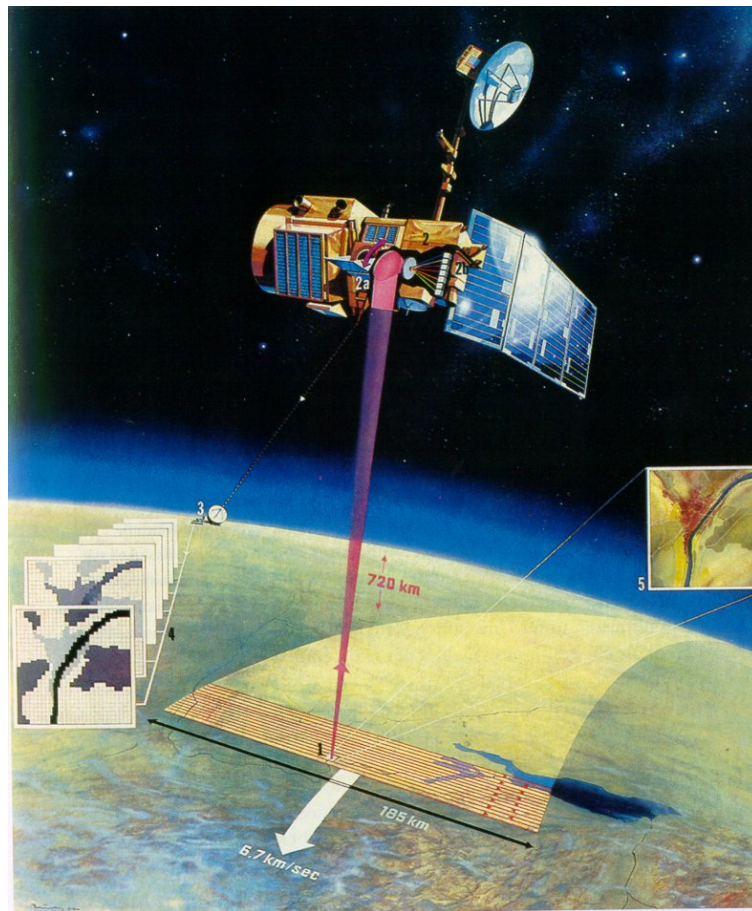


ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ  
*ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ*  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (G.I.S)

**ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΤΩΝ ΛΕΥΚΟΛΙΘΩΝ  
ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ (ΒΑΒΔΟΣ-ΓΕΡΑΚΙΝΗ)  
ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΕΙΚΟΝΩΝ LANDSAT-5/TM**



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΟΥΡΑΤΙΔΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ**

A.E.M : 3282

Επιβλέπων καθηγητής : Θ.Αστάρας

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2003

*στους Γονείς μου*



**Μουρατίδης Αντώνιος**  
**Α.Ε.Μ :3282**

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2003



Πρωτίστως θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα αυτής της εργασίας , **καθηγητή του Τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας , κ. Αστάρια Θ.** και τον **Κοσμήτορα της ΣΘΕ , καθηγητή του Τομέα Ορυκτολογίας - Πετρολογίας - Κοιτασματολογίας , κ. Φιλιππίδη Α.** , για την ανάθεση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας , καθώς και για το χρόνο , την υπομονή που διέθεσαν και την πολύτιμη βοήθειά τους κατά την εκπόνησή της.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω :

**Το προσωπικό του Τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας** για την επιστημονική και υλική υποστήριξη , ιδιαίτερα το **διδάκτορα του τμήματος Γεωλογίας κ. Οικονομίδα Δ.** που ήταν παρών σε κάθε βήμα της εργασίας αυτής , καθώς και τους **μεταπτυχιακούς φοιτητές του τομέα** για την άριστη συνεργασία.

**Το διδάκτορα του τμήματος Γεωλογίας κ. Καντηράνη Ν.** για την καθοριστική συμβολή του στο κοιτασματολογικό τμήμα της εργασίας και την επίσκεψη στην ύπαιθρο.

Τον **Τομέα Μετεωρολογίας – Κλιματολογίας** και ιδιαίτερα τον **καθηγητή κ. Μακρογιάννη Τ.** για τη διάθεση των κλιματικών δεδομένων που αφορούν στην περιοχή μελέτης.

Τέλος ευχαριστώ θερμά **το σύνολο του επιστημονικού προσωπικού του Τμήματος Γεωλογίας** , για τις γνώσεις που μου προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια της 4ετούς φοίτησης , **επιστέγασμα των οποίων αποτελεί η εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1.ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....</b>	<b>4</b>
<b>2.ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Φυσική Γεωγραφία .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Κλίμα .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Γεωλογία .....</b>	<b>7</b>
<b>3.ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Δεδομένα.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 Μέθοδοι έρευνας – επεξεργασία δεδομένων .....</b>	<b>13</b>
<b>3.3 Έλεγχος στην ύπαιθρο-αξιοπιστία δεδομένων .....</b>	<b>19</b>
<b>4.ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>23</b>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 : ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ (ΦΩΤΟΕΡΜΗΜΕΙΑ) .</b>	<b>25</b>
Γενικά.....	25
Εφαρμογές.....	25
Συμβολή στην αναζήτηση κοιτασμάτων.....	26
Διαχείριση της έρευνας .....	26
Γεωλογική Χαρτογράφηση – Δομές και Λιθολογία .....	28
Ζώνες Μεταβολής .....	28
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 : ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ LANDSAT 4 ΚΑΙ 5.....</b>	<b>30</b>
Γενικά χαρακτηριστικά .....	30
Διαφορές εικόνων Landsat / αεροφωτογραφιών .....	32
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3 : ΜΑΓΝΗΣΙΤΗΣ (ΛΕΥΚΟΛΙΘΟΣ).....</b>	<b>34</b>
Ελληνικά κοιτάσματα μαγνησίτη.....	34
Περιοχή Χαλκιδικής.....	35
Γεωλογική θέση .....	36
Μορφή των κοιτασμάτων.....	37
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4 : ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ .....</b>	<b>40</b>
Idrisi32 .....	40
Adobe Photoshop 5.5 .....	41
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>42</b>

## 1. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με τις εφαρμογές των σύγχρονων μεθόδων **τηλεπισκόπησης** στις γεωεπιστήμες (βλ. παράρτημα 1) και ειδικότερα με τη συμβολή των δορυφορικών εικόνων στον εντοπισμό κοιτασμάτων. Συγκεκριμένα στη μελέτη αυτή επιχειρείται, με τη βοήθεια εικόνων **Landsat-5/TM** (βλ. παράρτημα 2), ο εντοπισμός και η οριοθέτηση των εμφανίσεων / κοιτασμάτων **λευκολίθου** (βλ. παράρτημα 3) στην περιοχή της Χαλκιδικής.

## 2. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

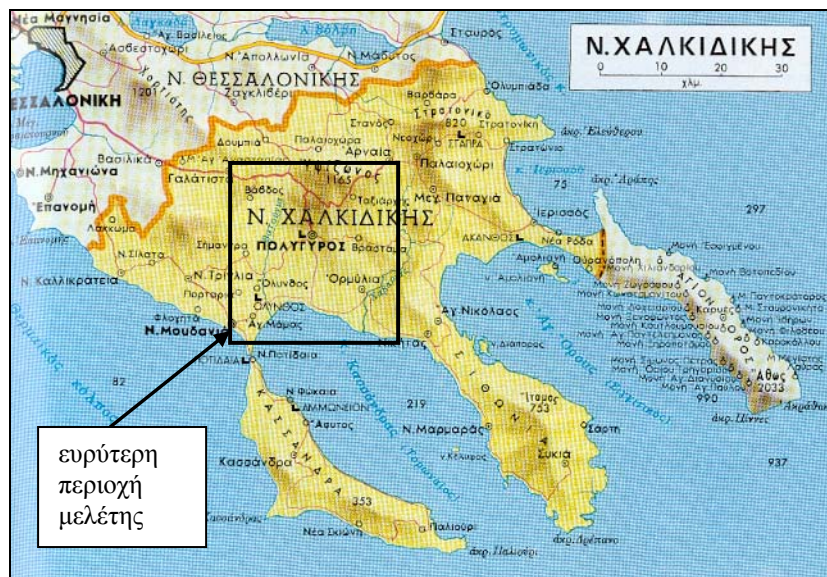
Το ενδιαφέρον της μελέτης επικεντρώνεται στη Χαλκιδική και συγκεκριμένα στις περιοχές κοντά στα χωριά **Βάβδος** και **Γερακινή** (σχήμα 1).



Σχήμα 1 – Περιοχές μελέτης : με μαύρο βέλος σημειώνονται οι θέσεις των χωριών **Βάβδος** και **Γερακινή**

## 2.1 Φυσική Γεωγραφία

Το ανάγλυφο της περιοχής μελέτης και της ευρύτερης περιοχής του νομού Χαλκιδικής (σχήμα 2) διαμορφώνεται από μια ορεινή-ημιορεινή ζώνη που περιλαμβάνει μέρος του βόρειου και κεντρικού της τμήματος, καταλαμβάνοντας το 75% της συνολικής έκτασης του νομού. Οι πεδινές εκτάσεις αποτελούν το 25% περίπου και βρίσκονται ως επί το πλείστον κοντά στα παράλια.



Σχήμα 2- Νομός Χαλκιδικής

Στο βόρειο τμήμα του νομού απολήγει ο Χορτιάτης με την κορυφή Αδριανό (1009μ.), ενώ στο κέντρο περίπου της χερσονήσου υψώνεται ο κατάφυτος Χολομώντας ή Υψίζωνος (1165μ.), το κατ' εξοχήν όρος της Χαλκιδικής, αρκετά εκτεταμένο και με πολλές δευτερεύουσες κορυφές (Σταυρού Τούμπα 938μ., Πτούνι 909μ., Λιαρίγκοβα 821μ. κ.α). Βορειοανατολικά βρίσκεται το επίσης κατάφυτο Στρατονικό (820μ.), το οποίο απολήγει, με ΒΔ-ΝΑ διεύθυνση, στο Στρυμονικό κόλπο. Μεταξύ Χολομώντα και Στρατονικού υψώνεται το Καστέλι (913μ.). Στη χερσόνησο του Αγίου Όρους υψώνεται ο Άθως (2033μ.) και στη χερσόνησο της Σιθωνίας, στο κέντρο της, βρίσκεται ο Ίταμος (753μ.).

Χαρακτηριστικό των βουνών της Χαλκιδικής είναι τα πολλά δάση, τα οποία καλύπτουν σχεδόν το 50% του εδάφους της.

Το χωριό Βάβδος τοποθετείται στο βορειοδυτικό τμήμα του νομού, που ανήκει στην παραπάνω ορεινή-ημιορεινή ζώνη της Χαλκιδικής, σε υψόμετρο μεγαλύτερο από 700 μ., το οποίο φτάνει και τα 930 μ. στην ευρύτερη περιοχή.

Η Γερακινή βρίσκεται αντίθετα κοντά στα παράλια , μεταξύ των χερσονήσων της Κασσάνδρας και της Σιθωνίας , περίπου 12 km νότια του Πολυγύρου , με το μέγιστο υψόμετρο της γύρω περιοχής να μη ξεπερνά τα 300 μ. και τη φυσική βλάστηση να εμφανίζεται φτωχή.

## 2.2 Κλίμα

Το κλίμα της Χαλκιδικής χαρακτηρίζεται γενικά ως Μεσογειακό , με 4 διάκριτες εποχές , σχετικά θερμά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες με διαφοροποίηση κυρίως ως προς την υγρασία.

Στον πίνακα 1 παραθέτονται αναλυτικά ορισμένα κλιματικά στοιχεία από το μετεωρολογικό σταθμό Πολυγύρου , που είναι αντιπροσωπευτικά της ευρύτερης περιοχής μελέτης. Τα στοιχεία της γεωγραφικής θέσης του συγκεκριμένου σταθμού είναι : γεωγραφικό πλάτος  $40^{\circ} 23'$  , γεωγραφικό μήκος  $23^{\circ} 26'$  , υψόμετρο 545μ.

Μ Η Ν	Πίεση εως χλβ εις μέσων στάθμην θαλάσσης	Θ Ε Ρ Μ Ο Κ Ρ Α Σ Ι Α °C							Μέση σχετική υγρασία	Κ Ε Φ Ο Σ		
		Μ έ σ η	Μέση μεγίστη	Μέση ελάχιστη	Άπολύτως μεγίστη	Άπολύτως ελάχιστη	Μέση τών άπολύτως μεγίστων	Μέση τών άπολύτως ελάχιστων		Μέσον ύψος ύετου εις χλμ	Μέγιστον ύψος 24ώρου εις χλμ	Μέση νέφους εις όγδοα
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ		3.8	7.0	0.5	19.8	-16.0	13.8	-7.3	78	76.5	67.0	5.1
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ		5.0	8.0	1.3	20.0	-17.0	15.8	-5.9	70	49.1	46.0	4.6
ΜΑΡΤΙΟΣ		6.8	10.7	3.1	23.0	-8.4	19.1	-3.0	73	39.3	38.0	4.7
ΑΠΡΙΑΙΟΣ		10.9	15.7	7.9	26.2	-5.2	21.7	1.4	67	35.4	37.0	4.0
ΜΑΪΟΣ		16.7	20.7	11.8	32.0	2.0	27.4	6.6	66	62.6	89.0	3.8
ΙΟΥΝΙΟΣ		20.4	24.6	15.6	34.0	6.2	30.4	10.6	64	47.7	89.5	3.0
ΙΟΥΛΙΟΣ		23.5	25.6	18.2	38.5	7.4	33.4	12.8	60	24.3	37.6	2.0
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ		23.3	28.7	18.3	38.5	5.4	32.9	12.3	56	19.9	32.2	1.9
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ		18.7	23.3	14.3	34.4	0.4	29.0	8.6	67	30.1	59.0	2.7
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ		14.1	18.5	10.1	30.0	-1.2	24.3	6.6	72	62.0	90.0	4.0
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ		10.1	14.0	6.4	24.0	-5.0	19.8	0.0	80	66.4	86.1	4.9
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ		6.2	9.6	3.0	20.0	-10.0	16.8	-4.6	82	73.4	50.4	5.0
Ε Τ Ο Σ		13.3	17.2	9.2	38.5	-17.0	23.7	3.1	70	586.7	90.0	3.8

πίνακας 1 – κλιματικά στοιχεία από το σταθμό Πολυγύρου (Ε.Μ.Υ , 1978)

Σύμφωνα με τους Μακρογιάννη & Φλόκα ( 1997 ) , η ετήσια πορεία των μέσων και άκρων τιμών της θερμοκρασίας του αέρα είναι απλή , με μέγιστο το καλοκαίρι και ελάχιστο το χειμώνα. Το φθινόπωρο είναι σαφώς θερμότερο από την άνοιξη , ενώ το ετήσιο θερμομετρικό εύρος αυξάνει με το υψόμετρο.

