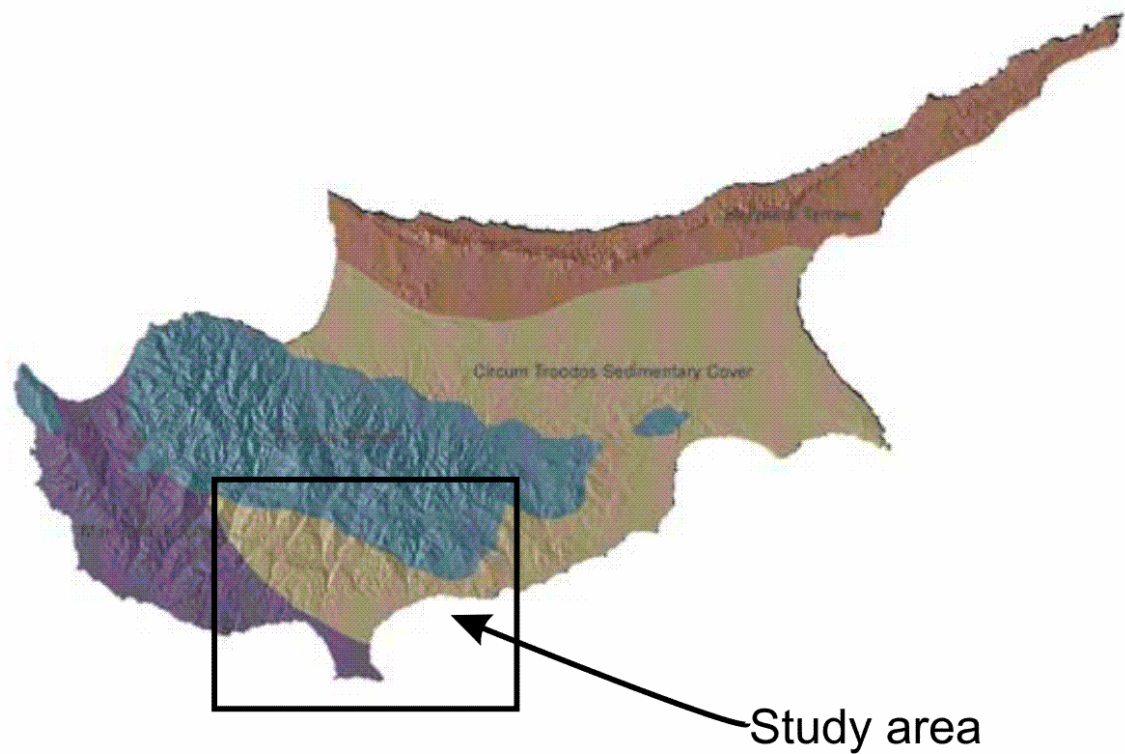




Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



***ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΛΕΜΕΣΟΥ-ΚΥΠΡΟΣ***



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΙΧΑΗΛ ΕΥΑΝΘΙΑ
ΣΤΑΥΡΟΥ ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΣ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2011



Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΛΕΜΕΣΟΥ-ΚΥΠΡΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΙΧΑΗΛ ΕΥΑΝΘΙΑ
ΣΤΑΥΡΟΥ ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΣ

Επιβλέπουσα : *Δρ. Κόκκινου Ελένη*
Επίκουρος Καθηγήτρια

Επιτροπή Αξιολόγησης : *Δρ. Κόκκινου Ελένη*
: *Δρ. Σουπιός Παντελής*
: *Δρ. Σάλτας Βασίλης*

Ημερομηνία Παρουσίασης :

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας :

Ευχαριστίες

Καταρχάς θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την καθηγήτρια μας, κυρία Ελένη Κόκκινου, για όλη την βοήθεια που μας προσέφερε στο διάστημα της επιμέλειας της πτυχιακής μας εργασίας . Με τη βοήθεια της διαλέξαμε το θέμα, το οποίο είχε αρκετές απαιτήσεις αλλά με δουλειά και μελέτη το φέραμε εις πέρας. Επιπλέον κατά τη διάρκεια που πραγματοποιούσαμε την εργασία η συμβολή της ήταν καταλυτική. Χωρίς όμως την υπομονή, την κατανόηση, την διάθεσή της να μοιράζεται τις γνώσεις και την ικανότητά της να εξηγεί τους πιο σύνθετους όρους με τις πιο απλές λέξεις, δεν θα μπορούσαμε να καταφέρουμε τίποτα. Για τους πιο πάνω λόγους θα θέλαμε να την ευχαριστήσουμε .

Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης της Κύπρου και τους επιστήμονες που το απαρτίζουν για τις πληροφορίες που μας έδωσαν, καθώς χωρίς αυτά τα δεδομένα δεν θα ήταν δυνατή η πραγματοποίηση της εργασίας μας.

Περίληψη

Στόχος της συγκεκριμένης εργασίας είναι η γεωλογική και γεωμορφολογική μελέτη για την Επαρχία Λεμεσού-Κύπρος, που αποτελεί μια περιοχή ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, γεωλογικού και αρχαιολογικού ενδιαφέροντος. Οι πληροφορίες που μας δόθηκαν από το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης της Κύπρου (ευχαριστούμε τους εκεί επιστήμονες) εντάχθηκαν και αναλύθηκαν σε Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών.

Abstract

Scope of the present work is the geological and geomorphological study of the wide area in the Limassol municipality, an area with great natural beauty and of special geological – archaeological interest. The majority of the information is from the Geological Dep of Cyprus (special thanks to the scientists of the department). This information has been integrated and processed in GIS.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	- 9 -
1.1	Σκοπός και αντικείμενο της εργασίας	- 9 -
1.2	Μεθοδολογία εκπόνησης	- 9 -
1.3	Γεωγραφική θέση και περιγραφή της ευρύτερης περιοχής της Λεμεσού	- 9 -
1.4	Γενικά στοιχεία για το κλίμα της Κύπρου	- 15 -
1.5	Τάσεις βροχόπτωσης και θερμοκρασίας στην Κύπρο στην διάρκεια του 20 ^{ου} αιώνα	- 20 -
2.	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS)	- 24 -
2.1	Το σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών	- 24 -
2.2	Διαδικασίες Γ.Σ.Π.	- 25 -
2.3	Οι τρεις βασικοί τύποι γεωμετριών	- 27 -
3.	ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ	- 28 -
3.1	Εισαγωγή	- 28 -
3.2	Ρήγματα και μετατοπίσεις	- 28 -
3.3	Ρήγματα σμίκρυνσης ή ρήγματα συμπίεσης ή ανάστροφα ρήγματα-	30 -
3.4	Ρήγματα απομάκρυνσης ή ρήγματα έκτασης ή κανονικά ρήγματα-	32 -
3.5	Ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης	- 33 -
3.6	Πλάγια ρήγματα	- 33 -
3.7	Σχέσεις μεταξύ της διεύθυνσης κλίσης των ρηξιγενών επιφανειών και των γεωλογικών σχηματισμών	- 34 -
3.8	Ρηξιγενής επιφάνεια και υλικά πλήρωσης των ρηγμάτων	- 34 -
3.9	Αναγνώριση ρηγμάτων στην ύπαιθρο	- 36 -
3.10	Γεωλογικά στοιχεία	- 38 -
3.11	Επιφανειακά στοιχεία	- 39 -
3.12	Γραμμικά στοιχεία	- 40 -
3.13	Καθορισμός της θέσεως στο χώρο των επιφανειακών στοιχείων-	41 -
4.	ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ	- 43 -

4.1 Γεωτεκτονική εξέλιξη της Κύπρου	- 43 -
4.2 Η οροσειρά του Τροόδους	- 44 -
4.3 Οι αλλουβιακές πεδιάδες	- 45 -
4.4 Γεωλογία	- 46 -
4.5 Γεωλογία του Τροόδους	- 47 -
4.6 Η οφιολιθική σειρά	- 49 -
4.7 Ο σχηματισμός του Πέρα Πεδίου	- 50 -
4.8 Τα ηφαιστειακά πετρώματα	- 51 -
4.9 Το σύστημα πολλαπλών φλεβών	- 52 -
4.10 Τα πλουτώνια πετρώματα	- 54 -
4.11 Η ακολουθία του μανδύα	- 55 -
4.12 Η γεωτεκτονική ζώνη των Μαμμωνιών	- 57 -
4.13 Ο σχηματισμός της Επισκοπής	- 58 -
4.14 Ο σχηματισμός της Πέτρας του Ρωμιού	- 58 -
4.15 Οι υδροφόροι ορίζοντες	- 61 -
5. Η ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ	- 65 -
5.1 Γενικά για την σεισμικότητα της Κύπρου	- 65 -
6. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	- 68 -
6.1 Εισαγωγή	- 68 -
6.2 Επεξεργασία - συσκευασία ανόργανων χημικών	- 70 -
6.3 Οργανικές βιομηχανίες	- 71 -
6.4 Παραγωγή πλαστικών	- 72 -
6.5 Παραγωγή εντύπου υλικού	- 72 -
6.6 Απορριπτόμενες Ηλεκτρικές Στήλες και Συσσωρευτές	- 73 -
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	- 76 -
7.1 Συμπεράσματα	- 76 -

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σκοπός και αντικείμενο της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι γεωλογική και γεωμορφολογική μελέτη της ευρύτερης περιοχής Λεμεσού, με στόχο την ανάδειξη των γεωπεριβαλλοντικών χαρακτηριστικών της περιοχής.

1.2 Μεθοδολογία εκπόνησης

Η μεθοδολογία εκπόνησης της εργασίας περιλαμβάνει:

- Την συγκέντρωση των διαθέσιμων πληροφοριών και στοιχείων που αφορούν την περιοχή μελέτης και την ευρύτερη περιοχή από κάθε είδους γεωλογικές, υδρογεωλογικές, εδαφοτεχνικές μελέτες και έρευνες που έχουν εκπονηθεί από διάφορους δημόσιους φορείς και επιστημονικές δημοσιεύσεις από την κυπριακή και διεθνή βιβλιογραφία .
- Την επεξεργασία και αξιολόγηση του συνόλου των δεδομένων χρησιμοποιώντας σύγχρονο λογισμικό.
- Σύνταξη της παρούσας εργασίας.

1.3 Γεωγραφική θέση και περιγραφή της ευρύτερης περιοχής της Λεμεσού

Η επαρχία Λεμεσού βρίσκεται στο νότιο τμήμα της Κύπρου (σχ. 1.1, 1.2) και συνορεύει με την επαρχία Πάφου στα δυτικά, με την επαρχία Λάρνακας στα ανατολικά και με την επαρχία Λευκωσίας στα βόρεια. Η έκταση γης που περιλαμβάνεται στα όρια του Δήμου Λεμεσού ανέρχεται στα 34.870.000 τετραγωνικά μέτρα ή 34.87 τετραγωνικά χιλιόμετρα.

Η περιοχή Λεμεσού καταλαμβάνει 1392 km² και καλύπτει το 15% ολόκληρης της Κύπρου, ενώ γύρω στα 80 χιλιόμετρα βρέχονται από θάλασσα. Όσον αφορά την τοπογραφία της ισχυρές κλίσεις εντοπίζονται στο βόρειο ορεινό τμήμα της (σχ. 1.3) Οι κυριότεροι κόλποι της περιοχής είναι αυτοί της Επισκοπής και του Ακρωτηρίου. Οι ποταμοί του Κούρη, της Αυδήμου και του Παραμαλίου εκβάλουν στον κόλπο της Επισκοπής, ενώ ο ποταμός Γαρίλλης και ο ποταμός της Γερμασόγειας στον κόλπο του Ακρωτηρίου. Ο μεγαλύτερος από αυτούς είναι ο ποταμός του Κούρη (38 χιλ).

Οι προαναφερόμενοι ποταμοί πηγάζουν από την οροσειρά του Τροόδους και ρέουν κατά τη διάρκεια των μηνών Δεκεμβρίου μέχρι Μαΐου.

Οι περιορισμένες πηγές νερού, η συνεχώς αυξανόμενη ανάγκη για άρδευση, καθώς επίσης βιομηχανικοί και τουριστικοί λόγοι οδήγησαν στη δημιουργία φραγμάτων στην προσπάθεια να αυξηθούν τα αποθέματα νερού.

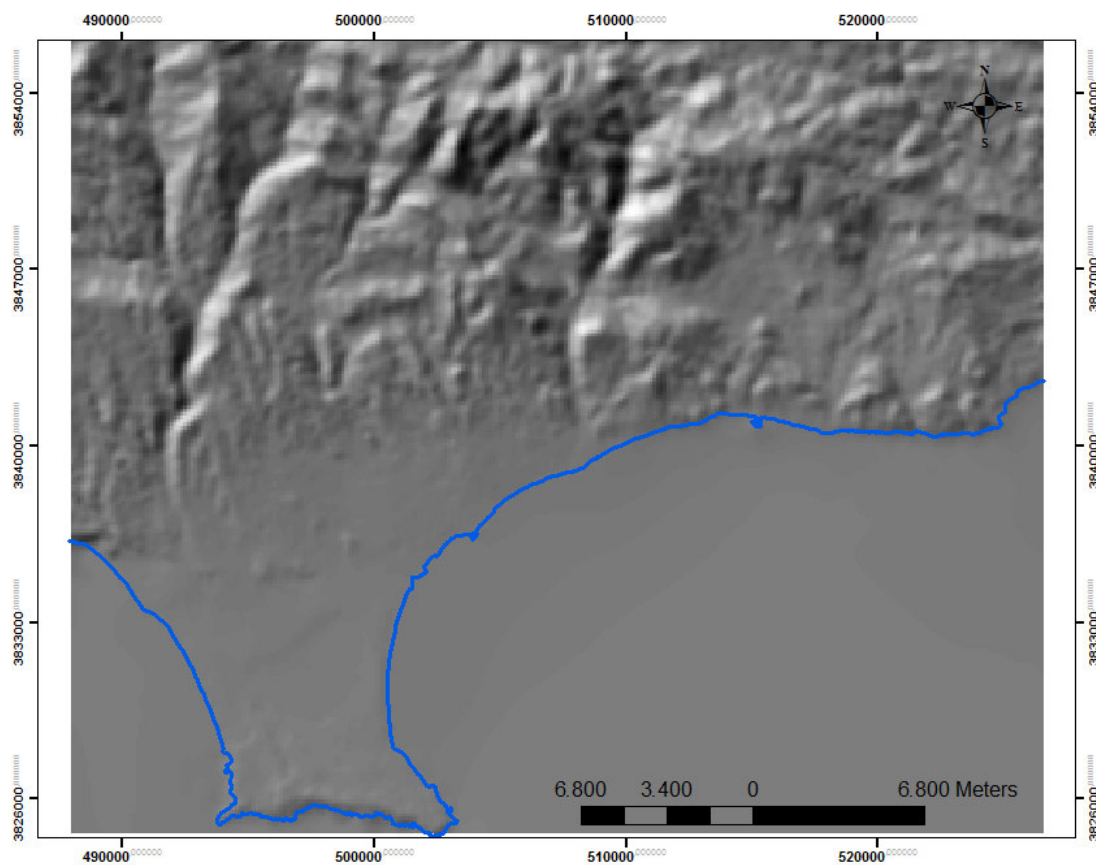
Το φράγμα του Κούρη το οποίο έχει χωρητικότητα $115,000,000 \text{ m}^3$, το φράγμα της Γερμασόγειας με χωρητικότητα $13,600,000 \text{ m}^3$ και το φράγμα των Πολεμιδιών με χωρητικότητα $3,864,000 \text{ m}^3$ αποτελούν τα τρία μεγαλύτερα φράγματα της Λεμεσού. Η συνολική χωρητικότητα των φραγμάτων της επαρχίας Λεμεσού είναι περίπου $135,000,000 \text{ m}^3$ και έχουν μεγάλη σημασία για την πόλη αφού αρκετές γεωργικές περιοχές ποτίζονται από αυτά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού όταν η πτώση βροχών είναι περιορισμένη.

