχή της Κίτρινης Λίμνης δεν έχουν προς το παρόν διεξαχθεί, οπότε οι έρευνα περιορίστηκε στα σύγχρονα στοιχεία για την χλωρίδα της περιοχής.

### **Η πανίδα**

Τα πυκνά και πλούσια δάση της Δυτικής Μακεδονίας, καθώς και η ποώδης βλάστησή της, πρόσφεραν εξαιρετικά ευνοϊκές συνθήκες για τη συντήρηση μιας πλούσιας και ποικίλης άγριας πανίδας. Φαίνεται μάλιστα ότι η άγρια πανίδα ήταν πλουσιότερη στην αρχαιότητα, γιατί περιλάμβανε και ορισμένα είδη που εξαφανίστηκαν στο πέρασμα των αιώνων. Συγκεκριμένα ο Ηρόδοτος αναφέρει την ύπαρξη βισώνων και λιονταριών (Ηρόδοτος VIII,126), ενώ το όνομα της αρχαίας φυλετικής "χώρας" Λυγκηστίδας θα πρέπει μάλλον να σχετιστεί με την παρουσία λύγκων (Liddel – Scott, στη λ. λυγξ) (Σαμσάρης,1989).

Η εικόνα όμως της πανίδας της περιοχής μπορεί να συμπληρωθεί με βάση τα σημερινά ζωολογικά δεδομένα.

Ο Νομός της Φλώρινας φιλοξενεί ένα μεγάλο αριθμό πουλιών , που ποικίλουν ανάλογα με την περιοχή και την εποχή του χρόνου. Έτσι, σε χαμηλά υψόμετρα συναντώνται κυρίως κορυδαλλοί, σουσουράδες, σταχτοπετροκλήδες, ορτίκια, πέρδικες, ερωδιοί των λιμνών, όπως ο σταχτοτσικνιάς (Ardeacinerea) και πιο σπάνια ο λευκοτσικνιάς (Egretta garzetta) κ.α. Στους υγροτόπους παρατηρείται μια διαφορετική ορνιθοπανίδα, όπως διάφορα είδη ερωδιών και αρπακτικά, όπως ο καλαμόκιρκος.

Στις ορεινές περιοχές η φυσιογνωμία των πουλιών αλλάζει, καθώς εκεί ξεχωριστή θέση έχουν τα αρπακτικά πουλιά, όπως ο χρυσαετός, η γερακίνα, ο φιδαιτός, το διπλοσάινο, το ξεφτέρι, ο ασπροπάρης, ο μπούφος ενώ σποραδικά εμφανίζονται ο κραυγαετός, ο σταυραετός, το σάινο και ο σφηκιάρης. Τέλος τις πεδινές εκτάσεις Φλώρινας και Αμυνταίου χρησιμοποιούν πολλά είδη πουλιών ως μεταναστευτικές οδούς (Τσότσος,2008).

Αναφορικά με τα θηλαστικά, ειδικά στα δάση των ορεινών όγκων, απαντώνται όλα τα είδη της τυπικής δασικής πανίδας, αλλά και δύο από τα σπανιότερα είδη στην Ευρώπη, ο λύκος και η αρκούδα, με πολύ αξιόλογους πληθυσμούς. Ένα ακόμα σπάνιο θηλαστικό για την ευρωπαϊκή ήπειρο είναι και η βίδρα, η οποία ζει σε όλες τις λίμνες του νομού, αλλά και στα γειτονικά προς αυτές ποτάμια (Κασιούμης,1991).

Σε ότι αφορά την ιχθυοπανίδα, κυρίαρχη είναι η παρουσία του γριβαδιού ή κυπρίνου σε όλες τις λίμνες και της τούρνας στις τέσσερις λίμνες της λεκάνης του Αμυνταίου. Στα ποτάμια απαντώνται τρία είδη, από τα οποία τα δύο είναι προστατευόμενα: η πέστροφα, ο

μουστακάτος ή μπρέγκα και ο κοινός κέφαλος. Στην κατηγορία των αμφιβίων κυριαρχούν ο κοινός νεροβάτραχος, ο πράσινος, ο καφέ φρύνος και η σαλαμάντρα. Σε ότι αφορά στα ερπετά, στο νομό Φλώρινας υπάρχουν τρεις χαρακτηριστικές ομάδες: οι χελώνες, οι σαύρες και τα φίδια (Κολιόπουλος-Μιχαηλίδης,2007).

## **2. Κεφάλαιο 2: Η γεωφυσική έρευνα**

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα παρουσιαστεί το θεωρητικό υπόβαθρο των γεωφυσικών μεθόδων που εφαρμόστηκαν στην έρευνα της αρχαιολογικής θέσης «Τσαΐρια της Εκκλησίας» στη Βεγόρα Φλώρινας

### **2.1. Γεωφυσική επιστήμη**

Γεωφυσική ονομάζεται η επιστήμη που εφαρμόζει τους νόμους της Φυσικής για να μελετήσει τη Γη και τα φυσικά φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα σε αυτή. Πρόκειται, ουσιαστικά, για την επιστήμη που μελετά τις φυσικές ιδιότητες από τον πυρήνα της Γης ως και την εξωτερική της ατμόσφαιρα, εξάγοντας πολύτιμα συμπεράσματα για την εσωτερική της δομή και κατάσταση.

Η Γεωφυσική επιστήμη διακρίνεται σε δύο βασικούς κλάδους, την Κλασική Γεωφυσική και την Εφαρμοσμένη Γεωφυσική.

1. Η Κλασική Γεωφυσική αφορά στη μελέτη ολόκληρης της Γης (δομή, σύσταση του πυρήνα και μανδύα, πηγή και γένεση γεωμαγνητικού πεδίου, γεωθερμικές μεταβολές, μεταβολές βαρυτικού πεδίου, σεισμοί κ.α.).
2. Η Εφαρμοσμένη Γεωφυσική είναι ο κλάδος της επιστήμης που εφαρμόζει τις αρχές της Κλασικής Γεωφυσικής για την αποτύπωση του υπεδάφους και τη μελέτη των φυσικών ιδιοτήτων των γεωλογικών σχηματισμών, οι οποίοι αποτελούν το στερεό φλοιό της Γης. Η εφαρμοσμένη γεωφυσική έρευνα αναπτύχθηκε αργότερα και βασικός της στόχος είναι η έρευνα για τον εντοπισμό υπεδαφικών δομών οικονομικής σημασίας (Παπαζάχος, 1999).

#### **2.1.1. Η εφαρμοσμένη γεωφυσική έρευνα**

Κατά την εφαρμοσμένη γεωφυσική έρευνα (ή γεωφυσική διασκόπηση), μελετάται σε μια περιοχή, η απόκριση του υπεδάφους στα φυσικά πεδία του εσωτερικού της Γης, ή στα τεχνητά εφαρμοζόμενα σε αυτό. Η έρευνα αυτή περιλαμβάνει τη συλλογή, την επεξεργασία και την ερμηνεία των γεωφυσικών παρατηρήσεων.

Οι φυσικές ποσότητες που μετρώνται σε μια γεωφυσική διασκόπηση είναι επηρεασμένες από τις φυσικές ιδιότητες των υπεδαφικών δομών και τη γεωμετρία τους στο χώρο. Σκοπός της έρευνας είναι να αποκαλύψει την εσωτερική κατανομή των φυσικών ιδιοτήτων του υπεδάφους, που είχε ως αποτέλεσμα τη λήψη των συγκεκριμένων μετρήσεων.

Για την επιτυχή εφαρμογή μιας γεωφυσικής διασκόπησης, βασική προϋπόθεση είναι να υπάρχει διαφοροποίηση σε κάποια φυσική ιδιότητα των υπεδαφικών δομών. Οι γεωφυσικές μέθοδοι μπορούν να εντοπίσουν μόνο υπεδαφικές «ανωμαλίες», δηλαδή περιοχές στις οποίες κάποια φυσική ιδιότητα παρουσιάζει επαρκώς διαφορετική τιμή από τον περιβάλλοντα χώρο του. Τέτοιες «ανωμαλίες» δηλώνουν ασυνέχειες της υπόγειας δομής και με κατάλληλη ερμηνεία οδηγούν στις υπεδαφικές εκτιμήσεις (Αράμπελος 1991, Λούης 2000).

## **2.2. Γεωφυσικές μέθοδοι έρευνας και πεδία εφαρμογής τους**

Υπάρχει μεγάλο εύρος γεωφυσικών μεθόδων. Για κάθε μία από αυτές υπάρχει μια χαρακτηριστική φυσική ιδιότητα του υπεδάφους, τη χωρική ή και χρονική μεταβολή της οποίας εκμεταλλεύεται η μέθοδος για τον προσδιορισμό των υπεδαφικών «ανωμαλιών».

Οι φυσικές ποσότητες που μετρώνται με τα γεωφυσικά όργανα είναι οι χρόνοι διαδρομής, οι περίοδοι και τα πλάτη των σεισμικών κυμάτων, η ένταση του πεδίου βαρύτητας, η ένταση του γεωμαγνητικού πεδίου, τα φυσικά δυναμικά και η φαινόμενη ηλεκτρική αντίσταση του υπεδάφους, η ροή θερμότητας από το εσωτερικό της γης, η ραδιενέργεια των πετρωμάτων κλπ.. Τα φυσικά μεγέθη που επιδιώκεται, αντίστοιχα, να προσδιοριστούν είναι οι ταχύτητες διάδοσης των σεισμικών κυμάτων και οι ελαστικές ιδιότητες των πετρωμάτων, η πυκνότητα, η μαγνητική επιδεκτικότητα, η ηλεκτρική αγωγιμότητα, η θερμοκρασία στο εσωτερικό της Γης κ.α. Τα μεγέθη αυτά είναι που επηρεάζουν τις μετρούμενες ποσότητες και αυτά δίνουν τις απαραίτητες πληροφορίες για τη φυσική κατάσταση του υλικού και τις συνθήκες που επικρατούν στο εσωτερικό της γης.

Οι γεωφυσικές μέθοδοι διασκόπησης χωρίζονται στις ενεργητικές και στις παθητικές. Στις ενεργητικές μεθόδους κάποιο σήμα εισάγεται στο έδαφος, για παράδειγμα ηλεκτρικό ρεύμα ή ηλεκτρομαγνητικό κύμα, κι εμείς μετρούμε πως η Γη αποκρίνεται στο σήμα αυτό. Οι παθητικές μέθοδοι στηρίζονται στην μέτρηση φυσικών υπαρχόντων πεδίων ή ιδιοτήτων της γης, όπως για παράδειγμα η μέτρηση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ένας κλίβανος. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι ηλεκτρομαγνητικές, σεισμικές και ηλεκτρικές μέθοδοι, ενώ στην δεύτερη οι μαγνητικές και οι βαρυτικές (Piro, 2009).

Για να έχουμε τα βέλτιστα δυνατά αποτελέσματα πρέπει να κάνουμε τη σωστή επιλογή της γεωφυσικής μεθόδου. Οι σημαντικότερες μέθοδοι που διαθέτει η γεωφυσική είναι οι ακόλουθες:

1. Η μέθοδος Γεωραντάρ.
2. Η μέθοδος Σεισμικής Διάθλασης.
3. Η μέθοδος Γεωηλεκτρικής Τομογραφίας.
4. Η Βαρυτομέτρικη Μέθοδος.
5. Η Μαγνητομετρική Μέθοδος.
6. Η Ηλεκτρομαγνητική Μέθοδος.
7. Η μέθοδος VLF.
8. Η μέθοδος Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας.
9. Η μέθοδος Αυτοδυναμικού, και
10. Η μέθοδος Πόλωσης εξ επαγωγής.

Οι πιο διαδεδομένες από αυτές τις μεθόδους καθώς και οι μετρούμενες φυσικές ποσότητες και οι φυσικές ιδιότητες τις οποίες εκμεταλλεύεται η κάθε μία, συνοψίζονται στον πίνακα 1 που ακολουθεί:

Μέθοδος	Μετρούμενη φυσική ποσότητα	Στόχος
Βαρυτική μέθοδος	Ένταση πεδίου βαρύτητας	Προσδιορισμός της κατανομής της πυκνότητας στο υπέδαφος
Μαγνητική μέθοδος	Ένταση γεωμαγνητικού πεδίου	Εντοπισμός μαγνητισμένων πετρωμάτων, μέσω της μαγνητικής επιδεκτικότητας και της παραμένουσας μαγνήτισης
Σεισμική μέθοδος	Χρόνοι διαδρομής σεισμικών κυμάτων	Καθορισμός της δομής των γεωλογικών σχηματισμών του υπεδάφους, μέσω των ελαστικών ιδιοτήτων των πετρωμάτων
	Περίοδοι σεισμικών κυμάτων	
	Πλάτη σεισμικών κυμάτων	
Ηλεκτρική μέθοδος	Φαινόμενη ειδική ηλεκτρική αντίσταση της γης	Καθορισμός της γεωηλεκτρικής δομής των επιφανειακών στρωμάτων του φλοιού της Γης (ηλεκτρική αγωγιμότητα και ηλεκτροχωρητικότητα)
	Φυσικά ή τεχνητά ηλεκτρικά δυναμικά	
Ηλεκτρομαγνητική μέθοδος	Ένταση ηλεκτρομαγνητικού πεδίου	Καθορισμός της γεωηλεκτρικής δομής των επιφανειακών στρωμάτων του φλοιού (ηλεκτρική αγωγιμότητα και επαγωγή)
Γεωραντάρ	Χρόνοι επιστροφής και πλάτη των ανακλώμενων ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων	Προσδιορισμός των διεπιφανειών ασυνέχειας των επιφανειακών τμημάτων του υπεδάφους (ηλεκτρική αγωγιμότητα και διηλεκτρική σταθερά)

Πίνακας 1: Μέθοδοι γεωφυσικής διασκόπησης (Λούης,2000).

Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου ή συνδυασμού μεθόδων, για την αντιμετώπιση του εκάστοτε γεωφυσικού προβλήματος εξαρτάται από δυο παράγοντες.

1. από τη φύση του σχηματισμού, τον οποίο θέλουμε να προσδιορίσουμε, καθώς και του περιβάλλοντος του και
2. από το στάδιο της έρευνας στο οποίο βρισκόμαστε(Clark,1990).

Πεδίο εφαρμογής της γεωφυσικής έρευνας αποτελούν οι πάσης φύσεως μελέτες του υπεδάφους, όπως για παράδειγμα μεταλλευτικές, γεωλογικές, γεωθερμικές, γεωτεχνικές, υδρογεωλογικές, λιμενικές, περιβαλλοντικές, αρχαιολογικές κ.α. Οι γεωφυσικές μέθοδοι εφαρμόζονται κυρίως στην ανεύρεση παγίδων πετρελαίου ή φυσικού αερίου, κοιτασμάτων λιγνίτη και μεταλλευμάτων, στον καθορισμό μηχανικών ιδιοτήτων του εδάφους σε περιοχές που επρόκειτο να πραγματοποιηθούν μεγάλα τεχνικά έργα, στον εντοπισμό γεωθερμικών πεδίων, υδροφόρων οριζόντων, αρχαιολογικών μνημείων, καρστικών εγκοίλων, στρωματογραφίας κλπ (Τσελέντης-Παρασκευόπουλος,2013).

### **2.2.1. Πλεονεκτήματα γεωφυσικών μεθόδων**

Η γεωφυσική έρευνα είναι ένα εργαλείο γρήγορης και αξιόπιστης διασκόπησης του υπεδάφους με σχετικά μικρό κόστος. Η γεωφυσική έρευνα δεν απαιτεί εκσκαφές ή άλλου είδους επεμβάσεις στο υπέδαφος, για την υλοποίηση των οποίων πρέπει να δαπανηθούν πολλά χρήματα. Γι' αυτόν τον λόγο καταλαμβάνει θέση – κλειδί σε ερευνητικά προγράμματα γεωλογικής, γεωτεχνικής, μεταλλευτικής και αρχαιολογικής φύσης.

Επίσης, η εφαρμογή μη καταστρεπτικών μεθόδων για την υλοποίηση της, την καθιστούν ιδανική για χρήση σε δομημένα περιβάλλοντα και σε αρχαιολογικούς χώρους χωρίς να δημιουργούν ζημιές κατά την εφαρμογή τους.

Τέλος, αποδεικνύεται ως μια ευέλικτη μέθοδος, αφού παρέχει την δυνατότητα συνδυασμένης εφαρμογής διαφορετικών τεχνικών στην αντιμετώπιση σύνθετων προβλημάτων. Επειδή οι λύσεις που παρέχουν οι γεωφυσικές μέθοδοι δεν είναι κατά κανόνα μονοσήμαντες, η μελέτη περισσότερων της μίας φυσικών ιδιοτήτων του υπεδάφους μειώνει σημαντικά την ασάφεια στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων(Λούης 2000,Witten 2006).

### **2.2.2. Περιορισμοί έρευνας και τρόποι αντιμετώπισης**

Παρ'όλη την τεράστια σημασία της επιστήμης και της συμβολής της στους τομείς που προαναφέρθηκαν, οι γεωφυσικές μέθοδοι έρευνας υπόκεινται σε πλήθος περιορισμών.

Αν ήταν πλήρως γνωστές οι φυσικές ιδιότητες και η δομή των γεωλογικών σχηματισμών του υπεδάφους και το ζητούμενο ήταν ο προσδιορισμός της τιμής μιας γεωφυσικής μέτρησης, σε κάποιο τυχαίο σημείο, τότε αυτή θα μπορούσε να υπολογιστεί με μοναδικό τρόπο. Για παράδειγμα, θα μπορούσε να προσδιοριστεί με ακρίβεια σε κάθε σημείο η τιμή του βαρυτικού ή του μαγνητικού πεδίου. Το πρόβλημα αυτό ονομάζεται «ευθύ» και επιδέχεται μοναδική λύση.

Στην Εφαρμοσμένη Γεωφυσική το πρόβλημα είναι ακριβώς το αντίστροφο. Σκοπός της γεωφυσικής έρευνας είναι να αποκαλύψει, με κατάλληλη επεξεργασία και ερμηνεία, την εσωτερική κατανομή των φυσικών ιδιοτήτων του υπεδάφους που είχε ως αποτέλεσμα τη λήψη των συγκεκριμένων γεωφυσικών μετρήσεων. Το πρόβλημα αυτό ονομάζεται «αντίστροφο», χαρακτηρίζεται από αβεβαιότητα και δεν επιδέχεται μοναδική λύση. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αρκετοί διαφορετικοί συνδυασμοί υπεδαφικών δομών μπορούν να έχουν ως αποτέλεσμα τις ίδιες τιμές στις παρατηρούμενες γεωφυσικές μετρήσεις.

Για τον περιορισμό της αβεβαιότητας του αντίστροφου προβλήματος απαιτείται η λήψη όσο το δυνατό περισσότερων μετρήσεων, αλλά και η συνεκτίμηση των γεωλογικών παρατηρήσεων που γίνονται απευθείας στη φύση, χωρίς γεωφυσικά όργανα.

Από τα παραπάνω προκύπτει ένα ακόμη περιορισμός, ως προς την εκτίμηση των υπεδαφικών δομών. Και αυτό γιατί οι γεωλογικοί σχηματισμοί και τα πετρώματα δεν είναι «καθαρά» υλικά για να έχουν συγκεκριμένες τιμές φυσικών ιδιοτήτων. Οι τιμές αυτές εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι ο βαθμός μεταμόρφωσης, το πορώδες, ο βαθμός αποσάθρωσης, η περιεκτικότητα σε ρευστά και το είδος αυτών και άλλα πολλά.

Για τον περιορισμό στο ελάχιστο της αοριστίας στην εκτίμηση των υπεδαφικών δομών σε μια γεωφυσική έρευνα, είναι απαραίτητη η συνεκτίμηση, αφενός των γεωλογικών χαρτογραφήσεων και των γεωτρητικών δεδομένων της εκάστοτε περιοχής, και αφετέρου, των αποτελεσμάτων και άλλων γεωφυσικών μεθόδων. Ο συνδυασμός των κατανομών δύο ή περισσότερων φυσικών ιδιοτήτων του υπεδάφους αποκλείει πολλούς πιθανούς γεωλογικούς σχηματισμούς και ελαχιστοποιεί την αβεβαιότητα.

Ένα άλλο βασικό χαρακτηριστικό όλων των μεθόδων είναι ότι η ακρίβεια κάθε γεωφυσικής ερμηνείας μειώνεται με το βάθος, δηλαδή, όσο αυξάνεται η απόσταση από τα σημεία μετρήσεων. Ο μόνος τρόπος να αρθεί ο περιορισμός αυτός είναι η λήψη μετρήσεων μέσα από γεωτρήσεις ή στοές.

Τέλος, θα πρέπει να συνυπολογίσουμε το γεγονός ότι κάθε έρευνα πεδίου εμπεριέχει ένα ποσοστό πειραματικού σφάλματος και ότι η λήψη των μετρήσεων είναι επιλεκτική και εξαρτάται από τον κάθε ερευνητή (Λούης,2000).

Παρ' όλους τους περιορισμούς και την υποκειμενικότητα, όμως, η γεωφυσική έρευνα, όταν αυτή εφαρμόζεται σωστά από έμπειρο και εξειδικευμένο προσωπικό, αποτελεί ένα σύγχρονο και ανεκτίμητης αξίας εργαλείο στα χέρια του μηχανικού, του αρχαιολόγου και κάθε γεωεπιστήμονα.

### **2.3. Σχεδιασμός της γεωφυσικής έρευνας**

Κατά το σχεδιασμό μιας γεωφυσικής έρευνας πρέπει να γίνει αντιληπτό ότι αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της συνολικής μελέτης και ότι συμπληρώνει τις υπόλοιπες εργασίες.

Το πρώτο στάδιο της σχεδίασης περιλαμβάνει την αναγνώριση της θέσης έρευνας και την συλλογή πληροφοριών ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα.

1. Κατανόηση του προβλήματος
2. Επίσκεψη στην περιοχή έρευνας και έλεγχος κατά πόσο η τοποθεσία είναι κατάλληλη για μία γεωφυσική διασκόπηση. Παρατήρηση ύπαρξης ανθρώπινων δομικών κατασκευών, όπως υπολείμματα μετάλλων, υδραυλικοί αγωγοί, ηλεκτρικά καλώδια (θαμμένα ή στην επιφάνεια), ή άλλα αντικείμενα που μπορεί να προκαλέσουν παρεμβολές (θόρυβο) στις μετρήσεις.
3. Μελέτη αεροφωτογραφιών, γεωλογικών χαρτών, εκθέσεων, υδρογεωλογικών δεδομένων, και υπαρχόντων πληροφοριών από γεωτρήσεις, αν αυτά είναι διαθέσιμα (Witten2006,Λούης 2008).

Κατά το δεύτερο στάδιο διαπιστώνετε αν το πρόβλημα μπορεί να λυθεί με γεωφυσικές μεθόδους και ποια τεχνική είναι η πιο κατάλληλη. Τα σημαντικότερα ζητήματα στο στάδιο αυτό σχετίζονται με τα παρακάτω:

- την διεύθυνση του σήματος
- την διακριτική ικανότητα
- την αναλογία του σήματος προς τον θόρυβο (ποιότητα σήματος)
- την αντίθεση στις φυσικές ιδιότητες (Λούης 2008,Αποστολόπουλος 2013).

Τέλος, στο στάδιο αυτό θα πρέπει να ρυθμιστούν κάποιοι παράμετροι λειτουργίας για την επιλεγμένη μέθοδο. Για παράδειγμα, για μια διασκόπηση με τη μέθοδο της ειδικής αντίστασης πρέπει να αποφασιστεί η διάταξη των ηλεκτροδίων. Επίσης, πρέπει να δοθεί

προσοχή και στην επιλογή του εξοπλισμού και του προσωπικού που θα πραγματοποιήσει την διασκόπηση.

## **2.4. Οι μέθοδοι γεωφυσικής έρευνας που εφαρμόστηκαν στην αρχαιολογική θέση της Βεγόρας Φλώρινας**

Για την εξερεύνηση του αρχαιολογικού χώρου της Βεγόρας χρησιμοποιήθηκαν δύο γεωφυσικές μέθοδοι, οι αρχές των οποίων περιγράφονται συνοπτικά στη συνέχεια. Η μέθοδος της ηλεκτρικής και της μαγνητικής διασκόπησης. Οι δύο αυτές μέθοδοι έτυχαν ευρείας εφαρμογής και μέχρι σήμερα είναι από τις πλέον χρησιμοποιούμενες στην αρχαιολογική έρευνα.

### **2.4.1. Η μέθοδος της ηλεκτρικής αντίστασης (Electrical Ground Resistance)**

Η μέθοδος εντοπισμού αρχαιοτήτων μέσω της ηλεκτρικής διασκόπησης είναι αρκετά διαδεδομένη εδώ και χρόνια. Η οργανολογία και η θεωρία των μετρήσεων με ηλεκτρική αντίσταση συνοψίζεται από τον Aitken (Aitken,1961).