Η αντίστοιχη πορεία της υγρασίας είναι επίσης απλή και αντίστροφη εκείνης της θερμοκρασίας. Το βροχομετρικό σύστημα που επικρατεί είναι και αυτό Μεσογειακού τύπου, δηλαδή το μεγαλύτερο ποσοστό της ετήσιας βροχόπτωσης πέφτει κατά το χειμερινό εξάμηνο. Υπάρχουν βροχές και κατά το θέρος, οι οποίες προέρχονται συνήθως από τοπικές θερμικές καταιγίδες.

### 2.3 Γεωλογία

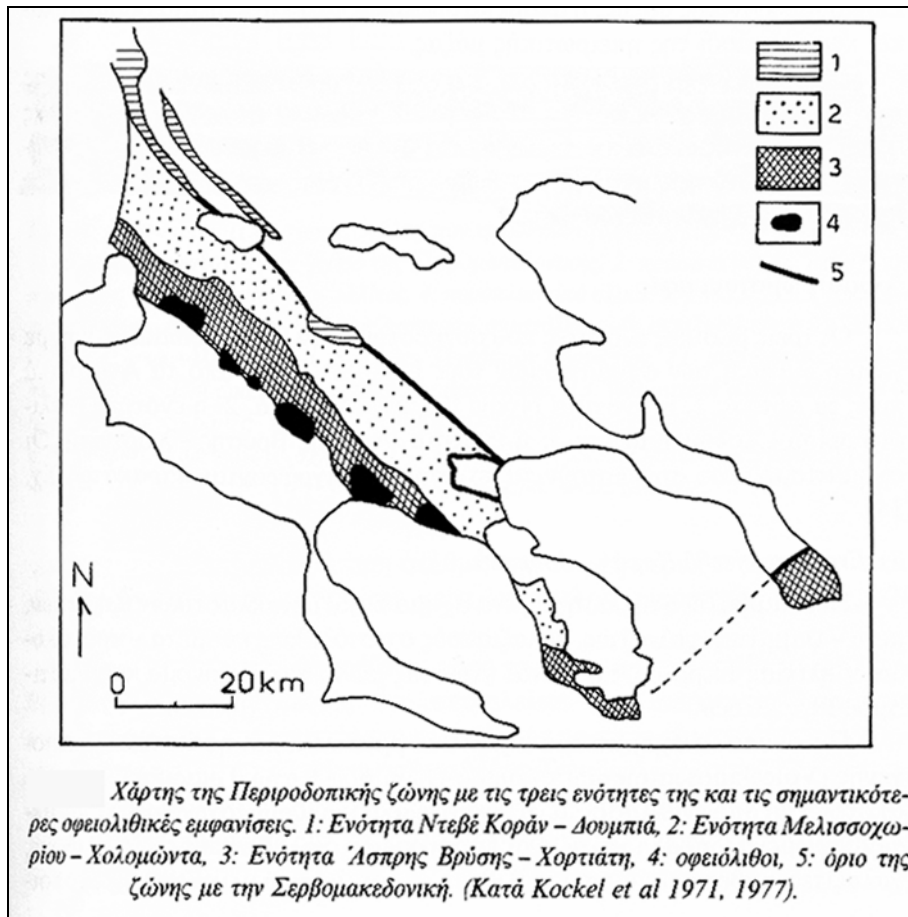
Σύμφωνα με το Μουντράκη (1985) η περιοχή μελέτης ανήκει στην Περιοδοπική ζώνη, η οποία εκτείνεται ως ζώνη πλάτους 10-20 km, με τη γενική Διναρική διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, στη δυτική πλευρά της Σερβομακεδονικής μάζας.

Η κύρια παλαιογεωγραφική και γεωτεκτονική σημασία της Περιοδοπικής ζώνης είναι ότι αποτελούσε, στη διάρκεια του Ιουρασικού, την ηπειρωτική κατωφέρεια της ηπειρωτικής Ελληνικής ενδοχώρας και κυρίως της Σερβομακεδονικής μάζας, η οποία κατέληγε σε μια βαθιά περιφερειακή αύλακα. Τα βασικότερα σύγχρονα γεωτεκτονικά μοντέλα εξέλιξης του Ελληνικού χώρου χαρακτηρίζουν αυτήν την περιφερειακή αύλακα ως τη θέση βύθισης της ωκεάνειας περιοχής της ζώνης Αξιού (Παλαιο-Τηθύς) κάτω από την Ευρασιατική ηπειρωτική πλάκα, το περιθώριο της οποίας αποτελούσαν οι μάζες της Ροδόπης και της Σερβομακεδονικής.

Οι τρεις ενότητες που συγκροτούν την Περιοδοπική ζώνη, με γενική διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, είναι από τα ανατολικά προς τα δυτικά οι εξής (σχήμα 3):

- ενότητα Ντεβέ Κοράν – Δουμπιά
- ενότητα Μελισσοχωρίου – Χολομώντα
- ενότητα Άσπρης Βρύσης – Χορτιάτη

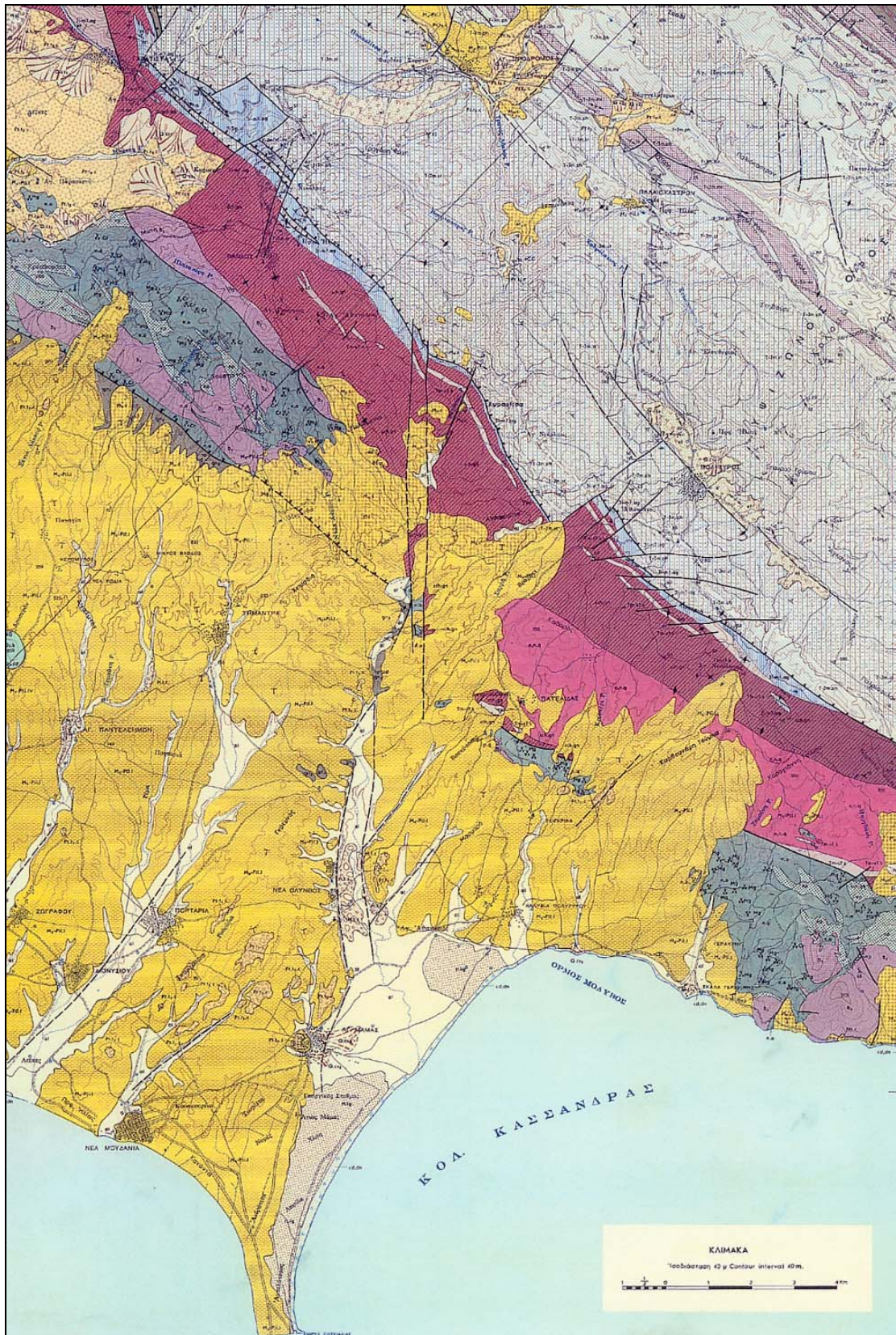




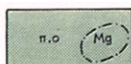
Σχήμα 3-Περιοδοπική Ζώνη (από Μουντράκη , 1985)

Από τις παραπάνω ενότητες εκείνη που παρουσιάζει ενδιαφέρον για την παρούσα μελέτη είναι η ενότητα Άσπρης Βρύσης - Χορτιάτη . Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει μέσα στα ιζήματα βαθιάς θάλασσας (μαύροι κερατόλιθοι , κόκκινοι αργιλικοί σχιστόλιθοι , μαύροι γραφιτικοί φυλλίτες , μάργες , χαλαζιακοί σχιστόλιθοι) οφειολιθικά σώματα με βασικά και υπερβασικά πετρώματα (γάββροι , διορίτες , σερπεντινίτες , διαβάσες). Με αυτούς τους οφειόλιθους συνδέονται τα κοιτάσματα λευκολίθου στην περιοχή της Χαλκιδικής , αλλά και στον υπόλοιπο Ελληνικό Χώρο (βλ. παράρτημα 3).

Αναλυτικά η γεωλογία της ευρύτερης περιοχής μελέτης φαίνεται στο χάρτη 1.



Χάρτης 1 – Γεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης (Ι.Γ.Μ.Ε , 1978 -Φύλλο : Πολύγυρος)



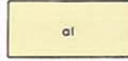
: Υπερβασικά πετρώματα μέσα στα οποία βρίσκονται κοιτάσματα λευκολίθου

**ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ**

**ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ**

**ΟΛΟΚΑΙΝΟ**

\*Άλλουδιακές απόθεσεις: άμμος, ψηφίδες, άργιλος, έρυθρογή, κλπ., προϋόντα άποσαθρώσεως τών νεογενών σχηματισμών.



Παράκτιες απόθεσεις: άναχώματα άκτών, θίνες κλπ.



\*Ιζήματα παρακτίων λιμνών και λιμνοθαλασσών.



Λιμναία Ιζήματα: άργιλος, ίλος και άμμοι (περιοχές ΝΑ και ΒΑ του χωριού \*Άγιος Μάμας).



\*Έλουδιακός μανδύας: άποσαθρώματα και λατύπες από σχιστολιθικά κυρίως πετρώματα.



Πλευρικά κορήματα: κυρίως λατύπες από σχιστόλιθους.



Κατώτερη βαθμίδα του κατώτερου συστήματος άναβαθμιδών: κυρίως άμμος και κροκάλες.



**ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ**

Κατώτερο σύστημα άναβαθμιδών: άποτελείται από άμμους και κροκάλες. Οί τελευταίες, ποικίλης προελεύσεως και συστάσεως (χαλαζίτες, σχιστόλιθοι, άσβεστόλιθοι καθώς και μαγματικά πετρώματα).



\*Ανώτερο σύστημα άναβαθμιδών: άποτελείται από άμμο, ψηφίδες και κροκάλες, συνήθως μικρής συνοχής αλλά μερικές φορές πολύ συνεκτικές σε μορφή κροκαλοπαγών (Παλαιά \*Ολυθος). Οί κροκάλες είναι από άσβεστολιθικά, κυρίως όμως από σχιστολιθικά πετρώματα. (\*Επίκειται στους νεογενείς σχηματισμούς).



**ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ ΑΔΙΑΙΡΕΤΟ**

Κώνοι κορημάτων: παλαιοί και νέοι συνήθως συγκολλημένοι, άποτελούνται από ύλικά τών μεταμορφωμένων πετρωμάτων.



**ΝΕΟΓΕΝΕΣ**

**ΑΝΩΤ. ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ - ΚΑΤ. ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ**

Σειρά έρυθρών άργιλων: έρυθρές έως κεραμόχρωμες άργιλοι, ίλυδες, με φυλλάρια μαρμαρυγία, κατά θέσεις άμμοχυες με ψηφίδες και κροκαλοπιγή μικρής συνοχής ή συνεκτικά. Ένοστρώσεις τραβερτινοειδών άσβεστολιθών και άσβεστιτικών ψαμμιτών. Μέσα στη σειρά έρυθρών άργιλων και έξω από τη χαρτογραφημένη περιοχή έχουν βρεθεί λείψανα του *Hippurion*. Τραβερτινοειδείς άσβεστόλιθοι: (ΒΑ του χωριού Νέα Τένεδος) είναι πολύ περιορισμένης έκτάσεως και πάχους. Άποτελούν ένοστρώσεις μέσα στις έρυθρές άργιλους. Λόγω όμως τής διαβρώσεως τών τελευταίων, σήμερα εμφανίζονται σαν καλύμματα (καπέλλα) που επίκεινται στις έρυθρές άργιλους.



**ΑΝΩΤ. ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ**

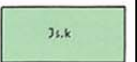
Βασική σειρά κροκαλοπαγών: συνιστούν τούς κατώτερους όρίζοντες τής όλης σειράς τών έρυθρών άργιλων προς τις όποιες μεταβαίνουν πλευρικά. Άναπτύσσονται περισσότερο στις άκραιοές περιοχές τής λεκάνης, στις προσβάσεις τών λόφων που άποτελούνται από προνεογενή (παλαιοζωικά) πετρώματα. Είναι συνήθως μικρής συνοχής, αλλά μερικές φορές είναι πολύ συνεκτικά (π.χ. βόρεια του Μικρού Βάβδου). Περιέχουν κροκάλες χαλαζιτών, σχιστολιθών, άσβεστολιθών και μαγματικών πετρωμάτων. Σ' αυτά τά κροκαλοπαγή παρεμβάλλονται σταθερά έρυθρές άργιλοι.



**ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΑΙΟΝΙΑΣ**

**ΑΝΩΤΕΡΟ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ**

\*Άσβεστόλιθοι: τροφοί έως γαλαζωποί, παχυστρωματώδεις, μερικός άνακρυσταλλωμένοι. Στο φύλλο «Βασιλικά» κοντά στη βάση έχουν βρεθεί:



*Pseudocyclamina* sp., *Cerithella* sp., *Exillessa* sp. and *Cladocoropsis* sp.

**ΜΕΤΑΪΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ**

**ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΣΠΡΗΣ ΒΡΥΣΗΣ - ΧΟΡΤΙΑΤΗ**

**ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΚΑΙ ΜΕΣΟ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ :**

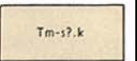
\*Άργιλικόι σχιστόλιθοι: πρασινωποί, άμμοχυοι, και τεφροπράσινοι, κοκκομετρικά άδιαβάθητοι ψαμμίτες, που μεταβαίνουν σε πράσινο, άμμοχυοις φυλλίτες και σε καστανούς και μαύρους, λεπτόκοκκους φυλλίτες με γραφίτη. Παρατηρούνται ένοστρώσεις από παχείς όρίζοντες μαύρων, λεπτοστρωματωδών κερατολιθών και φακών ή στρωμάτων σερικιτωμένων, χλωριτωμένων, σφωσσυριτωμένων δολεριτών.



\*Ηλικία: νεώτερη του \*Ανώτερου Τριαδικού.

**ΜΕΣΟ ΚΑΙ ΑΝΩΤΕΡΟ ΤΡΙΑΔΙΚΟ :**

Μάρμαρα: τεφρογάλανα ή λευκά, συμπαγή ή σε παχεία στρώματα, σχηματίζουν τεκτονικούς φακούς ή στρώματα που παρεμβάλλονται μέσα στη μαγματική σειρά Χορτιάτη και στους φυλλιτικούς-άργιλικούς σχιστόλιθους.



\*Ηλικία: Άνώτερο Τριαδικό (έχουν χρονολογηθεί στο φύλλο «Κιλκίς»).

**ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΕΛΙΣΣΟΧΩΡΙΟΥ - ΧΟΛΟΜΩΝΤΑ**

**(ΤΡΙΑΔΙΚΟ-ΜΕΣΟ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ)**

**\*Ομάδα Σβούλας**

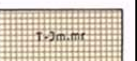
Χαλαζίτες: κοκκινοκάστανοι, λεπτό-έως μεσόκοκκοι, λεπτοστρωματώδεις, σιδηρούχοι, και σκοτεινότεφροί, άσβεστοί, χαλαζιτικοί ψαμμίτες, με ένοστρώσεις από σκοτεινότεφρους φυλλίτες, τοπικά γραφιτικούς σχιστόλιθους και σκοτεινότεφρες ταινίες από ψαμμιτικούς άσβεστόλιθους.



Φυλλίτες: σκοτεινότεφροί έως μαύροι, μερικός γρاناτούχοι, γραφιτικοί, με μικρές ένοστρώσεις χαλαζιτών.



\*Άσβεστόλιθοι άνακρυσταλλωμένοι και μάρμαρα: λευκοί έως γαλαζωποί, παχυ-έως λεπτοστρωματώδεις και χαλαζιακά-σερικιτικά μάρμαρα: επίσης άσβεστιτικοί σχιστόλιθοι με ένοστρώσεις μαύρων φυλλιτών.



Τριαδικά Κωνόδοντα (Νόριο) στο φύλλο «Χέρσον»

**ΣΕΡΒΟΜΑΚΕΔΟΝΙΚΗ ΜΑΖΑ**

**ΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΟ (ή πολαιότερο)**

**Σχηματισμός Βερτίσκου**

Διμαρμαρυγιακοί γνεύσιοι και μοσοδιτικοί γνεύσιοι: σκοτεινοπράσινοι έως καστανοί, κυρίως άπομεταμορφωμένοι σε σερικιτικούς-χλωριτικούς σχιστόλιθους με ύπολειμματα π.λαγιοκλάστων. Νοτίως του Βάβδου άπαντούν ένοστρώσεις από άμφιβολίτες και μάρμαρα.



**Υπόμνημα του χάρτη 1**

## ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

### ΧΩΡΙΣ ΣΧΙΣΤΟΤΗΤΑ

#### ΤΡΙΤΟΓΕΝΕΣ

Κερροστίλιθος-βιοτιτικός-χαλαζιοδιοριτικός πορφύρας (πλαγιόκλαστα, κερροστίβη, βιοτίτης, ± χαλαζίας, άπατίτης, μεταλλεύματα), σχηματίζει φλέβες μέσα στην υπερβασική σειρά στο Καστρί-Άκονοράχη.



Λευκόλιθος : αξιόλογη μεταλλοφορία σε πλέγμα φλεβιδίων (stock work) και φλέβες.



### ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΑ ΚΑΙ ΣΧΙΣΤΩΔΗ

#### ΜΕΣΟΣΩΖΙΚΟ

Διμαρμαρυγικός και βιοτιτικός γρανίτης (τύπου Άρναίας) : σχιστώδης, μεσόκοκκος έως πηγματικός, κατά τόπους λευκοκρατικός έως άπλιτικός (πλαγιόκλαστα με άνορθιτη 18-27%, περθιτικό όρθόκλαστο, μικροκλινή, ± μοσχοβίτης, ± βιοτίτης και έπουσιώδη όρυκτά) στα περιθώρια των γρανιτικών σωμάτων παραεστακτές κοίτες, φλέβες και άποφύσεις, που διεισδύουν στα μεταξήματα.



Πλαγιόκλαστικός-μικροκλινικός γνεύσιος : ύπόλευκος ή ροδόχρωμος μεσό- έως λεπτόκοκκος λεπτοστρωματώδης ή με όφθαλμοειδή ίστό (χαλαζίας, πλαγιόκλαστα με άνορθιτη 8-30%, μικροκλινή, περθιτικά όρθόκλαστα, ± μοσχοβίτης, ± βιοτίτης και έπουσιώδη όρυκτά) στα περιθώρια εναλλάσσονται με μεταξήματα.



#### Μαγματική σειρά Χορτιάτη

#### Μαγματική σειρά Χορτιάτη

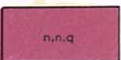
Έπιγενέσιοι : άνοικτοκάστανοι ή πράσινοι, στρωματώδης, με γνευσιακό ίστο και πράσινα στρεβλωμένα χλωριτικά στρώματα. Άκτινολιθικοί-έπιδοτικοί-χλωριτικοί έπιγενέσιοι, σερικιτικοί-χλωριτικοί έπιγενέσιοι, κερροστίλιθοι-βιοτιτικοί-μοσχοβιτικοί έπιγενέσιοι (υπολείμματα πλαγιόκλαστον που μετασχηματίστηκαν σε άλβιτη, νεοσχηματισμένοι χλωρίτης, σερικίτης και άκτινόλιθος).



Πρασινοςχιστόλιθοι : σκοτεινοπράσινοι και καστανοποί, λεπτόκοκκοι σερικιτικοί-χλωριτικοί σχιστόλιθοι, χλωριτικοί-μοσχοβιτικοί-βιοτιτικοί σχιστόλιθοι, μοσχοβιτικοί-χλωριτικοί-άλμυρανδινικοί σχιστόλιθοι, μοσχοβιτικοί-χλωριτικοί-έπιδοτικοί-άλμυρανδινικοί σχιστόλιθοι, έπιδοτικοί και άκτινολιθικοί-χλωριτικοί σχιστόλιθοι και λεπτόκοκκοι χλωριτικοί-έπιδοτικοί-σερικιτικοί-άλβιτικοί γνεύσιοι.

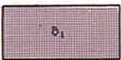
Ήλικια : νεώτερη του Άνωτερου Τριαδικού και παλαιότερη του γρανιοδιορίτη τύπου Σιθωνίας.

Διορίτης και χαλαζιακός διορίτης (σύμπλεγμα Γερακινής) : μεσόκοκκοι, έλάχιστα σχιστώδεις (ζωνώδη πλαγιόκλαστα με άνορθιτη 30-35%, ± χαλαζίας, υπολείμματα κλινοπυρόξενων, χλωριτωμένη κερροστίβη, έπίδοτο και έπουσιώδη όρυκτά) παρεμβάλλονται σκοτεινοπράσινοι, λεπτόκοκκοι, έπιδοτικοί-χλωριτικοί-χαλαζιακοί σχιστόλιθοι και πιθανώς ήφαιστειακά πετρώματα ή τόφφοι.



#### Γάββρική σειρά Λαναριού

Γάββρος : (διαλλαγής, βρονζίτης, υπερσθενής, πλαγιόκλαστα με άνορθιτη 55-80%, άδιαφανή όρυκτά, δευτερογενής ζωισίτης, έπίδοτο και άκτινόλιθος). Επί πλέον υπάρχουν όλιβινικός γάββρος, υπερσθενικός γάββρος, αγγιτικός νορίτης, κερροστίλιθος γάββρος και μελαγάββρος που μεταβαίνουν προς πυροξενίτη.

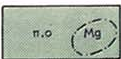


#### Ύπερβασική σειρά

Πυροξενίτες : κυρίως βεμπστερίτης (διαλλαγής, βρονζίτης, άδιαφανή όρυκτά, ± πλαγιόκλαστα με άνορθιτη 55-80%), και έπουσιώδης διαλαγίτης και όλιβινικός διαλαγίτης.



Δουνίτες και περιδοτίτες : κυρίως βερλίτης, μερικός λερζολιθικός (όλιβίνης, διαλλαγής, βρονζίτης) και σπανιότερα μεταπεριδοτίτες. Χρωμίτης άπαντά σε μορφή φακών και ταινιών κυρίως μέσα σε δουνίτες-έξαλλοίωση πολύ διαδεδομένη στην περιοχή μεταλλοφορίας λευκόλιθου. Τουρμαλικές πηγματικές φλέβες και άλλοι πηγματίτες είναι συχνοί. Ήλικια : παλαιότεροι από τους γάββρους Λαναριού και από τη μαγματική σειρά Χορτιάτη και νεώτεροι του Άνωτερου Τριαδικού.



Γεωλογικό όριο

Γεωλογικό όριο, πιθανό ή καλυμμένο

Όριο πετρογραφικών σχηματισμών. (Κατά προσέγγιση όριο των έκρηξιγενών πετρωμάτων που εισδύουν στα μεταξήματα)

Άξονας δευτερεύουσας πτυχής, με ένδειξη της βυθισσώς του

80 ← →

Όριζόντιος άξονας δευτερεύουσας πτυχής

← →

Ρήγμα

Ρήγμα πιθανό ή καλυμμένο

Έπίπλευση

Έπίπλευση πιθανή ή καλυμμένη

Παράταξη στρωμάτων

T 40

Παράταξη στρωμάτων κατ'έκτιμηση

T

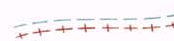
Παράταξη s-έπιπέδων

80

Κατακόρυφα s-έπιπέδα

← →

Προσανατολισμός σχιστότητας μεταμορφωμένων πετρωμάτων



Μεταλλείο ένεργό

X

Μεταλλείο άργό

X

Έμφάνιση μεταλλεύματος

X

Γραφίτης

C

Λευκόλιθος

Mg

Χρωμίτης

Cr

## Υπόμνημα του χάρτη 1 (συνέχεια)

### **3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

#### **3.1 Δεδομένα**

Για την παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν τα εξής δεδομένα :

- δορυφορικές εικόνες Landsat 5 / TM των 6 φασματικών ζωνών του ορατού φάσματος ( TM - 1 έως 5 και TM-7 ) . Οι εικόνες έχουν τα εξής χαρακτηριστικά : ημερομηνία λήψης 10.08.1992 , path 183 , row 32 και χωρική διακριτική ικανότητα 30m x 30m.
- γεωλογικός χάρτης 1:50.000 του Ι.Γ.Μ.Ε : Φύλλο Πολύγυρος (1978)
- τοπογραφικός χάρτης κλίμακας 1:50.000 της Γ.Υ.Σ : Φύλλο Πολύγυρος (1969)

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονιστεί ότι τα δεδομένα Landsat 5 / TM ήταν τα καλύτερα προσιτά κατά την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας , αναγνωρίζοντας ότι εικόνες μεγαλύτερης διακριτικής ικανότητας από νεότερους δορυφόρους , με το ανάλογο κόστος , θα έδιναν περισσότερο ακριβείς πληροφορίες.

### 3.2 Μέθοδοι έρευνας – επεξεργασία δεδομένων

Η ψηφιακή επεξεργασία των παραπάνω εικόνων έγινε με το λογισμικό ψηφιακής ανάλυσης εικόνας **Idrisi32** , καθώς και με το λογισμικό **Adobe Photoshop 5.5** (βλ. παράρτημα 4).

Κάνοντας χρήση του προγράμματος Idrisi32 , κατασκευάστηκαν ψευδοέγχρωμες εικόνες με διάφορους συνδυασμούς φασματικών ζωνών και φίλτρων , ώστε να επιλεγούν τελικά εκείνες οι εικόνες που παρέχουν τις καλύτερες πληροφορίες αναφορικά με τις θέσεις εμφάνισης των λευκολίθων.

Σε αντιπαραβολή με τον τοπογραφικό χάρτη και με τη χρήση του λογισμικού Adobe Photoshop 5.5 , εντοπίστηκαν και σημειώθηκαν οι θέσεις ορισμένων οικιστικών περιοχών , ως διακριτό επίπεδο πληροφορίας (layer) , με σκοπό την εύρεση της σχετικής θέσης των περιοχών ενδιαφέροντος . Με «συγχώνευση» (merging) κατασκευάστηκαν οι εικόνες που ακολουθούν. Σε κάθε περίπτωση με βέλη σημειώνονται οι πιθανές θέσεις εμφάνισης των λευκολίθων , οι οποίες εμφανίζονται ως λευκές περιοχές (μεγάλη ανάκλαση).