Η Λεμεσός έχει επίσης το τέλει μεσογειακό κλίμα, το οποίο το καλοκαίρι είναι ζεστό και ξηρό ενώ το χειμώνα ήπιο. Η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της μέρας το καλοκαίρι κυμαίνεται μεταξύ 22 και 36.0 βαθμών Κελσίου, ενώ το χειμώνα κυμαίνεται μεταξύ 1 και 18 βαθμών Κελσίου ανάλογα με το υψόμετρο της περιοχής.

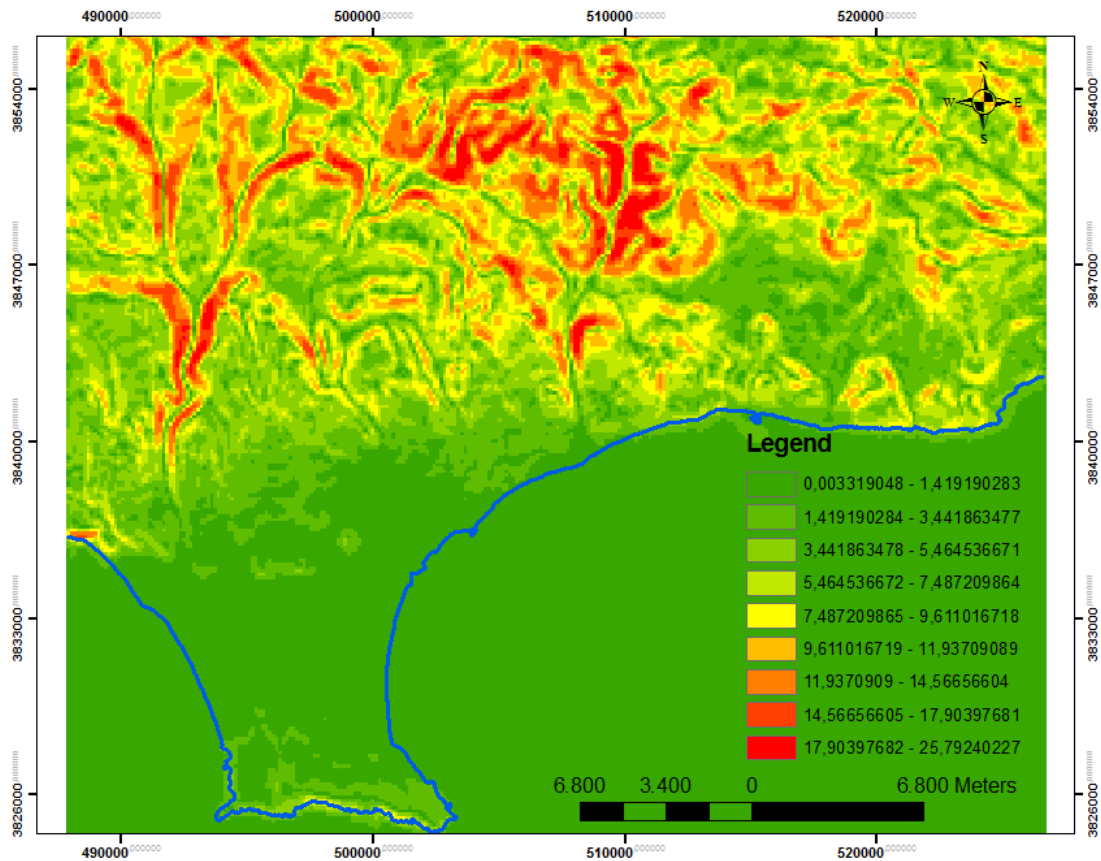
Η θερμοκρασία του θαλάσσιου νερού είναι περίπου 15.50 βαθμών Κελσίου το χειμώνα και 24.0 βαθμών Κελσίου τον Αύγουστο και τον Σεπτέμβριο.



Σχήμα 1.1 Η ευρύτερη περιοχή μελέτης



Σχήμα 1.2 Τοπογραφικός χάρτης επαρχίας Λεμεσού.



Σχήμα 1.3 Χάρτης κλίσεων επαρχίας Λεμεσού.

ΒΛΑΣΤΗΣΗ

Οι λοφώδεις και βουνίσιες περιοχές της επαρχίας Λεμεσού είναι πολύ πλούσιες σε βλάστηση. Τα πιο γνωστά είδη είναι η Τραχεία Πεύκη, η Μαύρη Πεύκη και ένα είδος κυπαρισσιού γνωστού ως “Αόρατος Οξύκεδρος” τα οποία μεγαλώνουν σε υψόμετρο περίπου 1200 με 1500 μέτρων. Ο πλάτανος και ο σκλήδρος μεγαλώνουν σε ποτάμια και ρυάκια του Τροόδους, ενώ ένας είδος βελανιδιάς το οποίο ονομάζεται «λατζιά» συναντάται σε ψηλότερα υψόμετρα. Οι «τριμιθές» συναντώνται σε μεσαία και χαμηλότερα υψόμετρα ενώ κανείς μπορεί επίσης να συναντήσει συχνά άγρια τριαντάφυλλα, θυμάρι και θάμνους «σινιάς».



ΑΣΧΟΛΙΕΣ ΤΩΝ ΚΑΤΟΙΚΩΝ

Οι κάτοικοι της αγροτικής περιοχής της Λεμεσού ασχολούνται με τη γεωργία, τη κτηνοτροφία, το ψάρεμα, τον τουρισμό καθώς επίσης με τη βιομηχανία και τη χειροτεχνία.

ΓΕΩΡΓΙΑ

Οι κυριότερες καλλιέργειες περιλαμβάνουν εσπεριδοειδή και οπωροφόρα δέντρα όπως κερασιές, αχλαδιές, ροδακινιές, φορμोजιές, συκιές, μπανανιές, βερικοκιές, ροδιές, ελιές, αμυγδαλιές και καρυδιές. Καλλιεργούνται επίσης αμπέλια, διάφορα λαχανικά, πατάτες, ντομάτες, κρεμμύδια, καρπούζια, πεπόνια, καρότα, αγγουράκια, παντζάρια και διάφορα όσπρια όπως φασόλια, λουβιά, ρεβίθια, φακές και δημητριακά όπως σιτάρι, κριθάρι και βρώμη.

ΖΩΟΤΡΟΦΙΑ

Οι κάτοικοι εκτρέφουν πρόβατα, γίδια, γουρούνια, βόδια και πουλερικά.

ΑΛΙΕΙΑ - ΨΑΡΕΜΑ

Το μεγάλο μήκος των ακτών της επαρχίας Λεμεσού οι οποίες καταλαμβάνουν 80 χιλιόμετρα έχουν συνεισφέρει πάρα πολύ στην ανάπτυξη της αλιείας. Στην πόλη της Λεμεσού καθώς επίσης και στην Αυδήμου υπάρχουν ειδικοί χώροι για ψάρεμα αφού ένας αρκετά μεγάλος αριθμός των κατοίκων της πόλης ασχολείται με αυτό.

ΤΟΥΡΙΣΜΟΣ

Η ανάπτυξη του τουρισμού στη Λεμεσό ξεκίνησε μετά το 1974 όταν οι Τούρκοι κατέλαβαν την Αμμόχωστο και την Κερύνεια τις δύο δηλαδή βασικές τουριστικές περιοχές της Κύπρου. Η πόλη της Λεμεσού έχει πολύ όμορφες, αμμώδεις παραλίες, κατάλληλες για ηλιοθεραπεία και κολύμπι. Η Επισκοπή, το Πισσούρι, το Ακρωτήρι, η Αμαθούντα και το Lady's Mile είναι μερικές από τις πιο σημαντικές. Μια παραλία, η οποία απευθύνεται σε λουόμενους, εφοδιασμένη με όλες τις απαραίτητες ανέσεις και οργανωμένη από τον Κ.Ο.Τ βρίσκεται στην περιοχή Δασούδι στην τουριστική περιοχή της Λεμεσού. Κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών παρατηρείται μια ιδιαίτερη προτίμηση για ξενοδοχεία που

βρίσκονται σε καλοκαιρινά θέρετρα όπως για παράδειγμα το Τροόδος, οι Πλάτρες, ο Πρόδρομος, ο Αγρός, το Πέρα Πέδι και το Όμοδος.

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ



Η Λεμεσός είναι γνωστή για τα εργοστάσια κρασιού της. Τα πιο γνωστά από αυτά είναι της ΚΕΟ, της ΛΟΕΛ, της ΣΟΔΑΠ και της ΕΤΚΟ. Το κρασί και το κονιάκ (brandy) τα οποία παράγονται και καλλιεργούνται στα γνωστά κρασοχώρια είναι εξαιρετης ποιότητας και έχουν κερδίσει αρκετά βραβεία σε διεθνείς εκθέσεις. Τόσο οι ντόπιοι όσο και οι ξένοι επισκέπτες καταναλώνουν μια αρκετά μεγάλη ποσότητα κρασιού. Μεγάλες ποσότητες εξάγονται επίσης στην Ευρώπη ενώ το εργοστάσιο της ΚΕΟ παράγει και μία εξαιρετης ποιότητας μπίρα. Η πόλη της Λεμεσού θεωρείται το μεγαλύτερο βιομηχανικό κέντρο της επαρχίας. Υπάρχουν περίπου 350 βιομηχανικές μονάδες οι οποίες ασχολούνται με την παραγωγή ρούχων, επίπλων, ποτών και φαγητών, καθώς επίσης και με το τύπωμα, το μέταλλο, τις ηλεκτρικές συσκευές και τα πλαστικά εμπορεύματα.

ΕΜΠΟΡΙΟ



Η Λεμεσός θεωρείται ένα από τα πιο σημαντικά εμπορικά κέντρα της Κύπρου. Σε αυτό έχουν παίξει σημαντικό ρόλο οι Βρετανικές βάσεις της Επισκοπής και του Ακρωτηρίου, καθώς επίσης και η ανακατάταξη του πληθυσμού στη Λεμεσό μετά τη τουρκική εισβολή το 1974. Οι έμποροι είναι μαζεμένοι στο κέντρο της Λεμεσού και στην τουριστική περιοχή κατά μήκος της θάλασσας, η οποία ξεκινά από το παλιό λιμάνι και καταλήγει στην περιοχή της Αμαθούντας. Τα περισσότερα ξενοδοχεία, εστιατόρια, ζαχαροπλαστεία, δισκοθήκες και άλλοι χώροι διασκέδασης βρίσκονται στην ίδια περιοχή.

ΛΙΜΑΝΙ

Η Λεμεσός έχει δυο λιμάνια, το παλιό και το καινούριο. Το καινούριο έχει τη μεγαλύτερη εμπορική και επιβατική κίνηση και θεωρείται το μεγαλύτερο λιμάνι στην ελεύθερη Κύπρο ενώ το



μικρό, το οποίο έχει κυματοθραύστες 250 μέτρα χρησιμοποιείται συνήθως από μικρές ψαρόβαρκες. Το νέο λιμάνι, το οποίο έχει 11 μέτρα βάθος και κυματοθραύστες 250 μέτρα μήκος, είναι ικανό να δεχθεί 10 πλοία βάσει του μεγέθους τους. Η εξαγωγή σταφυλιού, κρασιού, χαρουπιών και εσπεριδοειδών φρούτων, καθώς επίσης η εισαγωγή δημητριακών, οχημάτων, μηχανών, υφασμάτων, γεωργικών φαρμάκων, χημικών λιπασμάτων και σίδερων επιτυγχάνεται μέσω αυτών των λιμανιών.

1.4 Γενικά στοιχεία για το κλίμα της Κύπρου

Τα κύρια χαρακτηριστικά του μεσογειακού κλίματος της Κύπρου είναι το ζεστό και ξηρό καλοκαίρι από τα μέσα του Μάη ως τα μέσα του Σεπτεμβρίου, ο βροχερός αλλά ήπιος χειμώνας από τα μέσα του Νοέμβρη ως τα μέσα του Μάρτη και οι δύο ενδιάμεσες μεταβατικές εποχές, το φθινόπωρο και η άνοιξη. Στη διάρκεια του καλοκαιριού η Κύπρος και γενικά η περιοχή της ανατολικής Μεσογείου βρίσκεται κάτω από την επίδραση του εποχιακού βαρομετρικού χαμηλού, που έχει το κέντρο του στη νοτιοδυτική Ασία. Αποτέλεσμα της επίδρασης αυτής είναι οι ψηλές θερμοκρασίες και ο καθαρός ουρανός. Η βροχόπτωση είναι πολύ χαμηλή με μέση τιμή που δεν ξεπερνά το 5% της μέσης ολικής βροχόπτωσης του χρόνου ολόκληρου. Στη διάρκεια του χειμώνα η Κύπρος επηρεάζεται από το συχνό πέρασμα μικρών υφέσεων και μετώπων που κινούνται στη Μεσόγειο με κατεύθυνση από τα δυτικά προς τα ανατολικά. Οι καιρικές αυτές διαταραχές διαρκούν συνήθως από μια μέχρι τρεις μέρες κάθε φορά και δίνουν τις μεγαλύτερες ποσότητες βροχής. Η συνολική μέση βροχόπτωση στους μήνες Δεκέμβρη, Γενάρη και Φλεβάρη αντιστοιχεί περίπου με το 60% της βροχόπτωσης του χρόνου ολόκληρου.

Η οροσειρά του Τροόδου και σε μικρότερο βαθμό η οροσειρά του Πενταδακτύλου παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των μετεωρολογικών συνθηκών στις διάφορες περιοχές της Κύπρου και στη δημιουργία τοπικών φαινομένων. Η παρουσία επίσης της θάλασσας που περιβάλλει το νησί είναι αιτία δημιουργίας τοπικών φαινομένων στις παράκτιες περιοχές.

Βροχόπτωση

Η μέση βροχόπτωση πάνω από ολόκληρη την Κύπρο για το χρόνο ως σύνολο είναι περίπου 480mm (μέση τιμή για την περίοδο 1951-1980). Από τα στοιχεία που υπάρχουν η πιο χαμηλή βροχόπτωση στην Κύπρο ήταν 182mm κατά το υδρομετεωρολογικό έτος Οκτώβρης

1972 - Σεπτέμβρης 1973 και η πιο ψηλή 759mm το 1968-69. Η επίδραση του ανάγλυφου της ξηράς πάνω στην κατανομή της βροχόπτωσης είναι σημαντική. Η μέση ετήσια βροχόπτωση στις νοτιοδυτικές προσήνεμες περιοχές της οροσειράς του Τροόδους αυξάνεται από 450mm περίπου στους πρόποδες σε 1,100mm στην κορυφή του Ολύμπου. Στις υπήνεμες πλαγιές η βροχόπτωση ελαττώνεται σταθερά κατεβαίνοντας προς τα βόρεια και τα ανατολικά με τιμές μεταξύ 300-350mm στην κεντρική πεδιάδα και τις πεδινές νοτιοανατολικές περιοχές. Η οροσειρά του Πενταδακτύλου στο βόρειο τμήμα του νησιού προκαλεί σχετικά μικρή αύξηση στη βροχόπτωση που φτάνει στα 550mm στις κορυφογραμμές της.