Η πρώτη εφαρμογή της μεθόδου ηλεκτρικής αντίστασης στην αρχαιολογία πραγματοποιήθηκε το 1946 από τον Atkinson, για τον εντοπισμό σειράς Νεολιθικών μνημείων στο Dorchester του Oxfordshire (Aitken1974,Clark 1990).

#### **Αρχή της μεθόδου**

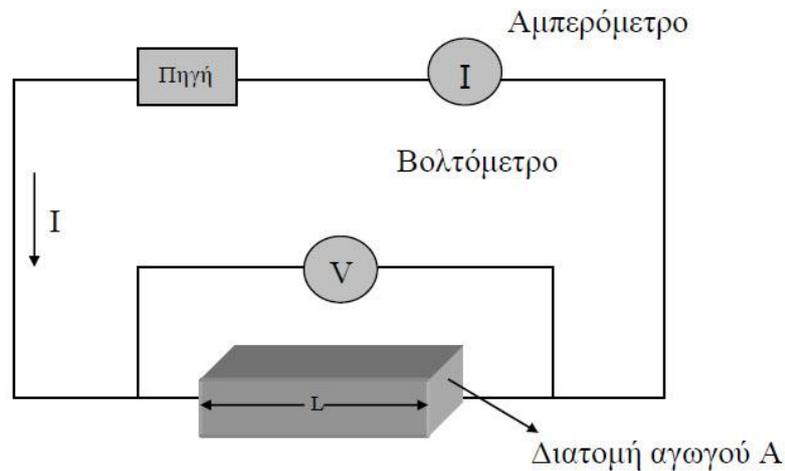
Η μέθοδος της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης βασίζεται στον νόμο που διατύπωσε το 1827 ο George Simon Ohm (Robinson-Corah,1988), σύμφωνα με τον οποίο αντίσταση R (σε Ohm) ενός αγωγού ισούται με το σταθερό λόγο της διαφοράς δυναμικού  $\Delta V$  (σε Volt) που παρουσιάζεται στα άκρα του αγωγού, προς την ένταση I(σε Ampere) του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό (εικ.30).

$$R=\Delta V/I$$

Επιπλέον, η αντίσταση ενός ομογενούς αγωγού είναι ανάλογη με το μήκος L του αγωγού, αντιστρόφως ανάλογη με το εμβαδόν A της διατομής του αγωγού και εξαρτάται από το υλικό.

$$R = \rho \cdot L / A$$

όπου  $\rho$  είναι η ειδική ηλεκτρική αντίσταση του υλικού του αγωγού σε  $\text{Ohm/m}$  (Παπαζάχος 1986, Linford 2006). Τόσο η αντίσταση όσο και η ηλεκτρική αντίσταση εξαρτώνται επίσης

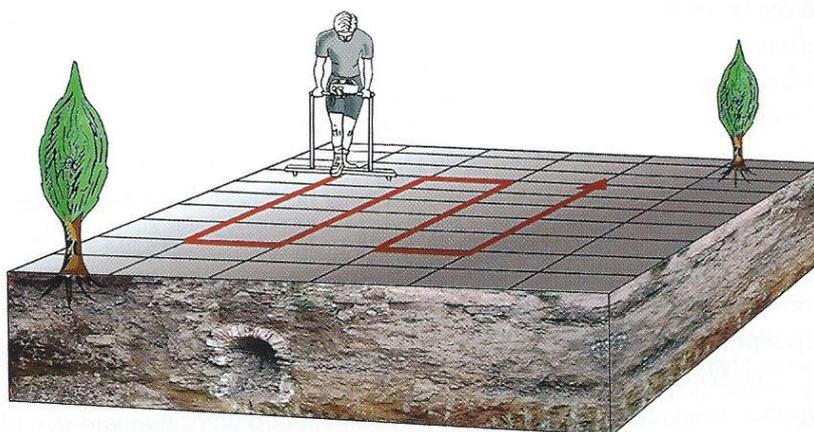


Εικόνα 30: Ηλεκτρικό κύκλωμα αποτελούμενο από πηγή και αγωγό σχήματος ορθογώνιου παραλληλόγραμμου (Παπαζάχος, 1986).

από την θερμοκρασία του αγωγού.

### Περιγραφή της μεθόδου

Η μέθοδος της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης συνίσταται στην εισαγωγή ρεύματος στη γη με δύο ηλεκτρόδια και στη μέτρηση της διαφοράς δυναμικού που προκαλείται σε δύο άλλα ηλεκτρόδια. Με την διαδικασία αυτή προσδιορίζεται η κατανομή της ειδικής αντίστασης στο υπέδαφος με κατάλληλες μετρήσεις (εικ.31). Από την κατανομή αυτή μπορούν να προκύψουν συμπεράσματα σχετικά με τη γεωλογική δομή της περιοχής που γίνεται η έρευνα.



Εικόνα 31: Η ηλεκτρική μέθοδος διασκόπησης (Tsokas et al., 2009).

Η ποσότητα την οποία μετρούμε ονομάζεται φαινόμενη ειδική ηλεκτρική αντίσταση.

Η παράμετρος αυτή εισάγεται για να ληφθεί υπόψη η γεωμετρία της μέτρησης, οι θέσεις δηλαδή των ηλεκτροδίων. Η φαινόμενη ειδική ηλεκτρική αντίσταση δεν είναι η πραγματική αντίσταση του υπεδάφους, αλλά μια φαινόμενη τιμή η οποία είναι η αντίσταση που θα είχε το έδαφος εάν ήταν γεωηλεκτρικά ομογενές. Στην πράξη η φαινόμενη αντίσταση, αποτελεί ένα είδος μέσου όρου των ηλεκτρικών αντιστάσεων του ανομοιογενούς υπεδάφους (Linford,2006).

Με πιο αυστηρό τρόπο η φαινόμενη ειδική αντίσταση ορίζεται ως εξής:

*«Για συγκεκριμένη διάταξη ηλεκτροδίων τοποθετημένη στην επιφάνεια του εδάφους, η οποία μας δίνει μέτρηση ηλεκτρικής αντίστασης του εδάφους  $R$ , η φαινόμενη ειδική ηλεκτρική αντίσταση  $\rho_a$  είναι η πραγματική ειδική αντίσταση εκείνου του ομογενούς και ισότροπου ημιχώρου, που θα μας έδινε την ίδια τιμή  $R$ , χρησιμοποιώντας τη συγκεκριμένη διάταξη ηλεκτροδίων»* (Habberjam 1979, Tsokas 1980, Τσόκας κ.α.2006).

Η μετρούμενη ποσότητα της ειδικής αντίστασης επηρεάζεται κυρίως από την παρουσία ρευστών στους σχηματισμούς, το πορώδες τους και την παρουσία αργιλικών υλικών. Συγκεκριμένα συμπαγείς σχηματισμοί, στραγγισμένα εδάφη και χονδρόκοκκα εδάφη παρουσιάζουν σχετικά υψηλή ειδική αντίσταση, ενώ αργιλικά εδάφη και λεπτόκοκκα εδάφη με υψηλές τιμές υγρασίας παρουσιάζουν μικρότερη ειδική αντίσταση. Η πρακτική εφαρμογή των παραπάνω στοιχείων είναι πολύ χρήσιμη σε αρχαιολογικές μελέτες, καθώς η διαφοροποίηση στις τιμές ειδικής αντίστασης ανάμεσα σε ανθρώπινες κατασκευές από πέτρα και στις αποθέσεις αργιλικών προϊόντων που κάλυψαν τις κατασκευές με το πέρασμα του χρόνου, είναι σημαντική (Clark,1990).

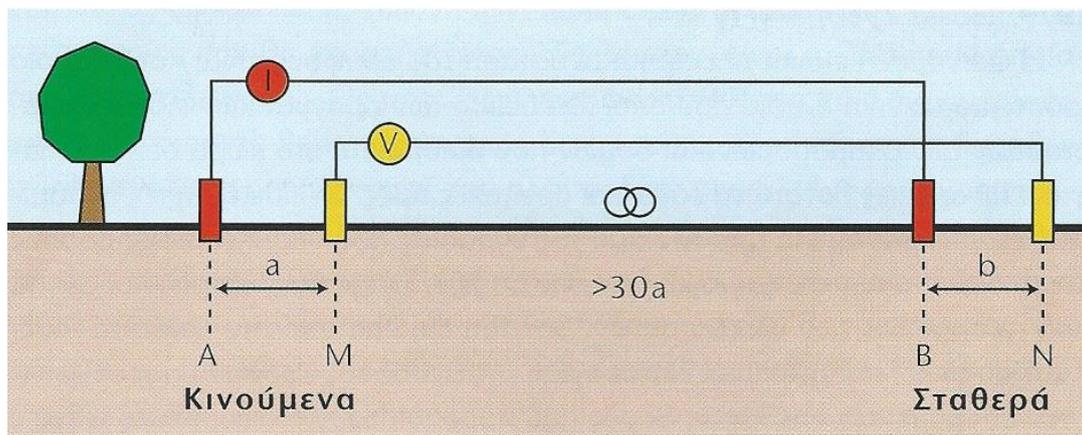
### **Διατάξεις ηλεκτροδίων**

Σε κάθε γεωφυσική μέτρηση, τα ηλεκτρόδια ρεύματος και δυναμικού και οι μεταξύ τους αποστάσεις διατάσσονται στο έδαφος στις εργασίες υπαίθρου με συγκεκριμένο τρόπο. Η επιλογή διάταξης εξαρτάται από το μέγεθος της έρευνας, το βάθος και τη φύση των στόχων, τις ιδιότητες του εδάφους, τον τύπο του εξοπλισμού, την ποιότητα του σήματος, τα χαρακτηριστικά της κάθε διάταξης κ.α (Sarris 1992, Linford2006). Γενικότερα, για την καταλληλότητα των διατάξεων των ηλεκτροδίων διεξήχθησαν διάφορα αναλογικά πειράματα σε δεξαμενές με ηλεκτρολύτη αλλά και μαθηματικές προσομοιώσεις (Clark,1990).

Σε αυτό το σημείο θα περιγραφούν οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες διατάξεις. Στις αρχαιολογικές διασκοπήσεις χρησιμοποιείται συνήθως η μέθοδος του διδύμου ηλεκτροδίου

(Twin-Probe Array), λόγω της σχετικά καλής χωρικής διακριτικότητας της μεθόδου (Sarris and Jones 2000, Nishimura 2001).

- **Διάταξη Wenner:** Στη Γεωφυσική η πιο διαδεδομένη διάταξη ηλεκτροδίων είναι η διάταξη Wenner (Aitken, 1961). Σύμφωνα με αυτή τη διάταξη, δύο ηλεκτρόδια ρεύματος τοποθετούνται στο έδαφος για την εγκατάσταση της κλίσης δυναμικού, και δύο ηλεκτρόδια δυναμικού τοποθετούνται ανάμεσά τους για την καταγραφή αυτής της κλίσης (Clark, 1990).
- **Διάταξη Διπόλου-Διπόλου:** Ακόμα μία διάταξη είναι αυτή του διπόλου-διπόλου, γνωστή και ως Wenner B, η οποία μπορεί να θεωρηθεί ως μια σύνδεση ρεύματος και μία δυναμικού στην κανονική διάταξη Wenner. Η απόσταση των ηλεκτροδίων επιλέγεται σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του στόχου, και στη συνέχεια τα ηλεκτρόδια μετακινούνται διατηρώντας την απόσταση των ηλεκτροδίων ρεύματος ίση με αυτήν των ηλεκτροδίων δυναμικού (Clark, 1990).

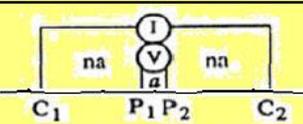
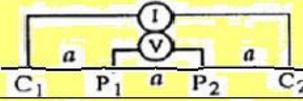
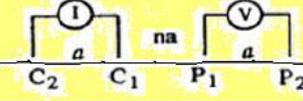
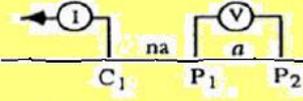
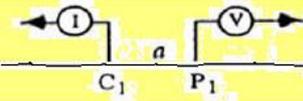


Εικόνα 32: Σχηματική παράσταση της διάταξης δίδυμου ηλεκτροδίου (Τσόκας, 2006).

- **Διάταξη Διδύμου Ηλεκτροδίου:** Άλλη μέθοδος διάταξης ηλεκτροδίων είναι αυτή του δίδυμου ηλεκτροδίου (εικ.32). Στην διάταξη αυτή χρησιμοποιούνται δύο ζεύγη ηλεκτροδίων, από τα οποία το ένα είναι σταθερό σε μια συγκεκριμένη απόσταση από τον κένναβο των μετρήσεων και το άλλο ζεύγος είναι κινητό (Aspinall and Lynam, 1973). Η διάταξη αποτελείται από δύο ζεύγη ηλεκτροδίων, κάθε ένα εκ των οποίων περιλαμβάνει ένα ηλεκτρόδιο ρεύματος και ένα ηλεκτρόδιο δυναμικού. Η διάταξη αυτή αναπτύχθηκε ειδικά για αρχαιολογικούς σκοπούς (Clark 1990, Τσόκας κ.α. 2006).
- **Διάταξη Πόλου – Πόλου:** Στην συγκεκριμένη διάταξη τα δύο ηλεκτρόδια αναφοράς είναι μακριά το ένα από το άλλο.

- **Διάταξη Schlumberger:** Κατά την διάταξη αυτή δύο ηλεκτρόδια δυναμικού κινούνται μαζί, γεγονός το οποίο θα βελτιώνει τον καθορισμό των μικρών δομών, όμως δεν επιβεβαιώθηκε με πειράματα.
- **Διάταξη Palmer :** Η διάταξη Palmer προσπάθησε να αντιμετωπίσει το πρόβλημα του μεγέθους του σήματος με μια προσέγγιση αντίθετη από τη διάταξη Schlumberger. Η απόσταση μεταξύ των ηλεκτροδίων δυναμικού αυξήθηκε με σκοπό να βρίσκονται εγγύτερα στα ηλεκτρόδια ρεύματος. Η διάταξη αυτή είναι πιο αποτελεσματική στον εντοπισμό γραμμικών δομών (Palmer,1960).
- **Τετράγωνη διάταξη:** Κάποια συστήματα χρησιμοποιούν την τετράγωνη διάταξη ηλεκτροδίων, η οποία δεν περιλαμβάνει απομακρυσμένο ηλεκτρόδιο. Με αυτή τη διάταξη μπορούν να χρησιμοποιηθούν τρεις διαφορετικές διατάξεις (α,β,γ), οι οποίες παρουσιάζουν ευαισθησία σε διαταραχές με συγκεκριμένη κατεύθυνση. Η απόσταση των ηλεκτροδίων αυξάνεται, για να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό θαμμένων αρχαιοτήτων σε μεγαλύτερο βάθος(Clark,1990).

Στον παρακάτω πίνακα (Πιν.2) παρουσιάζονται οι σημαντικότερες διατάξεις ηλεκτροδίων και η σχηματική τους τοποθέτηση.

ΔΙΑΤΑΞΗ	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ	k
Schlumberger		$\pi \cdot n \cdot (n+1) \cdot \alpha$
Wenner		$2 \cdot \pi \cdot \alpha$
Dipole-Dipole		$\pi \cdot n \cdot (n+1) \cdot (n+2) \cdot \alpha$
Pole-Dipole		$2 \cdot \pi \cdot n \cdot (n+1) \cdot \alpha$
Pole-Pole		$2 \cdot \pi \cdot \alpha$

Πίνακας 2: Οι σημαντικότερες διατάξεις ηλεκτροδίων της γεωηλεκτρικής μεθόδου (Λούης,2000).

Η κάθε μία διάταξη έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και η επιλογή της εξαρτάται από τις ιδιαιτερότητες του προβλήματος για το οποίο προορίζεται.

### **Εξοπλισμός**

Για να μετρήσουμε τη φαινόμενη ειδική αντίσταση, δηλαδή τα  $\Delta V$  και  $I$ , χρειαζόμαστε:

1. Πηγή ηλεκτρικού ρεύματος και Αμπερόμετρο. Μέχρι 1 Ampere χρησιμοποιούμε συσσωρευτές, ενώ για ρεύμα μεγαλύτερης έντασης γεννήτριες.
2. Βολτόμετρο υψηλής αντίστασης εισόδου ( $>10M\Omega$ ) για ακρίβειες από  $\mu V$  έως  $V$ .
3. Τα ανωτέρω βρίσκονται συνήθως σε ένα όργανο μέτρησης, το οποίο επιπρόσθετα περιέχει ένα σύστημα αντιστάθμισης ώστε το βολτόμετρο να συνδέεται μαζί του να αφαιρεί φυσικά δυναμικά.
4. Όργανο Επιλογής της Χρησιμοποιούμενης Διάταξης. Πρόκειται για ένα όργανο, το οποίο παρεμβάλλεται μεταξύ του γεωφυσικού οργάνου και των καλωδίων ρεύματος και δυναμικού, έχοντας ως αποστολή τη διανομή του σήματος εξόδου (ρεύματος) στα κατάλληλα, κάθε φορά, ηλεκτρόδια ρεύματος και τον καθορισμό των ηλεκτροδίων δυναμικού από τα οποία λαμβάνεται η κάθε μέτρηση. Με τον τρόπο αυτό, το όργανο ελέγχει, κάθε φορά, εάν η πραγματοποιούμενη μέθοδος είναι Schlumberger ή Dipole – Dipole.
5. Όργανο Ρύθμισης της Απόστασης των Ηλεκτροδίων Δυναμικού. Μεταξύ των ηλεκτροδίων δυναμικού και του οργάνου επιλογής της κατάλληλης διάταξης παρεμβάλλεται ένας ακόμα διακόπτης, ο οποίος ρυθμίζει την απόσταση των ηλεκτροδίων δυναμικών για την οποία πραγματοποιείται η μέτρηση.
6. Καλώδια σε καρούλια
7. Ηλεκτρόδια(Boyd1999, Αποστολόπουλος 2013).

### **Οργανολογία**

Το ηλεκτρόμετρο ή αντιστασιόμετρο αποτελεί μια γεωφυσική συσκευή που επιτρέπει την μέτρηση της ηλεκτρικής αντίστασης του εδάφους βασιζόμενη στον γνωστό νόμο του Ohm. Στόχος είναι η ηλεκτρική χαρτογράφηση της περιοχής με χρήση κατάλληλης διάταξης ηλεκτροδίων για την ανεύρεση πιθανών υποεπιφανειακών στόχων αρχαιολογικού ενδιαφέροντος. Κατά την διάρκεια των μετρήσεων διαβιβάζεται στο έδαφος ηλεκτρικό πεδίο συγκεκριμένης συχνότητας, με ανάλογη τάση και ένταση

Στην αγορά υπάρχουν χειροκίνητα αντιστασιόμετρα αλλά και αυτοματοποιημένα συστήματα (Linford,2006).

Τα αντιστασιόμετρα (εικ.33) βασίζονται στην αρχή της συνεχής παροχής εναλλασσόμενου ρεύματος στο έδαφος, και στην μεταβολή της τάσης κάθε φορά που ανιχνεύονται στόχοι διαφορετικής ειδικής αντίστασης (Clark,1990).Στα αυτοματοποιημένα συστήματα το πλαίσιο ρυμουλκείται με συγκεκριμένο τρόπο και τα ηλεκτρόδια έχουν τη μορφή μεταλλικών τροχών ή τροχών με στερεωμένα επάνω τους μεταλλικά καρφιά. Τα συστήματα αυτά είναι ικανά να πετύχουν πολύ πυκνή δειγματοληψία και άρα πολλή καλή οριζόντια διακριτική



Εικόνα 33: Το Αντιστασιόμετρο.

ικανότητα (Τσόκας κ.α,2012). Τα πιο δημοφιλή όργανα είναι της εταιρείας GEOSCAN RESEARCH (Linford,2006).

### **Διαδικασία εφαρμογής της μεθόδου**

Ανεξάρτητα από τη διάταξη των ηλεκτροδίων, η διαδικασία εφαρμογής της μεθόδου στο πεδίο έχει σχέση με το ερώτημα, ποιες μεταβολές της ειδικής αντίστασης ενδιαφέρουν: οι μεταβολές κατά την οριζόντια έννοια ή οι μεταβολές μετά του βάθους. Στην πρώτη περίπτωση εφαρμόζεται η γεωηλεκτρική χαρτογράφηση (electric mapping electric trenching ή continuous profiling) και στη δεύτερη περίπτωση η γεωηλεκτρική βυθοσκόπηση (electric drilling - vertical electric sounding) (Αράμπελος,1991).

- **Όδευση (Profiling).** Χρησιμοποιείται για να εντοπίζει πλευρικές μεταβολές της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης. Οι αποστάσεις των ηλεκτροδίων παραμένουν σταθερές και λαμβάνεται μια σειρά μετρήσεων με πλευρική μετακίνηση της διάταξης των ηλεκτροδίων ως συνόλου με σταθερό βήμα. Έτσι, χαρτογραφούνται οι μεταβολές της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης σε σταθερό βάθος κατά μήκος μιας όδευσης και εντοπίζονται δομές που παρουσιάζουν διαφορετική αντίσταση με το περιβάλλον τους. Στη γεωλογία χρησιμοποιείται στον εντοπισμό ρηγμάτων, φακών άμμου ή χαλικιών, επαφών, κενών κ.α. ενώ η χρήση της είναι ιδιαίτερα εκτεταμένη στην αρχαιομετρία.
- **Βυθοσκόπηση (Sounding).** Σκοπός αυτής της μεθόδου είναι να καθοριστεί η ειδική ηλεκτρική αντίσταση σε συνάρτηση με το βάθος. Το κέντρο της διάταξης παραμένει σταθερό και με την συνεχή αύξηση της απόστασης των ηλεκτροδίων ρεύματος, αυξάνεται και το βάθος διείσδυσης του ρεύματος και διαρρέονται βαθύτεροι σχηματισμοί. Στην περίπτωση των βυθοσκοπήσεων χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά η διάταξη Schlumberger και η Wenner. Έτσι, μετράται η κατακόρυφη κατανομή της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης στο κέντρο της διάταξης των ηλεκτροδίων. Η ερμηνεία των βυθοσκοπήσεων γίνεται θεωρώντας ύπαρξη οριζόντιων στρωμάτων για αυτό και εφαρμόζεται κυρίως σε ιζηματογενείς λεκάνες (μονοδιάστατη γεωηλεκτρική δομή). Κλασικό παράδειγμα εφαρμογής της μεθόδου αυτής αποτελεί η έρευνα για τον εντοπισμό υδροφόρων σχηματισμών (Παπαζάχος 1986, Αράμπελος 1991).

#### 2.4.2. Η μαγνητική μέθοδος διασκόπησης

Οι μαγνητικές μέθοδοι έρευνας είναι οι παλιότερες μέθοδοι γεωφυσικής έρευνας. Αρχικά, οι μέθοδοι αυτές χρησιμοποιήθηκαν για τον εντοπισμό μεταλλευμάτων και κυρίως μεταλλευμάτων σιδήρου. Στη έρευνα πετρελαίου εφαρμόστηκαν μετά το 1920. Ο Aitken, ήταν ο πρώτος που εφάρμοσε την μαγνητική μέθοδο στην αρχαιολογία, χρησιμοποιώντας το μαγνητόμετρο πρωτονίου (Aitken, 1974). Ενδιαφέρον για την τεχνική παρακινήθηκε από την ανακάλυψη ότι μαγνητικές ανωμαλίες δεν παρουσίαζαν μόνο θαμμένοι κλίβανοι και σιδηρούχα αντικείμενα, αλλά και εδαφικά χαρακτηριστικά όπως αυλάκια και λάκκοι (Schmidt, 2009).

##### Αρχή της μεθόδου

Σύμφωνα με τον νόμο που διατυπώθηκε τον 18<sup>ο</sup> αιώνα από τον Γάλλο φυσικό Coulomb, η δύναμη έλξης ή άπωσης που ασκείται μεταξύ δύο φορτισμένων σωμάτων ή μεταξύ

μαγνητικών πόλων ακολουθεί και αυτή ένα νόμο που την σχετίζει με το αντίστροφο του τετραγώνου της απόστασης παρόμοιο με τον νόμο της βαρύτητας που είχε διατυπωθεί από τον Νεύτωνα (Parasnis,1962).