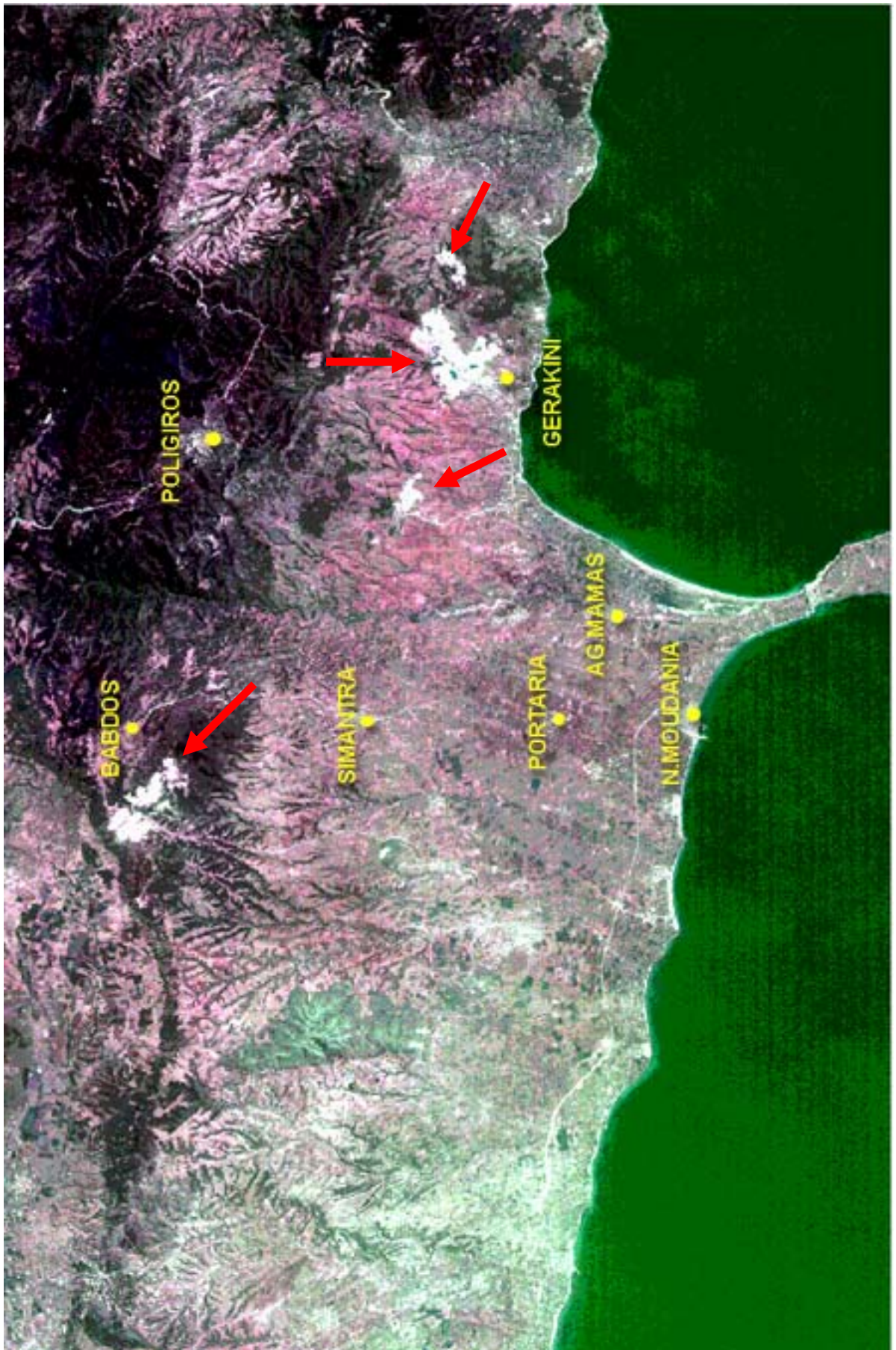
Αρχικά λήφθηκε υπόψη η εικόνα που προκύπτει από το συνδυασμό των φασματικών ζωνών RGB = 3,2,1 (Natural Color Composite) – (εικόνα 1). Η εικόνα αυτή προσομοιάζει τα «φυσικά» χρώματα των περιοχών που απεικονίζει . Μετά από πολλούς πειραματισμούς επιλέχθηκαν επιπλέον οι ψευδοέγχρωμες εικόνες που προκύπτουν από τους εξής συνδυασμούς :

- RGB = 3,1,2 (εικόνα 2) και
- RGB = 4,1,2 (εικόνα 3)

Στη σύνθεση της εικόνας RGB = 4,1,2 φαίνεται η διαφορά στη βλάστηση , μεταξύ της περιοχής του Βάβδου και της Γερακινής , διότι η συγκεκριμένη σύνθεση τονίζει τη βλάστηση με κόκκινο χρώμα (βλ. παράρτημα 2).

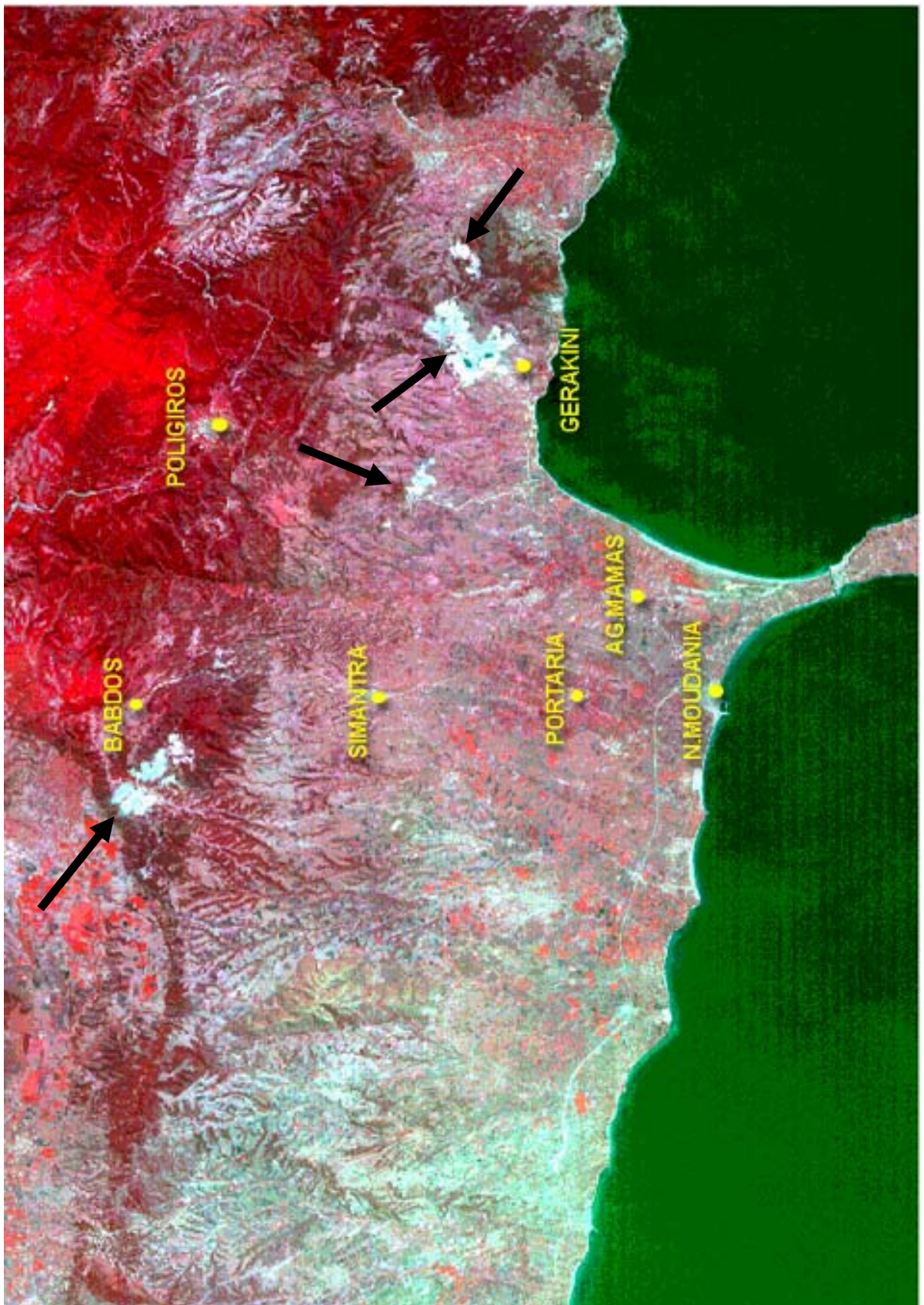


Εικόνα 1 – Σύνθεση εικόνας που προσομοιάζει τα φυσικά χρώματα  
(Natural Color Composite - 3,2,1-RGB)



Εικόνα 2 –Σύνθεση ψευδοέγχρωμης εικόνας (False Colour Composite - 3,1,2 - RGB)





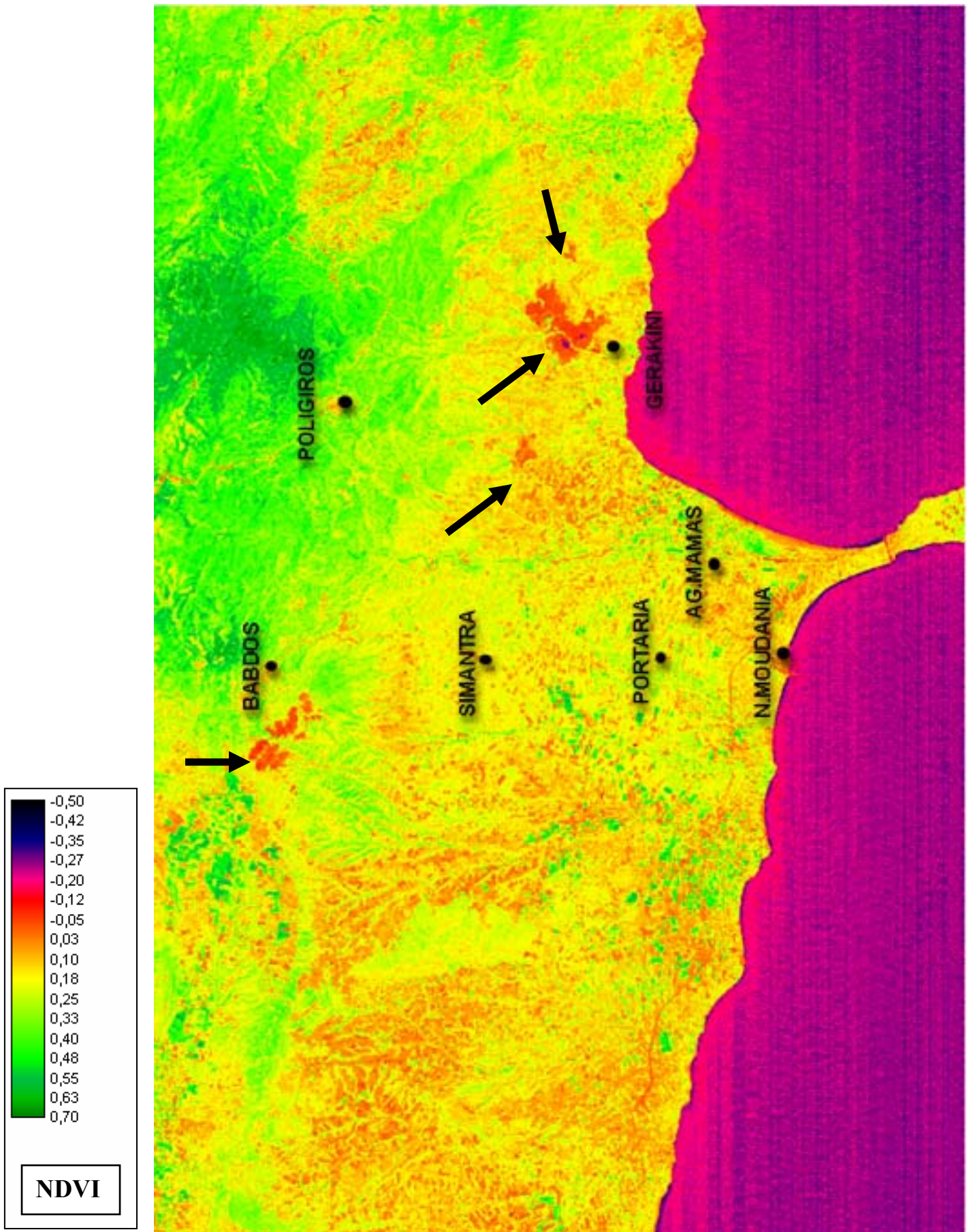
Εικόνα 3 -Σύνθεση ψευδοέγχρωμης εικόνας - (False Colour Composite - 4,1,2 - RGB)

Επισης χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία των «δεικτών βλάστησης» (vegetation indices) και συγκεκριμένα ο «Δείκτης Βλάστησης Κανονικοποιημένης Διαφοράς» (Normalized Difference Vegetation Index \ **NDVI**) , ο οποίος ορίζεται ως εξής :  $NDVI = \frac{N.IR - R}{N.IR + R}$  , (Συλλαίος *N.*, 2000 , από Φουρνιάδη *κ.α.* , 2002) όπου N.IR η φασματική ζώνη του εγγύς υπέρυθρου και R η φασματική ζώνη του ερυθρού. Για τις εικόνες του Θεματικού Χαρτογράφου (TM) του δορυφόρου Landsat-5 , ο παραπάνω δείκτης βλάστησης παίρνει τη μορφή :  $NDVI = \frac{[TM4 - TM3]}{[TM4 + TM3]}$ .

Από την εφαρμογή του παραπάνω δείκτη βλάστησης προέκυψε η ψευδοέγχρωμη εικόνα 4 , στην οποία οι περιοχές με υψηλές τιμές NDVI είναι αυτές που καλύπτονται από βλάστηση , λόγω της υψηλής ανάκλαστικότητας της βλάστησης στο κοντινό υπέρυθρο και της χαμηλής στο ερυθρό. Αντίθετα στις περιοχές της εικόνας με χαμηλές τιμές NDVI απουσιάζει η βλάστηση , είτε από φυσικά αίτια (π.χ ακαταλληλότητα εδάφους , τύπος πετρώματος) ή εξαιτίας της ανθρώπινης επέμβασης , δηλαδή της οικιστικής ανάπτυξης αλλά και της εκμετάλλευσης του ορυκτού πλούτου της περιοχής , στοιχείο που ενδιαφέρει άμεσα την παρούσα εργασία.

Στην εικόνα 4 φαίνονται χαρακτηριστικά οι θέσεις κοντά στα χωριά του Βάβδου και της Γερακινής , όπου ο δείκτης βλάστησης έχει ιδιαίτερα χαμηλή τιμή (<0) , σε αντίθεση με τις υπόλοιπες περιοχές , οι οποίες εμφανίζουν σημαντικά υψηλότερη τιμή NDVI (>0).

Από τη σύγκριση και με τις ψευδοέγχρωμες εικόνες που προηγήθηκαν προκύπτει , ότι οι θέσεις που χαρακτηρίζονται από μεγάλη ανάκλαστικότητα ταυτίζονται με αυτές που εμφανίζουν εξαιρετικά χαμηλό δείκτη NDVI. Συνεπώς ενισχύεται ο ισχυρισμός ότι πρόκειται για περιοχές εκμετάλλευσης μαγνησίτη , ιδιαίτερα αν λάβουμε υπόψη και το γεωλογικό χάρτη της περιοχής (*χάρτης 1*) , όπου προσδιορίζονται τα πετρώματα που συνήθως φιλοξενούν κοιτάσματα λευκολίθου (δουνίτες , περιδοτίτες).



Εικόνα 4 – Σύνθεση ψευδοέγχρωμης εικόνας με τη βοήθεια του δείκτη βλάστησης κανονικοποιημένης διαφοράς (Normalized Difference Vegetation Index =  $[TM4-TM3] / [TM4+TM3]$ )

### 3.3 Έλεγχος στην υπαιθρο-αξιοπιστία δεδομένων

Το τελευταίο βήμα της παρούσας μελέτης υπήρξε η επί τόπου επαλήθευση των συμπερασμάτων (Ground Truth) στις θέσεις ενδιαφέροντος. Συγκεκριμένα, επιβεβαιώθηκαν οι παρατηρήσεις στις περιοχές του Βάβδου (θέση 1), του Καστρίου (θέση 2) και της Γερακινής (θέσεις 3 και 4).