Οι περισσότερες βροχές πέφτουν στην περίοδο από το Νοέμβρη μέχρι τον Μάρτη. Την άνοιξη και το φθινόπωρο οι βροχές είναι κυρίως τοπικές. Η βροχόπτωση του καλοκαιριού είναι πολύ χαμηλή, οι βροχές έχουν συνήθως τοπικό χαρακτήρα και πέφτουν στις ορεινές περιοχές και στην κεντρική πεδιάδα κατά τις πρώτες απογευματινές ώρες. Χιονόπτωση συμβαίνει σπάνια στις πεδινές περιοχές και στην οροσειρά του Πενταδακτύλου, συμβαίνει όμως συχνά κάθε χειμώνα σε περιοχές της οροσειράς του Τροόδους με υψόμετρο πάνω από 1,000m. Κατά μέσο όρο η πρώτη χιονόπτωση παρατηρείται μέσα στην πρώτη βδομάδα του Δεκέμβρη και η τελευταία γύρω στα μέσα του Απρίλη. Το χιόνι δεν καλύπτει μόνιμα το έδαφος σε όλη τη διάρκεια του χειμώνα, για αρκετές όμως βδομάδες στους πιο ψυχρούς μήνες του χρόνου το ύψος του χιονιού είναι σημαντικό κυρίως στις βόρειες πλαγιές του Τροόδους. Μετά την τελευταία χιονόπτωση το χιόνι μπορεί να εξακολουθήσει να καλύπτει το έδαφος στις επόμενες δέκα μέχρι δεκαπέντε μέρες.

Καταιγίδες και χαλάζι

Χαλάζι πέφτει κατά μέσο όρο 2 ως 3 φορές το χρόνο στις πεδινές περιοχές και μέχρι 10 φορές το χρόνο στις ορεινές περιοχές, συνήθως μεταξύ Νοέμβρη και Μάη. Η πιο πιθανή περίοδος για να συμβεί σοβαρή χαλαζόπτωση είναι από το Δεκέμβρη μέχρι τον Απρίλη, το χαλάζι όμως που πέφτει νωρίς το καλοκαίρι και το φθινόπωρο είναι πιο επικίνδυνο γιατί προκαλεί σοβαρές ζημιές στα φρούτα και σε άλλες καλλιέργειες.

Οι καταιγίδες είναι σπάνιες από τον Ιούνη μέχρι το Σεπτέμβρη, συμβαίνουν όμως κατά μέσο όρο σε 4 μέχρι 5 μέρες σε κάθε μήνα από τον Οκτώβρη μέχρι το Γενάρη και σε 2 μέχρι 3 μέρες σε κάθε μήνα από το Φλεβάρη μέχρι το Μάη.

Θερμοκρασία αέρα

Η Κύπρος έχει ζεστό καλοκαίρι και ήπιο χειμώνα, όμως η γενική αυτή κατάσταση διαφοροποιείται από τόπο σε τόπο από δύο παράγοντες, (α) το ανάγλυφο που ελαττώνει τη θερμοκρασία κατά 5 βαθμούς Κελσίου περίπου κάθε 1000m υψόμετρο και (β) την επίδραση της θάλασσας που έχει σαν αποτέλεσμα πιο δροσερό καλοκαίρι και σχετικά πιο ήπιο χειμώνα στις παράλιες περιοχές και ειδικότερα στις δυτικές. Το ετήσιο εύρος της θερμοκρασίας του αέρα είναι αρκετά μεγάλο και κυμαίνεται γύρω στους 18 βαθμούς Κελσίου στις εσωτερικές περιοχές και γύρω στους 14 βαθμούς Κελσίου στα παράλια.

Οι διαφορές μεταξύ της ψηλότερης θερμοκρασίας ημέρας και της χαμηλότερης θερμοκρασίας νύχτας είναι επίσης μεγάλες κυρίως στις εσωτερικές περιοχές το καλοκαίρι. Το χειμώνα οι διαφορές αυτές είναι 8-10 βαθμούς Κελσίου στις πεδινές περιοχές και 5-6 βαθμούς Κελσίου στις ορεινές. Το καλοκαίρι αυτές αυξάνονται σε 16 βαθμούς Κελσίου στην κεντρική πεδιάδα και σε 9-12 βαθμούς Κελσίου στις άλλες περιοχές. Τον Ιούλη και Αύγουστο οι μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες κυμαίνονται μεταξύ 29 βαθμών Κελσίου στην κεντρική πεδιάδα και 22 βαθμών Κελσίου στις ψηλότερες κορυφές του Τροόδου, ενώ οι μέσες μέγιστες θερμοκρασίες στους μήνες αυτούς είναι 36 και 27 βαθμοί Κελσίου αντίστοιχα.

Το Γενάρη οι μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες είναι 10 βαθμοί Κελσίου στην κεντρική πεδιάδα και 3 βαθμοί Κελσίου στις ψηλότερες κορυφές του Τροόδου, με μέσες ελάχιστες θερμοκρασίες 5 και 0 βαθμούς Κελσίου αντίστοιχα.

Παγετός συμβαίνει συχνά το χειμώνα και την άνοιξη και σε μερικά χρόνια προκαλεί ζημιές σε πρώιμα λαχανικά.

Θερμοκρασία θάλασσας

Η θερμοκρασία του επιφανειακού νερού στην ανοιχτή θάλασσα είναι πάνω από 22 βαθμούς Κελσίου από τον Ιούνη μέχρι το Νοέμβρη και φτάνει στους 27 βαθμούς Κελσίου τον Αύγουστο. Στους τρεις πιο ψυχρούς μήνες του χρόνου, Γενάρη, Φλεβάρη και Μάρτη, η θερμοκρασία του επιφανειακού θαλάσσιου νερού κατεβαίνει στους 16 ή 17 βαθμούς Κελσίου.

Κοντά στις ακτές με βάθος νερού 3-4m οι θερμοκρασίες είναι παρόμοιες με αυτές στην

ανοιχτή θάλασσα και κυμαίνονται μεταξύ 15 και 17 βαθμών Κελσίου το Φλεβάρη και μεταξύ 23 και 28 βαθμών Κελσίου τον Αύγουστο. Η ημερήσια κύμανση της θερμοκρασίας του νερού της θάλασσας είναι σημαντική μόνο στα πολύ ρηχά νερά με βάθος λιγότερο από ένα μέτρο. Σε νερά με μεγαλύτερο βάθος η κύμανση αυτή είναι πολύ μικρή.

Θερμοκρασία Εδάφους

Η μέση θερμοκρασία εδάφους στις πεδινές περιοχές σε βάθος 10 εκατοστόμετρα είναι περίπου 10 βαθμοί Κελσίου το Γενάρη και 33 βαθμοί Κελσίου τον Ιούλη, ενώ σε βάθος ένα μέτρο είναι 14 βαθμοί Κελσίου το Γενάρη και 28 βαθμοί Κελσίου τον Ιούλη. Στις ορεινές περιοχές με υψόμετρο 1,000m περίπου πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας οι τιμές αυτές είναι κατά 5 βαθμούς Κελσίου περίπου πιο χαμηλές.

Η απορρόφηση μεγάλων ποσοτήτων ηλιακής ενέργειας στη διάρκεια της μέρας και η μεγάλη απώλεια θερμότητας λόγω ακτινοβολίας τη νύχτα με καθαρό ουρανό προκαλούν μεγάλη ημερήσια κύμανση της θερμοκρασίας του επιφανειακού στρώματος του εδάφους το καλοκαίρι.

Τον Ιούλη η θερμοκρασία στην επιφάνεια του εδάφους στις πεδινές περιοχές είναι 15 βαθμοί Κελσίου την αυγή και 60 βαθμοί Κελσίου 2-3 ώρες μετά το μεσημέρι. Σε βάθος 5 εκατοστόμετρα οι αντίστοιχες τιμές είναι 24 και 42 βαθμοί Κελσίου, ενώ σε βάθος 50 εκατοστόμετρα η ημερήσια κύμανση της θερμοκρασίας είναι ασήμαντη.

Σχετική Υγρασία Αέρα

Το υψόμετρο και η απόσταση από την παραλία παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των τιμών της σχετικής υγρασίας του αέρα, που σε μεγάλο βαθμό είναι ενδεικτικές των διαφορών στη θερμοκρασία του αέρα από περιοχή σε περιοχή. Στη διάρκεια της μέρας κατά το χειμώνα και σ' όλες τις νύχτες του χρόνου η σχετική υγρασία κυμαίνεται κυρίως μεταξύ 65% και 95%. Τα μεσημέρια του καλοκαιριού η σχετική υγρασία κατεβαίνει πολύ χαμηλά. Στην κεντρική πεδιάδα είναι γύρω στο 30% και κάποτε κατεβαίνει μέχρι και 15%.

Ομίχλη συμβαίνει σε μερικές περιπτώσεις κυρίως τις πρωινές ώρες, είναι όμως μεγαλύτερης διάρκειας στις ορεινές περιοχές το χειμώνα που συχνά τα νέφη καλύπτουν τις

βουνοκορφές. Η ορατότητα είναι γενικά πολύ καλή ως εξαιρετική, όμως σε μερικές μέρες κυρίως της άνοιξη προκαλείται θόλωση στην ατμόσφαιρα από αιωρούμενη σκόνη που προέρχεται από τις αραβικές και αφρικανικές ερήμους.

Ηλιοφάνεια

Όλες οι περιοχές της Κύπρου έχουν μεγάλης διάρκειας ηλιοφάνεια σε σύγκριση με πολλές χώρες. Στις πεδινές περιοχές ο μέσος αριθμός ωρών ηλιοφάνειας για ολόκληρο το χρόνο είναι 75% των ωρών που ο ήλιος είναι πάνω από τον ορίζοντα. Σ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού η ηλιοφάνεια είναι κατά μέσο όρο 11.5 ώρες την ημέρα, ενώ στους μήνες Δεκέμβρη και Γενάρη που έχουν την πιο μεγάλη νέφωση η διάρκεια της ηλιοφάνειας ελαττώνεται μόνο στις 5.5 ώρες την ημέρα.

Ακόμα και στις πιο ψηλές περιοχές του Τροόδους στους χειμερινούς μήνες με πολύ μεγάλη νέφωση, η μέση ηλιοφάνεια είναι περίπου 4 ώρες την ημέρα και στους μήνες Ιούνη και Ιούλη η τιμή αυτή φτάνει στις 11 ώρες.

Η μεγαλύτερη δυνατή διάρκεια της ηλιοφάνειας (δηλαδή από την ανατολή μέχρι τη δύση του ήλιου) στην Κύπρο κυμαίνεται από 9.8 ώρες την ημέρα το Δεκέμβρη σε 14.5 ώρες την ημέρα τον Ιούνη.

Άνεμοι

Στην περιοχή της ανατολικής Μεσογείου οι γενικοί άνεμοι είναι κυρίως ελαφροί ως μέτριοι δυτικοί ή νοτιοδυτικοί το χειμώνα και βόρειοι ή βορειοδυτικοί το καλοκαίρι. Οι πολύ ισχυροί άνεμοι είναι σπάνιοι.

Στις διάφορες περιοχές της Κύπρου οι γενικοί άνεμοι τροποποιούνται από τους τοπικούς ανέμους. Οι τοπικοί αυτοί άνεμοι είναι οι θαλάσσιες και απόγειες αύρες στις παράλιες περιοχές και οι αναβατικοί και καταβατικοί άνεμοι στις ορεινές περιοχές. Οι θαλάσσιες και απόγειες αύρες οι οποίες παρατηρούνται σε παράλιες περιοχές μπορούν να γίνουν αισθητές σε απόσταση μέχρι και 35 περίπου χιλιόμετρα από την παραλία. Αυτό το σύστημα κυκλοφορίας του αέρα οφείλεται βασικά στη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της ξηράς από τη μια και του νερού της θάλασσας από την άλλη, που δημιουργεί διαφορές στην ατμοσφαιρική πίεση πάνω από την ξηρά και τη θάλασσα.

Τα αντίστοιχα φαινόμενα στις ορεινές περιοχές είναι οι αναβατικοί άνεμοι (αύρες των κοιλάδων) την ημέρα και οι καταβατικοί άνεμοι (αύρες των ορέων) τη νύχτα. Και σ' αυτή την περίπτωση η αιτία της δημιουργίας των τοπικών αυτών ανέμων είναι ο διαφορετικός βαθμός θέρμανσης ή ψύξης γειτονικών περιοχών.

Οι θαλάσσιες αύρες στις παράλιες περιοχές και οι αναβατικοί άνεμοι στις ορεινές περιοχές έχουν τη μεγαλύτερή τους ένταση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, ενώ οι απόγειες αύρες στις παράλιες περιοχές και οι καταβατικοί άνεμοι στις ορεινές περιοχές έχουν τη μεγαλύτερή τους ένταση κατά τους μήνες του χειμώνα.

Όσον αφορά την ταχύτητα οι άνεμοι στην περιοχή της Κύπρου είναι κυρίως ελαφροί ως μέτριοι. Οι ισχυροί άνεμοι με ταχύτητα 24 κόμβων και πάνω είναι μικρής διάρκειας και συμβαίνουν σε περιπτώσεις μεγάλης κακοκαιρίας. Οι πολύ ισχυροί άνεμοι (ταχύτητα ανέμου 34 κόμβοι και πάνω) είναι σπάνιοι και συμβαίνουν κυρίως στις προσήνεμες περιοχές όταν επηρεάζουν την Κύπρο συστήματα με πολύ χαμηλές πιέσεις. Πολύ σπάνια επίσης συμβαίνουν ανεμοστρόβιλοι πάνω από θάλασσα ή πάνω από ξηρά με διάμετρο περίπου 100 μέτρα.

1.5 Τάσεις βροχόπτωσης και θερμοκρασίας στην Κύπρο στην διάρκεια του 20^{ου} αιώνα

Στη διάρκεια του 20ού αιώνα το κλίμα της Κύπρου, και ιδιαίτερα οι δύο βασικές κλιματικές παράμετροι, η βροχόπτωση και η θερμοκρασία, έχουν παρουσιάσει σημαντικές διακυμάνσεις και τάσεις. Παρόμοιες διακυμάνσεις και τάσεις στο κλίμα έχουν παρατηρηθεί και σε χώρες της Ανατολικής Μεσογείου και της Μέσης Ανατολής, κατάσταση που υποδηλώνει διαφοροποίηση στη γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας στην περιοχή. Στην Κύπρο η βροχόπτωση παρουσίασε πτωτική τάση και η θερμοκρασία ανοδική τάση. Οι ρυθμοί μεταβολής της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας είναι μεγαλύτεροι στο δεύτερο μισό του αιώνα σε σύγκριση με την κατάσταση στο πρώτο μισό του αιώνα. Στις τελευταίες δεκαετίες ο αριθμός των ετών με ολιγομβρία και ανομβρία είναι μεγαλύτερος και οι ξηροθερμικές συνθήκες τόσο στην Κύπρο όσο και στην Ανατολική Μεσόγειο έχουν επιδεινωθεί. Επίσης τα περισσότερα από τα πιο θερμά χρόνια του αιώνα έχουν παρατηρηθεί τα τελευταία 20 χρόνια.

Η ελάττωση στην ποσότητα της βροχόπτωσης ήταν σημαντική. Ενώ η μέση ετήσια βροχόπτωση στην πρώτη τριακονταετία του αιώνα ήταν 559mm, στην τελευταία

τριακονταετία έχει ελαττωθεί στα 462 mm, δηλαδή κατά 17% πιο χαμηλή από ότι στην αρχή του αιώνα.

Αντίθετα η μέση ετήσια θερμοκρασία στην Κύπρο, τόσο στις πόλεις όσο και στην ύπαιθρο παρουσίασε ανοδική τάση. Η αύξηση της θερμοκρασίας ήταν μεγαλύτερη στις πόλεις λόγω αστικοποίησης, όμως το γεγονός ότι αύξηση της θερμοκρασίας παρουσιάζεται και στην ύπαιθρο, είναι ενδεικτικό της γενικής αύξησης της θερμοκρασίας στην περιοχή όπως και παγκόσμια. Στη Λευκωσία η μέση ετήσια θερμοκρασία αυξήθηκε από 18.9°C στην πρώτη τριακονταετία του αιώνα σε 19.7°C στην τελευταία τριακονταετία, αυξήθηκε δηλαδή κατά 0.8°C.