### **Περιγραφή της μεθόδου**

Η μαγνητική μέθοδος διασκόπησης βασίζεται στη μέτρηση και την ανάλυση των τοπικών ανωμαλιών του γεωμαγνητικού πεδίου, που οφείλονται σε διαφορές της μαγνήτισης των πετρωμάτων (Αράμπελος,1991).Με άλλα λόγια η μαγνητική μέθοδος ερευνά τις υπεδαφικές δομές αξιοποιώντας ανωμαλίες στο μαγνητικό πεδίο της Γης που οφείλονται στις διαφορετικές μαγνητικές ιδιότητες των γεωλογικών υλικών.

Οι μεταβολές της μαγνήτισης στα διάφορα υλικά του υπεδάφους, ή μέσα στο ίδιο το υλικό από lithολογική άποψη, δημιουργούνται λόγω διαφορών στη μαγνητική επιδεκτικότητα ή την παραμένουσα (μόνιμη) μαγνήτιση.

Τα αρχαία λείψανα έχουν συνήθως διαφορετικές μαγνητικές ιδιότητες από αυτές του «ταφικού» τους περιβάλλοντος. Συνεπώς, αλλάζουν σε μικρό βαθμό το τοπικό μαγνητικό πεδίο. Αυτή η μικρή παραμόρφωση του μαγνητικού πεδίου παρατηρείται σαν μια «ανωμαλία» στις μετρήσεις (Fassbinder,2005).

Περιοχές με αυξημένη μαγνήτιση (εξ' επαγωγής ή παραμένουσα) σε σύγκριση με αυτή του περιβάλλοντος εδάφους παρουσιάζονται ως θετικές ανωμαλίες, ενώ περιοχές με μειωμένη μαγνήτιση παρουσιάζονται ως αρνητικές ανωμαλίες. Και τα δύο είδη μαγνητικών ανωμαλιών είναι ενδιαφέροντα στην διαδικασία ερμηνείας των μαγνητικών δεδομένων. Τάφροι, εστίες καύσης, αρχιτεκτονικές δομές ή συγκεντρώσεις οργανικού υλικού μπορούν να δημιουργήσουν ισχυρές (θετικές ή αρνητικές) μαγνητικές ανωμαλίες(Schmidt, 2009).

Η εφαρμοσιμότητα της μεθόδου ελέγχθηκε πρώτη φορά στις αρχές της δεκαετίας του 1950 (Aitken,1974) και έκτοτε αποτελεί βασική και κλασική μέθοδο εξερεύνησης αρχαιολογικών χώρων (Τσόκας και συνεργάτες,2006).

### **Μαγνητικές παράμετροι**

**Μαγνητική επαγωγή.** Αν ένα σώμα βρεθεί μέσα σε μαγνητικό πεδίο είναι δυνατόν, ανάλογα με το υλικό που αποτελείται να μαγνητιστεί στην διεύθυνση του πεδίου, ιδιότητα η οποία χάνεται όταν το πεδίο πάψει να ασκείται. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται επαγόμενος μαγνητισμός ή μαγνητική πόλωση ή μαγνητική επαγωγή και προκαλείται από την ευθυγράμμιση των στοιχειωδών διπόλων του υλικού με το ασκούμενο πεδίο(Schmidt,2009).

**Μαγνητική επιδεκτικότητα των πετρωμάτων.** Είναι μια σημαντική παράμετρος για τη μαγνητική μέθοδο. Εκφράζει το βαθμό ικανότητας ενός υλικού να μαγνητισθεί (ευκολία ή

δυσκολία με την οποία μαγνητίζεται το υλικό). Η επιδεκτικότητα ενός πετρώματος είναι γενικά ισοδύναμη με την επιδεκτικότητα του μαγνητικού υλικού ή μαγνητικών ορυκτών που υπάρχει στο πέτρωμα. Ορισμένα ορυκτά, όπως ο μαγνητίτης, έχουν μεγάλη μαγνητική επιδεκτικότητα. Τα πετρώματα στα οποία συναντώνται τα ορυκτά αυτά, (όπως π.χ. τα εκρηξιγενή, οι γνεύσιοι κλπ.) αποκτούν μαγνητικές ιδιότητες (Σαρής,1995).

Στους παρακάτω πίνακες (Πιν.3) παρουσιάζονται οι τιμές της μαγνητικής επιδεκτικότητας διάφορων πετρωμάτων που εντοπίζονται σε αρχαιολογικές ανασκαφές.

Τύπος	Εύρος Τιμών ( κ x10 <sup>6</sup> emu)	Μέση Τιμή
<b>Ιζηματογενή</b>		
Δολομίτης	0 - 75	10
Ασβεστόλιθος	2 – 280	25
Ψαμμίτης	0 - 1160	30
Αργιλικός σχιστόλιθος	5 - 1480	75
Διακύμανση ιζηματογενών	0 - 4000	75
<b>Μεταμορφωμένα</b>		
Αμφιβολίτης		60
Κρυσταλλικός σχιστόλιθος	25 – 240	120
Φιλίτης		130
Γνεύσιος	10 - 2000	
Χαλαζίτης		350
Σερπεντίτης	250 - 1400	
Σχιστόλιθος	0 - 3000	500
Διακύμανση μεταμορφωμένων	0 - 5800	350
<b>Εκρηξιγενή</b>		
Γρανίτης	0- 4000	200
Οριόλιθος	20 - 3000	
Δολερίτης	3000	1400
Αυγιτικός Συηνίτης	2700 - 3600	
Ολιβινικός Διαβάσης		2000
Διαβάσης	80 - 13000	4500
Πορφυρίτης	20 - 16700	5000
Γάββρος	80 - 7200	6000
Βασάλτης	20 - 14500	6000
Διοροίτης	50 - 10000	7000
Πυροξενίτης		10500
Περιδοίτης	7600 - 15600	13000
Ανδεσίτης		13500
Διακύμανση οξίνων εκρηξιγενων	3 - 6530	650
Διακύμανση βασικών εκρηξιγενων	9170	2600

Πίνακας 3: Τιμές της μαγνητικής επιδεκτικότητας κ διάφορων πετρωμάτων

(Αράμπελος,1991).

- **Θερμοπαραμένουσα μαγνήτιση.** Πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά του μαγνητικού πεδίου της γης «αποθηκεύονται» στην ψημένη άργιλο. Η μαγνήτιση αυτή, που ονομάζεται παραμένουσα (thermoremaned magnetism ή TRM)

(Clark,1990), επάγεται από το γεωμαγνητικό πεδίο στα οξειδία του σιδήρου που βρίσκονται μέσα στην άργιλο καθώς αυτή ψύχεται μετά από θέρμανση στους 700 Βαθμούς Κελσίου. Αυτό σημαίνει ότι ο ψημένος πηλός αποκτά μια μικρή αλλά μόνιμη μαγνήτιση με την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου της γης που επικρατούσε κατά την ψύξη (ή στην περίπτωση των διαδοχικών θερμάνσεων κατά την τελευταία ψύξη).

Η παραμένουσα μαγνήτιση της ψημένης αργίλου οφείλεται στις μαγνητικές ιδιότητες του μαγνητίτη ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) και του αιματίτη ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ). Η μέση περιεκτικότητα του φλοιού της γης σε οξειδία του σιδήρου είναι 6-8% και τα περισσότερα είδη εδαφών αργίλων (και κάποιων πετρωμάτων) περιέχουν σημαντικές ποσότητες αυτών των ορυκτών με τη μορφή μικρών κόκκων (Fassbinder,2005).

### **Μεταβολές του γήινου μαγνητικού πεδίου**

Το μαγνητικό πεδίο της Γης υφίσταται τοπικές και χρονικές μεταβολές. Οι χρονικές μεταβολές διακρίνονται σε αιώνιες μεταβολές οι οποίες εξελίσσονται αργά και σε παροδικές μεταβολές οι οποίες εξελίσσονται γρήγορα. Από τις παραπάνω μας ενδιαφέρουν οι παροδικές μεταβολές γιατί επηρεάζουν τις μαγνητικές μετρήσεις. Διακρίνονται σε κανονικές ή ημερήσιες μεταβολές και στις μαγνητικές καταιγίδες.

Οι αιώνιες μεταβολές πιστεύεται ότι προκαλούνται από τις αργές σταδιακές μεταβολές στην κυκλοφορία των ρευμάτων μέσα στον πυρήνα της Γης. Οι ημερήσιες μεταβολές δημιουργούνται από ηλεκτρικά ρεύματα στην ιονόσφαιρα λόγω ηλιακής δραστηριότητας και κατά την ερμηνεία των μαγνητικών δεδομένων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Όμως, δεν μπορούμε εύκολα να λάβουμε υπόψη τις μαγνητικές καταιγίδες που οφείλονται σε έντονη μαγνητική δραστηριότητα στην ιονόσφαιρα γιατί αυτές είναι απρόβλεπτες και παρουσιάζουν ανώμαλη εξέλιξη και πολλές φορές είναι εξαιρετικά έντονες. Για το λόγο πρέπει να αποφεύγεται η πραγματοποίηση μαγνητικών μετρήσεων για τους σκοπούς της μαγνητικής διασκόπησης κατά την εμφάνιση μαγνητικών καταιγίδων (Σταμπολίδης 1999,Τσόκας κ.α 2004).

### **Οργανολογία**

Η κατασκευή του πρώτου πρακτικού μαγνητομέτρου έγινε το 1832 από τον Johann Carl Friedrich Gauss, γερμανό μαθηματικό και φυσικό, ο οποίος κρέμασε έναν μαγνήτη από ένα χρυσό σύρμα και πέτυχε με ακρίβεια τη μέτρηση της δύναμης των μαγνητικών πεδίων (Clark,1990).

Τα μαγνητόμετρα μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες. Τα μαγνητόμετρα απολύτου τιμής που μετρούν μόνο τη συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου και τα μαγνητόμετρα που μπορούν να μετρήσουν τις συνιστώσες του μαγνητικού πεδίου ως προς συγκεκριμένες διευθύνσεις.

Τα τρία βασικά όργανα που χρησιμοποιούνται στην αρχαιολογία για τον εντοπισμό αρχαιολογικών καταλοίπων είναι το πρωτονικό μαγνητόμετρο, το μαγνητόμετρο ρυθμιζόμενης μαγνητικής ροής και το μαγνητόμετρο "οπτικής αντλίας" ή "αερίου αλκαλίου". Τα όργανα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διαφορεική διάταξη. Μάλιστα αυτή προτιμάται εξαιτίας αποφυγής της διόρθωσης για την ημερήσια μεταβολή. Τα όργανα αυτά έχουν ακρίβεια της τάξεως  $1 - 0,1 \text{ Nt}$ . (Τσόκας κ.α.,2004).

1. Το πρωτονικό μαγνητόμετρο μετρά την ένταση του μαγνητικού πεδίου της γης. Η αρχή του πρωτονικού μαγνητομέτρου στηρίζεται στο φαινόμενο της μαγνητικής μετάπτωσης των πυρήνων (Aitken,1974).
2. Το μαγνητόμετρο ρυθμιζόμενης ροής μετρά την τιμή της κατακόρυφης ή της οριζόντιας συνιστώσας της έντασης του μαγνητικού πεδίου της γης (σε nTesla ,  $1 \text{ nTesla} = 1 \gamma$ ). Το μαγνητόμετρο ρυθμιζόμενης ροής ανήκει στην κατηγορία των ηλεκτρονικών μαγνητομέτρων έχει το πλεονέκτημα ότι είναι συνεχούς καταγραφής μετρήσεων κάτι που είναι πολύ χρήσιμο σε εναέριες μετρήσεις. Η λειτουργία του βασίζεται στο φαινόμενο, κατά το οποίο κάθε μαγνητικό υλικό μεγάλης μαγνητικής επιδεκτικότητας αποκτάει, κάτω από την επίδραση ισχυρού μαγνητικού πεδίου, μέγιστη τιμή μαγνήτισης, που λέγεται "μαγνήτιση κόρου"(Τσόκας κ.α.,2004).
3. Το μαγνητόμετρο "οπτικής αντλίας" (εικ. 34) είναι ένα μαγνητόμετρο ρυθμιζόμενης ροής ή οποιουδήποτε τύπου, το οποίο μετρά την διαφορά της



Εικόνα 34: Το διαφορικό μαγνητόμετρο.

έντασης του μαγνητικού πεδίου σε δύο σημεία που βρίσκονται σε διαφορετικό ύψος (μαγνητική βαθμίδα – διαφορά υψομέτρου γύρω στο μισό μέτρο) και δίνει ενδείξεις σε nTesla/m. Η μαγνητική ανωμαλία που οφείλεται σε ρηχή δομή παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση με το υψόμετρο (μεγάλη κατακόρυφη βαθμίδα). Αντίθετα η μαγνητική ανωμαλία από βαθύτερη δομή παρουσιάζει μικρή διακύμανση με το υψόμετρο (μικρή βαθμίδα)(Clark,1990).

Η απαίτηση για παράλληλη ευθυγράμμιση των μονάδων ανίχνευσης αυξάνει σημαντικά το κόστος του διαφορικού μαγνητομέτρου. Τα μαγνητόμετρα ρυθμιζόμενης μαγνητικής ροής και τα διαφορικά μαγνητόμετρα έχουν υψηλή ευαισθησία και προσφέρουν συνεχείς μετρήσεις.

Το διαφορικό μαγνητόμετρο ρυθμιζόμενης ροής του εργαστηρίου Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής έχει δύο αισθητήρες, με διαφορά ύψους 0.5 μέτρα, έτσι ώστε να λαμβάνει μετρήσεις σε διαφορετικό υψόμετρο και να παρουσιάζεται η διαφορά των δύο τιμών αυτών. Αποτέλεσμα αυτής της διάταξης είναι να ανιχνεύονται ανωμαλίες οι οποίες οφείλονται σε δομές που βρίσκονται σε βάθη ένα με δύο μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους. Ένα από τα πλεονεκτήματα είναι ότι λόγω της ταυτόχρονης λήψης των μετρήσεων σε μικρή απόσταση δεν απαιτούνται διορθώσεις των δεδομένων για τις μεταβολές του γεωμαγνητικού πεδίου (Aitken,1974).

Πριν την έναρξη οποιασδήποτε έρευνας στο πεδίο, το όργανο θα πρέπει να είναι κατάλληλα προετοιμασμένο για χρήση στις νέες συνθήκες περιβάλλοντος.

Στην συνέχεια ακολουθεί η ευθυγράμμιση των δύο αισθητήρων στον οριζόντιο και κάθετο άξονα και η επακόλουθη προσαρμογή των μετρήσεων στις παρούσες τοπικές συνθήκες. Η διαδικασία αυτή συνίσταται να διεξάγεται σε περιοχή κοντά στη θέση της έρευνας, με ομοιόμορφο μαγνητικό πεδίο και για κάθε ευθυγράμμιση να χρησιμοποιείται το ίδιο σημείο. Από την πλευρά του ο χειριστής του οργάνου είναι απαραίτητο να έχει απαλλαχθεί από οποιαδήποτε πηγή μαγνητικής παρεμβολής που μπορεί να επηρεάσει τις μετρήσεις, και να έχει βεβαιωθεί ότι απουσιάζουν μαγνητικά αντικείμενα από τα ενδύματά και από τα υποδήματα του ( David et all,2008).

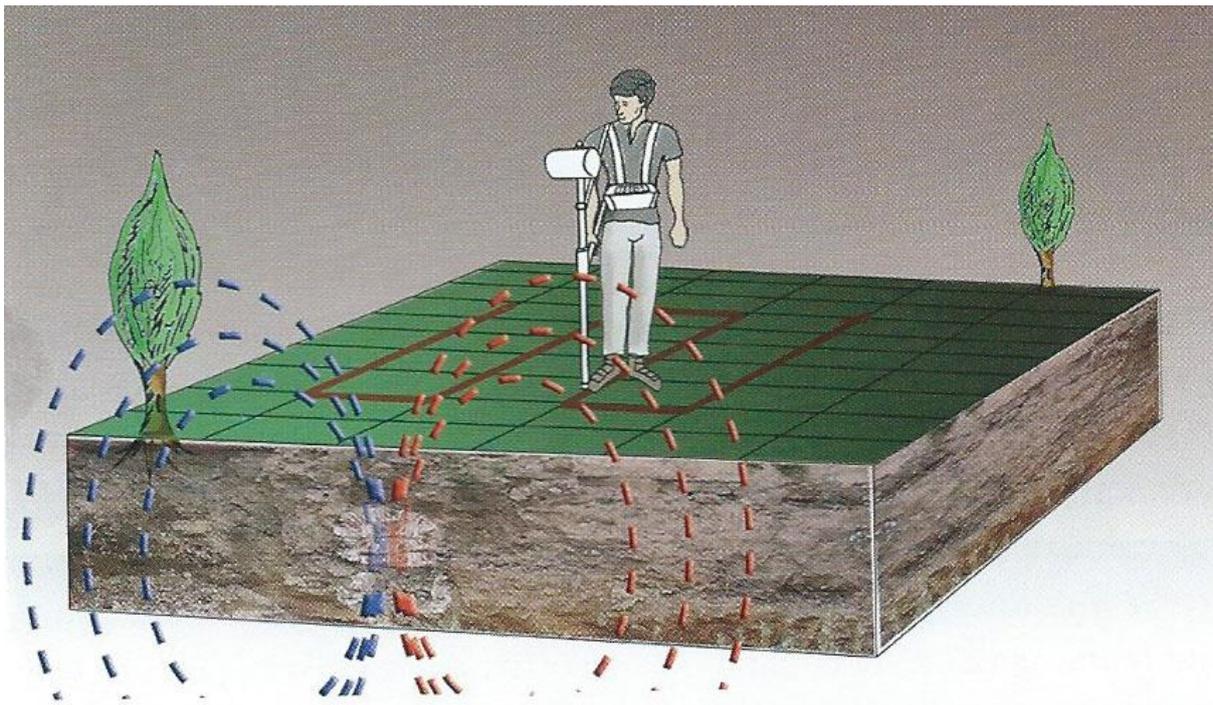
Οι συνθήκες του πεδίου καθορίζουν και την επιλογή του οργάνου για την έρευνα. Τα περισσότερα αρχαιολογικά κατάλοιπα παράγουν αδύναμη μαγνητική διαταραχή. Οι σημαντικές διαταραχές στο μαγνητικό πεδίο της Γης προέρχονται από τις θαμμένες αρχαιολογικές δομές και τη στρωματογραφία (Aspinal et all,2008).

### **Διαδικασία εφαρμογής της μεθόδου**

Πριν αρχίσουν να πραγματοποιούνται μετρήσεις μεγάλης έκτασης σε αρχαιολογικό χώρο, πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν η φύση, το μέγεθος και το βάθος των δομών που ανιχνεύονται όπως και η πιθανή ύπαρξη μεταλλικών αντικειμένων.

Αρχικά καλό θα ήταν να παίρνονται κάποιες μετρήσεις όπου υπάρχουν εμφανή λείψανα αρχαιολογικού ενδιαφέροντος, για να χρησιμοποιηθούν σαν σημεία αναφοράς.

Σε ένα σημείο βάσης με μαγνητική ησυχία πραγματοποιείται η ρύθμιση της συσκευής. Ρύθμιση του ύψους του φωρατή (αισθητήρα) της συσκευής από την επιφάνεια του εδάφους. Ο υπό έρευνα χώρος κατατέμενεται σε μικρά τετράγωνα (κελιά), διαστάσεων 20,00×20,00 μ. και η τοποθέτηση των ακμών των κελιών γίνεται με τοπογραφικά όργανα (γεωδαιτικούς σταθμούς ή GPS). Οι μετρήσεις πραγματοποιούνται σε καννάβο 0,50 μ. ή μικρότερου βήματος, ο οποίος υλοποιείται στο έδαφος για κάθε κελί χωριστά (Τσόκας κ.α.,2010). Η γεωμαγνητική έρευνα πραγματοποιείται λαμβάνοντας σημειακά μετρήσεις σε μια σειρά θέσεων που βρίσκονται σε καννάβο. Η απόσταση και οι διαστάσεις του καννάβου εξαρτάται από τον στόχο που πρέπει να χαρτογραφηθεί (Clark,1990).



Εικόνα 35: Η Μαγνητική μέθοδος(Τσόκας κ.α.,2006).

Ο χειριστής του οργάνου κινείται με σταθερό βήμα (καθορισμός βήματος δειγματοληψίας) σε ευθεία γραμμή κατά μήκος συγκεκριμένης όδευσης εντός του καννάβου, για την ομαλή συλλογή των δεδομένων ακολουθώντας βουτροφηδόν πορεία(εικ.35).

Ανά τακτά χρονικά διαστήματα γίνεται μηδενισμός του οργάνου και έλεγχος επαναληψιμότητας της μέτρησης σε όλες τις διευθύνσεις (Τσόκας κ.α,2010). Μετά το πέρας των μετρήσεων, οι τιμές μεταφέρονται σε υπολογιστή.

### **3. Γεωφυσική και αρχαιολογία**

Στο παρόν κεφάλαιο αναλύεται ο ρόλος της γεωφυσικής στην αρχαιολογία και παρατίθενται κάποια παραδείγματα γεωφυσικής έρευνας στον ελλαδικό χώρο.

#### **3.1. Τα πρώτα βήματα της γεωφυσικής έρευνας στην αρχαιολογική επιστήμη**

Η αρχαιολογική επιστήμη μελετά τα υλικά κατάλοιπα των ανθρώπινων κοινωνιών του παρελθόντος, προσπαθώντας να ανασυνθέσει τη ζωή και τις δραστηριότητες του. Στόχος της δεν είναι μόνο η αποκάλυψη, αλλά κυρίως η κατανόηση και η ερμηνεία. Στην περίπτωση λοιπόν ενός αρχαιολογικού ευρήματος, το ενδιαφέρον δεν εξαντλείται στην αναλυτική περιγραφή και χρονολόγηση, αλλά επιδιώκεται η κατανόηση της λειτουργίας του και της σημασίας που είχε για το άτομο και την κοινωνία, της οποίας υπήρξε προϊόν (Renfrew and Bahn,1996).

Από τα πρώτα βήματα της αρχαιολογίας ως επιστήμη μερικοί αρχαιολόγοι γνώριζαν ότι οι φυσικές ιδιότητες του εδάφους είχαν τη δυνατότητα να τους βοηθήσουν να ανακαλύψουν τι βρίσκεται κάτω από αυτό. Για παράδειγμα, χτυπώντας το έδαφος με ένα λοστό και ακούγοντας τις μεταβολές της αντήχησης μπορούσαν να ανιχνεύσουν σε μεγάλο βαθμό τη διάταξη θαμμένων δομών κάτω από ασβεστολιθικούς λόφους. Ο Clark περιγράφει πως το 1893 ο υπαρχηγός Pitt-Rivers χτυπούσε το έδαφος με αξίνα για να εντοπίσει ένα χαντάκι. Πρόκειται για την πρώτη καταγεγραμμένη εφαρμογή γεωφυσικής τεχνικής σε αρχαιολογική έρευνα (Clark,1990).

Από την άλλη η Εφαρμοσμένη Γεωφυσική συνιστά μια επιστήμη που θα μπορούσε να οριστεί ως « η έρευνα του υπεδάφους με καταγραφή φυσικών ποσοτήτων, οι οποίες οδηγούν στον καθορισμό της μεταβολής φυσικών παραμέτρων στο εσωτερικό της γης»(Τσόκας κ.α,2004).Ο Tony Clark, ένας από τους πρωτοπόρους της γεωφυσικής στην αρχαιολογία, περιγράφει τη συμβολή της γεωφυσικής ως την «ικανότητα να βλέπουμε κάτω από το υπέδαφος».

Τις τελευταίες δεκαετίες η συμβολή των θετικών επιστημών και ειδικότερα της Γεωφυσικής, στην περαιτέρω πορεία και ανάπτυξη της αρχαιολογικής επιστήμης είναι πασιφανής και ιδιαίτερα γόνιμη. Ο ρόλος της έχει πλέον καθιερωθεί σαν αναπόσπαστο μέρος κάθε αρχαιολογικής έρευνας. Ανάμεσα στους δυο αυτούς επιστημονικούς χώρους έχουν αναπτυχθεί πολύ στενές σχέσεις, ώστε μπορούμε να μιλάμε ακόμη και για ένα είδος συμπόρευσης, από την οποία έχει προκύψει μια νέα επιστήμη, η Αρχαιομετρία (Λυριτζής,2005).