Εικόνα 5 - Θέσεις επαλήθευσης των αποτελεσμάτων στην υπαιθρο ( θέση 1: Μεταλλεία Βάβδου , θέση 2 : Μεταλλεία Καστρίου , θέσεις 3 & 4 : Μεταλλεία Γερακινής )

Στη θέση 1 , όπου βρίσκονται τα μεταλλεία Βάβδου (φωτ/φία 1) , υπάρχουν χαρακτηριστικές εμφανίσεις των λευκολίθων μέσα στα υπερβασικά πετρώματα υπό μορφή φλεβών (φωτ/φία 2).



**Φωτ/φία 1-μεταλλεία Βάβδου (θέση 1)**



**Φωτ/φία 2-μεταλλεία Βάβδου (θέση 1) : φλεβίδια μαγνησίτη μέσα σε περιδοτίτη**

Τα μεταλλεία Καστρίου (θέση 2) καταλαμβάνουν μια σχετικά μικρή έκταση (φωτ/φία 3) , σε σύγκριση με τα μεταλλεία του Βάβδου και της Γερακινής.



**Φωτ/φία 3-μεταλλεία Καστρίου (θέση 2)**

Στη Γερακινή (θέσεις 3 & 4) η περιοχή εκμετάλλευσης είναι η μεγαλύτερη μεταξύ αυτών που εντοπίστηκαν , γεγονός που γίνεται εύκολα αντιληπτό και στις ψευδοέγχρωμες εικόνες που προηγήθηκαν.



**Φωτ/φία 4- μεταλλεία Γερακινής (θέσεις 3 & 4)**

Ορισμένες προσπάθειες για την αποκατάσταση του τοπίου μετά την εκμετάλλευση έχουν γίνει στη Γερακινή, όπως φαίνεται στις παρακάτω φωτογραφίες.



**Φωτ/φία 5-αποκατάσταση του τοπίου μετά την εκμετάλλευση στην περιοχή της Γερακινής**

Εφαρμόζοντας την τεχνική της «επαγωγής» (Extrapolation) , είναι δυνατό να επεκταθούν τα συμπεράσματα και σε άλλες θέσεις , που εμφανίζουν τις ίδιες ιδιότητες με αυτές που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία .

#### **4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Από τα δεδομένα του Θεματικού Χαρτογράφου (Landsat-5/TM) που καλύπτουν την περιοχή μελέτης, καθορίστηκαν οι μεγάλες διαφορές που εμφανίζουν ορισμένες θέσεις, σχετικά με την ανακλαστικότητα τους, σε σύγκριση με αυτήν των γειτονικών τους περιοχών.

Συγκεκριμένα, όπου εντοπίζονται εμφανίσεις/κοιτάσματα λευκολίθου, η ανακλαστικότητα είναι υψηλή. Στις θέσεις εξόρυξης η απουσία της βλάστησης καθίσταται εμφανής από τις ψευδοέγχρωμες εικόνες που προκύπτουν με τη σύνθεση των φασματικών ζωνών, ιδιαίτερα όμως από τις ψευδοέγχρωμες εικόνες που προκύπτου με την εφαρμογή του δείκτη βλάστησης κανονικοποιημένης διαφοράς (NDVI).

Αντίστοιχα κοιτάσματα μαγνησίτη του τύπου που εντοπίστηκαν στην περιοχή μελέτης αφθονούν και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας (βλ. παράρτημα 3) και γενικότερα στη Βαλκανική χερσόνησο. Τα αποθέματα στα επιμέρους κοιτάσματα είναι της τάξεως εκατοντάδων χιλιάδων έως και εκατομμυρίων τόννων (Μιχαηλίδης Κλ. κ.α, 2001).

Σύμφωνα με τους Μιχαηλίδη Κλ. κ.α (2001), οι ακατέργαστες πρώτες ύλες μαγνησίου χρησιμεύουν για την παραγωγή μεταλλικού μαγνησίου σε μικρή ποσότητα και κυρίως για τη λήψη της καυστικής και δίπυρης μαγνησίας. Το μαγνήσιο χρησιμοποιείται είτε ως καθαρό μέταλλο είτε ως κράμα σε κατασκευές, όπου το βάρος αποτελεί κρίσιμο παράγοντα. Κράματα με 90% μαγνήσιο είναι γνωστά ως ηλεκτρονικά μέταλλα και περιέχουν επίσης Al, Zn, Mn κ.α. Εφαρμογή βρίσκει το μαγνήσιο επίσης ως αναγωγικό μέσο στην εξαγωγή τιτανίου και άλλων μετάλλων, καθώς και ως καθαριστής οξυγόνου. Είναι επίσης χρήσιμο στις εμπρηστικές ύλες για στρατιωτικούς σκοπούς. Τα ορυκτά του μαγνησίου είναι χρήσιμα διότι παρουσιάζουν ορισμένα χαρακτηριστικά που οφείλονται ακριβώς στην παρουσία Mg και τη θέση του στο πλέγμα αυτών των ορυκτών. Πάνω από το 85% των πρώτων υλών μαγνησίου χρησιμοποιούνται στην παραγωγή πυρίμαχων υψηλής θερμοκρασίας. Άλλες χρήσεις των προϊόντων του είναι ως υλικό πλήρωσης, για μονωτικά, στα τσιμέντα, στα λιπάσματα και άλλα χημικά και φαρμακευτικά σκευάσματα, καθώς και στη βιομηχανία χάρτου κατά τη στίλβωση του χαρτιού.

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι οι πολυδιάστατες βιομηχανικές εφαρμογές των πρώτων υλών μαγνησίου και τα πλούσια αποθέματα μαγνησίτη, καθιστούν τον εντοπισμό και την ακριβέστερη οριοθέτηση των κοιτασμάτων λευκολίθου αναγκαία, αναδεικνύοντας την τηλεπισκόπηση σε ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο στα χέρια των γεωεπιστημόνων. Συνεπώς, η χρήση δεδομένων τηλεπισκόπησης μπορεί να επεκταθεί και σε άλλες περιοχές του Ελληνικού Χώρου, όπου υπάρχουν κοιτάσματα λευκολίθου (βλ. παράρτημα 3).

Γενικά, μπορούμε να συμπεράνουμε, ότι η τηλεπισκόπηση συμβάλλει τόσο στην οριοθέτηση χαρτογραφημένων (αναγνωρισμένων)



κοιτασμάτων και των εντοπισμό νέων , όσο και στο σχεδιασμό για την ορθολογική διαχείριση των περιβαλλόντων στις περιοχές εξόρυξης και την αποκατάσταση αυτών μετά το πέρας της εκμετάλλευσης , ώστε να διασφαλίζεται η βιώσιμη ανάπτυξη της εκάστοτε περιοχής. Επίσης , σε ορισμένες περιπτώσεις , τα δεδομένα που προκύπτουν από την επεξεργασία των δορυφορικών εικόνων και γενικότερα τα δεδομένα τηλεπισκόπησης , είναι σε θέση να διορθώσουν-βελτιώσουν-ανανεώσουν τους υπάρχοντες γεωλογικούς - κοιτασματολογικούς χάρτες και μάλιστα σε σύντομο χρονικό διάστημα .

Ιδιαίτερα δε όταν εικόνες μεγάλης διακριτικής ικανότητας είναι στη διάθεση του ερευνητή ή υπάρχει η οικονομική δυνατότητα να αποκτηθούν , τότε το έργο του καθίσταται πλέον αποδοτικό.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 : ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ (ΦΩΤΟΕΡΜΗΜΕΙΑ)

### **Γενικά**

Σύμφωνα με τους Lillesand & Kiefer (1994) «Τηλεπισκόπηση» καλείται η επιστήμη και τεχνική της λήψης πληροφοριών για ορισμένο αντικείμενο , περιοχή ή φαινόμενο μέσω της ανάλυσης δεδομένων , τα οποία αποκομίζονται με συσκευές που δε βρίσκονται σε επαφή με το υπό εξέταση αντικείμενο , περιοχή ή φαινόμενο.

Επειδή ακριβώς τα συμπεράσματα δεν προκύπτουν από άμεση παρατήρηση , βασική αρχή της τηλεπισκόπησης είναι η επί τόπου επαλήθευση των ευρημάτων (*Ground Truth*) , τουλάχιστον για ένα τμήμα της περιοχής μελέτης και η επέκταση των συμπερασμάτων για το σύνολο της περιοχής , εφόσον φυσικά η επί τόπου παρατήρηση επιβεβαιώσει τα εξαγόμενα από τις μεθόδους τηλεπισκόπησης αποτελέσματα.

Για τη συλλογή δεδομένων τηλεπισκόπησης χρησιμοποιούνται συνήθως δέκτες και πομποδέκτες (ραντάρ) , που τοποθετούνται σε αεροσκάφη ή δορυφόρους.Οι συσκευές αυτές καταγράφουν ακτινοβολία σε διάφορα τμήματα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος , δίνοντας πληροφορίες για τις ιδιότητες των αντικειμένων , περιοχών ή φαινομένων που μελετώνται.

### **Εφαρμογές**

Η τηλεπισκόπηση χρησιμοποιείται ευρέως στη χαρτογραφία και χαρτογράφηση , ιδιαίτερα με τα αερομεταφερόμενα φωτογραφικά συστήματα.Δεδομένα τηλεπισκόπησης έχουν αξιοποιηθεί επίσης σε αρχαιολογικές έρευνες και ανθρωπολογικές μελέτες , στο σχεδιασμό για τη χρήση γης και τις καλλιέργειες , σε εδαφολογικές μελέτες και στην περιβαλλοντική διαχείριση . Πολλές είναι φυσικά και οι στρατιωτικές εφαρμογές , ιδιαίτερα με τους σύγχρονους δορυφόρους μεγάλης διακριτικής ικανότητας (<1m.) , τα ραντάρ συνθετικής διαμέτρου αντέννας (SAR) και άλλα τεχνολογικά επιτεύγματα.Τέλος η τηλεπισκόπηση είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στους κλάδους της γεωλογίας και γεωφυσικής , όπου παρέχει πληροφορίες για το ορυκτολογικό περιεχόμενο της επιφάνειας του εδάφους.Μάλιστα είναι

δυνατό , με αερομεταφερόμενα μαγνητόμετρα και άλλες συσκευές , να προκύψουν δεδομένα που μπορούν να καθορίσουν την τρισδιάστατη δομή σε βάθος αρκετών χιλιομέτρων.

Βασικά , όπου υπάρχει ανάγκη για χωρικά δεδομένα , υπάρχει και η προοπτική για την εφαρμογή των μεθόδων τηλεπισκόπησης.

## **Συμβολή στην αναζήτηση κοιτασμάτων**

Η τηλεπισκόπηση δεν αποτελεί την απάντηση σε όλα τα προβλήματα του εκάστοτε ερευνητή . Όπως και οι άλλες σχετικά νέες τεχνικές της γεωφυσικής και της γεωχημείας , η τηλεπισκόπηση είναι σε θέση να παρέχει σημαντική βοήθεια στον ερευνητή , στο ολόένα και δυσκολότερο έργο της αναζήτησης νέων κοιτασμάτων. Σε μερικές περιοχές του πλανήτη , με σημαντικό ανάγλυφο και ξηρό κλίμα (arid) , η τηλεπισκόπηση μπορεί από μόνη της να εντοπίσει ζώνες μεταβολής γύρω από ορισμένους τύπους κοιτασμάτων. Παρόλ' αυτά σπάνια επιτυγχάνεται ο εντοπισμός ενός κοιτάσματος αποκλειστικά και μόνο με μεθόδους τηλεπισκόπησης , καθώς τα περισσότερα κοιτάσματα εμφανίζονται κατά περίπλοκο τρόπο και ελάχιστα περιβάλλοντα σε πραγματικές συνθήκες είναι τόσο απλά , όσο αυτά που χρησιμοποιούνται σε πειραματικό στάδιο.

Οι μέθοδοι της τηλεπισκόπησης θα πρέπει συνεπώς να χρησιμοποιούνται με σύνεση , ανάλογα με το σκοπό της έρευνας και τα γεωλογικά , κλιματικά και τοπογραφικά κριτήρια , αποτελώντας ένα χρήσιμο εργαλείο στη διάθεση του επιστήμονα-γεωλόγου. Σε όλα τα στάδια μιας έρευνας για τον εντοπισμό κοιτασμάτων η τηλεπισκόπηση συνεισφέρει τα μέγιστα , όταν συνδυαστεί με άλλες περισσότερο συμβατικές πηγές δεδομένων , από τοπογραφικούς και γεωλογικούς χάρτες έως γεωφυσικά και γεωχημικά δεδομένα.

Τα κύρια πεδία εφαρμογής της τηλεπισκόπησης , αναφορικά με την αναζήτηση κοιτασμάτων , σχετίζονται με τη διαχείριση/σχεδιασμό της έρευνας , τη χαρτογράφηση των γεωλογικών δομών και της λιθολογίας , και τον εντοπισμό διαφόρων ζωνών μεταβολής.

### *Διαχείριση της έρευνας*

Η χρήση της τηλεπισκόπησης ως διαχειριστικό εργαλείο στον εντοπισμό κοιτασμάτων είναι πλέον ιδιαίτερα διαδεδομένη και οι αιτίες είναι εύκολα αναγνωρίσιμες.