Βροχόπτωση

Η μέση βροχόπτωση στην Κύπρο στη διάρκεια του 20ού αιώνα εμφανίζει πτωτική τάση με μέσο ρυθμό ένα χιλιοστόμετρο το χρόνο. Η μείωση της βροχόπτωσης εντοπίζεται κυρίως στο δεύτερο μισό του αιώνα, οπότε η συχνότητα ολιγομβρίας και ανομβρίας παρουσιάζεται αυξημένη σε σχέση με το πρώτο μισό του αιώνα. Αυτό φαίνεται στον Πίνακα 1 με την κατάταξη των υδρομετεωρολογικών ετών από το 1901-02 σε σχέση με την κανονική βροχόπτωση της περιόδου 1961-1990.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 1

ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ ΣΤΙΣ ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΕΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΚΑΝΟΝΙΚΗ (1961-1990)

A/A	Σοβαρή Ανομβρία	Ανομβρία	Ολιγομβρία	Περίπου Κανονική	Περίπου Κανονική	Πολυομβρία	Μεγάλη Πολυομβρία	Εξαιρετική Πολυομβρία
	≤ 70%	71-80%	81-90%	91-100%	101-110%	111-120%	121-130%	>130%
1	1901-02	1916-17	1915-16	1902-03	1903-04	1909-10	1913-14	1904-05
2	1931-32	1933-34	1927-28	1907-08	1905-06	1918-19	1922-23	1906-07
3	1932-33	1940-41	1956-57	1908-09	1910-11	1920-21	1928-29	1911-12
4	1963-64	1950-51	1959-60	1917-18	1912-13	1936-37	1930-31	1919-20
5	1972-73	1958-59	1971-72	1924-25	1914-15	1937-38	1938-39	1925-26
6	1990-91	1969-70	1978-79	1960-61	1921-22	1941-42	1942-43	1929-30
7		1973-74	1981-82	1967-68	1923-24	1947-48	1944-45	1934-35
8		1989-90	1982-83	1970-71	1926-27	1949-50	1951-52	1952-53
9		1995-96	1983-84	1976-77	1935-36	1975-76	1961-62	1966-67
10		1996-97	1985-86	1977-78	1939-40	1979-80	1962-63	1968-69

11		1997-98	1993-94	1984-85	1943-44	1980-81	1974-75	
12		1999-00		1988-89	1945-46		1987-88	
13				1994-95	1946-47		1991-92	
14				1998-99	1948-49			
15				2000-01	1953-54			
16					1954-55			
17					1955-56			
18					1957-58			
19					1964-65			
20					1965-66			
21					1986-87			
22					1992-93			

Παρόμοια εικόνα δίνουν και οι μέσες τιμές της βροχόπτωσης σε διάφορες τριακονταετίες: 1901-1930: 559mm, 1931-1960: 524mm, 1961-1990: 503mm, 1971-2000: 462mm. Η βροχόπτωση για την τελευταία τριακονταετία είναι κατά 17% χαμηλότερη από τη βροχόπτωση στην τριακονταετία 1901-1930. Η μέση βροχόπτωση στην τελευταία δεκαετία (Πίνακας 2) του αιώνα είναι επίσης μεταξύ των χαμηλότερων τιμών για τις διάφορες δεκαετίες του αιώνα.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 2

ΕΤΗΣΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ ΣΤΗΝ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΔΕΚΑΕΤΙΑ

Υδρομετεωρολογικό Έτος	Ετήσια Βροχόπτωση (mm)	% (1961 - 1990) (%)
1991-1992	637	127
1992-1993	509	101
1993-1994	417	83
1994-1995	493	98
1995-1996	383	76
1996-1997	399	79
1997-1998	388	77
1998-1999	473	94
1999-2000	363	72
2000-2001	468	93
Μέση τιμή για τη δεκαετία	453	90

Θερμοκρασία

Αντίστροφη πορεία από τη βροχόπτωση έχει ακολουθήσει στη διάρκεια του 20ού αιώνα η θερμοκρασία στην Κύπρο με μέσο ρυθμό αύξησης 0.01°C/έτος. Για την περίοδο 1976-1998 προκύπτει ότι ο μέσος ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας στις

πόλεις είναι $0.035^{\circ}\text{C}/\text{έτος}$ και στην ύπαιθρο $0.015^{\circ}\text{C}/\text{έτος}$. Δηλαδή η αστικοποίηση ευθύνεται κατά ένα σημαντικό ποσοστό για την αύξηση της θερμοκρασίας στις πόλεις, όμως το γεγονός ότι η θερμοκρασία αυξάνεται και στην ύπαιθρο, είναι ενδεικτικό για τις κλιματικές συνθήκες που διαμορφώνονται στην περιοχή μας στις τελευταίες δεκαετίες. Τόσο στην Κύπρο όσο και σε ολόκληρο τον πλανήτη μας, τα περισσότερα από τα πιο θερμά χρόνια του 20ού αιώνα έχουν παρατηρηθεί στις τελευταίες δύο δεκαετίες. Το έτος 1998 ήταν το πιο θερμό στην Κύπρο και παγκόσμια. Επιπρόσθετα στην Κύπρο τον Αύγουστο του 1998 είχαμε δοκιμάσει ένα πολύ σοβαρό καύσωνα.

Οι κλιματικές αλλαγές έχουν επηρεάσει σημαντικά και την Κύπρο. Οι αλλαγές είναι εμφανείς στην βροχόπτωση και στη θερμοκρασία. Η μέση βροχόπτωση στην περίοδο 1991/92 - 2007/08 (17 υδρομετεωρολογικά έτη) είναι 457 mm ή κατά 9% χαμηλότερη από την κανονική (503 mm) της περιόδου 1961 - 1990. Η μέση θερμοκρασία στην περίοδο 1991 - 2007 είναι 17.7°C ή κατά 0.5°C ψηλότερη από την κανονική (17.2°C) της περιόδου 1961 - 1990. Σύμφωνα με τους πιο πάνω ρυθμούς αναμένεται ότι μέχρι το 2030 η βροχόπτωση θα ελαττωθεί κατά 10-15% και η θερμοκρασία θα αυξηθεί κατά 1,0 - 1,5 $^{\circ}\text{C}$ σε σύγκριση με τις κανονικές τιμές της περιόδου 1961-1990.

2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS)

2.1 Το σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών

Το [Σύστημα](#) Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ), γνωστό ευρέως και ως G.I.S. Geographic Information Systems, είναι σύστημα διαχείρισης χωρικών [δεδομένων](#) (spatial data) και συσχετισμένων ιδιοτήτων. Στην πιο αυστηρή μορφή του είναι ένα ψηφιακό σύστημα, ικανό να ενσωματώσει, αποθηκεύσει, προσαρμόσει, αναλύσει και παρουσιάσει γεωγραφικά συσχετισμένες (geographically-referenced) πληροφορίες. Σε πιο γενική μορφή, ένα ΣΓΠ είναι ένα εργαλείο "έξυπνου [χάρτη](#)", το οποίο επιτρέπει στους χρήστες του να αποτυπώσουν μια περίληψη του πραγματικού κόσμου, να δημιουργήσουν διαδραστικά ερωτήσεις χωρικού ή περιγραφικού χαρακτήρα (αναζητήσεις δημιουργούμενες από τον χρήστη), να αναλύσουν τα χωρικά δεδομένα (spatial data), να τα προσαρμόσουν και να τα αποδώσουν σε αναλογικά μέσα (εκτυπώσεις χαρτών και διαγραμμμάτων) ή σε ψηφιακά μέσα (αρχεία χωρικών δεδομένων, διαδραστικοί χάρτες στο [Διαδίκτυο](#)). Τα συστήματα GIS, όπως και τα συστήματα CAD, αποτυπώνουν χωρικά δεδομένα σε γεωγραφικό ή χαρτογραφικό ή [καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων](#). Βασικό χαρακτηριστικό των ΣΓΠ είναι ότι τα χωρικά δεδομένα συνδέονται και με περιγραφικά δεδομένα, π.χ. μια ομάδα σημείων που αναπαριστούν θέσεις πόλεων συνδέεται με ένα πίνακα όπου κάθε εγγραφή εκτός από τη θέση περιέχει πληροφορίες όπως ονομασία, πληθυσμός κλπ.

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΓΠΣ) είναι πληροφοριακά συστήματα (Information Systems) που παρέχουν την δυνατότητα συλλογής, διαχείρισης, αποθήκευσης, επεξεργασίας, ανάλυσης και οπτικοποίησης, σε ψηφιακό περιβάλλον, των δεδομένων που σχετίζονται με τον χώρο.

Τα δεδομένα αυτά συνήθως λέγονται γεωγραφικά ή χαρτογραφικά ή χωρικά (spatial) και μπορεί να συσχετίζονται με μια σειρά από περιγραφικά δεδομένα τα οποία και τα χαρακτηρίζουν μοναδικά.

Η χαρακτηριστική δυνατότητα που παρέχουν τα GIS είναι αυτή της σύνδεσης της χωρικής με την περιγραφική πληροφορία (η οποία δεν έχει από μόνη της χωρική υπόσταση). Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την λειτουργία αυτή βασίζεται:

- Είτε στο σχεσιακό (relational) μοντέλο δεδομένων, όπου τα περιγραφικά δεδομένα πινακοποιούνται χωριστά και αργότερα συσχετίζονται με τα χωρικά δεδομένα μέσω κάποιων μοναδικών τιμών που είναι κοινές και στα δύο είδη δεδομένων.

- Είτε στο αντικειμενοστραφές (object-oriented) μοντέλο δεδομένων, όπου τόσο τα χωρικά όσο και τα περιγραφικά δεδομένα συγχωνεύονται σε αντικείμενα, τα οποία μπορεί να μοντελοποιούν κάποια αντικείμενα με φυσική υπόσταση (π.χ. κατηγορία = "δρόμος", όνομα = "Πανεπιστημίου", γεωμετρία = "[X1,Y1],[X2,Y2]...", πλάτος = "20μέτρα").

Το αντικειμενοστραφές μοντέλο τείνει να χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο σε εφαρμογές GIS εξαιτίας των αυξημένων δυνατοτήτων του σε σχέση με το σχεσιακό μοντέλο της δυνατότητας που παρέχει για την εύκολη και απλοποιημένη μοντελοποίηση σύνθετων φυσικών φαινομένων και αντικειμένων με χωρική διάσταση. Πολλές φορές η ολοκληρωμένη έννοια των GIS (integrated GIS concept) επεκτείνεται για να συμπεριλάβει τόσο τα δεδομένα (που αποτελούν ουσιαστικά τον πυρήνα τους), το λογισμικό και τον μηχανικό εξοπλισμό, όσο και τις διαδικασίες και το ανθρώπινο δυναμικό, που αποτελούν αναπόσπαστα τμήματα ενός οργανισμού, ο οποίος έχει σαν πρωταρχική του δραστηριότητα την διαχείριση πληροφορίας με την βοήθεια GIS.

2.2 Διαδικασίες Γ.Σ.Π.

Ένα ΣΓΠ, ως σύστημα, αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία:

[Επεξεργασία] Εισαγωγή

Το τμήμα του συστήματος που είναι υπεύθυνο για τροφοδότηση του συστήματος με δεδομένα. Αυτά πρέπει να είναι σε ψηφιακή δομή και συνήθως προκύπτουν με ψηφιοποίηση αναλογικών δεδομένων (π.χ. τυπωμένοι χάρτες) ή με τη συλλογή πρωτογενών δεδομένων με τη χρήση ψηφιακών μεθόδων αποτύπωσης χώρου (αποτύπωση με GPS, Τηλεπισκόπηση). Αυτό το στάδιο αφορά τόσο τη γεωγραφική όσο και την περιγραφική διάσταση των δεδομένων.

[Επεξεργασία] Επεξεργασία

Τα δεδομένα πρέπει να υποστούν εκείνη την επεξεργασία που τα καθιστά κατάλληλα για παραπέρα ανάλυση και χρήση. Αυτό μπορεί να αφορά την ορθή απόδοση του συστήματος συντεταγμένων, την δημιουργία σχέσεων μεταξύ των δεδομένων, τη διόρθωση σφαλμάτων, την μετάβαση από μια δομή σε μια άλλη.

[Επεξεργασία] Ανάλυση

Ο χρήστης - αναλυτής θέτει ερωτήσεις σύμφωνα με την δυνατότητα των ίδιων των δεδομένων. Οι ερωτήσεις μπορεί να είναι του τύπου :

- Πώς απεικονίζεται η περιοχή ενδιαφέροντος;
- Πού βρίσκεται το Α;
- Που βρίσκεται το Α σε σχέση με το Β;
- Τι θα συμβεί εάν...;
- Πόσο από το Α υπάρχει στην περιοχή Γ
- Ποιος είναι συντομότερος από το Α στο Β;
- Ποιος είναι ο οικονομικότερος δρόμος από το Α στο Β;

[Επεξεργασία] Απόδοση

Η απόδοση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης γίνεται σε αναλογικά μέσα με την οργάνωση της εκτύπωσης χαρτογραφικών προϊόντων ή με την απόδοση σε ψηφιακές πλατφόρμες είτε με τη χρήση του Διαδικτύου, μέσω διαδραστικών χαρτών (Web-based GIS), είτε σε μέσω εσωτερικών δικτύων οργανισμών μέσω εφαρμογών που υποστηρίζουν πολλαπλούς χρήστες με διακριτούς ρόλους (Enterprise GIS).

[Επεξεργασία] Έλεγχος

Κάθε σύστημα οφείλει να έχει μηχανισμούς ανάδρασης (feedback) ώστε να εξασφαλίζεται η ορθότητα και ακρίβεια των πληροφοριών. Αυτό μπορεί να γίνεται μέσω λογισμικού με διαδικασίες κανόνων επικύρωσης, με διαδικασίες ελέγχου ακρίβειας συντεταγμένων και γενικότερα με διαδικασίες ποιοτικών και ποσοτικών ελέγχων ανάλογα με τη φύση των δεδομένων.

[Επεξεργασία] Δομές Δεδομένων

Σε ένα ΣΓΠ τα χωρικά δεδομένα μπορούν να αναπαρίστανται με δύο βασικές δομές: την διανυσματική δομή και τη ψηφιδωτή δομή. Σε όλα τα ΣΓΠ οι δύο δομές αποδίδονται ταυτόχρονα σε κοινές απεικονίσεις ενώ πολλά λογισμικά GIS προσφέρουν την δυνατότητα μετάβασης από τη μία δομή στην άλλη.

[Επεξεργασία] Τοπολογία

Στη γεωπληροφορική ως Τοπολογία εννοούμε το σύνολο των γεωμετρικών κανόνων που πρέπει να ακολουθεί η γεωγραφική πληροφορία ανάλογα με την φύση της. Έτσι για

παράδειγμα, εάν η πληροφορία είναι τα οικοδομικά τετράγωνα τότε τα πολύγωνα που τα αναπαριστούν θα πρέπει να ακολουθούν μεταξύ άλλων τους κανόνες: δεν επιτρέπεται η αλληλοεπικάλυψη, δεν επιτρέπεται η ταύτιση των ορίων. Σε άλλες περιπτώσεις και για την ίδια γεωγραφική περιοχή ο κανόνας μπορεί να ισχύει αντίθετα. Π.χ στην περίπτωση που το χαρακτηριστικό που απεικονίζεται είναι τα όρια των ιδιοκτησιών, επιβάλλεται η ταύτιση των ορίων για τα όμορα ακίνητα.