### **3.2. Η αρχαιομετρία**

Η Αρχαιομετρία αποτελεί έναν διεπιστημονικό κλάδο, ο οποίος αντλεί τα εργαλεία του από το σύνολο των θετικών επιστημών, δηλαδή τη φυσική, τη χημεία, τη γεωλογία, την αστρονομία, τα μαθηματικά και τη βιολογία, και εστιάζει στις ανθρωπιστικές επιστήμες με ιδιαίτερη εφαρμογή στην αρχαιολογία και στην ιστορία της τέχνης. Απώτερος σκοπός της είναι η ακριβέστερη μελέτη της ανθρώπινης εξέλιξης και των πολιτισμών της. Αντικείμενό της αποτελεί η χρονολόγηση και η προέλευση αντικειμένων, η στατιστική επεξεργασία σε πληθυσμούς οργανικών κι ανόργανων υπολειμμάτων της ανθρώπινης δραστηριότητας στο παρελθόν, καθώς επίσης και ο εντοπισμός αρχαιοτήτων χωρίς ανασκαφή (Τσόκας,1988). Το γεγονός ότι η Αρχαιομετρία είναι μια πολύ σημαντική επιστήμη για τους αρχαιολόγους, οφείλεται κυρίως στο ότι οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται, είναι μη καταστρεπτικές τόσο για το αρχαιολογικό εύρημα όσο και για τον αρχαιολογικό χώρο (Λυριτζής 2005, Λυριτζής 2010).

Ο όρος Αρχαιομετρία εισήχθηκε στο τέλος της δεκαετίας του 1950 από τον καθηγητή της Ευρωπαϊκής Ιστορίας στο Πανεπιστήμιο της Οξφόρδης C.F.C. Hawkes (Λυριτζής,2005).

Οι γεωφυσικές διασκοπήσεις κατέχουν πρωταρχική θέση στην ιστορία της Αρχαιομετρίας, γιατί ήταν αυτές που σηματοδότησαν την εκκίνηση της νέας επιστημονικής οντότητας (Τσόκας,1988). Από τα μέσα της δεκαετίας του 1940, οι γεωφυσικές μέθοδοι διασκόπησης εφαρμόζονται στον εντοπισμό και τη χαρτογράφηση θαμμένων αρχαιοτήτων. Οι μέθοδοι αυτές εφαρμόζονται στην εξερεύνηση αρχαιολογικών χώρων σε παγκόσμια κλίμακα και αναφέρονται σ' όλα τα βιβλία εισαγωγής στην αρχαιολογική επιστήμη (Τσόκας και συνεργάτες,2006). Στηρίζονται στο γεγονός ότι οι αρχαιότητες αποτελούν διαταράξεις στην ομοιογένεια των ανώτερων στρωμάτων της γης, και επομένως προκαλούν ανωμαλίες σε φυσικά ή τεχνητά πεδία. Οι ανωμαλίες αυτές καταγράφονται με τη βοήθεια κατάλληλων οργάνων, επεξεργάζονται βάσει διεθνώς παραδεκτών μεθόδων και τελικά παρουσιάζεται

κυρίως μια χαρτογράφηση των υπεδάφειων αρχιτεκτονικών λειψάνων (Τσόκας και συνεργάτες,2006).

Η μέθοδος της ηλεκτρικής διασκόπησης εφαρμόστηκε για πρώτη φορά το 1946 και η μαγνητική διασκόπηση το 1958, σε τοποθεσίες της Αγγλίας (Aitken,1974). Στην συνέχεια οι δυο αυτές μέθοδοι έτυχαν ευρείας εφαρμογής και μέχρι σήμερα είναι από τις πλέον χρησιμοποιούμενες στην αρχαιολογική έρευνα. Τις τελευταίες δεκαετίες εισήχθησαν επίσης στην αρχαιολογική έρευνα και οι μέθοδοι της γεωηλεκτρικής τομογραφίας και του ραντάρ υπεδάφους (GPR) με πολύ μεγάλη επιτυχία (Τσόκας και συνεργάτες,2006).

Κατά συνέπεια, η γεωφυσική διασκόπηση εμπλουτίζει την αρχαιολογική έρευνα προσφέροντας πολύτιμες πληροφορίες, τόσο στην αρχαιολογική κοινότητα όσο και σε άλλους ενδιαφερόμενους φορείς.

Γενικά όμως, το ποσοστό χρήσης των γεωφυσικών μεθόδων σε σχέση με τις ανασκαφές που διεξάγονται στη χώρα μας, σωστικού ή συστηματικού χαρακτήρα, είναι μικρό. Το γεγονός αυτό οφείλεται στη μη πλήρη ενημέρωση για τις δυνατότητες των γεωφυσικών μεθόδων. Οι γεωφυσικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται στην αρχαιολογική έρευνα κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις. Η δυνατότητα χρήσης στηρίζεται στην ανίχνευση ανωμαλιών που προκαλούνται στις γεωφυσικές παραμέτρους του εδάφους όταν βρίσκονται μέσα σ' αυτό θαμμένες αρχαιότητες. Η δυνατότητα αυτή δε πρέπει να υπερεκτιμάται θεωρώντας ότι παύει πλέον να είναι αναγκαία η αρχαιολογική σκαπάνη. Οι γεωφυσικές μέθοδοι δεν απαλλάσσουν τον αρχαιολόγο από την ανασκαφή αλλά βοηθούν ώστε να σχεδιάσει καλύτερα τις ανασκαφικές δραστηριότητες, να περιορίσει τις δαπάνες και να εξοικονομήσει ενέργεια και χρόνο. Από τη στιγμή που το συγκεκριμένο θέμα αποτελεί διεπιστημονική ενότητα πρέπει να βρεθούν τρόποι αλληλοενημέρωσης όσων ασχολούνται με αυτό (Τσόκας,1988).

### **3.3. Πλεονεκτήματα και προοπτικές της γεωφυσικής έρευνας στην αρχαιολογική έρευνα**

Οι γεωφυσικές μέθοδοι διασκόπησης χρησιμοποιούνται ως το αρχικό εργαλείο στην έρευνα μιας περιοχής. Μετρήσεις λίγων ημερών ή εβδομάδων, είναι δυνατόν να καθοδηγούν την μετέπειτα αρχαιολογική έρευνα για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα. Η χρησιμότητα των χαρτών, που προκύπτουν από τις μετρήσεις στο πεδίο, στην αρχαιολογική έρευνα είναι προφανής. Ο ανασκαφέας αρχαιολόγος μπορεί να κατευθύνει επιλεκτικά την έρευνά του, να

εξάγει συμπεράσματα και στη συνέχεια να τα προεκτείνει για όλη την περιοχή που μελετά στηριζόμενος στο γεωφυσικό χάρτη (Τσόκας και συνεργάτες,2006). Επίσης, η εφαρμογή των μεθόδων διασκόπησης γίνεται σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα και με μικρό κόστος. Καλύπτονται δε με τον τρόπο αυτό μεγάλες σχετικά εκτάσεις (Τσόκας και συνεργάτες,2012). Δηλαδή είναι πιο οικονομικές στην εφαρμογή τους από τη διεξαγωγή μιας ανασκαφής και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιοχές όπου λόγω συνθηκών δεν θα μπορούσε να γίνει ανασκαφή (ιστορικά κτήρια, εκκλησίες, πυραμίδες και γενικότερα περιοχές που βρίσκονται κάτω από τη σύγχρονη αστική ανάπτυξη).

Αν και είναι δυνατόν μια γεωφυσική έρευνα να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα και τελικά μια εικόνα που θα μπορεί να ερμηνευθεί και από μη ειδικούς (Wynn1986a, Scollar et al. 1986), δηλαδή μια εικόνα που θα μοιάζει με αυτή που θα βλέπαμε αν είχε διεξαχθεί ανασκαφή, δεν απαλλάσσει τον αρχαιολόγο από την διαδικασία της ανασκαφής, εκτός από ελάχιστες περιπτώσεις (Aitken,1974).

### **Προοπτικές**

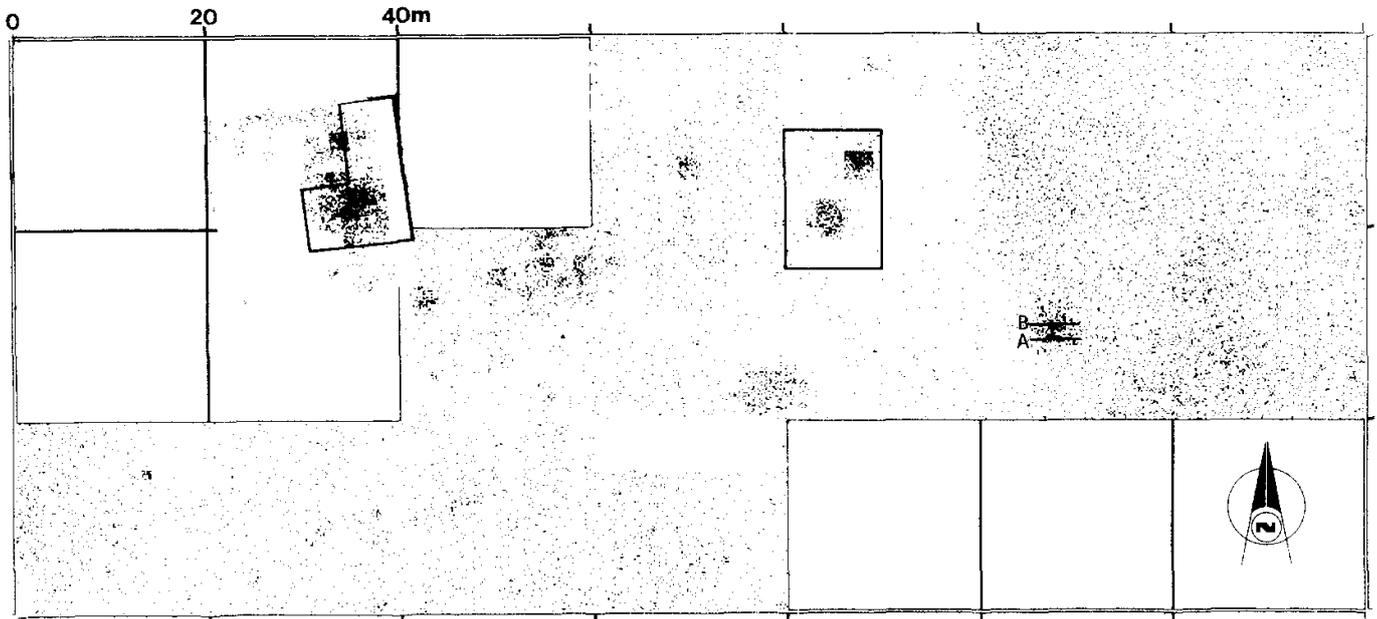
Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι ο ρόλος της γεωφυσικής στην αρχαιολογία θα συνεχίσει να αυξάνεται. Καθώς βελτιώνεται η ευαισθησία των γεωφυσικών συσκευών βελτιώνεται και η διακριτική ικανότητα της επισκόπησης. Η μελλοντική έρευνα θα εστιάσει σε νέες μεθόδους που θα μας δώσουν πρόσβαση σε πλούσια αρχαιολογικά υλικά, κρυμμένα κάτω από τις πόλεις μας ή θαμμένα κάτω από προσχώσεις. Οι φυσικές επιστήμες θα συνεχίσουν να βοηθούν στο ξεδιάλυμα της Ιστορίας και να ικανοποιούν την επιθυμία μας να κατανοήσουμε τη ζωή των προγόνων μας.

## **3.4. Παραδείγματα γεωφυσικών ερευνών στην Βόρεια Ελλάδα**

Τις τελευταίες δεκαετίες η αρχαιολογική υπηρεσία του Υπουργείου Πολιτισμού άρχισε σταδιακά να χρησιμοποιεί όλο και περισσότερο τις νέες τεχνολογίες στην αρχαιολογική – ανασκαφική έρευνα. Η έλλειψη οικονομικών πόρων για ανασκαφές, η μη καταστρεπτική φύση των γεωφυσικών μεθόδων αλλά και το σχετικά χαμηλό κόστος τους είχε σαν αποτέλεσμα στην διεξαγωγή μίας σειράς από γεωφυσικές διασκοπήσεις σε πολλές αρχαιολογικές θέσεις της χώρας. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες από αυτές, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στην Βόρεια Ελλάδα.

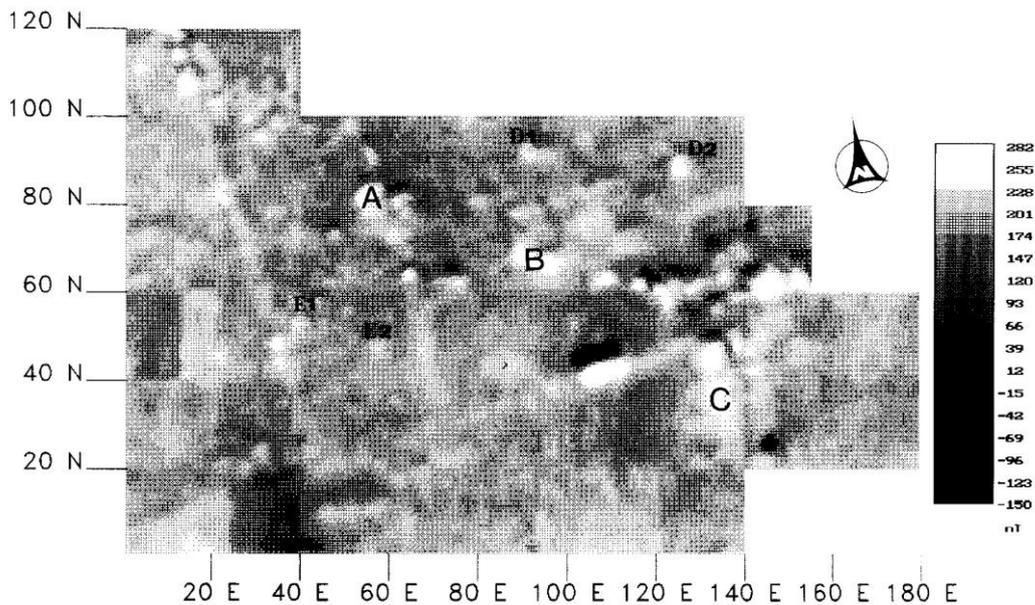
### **3.4.1. Αρχαιολογικός χώρος Ευρωπού, Κιλκίς**

Η γεωφυσική έρευνα έλαβε χώρα από το 1989 έως το 1993 στον αρχαιολογικό χώρο του Ευρωπού στο νομό Κιλκίς. Επρόκειτο για μια εκτεταμένη γεωφυσική έρευνα σε διάφορα



Εικόνα 37: Αποτελέσματα ηλεκτρικής διασκόπησης στη Νεκρόπολη του Ευρωπού (Tsokas et al,1994).

σημεία του τειχισμένου αρχαίου οικισμού. Συγκεκριμένα οι διασκοπήσεις έγιναν σε σημεία της νεκρόπολης, του αρχαίου κεντρικού δικτύου - δρόμων και την περιοχή των εργαστηρίων



Εικόνα 36: Αποτέλεσμα μαγνητικής διασκόπησης στον κεντρικό οικισμό του Ευρωπού (Tsokas et all.,1994).

του οικισμού.

Χρησιμοποιήθηκαν συνδυαστικά οι μέθοδοι της μαγνητικής και της ηλεκτρικής διασκόπησης. Τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων (εικ.36,37) αποκάλυψαν την ύπαρξη δομών όπως ταφικών μνημείων στην νεκρόπολη και τμημάτων της αρχαίας ρυμοτομίας της πόλης του Ευρωπού. Τα αποτελέσματα της γεωφυσικής έρευνας βοήθησαν στην στοχευμένη ανασκαφή του αρχαιολογικού χώρου (Tsokas et al, 1994).

### 3.4.2. Αρχαιολογικός χώρος Βεργίνας, Ημαθίας

Στον αρχαιολογικό χώρο της Βεργίνας στην Ημαθία πραγματοποιήθηκε μια από τις πρώτες μεγάλες γεωφυσικές έρευνες στην χώρα. Στην έρευνα συμμετείχαν επιστήμονες των τομέων Αρχαιολογίας και Γεωφυσικής του ΑΠΘ, υπό την παρακολούθηση του Μανόλη Ανδρόνικου.

Αρχικά η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε ένα τμήμα δυτικά του ιερού της Εύκλειας και συνεχίστηκε καλύπτοντας όλο τον αρχαίο οικισμό. Τα πρώτα αποτελέσματα αφορούσαν θεμελιώσεις δυτικά του ιερού της Εύκλειας.

Για την έρευνα του χώρου χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι ηλεκτρικής και μαγνητικής χαρτογράφησης, ηλεκτρικής τομογραφίας και ραντάρ υπεδάφους (Τσόκας κ.α., 2006).

#### Εφαρμογή ηλεκτρικής αντίστασης

Για την έναρξη της έρευνας η περιοχή χωρίστηκε σε μικρά τετράγωνα διαστάσεων 20x20μ. στο έδαφος, με τη δημιουργία καννάβου σε κάθε τετράγωνο. Ξεκινώντας με τη μέθοδο της ηλεκτρικής αντίστασης, η απόσταση μεταξύ των κινητών ηλεκτροδίων ορίστηκε στα 0,5μ..

Τα αποτελέσματα της ηλεκτρικής χαρτογράφησης φανέρωσαν ανομοιογένειες κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, οι οποίες ίσως



Εικόνα 38: Χάρτης ηλεκτρικής διασκόπησης της περιοχής δυτικά και βόρεια του ιερού της Εύκλειας στη Βεργίνα (Τσόκας κ.α., 2006).

ανταποκρίνονται σε αρχαιολογικές δομές.

Στην εικόνα 38, με σκούρους τόνους παρουσιάζονται οι υψηλές τιμές ηλεκτρικής αντίστασης, οι οποίες αντανakλούν θεμελιώσεις και άλλες αρχαιολογικές υποδομές. Σε κάποιες περιπτώσεις, οι υψηλές τιμές των αντιστάσεων οφείλονται πιθανόν σε συγκεντρώσεις λίθων (Τσόκας κ.α.,2006).

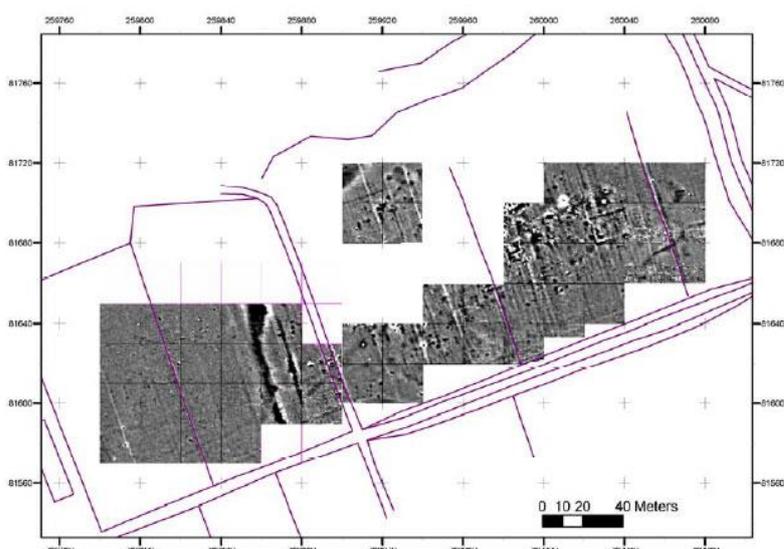
### Εφαρμογή Μαγνητικής Διασκόπησης

Η μέθοδος εφαρμόστηκε ως συμπληρωματική προς τις υπόλοιπες μεθόδους. Ερευνήθηκε με αυτή όλο το τμήμα εντός του οικισμού. Οι υψηλές τιμές των μετρήσεων αντιστοιχούν στο γεωλογικό υπόβαθρο της ευρύτερης περιοχής, το οποίο επηρεάζει τα αποτελέσματα, καθώς εμποδίζει την εμφάνιση των τιμών από την ανομοιογένεια των αρχαίων ερειπίων. Τα δεδομένα της μαγνητικής διασκόπησης υπέστησαν διάφορες επεξεργασίες και φιλτραρίσματα, έτσι ώστε να δημιουργηθεί μια καλύτερη εικόνα. Παρόλα αυτά, το πρόβλημα του υποβάθρου συνεχίστηκε και κατέστησε δύσκολη την απομόνωση ανομοιογενειών από αρχαιολογικά λείψανα.

Η ανασκαφή που διεξήχθη μετά τις γεωφυσικές έρευνες στο χώρο, επιβεβαίωσε τα αποτελέσματα των μετρήσεων στο βορειοδυτικό τμήμα του συγκροτήματος (Τσόκας κ.α.,2006).

### 3.4.3. Προϊστορικός οικισμός Αυγής, Καστοριάς

Η γεωφυσική διασκόπηση πραγματοποιήθηκε το 2004 στη θέση που φιλοξενεί τα λείψανα νεολιθικού οικισμού στο χωριό Αυγή του Νομού Καστοριάς. Στόχος της έρευνας ήταν η ανίχνευση θαμμένων δομών στη συγκεκριμένη γεωγραφική θέση, οι οποίες είναι



Εικόνα 39: Μαγνητική διασκόπηση στην Αυγή, Καστοριάς (Τσόκας κ.α.,2004).

υπολείμματα χρήσης του χώρου κατά το παρελθόν, και κατά το δυνατόν χαρτογράφησή τους.

Η γεωφυσικής έρευνα πραγματοποιήθηκε με την χρήση της μαγνητικής μεθόδου διασκόπησης. Πιο συγκεκριμένα χαρτογραφήθηκε η κατακόρυφη συνιστώσα του διαφορικού ολικού μαγνητικού πεδίου, σε έκταση περίπου 23600 τετραγωνικά μέτρα, αναμένοντας να εμφανιστούν διαταραχές που αντανακλούν την ύπαρξη υπεδάφιας λειψάνων της παρελθούσας ανθρώπινης παρέμβασης στο χώρο. Ο χώρος έρευνας κατατμήθηκε σε τετράγωνα (κελιά) 20x20 τετραγωνικά μέτρα, σε κάθε ένα εκ των οποίων υλοποιήθηκε κάναβος 0.5 m. Η πυκνότητα των μετρήσεων καθιστά την έρευνα υψηλής ευκρίνειας.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψε, ότι η γεωφυσική διασκόπηση στο συγκεκριμένο χώρο, έδειξε την ύπαρξη ανωμαλιών (εικ.39). Κάποιες από τις ανωμαλίες αυτές αντανακλούν την ύπαρξη σχετικά περισσότερο ή λιγότερο μαγνητισμένων δομών στο υπέδαφος. Οι δομές αυτές, είναι πιθανά λείψανα, της χρήσης του χώρου κατά τη νεολιθική εποχή όπως τεκμαίρεται κυρίως από το σχήμα των ανωμαλιών που προκαλούν (Τσόκας κ.α.,2004).

#### **3.4.4. Βυζαντινή ακρόπολη στην Βρύα (Βεριά) Σωζόπολης, Χαλκιδικής**

Σε τραπεζοειδή λόφο, μερικά μέτρα από την παραλία της Σωζόπολης Χαλκιδικής, βρίσκεται η βυζαντινή ακρόπολη με μερικώς σωζόμενο τείχος και πύλη. Από την Ανατολική πλευρά της σώζονται τμήματα του τείχους, μέσα από πυκνή βλάστηση. Στην επιφάνεια του εδάφους είναι εμφανή τμήματα κεραμικών ενώ διάφορα αρχιτεκτονικά μέλη υπάρχουν σε οικίες.

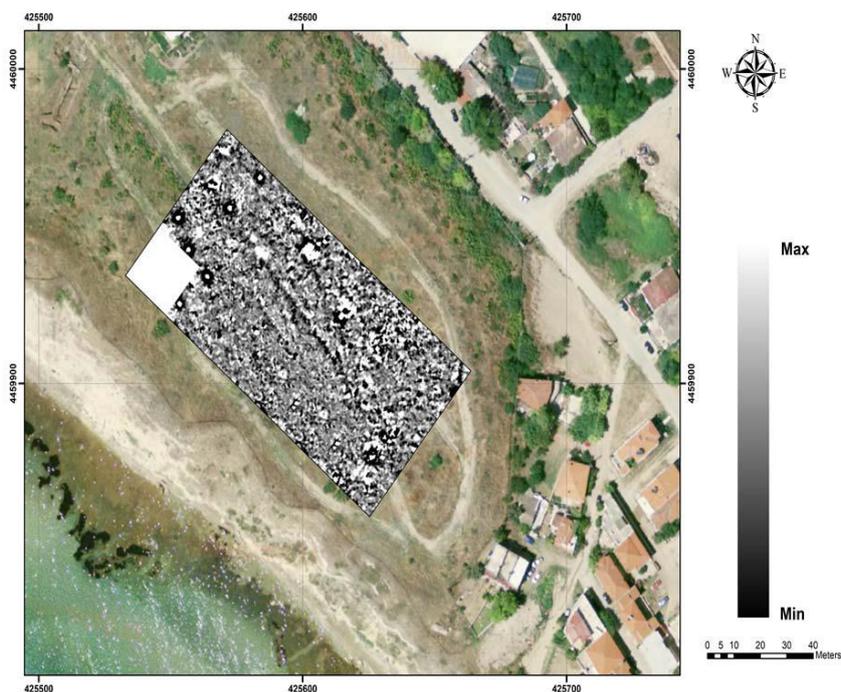
Οι γεωφυσικές έρευνες στην τούμπα της Βεριάς πραγματοποιήθηκαν από το Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης το καλοκαίρι και το φθινόπωρο του 2017 και περιελάμβαναν τις μεθόδους της ηλεκτρικής και μαγνητικής διασκόπησης (Βάση,2018).