Ένα μεγάλο ποσοστό των ερευνών λαμβάνουν χώρα σε απομονωμένες περιοχές του πλανήτη , συχνά ελλιπώς χαρτογραφημένες και απαιτούνται συνεπώς χάρτες , οι οποίοι θα χρησιμοποιηθούν ως βάση για το σχεδιασμό της αναζήτησης του εκάστοτε κοιτάσματος . Εξάλλου , ακόμη

και όταν υπάρχουν καλοί χάρτες , ο ρυθμός μεταβολής στις απομακρυσμένες αυτές περιοχές τα τελευταία 20 χρόνια υπήρξε τέτοιος , ώστε οι χάρτες αυτοί να θεωρούνται πλέον ανακριβείς. Αν και οι ποταμοί σε γενικές γραμμές διατηρούν την πορεία τους και οι οροσειρές παραμένουν στη θέση τους , οι οικισμοί και οι διάφορες άλλες εγκαταστάσεις (π.χ για τις τηλεπικοινωνίες) μεταβάλλουν σε μεγάλο βαθμό το τοπίο , καθώς αναπτύσσονται διαρκώς. Έτσι ορισμένη περιοχή , που στους χάρτες του 1960 εμφανίζεται ως τροπικό δάσος , μπορεί σήμερα να αποτελεί καλλιεργήσιμη γη και επομένως το διαχειριστικό πρόβλημα της μεταφοράς ανθρώπινου δυναμικού και εξοπλισμού στο τροπικό δάσος να αντικαθίσταται από το εξίσου επίπονο ,σε διαφορετικό όμως επίπεδο , ζήτημα της διαπραγμάτευσης με εκατοντάδες ιδιοκτήτες γης σχετικά με τον τρόπο πρόσβασης στην περιοχή άμεσου ενδιαφέροντος . Έρημες τοποθεσίες δίχως μόνιμους οικισμούς και πηγές επιφανειακού νερού είναι δυνατό να έχουν μετατραπεί σε καλλιεργήσιμη γη , εξαλείφοντας μεν το πρόβλημα του εφοδιασμού με νερό και της πρόσβασης για επί τόπου εργασίες , αλλά ουσιαστικά αυξάνοντας κατά πολύ τη δυσκολία εκτέλεσης του έργου . Επιπλέον οι εκάστοτε αρμόδιες κυβερνητικές υπηρεσίες μπορεί να είναι ανεπαρκώς πληροφορημένες για τις εν λόγω περιοχές ή ακόμη απρόθυμες να παρέχουν στοιχεία . Η ανάγκη επομένως για ακριβή και έγκαιρα δεδομένα που αφορούν στην πρόσβαση και στη χρήση της γης μπορεί συχνά να καλυφθεί με ένα δορυφόρο τηλεπισκόπησης , ο οποίος δε περιορίζεται από τοπικά και εθνικά σύνορα και του οποίου οι εικόνες δίνουν ποσοτικές πληροφορίες παρόμοιες με αυτές των χαρτών .

Ο χρήστης παρόλα αυτά δε θα πρέπει να θεωρήσει πως οι δορυφορικές εικόνες είναι το ίδιο ακριβείς με τους χάρτες. Οι τοπογραφικοί χάρτες συνιστούν το αποτέλεσμα της ερμηνείας και σύνθεσης μιας πληθώρας διαφορετικών παρατηρήσεων , τόσο επίγειων όσο και από αεροφωτογραφίες. Η δορυφορική εικόνα αντίθετα , ακόμη και αν είναι κατάλληλα επεξεργασμένη και γεωμετρικά διορθωμένη ψευδοέγχρωμη εικόνα , συνίσταται από ακατέργαστα δεδομένα και παρατηρήσεις δίχως ερμηνεία και σύνθεση. Εντούτοις μπορεί να απεικονίσει χαρακτηριστικά , τα οποία δεν εμφανίζονται στους χάρτες , είτε διότι δεν είναι εύκολα αντιληπτά από τον επίγειο παρατηρητή (ο οποίος δεν είναι σε θέση να δει σε υπέρυθρα μήκη κύματος) ή επειδή οι περιοχές δεν είναι εύκολα προσβάσιμες .Σε ορισμένες περιπτώσεις ο χάρτης είναι δυνατό να στερείται χαρακτηριστικών καταφανών σε δορυφορικές εικόνες , εξαιτίας της λογοκρισίας του κατασκευαστή .

Η δορυφορική εικόνα είναι πηγή ακατέργαστων δεδομένων σχετικά με την επιφάνεια του εδάφους.Η ερμηνεία και σύνθεση διεξάγεται από τον εκάστοτε χρήστη ή η εικόνα χρησιμοποιείται ως βάση για τη δημιουργία ενός νέου χάρτη. Η προσέγγιση εξαρτάται κάθε φορά από το κόστος και το σκοπό για τον οποίο θα χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα.

Οι περισσότεροι γεωλογικοί χάρτες που κατασκευάστηκαν κατά τα τελευταία τριάντα χρόνια περιελάμβαναν τη φωτοερμηνεία ως βοηθητική μέθοδο , ενώ πολλοί αναγνωριστικοί χάρτες απομακρυσμένων περιοχών κατασκευάστηκαν σχεδόν αποκλειστικά με τη χρήση αεροφωτογραφιών . Η διαδικασία της δημιουργίας ενός χάρτη περιλαμβάνει στις περισσότερες περιπτώσεις την καταγραφή των διασκορπισμένων εμφανίσεων των διαφόρων πετρωμάτων και την μεγάλης υποκειμενικότητας παρεμβολή , μεταξύ των σημείων άμεσης παρατήρησης. Η διαδικασία της παρεμβολής καθοδηγείται συνήθως από την ερμηνεία των αεροφωτογραφιών. Σε πολλές περιοχές του πλανήτη η συλλογή επιφανειακών δεδομένων περιορίζεται από την έλλειψη φυσικών εμφανίσεων και μπορεί να είναι απαραίτητη η τεχνητή αποκάλυψη των σχηματισμών με μεθόδους όπως η εκσκαφή , η διάνοιξη τάφρων ή ακόμη και οι γεωτρήσεις. Ακόμη και σε περιοχές με ικανοποιητικό αριθμό εμφανίσεων , η στενότητα του χρόνου σπάνια επιτρέπει τη λεπτομερή χαρτογράφηση του συνόλου αυτών (εκτός από τις περιπτώσεις αναλυτικών μελετών σε μικρές περιοχές και σε κλίμακα μεγαλύτερη από 1: 10.000) , και συνεπώς η παρεμβολή κατέχει μεγάλο τμήμα οποιασδήποτε γεωλογικής χαρτογράφησης.

Η χαρτογράφηση πετρογραφικών τύπων από αεροφωτογραφίες εξαρτάται κυρίως από τις διαφοροποιήσεις στη βλάστηση , αν και οι μεταβολές στην τραχύτητα του εδάφους μπορεί να είναι επίσης σημαντικές , εφόσον συμβαίνουν σε μεγάλη κλίμακα.

Η σύγχρονη δορυφορική απεικόνιση είναι σε θέση να συνεισφέρει τα μέγιστα στη γεωλογική χαρτογράφηση. Η δορυφορική εικόνα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακριβώς όπως μια συμβατική αεροφωτογραφία , με μονοχρωματική στερεογραφική εκτύπωση για οπτική ερμηνεία με απλά στερεοσκόπια , αλλά επιπλέον έχει τη δυνατότητα να παρέχει πολύ περισσότερες πληροφορίες , εξαιτίας της πολυφασματικής της φύσης και των εφαρμογών της ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας.

### *Ζώνες Μεταβολής*

Σε πολλές περιπτώσεις τα διάφορα κοιτάσματα έχουν εκτεταμένες ζώνες μεταβολής , που σχετίζονται με αυτά και καταλαμβάνουν όγκους μέχρι δύο έως τρεις φορές μεγαλύτερους από το πραγματικό κοίτασμα. Εφόσον λοιπόν οι ζώνες μεταβολής αποτελούν πολύ μεγαλύτερους στόχους από τα κοιτάσματα που προσδιορίζουν , χρησιμοποιούνται συχνά ως οδηγοί για τον εντοπισμό του συσχετιζόμενου κοιτάσματος.

Υπάρχουν πολλών ειδών ζώνες μεταβολής. Ορισμένες είναι καθαρά γεωχημικές , χωρίς καμία διαφοροποίηση στη βασική χημεία και

ορυκτολογία των επηρεαζόμενων πετρωμάτων. Αυτές μπορεί να αποτελέσουν εξαιρετικούς στόχους για γεωχημικές μεθόδους, αλλά σπάνια είναι ανιχνεύσιμες από την τηλεπισκόπηση, εκτός και αν ορισμένα ιχνοστοιχεία εμπλουτισμένα στις ζώνες μεταβολής είναι ιδιαίτερα τοξικά για τα φυτά.

Άλλες ζώνες μεταβολής χαρακτηρίζονται από μικρές ογκομετρικές ορυκτολογικές διαφοροποιήσεις, (για παράδειγμα η μετατροπή του γκαϊτίτη σε μαγνητίτη), που επιδρούν στη γεωφυσική απόκριση της ζώνης, όμως ούτε αυτές ανιχνεύονται με την τηλεπισκόπηση.

Ένας τρίτος τύπος είναι οι ζώνες που παρουσιάζουν μεγάλες ορυκτολογικές αλλαγές, για παράδειγμα η σερικιτίωση των αστρίων και η εισαγωγή σιδήρου με τη μορφή οξειδίων και σουλφιδίων. Αυτές οι ορυκτολογικές μεταβολές γίνονται περισσότερο εμφανείς στις ζώνες αποσάθρωσης, αφού οι νέες μορφές των πετρωμάτων καθίστανται συχνά περισσότερο επιδεκτικές στη χημική αποσάθρωση, σε σχέση με τα αρχικά μη αλλοιωμένα πετρώματα. Αυτές είναι οι ζώνες μεταβολής, οι οποίες σε arid και semi-arid περιβάλλοντα μπορούν να εντοπιστούν με τη χρήση της δορυφορικής τηλεπισκόπησης.

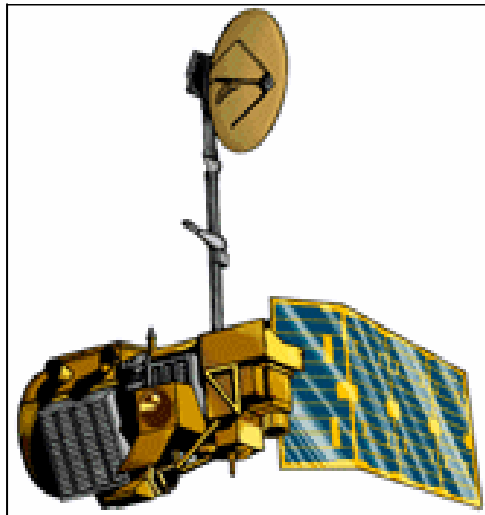
### Γενικά χαρακτηριστικά

Οι δορυφόροι Landsat 4 και 5 αποτελούν δεύτερης γενιάς ( μετά τους Landsat 1 - 3 ) μη επανδρωμένους ερευνητικούς δορυφόρους της γης , οι οποίοι εκτοξεύθηκαν στις 16/7/82 και 1/3/84 αντίστοιχα . Περιφέρονται σε κυκλική , σχεδόν πολική τροχιά ύψους 705 km , που τέμνει τον Ισημερινό με γωνία  $98^\circ$  . Ο χρόνος περιστροφής τους γύρω από τη γη είναι περίπου 99 λεπτά , εκτελούν δηλαδή 14 περιστροφές ανά ημέρα , καλύπτοντας ολόκληρη την επιφάνεια της γης σε 16 ημέρες ( αντί 18 των Landsat 1 - 3 ). Ο χρόνος διέλευσης των δορυφόρων από τον Ισημερινό είναι 9.39' π.μ . Σε κάθε τροχιά του δορυφόρου σαρώνεται μια ζώνη πλάτους 185 km. Δύο διαδοχικές ζώνες σάρωσης στον Ισημερινό απέχουν 171,5 km , δηλαδή παρουσιάζουν επικάλυψη 7,3 % , η οποία αυξάνει προς τους πόλους. Έτσι η επικάλυψη στον  $20^\circ$  παράλληλο γίνεται 12,9 % , στον  $40^\circ$  παράλληλο 29 % και στον  $80^\circ$  παράλληλο 83,9 %.

*Landsat 4 και 5 ( από [www.satgeo.de](http://www.satgeo.de) )*

Οι δορυφόροι Landsat 4 και 5 έχουν διαφορά πτήσεως  $180^\circ$  , πράγμα που σημαίνει ότι κάθε σημείο της γης σαρώνεται κάθε 8 ημέρες με έναν από τους δύο δορυφόρους.

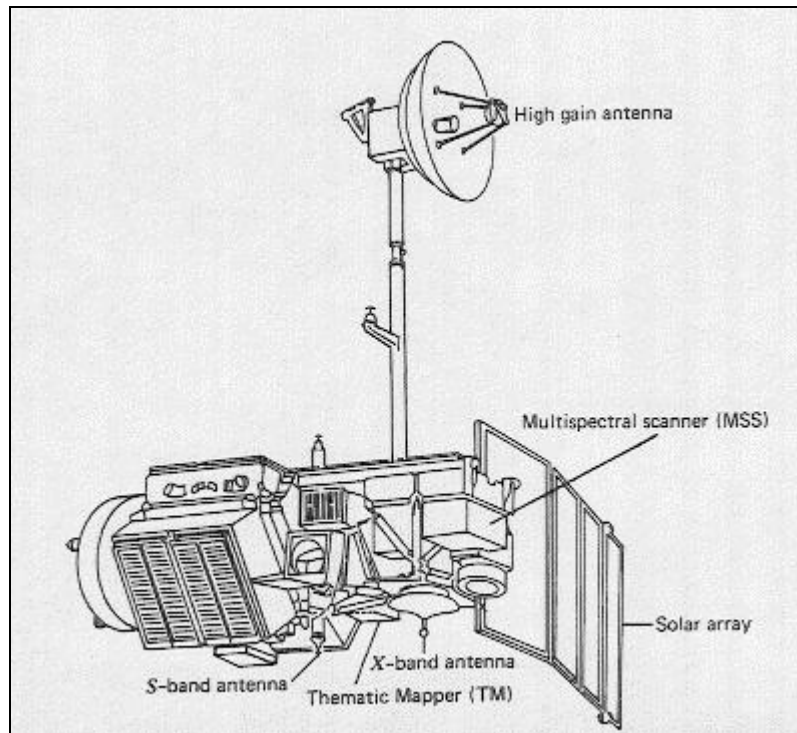
Οι εν λόγω δορυφόροι φέρουν τα ακόλουθα συστήματα καταγραφής (σχήμα 4): έναν πολυφασματικό σαρωτή (MSS : Multi Spectral Scanner) , όπως και οι Landsat 1 – 3 και επιπλέον ένα σαρωτή προχωρημένης τεχνολογίας τον



«Θεματικό Χαρτογράφο» ( TM : Thematic Mapper) , ο οποίος προσφέρει καλύτερη διακριτική ικανότητα και μεγαλύτερο εύρος φάσματος . Συγκεκριμένα , οι 64 στάθμες πυκνότητας ( λαμπρότητας ) στις εικόνες Landsat 1 – 3 έχουν μετατραπεί στους Landsat 4 και 5 σε 256 και τα 80 m διακριτικής ικανότητας σε 30 m .