2.3 Οι τρεις βασικοί τύποι γεωμετριών

Οι βασικοί τύποι γεωμετρίας (σχ. 1.1) που χρησιμοποιούνται για την απόδοση των δεδομένων είναι:

1. Διανύσματα (Vector). Όλα τα χωρικά δεδομένα μπορούν να αναπαρασταθούν με τρεις βασικούς τύπου γεωμετριών: σημεία, γραμμές, πολύγωνα. Έτσι για την απόδοση της θέσης μια πόλης σε ένα χάρτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα σημείο, για την αποτύπωση του οδικού δικτύου μια γραμμή αποτελούμενη από πολλές κορυφές και για την αποτύπωση μιας ιδιοκτησίας ένα πολύγωνο. Στην ουσία τα πάντα αναπαρίστανται από γραμμές. Το σημείο είναι μια γραμμή μηδενικού μήκους, ενώ το πολύγωνο είναι μια ακολουθία γραμμών με αρχή και τέλος την ίδια κορυφή. Η γεωμετρία που θα υιοθετηθεί για το συμβολισμό ενός αντικειμένου εξαρτάται από την κλίμακα απεικόνισης και το σκοπό της εφαρμογής που αναπτύσσεται. Έτσι π.χ. σε μια πολύ μεγάλη κλίμακα (1:1000) τα κτίσματα αποτυπώνονται ως πολύγωνα, ενώ σε μικρότερες κλίμακες (1:10.000) είναι ορθότερο να χρησιμοποιηθεί η γεωμετρία του σημείου. Τέλος κάθε γεωμετρία συνδέεται με μια σχέση 1-1 με μια εγγραφή σε ένα πίνακα περιγραφικών χαρακτηριστικών.

Πηγές

<http://raider.mountunion.edu/~mcnaugma/Topographic%20Maps/contour.htm>

<http://estia.hua.gr:8080/dspace/bitstream/123456789/183/1/Ptychiaki34.pdf>

<http://www.anavasi.gr/about.php>

3. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

3.1 Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η τεκτονική χαρτογράφηση και επεξεργασία. Μεγάλο μέρος του θεωρητικού τμήματος του συγκεκριμένου κεφαλαίου προέρχεται από το βιβλίο του καθηγητή Κίλια Α. (Αριστοτέλειο Παν., Τμήμα Γεωλογίας) με τίτλο «Εισαγωγή στην τεκτονική γεωλογία» - 1985.

3.2 Ρήγματα και μετατοπίσεις

Ρήγμα στην τεκτονική ονομάζουμε κάθε ρηξιγενή δομή εκατέρωθεν της οποίας παρατηρούνται μετακινήσεις των επί μέρους τμημάτων του γεωλογικού σχηματισμού που παραμορφώνεται. Οι μετατοπίσεις αυτές μπορεί να είναι της τάξης μεγέθους από 1cm μέχρι και πάνω από 1000m.

Οι ρηξιγενείς επιφάνειες μπορεί να είναι κατακόρυφες, κεκλιμένες ανάλογα ή οριζόντιες. Μπορεί να εμφανίζονται όπως και οι επιφάνειες των διακλάσεων, λείες επίπεδες, κεκαμμένες ή και σιγμοειδώς κεκαμμένες.

Συνήθως τα ρήγματα στους γεωλογικούς σχηματισμούς, είτε αυτοί είναι ιζηματογενείς, είτε μαγματογενείς, είτε μεταμορφωσιγενείς, προκαλούνται μετά το σχηματισμό τους, από την επίδραση μεταγενέστερων παραμορφωτικών δυνάμεων. Υπάρχουν περιπτώσεις ιδίως στα ιζηματογενή πετρώματα όπου ο σχηματισμός των ρηγμάτων μπορεί να γίνει κατά τη διάρκεια της ιζηματογένεσης. Τα ρήγματα αυτά αποτελούν μια ιδιαίτερη μεγάλης σημασίας για τη σχετική χρονολόγηση τεκτονικών συμβάντων στη φύση κατηγορία ρηγμάτων που χαρακτηρίζονται ως συνιζηματογενή ρήγματα.

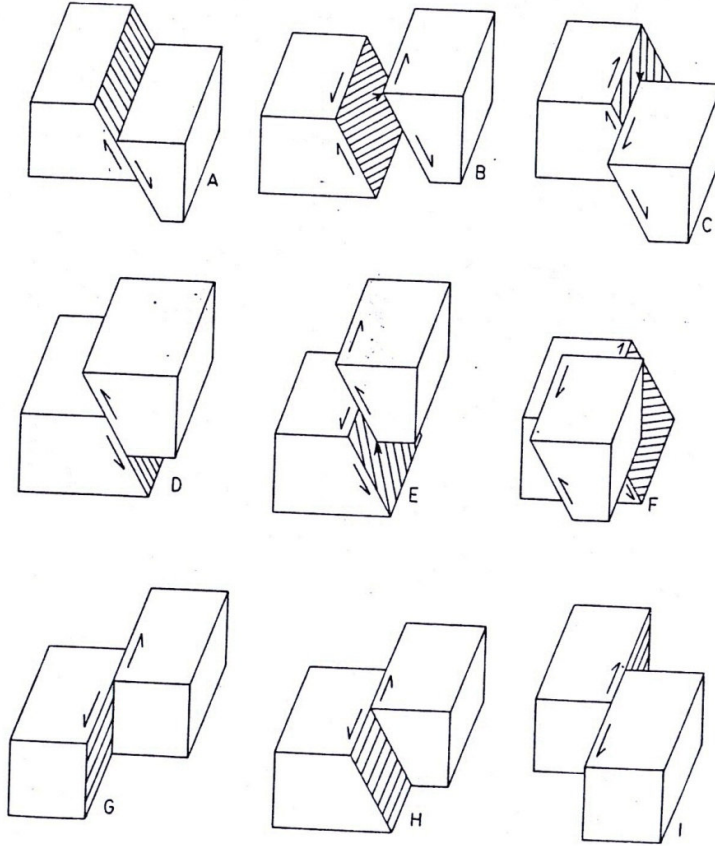
Κατά μήκος των ρηγμάτων κυκλοφορεί συνήθως νερό, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται πολλές φορές πηγές σε ορισμένα σημεία τους ανάλογα με τις γεωλογικές συνθήκες της ευρύτερης περιοχής. Υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες διαπιστώθηκε ότι τα ρήγματα ιδίως αυτά που αναπτύσσονται κάθετα στη διεύθυνση ροής του νερού μέσα στο πέτρωμα και το υλικό πληρώσεως τους έχει συμπυκνωθεί, αποτελούν ανασταλτικό παράγοντα στην κίνηση του νερού σχηματίζοντας ένα αδιαπέρατο για το νερό διάφραγμα.

Ανάλογα με τον τρόπο κίνησης των επί μέρους τμημάτων του γεωλογικού σχηματισμού εκατέρωθεν του ρήγματος, διακρίνονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες (σχ. 3.1):

- α) ρήγματα σμίκρυνσης
- β) ρήγματα απομάκρυνσης

γ) ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης

Πολλές φορές λοιπόν παρατηρούνται μεταβατικές μορφές μεταξύ των α και γ κατηγοριών ρηγμάτων καθώς και μεταξύ των β και γ κατηγοριών. Δημιουργούνται έτσι στην πρώτη περίπτωση τα πλάγια ανάστροφα ρήγματα ενώ στη δεύτερη τα πλάγια κανονικά.



Σχ. E.17. Οι κυριότεροι τύποι των ρηγμάτων. Α. κανονικό ρήγμα, Β. πλάγιο κανονικό ρήγμα αριστερόστροφο, C. πλάγιο κανονικό ρήγμα δεξιόστροφο, D. ανάστροφο ρήγμα. E. πλάγιο ανάστροφο ρήγμα αριστερόστροφο. F. πλάγιο ανάστροφο ρήγμα δεξιόστροφο, G. ρήγμα οριζόντιας μετατόπισης με κατακόρυφη ρηξιγενή επιφάνεια αριστερόστροφο, H. ρήγμα οριζόντιας μετατόπισης με κεκλιμένη ρηξιγενή επιφάνεια αριστερόστροφο, I. ρήγμα οριζόντιας μετατόπισης με κατακόρυφη ρηξιγενή επιφάνεια δεξιόστροφο. (C.T.H. 16, 1978).

Σχήμα 3.1. Ταξινόμηση ρηγμάτων

Κατά τη γεωλογική εξέλιξη ενός ρήγματος είναι δυνατόν να αλλάξει η αρχική φορά κίνησης των τμημάτων εκατέρωθεν της ρηξιγενούς επιφάνειας έτσι ώστε ένα ανάστροφο ρήγμα να μεταπίπτει σε ένα κανονικό ρήγμα ή και αντίστροφα. Αλλά και κατά μήκος του ίδιου του ρήγματος συμβαίνει καμιά φορά οι παρατηρούμενες κινήσεις να έχουν αντίθετη φορά σε ορισμένα σημεία της ρηξιγενούς επιφάνειας με αποτέλεσμα το ίδιο ρήγμα αλλού να εμφανίζεται ως ανάστροφο και αλλού ως κανονικό.

Γενετικά τα ρήγματα θεωρούνται αντίθετα με τις διακλάσεις και ρωγμώσεις ως διατμητικές ρηξιγενείς δομές που προκαλούνται έστω και δευτερογενώς από διατμητικές τάσεις, ως αποτέλεσμα συμπιεστικών ή εφελκυστικών κύριων δυνάμεων.

3.3 Ρήγματα σμίκρυνσης ή ρήγματα συμπίεσης ή ανάστροφα ρήγματα

Στα ανάστροφα ρήγματα το τμήμα του γεωλογικού σχηματισμού που βρίσκεται πάνω από τη ρηξιγενή επιφάνεια κινείται προς τα πάνω, ενώ αυτό που βρίσκεται κάτω από τη ρηξιγενή επιφάνεια κινείται αντίθετα προς τα κάτω.

Τα ανάστροφα ρήγματα όπως φαίνεται και από το χαρακτηρισμό τους ως ρήγματα σμίκρυνσης, προκαλούν μια σμίκρυνση των διαστάσεων του γεωλογικού σχηματισμού κατά το οριζόντιο επίπεδο.

Γεωδυναμικά οι ρηξιγενείς αυτές τεκτονικές δομές αντιστοιχούν στο μεγαλύτερο μέρος των πτυχωσιγενών δομών, κατά τις οποίες δεν παρατηρείται καμιά ρήξη των γεωλογικών σχηματισμών. Και οι δύο αυτές τεκτονικές δομές δημιουργούνται από συμπιεστικές τάσεις και εμφανίζονται έτσι συχνά μαζί ή πολλές φορές η μια μορφή μεταπίπτει στην άλλη εφόσον είναι αποτέλεσμα της ίδιας παραμορφωτικής φάσης. Και οι δύο τεκτονικές δομές αναπτύσσονται συνήθως κάθετα στην ισχυρότερη και παράλληλα στη μικρότερη τεκτονική καταπόνηση που δέχεται ο γεωλογικός σχηματισμός.

Όταν παράλληλα περίπου μεταξύ τους ρήγματα επιπεύσεων ή επωθήσεων ακολουθούν το ένα πίσω από το άλλο σχηματίζεται τότε μια ζώνη που ονομάζεται ζώνη λεπιώσεων. Στα διάφορα λέπια που σχηματίζονται μεταξύ των ανάστροφων ρηγμάτων εμφανίζονται συχνά οι ίδιες εναλλαγές των γεωλογικών σχηματισμών. Η γεωτεκτονική ζώνη του Αξιού στον Ελληνικό χώρο, χαρακτηρίζεται ως μια τυπική ζώνη λεπιώσεων.

Ένα τεκτονικό φαινόμενο επακόλουθο της δράσης μικρής κλίσεως ή και οριζόντιων ανάστροφων ρηγμάτων αποτελεί η δημιουργία των τεκτονικών καλυμμάτων.

Ως τεκτονικό κάλυμμα χαρακτηρίζεται κάποιος γεωλογικός σχηματισμός ο οποίος από τη δράση ακριβώς τέτοιων ανάστροφων ρηγμάτων, αποχωρίζεται από την πρωταρχική του θέση και τοποθετείται τεκτονικά πάνω σε κάποιον άλλο γεωλογικό σχηματισμό.

Το τεκτονικό κάλυμμα αποτελεί τον αλλόχθονο γεωλογικό σχηματισμό ενώ ο γεωλογικός σχηματισμός πάνω στον οποίο επωθείται το τεκτονικό κάλυμμα, αποτελεί τον αυτόχθονο. Παρατηρείται συχνά σε μια περιοχή ο σχηματισμός αλληπάληλων τεκτονικών καλυμμάτων το ένα πάνω στο άλλο και όλα μαζί επωθημένα σε κάποιο αυτόχθονο σύστημα

πετρωμάτων που συχνά αποτελεί και τον νεότερης ηλικίας γεωλογικό σχηματισμό της περιοχής.

Σε κάθε τεκτονικό κάλυμμα διακρίνουμε τα εξής επί μέρους τμήματα:

α) βασικό σώμα : πρόκειται για τον κύριο όγκο του τεκτονικού καλύμματος

β) μέτωπο τεκτονικού καλύμματος: είναι το μπροστινό τμήμα του βασικού σώματος

γ) ράχη τεκτονικού καλύμματος: αποτελεί την οροφή του βασικού σώματος

δ) ρίζα του τεκτονικού καλύμματος: πρόκειται για το σημείο από όπου ξεκινάει το τεκτονικό κάλυμμα

ε) τεκτονικό ράκος ή απομονωμένο τεκτονικό κάλυμμα: πολλές φορές είναι δυνατό να αποκοπεί από τον κύριο όγκο του βασικού σώματος ένα κομμάτι και να εμφανίζεται ως ένα ανεξάρτητο και απομονωμένο τεκτονικό κάλυμμα, το απομονωμένο τμήμα χαρακτηρίζεται τεκτονικό ράκος

στ) βάση του τεκτονικού καλύμματος: πρόκειται για το κάτω μέρος του βασικού σώματος με το οποίο έρχεται σε επαφή με το αυτόχθονο σύστημα πετρωμάτων πάνω στο οποίο επωθείται.

Η βάση του τεκτονικού καλύμματος αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά τμήματα διότι στο σημείο αυτό μπορούμε να διαπιστώσουμε τη διεύθυνση κίνησης του τεκτονικού καλύμματος από τη μορφή και την ανάπτυξη των μικροδομών.

Στενά συνδεδεμένο με τη δημιουργία των τεκτονικών καλυμμάτων βρίσκεται ο σχηματισμός του τεκτονικού παράθυρου. Πολλές φορές σε κάποια περιοχή λόγω έντονης διάβρωσης ενός τμήματος του τεκτονικού καλύμματος αποκαλύπτονται στα μορφολογικά κατώτερα κατά κανόνα σημεία μέλη του αυτόχθονου συστήματος. Αναφερόμαστε λοιπόν στην παρουσία τεκτονικού παράθυρου.

Τεκτονικά παράθυρα στον Ελληνικό χώρο έχουμε στις περιοχές του Ολύμπου ,της Όσσας, των ΒΑ Περίων όπου λόγω της διάβρωσης των παλαιοζωικών κρυσταλλοσχιστωδών πετρωμάτων της Πελαγονικής ζώνης που αποτελεί στην προκειμένη περίπτωση το τεκτονικό κάλυμμα αποκαλύπτονται τα μεσοζωικά και νεότερα ανθρακικά πετρώματα του υποκείμενου αυτόχθονου συστήματος.