#### **Μέθοδος Μαγνητικής Διασκόπησης στη Βεριά**

Για τις ανάγκες της έρευνας με μαγνητική διασκόπηση δημιουργήθηκαν στο έδαφος 12 κελιά, τα οποία κάλυψαν έκταση 5 στρεμμάτων, εντός των οποίων δημιουργήθηκε λεπτομερής κάναβος. Τα κελιά του καννάβου δημιουργήθηκαν και υλοποιήθηκαν στο έδαφος με GPS. Το όργανο που χρησιμοποιήθηκε είναι το διαφορικό μαγνητόμετρο. Σε κάθε κελί ξεχωριστά

δημιουργήθηκαν κάθετες οδεύσεις ανά 0,5μ. και οι μετρήσεις πάνω σε αυτές πραγματοποιήθηκαν σε διάστημα 0,5μ.

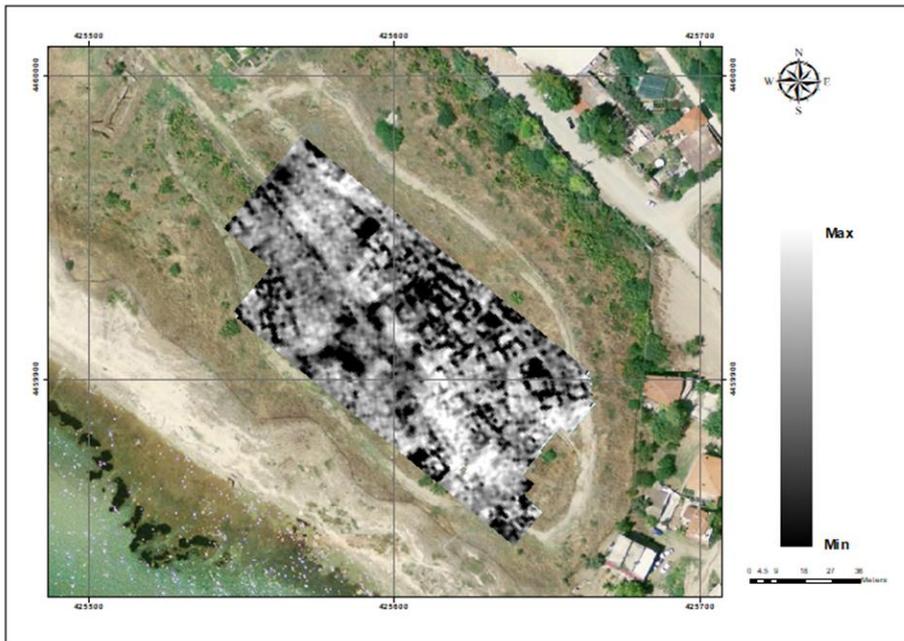
Η ολοκληρωμένη εικόνα της μαγνητικής έρευνας στη Βεριά έδωσε λιγιστές πληροφορίες για τις υπεδάφειες δομές (εικ.40). Αρχικά, παρατηρούνται δύο παράλληλες γραμμές, οι οποίες έχουν κατεύθυνση από ΒΔ προς ΝΑ. Πιθανώς να πρόκειται για αναλήμματα, τα οποία είναι εμφανή στην τούμπα (Βάσση,2018).



Εικόνα 40: Αποτελέσματα μαγνητικής διασκόπησης στην τούμπα της Βεριάς (Βάσση,2018).

### Μέθοδος Ηλεκτρικής Αντίστασης

Το φθινόπωρο του 2017 διεξήχθη η έρευνα με τη μέθοδο της ηλεκτρικής αντίστασης στην τούμπα της Βεριάς. Η έρευνα κάλυψε περιοχή 8 στρεμμάτων. Το όργανο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το αντιστασιόμετρο RM15. Τα ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν βάσει της διάταξης διπόλου - διπόλου. Η εικόνα των αποτελεσμάτων από την εφαρμογή της μεθόδου της ηλεκτρικής αντίστασης ήταν πιο καθαρή (εικ.41), βοηθώντας στην εξαγωγή κάποιων συμπερασμάτων σχετικά με τις υπεδάφειες δομές.



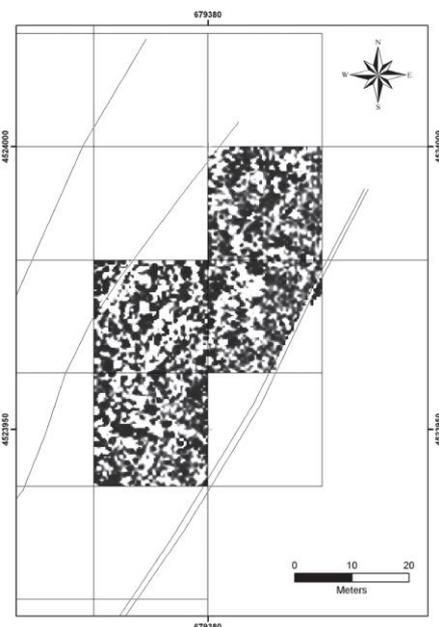
Εικόνα 41: Αποτελέσματα ηλεκτρικής διασκόπησης στην τούμπα της Βεριάς (Βάσση,2018).

Αντιπαραβάλλοντας τα αποτελέσματα της μαγνητικής και ηλεκτρικής διασκόπησης στην τούμπα της Βεριάς με τις ανασκαφικές έρευνες στο χώρο, εξάγεται το συμπέρασμα ότι οι κατασκευές που εντοπίστηκαν στο υπέδαφος αντιπροσωπεύουν δομές στο εσωτερικό του μεσαιωνικού κάστρου, τμήματα του οποίου ανασκάφηκαν κατά το έτος 1995(Βάσση,2018).

### 3.4.5. Αρχαίος Δορίσκος Έβρου

Η γεωφυσική έρευνα έλαβε χώρα στον νομό Έβρου τον Νοέμβριο του 2005 και τον Δεκέμβριο του 2006 και πιο συγκεκριμένα στη θέση που φιλοξενεί τα ερείπια του αρχαίου Δορίσκου σε έκταση 14.400 τετραγωνικά μέτρα. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της ηλεκτρικής και της μαγνητικής χαρτογράφησης, με στόχο την ανίχνευση θαμμένων αρχιτεκτονικών λειψάνων και την κατά το δυνατόν χαρτογράφησή τους (Τσόκας κ.α.,2010).

#### Αποτελέσματα της μαγνητικής διασκόπησης



Εικόνα 42: Μαγνητική διασκόπηση στον Αρχαίο Δορίσκο (Τσόκας κ.α.,2010).

Στην εικόνα 42 δίνεται απεικόνιση της κατανομής των πρώτων κατακόρυφων διαφορών του ολικού μαγνητικού πεδίου στον χώρο έκτασης 1.600 τετραγωνικών μέτρων που ερευνήθηκε. Παρουσιάζονται αρνητικές (λευκοί τόνοι) και θετικές (σκουροί τόνοι) γραμμικές ανωμαλίες. Παρουσιάζονται, επίσης, κλειστές μορφές ανωμαλιών, οι οποίες παραπέμπουν αμέσως σε κάτοψη οικοδομικού ιστού (Τσόκας κ.α.,2010).

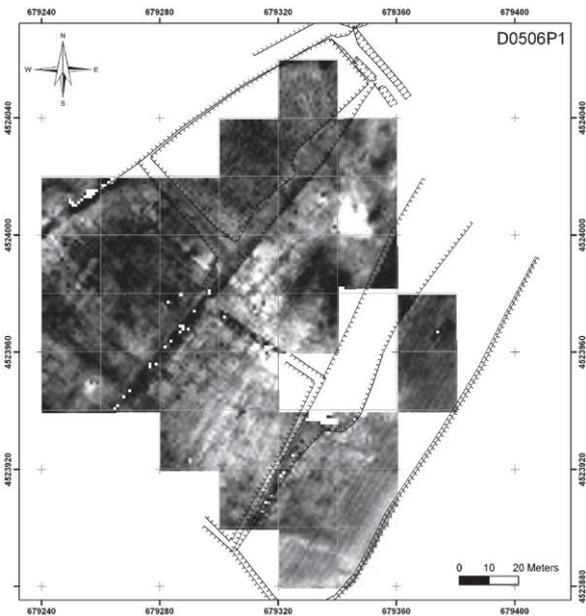
#### Αποτελέσματα της ηλεκτρικής διασκόπησης

Το αποτέλεσμα της ηλεκτρικής διασκόπησης στον χώρο που ερευνήθηκε φαίνεται στην εικ.43. Γενικά παρατηρούνται γραμμικές ανωμαλίες, οι οποίες σε πολλές περιπτώσεις σχηματίζουν κλειστά γεωμετρικά σχήματα. Τα σχήματα αυτά συγκεντρώνονται περισσότερο στο δυτικό τμήμα της περιοχής που ερευνήθηκε, όπου αρθρώνονται σε κάτοψη λειψάνων πολεοδομικού ιστού.

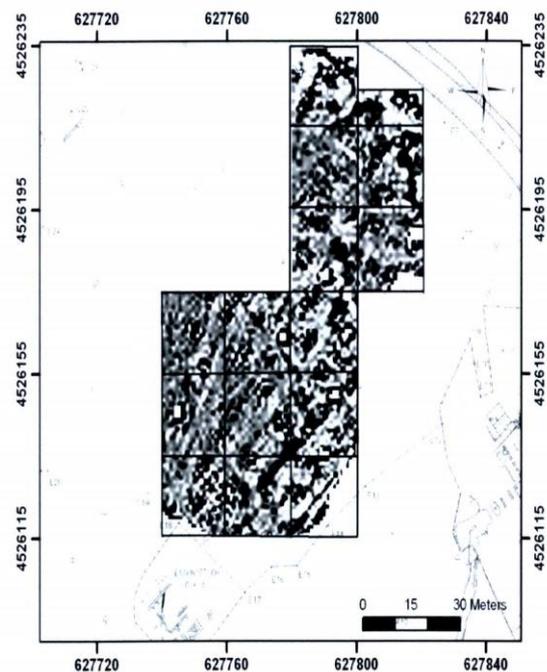
Τα γεωφυσικά αποτελέσματα επιβεβαιώθηκαν σε μεταγενέστερη περίοδο από περιορισμένη ανασκαφική έρευνα (Τσόκας κ.α.,2010).

#### 3.4.6. Αρχαιολογική θέση Καμπάνα, Μαρώνεια Κομοτηνής

Η γεωφυσική έρευνα στην θέση Καμπάνα, Μαρώνειας Κομοτηνής πραγματοποιήθηκε το 2004 και αφορούσε μια έκταση περίπου 5.500 τετραγωνικών μέτρων. Η θέση τοποθετείται κοντά στο Αρχαίο θέατρο Μαρώνειας και σε όλη την επιφάνεια της εντοπίζονται ευρήματα, κυρίως κεραμικά όστρακα. Η γεωφυσική έρευνα πραγματοποιήθηκε με την χρήση της μαγνητικής (εικ.44) και ηλεκτρικής μεθόδου διασκόπησης.



Εικόνα 43: Ηλεκτρική διασκόπηση στον Αρχαίο Δορίσκο (Τσόκας κ.α.,2010).



Εικόνα 44: Μαγνητική διασκόπηση στην θέση Καμπάνα, Μαρώνειας (Τσόκας κ.α.,2011).

Τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων συνδυαστικά κατέδειξαν την ύπαρξη ανωμαλιών στο υπέδαφος της υπό διερεύνηση περιοχής με σαφή γεωμετρικά σχήματα. Οι δομές που προκαλούν τις γραμμικές ανωμαλίες είναι πιθανόν λείψανα του αρχαίου πολεοδομικού ιστού (Τσόκας κ.α.,2011).

### **3.4.7. Συμπεράσματα**

Όλες οι παραπάνω γεωφυσικές διασκοπήσεις και πολυάριθμες άλλες που έχουν πραγματοποιηθεί στον ελλαδικό χώρο, καταδεικνύουν τον βαθμό που η γεωφυσική έρευνα είναι πλέον απαραίτητη στην αρχαιολογική διαδικασία, καθώς στο μεγαλύτερο ποσοστό τους τα αποτελέσματα τους επιβεβαιώθηκαν από την ανασκαφική διαδικασία που επακολούθησε.

Επίσης αν και πλέον εφαρμόζονται νέες μέθοδοι, εντούτοις η αξιοπιστία των κλασσικών μεθόδων, της ηλεκτρικής και μαγνητικής διασκόπησης, δίνουν αξιόπιστα αποτελέσματα αν και εφόσον πληρούνται όλοι οι παράγοντες που διευκολύνουν αυτές.

Τέλος η ανασκόπηση των παραπάνω γεωφυσικών διασκοπήσεων, καθώς και πολύ περισσότερων άλλων που δεν παρουσιάζονται εδώ, βοήθησε στην συγκριτική κατανόηση και ερμηνεία τόσο της διαδικασίας όσο και των αποτελεσμάτων της γεωφυσικής διασκόπησης που πραγματοποιήθηκε στην Βεγόρα Φλώρινας και παρουσιάζεται στο επόμενο κεφάλαιο.

## 4. Γεωφυσική έρευνα στην Βεγόρα Φλώρινας

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα παρουσιαστούν λεπτομέρειες για τον τρόπο διεξαγωγής της γεωφυσικής έρευνας που πραγματοποιήθηκε στον αρχαιολογικό χώρο της Βεγόρας Φλώρινας (εικ. 45), η οποία έλαβε χώρα στις 2 Απριλίου του 2018. Επίσης θα περιγράψουν με συντομία η μεθοδολογία της έρευνας, τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν, τα προβλήματα που προέκυψαν καθώς και η επεξεργασία που ακολούθησε στο εργαστήριο. Τέλος θα σχολιαστούν τα αποτελέσματα που προέκυψαν και θα παρατεθούν τα συμπεράσματα της έρευνας.



Εικόνα 45: Η περιοχή της Βεγόρας με τις θέσεις ενδιαφέροντος (googleearth).

### 4.1. Επιλογή θέσης έρευνας και μεθόδου

Ο γεωφυσικός δεν είναι εφικτό να προβλέψει αν μία περιοχή είναι κατάλληλη για γεωφυσική έρευνα πριν αυτή ερευνηθεί. Είναι όμως δυνατόν να αξιολογηθούν οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται αν η γεωφυσική έρευνα θα είναι επιτυχής.

Κάποιοι παράγοντες που συμβάλλουν καθοριστικά στην αναγνώριση της καταλληλότητας μιας περιοχής για γεωφυσική έρευνα είναι οι παρακάτω:

1. Καταλληλότητα επιφάνειας του εδάφους για τη διέλευση των γεωφυσικών οργάνων . Αξίζει να σημειωθεί ότι τόσο οι υπόγειες όσο και οι επιφανειακές συνθήκες του εδάφους έχουν μεγάλη σημασία. Μία έρευνα μπορεί να παρεμποδίζεται και να δυσχεραίνεται εξαιτίας έντονης βλάστησης.

Η βλάστηση συχνά αποτελεί σημαντικό εμπόδιο σε τέτοιου είδους έρευνες, καθώς πολλοί αρχαιολογικοί χώροι βρίσκονται σε πλούσιες σε βλάστηση περιοχές. Η ύπαρξη δένδρων ή άλλων εμποδίων, πολλές φορές καθιστά την διέλευση του χειριστή σε ευθεία γραμμή για την ομαλή συλλογή δεδομένων αδύνατη. Έτσι, πολλές μετρήσεις ίσως να χρειαστεί να παρεκκλίνουν σημαντικά από την ευθεία των μετρήσεων.

Πρόσθετα προβλήματα στην γεωφυσική έρευνα συχνά δημιουργούν και οι ρίζες των δέντρων. Για παράδειγμα, στην μαγνητική έρευνα, οι μεγάλες ρίζες σε έδαφος το οποίο είναι πλούσιο σε σίδηρο, εντοπίζονται σαν αδύναμες αρνητικές ανωμαλίες. Στις περισσότερες πάντως μαγνητικές έρευνες, οι ρίζες των δέντρων δε φαίνονται καθόλου. Στις έρευνες αντίστασης και αγωγιμότητας, οι ρίζες είναι δυνατό να απορροφήσουν την τοπική υγρασία με αποτέλεσμα να προκαλέσουν μεγάλη αντίσταση ή ανωμαλίες χαμηλής αγωγιμότητας. Εν συνεχεία σε χέρσες περιοχές, το ψηλό χορτάρι, οι θάμνοι και τα σπαρτά μπορεί επίσης να προκαλέσουν προβλήματα. Οι ιδανικές περιοχές είναι αυτές που έχουν μόνο κοντό χορτάρι (Tite,1973).

2. Επίσης, ενοχλήσεις μπορούν να προκληθούν και από τεχνητές κατασκευές, όπως για παράδειγμα από φράκτες, δρόμους, πεζοδρόμια και θαμμένες εγκαταστάσεις. Συχνά δεν μπορεί να γίνει τίποτα για να αφαιρεθούν τα εν λόγω εμπόδια με σημαντικό αντίκτυπο στην εκάστοτε έρευνα (Tite,1973).
3. Επίσης, η διαταραχή της επιφάνειας του εδάφους (εδαφικές- επιφανειακές ανωμαλίες) αποτελεί σημαντικό παράγοντα προς εξέταση πριν την διεξαγωγή μίας γεωφυσικής έρευνας. Για παράδειγμα, περιοχές που έχουν εξομαλυνθεί από μηχανήματα βαρέως τύπου είναι εξαιρετικά δύσκολο να υποβληθούν σε έρευνα, καθώς η ποικιλία των ιδιοτήτων του εδάφους που δημιουργείται μπορεί να κάνει αδύνατη την ανίχνευση των αρχαιοτήτων που αναζητούνται Σε περιπτώσεις που η έρευνα στοχεύει σε πολύ μικρά βάθη, ακόμα και οι γεωργικές δραστηριότητες όπως το όργωμα μπορεί να αποτελέσουν πρόβλημα στην ανίχνευση της αντίθεσης των φυσικών ιδιοτήτων των αρχαιοτήτων με το περιβάλλον (Witten,2006).
4. Μελέτη Ιστορικών - Αρχαιολογικών Στοιχείων. Πριν προχωρήσουμε σε μία αρχαιολογική γεωφυσική έρευνα θα πρέπει να έχουμε τουλάχιστον κάποιες ενδείξεις,

ότι στην υπό μελέτη περιοχή υπάρχει αρχαιολογικό ενδιαφέρον. Τέτοιες ενδείξεις μπορεί να είναι επιφανειακά αρχαία ερείπια ή και ιστορικά κείμενα τα οποία υποδεικνύουν έναν τόπο.

5. Το μέγεθος και το βάθος των αρχαιολογικών αντικειμένων. Η ικανότητα ανίχνευσης ενός αντικειμένου σε γενικές γραμμές μειώνεται όσο αυξάνεται το βάθος του αντικειμένου κάτω από την επιφάνεια, αλλά και όσο μειώνεται το μέγεθός του (Beck,1981).
6. Η αντίθεση ανάμεσα στον περιβάλλοντα χώρο και το αρχαιολογικό υλικό. Ακόμα και σε περιπτώσεις όπου τα αντικείμενα διαθέτουν μεγάλο μέγεθος, είναι αρκετά ρηχά και έχουν αρκετή αντίθεση για να ανιχνευτούν, είναι πιθανή η δυσκολία της αναγνώρισής τους εάν καλύπτονται από διαταραγμένο ή σύγχρονο υλικό, ενώ ίσως να μην αναγνωριστούν και καθόλου. Το διαταραγμένο ή σύγχρονο υλικό αναφέρεται στις ανωμαλίες στα γεωφυσικά δεδομένα που δεν συσχετίζονται με τα φαινόμενα ενδιαφέροντος (δηλαδή τα αρχαιολογικά κατάλοιπα). Παράδειγμα αποτελούν τα ορύγματα τα οποία μπορεί να έχουν γεωφυσικές ιδιότητες παρόμοιες με αυτές από τα λαγούμια τρωκτικών ή τις ρίζες δέντρων. Τα σύγχρονα μεταλλικά απορρίμματα και οι βράχοι αποτελούν μια από τις πιο συχνές και ενοχλητικές πηγές "θορύβου" που μπορούν να επιδράσουν αρνητικά σε μια γεωφυσική έρευνα (Clark 1990, Στεφανόπουλος-Παπαμαρινόπουλος2009).

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω παραμέτρους έγιναν οι παρακάτω παρατηρήσεις για την υπό διερεύνηση περιοχή, η οποία βρίσκεται στα ΝΔ του αρχαιολογικού χώρου «Τσαϊρία της Εκκλησίας», νότια του χωριού Βεγόρα (εικ.45):

1. Η περιοχή στην οποία έλαβε μέρος η γεωφυσική έρευνα καλυπτόταν κατά το ήμισυ (Βόρειο τμήμα) από χαμηλή βλάστηση (κοντό χορτάρι), ενώ το άλλο μισό (Νότιο τμήμα) ήταν «γυμνό» από βλάστηση. Η αρχική σκέψη ήταν να πραγματοποιηθεί διασκόπηση και στο αγροτεμάχιο στα βόρεια της υπό μελέτης περιοχής, η οποία κατόπιν επιφανειακής έρευνας απορρίφθηκε, εξαιτίας της παρουσίας οπωροφόρων δέντρων (ρίζες και όργανο).
2. Ο ανεσκαμμένος αρχαιολογικός χώρος στα Ανατολικά οριζόταν περιμετρικά από μεταλλικό φράχτη ο οποίος θα επηρέαζε τις μαγνητικές μετρήσεις. Γι αυτό τον λόγο τηρήθηκε απόσταση ασφαλείας περίπου 2- 3 μ. εξ Ανατολάς κατά την υλοποίηση του καννάβου.

3. Η περιοχή ενδιαφέροντος είχε χρησιμοποιηθεί κατά το παρελθόν ως χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων. Προκειμένου να επιτευχθεί η παραπάνω χρήση χρειάστηκε να εργαστούν για την εξομάλυνση της περιοχής βαρέου τύπου μηχανήματα, προκαλώντας διαταραχή στα επιφανειακά στρώματα. Αξίζει να επισημανθεί πως το επιφανειακό στρώμα ολόκληρης της έκτασης καλύπτεται από αμμώδες χώμα, καθώς η περιοχή καλυπτόταν από τα νερά της λίμνης Βεγορίτιδας τα οποία υποχώρησαν κατά τις προηγούμενες δεκαετίες, αφήνοντας το άνω αμμώδες στρώμα του βυθού της.
4. Ενδείξεις υπεδάφινων αρχαιολογικών στοιχείων στην περιοχή έρευνας υπήρχαν και στην επιφάνεια του χώρου (όστρακα κεραμικής και διάσπαρτο οικοδομικό υλικό). Ιδιαίτερα στο κέντρο του καννάβου Veg04 παρατηρούνται ίχνη ψηφιδωτής επιφάνειας.
5. Η ύπαρξη αρχαιολογικού υλικού σε μικρό βάθος τεκμαίρεται από την παρουσία αρχαιολογικού υλικού στο επιφανειακό στρώμα.
6. Πιθανή παρουσία σύγχρονου υλικού (καρφιά κ.α.) και φερτών χωμάτων με την μορφή δύο σωρών παρατηρείται στα δυτικά της περιοχής μελέτης (Κάνναβος Veg 01).

Αν και τα παραπάνω δεδομένα δεν ήταν ενθαρρυντικά για την επιτυχή διεξαγωγή της γεωφυσικής έρευνας, εντούτοις η γειτνίαση του υπό διερεύνηση χώρου με τον υπάρχοντα αρχαιολογικό χώρο και η βεβαιότητα από τα επιφανειακά ευρήματα της ύπαρξης αρχαιολογικών καταλοίπων σε μικρό βάθος, ενίσχυσαν την απόφαση της διεξαγωγής της έρευνας.

#### **4.1.1. Τηλεπισκόπηση και έλεγχος θέσης με βάση το Google Earth**

Πριν την τελική διεξαγωγή της γεωφυσικής έρευνας αξιοποιήθηκαν σχετικά χαρτογραφικά στοιχεία με ποικίλες κλίμακες. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές φωτογραφίες που παρέχει το λογισμικό του Google Earth. Η συγκριτική μελέτη τηλεπισκοπικών απεικονίσεων διαφόρων περιόδων υπαγορεύεται από το γεγονός ότι καθίσταται δυνατή η παρατήρηση της μορφής της επιφάνειας του εδάφους πριν και μετά από κάθε έρευνα.