Με τον TM καταγράφονται ραδιομετρικά δεδομένα από τη γη σε επτά φασματικές ζώνες , με διακριτική ικανότητα 30m x 30m στις έξι ζώνες του ορατού φάσματος και 120m x 120m στη θερμική υπέρυθρη φασματική ζώνη ( ζώνη 6 ). Το παραπάνω σημαίνει ότι , για το ορατό τμήμα του φάσματος , κάθε pixel αντιπροσωπεύει μια έκταση 30m x 30m στην επιφάνεια της γης , ενώ στο θερμικό υπέρυθρο η επιφάνεια αυτή ανέρχεται στα 120m x 120m . Για κάθε pixel συλλέγονται δεδομένα για καθεμιά από τις 7 φασματικές ζώνες ( TM1-TM7 ) . Οι τιμές για κάθε pixel κάθε φασματικής ζώνης αποθηκεύονται χρησιμοποιώντας 8 bit , επιτρέποντας έτσι τις τιμές των δεδομένων να κυμαίνονται μεταξύ 0

και 255. Συνεπώς κάθε φασματική ζώνη είναι μια ασπρόμαυρη εικόνα , η οποία αποτελείται από 256 διαβαθμίσεις του τεφρού χρώματος : η τιμή 0 αντιστοιχεί σε μηδενική ανάκλαση ενώ η τιμή 255 αντικατοπτρίζει τη μέγιστη ανάκλαση.



Σχήμα 4 - Οι δορυφόροι Landsat 2<sup>ης</sup> γενιάς με τα χαρακτηριστικά τους  
(από <http://geomatics.eng.ohio-state.edu>)

Οι επτά φασματικές ζώνες του Thematic Mapper καθώς και οι εφαρμογές της κάθε ζώνης σε επίγεια αντικείμενα ή φαινόμενα είναι οι ακόλουθες :

Φασματική ζώνη 1: ( Band 1 , 0.45 – 0.52  $\mu\text{m}$  , μπλε – πράσινη ). Κατάλληλη να διεισδύει μέσα στις υδάτινες μάζες και να δίδει πληροφορίες για τη θολοτητά τους και άλλες παραμέτρους. Επίσης είναι κατάλληλη για τη χαρτογράφηση παράκτιων περιοχών , τη διάκριση της βλάστησης από το έδαφος και το διαχωρισμό μεταξύ κωνοφόρων και φυλλοβόλων δένδρων.

Φασματική ζώνη 2: ( Band 2 , 0.52 – 0.60  $\mu\text{m}$  , πράσινη ). Κατάλληλη για τη μέτρηση της ορατής πράσινης ακτινοβολίας που καθορίζει την υγιή βλάστηση.

Φασματική ζώνη 3: ( Band 3 , 0.63 – 0.69  $\mu\text{m}$  , ερυθρή ). Κατάλληλη για τη διάκριση μεταξύ διαφόρων ειδών βλάστησης λόγω διαφορετικής απορρόφησής της από τη χλωροφύλλη των φυτών.



Φασματική ζώνη 4: ( Band 4 , 0.76 – 0.90  $\mu\text{m}$  , ηλιακή υπέρυθρη ). Κατάλληλη για τον υπολογισμό της βιομάζας και την οριοθέτηση των υδάτινων μαζών.

Φασματική ζώνη 5: ( Band 5 , 1.55 – 1.75  $\mu\text{m}$  , ηλιακή υπέρυθρη ). Κατάλληλη για τον υπολογισμό της υγρασίας στα φυτά και το έδαφος , καθώς και το διαχωρισμό της νεφοκάλυψης από τα χιόνια.

Φασματική ζώνη 6: ( Band 6 , 10.40 – 12.50  $\mu\text{m}$  , θερμική υπέρυθρη ). Κατάλληλη για τη συλλογή θερμικών στοιχείων (θερμική χαρτογράφηση) στους γεωλογικούς σχηματισμούς , τη χαρτογράφηση περιοχών με διαφορετική υγρασία εδάφους και τη συλλογή πληροφοριών για τις υποβαθμισμένες φυτοκοινωνίες. Η ζώνη αυτή , αν και παρουσιάζει διακριτική ικανότητα 120m , συμπληρώνει τις πληροφορίες που λαμβάνονται από τις άλλες φασματικές ζώνες.

Φασματική ζώνη 7: ( Band 7 , 2.08 – 2.35  $\mu\text{m}$  , ηλιακή υπέρυθρη ). Κατάλληλη για τη διάκριση των διαφόρων τύπων πετρωμάτων και για υδροθερμική χαρτογράφηση.

Όπως φαίνεται από τις παραπάνω περιγραφές ο σαρωτής TM προσφέρει αρκετές πληροφορίες στις γεωεπιστήμες. Οι εικόνες TM του Landsat 5 (ο Landsat 4 μετά από μικρό χρονικό διάστημα έπαυσε να μεταδίδει δεδομένα TM λόγω βλάβης) , ασπρόμαυρες και ψευδοέγχρωμες , προσφέρονται και σε κλίμακα 1:125.000 , με δυνατότητα , κατόπιν παραγγελίας , να γίνουν 1:100.000 ώστε να ταυτιστούν με τους ίδιας κλίμακας χάρτες της Γ.Υ.Σ (Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού).

### **Διαφορές εικόνων Landsat / αεροφωτογραφιών**

Οι εικόνες Landsat υπερτερούν έναντι των συμβατικών αεροφωτογραφιών στα εξής (Αστάρας , 1998):

- Παρέχουν συνοπτική κάλυψη περιοχών της επιφάνειας της γης , έκτασης 185km x 185km.
- Η ίδια περιοχή σαρώνεται ανά 8 ημέρες ( συνδυασμός δορυφόρων Landsat 4 και 5 ).
- Οι εικόνες είναι σχεδόν ορθογραφικές προβολές.
- Έχουν πολυφασματική ικανότητα ( 7 φασματικές ζώνες για τους Landsat 4 και 5 ).

Με τη χρήση των εικόνων Landsat αποφεύγεται η ανάγκη χρήσης πολλών αεροφωτογραφιών και μειώνεται το κόστος για την κατασκευή μεγάλης κλίμακας ορθο-φωτομωσαϊκών.

Η σχεδόν ορθογραφική προβολή της γης δίνει μεγάλης ακρίβειας εικόνες , που χρησιμοποιούνται για χαρτογραφήσεις κλίμακας μέχρι 1:100.000.

Η επαναλαμβανόμενη καταγραφή ενός συγκεκριμένου τμήματος της γης παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει τις κατάλληλες για την έρευνά του εικόνες , δηλαδή εκείνες που έχουν λίγα σύννεφα και που έχουν ληφθεί με το επιθυμητό ηλιακό αζιμούθιο και ύψος ηλίου.

Τέλος μια εικόνα Landsat έχει το πλεονέκτημα να είναι πολυφασματική. Αυτό συνεπάγεται ότι οι εικόνες διάφορων φασματικών ζωνών μπορούν να συνδιαστούν για τον εντοπισμό συγκεκριμένων χαρακτηριστικών του αναγλύφου.

Το μόνο μειονέκτημα των εικόνων Landsat συνίσταται στην απουσία στερεοσκοπικής κάλυψης. Αυτή υπάρχει μόνο στα περιθώρια των εικόνων , λόγω πλευρικών επικαλύψεων μεταξύ των διαδοχικών εικόνων και αυξάνεται με το γεωγραφικό πλάτος.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3 : ΜΑΓΝΗΣΙΤΗΣ (ΛΕΥΚΟΛΙΘΟΣ)

Το μαγνήσιο (Mg) ως στοιχείο κατατάσσεται όγδοο κατά σειρά αφθονίας στο φλοιό της γης , με μέση περιεκτικότητα 2,9% κατά βάρος στο σύνολο των πυριγενών πετρωμάτων . Ο μαγνησίτης (MgCO<sub>3</sub>) είναι το σπουδαιότερο , από οικονομική άποψη , ορυκτό του μαγνησίου . Ο κρυπτοκρυσταλλικός μαγνησίτης με μέγεθος κόκκων 0,004 – 0,01 χ.λ.σ. παλαιότερα θεωρούνταν ότι ήταν άμορφος . Είναι συμπαγής , χωρίς σχισμό ενώ μερικές φορές περιγράφεται και ως «οστεώδης μαγνησίτης» (bone magnesite) . Έχει κογχοειδή θραυσμό , μοιάζει με την πορσελάνη και σχηματίζει στηλόμορφες , νεφροειδείς και βοτρυοειδείς μάζες . Το χρώμα του είναι κανονικά λευκό , εκεί οφείλεται άλλωστε και η ονομασία «λευκόλιθος» , μπορεί όμως να έχει κιτρινωπή , πορτοκαλί ή καστανωπή χροιά . Η σκληρότητά του είναι 3,5 – 5,0 και το ειδικό του βάρος 2,9 – 3,0 γρ./κυβ.εκ. Ο λευκόλιθος παρουσιάζεται με τη μορφή φλεβών ή φακοειδών στρωμάτων , μέσα σε σερπεντινωμένες ζώνες υπερβασικών πετρωμάτων. **Επειδή είναι ανθεκτικός στην αποσάθρωση δημιουργεί εξάρματα στην επιφάνεια του μητρικού πετρώματος , διευκολύνοντας με αυτόν τον τρόπο την αναζήτηση και τον εντοπισμό του .**



Μαγνησίτης (από <http://www.ezgo.com.tw>)

### **Ελληνικά κοιτάσματα μαγνησίτη**

Ο μαγνησίτης κατέχει προνομιακή θέση μεταξύ των πρώτων υλών του ορυκτού πλούτου της χώρας μας. Ο ελληνικός μαγνησίτης καθώς και τα προϊόντα του , καυστική , δίπυρος μαγνησία και πυρίμαχα τούβλα , είναι εξαιρετικής ποιότητας και περιζήτητα στη διεθνή αγορά. Από το 1875 άρχισαν οι εξαγωγές μαγνησίτη από τη χώρα μας η οποία κατέχει σήμερα σπουδαία θέση μεταξύ των χωρών παραγωγής.

Υπάρχουν κοιτάσματα κρυπτοκρυσταλλικού μαγνησίτη διαφορετικού τρόπου γενέσεως καθώς και ιζηματογενούς. **Τα σπουδαιότερα κοιτάσματα που βρίσκονται σε εκμετάλλευση είναι αυτά της Χαλκιδικής και της Β. Εύβοιας.**

## Περιοχή Χαλκιδικής

### *Βάβδος*

Κοντά στο χωριό Βάβδος βρίσκεται ένα από τα μεγαλύτερα λατομεία εξορύξεως μαγνησίτη της Ελλάδας. Ο μαγνησίτης σχηματίζει φλεβικού τύπου σώματα πάχους 0,5 - 1,5μ. και φλεβίδια stockwork 0,04-0,40μ. μέσα σε σερπεντινωμένο περιδοτίτη.

### *Γερακινή*

Ο μαγνησίτης βρίσκεται με τη μορφή stockwork και φλεβών πάχους 0,10-1,5μ.

### *Ορμύλια*

Δυτικά του χωριού Ορμύλια και μέσα σε σερπεντινωμένο περιδοτίτη συναντάται μαγνησίτης με τη μορφή stockwork και φλεβών , πάχους από μερικά εκατοστά μέχρι 50εκ. Υπήρξε αντικείμενο εκμεταλλεύσεως για πολλά χρόνια.

### *Περιοχή Πολυγύρου*

Κοντά στις θέσεις Ακονορράχη, Καλονέρι και Καστρί και σε απόσταση 12χ.λ.μ. νότια του Πολυγύρου συναντάται μαγνησίτης με τη μορφή stockwork και φλεβών μέσα σε σερπεντινωμένο περιδοτίτη. Το πάχος των φλεβιδίων κυμαίνεται από 0,03-0,5μ. και τα αποθέματα είναι σημαντικά.

Άλλες περιοχές της Χαλκιδικής αλλά και του όμορου νομού της Θεσσαλονίκης που έτυχαν εκμεταλλεύσεως για το μαγνησίτη που φιλοξενούν είναι : Γομάτι, Γαλάτιστα (Αγ.Παρασκευή , Μέγας Αλέξανδρος) , Βασιλικά (Μαγγανάδες) , Γαλαρινός, Τριάδι.

Εκτός από την περιοχή της Χαλκιδικής , μαγνησίτης απαντά και στις εξής τοποθεσίες στον Ελληνικό Χώρο :

- Βόρεια Εύβοια : Μαντούδι, Λίμνη, Τρούπι, Παπάδες, Βασιλικά, Κάκαβος, Πεισώνας, Αφράτι, Γερακάρι, Γαλατάκι, Γερόρεμμα, Παρασκευόρεμμα, Πλακαριά, Δαφνοπόταμος κ.ά.
- Μυτιλήνη: Βασιλικά, Βουβάρι, Ραχίδα

- Σέρρες: Θερμά Νιγρίτας
- Σέρβια-Αιανή Κοζάνης (ιζηματογενής)
- Ερμιονίδα, Κοζάνη, Γρεβενά, Μεγαπλάτανος Αταλάντης

## Γεωλογική θέση

Τα κοιτάσματα μαγνησίτη της Ελλάδας συνδέονται αποκλειστικά με τα οφειολιθικά πετρώματα. Έχουν αναπτυχθεί μέσα σε σερπεντινίτες, συχνά σχιστοφυείς, σε διακεκριμένες μεταλλοφόρες ζώνες, με πλάτος και μήκος πολλών χιλιομέτρων (φωτ/φία 6). Ο ρόλος της τεκτονικής υπήρξε αναμφίβολα σημαντικός παράγοντας στη γένεση και τον εντοπισμό του μαγνησίτη. Έτσι η διάταξη των κοιτασμάτων ακολουθεί ορισμένες σαφείς γεωτεκτονικές γραμμές ή ζώνες, που υπαγορεύονται από τη γενικότερη αλλά και την τοπική τεκτονική κάθε περιοχής.



Φωτ/φία 6- Φλέβα μαγνησίτη μέσα σε σερπεντινίτες , Λέσβος (από Μάρκου-Hecht , 2001)

Στη Βόρεια Εύβοια τα κοιτάσματα είναι τοποθετημένα σε τεκτονικές γραμμές μήκους αρκετών χιλιομέτρων και διεύθυνσεως ΒΔ-ΝΑ ή και Β-Ν.

Στη Χαλκιδική η οφειολιθική σειρά μήκους 70 χ.λ.μ. ακολουθεί διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ. Στα Βασιλικά της Ν. Λέσβου η οφειολιθική ζώνη με μαγνησίτη , μήκους 10 χ.λ.μ. και πλάτους 4 χ.λ.μ. έχει διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ (φωτ/φία 7).



**Φωτ/φία 7-Φλέβες μαγνησίτη μέσα σε σερπεντινωμένο περιδοίτη , στα Βασιλικά Λέσβου  
(φωτ/φία ιδίου)**

Υπάρχουν και τα ιζηματογενούς προελεύσεως δευτερογενή κοιτάσματα μαγνησίτη που φιλοξενούνται σε αργιλομαργαϊκά στρώματα στην περιοχή Αιανής Κοζάνης, καθώς και στη Βαρβάρα και Καρκάρα Χαλκιδικής.