Η γένεση ενός τεκτονικού καλύμματος δεν οφείλεται πάντοτε στην παρουσία ανάστροφων ρηγμάτων.

3.4 Ρήγματα απομάκρυνσης ή ρήγματα έκτασης ή κανονικά ρήγματα

Η κατηγορία αυτή των ρηγμάτων, αντίθετα με την κατηγορία των ανάστροφων ρηγμάτων, προκαλείται από εφελκυστικές τάσεις, ενώ συνδέονται συνήθως με μια **επιμήκυνση ή έκταση** του γεωλογικού σχηματισμού κατά το οριζόντιο επίπεδο.

Τα κανονικά ρήγματα προκαλούν τις μεταπτώσεις των τμημάτων του γεωλογικού σχηματισμού που βρίσκονται εκατέρωθεν της ρηξιγενούς επιφάνειας με τρόπο ώστε το τμήμα που βρίσκεται πάνω από τη ρηξιγενή επιφάνεια κινείται προς τα κάτω ενώ το τμήμα που βρίσκεται κάτω από τη ρηξιγενή επιφάνεια κινείται αντίθετα προς τα πάνω.

Η γωνία κλίσης των ρηξιγενών επιφανειών των κανονικών ρηγμάτων είναι συνήθως μεγάλη και κυμαίνεται από 50-75 μοίρες. Το ποσό της επιμήκυνσης των γεωλογικών σχηματισμών από τη δράση των κανονικών ρηγμάτων προκύπτει από την απόσταση κατά το οριζόντιο επίπεδο μεταξύ ενός σημείου ενός στρώματος και του αντίστοιχου σημείου του ίδιου στρώματος, μετά τη μετάπτωση.

Είναι φανερό ότι όσο μεγαλύτερη γωνία κλίσης έχει η ρηξιγενής επιφάνεια του κανονικού ρήγματος, τόσο μικρότερη θα είναι και η αντίστοιχη επιμήκυνση του γεωλογικού σχηματισμού που παραμορφώνεται.

Η παρουσία πολλών κανονικών ρηγμάτων σε μια περιοχή έχει ως αποτέλεσμα ανάλογα με τις διευθύνσεις κλίσεων των αντίστοιχων ρηγμάτων τη δημιουργία χαρακτηριστικών τεκτονικών δομών που ονομάζονται **τεκτονικά κέρατα και τεκτονικές τάφροι ή τεκτονικά βυθίσματα**.

Παραδείγματα τέτοιων τεκτονικών κεράτων και τάφρων στην Ελλάδα υπάρχουν πολλά . Αναφέρουμε για παράδειγμα τα τεκτονικά βυθίσματα της Βόλβης- Ρεντίνας και του Ανθεμούντα τα οποία με ανάπτυξη ΒΒΑ-ΝΝΔ κόβουν εγκάρσια σε γενικές γραμμές την κύρια ανάπτυξη των γεωλογικών σχηματισμών της Σερβομακεδονικής μάζας στις περιοχές βορειοανατολικά και ανατολικά της Θεσσαλονίκης.

Στην περίπτωση που ένα πλήθος μεταπτωτικών ρηγμάτων με την ίδια διεύθυνση κλίσης προκαλεί σταδιακή ταπείνωση μιας περιοχής προς τη μια κατεύθυνση ,τότε μιλάμε για κλιμακωτή εμφάνιση των ρηγμάτων αυτών.

Τα κανονικά ρήγματα αποτελούν στο μεγαλύτερο μέρος τους διατμητικές ρηξιγενείς δομές που προήλθαν όμως δευτερογενώς από τη μετατροπή ρηξιγενών δομών εφελκυσμού σε κάποιο μεταγενέστερο στάδιο. Η δημιουργία των ρηγμάτων αυτών θα πρέπει να αποδοθεί σε μεταγενέστερες κινήσεις που προκλήθηκαν από την επίδραση κάποιας νεότερης και

ανεξάρτητης ως προς την πτύχωση παραμορφωτικής φάσης με διαφορετικές ίσως διευθύνσεις και φορά τάσεων.

3.5 Ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης

Τα ρήγματα αυτά προκαλούν οριζόντια μετατόπιση των τμημάτων του γεωλογικού σχηματισμού που βρίσκονται εκατέρωθεν της ρηξιγενούς επιφάνειας ενώ συγχρόνως δεν παρατηρείται καμιά αξιόλογη μεταβολή των διαστάσεων του γεωλογικού σχηματισμού. Μεγάλων διαστάσεων ρήγματα χαρακτηρίζονται ως παραφορές.

Ανάλογα με τις σχετικές κινήσεις που λαμβάνουν χώρα στα τμήματα του γεωλογικού σώματος εκατέρωθεν του ρήγματος διακρίνουμε δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα ρήγματα οριζόντιων μετατοπίσεων.

Τα **ρήγματα μετασχηματισμού** ανήκουν στην κατηγορία των ρηγμάτων οριζόντιας μετατόπισης διαφέρουν όμως όπως τονίσθηκε από αυτά ως προς τον τρόπο γένεσης ενώ εμφανίζονται κατά κύριο λόγο στις περιοχές των μέσο-ωκεάνιων ράχων.

3.6 Πλάγια ρήγματα

Παραπάνω περιγράφηκαν ρήγματα στα οποία οι κινήσεις που έλαβαν χώρα ήταν κάθετα ή παράλληλα στην παράταξή τους. Με την παραδοχή αυτή διακρίθηκαν ανάλογα σε κανονικά ρήγματα σε ανάστροφα ρήγματα και σε ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης. Παρατηρούνται κινήσεις των δύο τμημάτων εκατέρωθεν του ρήγματος, πλάγια στην παράταξή του. Σε τέτοια ρήγματα λοιπόν οι μετατοπίσεις γίνονται κατά τη συνισταμένη μιας κάθετης και μιας παράλληλης προς την παράταξή τους κίνησης.

Σε τέτοιες περιπτώσεις αναφερόμαστε σε πλάγια κανονικά ή πλάγια ανάστροφα ρήγματα ανάλογα της κίνησης των δύο τεμαχίων εκατέρωθεν της ρηξιγενούς επιφάνειας.

Στα πλάγια ρήγματα όσο μεγαλώνει η συνιστώσα της οριζόντιας κίνησης, τόσο αυτά πλησιάζουν να μετατραπούν σε ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης. Αντίθετα όσο ελαττώνεται η συνιστώσα της οριζόντιας κίνησης τα πλάγια ρήγματα τείνουν να μετατραπούν σε κανονικά ή ανάστροφα ρήγματα.

3.7 Σχέσεις μεταξύ της διεύθυνσης κλίσης των ρηξιγενών επιφανειών και των γεωλογικών σχηματισμών

Τόσο σε κανονικά όσο και σε ανάστροφα ρήγματα η διεύθυνση κλίσης των ρηξιγενών επιφανειών τους, είναι δυνατόν να συμπίπτει ή να είναι αντίθετη με τη διεύθυνση κλίσης των γεωλογικών σχηματισμών που διαρηγνύουν.

Στην πρώτη περίπτωση μιλάμε για συνθετικά ρήγματα και στη δεύτερη για αντιθετικά ρήγματα. Ανάλογα λοιπόν με το χαρακτήρα του ρήγματος, διακρίνουμε αντιθετικά ή συνθετικά ανάστροφα ή πλάγια ανάστροφα ρήγματα, αντιθετικά ή συνθετικά κανονικά ή πλάγια κανονικά ρήγματα.

Οι γωνίες κλίσης των ρηξιγενών επιφανειών αντίστοιχα είναι δυνατόν να είναι είτε μικρότερες είτε μεγαλύτερες των γωνιών κλίσεων των γεωλογικών σχηματισμών. Μια σειρά σχέσεων μεταξύ των διευθύνσεων και γωνιών κλίσεων ρηξιγενών επιφανειών και επιφανειών στρώσεως ή σχιστότητας σε αντιθετικά και συνθετικά ρήγματα απεικονίζεται σε τομή στο παρακάτω σχήμα.

3.8 Ρηξιγενής επιφάνεια και υλικά πλήρωσης των ρηγμάτων

Οι επιφάνειες κατά μήκος των οποίων συμβαίνουν οι μετατοπίσεις των γεωλογικών σχηματισμών, αποτελούν τις **ρηξιγενείς επιφάνειες**. Οι ρηξιγενείς επιφάνειες εμφανίζονται συνήθως στιλπνές και λείες και χαρακτηρίζονται ως Harnisch- επιφάνειες ή ως «**καθρέφτης ρήγματος**» ή ως **κατοπτρικές επιφάνειες**. Το στιλβωμένο επικάλυμμα της ρηξιγενής επιφάνειας, αποτελείται από λεπτόκοκκο μυλονιτιωμένο πέτρωμα και συχνά φέρει φυλόμορφα ορυκτά, χαλαζία, ασβεστίτη, ορυκτά της αργίλου.

Πάνω στον «καθρέφτη» του ρήγματος αν δεν έχει επιδράσει σε μεγάλο βαθμό η διάβρωση, παρατηρούνται σχεδόν πάντα οι γραμμές ολίσθησης.

Οι γραμμές αυτές μοιάζουν με νυχιές πάνω στη ρηξιγενή επιφάνεια. Σχηματίζονται από την τριβή σκληρών υλικών τα οποία λόγω της αντίθετης κίνησης των δύο τεμαχών εκατέρωθεν του ρήγματος σύρθηκαν πάνω στη ρηξιγενή επιφάνεια. Πρόκειται λοιπόν για μικροαυλακώσεις και μικροράχεις που πολλές φορές φέρουν στη μικροκλίμακα μια ελαφριά κλίνουσα και μια απότομη κλίνουσα πλευρά, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται κλιμακωτές δομές που υποδηλώνουν έτσι τη φορά της κίνησης.

Οι γραμμές ολίσθησης κατά τη μελέτη των ρηγμάτων αποτελούν ένα σημαντικό γραμμικό στοιχείο, γιατί η διάταξη τους μας δείχνει τη διεύθυνση της τελευταίας κίνησης που έλαβε χώρα. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου πάνω σε μια ρηξιγενή επιφάνεια

παρατηρούνται γραμμώσεις με διαφορετικές διευθύνσεις οπότε πλέον έχουμε ένα στοιχείο για τη μελέτη της κινητικής εξέλιξης του ρήγματος, διότι κάθε διαφορετική κίνηση θα δημιουργήσει και διαφορετικής διεύθυνσης γράμμοση ολίσθησης.

Οι γραμμές ολίσθησης σε επωθήσεις ή μεταπτώσεις τοποθετούνται κάθετα στην παράταξη του ρήγματος ή παράλληλα στη διεύθυνση κλίσης του. Αντίθετα σε ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης τοποθετούνται παράλληλα στην παράταξη ή κάθετα στη διεύθυνση κλίσης του ρήγματος.

Κατά τη παρατήρηση στο ύπαιθρο θα πρέπει να εξακριβώσουμε και τη σχετική φορά κίνησης των τεμαχίων εκατέρωθεν του ρήγματος που αποτελεί σημαντικό στοιχείο για την τεκτονική ανάλυση μιας ρηξιγενούς δομής.

Οι παρακάτω ενδείξεις θα μας οδηγήσουν στην ανάλυση της φοράς των επιμέρους κινήσεων εκατέρωθεν του ρήγματος:

α) Λόγω της **κλιμακωτής μικροδομής** των γραμμώσεων ολίσθησης, εάν τοποθετήσουμε την παλάμη μας πάνω στη ρηξιγενή επιφάνεια και την κινήσουμε πάνω κατά τη διεύθυνση της κίνησης που θα μας τη φανερώσουν οι γραμμές κίνησης τότε η φορά της κίνησης του τμήματος που βρίσκεται προς το μέρος που στεκόμαστε θα πρέπει να είναι αντίθετη προς τη φορά κίνησης του χεριού που θα παρατηρηθεί η μεγαλύτερη αντίσταση.

β) Οι **μικροκάμψεις** των γεωλογικών σχηματισμών εκατέρωθεν της ρηξιγενούς επιφάνειας.

γ) **Η παρουσία πτεροειδών διακλάσεων** Ο τρόπος της αναγνώρισης των σχετικών κινήσεων σύμφωνα με την τοποθέτηση των πτεροειδών διακλάσεων.

δ) **Η παρουσία ασύμμετρων μικροπτυχών** με φορά κοντά στη ρηξιγενή επιφάνεια. Η φορά των πτυχών μας δείχνει και τη φορά της κίνησης.

ε) **Η παρουσία σφηνοειδών ρωγμών**. Η φορά της κίνησης τοποθετείται κατά την ανάπτυξη της οξείας γωνίας που σχηματίζεται από τη σφηνοειδή ρωγμωση και τη ρηξιγενή επιφάνεια. Οι σφηνοειδείς ρωγμές εμφανίζονται συνήθως πληρωμένες με μεταγενέστερο υλικό που μπορεί να είναι αργιλικό, ασβεστιτικό, χαλαζιακό.

στ) **Η διάταξη τεμαχίων** που αποκολλήθηκαν από τον ένα από τους δύο σχηματισμούς εκατέρωθεν του ρήγματος και ενσωματώθηκαν στον άλλον κατά την κίνηση, μας δείχνει τη φορά των επί μέρους κινήσεων. Η διεύθυνση κλίσης αυτών βρίσκεται συνήθως αντίθετη της φοράς της κίνησης.

Μέσα στα ρήγματα ή σε ζώνες ρηγμάτων παρατηρούνται ισχυρά τεκτονισμένα μέλη των πετρωμάτων που παραμορφώνονται και τα οποία συνοδεύονται από υλικά που αποθέτει

το νερό που κυκλοφορεί στο ρήγμα όπως ασβεσίτη, χαλαζία, άργιλλο. Τα υλικά αυτά αποτελούν τα υλικά πλήρωσης των ρηξιγενών δομών.

Από την ισχυρή τριβή που αναπτύσσεται στα σημεία των ρηγμάτων λόγω της αντίθετης κίνησης των δύο τεμαχών εκατέρωθεν της ρηξιγενής επιφάνειας δημιουργείται αρχικά ένα τεκτονικό λατυποπαγές. Αυτό αποτελεί ένα συνεκτικό κατακλασμένο σχηματισμό που συνίσταται από συνδετική ύλη και γωνιώδη θραύσματα των γειτονικών πετρωμάτων, σε αντίθεση με το ιζηματογενές λατυποπαγές, στο οποίο δεν παρατηρείται η ισχυρή κατάκλαση και η τέλεια γωνιώδη ανάπτυξη των συστατικών του.

Συχνή είναι η εμφάνιση πολλών διαδοχικών ρηξιγενών επιφανειών μεταξύ δύο κύριων ακραίων ρηγμάτων οπότε στην προκειμένη περίπτωση μιλάμε για μια ρηξιγενή ζώνη. Μεταξύ των δύο ακραίων ρηγμάτων της ρηξιγενής ζώνης μετατοπίζονται τα διάφορα τεμάχια κατά μήκος των συνοδών ρηξιγενών επιφανειών με αποτέλεσμα να εμφανίζονται ισχυρά τεκτονισμένα και να συνοδεύονται από τη δημιουργία διαδοχικών μυλωνιτών σε όλο το πλάτος της ρηξιγενής ζώνης.

Ρηξιγενείς ζώνες αναπτύσσονται τόσο από ανάστροφα όσο και από κανονικά ρήγματα. Στην πρώτη περίπτωση μιλάμε για ζώνη λεπιώσεων και στη δεύτερη περίπτωση για ζώνη κλιμακωτών μεταπτώσεων.