**Τηλεπισκόπηση** είναι η επιστήμη της συλλογής, ανάλυσης και ερμηνείας πληροφοριών για ένα συγκεκριμένο στόχο, ώστε να εντοπιστούν, να μετρηθούν και να ποσοτικοποιηθούν οι ιδιότητές του μέσα από τις αλληλεπιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, χωρίς τη μεσολάβηση καμίας άμεσης και φυσικής επαφής με τον υπό διερεύνηση στόχο. Ως εκ τούτου, διάφορες τεχνικές όπως είναι η δορυφορική τηλεπισκόπηση, η αεροφωτογράφιση, οι επίγειες

γεωφυσικές διασκοπήσεις, τα υπερηχητικά όργανα, καθώς και η τρισδιάστατη σάρωση αντικειμένων, αποτελούν επιστημονικά πεδία της Τηλεπισκόπησης (Lock,2003).

**Google Earth** ονομάζεται το πρόγραμμα γραφικής απεικόνισης της Γης το οποίο είναι διαθέσιμο στο Διαδίκτυο. Το πρόγραμμα συνθέτει εικόνες και πληροφορίες από δορυφορικές φωτογραφίες, αεροφωτογραφίες, στοιχεία GIS και από πολλές πηγές σε επάλληλα στρώματα (που τα ονομάζει «επίπεδα» - στα αγγλικά levels), με σημαντική ευκολία χρήσης.

Τα επίπεδα αυτά έχουν αφενός πληροφορίες που εισήγαγε η Google όπως πληροφορίες χάρτη με ονομασίες δρόμων ("Δρόμοι"), πληροφορίες για τον καιρό αλλά και πολλές άλλες πληροφορίες που προσθέτουν οι χρήστες του συστήματος όπως τρισδιάστατα κτίρια για αρκετές περιοχές/πόλεις του κόσμου με εργαλεία όπως τον Δημιουργό Κτιρίων, φωτογραφίες, τοπικές πληροφορίες κ.α. (Αργιαλάς,1999).

Μια από τις ενδιαφέρουσες νέες λειτουργίες του Google Earth είναι η Προβολή Χάρτη σε βάθος χρόνου, όπου πλέον μπορεί ο χρήστης να δει τις φωτογραφίες που ανέβηκαν για μια περιοχή στην υπηρεσία σε παλαιότερες χρονικές περιόδους.

Συγκεκριμένα στη μελέτη της περιοχής της Βεγόρας χρησιμοποιήθηκαν 4 φωτογραφίες με χρονολογία λήψης το 2009, 2011, 2014 και 2017 πριν την έναρξη της νέας ανασκαφής. Σε όλες διακρίνονται τα ερείπια του ρωμαϊκού κτιρίου της προηγούμενης ανασκαφής, αλλά το εντυπωσιακό είναι ότι στην υπό διερεύνηση περιοχή στις τρεις πιο πρόσφατες φωτογραφίες



Εικόνα 46: Αρχαιολογικός χώρος "Τσαΐρια της Εκκλησίας" – 2009.

διακρίνονται στοιχεία - ίχνη που πιθανώς συμπίπτουν με την αποτελέσματα της γεωφυσικής έρευνας.

Η αναλογική φωτοερμηνεία των αεροφωτογραφιών βασίστηκε στην αξιολόγηση των βασικών φωτοαναγνωριστικών στοιχείων, δίνοντας έμφαση στον τόνο, την υφή, τη σκιά, τα πρότυπα, τη θέση και τη σχέση με το περιβάλλον (Palmer and Cox,1993).

Στην εικόνα 46 (κίτρινη γραμμή) διακρίνεται η διαφορά στην ανάπτυξη της βλάστησης στο σημείο που έγινε η διασκόπηση, που υποδηλώνει ύπαρξη αρχαιολογικών καταλοίπων.



Εικόνα 47: Αρχαιολογικός χώρος "Τσαΐρια της Εκκλησίας" – 2011.

Στην εικόνα 47 (κίτρινη γραμμή) συνεχίζει η ίδια εικόνα, ενώ πιθανόν να διακρίνεται με την μορφή σκιάς η επιμήκης κατασκευή που εντοπίστηκε και στην μαγνητική διασκόπηση της περιοχής.



Εικόνα 48: Αρχαιολογικός χώρος "Τσαΐρια της Εκκλησίας" – 2014.

Στην εικόνα 48 (κίτρινο πλαίσιο) σε μια φωτογραφία με χρονολογία λήψης το 2014, σε περίοδο καλοκαιριού και ξηρού περιβάλλοντος, ανιχνεύονται ίχνη σκιών μικροαναγλύφου στην υπό μελέτη περιοχή δηλωτικό στοιχείο ότι η περιοχή κρύβει αρχαιολογικά κατάλοιπα.



Εικόνα 49: Αρχαιολογικός χώρος "Τσαΐρια της Εκκλησίας" – 2017.

Τέλος το 2017 σε μια φωτογραφία (εικόνα 49) που λήφθηκε λίγες μέρες πριν την έναρξη της ανασκαφής, και ίσως να έχει γίνει και αποψίλωση της περιοχής, μπορούμε να διακρίνουμε γραμμικά ίχνη και ίχνη σκιών μέσα στο κίτρινο πλαίσιο, που πιθανόν αντιστοιχούν σε κάποιες από τις δομές που εντοπιστήκαν με την μαγνητική διασκόπηση.



Εικόνα 50: Εστιασμένη φωτογραφία από Google Earth - Βεγόρα 2017.

Συγκεκριμένα στην εικόνα 50, που είναι εστιασμένη, διαφαίνεται ευκρινώς η επιμήκης γραμμική ανωμαλία, η περιοχή με την κατασκευή με τις ψηφίδες, την κεραμική και τους λίθους και η ορθογώνια παραλληλόγραμμη κατασκευή. Οι δομές αυτές εντοπίστηκαν και στην μαγνητική διασκόπηση (βλέπε σελ.116- εικ.65).

## Η διαδικασία της έρευνας

Η γεωφυσική διασκόπηση στην περιοχή της Βεγόρας εφαρμόστηκε βάση των επόμενων βημάτων:

1. Διαχωρισμός της περιοχής σε ικανό αριθμό κελιών εμβαδού 400 τετραγωνικών μέτρων με χρήση του Πυθαγόρειου θεωρήματος.
2. Σήμανση των άκρων έκαστου γεωφυσικού δικτύου μέσω μη μαγνητικών υλικών.
3. Διερεύνηση του χώρου έκαστου γεωφυσικού κελιού μέσω εφαρμογής ηλεκτρικής και μαγνητικής διασκόπησης.
4. Σάρωση επάλληλων τομών κατά μήκος του άξονα νότου – βορρά και με βήμα 1 μέτρο για τα ηλεκτρικά, ενώ για τα μαγνητικά 0,5 μέτρο.
5. Επεξεργασία των γεωφυσικών δεδομένων μέσω ειδικών γεωφυσικών λογισμικών για την αναγνώριση σαφών γεωμετρικών σχημάτων που υποδεικνύουν την ύπαρξη στόχων αρχαιολογικού ενδιαφέροντος.

6. Επεξεργασία του συνόλου των γεωφυσικών δεδομένων μέσω χωρικών συντεταγμένων για την απόδοση της συνολικής κατανομής της μετρούμενης γεωφυσικής ποσότητας στο χώρο με την χρήση GIS.
7. Περιγραφή, ερμηνεία των εμφανιζόμενων αποτελεσμάτων.
8. Συμπεράσματα και προτάσεις που βοηθούν στην επίλυση του προβλήματος.



Εικόνα 51: Η περιοχή της έρευνας.

#### 4.1.2. Διαδικασία διεξαγωγής της έρευνας στο πεδίο

Η γεωφυσική διασκόπηση στον αρχαιολογικό χώρο της Βεγόρας περιελάμβανε μαγνητική και ηλεκτρική χαρτογράφηση με στόχο την ανίχνευση θαμμένων αρχιτεκτονικών λειψάνων και την κατά το δυνατόν χαρτογράφησή τους. Το βασικό αποτέλεσμα της εργασίας αυτής είναι η παραγωγή ενός χάρτη κατανομής των φυσικών ποσοτήτων στο υπέδαφος, ο οποίος παρουσιάζεται με τρόπο που να προσομοιάζει την κάτοψη των θαμμένων ερειπίων. Στην απόφαση αυτή συνηγόρησε η επιτόπια κατόπτευση του χώρου και η ταυτόχρονη εκτίμηση των γεωφυσικών παραμέτρων. Σημαντικό ρόλο στον καθορισμό των μεθόδων και των παραμέτρων έπαιξε και η συζήτηση σχετικά με τις πιθανές υπεδάφειες δομές.

#### Μαγνητική διασκόπηση

Οι μετρήσεις πεδίου έλαβαν χώρα στις 02 Απριλίου του 2018. Η τοποθεσία που πραγματοποιήθηκε η έρευνα φαίνεται στην πανοραμική φωτογραφία (εικ.51) και καταλαμβάνει έκταση 1600 τετραγωνικών μέτρων.

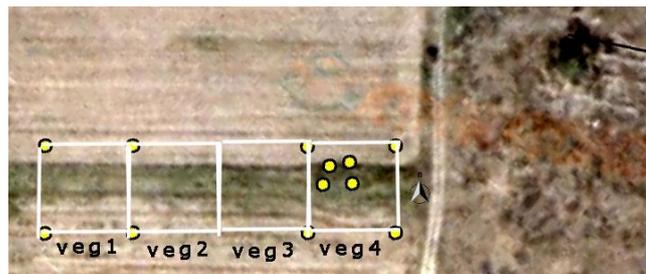
Στη γεωφυσική έρευνα, που έγινε στη περιοχή της Βεγόρας τον Απρίλιο του 2018, χρησιμοποιήθηκε το μαγνητόμετρο ρυθμιζόμενης μαγνητικής ροής Geoscan FM 256 Fluxgate Gradiometer (εικ.52), το οποίο μετρούσε την διαφορά της έντασης της κατακόρυφης συνιστώσας του γήινου μαγνητικού πεδίου ταυτόχρονα σε δύο διαφορετικά επίπεδα (ύψη) από την επιφάνεια του εδάφους. Με την μέθοδο αυτή έγινε εφικτή η εξομάλυνση των



Εικόνα52: Geoscan FM 256 Fluxgate Gradiometer.

γεωλογικών τάσεων και η αποφυγή διορθώσεων λόγω της ημερήσιας μεταβολής της έντασης του ολικού μαγνητικού πεδίου(Instruction Manual,Fluxgate Gradiometer, FM 256,Version 1.6,May 2004).

Αρχικά ο χώρος έρευνας καταμήθηκε σε τέσσερα τετράγωνα (κελιά) με ακμή 20 μέτρων και



Εικόνα 53: Ο κάναβος του χώρου διασκόπησης.

με χρήση του Πυθαγόρειου Θεωρήματος (εικ.54). Τα συμβατικά ονόματα (veg.01,veg.02, veg.03,veg.04) που δώσαμε στο κάθε τετράγωνο φαίνονται στον χάρτη που ακολουθεί (εικ.53). Τα παραπάνω κελιά είναι σε γειτνίαση με το χώρο που φιλοξενεί ρωμαϊκά λείψανα. Έκαστο τετράγωνο (γεωφυσικό κελί) οριοθετήθηκε στην επιφάνεια του εδάφους μέσω μη μαγνητικών υλικών, όπως ξύλινοι πάσσαλοι ύψους περίπου 35 εκατοστών και μετροταινιών.



Εικόνα 54: Χάραξη καννάβου.

Επισημαίνεται πως η ανατολική ακμή του τετραγώνου veg. 04 απέχει λίγα μέτρα από την μεταλλική περίφραξη του ανασκαμμένου χώρου προς αποφυγήν μαγνητικού θορύβου.



Εικόνα 55: Αποτύπωση καννάβου με GPS.

Έπειτα υλοποιήθηκε κάναβος 0,5 μέτρων στο έδαφος για κάθε κελί χωριστά (εικ.56). Τέλος ο κάναβος αποτυπώθηκε με GPS(εικ.55).



Εικόνα 56: Οριοθέτηση των οδεύσεων στον κάναβο.

Ο φορατής του οργάνου καταγραφής (κατώτερος) τοποθετήθηκε σε ύψος 0.5m από το έδαφος με σκοπό την κατά το δυνατόν απομάκρυνση των ανωμαλιών (σημάτων) που θα δημιουργούσαν οι

αρόσεις και διάφορες άλλες μικρές ανομοιογένειες του αναγλύφου.

Κατά την μέτρηση της κατακόρυφης βαθμίδας του οργάνου ορίστηκε ένα σημείο βάσης με μαγνητική ησυχία, απομακρυσμένο ως προς την αρχαιολογική θέση για να διασφαλισθεί κατά το δυνατόν το ουδέτερο του εδάφους όπου πραγματοποιήθηκε η ρύθμιση της συσκευής έτσι ώστε όλες οι τιμές να ανάγονται στο ίδιο σημείο.

Η βαθμονόμηση του οργάνου πραγματοποιήθηκε σε ένα σημείο αναφοράς εκτός αρχαιολογικού χώρου (εικ.57). Αρχικά, προσδιορίστηκαν τα τέσσερα σημεία του ορίζοντα με την βοήθεια πυξίδας. Στην συνέχεια ακολούθησε η στάθμιση του οργάνου στα 1,5nT, αρχικά με κατεύθυνση Βορρά – Νότο και ακολούθως με κατεύθυνση Ανατολή – Δύση. Πρόκειται για πολύ σημαντικό σημείο της



Εικόνα 57: Βαθμονόμηση του οργάνου.

μεθόδου, καθώς από την σωστή στάθμιση του οργάνου εξαρτάται η ακρίβεια των μετρήσεων. Στην δική μας έρευνα η στάθμιση της συσκευής πραγματοποιήθηκε μόνο μια φορά, κατά την έναρξη της διασκόπησης εξαιτίας της μικρής έκτασης έρευνας. Σε άλλες περιπτώσεις, όταν πρόκειται για πολλών στρεμμάτων έρευνα η βαθμονόμηση γίνεται περισσότερο από μία



Εικόνα 58: Πραγματοποίηση των οδεύσεων.

φορά.

Με την συσκευή ανά χείρας πραγματοποιήθηκε σημειακή καταγραφή σε σταθμούς κατά μήκος παράλληλων τομών στον άξονα N – B, με βήμα δειγματοληψίας 0,25 μ. και με βουστροφηδόν πορεία (εικ.58). Ως αρχή των

μετρήσεων καθορίστηκε το ΝΔ άκρο έκαστου γεωφυσικού κελιού.

Επισημαίνεται πως στην μέση περίπου του Ανατολικού μισού του τετραγώνου veg. 01 υπήρχαν δύο σωροί χώματος, πιθανόν από φερτό υλικό. Στο σημείο λοιπόν αυτό, παρόλο που πάρθηκαν μετρήσεις δεν είναι αξιόπιστες, οπότε και δεν λήφθηκαν υπόψη. Μετά το πέρας των μετρήσεων στο πεδίο οι μετρήσεις μεταφέρθηκαν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή με σκοπό τον έλεγχο της ποιότητας των δεδομένων (εικ.59).

Η τελική επεξεργασία των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του Εργαστηρίου Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής στο Αριστοτέλειο



Εικόνα 59: Μεταφορά των μετρήσεων στον υπολογιστή.

Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

### Ηλεκτρική διασκόπηση

Οι μετρήσεις πεδίου έλαβαν χώρα στις 02 Απριλίου του 2018. Η τοποθεσία που πραγματοποιήθηκε η έρευνα φαίνεται στην πανοραμική φωτογραφία και καταλαμβάνει έκταση 1600 τετραγωνικών μέτρων (εικ.51).

Στην ηλεκτρική διασκόπηση που έγινε στη περιοχή της Βεγόρας τον Απρίλιο του 2018, χρησιμοποιήθηκε το Geoscan Research FM15



Εικόνα59: Το όργανο Geoscan Research FM 15.



Εικόνα 60: Τοποθέτηση των ηλεκτροδίων της δίδυμης ηλεκτρικής διάταξης.

(εικ.59) ως βασική γεωφυσική συσκευή. Στόχος ήταν η καταγραφή της ηλεκτρικής αντίστασης του εδάφους επί ενός οριζόντιου επιπέδου και σε βάθος 0,50m έως 1,00m..

Ο χώρος έρευνας είχε ήδη καταταμηθεί σε τέσσερα τετράγωνα 20 \*20 τετραγωνικά μέτρα το καθένα για την πραγματοποίηση της μαγνητικής έρευνας, οπότε και χρησιμοποιήθηκε εκ νέου ο ίδιος γενικός κάνναβος. Όμως, στην περίπτωση της ηλεκτρικής χαρτογράφησης υλοποιήθηκε σε κάθε ένα κελί κάνναβος 1μέτρου.

Για την υλοποίηση της διασκόπησης χρησιμοποιήθηκε η διάταξη "διδύμου ηλεκτροδίου". Κατά αυτήν υπάρχουν τέσσερα ηλεκτρόδια εκ των οποίων δύο χρησιμοποιούνται ως ρεύματος και δύο ως δυναμικού. Τα ηλεκτρόδια συνιστούν δύο ζεύγη, όπου κάθε ζεύγος αποτελείται από ένα ηλεκτρόδιο ρεύματος και ένα δυναμικού. Ένα εξ αυτών παραμένει σταθερό σε ένα συγκεκριμένο σημείο (εικ.60), ενώ το έτερο, το οποίο βρίσκεται στερεά τοποθετημένο σ' ένα πλαίσιο, κινείται επί του γεωφυσικού δικτύου .

Ως αρχή όλων των μετρήσεων καθορίστηκε το ΝΔ άκρο (κορυφή) έκαστου γεωφυσικού δικτύου. Κατά την έναρξη των μετρήσεων ο χειριστής κινείτο κατά μήκος παράλληλων οδεύσεων βουστροφηδόν (zig-zag), κατά την διεύθυνση N-B με βήμα δειγματοληψίας 0,50m (εικ.61). Οι μετρήσεις ξεκίνησαν από τον κάνναβο με την συμβατική ονομασία veg.r 01 και θα συνεχίζονταν προς ανατολάς. Μετά το πέρας των μετρήσεων σ' ένα τετράγωνο, οι μετρήσεις συνεχίζονται σε κάποιο διπλανό του εφόσον το μήκος του καλωδίου, το οποίο συνδέει το όργανο με τα ακίνητα ηλεκτρόδια, το επιτρέπει.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η έρευνα ξεκίνησε από το τετράγωνο veg. r 01. Αρχικά τα δύο απομακρυσμένα ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν Νότια των καννάβων, πλησίον του δρόμου, όπου το έδαφος εκεί ήταν αμμώδες και σε αρκετά μεγάλη απόσταση μεταξύ τους. Κατά την διάρκεια συλλογής των δεδομένων από τον κάνναβο



Εικόνα 61: Οδεύσεις για την ηλεκτρική διασκόπηση.

veg. r 01 παρουσιάστηκε δυσκολία στη λήψη των μετρήσεων(οι τιμές δεν ήταν σταθερές). Το γεγονός αυτό αρχικά αποδόθηκε στην μεγάλη απόσταση που υπήρχε μεταξύ των δύο απομακρυσμένων ηλεκτροδίων, και κατά δεύτερον στην παρουσία των χωματοσωφών

(διαταραγμένο υλικό) στο κέντρο περίπου του Ανατολικού μισού του τετραγώνου που πραγματοποιούνταν οι μετρήσεις. Έτσι λοιπόν, αποφασίστηκε να αλλάξουν θέση τα ηλεκτρόδια οπότε και μετακινήθηκαν στα Βόρεια, εντός του αγροτεμαχίου με τα οπωροφόρα δέντρα. Όμως και πάλι διαπιστώθηκε μη σταθερότητα στις μετρήσεις. Παρόλες τις δυσκολίες η ηλεκτρική διασκόπηση πραγματοποιήθηκε στον κάνναβο veg. r 01.



Εικόνα 62: Μεταφορά δεδομένων στον υπολογιστή.

Στην συνέχεια η έρευνα μας επικεντρώθηκε στον κάνναβο veg. r 04 εξαιτίας της παρουσίας στην επιφάνεια του εδάφους αρχαιολογικού υλικού(συγκέντρωση οικοδομικού υλικού – κονίαμα, διάσπαρτοι λίθοι, λίθοι σε διάταξη, ψηφίδες και κεραμική). Ακολουθώντας την ίδια

διαδικασία διασκόπησης, ωστόσο και σε αυτόν τον κάνναβο παρουσιάστηκε πρόβλημα στη λήψη των μετρήσεων. Τέλος, οι μετρήσεις μεταφέρθηκαν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή με σκοπό τον έλεγχο της ποιότητας των δεδομένων (εικ.62),όπου διαπιστώθηκε η αναξιοπιστία των μετρήσεων.

Κατά συνέπεια η προσπάθεια διασκόπησης με την μέθοδο της ηλεκτρικής αντίστασης εγκαταλείφθηκε. Η συνολική έκταση που χαρτογραφήθηκε με την μέθοδο αυτή κάλυπτε 800 τετραγωνικά μέτρα. Η ηλεκτρική μέθοδος διασκόπησης αναμενόταν να έχει θετικά αποτελέσματα στο συγκεκριμένο χώρο. Όμως, η μέθοδος αυτή δεν απέδωσε λόγω της ξηρότητας του εδάφους κατά την περίοδο διεξαγωγής της έρευνας.

#### 4.1.3. Επεξεργασία μετρήσεων στο εργαστήριο γεωφυσικής του ΑΠΘ

##### Το Εργαστήριο Γεωφυσικής του ΑΠΘ

Το Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής ασχολείται με το θέμα των γεωφυσικών διασκοπήσεων από το 1983 με ευθύνη του καθηγητή Τσόκα Γρηγόρη. Μέχρι στιγμής έχει πραγματοποιήσει μεγάλα προγράμματα τόσο βασικής έρευνας όσο και εκτεταμένων

εξερευνήσεων αρχαιολογικών χώρων. Μεταξύ των χώρων στους οποίους το Εργαστήριο έχει πραγματοποιήσει διασκοπήσεις συμπεριλαμβάνονται η Ακρόπολη, η Βεργίνα, το κέντρο της Θεσσαλονίκης, των Αθηνών και του Πειραιά, ο τύμβος Καστά στην Αμφίπολη, το Ακρωτήριο της Σαντορίνης, η Ευρωπός, η Ήλιδα, η Σπάρτη, η Θήβα, η Νικόπολη, η Αιανή, ο Μαραθώνας, ο Μακρύγιαλος, το Δίον και μεγάλος αριθμός άλλων θέσεων στην Ελλάδα. Μέλη του Εργαστηρίου έχουν εργαστεί επίσης στο εξωτερικό σε συνεργασία με ξένα ιδρύματα. Έτσι, έχουν πραγματοποιήσει διασκοπήσεις στην Ιταλία, την Ισπανία, την Αίγυπτο, την Κύπρο, το Κουβέιτ, την Ιορδανία και τη Ρωσία.

Η συμβολή του Εργαστηρίου στην εξέλιξη των σχετικών μεθόδων πιστοποιείται από το πλήθος των εργασιών σε διεθνή περιοδικά, όσο και από το γεγονός ότι, ξένοι επιστήμονες έχουν φιλοξενηθεί στη Θεσσαλονίκη για να εκπαιδευτούν σε τεχνικές, τις οποίες ανέπτυξε το Εργαστήριο. Από την άλλη μεριά, αρκετές φορές μέλη του Εργαστηρίου Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής προσκλήθηκαν στο εξωτερικό (π.χ. Ιαπωνία, Ιταλία, Ισπανία, Κορέα) για να πραγματοποιήσουν επιδείξεις μεθόδων και τεχνικών που αναπτύχθηκαν στη Θεσσαλονίκη. Η διεθνής αναγνώριση της συμβολής του Εργαστηρίου στον τομέα αυτόν μπορεί εύκολα να ελεγχθεί από μια ματιά στους παγκόσμιους δείκτες επιστημοσύνης (Scopus ISI, Google Scollar, κτλ).