### **Μορφή των κοιτασμάτων**

Τα Ελληνικά κοιτάσματα κρυπτοκρυσταλλικού μαγνησίτη έχουν διακριθεί σε τρεις τύπους:

1. *Φλεβικός τύπος* , που μπορεί να έχει πλάτος από 50εκ. μέχρι 4μ. ή και περισσότερο και με ποικίλο μήκος.
2. *Τύπος stockwork* , που αποτελείται από πυκνό δίκτυο αλληλοτεμνόμενων φλεβιδίων , με πάχος από μερικά μέχρι αρκετά εκατοστά (2-50εκ.).
3. *Συμπαγής τύπος* , που σχηματίζει ακανόνιστους σωρούς ή φακοειδή σώματα με όγκο από μερικά έως και αρκετά κυβικά μέτρα.Αυτός ο τύπος μπορεί να αποτελεί μια τοπική ανωμαλία των δύο προηγούμενων τύπων.

Σπάνια συναντάται σε μια μαγνησιτοφόρο περιοχή ο ένας μόνο τύπος. Συνήθως οι παραπάνω μορφές συνυπάρχουν σε μια περιοχή.Οι φλέβες και τα φλεβίδια συνδέονται με τα τεκτονικά γεγονότα της περιοχής τα οποία προκάλεσαν τα ρήγματα και τον κατακερματισμό του πετρώματος που φιλοξενεί το μαγνησίτη. Μ' αυτόν τον τρόπο δημιουργήθηκαν οι

δρόμοι για την κυκλοφορία των διαλυμάτων αλλά και ο απαιτούμενος χώρος για την απόθεση του μαγνησίτη.

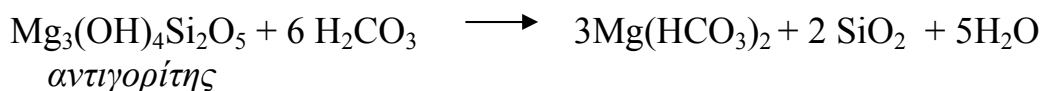
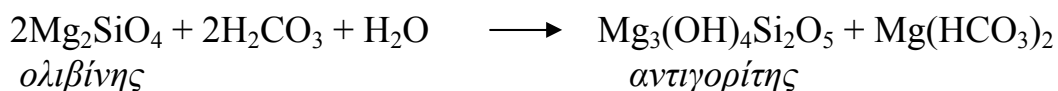
Τα υδροθερμικά κοιτάσματα φλεβικού τύπου , γνωστά και ως κοιτάσματα «οστεώδους μαγνησίτη» , περιέχουν κρυπτοκρυσταλλικό ή λιγότερο συχνά μικροκρυσταλλικό μαγνησίτη καθαρού λευκού χρώματος , που μοιάζει με αφυαλωμένη πορσελάνη. Τοπικά , λόγω προσμίξεων , μπορεί να έχει αποχρώσεις τεφρού , ρόδινου , πρασινωπού , κιτρινωπού ή γαλακτώδους χρώματος.

Τα πιο συνηθισμένα ορυκτά που βρίσκονται ως προσμίξεις σε αυτά τα κοιτάσματα είναι : σερπεντίνης , οπάλλιος , χαλκηδόνιος , τάλκης και σπανιότερα ασβεστίτης ή δολομίτης.

Ο μαγνησίτης είναι πολύ συμπαγής , μεγάλης πυκνότητας και με κογχοειδή θραυσμό.

Είναι αναμφισβήτητο το γεγονός , ότι αυτός ο τύπος κοιτασμάτων συναντάται μέσα σε υπερβασικές μάζες , κυρίως περιδοτίτες και σερπεντινίτες . Το μαγνήσιο ελευθερώνεται από τα υπερβασικά πετρώματα με τη δράση υδροθερμικών διαλυμάτων πλούσιων σε CO<sub>2</sub> , τα οποία κατά την άνοδό τους μέσα από τις ζώνες ρηγμάτων και κατατμήσεων προσβάλλουν τα ορυκτά συστατικά των υπερβασικών πετρωμάτων (ολιβίνης , πυρόξενοι , σερπεντίνης) , ξεπλένουν το μαγνήσιό τους και το μεταφέρουν σε όξινη δισανθρακική μορφή [Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]. Με τη μεταφορά του σε κάποια απόσταση το Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> διασπάται , αφού το CO<sub>2</sub> που ενισχύει τη διάλυση διαφεύγει από ανοικτά ρήγματα ή αλλάζει ο χημισμός των διαλυμάτων με την ανάμειξη με κατερχόμενα διαλύματα.

Οι διεργασίες αυτές μπορούν να περιγραφούν απλά με τις παρακάτω αντιδράσεις :



Το μαγνήσιο συνεπώς που ξεπλένεται από βαθύτερα σημεία με τις διαδικασίες αυτές θα αποτεθεί ως μαγνησίτης σε μικρότερα βάθη. Ευνοϊκές συνθήκες για την απόθεση μαγνησίτη είναι χαμηλή θερμοκρασία και πίεση. Ανήκει έτσι στα μεσοθερμικής - επιθερμικής γενέσεως κοιτάσματα , τα οποία δεν εκτείνονται σε βάθη μεγαλύτερα των 200μ.

Από άποψη φυσικοχημικών συνθηκών βρέθηκε ότι για την αποβολή των ορυκτών απαιτούνται αλκαλικές συνθήκες (pH=7,5-9,5) και αναγωγικό περιβάλλον (Eh = -70 έως - 120 mV).

Η διάσπαση του ολιβίνη ή του σερπεντίνη και ο σχηματισμός του μαγνησίτη συνοδεύεται από ελευθέρωση άμορφου SiO<sub>2</sub> που δίνει οπάλιο και στη συνέχεια χαλκηδόνη ή και χαλαζία. Συχνά επίσης ο σχηματισμός του μαγνησίτη συνοδεύεται και από σχηματισμό τάλκη κατά την παραπάνω διαδικασία.

Είναι λοιπόν χαρακτηριστικό ότι οι συγκεντρώσεις μεγάλων κοιτασμάτων, κυρίως φλεβικού τύπου, συμπίπτουν πάντοτε με τεκτονικές γραμμές, που πολλές φορές παρακολουθούνται σε μήκη πολλών εκατοντάδων μέτρων, όπως π.χ. στο Μωραΐτη-Κάκαβο-Τρούπι (Εύβοια) στη Ραχίδα (Μυτιλήνη) στην Ερμιονίδα κ.ά.

Αξίζει επίσης να αναφέρουμε έναν ιδιαίτερο τύπο κοιτάσματος που αποτελείται από αποστρογγυλεμένους φωλεοειδείς σχηματισμούς μαγνησίτη, ο οποίος βρίσκεται στις περιοχές Παρασκευορέματος - Κουφάλας, Στρογγυλής και Ράχης Ευβοίας.



### **Idrisi32**

Το IDRISI αποτελείται από ένα κύριο πρόγραμμα διαχείρισης και μία συλλογή περισσότερων από 150 υποπρογραμμάτων , τα οποία παρέχουν υπηρεσίες για την εισαγωγή , απόδοση και ανάλυση γεωγραφικών δεδομένων. Τα γεωγραφικά αυτά δεδομένα εκφράζονται με τη μορφή διαφορετικών επιπέδων χαρτών , που το καθένα εκφράζει μια συγκεκριμένη θεματική πληροφορία , όπως για παράδειγμα το υψόμετρο , το οδικό δίκτυο ή τον τύπο των εδαφών. Ωστόσο διάφορα επίπεδα πληροφορίας μπορούν να συγχωνευτούν , ώστε να προκύψει ένας σύνθετος χάρτης.

Τα γεωγραφικά δεδομένα καταχωρούνται στο IDRISI με τις εξής δύο μορφές : 1) μορφή κανάβου (raster) και 2) μορφή διανύσματος (vector).

Στη μορφή κανάβου ο χώρος υποδιαιρείται σε όμοια τετράγωνα (μονάδες κανάβου) , καθένα από τα οποία έχει ορισμένη αριθμητική τιμή , που εκφράζει τη φύση της επιφάνειας στη συγκεκριμένη περιοχή. Η θέση κάθε σημείου ορίζεται από τη γραμμή και τη στήλη του κανάβου στον οποίο ανήκει , ενώ το μέγεθος των τετραγώνων καθορίζει τη χωρική διακριτική ικανότητα εμφάνισης των δεδομένων. Τα συστήματα κανάβου θεωρούνται ιδανικά για την περιγραφή συνεχών χωρικών δεδομένων όπως το υψόμετρο , τα επίπεδα βιομάζας , καθώς και τα δεδομένα θερμοκρασίας και βροχόπτωσης.

Αντίθετα η μορφή διανύσματος είναι χρήσιμη για την απόδοση διακριτών χαρακτηριστικών του αναγλύφου , όπως το οδικό δίκτυο και τα όρια μεταξύ των ιδιοκτησιών. Στην περίπτωση αυτή τα δεδομένα αποθηκεύονται ως σύνολα σημείων (το καθένα από τα οποία χαρακτηρίζεται από ένα ζεύγος συντεταγμένων) που περιγράφουν είτε την ακριβή θέση των χαρακτηριστικών (αν πρόκειται για σημεία) ή το όριο τους με μια σειρά σημείων , σχηματίζοντας έτσι συνεχείς γραμμές.

Αν και το IDRISI είναι συμβατό και με τις δύο μορφές δεδομένων εντούτοις η ανάλυση προσανατολίζεται κυρίως στη χρήση της μορφής κανάβου. Παρόλα αυτά το παρόν λογισμικό προσφέρει εύχρηστες και γρήγορες τεχνικές μετατροπής από τη μορφή διανύσματος στη μορφή κανάβου , ώστε να γίνεται ανάλυση των δεδομένων της μορφής διανύσματος με ευκολία.

Το Idrisi32 χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία για τη μαθηματική επεξεργασία των εικόνων TM/Landatsat 5 (με τη μορφή κανάβου) , τη σύνθεση ψευδοέγχρωμων εικόνων και την εξαγωγή συμπερασμάτων για το περιβάλλον της περιοχής μελέτης.

## Adobe Photoshop 5.5

Το λογισμικό Adobe Photoshop αποτελεί ένα παγκοσμίως αναγνωρισμένο εργαλείο , το οποίο χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς (Καλές Τέχνες , γραφικά για το διαδίκτυο , προεκτυπώσεις) για την δημιουργία και επεξεργασία ψηφιακής εικόνας. Αναφέρεται επίσης και ως πρόγραμμα G.I.S (Γ.Σ.Π - Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών). Οι δυνατότητες που παρέχει στο χρήστη , αναφορικά με την επεξεργασία εικόνας , είναι πολυάριθμες και αξιοποιούνται ανάλογα με το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής το εν λόγω πρόγραμμα χρησιμοποιήθηκε στη δημιουργία διαφορετικών επιπέδων πληροφοριών (layers) και τη «συγχώνευση» αυτών (merging) , ώστε να ενσωματωθούν στο τελικό κείμενο , καθώς και στη ψηφιακή επεξεργασία όλων των φωτογραφιών που χρησιμοποιήθηκαν.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**



- ΑΣΤΑΡΑΣ, Θ. (1998). ΦΩΤΟΕΡΜΗΝΕΙΑ (ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ) ΣΤΙΣ ΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ , Α.Π.Θ , ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΑΤΩΝ , ΘΕΣ/ΝΙΚΗ , 1998 , 199 ΣΕΛ.
- DRURY, S.A. (1987). IMAGE INTERPRETATION IN GEOLOGY , ALLEN & UNWIN , LONDON , 1987, 243 P.
- LEGG, C. (1995) . REMOTE SENSING AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS : GEOLOGICAL MAPPING , MINERAL EXPLORATION AND MINING , PRAXIS PUBLISHING LTD , WEST SUSSEX , ENGLAND , 1995 , 166 P.
- ΜΑΚΡΟΓΙΑΝΝΗΣ, Τ. & ΦΛΟΚΑΣ, Α. (1997).ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΑΓΙΟΥ ΟΡΟΥΣ , ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΩΝ ΕΚΔΗΛΩΣΕΩΝ «ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ , ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΠΡΩΤΕΥΟΥΣΑ 1997» , 1997.
- ΜΑΡΚΟΥ- ΗΕΧΤ, Π. (2001). ΤΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΛΕΣΒΟΥ , PRESS LINE , ΑΘΗΝΑ , 2001 , 127 ΣΕΛ.
- ΜΙΧΑΗΛΙΔΗΣ, ΚΛ. Μ. , ΒΑΒΕΛΙΔΗΣ, Μ. Κ. , ΦΙΛΙΠΠΙΔΗΣ, Α. Α.(2001).ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΚΑΙ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ , Α.Π.Θ , ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΑΤΩΝ , ΘΕΣ/ΝΙΚΗ , 2001 , ΣΕΛ.69-100.
- ΜΙΧΑΗΛΙΔΗΣ, ΚΛ. Μ. , ΒΑΒΕΛΙΔΗΣ, Μ. Κ. , ΦΙΛΙΠΠΙΔΗΣ, Α. Α.(1991). ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ Ι , Α.Π.Θ , ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΑΤΩΝ , ΘΕΣ/ΝΙΚΗ , 1991 , 197 ΣΕΛ.
- ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, Δ. Μ. (1985). ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ , UNIVERSITY STUDIO PRESS , ΘΕΣ/ΝΙΚΗ , 1985 , 207 ΣΕΛ.
- ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΑΜΥΝΗΣ , ΓΕΝΙΚΟ ΕΠΙΤΕΛΕΙΟΝ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑΣ , ΕΘΝΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ , ΔΙΕΥΘΥΝΣΙΣ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ (1978).ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΠΕΡΙΟΔΟΣ 1930-1975) , ΑΘΗΝΑ , 1978 , ΣΕΛ.62.

- ΦΟΥΡΝΙΑΔΗΣ, Ι. , ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ, Δ. & ΑΣΤΑΡΑΣ, Θ. (2002).ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΕΠΙΔΕΚΤΙΚΩΝ ΣΕ ΔΙΑΒΡΩΣΗ , ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS) ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ. ΕΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΑΝΘΕΜΟΥΝΤΑ , ΠΡΑΚΤΙΚΑ 6<sup>ου</sup> ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΥ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ , ΘΕΣ/ΝΙΚΗ 3-6 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2002 , ΤΟΜΟΣ ΙΙ , ΣΕΛ. 273-280.



1. <http://www.satgeo.de/satgeo/Icons/Landsat.jpg> (Εξώφυλλο)
2. <http://www.satgeo.de/satgeo/methoden>
3. [http://www.satgeo.de/satgeo/beispiele/DFD/LS\\_long.htm](http://www.satgeo.de/satgeo/beispiele/DFD/LS_long.htm)
4. <http://geomatics.eng.ohio-state.edu>
5. <http://www.ezgo.com.tw/lee1836/225.htm>
6. <http://rst.gsfc.nasa.gov/Front/tofc.html>