3.9 Αναγνώριση ρηγμάτων στην ύπαιθρο

Κάποιοι παράγοντες όπως η διάβρωση, η φυτική κάλυψη, οι νέες προσχώσεις, η οικιστική ανάπτυξη δυσχεραίνουν συχνά την αναγνώριση ή χαρτογράφηση του ρήγματος στο ύπαιθρο έτσι ώστε μόνο με έμμεσες παρατηρήσεις να αποφανθούμε για την ύπαρξη ενός ρήγματος. Κατά την αναγνώριση ενός ρήγματος πρέπει να είμαστε προσεχτικοί στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τον χαρακτηρισμό, το μέγεθος της ανάπτυξης, την κινητική και τη δυναμική του κατάσταση.

Παρακάτω αναφέρονται κάποιες βασικές ενδείξεις που βοηθάνε στην αναγνώριση και στη μελέτη του ρήγματος.

α) Η παρουσία μιας κατοπτρικής επιφάνειας μας φανερώνει την ύπαρξη ενός ρήγματος μεταπτωτικού χαρακτήρα.

β) Η απότομη μεταβολή της γεωλογικής δομής και της πετρογραφικής σύστασης μιας περιοχής καθώς και της γωνίας κλίσης ή της παράταξης ενός γεωλογικού σχηματισμού αποτελούν σημαντικές ενδείξεις για την παρουσία ενός δείγματος. Εξ άλλου η απότομη

αύξηση του πάχους προσχώσεων ή νεογενών σχηματισμών στην επαφή τους με κάποιο υπόβαθρο, φανερώνει την ύπαρξη κάποιας ρηξιγενής δομής.

γ) **Τεκτονικά λατυποπαγή ή υλικό μυλωνίτου**, διατεταγμένα κατά ζώνες αποτελούν σημαντικό κριτήριο για την αναγνώριση ρηξιγενών δομών. Τα τεκτονικά λατυποπαγή τοποθετούνται συνήθως σε γωνιώδη ασυμφωνία με τα γειτονικά πετρώματα. Στα τεκτονικά λατυποπαγή που συνδέονται με επωθήσεις ή επιπτεύσεις η συνδετική ύλη και τα γωνιώδη θραύσματα αποτελούνται από το ίδιο υλικό. Η συνδετική τους ύλη εμφανίζεται συνήθως ως μυλωνίτης και δεν περιέχει φερτά ξένα υλικά, λόγω της μικρής δυνατότητας κυκλοφορίας των διαλυμάτων σε ζώνες τέτοιων λατυποπαγών.

Αντίθετα στα τεκτονικά λατυποπαγή, που συνδέονται με μεταπτωτικά ρήγματα ή ρωγμώσεις η συνδετική ύλη αποτελείται και από φερτά υλικά ή νεοσχηματισθέντα ορυκτά που αποτίθενται από τα διαλύματα που κυκλοφορούν σε ζώνες τέτοιων λατυποπαγών.

Οποσδήποτε όμως μια σειρά συμπληρωματικών παραγόντων είναι δυνατόν να αλλοιώσει τα γενικά χαρακτηριστικά των τεκτονικών λατυποπαγών έτσι ώστε για την αναγνώριση μιας επώθησης ή μιας μετάπτωσης δεν μπορούμε να στηριχθούμε μόνο στο χαρακτήρα των διάφορων τεκτονικών λατυποπαγών.

δ) Η **μορφολογία μιας περιοχής** μας βοηθάει πολλές φορές στην ανεύρεση ενός ρήγματος.

ε) Η **διαφορά της βλάστησης** σε ορισμένες περιοχές συνδέεται πολλές φορές με την ύπαρξη ρηγμάτων.

στ) Οι **αεροφωτογραφίες** αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα διαγνωστικά μέσα των ρηξιγενών δομών. Ρήγματα και μεγάλα συστήματα ρωγμώσεων που αναγνωρίζονται πολύ δύσκολα κατά τις εργασίες υπαίθρου είναι δυνατόν να αποκαλυφθούν με μεγάλη ακρίβεια στην αεροφωτογραφία και να τοποθετηθούν στο γεωλογικό χάρτη.

ζ) Στην περίπτωση που διαπιστώσουμε από στρωματογραφικά ή τεκτονικά δεδομένα, ότι ένας παλιότερης ηλικίας σχηματισμός υπέρκειται ενός νεότερης ηλικίας είμαστε σίγουροι ότι η μεταξύ τους σχέση θα είναι τεκτονική και ότι ο υπερκείμενος γεωλογικός σχηματισμός επωθήθηκε πάνω στον υποκείμενο νεότερό του.

Αντίθετα η αναγνώριση επωθητικών ρηγμάτων στην περίπτωση που νεότερης ηλικίας γεωλογικοί σχηματισμοί επωθούνται πάνω σε παλαιότερης ηλικίας πετρώματα, ιδίως όταν οι στρώσεις των νεότερων ή και των παλαιότερων σχηματισμών βρίσκονται σε συμφωνία με την επιφάνεια της επώθησης αποτελεί τις περισσότερες φορές ένα πολύ δύσκολο πρόβλημα.

Σε μια τέτοια διάταξη γεωλογικών σχηματισμών βρισκόμαστε πάντα σε αμφιβολία εάν μεταξύ τους υπάρχει στρωματογραφική συμφωνία ή ασυμφωνία ή αν υπάρχει τεκτονική επαφή.

Η ανεύρεση τεκτονικών λατυποπαγών ή σχιστοποιημένων ζωνών στα όρια των σχηματισμών δεν αποτελεί σοβαρό κριτήριο για την τεκτονική τους σχέση. Διότι ακόμη και όταν υπάρχει στρωματογραφική επαφή μεταξύ δύο ανομοιογενών υλικών είναι δυνατόν, χωρίς τη δράση κάποιου αξιόλογου ανάστροφου ρήγματος, να δημιουργηθούν τεκτονικά λατυποπαγή ή ζώνες τεκτονισμού.

Η ανεύρεση ενός κροκαλοπαγούς επίκλυσης θα έδινε σοβαρά στοιχεία για τον χαρακτηρισμό της επαφής τους ως στρωματογραφική.

Μια επιφάνεια επαφής ανώμαλη που θα προήλθε προφανώς από τη διάβρωση του υποκείμενου σχηματισμού σε περίοδο χέρσευσης, θα έδινε πρόσθετα στοιχεία για μια στρωματογραφική επαφή.

Βαθμιαία μετάβαση του υποκείμενου γεωλογικού σχηματισμού προς τον υπερκείμενο, δείχνει επίσης μια στρωματογραφική επαφή.

Υπολείματα καρστικών σχηματισμών ή γενικά ενδείξεις ηπειρωτικής επεξεργασίας του υποκείμενου σχηματισμού στην επαφή του με τον υπερκείμενο συνηγορούν για στρωματογραφική επαφή.

Αντίθετα η παρατήρηση θραυσμάτων του υποκείμενου σχηματισμού ενσωματωμένα στη βάση του υπερκείμενου σχηματισμού σε συνδυασμό με μια έντονη τεκτονική καταπόνηση της περιοχής επαφής των δύο σχηματισμών δείχνει σαφώς τεκτονική επαφή.

Όταν η στρώση του νεότερου υπερκείμενου σχηματισμού βρίσκεται σε ασυμφωνία με μια ισχυρά τεκτονισμένη επιφάνεια επαφής των δύο σχηματισμών, τότε μιλάμε για επωθητικό φαινόμενο.

3.10 Γεωλογικά στοιχεία

Τα επιφανειακά και γραμμικά στοιχεία αποτελούν εκφράσεις των τεκτονικών-γεωλογικών δομών. Το μεγαλύτερο μέρος των γεωλογικών-τεκτονικών δομών εκφράζεται είτε ως επιφανειακό είτε ως γραμμικό στοιχείο. Η γένεσή τους αποδίδεται σε φαινόμενα ιζηματογένεσης, διαγένεσης, μεταμόρφωσης, μαγματισμού και τεκτογένεσης.

- Τα **ιζηματογενή φαινόμενα** είναι διεργασίες που γίνονται στην επιφάνεια της γης και στηρίζονται στις επί μέρους διεργασίες της διάβρωσης, αποσάθρωσης, μεταφοράς και απόθεσης υλικών.

- Τα φαινόμενα της **διαγένεσης** είναι διεργασίες που γίνονται στην επιφάνεια της γης ή σε ένα μικρό βάθος κάτω από την επιφάνεια και επιδρούν στα ιζηματογενή πετρώματα μετά το στάδιο της απόθεσης τους. Με αυτά συνδέεται η αποξήρανση και μετατροπή του ιζήματος σε συμπαγή σχηματισμό, καθώς επίσης η ανακρυστάλλωση ή ο σχηματισμός νέων ορυκτών.

- **Μαγματικά** φαινόμενα είναι διεργασίες κατά τις οποίες από την ψύξη και κρυστάλλωση ενός πυριτικού τήγματος(μάγμα), σχηματίζονται τα μαγματικά πετρώματα. Όταν η κρυστάλλωση αυτή γίνει στην επιφάνεια της γης ή σε μικρό βάθος δημιουργούνται ως γνωστό τα ηφαιστειακά πετρώματα όπως για παράδειγμα βασάλτης. Κρυστάλλωση του μάγματος σε μεγαλύτερο βάθος έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό των πλουτωνικών πετρωμάτων καθώς επίσης και μεγάλου μέρους των φλεβικών πετρωμάτων.

- **Φαινόμενα μεταμόρφωσης** αποτελούν διεργασίες κατά τις οποίες προκαλούνται μεταβολές στις ορυκτολογικές παραγενέσεις των πετρωμάτων καθώς και στην υφή τους. Οι μεταβολές αυτές γίνονται συνήθως ενώ ακόμη το πέτρωμα βρίσκεται σε στερεά κατάσταση και οφείλονται στο γεγονός ότι το πέτρωμα βρέθηκε για μια ορισμένη αιτία σε διαφορετικές φυσικό-χημικές συνθήκες από αυτές του πρωταρχικού περιβάλλοντος όπου σχηματίσθηκε.

- **Τεκτονικά φαινόμενα** είναι οι διεργασίες κατά τις οποίες δημιουργούνται μηχανικές παραμορφώσεις στους γεωλογικούς σχηματισμούς από την επίδραση τεκτονικών δυνάμεων. Εκφράζονται σε κάμψεις και σε διαρρήξεις.

3.11 Επιφανειακά στοιχεία

1.Επιφάνειες στρώσεως. Παράλληλες στη στρώση των ιζηματογενών πετρωμάτων επιφάνειες διαχωρισμού. Διαχωρίζουν τα ιζηματογενή πετρώματα στις επί μέρους μικρομονάδες, τα στρώματα.

2.Επιφάνειες ασυνεχειών. Αποτελούν επιφάνειες διαχωρισμού γεωλογικών σωμάτων και διαχωρίζουν σειρές ή τύπους πετρωμάτων διαφορετικής συστάσεως, αποχρώσεως, υφής και πολλές φορές ηλικίας. Συνήθως φανερώνουν ένα χρονικό κενό μεταξύ των σχηματισμών που διαχωρίζουν.

Οφείλονται σε φαινόμενα ιζηματογενή, μαγματικά, μεταμόρφωσης και τεκτονικά. Τα πετρώματα που διαχωρίζουν οι επιφάνειες αυτές βρίσκονται σε συμφωνία ή ασυμφωνία.

3.Επιφάνειες διασταυρωμένης στρώσης. Κεκαμμένες επιφάνειες μέσα σε στρώματα ιζηματογενών πετρωμάτων που προήλθαν λόγω μεγαλύτερης ταχύτητας ροής του νερού στα σημεία.

4.Τραπεζοειδείς επιφάνειες. Επιφάνειες αποχωρισμού, με μικρή συνήθως γωνία κλίσεως σε μαγματίτες και μεταμορφωμένα πετρώματα, αποτέλεσμα προσανατολισμού ορυκτών.

5.Επιφάνειες κατατμήσεων. Επιφάνειες διαχωρισμού στα πετρώματα. Σχηματίζονται είτε από τεκτονική παραμόρφωση, είτε στο στάδιο της διαγένεσης ενός ιζήματος, είτε στο στάδιο κρυσταλλώσεως ενός μάγματος.

Ανάλογα με τη γεωμετρική τοποθέτησή τους ως προς τα υπόλοιπα στοιχεία δομής των γεωλογικών σχηματισμών, είναι δυνατόν οι κατατμήσεις να διακριθούν σε επιμήκειες, εγκάρσιες, οριζόντιες και διαγώνιες.

6. Επιφάνειες ρηγμάτων. Τεκτονικές επιφάνειες διαχωρισμού κατά μήκος των οποίων μετατοπίζονται οι γεωλογικοί σχηματισμοί.

Ανάλογα με τη σχετική κίνηση των τμημάτων του πετρώματος που βρίσκονται εκατέρωθεν της ρηξιγενούς επιφάνειας, τα ρήγματα διακρίνονται σε τρεις μεγάλες ομάδες:

- α) Ανάστροφα
- β)Κανονικά
- γ)Ρήγματα οριζόντιων μετατοπίσεων.

7.Επιφάνειες σχιστότητας. Παράλληλες ή ριπιδοειδείς διατεταγμένες επιφάνειες διαχωρισμού σε τεκτονικά παραμορφωμένα πετρώματα. Οι επιφάνειες αυτές βρίσκονται συνήθως σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Κατά μήκος των επιφανειών αυτών παρατηρούνται μικρής κλίμακας μετακινήσεις των τμημάτων του πετρώματος, φαινόμενα διαλύσεως, ανακρυστάλλωσης ορυκτών και σχηματισμός νέων ορυκτών.

3.12 Γραμμικά στοιχεία

- α) Τεκτονικά γραμμικά στοιχεία

α1) **Γράμμωση διατομής.** Πρόκειται για γράμμωση που προκύπτει από την τομή δύο διασταυρωμένων επιφανειών, ετεροειδών ή ομοειδών.

α2) **Άξονες πτυχής.** Γράμμωση που προκύπτει από τη σύνδεση των σημείων της εντονότερης κάμψης ενός κεκαμμένου γεωλογικού σχηματισμού. Από τη σύνδεση των υψηλότερων ή χαμηλότερων σημείων της κάμψης προκύπτει η κορυφαία και πυθμιαία γράμμωση της πτυχής.

α3) **Γράμμωση ολίσθησης.** Γραμμώσεις στις επιφάνειες των ρηγμάτων, που αποτελούν ενδείξεις των επί μέρους κινήσεων, των τμημάτων που βρίσκονται εκατέρωθεν του ρήγματος.

α4) **Γράμμωση** που προκύπτει από τον **προσανατολισμό επιμήκων ή επιμηκυσμένων**, μετά από τεκτονική καταπόνηση, **ορυκτών, κροκάλων** ή και **ορυκτολογικών συσσωματωμάτων**. Συνδέεται, κυρίως, με μεταμορφωμένα ή ισχυρά τεκτονισμένα πετρώματα τους τεκτονίτες.

β) Γραμμώσεις συνδεδεμένες με ιζηματογένεση

β1) **Στενές αυλακώσεις** στις πάνω επιφάνειες στρωμάτων των ιζηματογενών πετρωμάτων. Προκύπτουν από τη μεταφορά και την τριβή πάνω στο μαλακό ίζημα σκληρότερων υλικών όπως απολιθωμάτων, κροκάλων που γίνεται από τη δράση ισχυρών ρευμάτων ροής.

β2) Ρυτιδώσεις στις επιφάνειες των ιζημάτων που προκύπτουν από τη δράση του ανέμου, ρευμάτων ροής ή κυματοειδών κινήσεων του νερού.