Το Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής έχει επανειλημμένα βραβευτεί διεθνώς για την ερευνητική και πρακτική δραστηριότητα του, που αφορά στην ανάπτυξη νέων μεθόδων και τεχνικών για τον εντοπισμό και τη χαρτογράφηση θαμμένων αρχαιοτήτων. Μεταξύ των σχετικών διακρίσεων περιλαμβάνονται και τέσσερα βραβεία καλύτερης εργασίας σε ισάριθμα παγκόσμια συνέδρια. Δύο από τα βραβεία αυτά δόθηκαν από την ένωση ISAP (International Society for Archaeological Prospection) το 2007 και το 2009. Τα άλλα δύο απονεμήθηκαν στα συνέδρια Near Surface Geophysics της ένωσης European Association of Geoscientistis and Engineers (EAGE) το 2008 και το 2010. Επίσης, η εργασία Square array resistivity anomalies and inhomogeneity ratio calculated by the finite element method των G.N. Tsokas, P.I. Tsourlos και J.E.Szymanski χαρακτηρίστηκε από το περιοδικό Mining Journal ως μια από τις καλύτερες στην Εφαρμοσμένη Γεωφυσική για το έτος 1997 (Τσόκας - Τσούρλος, 2017).

### **Επεξεργασία μαγνητικών δεδομένων**

Μετά από τις εργασίες υπαίθρου γίνεται καταχώρηση των μετρήσεων στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η επεξεργασία των γεωφυσικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε αρχικά με το

λογισμικό Geoplot 3.0 και έπειτα με την αναβαθμισμένη έκδοση Geoplot 4.0. Πρόκειται για ένα λογισμικό με ειδικά στατιστικά εργαλεία τα οποία μας δίνουν την δυνατότητα να κάνουμε επεξεργασία των δεδομένων μας σε διάφορα επίπεδα. Σκοπός της επεξεργασίας είναι η εξομάλυνση των δεδομένων και η κατά το δυνατόν απαλοιφή του θορύβου, έτσι ώστε να είναι αναγνωρίσιμες οι υπεδάφειες δομές.

Η επεξεργασία των μετρήσεων με το Geoplot 3.0 και 4.0 περιελάμβανε τα ακόλουθα στάδια:

- Μετατροπή των πρωταρχικών δεδομένων με την μορφή συντεταγμένων (x,y,z).
- Αλλαγή συντεταγμένων σε τοπικό σύστημα αναφοράς για την δημιουργία του μωσαϊκού των κελιών των μαγνητικών μετρήσεων.
- Στατιστική ανάλυση των μετρήσεων σε κάθε οδευση και αναγωγή όλων των μετρήσεων σε κοινό επίπεδο αναφοράς.
- Εξομάλυνση των μετρήσεων κατά μήκος των γραμμών των καννάβων σε περιοχές με έντονο θόρυβο.
- Μετατροπή στη χαμηλότερη και υψηλότερη στάθμη αντίστοιχα όλων των τιμών των μικρότερων των -10 nT και μεγαλύτερων των 10 Nt.
- Μεγέθυνση του πίνακα των τιμών με παρεμβολή και στις δύο οριζόντιες διευθύνσεις.
- Απομάκρυνση των γραμμώσεων λόγω μικρομεταβολών στην τοποθέτηση των οδεύσεων (destagger).
- Εφαρμογή φίλτρου γεωμετρικού μέσου όρου σε παράθυρο 3\*3 με σκοπό την εξομάλυνση ακραίων τιμών.
- Δημιουργία ασπρόμαυρων χαρτών. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως σχήματα τόνων του γκρι χρώματος (Schollar et al.,1986) έτσι ώστε να δίδεται μια εικόνα η οποία προσομοιάζει την κάτοψη των δομών που προκαλούν την ανώμαλη κατανομή των πρώτων κατακόρυφων διαφορών του μαγνητικού πεδίου (Τσόκας κ.α.,2004).
- Αντιστροφή πολικότητας έτσι ώστε το αποτέλεσμα των δομών που έχουν αρνητική αντίθεση μαγνητικής επιδεκτικότητας με το περιβάλλον να εμφανίζονται με σκοτεινούς τόνους.
- Εξάρτηση του τοπικού δικτύου στο εθνικό γεωδαιτικό δίκτυο αναφοράς (ΕΓΣΑ 1987) (Τσόκας κ.α.,2011).

## Επεξεργασία με το λογισμικό Geoplot

Τα βήματα που επιλέξαμε να ακολουθήσουμε κατά την επεξεργασία των δικών μας μαγνητικών μετρήσεων με το geoplot 3.0 και 4.0 αναφέρονται παρακάτω:

- CLIP: απομακρύνει ή αποκρύπτει τις κορυφές θορύβου (noise spikes) που αντιστοιχούν σε ακραίες τιμές.
- DESTAGGER: χρησιμοποιείται για να διορθώσει τα σφάλματα κλονισμού που προκύπτουν από τις εναλλαγές των ζιγκ – ζαγκ οδεύσεων. Τα σφάλματα αυτά συμβαίνουν όταν το βήμα δειγματοληψίας είναι μικρότερο του 1μ. ή όταν μια γραμμική ανωμαλία διατρέχει κάθετα την κατεύθυνση της όδευσης. Πρόκειται για μια τεχνική που δημιουργεί τεχνητές τιμές και τις ενσωματώνει ανάμεσα στις πραγματικές τιμές των μετρήσεων.
- ZERO MEAN TRAVERSE: επιτυγχάνει τυποποίηση των δεδομένων τοποθετώντας τον μέσο όρο κάθε όδευσης σ' έναν κάρναβο, είτε με μέσο όρο 0, είτε με τυπική απόκλιση 1. Είναι σχεδιασμένο να δουλεύει με τις οδεύσεις του άξονα x.
- INTERPOLATE: χρησιμοποιείται για να παρεμβάλει μετρήσεις εκεί που δεν υπάρχουν, μειώνοντας ή αυξάνοντας τον αριθμό των δεδομένων της έρευνας, προκειμένου να προκύψει μια ευκρινής και καθαρή εικόνα. Μπορεί να βελτιώσει την οπτική εμφάνιση των μεγάλων σε μέγεθος, αλλά «αδύναμων» μαγνητικά αρχαιολογικών στοιχείων. Δημιουργεί τεχνητά δεδομένα, μη μπορώντας στη συνέχεια να εφαρμόσει ο χρήστης άλλες διαδικασίες για να εξάγει καλύτερη πληροφορία.
- COMPRESS: επιτυγχάνεται συμπίεση των δεδομένων πριν την γραφική τους απεικόνιση, επιτρέποντας ταυτόχρονα μικρά και μεγάλα σε μέγεθος στοιχεία να είναι ορατά.
- DESPIKE: χρησιμοποιείται για να εντοπίσει και να απομακρύνει τυχαίες «μεταλλικές κορυφές» (iron spikes). Απομακρύνει μεγάλες θετικές ή αρνητικές ανωμαλίες και αφήνει τις σχετικές χαμηλές αρνητικές ή θετικές ανωμαλίες.
- FILTER: εφαρμογή φίλτρων. Κατά την δοκιμή των οποίων τονίζονται ή ατονούν οι δομές.
- HIGHPASSFILTER: φίλτρο διέλευσης υψηλών συχνοτήτων. Χρησιμοποιείται για να διατηρεί υψηλής συχνότητας, μικρής κλίμακας λεπτομέρειες, και να απομακρύνει χαμηλής συχνότητας, μεγάλης κλίμακας χωρικές λεπτομέρειες.

- INTERPOLATE: συμπιέζει τις τιμές, δηλαδή αναδεικνύει τόσο τις υψηλές όσο και τις χαμηλές τιμές.
- ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΙΧΝΟΓΡΑΦΗΣΗΣ : αφορούν την παρουσίαση της εικόνας.
- SHADE PLOT: προσθήκη χρωματικής κλίμακας.
- ΓΕΩΑΝΑΦΟΡΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

## 4.2. Προβλήματα και παρατηρήσεις

Στο συγκεκριμένο σημείο γίνεται μια σύντομη αναφορά στα προβλήματα που αντιμετωπίσαμε στο πεδίο έρευνας κατά την διάρκεια διεξαγωγής της μαγνητικής και ηλεκτρικής διασκόπησης. Μια σειρά δυσκολιών που ξεπεράστηκαν με επιτυχία όσο αναφορά τη μαγνητική έρευνα και ένας σημαντικός περιβαλλοντικός παράγοντας που κατέστησε αδύνατη την πραγματοποίηση της ηλεκτρικής χαρτογράφησης.

### Μαγνητική διασκόπηση

Κατά την μαγνητική διασκόπηση η παρουσία διάσπαρτων απορριμμάτων μετάλλων στην επιφάνεια καθώς και η παρουσία του μεταλλικού φράκτη στον παρακείμενο αρχαιολογικό χώρο επηρέασαν την μαγνητική επιδεκτικότητα των υλικών και την διαδικασία της μαγνητομετρίας. Το κάθε μικρό κομμάτι σιδηρούχου μετάλλου μπορεί να δημιουργήσει μια δυσανάλογα μεγάλη ανωμαλία στα δεδομένα μαγνητομετρίας, «κρύβοντας» κοντινά αρχαιολογικά στοιχεία .

Οι σχετικά σύγχρονες παρεμβάσεις όπως η παρουσία των χωματοσωρών με διαταραγμένο υλικό στον κάρναβο veg 01 και veg. r 01 κατέστησαν χωρίς νόημα την έρευνα σε εκείνο το σημείο. Ωστόσο, οι περιβαλλοντικές συνθήκες δεν επηρέασαν την έρευνα.

### Ηλεκτρική διασκόπηση

Κατά την ηλεκτρική διασκόπηση το αμμώδες περιβάλλον (κατάλοιπο του βυθού της λίμνης) της περιοχής έρευνας, και κατά συνέπεια η απουσία υγρασίας κατέστησαν αδύνατη την πραγματοποίηση της ηλεκτρικής χαρτογράφησης.

Η επιτυχία ή αποτυχία των μεθόδων που στηρίζονται στις ηλεκτρικές ιδιότητες εξαρτώνται κυρίως από το ποσοστό υγρασίας στο έδαφος, το οποίο με τη σειρά του σχετίζεται με την εδαφολογική σύσταση, μέγεθος των κόκκων, ξηρότητα και το κλίμα. Η μεγαλύτερη ανησυχία προκύπτει όταν το έδαφος είναι τελείως στεγνό ή τελείως υγρό (βάλτος), γιατί και

στις δύο περιπτώσεις δεν θα έχουμε αρκετή αντίθεση. Η αντίθεση όπως έχει αναφερθεί είναι σημαντικός παράγοντας για κάθε μέθοδο. Ιδανικό έδαφος θεωρείται συνήθως ένα ομοιογενές μέσο χαμηλής σχετικά αντίστασης. Στον αντίποδα του ιδανικού προς έρευνα εδάφους είναι τα αμμώδη εδάφη, τα οποία οδηγούν σε ασταθή αποτελέσματα, όπως συνέβη και στην δική μας περίπτωση.

### 4.3. Τα αποτελέσματα της έρευνας - Ερμηνεία Χαρτών

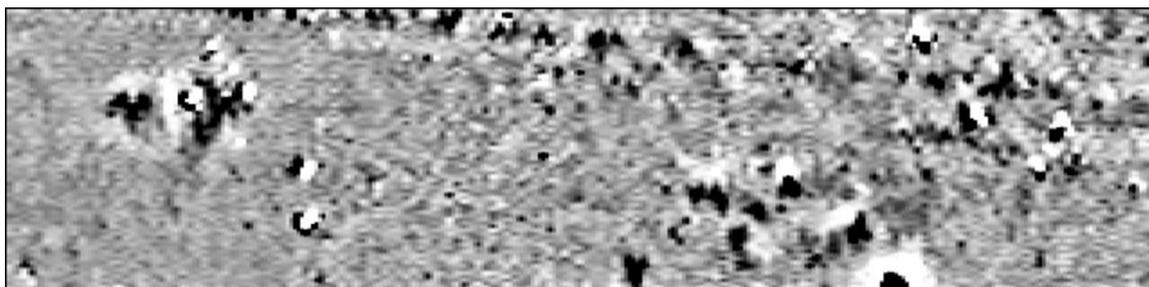
Στο σημείο αυτό θα επιχειρηθεί μια προσπάθεια περιγραφής και ερμηνείας των γεωφυσικών αποτελεσμάτων (εικ.63) που προέκυψαν από την επεξεργασία των αρχικών μαγνητικών



Εικόνα 63: Η γεωφυσική διασκόπηση τοποθετημένη στο χάρτη.

δεδομένων. Παρακάτω παρατίθενται οι μετά από επεξεργασία χάρτες αρχικά με την έκδοση 3.0 του Geoplot, και στη συνέχεια με την αναβαθμισμένη έκδοση 4.0 του ίδιου προγράμματος.

Στο μαγνητικό χάρτη οι περισσότερες χρήσιμες πληροφορίες των μαγνητικών μετρήσεων προέρχονται από το ανατολικό τμήμα (τετρ. Veg 03 και 04) του υπό έρευνα χώρου, όπου διακρίνονται αρκετές γραμμικές ανωμαλίες που τείνουν να σχηματίσουν γεωμετρικά σχήματα και μπορούν έτσι να ταυτιστούν με αρχιτεκτονικά κατάλοιπα (εικ. 64,65).



Εικόνα 64: Ο χάρτης με τις γεωμαγνητικές ανωμαλίες.



Εικόνα 65: Ο χάρτης με επισημασμένες τις πιθανές αρχαιολογικές δομές.



Εικόνα 66: Παράλληλη γραμμική ανωμαλία, πιθανόν αυλάκι θεμελίωσης ή τοιχάριο.

Ξεχωρίζει στα ΒΑ μεγάλου μήκους γραμμική ανωμαλία (γκρίζος και μαύρος τόνος) που διατρέχει τα τετράγωνα veg.02, veg. 03, veg. 04 με διεύθυνση ΝΑ – ΒΔ, η οποία φαίνεται να συνεχίζει στο γειτνιάζον αγροτεμάχιο στα βόρεια (εικ.66, κόκκινο χρώμα). Πιθανόν να πρόκειται για αυλάκι θεμελίωσης ή για τοιχάριο μεγάλου οικοδομήματος, το οποίο παρουσιάζει τις ίδιες δομικές διευθύνσεις με το κτίριο που έχει ήδη αποκαλυφθεί στον

υπάρχοντα ανασκαμμένο αρχαιολογικό χώρο (εικ. 72). Αυτός είναι ένας επιπλέον λόγος να θεωρηθεί ότι αντανακλά την ύπαρξη πιθανών αρχαίων λειψάνων.

Επίσης, μικρότερου μήκους γραμμική ανωμαλία διατρέχει διαγώνια το τετρ. Veg. 04 φαίνεται να ξεκινάει από το ανατολικότερο πέρας του χώρου και να διατρέχει, με κατεύθυνση ΝΑ – ΒΔ, παράλληλα τη γραμμική ανωμαλία που σχολιάστηκε προηγούμενα έως περίπου το 1/3 του μήκους της. Πιθανόν, ένας άλλος τοίχος που να ορίζει κάποιο κτίριο (εικ. 67, μωβ χρώμα).



Εικόνα 67: Πιθανόν τοιχάριο ή αυλάκι θεμελίωσης.

Ανωμαλία ελλειψοειδούς ή ορθογώνιου σχήματος παρατηρείται στο ίδιο σημείο(στο κέντρο περίπου του τετρ. Veg. 04) (εικ.68, κίτρινο χρώμα), δηλωτικό της ύπαρξης θαμμένων δομών αρχαιολογικού ενδιαφέροντος. Το τελευταίο ενισχύεται από την παρουσία αρχαιολογικού υλικού (οικοδομικό υλικό, διάσπαρτοι λίθοι, λίθοι σε διάταξη, ψηφίδες) στην επιφάνεια του εδάφους, εμφανές κατά την επιφανειακή έρευνα του χώρου.



Εικόνα 68: Κάτοψη με εμφανές αρχαιολογικό υλικό.

Στο κέντρο περίπου του Ανατολικού μισού της έκτασης (στο κέντρο σχεδόν του τετρ. Veg. 03) εμφανίζονται ανωμαλίες σε σχήμα παραλληλόγραμμου (εικ.69, πράσινο χρώμα), που μπορούν επίσης να αποδοθούν σε πιθανές υπεδάφειες δομές που σχετίζονται με την παρελθούσα ανθρώπινη δραστηριότητα στο χώρο.



Εικόνα 69: Πιθανή δομή με ορθογώνια κάτοψη.

Στο νότιο όριο του ανατολικού μισού του χώρου (στο νότιο όριο του τετρ. Veg. 03) διακρίνεται είτε ημικυκλικού σχήματος ανωμαλία είτε η γωνία κάποιας ορθογώνιας ανωμαλίας, με ισχυρές θετικές ανωμαλίες κατά σημεία (μαύρο χρώμα) (εικ.70, μπλε χρώμα). Ο παραπάνω σχηματισμός αντικατοπτρίζει την πιθανή ύπαρξη δομών αρχαιολογικού ενδιαφέροντος στο υπέδαφος.



Εικόνα 70: Ημικυκλικού σχήματος ανωμαλία ή γωνία.

Τέλος, στο δυτικό μισό του χώρου (στα βόρεια του τετρ. Veg. 02), βορειοανατολικά των χωματοσωρών και πλησίον στο ΒΔ πέρας της μεγάλης μήκους ανωμαλίας, διαφαίνεται πεταλοειδούς σχήματος ανωμαλία, μεγάλων διαστάσεων (εικ.71,ροζ χρώμα).



Εικόνα 71: Πεταλοειδής ανωμαλία.

Αξιοσημείωτη είναι η ύπαρξη περιορισμένου αριθμού μεταλλικών αντικειμένων τόσο στο ανατολικό ( τετρ. Veg. 03, 04) όσο και στο δυτικό τμήμα ( τετρ. Veg.01,02) σε διάσπαρτα σημεία και σε μικρό βάθος, τα οποία εισάγουν θόρυβο (λευκός τόνος).

Στο δυτικότερο τμήμα (τετρ. Veg. 01) του χάρτη η παρουσία ανωμαλίας ακανόνιστου σχήματος οφείλεται στην ύπαρξη του σύγχρονου χωματοσωρού.

Ενδιαφέρον έχουν επίσης οι περιοχές με υψηλή θετική μαγνητική ανωμαλία (μαύρος τόνος), οι οποίες ενδεχομένως να προέρχονται από υλικά υψηλής μαγνητικής επιδεκτικότητας.

Συνεπώς, μπορούμε να θεωρήσουμε εξαιρετικά πολύ πιθανή την ύπαρξη αρχαιολογικών καταλοίπων στο ανατολικό τμήμα (τετρ. Veg. 03 και 04) της υπό έρευνα περιοχής, που παρουσιάζει υψηλές μαγνητικές τιμές και διαφοροποιείται έντονα από την υπόλοιπη περιοχή. Φαίνεται να συνδέεται άμεσα με τα κατάλοιπα των κτιρίων που εμφανίζονται στον ήδη ανασκαμμένο αρχαιολογικό χώρο (εικ. 72).

Η περιοχή veg. 03 και veg. 04 φαίνεται να παρουσιάζει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον λόγω των περισσότερων μαγνητικών ανωμαλιών, η περιοχή veg. 02 επίσης εμφανίζει αρκετό ενδιαφέρον, ενώ η περιοχή veg. 01 παρουσιάζει την πιο ασαφή εικόνα.



Εικόνα 72: Η παράλληλη διάταξη του ρωμαϊκού κτιρίου του αρχαιολογικού χώρου και της γραμμικής γεωφυσικής ανωμαλίας.

Πρέπει να σημειωθεί ότι στα τελικά αποτελέσματα εμφανίζονται κυρίως αρνητικού χαρακτήρα ανωμαλίες. Με κάθε επιφύλαξη εκφράζω την άποψη ότι αυτές δεν οφείλονται σε σύγχρονα αυλάκια και βαθιές αρόσεις στην επιφάνεια του εδάφους αλλά σε δομές- λείψανα αρχαιολογικού ενδιαφέροντος.

Ωστόσο, είναι απαραίτητη η επαλήθευση των πορισμάτων της παρούσης μελέτης και με την ανασκαφική σκαπάνη, με τη διεξαγωγή, σε πρώτη τουλάχιστον φάση, δοκιμαστικών τομών, με προτεραιότητα στην περιοχή veg. 02, 03, 04.

## 5. Συμπεράσματα

Στην παρούσα παράγραφο παρουσιάζονται συνοπτικά τα συμπεράσματα που προέκυψαν τόσο από την βιβλιογραφική μελέτη της περιοχής της Βεγόρας, όσο και από την γεωφυσική χαρτογράφηση της υπό έρευνας περιοχής. Η σημαντικότητα του χώρου καταδεικνύεται από τα παρακάτω:

Οι ιστορικές και φιλολογικές πηγές μαρτυρούν πως η θέση έπαιξε σημαντικό ρόλο στην ιστορία της ευρύτερης περιοχής, άλλοτε ως σημαντικό «πέραςμα» και άλλοτε ως πεδίο μαχών. Τα αξιόλογα αρχαιολογικά ευρήματα που έχουν έρθει στο φως συνηγορούν στην ύπαρξη σημαντικής αρχαιολογικής δραστηριότητας στην υπό μελέτη περιοχή.

Το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής παρουσιάζει ενδιαφέρον εξαιτίας των Νεογενών και Τεταρτογενών αποθέσεων αλλά και της τεκτονικής που έλαβε χώρα εκεί. Το κλίμα, η χλωρίδα και η πανίδα της περιοχής επηρεάζεται σημαντικά τόσο από τους ορεινούς όγκους που αγκαλιάζουν την περιοχή, όσο και από την παρουσία των λιμνών.

Εξαιτίας λοιπόν όλων των παραπάνω αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί γεωφυσική διασκόπηση στην εν λόγω περιοχή. Συνολικά εξερευνήθηκαν 1600 τετραγωνικά μέτρα στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας. Η μέθοδος που τελικά εφαρμόστηκε ήταν η μαγνητική. Τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των μαγνητικών μετρήσεων έδειξαν την ύπαρξη ανωμαλιών. Κάποιες από τις ανωμαλίες αυτές αντανακλούν την ύπαρξη σχετικά περισσότερο ή λιγότερο μαγνητισμένων δομών στο υπέδαφος. Οι δομές αυτές, είναι πιθανά λείψανα, της χρήσης του χώρου κατά τη ρωμαϊκή εποχή. Είναι λοιπόν πολύ πιθανό το υπόλοιπο τμήμα του συγκροτήματος να εξετάζοντο στο παρακείμενο χώρο, κατάλληλο για «φυσική» συνέχεια του ανασκαμμένου τμήματος (εικ.72).

Οποιαδήποτε μελλοντικά ανασκαφικά δεδομένα, ιδιαίτερα αυτά που θα προκύψουν από δοκιμαστικά σκάμματα στη θέση των ανωμαλιών που εντοπίστηκαν στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, θα οδηγήσουν σε πλήρη ερμηνεία των γεωφυσικών δεδομένων.

Οι γεωφυσικές μέθοδοι διασκόπησης προκύπτει ότι αποτελούν γρήγορη και μη καταστρεπτική διαδικασία εντοπισμού δομών αρχαιολογικού ενδιαφέροντος, οι οποίες δεν αλλοιώνουν το περιβάλλον κατά την εφαρμογή τους. Η προτεινόμενη μεθοδολογία μπορεί να συμβάλει στη συμπλήρωση του ψηφιδωτού του αρχαιολογικού πορτραίτου της ευρύτερης περιοχής που σχετίζεται με το διερευνώμενο σημείο, προφυλάσσοντας την έτσι από ανεξέλεγκτες ανθρώπινες επεμβάσεις (ιδιωτικά ή δημόσια έργα). Ακολουθώντας, οι χάρτες που προκύπτουν από την διαδικασία της διασκόπησης μπορούν να θεωρηθούν ως δυναμικό δεδομένο στα χέρια του αρχαιολόγου μέχρι την ολοκλήρωση της ανασκαφικής έρευνας.

Κατά συνέπεια, τα αποτελέσματα της γεωφυσικής διασκόπησης της περιοχής ενδιαφέροντος ενισχύουν και επιβεβαιώνουν τα προαναφερθέντα ιστορικά και αρχαιολογικά στοιχεία.

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί πως η συγκεκριμένη εργασία αποτελεί μόνο ένα μικρό βήμα, περιμένοντας τα επόμενα που θα πραγματοποιηθούν από τους μελλοντικούς ερευνητές.

## 6. Βιβλιογραφία

1. Aitken M.J., Physics and Archaeology, New York: Interscience Publishers, 1961.
2. Aitken, M.J., Physics and Archaeology. Second Edition, Oxford: Clarendon Press, 1974.
3. Anastopoulos, J. and Koukouzas, C., Economic geology of the southern part of Ptolemais lignite basin (Macedonia, Greece): Geol. And Geoph. Research, IGME, Athens 1972.
4. Aspinall, A. and Lynam, J.T., An Induced polarization instrument for the detection of near surface features. *Prospezioni Archaeologiche* 1973.
5. Aspinall A., Gaffney C., Schimdt A., Magnetometry for Archaeologists, Altamira Press, 2008.
6. Beck A.E., Physical Principles of Exploration Methods, John Wiley and Sons, New York 1981.
7. Boyd Thomas M., *Introduction to Geophysical Exploration*, 1999.
8. Campana S. and Piro S., Seeing the Unseen: Geophysics and Landscape Archaeology: 67-81, 2009.
9. Clark A., Seeing Beneath the Soil: Prospecting Methods in Archaeology, B.T Batsford Ltd, London 1990.
10. David A., Geophysical survey in Archaeological Field Evaluation, English Heritage 1995.
11. David A., Linford L., Linford P., Geophysical Survey in Archaeological Field Evaluation, English Heritage, 2008.
12. Fassbinder W. E., Seeing beneath the Farmland, Steppe and Desert Soil: magnetic prospecting and soil magnetism. *Journal of Archaeological Science*, 2005.
13. Google earth <http://www.google.com/earth/>
14. Gounaropoulou L.- Hatzopoulos M., Les milliaires de la Voie Egnatienne entre Heraclee et Lynceste et Thessalonique, *ΜΕΛΕΤΗΜΑΤΑ* 1, Αθήνα 1985.
15. Habberjam G.M., Apparent resistivity observations and the use of the square array techniques. *Geoexploration Monographs*, series 1, number 9, 1979.
16. Hammond N. - Hatzopoulos M., The Via Egnatia in Western Macedonia, *AJAH* 7, 1982.
17. Hammond N.G.L. – Walbank F.W., *Ιστορία της Μακεδονίας (μτφρ)*, τόμος Γ΄, Θεσσαλονίκη 1995.

18. Hammond N.G.L., Ιστορία της Μακεδονίας (μτφρ), τόμος Α΄, Θεσσαλονίκη 1995.
19. Hasluck M., A Historical Sketch of the Fluctuations of Lake Ostrovo in West Macedonia, G J 87, 1936.
20. Hasluck M., The Archaeological History of Lake Ostrovo in West Macedonia, G J 88, 1936.
21. Hasluck M., Causes of the Fluctuations in Level of Lake Ostrovo, West Macedonia, G J 90, 1937.
22. Instruction Manual, Fluxgate Gradiometer, FM 256, Version 1.6, May 2004.
23. Karamitrou - Mentessidi G., «Egnatian way in Greece», Le Vie Romane nel Lazio e nel Mediteraneo, Atti della Giornata di studio del 28 Maggio 2001, Roma.
24. Koukouzas K., Kotis Zh., Ploumidis M. and Metaxas A., Coal exploration of Anargiri – Amyntaion area, I.G.M.E., Mineral Deposit research, 1979.
25. Leak W., Travels in Northern Greece, Macedonia, London 1835.
26. Leveque P., Pyrrhos, 1957.
27. Liddel H.-Scott R., Μέγα Λεξικόν της Ελληνικής Γλώσσας, εκδόσεις Σιδέρης, Αθήνα 1907.
28. Linford N., The Application of Geophysical Methods to Archaeological Prospection, Institute of Physics Publishing, 2006.
29. Lock G., Using Computer in Archaeology, Routledge, 2003.
30. Mackay P., “The route of the via Egnatia around lake Ostrovo”, Αρχαία Μακεδονία II, Ανακοινώσεις κατά το Δεύτερο Διεθνές Συμπόσιο, Θεσσαλονίκη 19-24 Αυγούστου 1973, Ίδρυμα Μελετών Χερσονήσου του Αίμου, Θεσσαλονίκη 1977.
31. Mountrakis. D., Structural evolution of the Pelagonian Zone in Northwestern Macedonia, Greece. In: The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean (edited by Dixon, J. E. & Robertson, A H. F.). Spec. Publs geol. Soc. Lond. 1984.
32. Mountrakis, D., The Pelagonian zone in Greece: a polyphase deformed fragment of the Cimmerian continent and its role in the geotectonic evolution of the East Mediterranean. J. of Geology 1986.
33. Nishimura Y., Geophysical Prospection in Archaeology in D. R. BROTHWELL - A. M. POLLARD (επιμ.), Handbook of Archaeological Sciences, New York, 2001, 543-553.
34. Palmer L.S., “Goelectrical surveying of archaeological sites.” Proceedings of the Prehistoric Society, 1960.

35. Palmer R. and Cox C., Uses of Aerial Photography in Archaeological Evaluations. IFA Technical Paper No. 12, Birmingham: Institute of Field Archaeologists 1993.
36. Papazoglou F., Les villes de Macedoine a l' époque romaine, BCH, Suppl. XVI, Paris 1988.
37. Parasnis D.S., Principles of applied geophysics, Chapman and Hall Ltd, London 1962.
38. Pavlides, S.B., Mountrakis, D.M., Extensional tectonics of northwestern Macedonia, Greece, since the late Miocene. J. Struct. Geol.1987.
39. Petsas Ph., Hatzopoulos M. B., Gounaropoulou L. and Paschidis P., Inscriptions du sanctuaire de la mère des dieux autochtone de Leukopétra. ΜΕΛΕΤΗΜΑΤΑ 28, Athens 2000.
40. Piro S., Introduction to geophysics for archaeology, Seeing the Unseen, Geophysics and Landscape Archaeology – Campana & Piro (eds), CRC Press, London 2009.
41. Renfrew C. & Bahn P., Archaeology. Theories, Methods and Practice, London 1996.
42. Robinson E., Corah C., Basic Exploration Geophysics, Wiley, 1988.
43. Sarris A., Shallow depth geophysical investigation through the application of magnetic and electric resistance techniques : an evaluation. Ph. D. thesis, University of Nebraska-Lincoln, 1992.
44. Sarris, A. and Jones, R.E., Geophysical and Related Techniques Applied to Archaeological Survey in the Mediterranean: A Review. Journal of Mediterranean Archaeology, 2000.
45. Schmidt S., Electrical and magnetic methods in archaeological prospection in Seeing the Unseen, Geophysics and Landscape Archaeology – Campana & Piro (eds), CRC Press, London 2009.
46. Scollar I., Weidner B., Segeth K., *Display of Archaeological Magnetic Data*. Geophysics, 1986
47. Sullivan O' F., The Egnatia Way, London 1972.
48. Tite M., Methods of Physical Examination in Archaeology, Seminar Press, London 1973.
49. Tsokas G.N., A deep electrical sounding 10.5 km West of Duns in Scotland. M.Sc. Thesis, University of Leeds, U.K., 1980.

50. Tsokas G.N., Recent prospecting results from Ancient Aegae (Verghina, N.Greece). Proceedings of the International symposium on Engineering Geology as related to the study, Preservation and Protection of ancient works, monuments and Historical sites, Marinou and Koukis (eds), Balkema, 1988.
51. Tsokas, G.N., Giannopoulos, A., Tsourlos, P., Vargemezis, G., Tealby, J.M., Sarris, A., Papazachos, C.B. and Savorpoulou, T., A large scale geophysical survey in the archaeological site of Europos (N. Greece). Journal of Applied Geophysics, 1994.
52. Tsokas G.N., Tsourlos P.I., Papadopoulos N., Electrical resistivity tomography: A flexible technique in solving problems of archaeological research, Seeing the Unseen, Geophysics and Landscape Archaeology – Campana & Piro (eds), CRC Press, London 2009.
53. Witten, A. J., Handbook of Geophysics and Archaeology. Equinox Publishing, London 2006.
54. Wynn, J.C., Archaeological prospection: an introduction to the special issue. Geophysics, 1986a.
55. Zacharias I., I. Bertachas, N. Skoulikidis and T. Koussouris, Greek Lakes: Limnological overview. Lakes & Reservoirs: Research and Management 7, 2002.
56. Ακαμάτη Μ. - Βελένη Π., «Από τα προϊστορικά στα Ρωμαϊκά χρόνια», Ν. Φλώρινας, Αρχαιολογικός Οδηγός, Αθήνα 1987 .
57. Αντωνόπουλος Β., Διαμαντίδης Γρ., Τσιούρης Σ., Λίμνη Βεγορίτιδα. Διαχρονική εξέλιξη των υδρολογικών και ποιοτικών παραμέτρων της. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα. 7, 1996.
58. Αποστολόπουλος Γ., Σημειώσεις για το μάθημα «Σημειώσεις Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών, Τομέας Μεταλλευτικής, Αθήνα 2013.
59. Αράμπελος, Δ., Στοιχεία Γεωφυσικών Διασκοπήσεων, εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη 1991.
60. Αργιαλάς Δ.Π., Φωτοερμηνεία – Τηλεπισκόπηση, Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης, Τ.Α.Τ.Μ., Ε.Μ.Π., Αθήνα 1999.
61. Βακαλόπουλος Α.Ε., Ιστορία της Μακεδονίας, από τα προϊστορικά χρόνια ως το 1912, Εταιρία Μακεδονικών Σπουδών, Θεσσαλονίκη 1983.

62. Βάσση Ι., Τα πλεονεκτήματα της πολύπλευρης γεωφυσικής διασκόπησης σε αρχαιολογικούς χώρους, Μεταπτυχιακή εργασία στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες, Πανεπιστήμιο Αιγαίου 2018.
63. Βελένη Π.Α., «Χάλκινη ασπίδα από τη Βεγόρα Φλώρινας», Αρχαία Μακεδονία V, Πρακτικά Διεθνούς Συνεδρίου, Θεσσαλονίκη 1989 [1993].
64. Βελένη Π.Α., «Πέτρες Φλώρινας :Δώδεκα χρόνια ανασκαφής», ΑΕΜΘ 10 Α, Θεσσαλονίκη 1996.
65. Βελένη Π.Α., Πέτρες Φλώρινας, Θεσσαλονίκη 2000.
66. Βελένη Π.Α., Η Αρχαία Μακεδονία, στο Δυτική Μακεδονία, Ιστορία και Πολιτισμός, Τόμος 1, Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας, Αθήνα 2008.
67. Βελένη Π.Α., Αγροικίες στη Μακεδονία: οι απαρχές της «φεουδαρχίας ;», στο ΑΕΜΘ, Επετειακός Τόμος, ΥΠ και ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 2009.
68. Γαρουφαλιά Π.Ε., Πύρρος: ο βασιλιάς της Ηπείρου, Β. Έκδοση , Αθήνα 1972.
69. Γυιόκα Π., Φίλιππος ο Έ, Η πρώτη σύγκρουση του Ελληνισμού προς τη Ρώμη, Εταιρία Μακεδονικών Σπουδών, Μακεδονική Βιβλιοθήκη, Θεσσαλονίκη 1959.
70. Δήμτσας Μ., Αρχαία Γεωγραφία της Μακεδονίας συνταχθείσα κατά τας πηγάς και τα βοηθήματα, Μέρος Πρώτον, Χωρογραφία, Αθήνα 1870.
71. Δήμτσας Μ., Αρχαία Γεωγραφία της Μακεδονίας συνταχθείσα κατά τας πηγάς και τα βοηθήματα, Μέρος Δεύτερον, Τοπογραφία, Αθήνα 1870-1874.
72. Δήμτσας Μ., Η Μακεδονία εν λίθοις φθεγγομένοις και μνημείοις σωζομένοις, Τόμος πρώτος, Αθήνα 1896.
73. Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Δήμου Αμυνταίου 2015 – 2019, Πρώτο Μέρος, Στρατηγικός Σχεδιασμός, Αμύνταιο 2015.
74. Ζαραφίδης Δ., Βλαχαντώνης Α., Παυλουδάκης Φ., Land management in the lignite mines of public power corporation SA, Greece 2005. Είναι διαθέσιμο στην ιστοσελίδα [http://library.tee.gr/digital/m2045\\_zarafidis.pdf](http://library.tee.gr/digital/m2045_zarafidis.pdf).
75. Κανατσούλης Δ., Μακεδονικά 3, 1956.
76. Κανατσούλης Δ., Η Μακεδονική πόλις από της εμφανίσεως της μέχρι των χρόνων του Μεγάλου Κωνσταντίνου, Μακεδονικά, 5 (1), Θεσσαλονίκη 1963.
77. Καραμήτρου – Μεντεσίδη Γ., Βόιον – Νότια Ορεστίς, Αρχαιολογική έρευνα και Ιστορική Τοπογραφία, Α-Β, Θεσσαλονίκη 1999.
78. Καραμήτρου - Μεντεσίδη Γ., Μοσχάκης Κ., «Βόρεια Εορδαία-Βεγορίτιδα Αρχαιολογική-Ιστορική Έρευνα και Προοπτικές Ανάπτυξης», στο Κ. Μοσχάκης (επ.), Η λίμνη Βεγορίτιδα σήμερα. Συμπεράσματα, προτάσεις, έργα. Πρακτικά

- Επιστημονικής Συνάντησης, Άρνισσα 23 Μαΐου 2004 (Θεσσαλονίκη: Αφοί Κυριακίδη, 2006).
79. Κασσιούμης Κ., Μελέτη Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Πρεσπών, Μέρος Ι, Ανάλυση Υφιστάμενων Συνθηκών, 1991.
80. Κολιόπουλος Ι.Σ. – Μιχαηλίδης Ι.Δ., Φλώρινα: πύλη των Βαλκανίων, Αξονική Τομογραφία του Νομού, Εταιρεία Μακεδονικών Σπουδών, Μακεδονική Βιβλιοθήκη, Αρ.103, Χορηγός: Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Νομού Φλώρινας, Θεσσαλονίκη 2007.
81. Κουμαντάκης Ι., 'Υδρογεωλογική Μελέτη Φλώρινας'. Τεχνική έκθεση, ΔΕΗ-Διεύθυνση ανάπτυξης ορυχείων. Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 1995.
82. Κουτσουμπίδης Ε., Οικολογική Έρευνα στις Λίμνες –Ποταμούς του Νομού Φλώρινας, Πρόγραμμα Ερευνών 1984-87, Νομαρχία Φλώρινας, Φλώρινα 1989.
83. Λούης Ι., Εισαγωγή στη Γεωφυσική Έρευνα, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Τμήμα Γεωλογίας 2000.
84. Λούης Ι., Σημειώσεις για το μάθημα «Εφαρμοσμένη Γεωφυσική», Αθήνα, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωφυσικής και Γεωθερμίας, 2008.
85. Λυριτζής, Ι. Φυσικές Επιστήμες στην Αρχαιολογία, Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα 2005.
86. Λυριτζής Ι., Αρχαιομετρία: Μέθοδοι Χρονολόγησης στην Αρχαιολογία, Εκδόσεις Καρδαμίτσα, 2010.
87. Μοσχάκης Κ., «Φιλώτας Φλώρινας, δύο χρόνια ανασκαφής», Εταιρία. Περιοδ. Έκδοση Εταιρίας Γραμμάτων και Τεχνών Φλώρινας, τευχ.30,1998.
88. Μουντράκης Δ.Μ., Γεωλογία της Ελλάδος, 1958.
89. Μουντράκης, Δ., Η γεωλογική δομή της βόρειας Πελαγονικής ζώνης και η γεωτεκτονική εξέλιξη των Εσωτερικών Ελληνίδων. Πραγματεία για Υψηγεία Πανεπ. Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 1983.
90. Μουντράκης Δ., Γεωλογία της Ελλάδας, University Studio Press 1985.
91. Μουντράκης Δ., Συνοπτική γεωτεκτονική εξέλιξη του ευρύτερου Ελληνικού χώρου, Τμήμα Εκδόσεων Α.Π.Θ. 1988.
92. Μουντράκης Δ., Γεωλογία και γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας, University Studio Press, Θεσσαλονίκη 2010.
93. Μουτσόπουλος Ν., Η Καστοριά, Καστοριά 1974.

94. Νίγδελης Π.Μ., «Η περίοδος της ρωμαϊκής κυριαρχίας» στο: Κοζάνη και Γρεβενά. Ο χώρος και οι άνθρωποι (Επιμέλεια Ν. Καλογερόπουλος), Θεσσαλονίκη 2004.
95. Παλιούρας Α., «ΕΓΝΑΤΙΑ: Ένας δρόμος που «διακινούσε» εμπορεύματα, ιδεολογίες, τέχνες και καλλιτέχνες», Αφιέρωμα στον Ν.Γ.Λ. Hammond, Παράρτημα Μακεδονικών, αρ. 7,1997.
96. Παπαδάκης Ν., Εκ της Άνω Μακεδονίας, ΑΘΗΝΑ, Σύγγραμμα Περιοδικόν της εν Αθήναις Επιστημονικής Εταιρίας, Τόμος 25, Αθήνησιν, εκ του τυπογραφείου Π.Δ. Σακελλαρίου, 1913.
97. Παπαζάχος Β., Εισαγωγή στην Εφαρμοσμένη Γεωφυσική , εκδόσεις ΖΗΤΗ , Θεσσαλονίκη 1986.
98. Παπαζάχος Β., Εισαγωγή στη Γεωφυσική, εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη 1999.
99. Παπάζογλου Φ., Η Μακεδονία υπό τους Ρωμαίους, Μακεδονία 1982.
100. Παρασκούδης Β., Θ. Γεωργακόπουλος και Ξ. Σταυρόπουλος, Υδρογεωλογική μελέτη ευρύτερης λεκάνης Βεγορίτιδας: Υδρογεωλογική έκθεση. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Φλώρινας 2001.
101. Παυλίδης Σπ., Νεοτεκτονική εξέλιξη της λεκάνης Φλώρινας-Βεγορίτιδας-Πτολεμαΐδας. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης 1985.
102. Παυλόπουλος Π.Κ., Γεωμορφολογία, Εφαρμογές στις Γεωεπιστήμες, εκδόσεις Ίων, Ελλάδα 2012.
103. Πέτσας Φ., «Οι χρονολογημένες επιγραφές από το ιερό της Μητρός των Θεών από το ιερό της Μητρός των Θεών Αυτόχθονος στη Λευκόπετρα», Πρακτικά του Η΄ Διεθνούς Συνεδρίου Ελληνικής και Ρωμαϊκής Επιγραφικής (Αθήνα 3-9 Οκτωβρίου 1982), τόμος Ι, Αθήνα 1984.
104. Πέτσας Φ., Χρονικά 1951-1965.
105. Πέτσας Φ., Χρονικά 1968-1970.
106. Ριζάκης Θ.-Τουράτσογλου Γ., Επιγραφές Άνω Μακεδονίας, Ι. Κατάλογος των Επιγραφών, Έκδοση ΤΑΠΑ, Αθήνα 1985.
107. Σαμσάρης Δ., Έρευνες στην Ιστορία, την Τοπογραφία και τις Λατρείες των Ρωμαϊκών Επαρχιών Μακεδονίας και Θράκης, Θεσσαλονίκη 1984.
108. Σαμσάρης Δ., Ιστορική γεωγραφία της ρωμαϊκής επαρχίας Μακεδονίας, το τμήμα της σημερινής δυτικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη 1989.
109. Σαδικάκης Θ., Η Μακεδονία στην Αρχαιότητα, στο Μακεδονία, Ιστορία, Τόμος Α΄, Ελληνική Εθνική Γραμμή, Αθήνα 1993.

110. Σαρρής Α., Μαγνητική Επιδεκτικότητα, Σημειώσεις στο μάθημα: ΑΡΧΑΙΟΜΕΤΡΙΑ – Μαγνητική Έρευνα Εδαφών & Εφαρμογές της Μαγνητικής Επιδεκτικότητας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης 1995.
111. Σβέρκος Η., Συμβολή στην Ιστορία της Άνω Μακεδονίας των Ρωμαϊκών Χρόνων ( Πολιτική οργάνωση – κοινωνία –ανθρωπότητα ), (διδακτορική διατριβή), Θεσσαλονίκη 2000.
112. Σιγανίδου Μ., ΑΔ 34, 1979.
113. Στάμος Α., Οι υδατικοί πόροι της λεκάνης Πτολεμαΐδας - Κοζάνης και οι επιπτώσεις από τις δραστηριότητες της Δ.Ε.Η. Πρακτικά ημερίδας του Τ.Ε.Ε.«Διαχείριση υδατικών πόρων στη λεκάνη Κοζάνης – Πτολεμαΐδας – Αμυνταίου». Πτολεμαΐδα 1997.
114. Σταμπολίδης, Α., Το γεωμαγνητικό πεδίο στη Μακεδονία και τη Θράκη και η σχέση του με τη γεωφυσική και γεωλογική δομή της περιοχής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης 1999.
115. Στεφανόπουλος - Παπαμαρινόπουλος, Χρήσεις Γεωφυσικών Συσκευών, Λογισμικών και Υπαίθριων Ασκήσεων, 2009.
116. Τουράτσογλου Ι., ΑΔ 29 (1973-1974), Μέρος Β΄3 –Χρονικά , Αθήνα 1980.
117. Τρανταλλίδου Κ., Αρχαιολογική Τοπογραφία του νομού Φλώρινας, Φλώρινα 1985.
118. Τσελέντης Α. – Παρασκευόπουλος Π., Εφαρμοσμένη Γεωφυσική, Liberal Books, 2013.
119. Τσόκας Γ.Ν., Ανάπτυξη Γεωφυσικών Εφαρμογών σε Αρχαιολογικούς Χώρους στην Ελλάδα, Πρακτικά του πρώτου Συμποσίου για τις νέες εξελίξεις στη Σεισμολογία και Γεωφυσική του Ελληνικού χώρου, Θεσσαλονίκη 1-3 Ιουλίου 1988.
120. Τσόκας Γ.Ν, Βαργεμέζης Γ., Σταμπολίδης Α., Τάσσης Γ., Καραούλης Μ., Γεωφυσική Διασκόπηση του Νεολιθικού Οικισμού της Αυγής , στο Νομό Καστοριάς, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 2004.
121. Τσόκας Γ., Βαργεμέζης Γ., Τσούρλος Π., Δρούγου Στ., Σαάτσογλου-Παλιαδέλη, Χρ., Αρχαιολογία και Γεωφυσική: Εξερευνώντας τον Αρχαιολογικό Χώρο της Βεργίνας (1984-2004), University Studio Press, Θεσσαλονίκη 2006.
122. Τσόκας Γ.Ν, Βαργεμέζης Γ., Σταμπολίδης Α., Καραδήμα Χ., Γεωφυσική Έρευνα στον αρχαίο Δορίσκο, 2010, ΑΕΜΘ 21, 2007.

123. Τσόκας Γ.Ν., Βαργεμέζης Γ., Σταμπολίδης Α., Καραδήμα Χ. και Ioane D., Γεωφυσική διασκόπηση στην ευρύτερη περιοχή του αρχαίου θεάτρου στη θέση Καμπάνα της Μαρώνειας. 1ο Συμπόσιο Αρχαιολογική Έρευνα και Νέες Τεχνολογίες ARCH\_RNT, Καλαμάτα 2008, Τόμος Πρακτικών, 54-64, 2011.
124. Τσόκας Γ.Ν, Ζαχαριάς Ν., Βαργεμέζης Γ., Διαμαντή Ν., Τσούρλος Π., Σταμπολίδης Α., Φίκος Η., Παπαζαφειρόπουλος Θ., Τσόκας Α., Γεωφυσική Διασκόπηση στα Ακοβίτικα Καλαμάτας, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 2012.
125. Τσόκας Γ.Ν. και Τσούρλος Π.Ι., Εντοπισμός και χαρτογράφηση θαμμένων αρχαιοτήτων με γεωφυσικές μεθόδους. Clio Turbata, <http://clioturbata.com>, 2017.
126. Τσότσος Γ., Κλίμα, γλωρίδα, πανίδα της Δυτικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη: Ελιμειακά (60-61), Θεσσαλονίκη 2008.
127. Χατζηνικολάου Κ.Γ., Οι λατρείες των θεών και των ηρώων στην Άνω Μακεδονία κατά την αρχαιότητα (Ελίμεια, Εορδαία, Ορεστίδα, Λυγκηστίδα), Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη 2007.
128. Χατζηνικολάου Κ., «Συμβολή στην μελέτη της ιστορικής γεωγραφίας της Άνω Μακεδονίας», ΜΑΚΕΔΟΝΙΚΑ 38, 2009.
129. Χατζόπουλος Μ.Β., Χώρα και κόμες της Βέροιας στο Πόλις και Χώρα στην Αρχαία Μακεδονία και Θράκη ,Μνήμη Δ. Λαζαρίδη, Πρακτικά Αρχαιολογικού Συνεδρίου, Καβάλα 9-11 Μαΐου 1986, Θεσσαλονίκη 1990.
130. Χρυσοστόμου Π., «Η λατρεία του Δία ως καιρικού θεού στη Θεσσαλία και τη Μακεδονία», ΑΔ 44-46 (1989-1991) [1996], Α΄ Μελέτες.
131. Χρυσοστόμου Π., Ανασκαφή Βεγόρας, Φλώρινα 2016-2017, αδημοσίευτο υλικό.
132. Ψαρρά Ε., Βεγόρα, ΑΔ 55, 2000.