β3) Γραμμώσεις στις επιφάνειες γεωλογικών σχηματισμών ή των μοραίων που προκύπτουν κατά την κίνηση των παγετώνων. Σκληρά υλικά που κουβαλάει ο παγετώνας στη βάση του τρίβονται πάνω στο υπόβαθρο, όπου κινείται ο παγετώνας με αποτέλεσμα τη δημιουργία των χαρακτηριστικών γραμμώσεων.

γ) Γραμμώσεις σε μαγματίτες

γ1) Γράμμωση που προκύπτει από τον προσανατολισμό επίμηκων ορυκτών ή ορυκτολογικών συσσωματωμάτων ως αποτέλεσμα της κίνησης του μάγματος. Η γράμμωση αυτή αντιγράφει συνεπώς τη διεύθυνση της ροής του μάγματος.

γ2) **Γραμμικοί σχηματισμοί** πάνω στην εξωτερική επιφάνεια ηφαιστειακών πετρωμάτων που σχηματίζονται λόγω της ροής του μάγματος.

γ3) **Γραμμικός προσανατολισμός** από φυσαλίδες αερίων σε ηφαιστειακά πετρώματα.

3.13 Καθορισμός της θέσεως στο χώρο των επιφανειακών στοιχείων

Η θέση μιας γεωλογικής επιφάνειας καθορίζεται και αναπαριστάται πλήρως με τρεις παραμέτρους:

1) **Παράταξη(διεύθυνση)** Ως παράταξη επιφάνειας χαρακτηρίζεται η γωνία (αζιμούθιο) που σχηματίζει η διεύθυνση μιας οριζόντιας ευθείας πάνω στην επιφάνεια αυτή, με το μαγνητικό βορρά. Η παράταξη μιας κεκλιμένης ή κατακόρυφης επιφάνειας είναι ίδια σε κάθε σημείο της επιφάνειας αυτής. Αντίθετα η

παράταξη μιας οριζόντιας επιφάνειας μπορεί να λάβει άπειρες τιμές, με αποτέλεσμα στην περίπτωση αυτή να μην είναι δυνατός ο ορισμός της.

2) Γωνία κλίσης Ως γωνία κλίσης επιφάνειας χαρακτηρίζεται η γωνία που σχηματίζει το οριζόντιο επίπεδο με τη μέγιστη κλίση της επιφάνειας.

3) Διεύθυνση κλίσης Ως διεύθυνση χαρακτηρίζεται η διεύθυνση προς την οποία βυθίζεται η επιφάνεια. Η διεύθυνση αυτή βρίσκεται κάθετα στην παράταξη.

4. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

4.1 Γεωτεκτονική εξέλιξη της Κύπρου

Η γένεση και μετεξέλιξη της Κύπρου συντελέστηκαν μέσα από μια σειρά τεκτονικών επεισοδίων. Η γένεση της άρχισε με την καταβύθιση της αφρικανικής πλάκας κάτω από την πλάκα της Ευρασίας και τη δημιουργία του Οφιόλιθου του Τροόδους (Ανώτερο Κρητιδικό, 90 εκ. χρόνια), συνεχίστηκε με την αποκόλληση και αριστερόστροφη περιστροφή του κατά 90° και την προσκόλληση σ' αυτό παλαιότερων πετρωμάτων ηλικίας 230 μέχρι 75 εκ. χρόνων στη νότια και δυτική περιφέρεια του (Ζώνη Μαμωνιάν). Στην εξέλιξη ακολούθησε σχετική τεκτονική ηρεμία, που επικράτησε στην περίοδο από 75 μέχρι 10 εκατομμύρια χρόνια πριν και χαρακτηρίστηκε από την απόθεση θαλάσσιων ασβεστολιθικών ιζημάτων και τη βαθμιαία μείωση του βάθους των θαλασσών (Σχηματισμοί Λευκάρων και Πάχνας). Η προσκόλληση της οροσειράς του Πενταδακτύλου στη βόρεια πλευρά της Ζώνης του Τροόδους και η ανύψωση της Κύπρου στη σημερινή της σχεδόν μορφή ξεκίνησε το Μειόκαινο (10-15 εκ. χρόνια) και αποτέλεσε το προτελευταίο τεκτονικό επεισόδιο. Στο τέλος του Μειόκαινου (6 εκ. χρόνια), στο βορειότερο τμήμα της περιοχής που θα αποτελούσε την Κύπρο, μια σειρά από αλλόχθονους ασβεστόλιθους (Ζώνη Πενταδακτύλου) επωθήθηκε νότια πάνω στις παρυφές της Ζώνης του Τροόδους, πτυχώνοντας και εκτοπίζοντας όλα τα νεότερα ιζήματα που συνάντησε στην πορεία της. Ανατολικά της Κύπρου, η Τηθύς θάλασσα έκλεισε και η Μεσόγειος απέκτησε σχεδόν το σημερινό της σχήμα.

Η επανένωση της Μεσογείου με τον Ατλαντικό (μέσω του Γιβραλτάρ), ο κατακλυσμός της από τα νερά του Ατλαντικού και η ανύψωση της στάθμης της επιφάνειας της θάλασσας είχε ως αποτέλεσμα την εκ νέου απόθεση ιζημάτων, που αντιπροσωπεύονται σήμερα από τις μάργες και τους ασβεστολιθικούς ψαμμίτες (πωρόλιθους) των Σχηματισμών Λευκωσίας και Αθαλάσσης. Η απότομη ανύψωση του χώρου της Κύπρου έγινε κατά το Πλειστόκαινο, πριν από 2 περίπου εκατομμύρια χρόνια (τελευταίο τεκτονικό επεισόδιο), οπότε αναδύθηκαν το σημερινό Τρόδος και ο Πενταδάκτυλος σε υψόμετρα πολύ πιο ψηλά από τα σημερινά. Η ανύψωση αυτή, συνδυασμένη με έντονη βροχόπτωση, είχε ως αποτέλεσμα την εκτεταμένη διάβρωση των οροσειρών, κυρίως εκείνης του Τροόδους, και τη μεταφορά τεράστιων ποσοτήτων προϊόντων διάβρωσης (κλαστικές αποθέσεις) που αποτέθηκαν στις κοιλάδες των μεγάλων ποταμών και στο χώρο της Μεσαορίας, σχηματίζοντας τα κλαστικά πλειστοκαινικά ιζήματα (Σύναγμα).

4.2 Η οροσειρά του Τροόδους

Η οροσειρά του Τροόδους με τις παρυφές της κατέχει το κεντρικό με νοτιοκεντρικό μέρος της Κύπρου και καλύπτει σε έκταση τα 2/3 του νησιού. Γεωλογικά αποτελείται από το ομώνυμο οφιολιθικό σύμπλεγμα. Η ψηλότερη κορυφή του και ταυτόχρονα το ψηλότερο σημείο της Κύπρου είναι ο Όλυμπος με υψόμετρο 1951 μέτρα.

Η οροσειρά του Τροόδους είναι το κυρίαρχο μορφολογικό στοιχείο και το γεωλογικό υπόβαθρο της Κύπρου. Η γένεση και ανάπτυξη της Κύπρου από το βυθό της θάλασσας είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη γένεση και ανύψωση του Τροόδους. Η οροσειρά αυτή παρουσιάζει ένα ποικιλόμορφο ανάγλυφο, ως αποτέλεσμα της διαφορετικής αντίστασης στη διάβρωση και αποσάθρωση των πετρωμάτων που τη δομούν. Το κεντρικό μέρος της οροσειράς, που παρουσιάζει και το μεγαλύτερο υψόμετρο, αποτελείται από πλουτώνια πετρώματα και χαρακτηρίζεται από ομαλές πλαγιές και αποστρογγυλεμένες κορυφές.

Γύρω από τα πλουτώνια πετρώματα απατούνται τα φλεβικά πετρώματα, τα οποία χαρακτηρίζονται από απότομες πλαγιές, βαθιές κοιλάδες και χαράδρες. Σε αντίθεση η περιφέρεια της οροσειράς που γεωλογικά αποτελείται από λάβες, παρουσιάζει ένα σχετικά ήπιο ανάγλυφο με λόφους και σχετικά αποστρογγυλεμένες επιφάνειες.

Οι παρυφές της οροσειράς και κυρίως οι νότιες, παρουσιάζουν χαρακτηριστικές κουέστες και υψώματα με απότομες κατωφείρες.

Η μορφολογία αυτή είναι χαρακτηριστική των ιζηματογενών σχηματισμών που εμφανίζονται στην επιφάνεια και που βασικά αποτελούνται από έναλασσόμενα στρώματα κρητίδων και μαργών. Στις βόρειες παρυφές η μορφολογία είναι διαφορετική και χαρακτηρίζεται από δελταικές και αλλουβιακές αποθέσεις προϊόντων έντονης διάβρωσης των οφιολιθικών πετρωμάτων. Στις νοτιοδυτικές παρυφές της οροσειράς, λόγω της έντονης παρουσίας αργιλικών σχηματισμών, επικρατεί ένα ήπιο μορφολογικό ανάγλυφο με αποστρογγυλεμένες επιφάνειες. Κατά τόπους, λόγω της παρουσίας αλλόχθονων όγκων ανακρυσταλλωμένων ασβεστόλιθων και άλλων πετρωμάτων κυρίως πυριγενών παρουσιάζεται μια χαρακτηριστική τοπογραφία με τους όγκους αυτούς να ορθώνονται και να δεσπόζουν στο τοπίο.

Το ανάγλυφο και η τοπογραφία του Τροόδους επηρέασαν άμεσα το φυσικό περιβάλλον της Κύπρου και είναι κύριοι ρυθμιστές των κλιματολογικών συνθηκών και ειδικότερα της βροχόπτωσης και συνεπώς και των υδάτινων

της πόρων, επιφανειακών και υπόγειων καθώς και της χλωρίδας και πανίδας του νησιού.

Η οροσειρά του Τροόδου παρουσιάζει ένα εκτεταμένο υδρογραφικό δίκτυο που είναι αποτέλεσμα των γεωλογικών συνθηκών, της γεωλογίας και της κατανομής της βροχόπτωσης. Το θολωτό σχήμα της οροσειράς βοηθά, ώστε το υδρογραφικό δίκτυο να είναι ακτινωτό με τους ποταμούς να κατευθύνονται από το κέντρο της οροσειράς προς την περιφέρεια. Το υδρογραφικό δίκτυο είναι δενδριτικής μορφής. Στις περιοχές όπου εμφανίζονται πυριγενή πετρώματα, οι κοιλάδες είναι σχετικά στενές σε σχήμα V και με μεγάλες κλίσεις των πρανών.

Αντίθετα στις περιοχές των ιζηματογενών πετρωμάτων οι κοιλάδες είναι μικρού μήκους, με μικρές κλίσεις και γενικά ακολουθούν τον τεκτονισμό και την κλίση των πετρωμάτων. Ο κύριος κορμός του δικτύου στα ιζηματογενή πετρώματα είναι σχετικά ευθύς, με απότομες και απόκρημνες πλευρές και μικρά φαράγγια κατά τόπους. Όταν οι ποταμοί αρχίζουν να ρέουν σε περιοχές όπου οι φυσικές κλίσεις είναι μικρές και οι επιφάνειες επίπεδες, ο βασικός κορμός του πλαταίνει και δημιουργεί το πεδίο πλημμυρών. Το ίδιο συμβαίνει και στις εκβολές τους.

4.3 Οι αλλουβιακές πεδιάδες

Μεταξύ των οροσειρών του Πενταδακτύλου και του Τροόδου εκτείνεται η πεδιάδα της Μεσαορίας η οποία γεωμορφολογικά δεν θεωρείται ξεχωριστή ενότητα, αλλά είναι ουσιαστικά προέκταση των παρυφών των δυο οροσειρών. Η ζώνη επαφής των γεωμορφολογικών ζωνών του Πενταδακτύλου και του Τροόδου ακολουθεί τις κοίτες των ποταμών Πεδιαίου και Οβγού.

Χαρακτηριστικές γεωμορφές της πεδιάδας της Μεσαορίας αποτελούν οι κορωνίδες. Πρόκειται για λόφους σε σχήμα τραπεζοειδές (λόφος του Αρώνα) και κωνικό (λόφος του Καφίζι). Το χαρακτηριστικό τους σχήμα οφείλεται στο γεγονός ότι η πάνω επιφάνεια τους καλύπτεται από σκληρό πέτρωμα, συνήθως ασβεστικό ψαμμίτη και οι πλαγιές τους αποτελούνται από μαλακά μαργαικά πετρώματα. Ο σχηματισμός των γεωμορφών αυτών οφείλεται στην διαφορετική διάβρωση των εναλλασσομένων στρωμάτων των μαργαικών πετρωμάτων και των ασβεστικών ψαμμιτών και στις ανοδικές κινήσεις της Κύπρου κατά το Πλειόκαινο – Πλειστόκαινο.

Οι αλλουβιακές πεδιάδες αποτελούνται από ποτάμιες αποθέσεις άμμων, κροκάλων και ίλλους. Τέτοιες πεδιάδες είναι της Αμμοχώστου, της Μόρφου, της Λάρνακας και του Ακρωτηρίου. Οι πεδιάδες αυτές κατά το Πλειόκαινο αποτελούσαν δέλτα και ποταμόκολπους, ευρίσκοντο δηλαδή κάτω από την στάθμη της θάλασσας και πολύ πιο μέσα στην ξηρά από ότι είναι σήμερα. Τα υλικά που μετέφεραν οι ποταμοί εναποτέθηκαν μέσα

στους ποταμόκολπους, τους απέφραξαν και τους γέμισαν, δημιουργώντας τις πεδιάδες που υπάρχουν στην εποχή μας.

Το είδος των πετρωμάτων που αποτελούν μια περιοχή είναι καθοριστικός παράγοντας στην δημιουργία χαρακτηριστικών γεωμορφωμάτων, αλλά και της χλωρίδας και πανίδας.

4.4 Γεωλογία

Για να περιγράψουν την γεωλογία διαφόρων περιοχών της γης οι γεωλόγοι ομαδοποιούν περιοχές της ίδιας γεωλογικής δομής, εξέλιξης και ηλικίας σε αυτό που ονομάζουν γεωτεκτονικές ζώνες. Σε μικρότερη κλίμακα πετρώματα της ίδιας ηλικίας, σύνθεσης και τρόπου σχηματισμού ονομάζονται σχηματισμοί. Στους σχηματισμούς δίνονται ονόματα τα οποία συνήθως προέρχονται από τα τοπωνύμια των περιοχών στις οποίες παρουσιάζουν την μεγαλύτερη τους ανάπτυξη. Οι αρχές αυτές ακολουθούνται και στην προκειμένη περίπτωση, για να διευκολύνονται οι γεωολογικοί συσχετισμοί για ολόκληρη την Κύπρο.

Η γεωλογία της Κύπρου έχει ως πυρήνα το οφιολιθικό σύμπλεγμα του Τροόδους, ηλικίας 92 εκατομμυρίων χρόνων. Τα πετρώματα του Τροόδους αποτελούν ένα κομμάτι αρχαίου ωκεάνιου φλοιού, που άρχισε να αναδύεται από την θάλασσα πριν 10 περίπου εκατομμύρια χρόνια. Η γεωλογική εξέλιξη της Κύπρου σε παλαιότερο χρόνο ήταν υποθαλάσσια και σ' αυτήν προέχουν τρία κύρια τεκτονικά επεισόδια :

α) η γένεση του συμπλέγματος του Τροόδους πάνω από μια ωκεάνια ζώνη καταβύθισης και η κατά τον ίδιο χρόνο προσκόλληση σ' αυτό παλαιότερων πετρωμάτων ηλικίας 200 μέχρι 75 εκατομμυρίων χρόνων στα νότια και δυτικά περιθώρια του.

β) η τεκτονική ηρεμία που επικράτησε στην περίοδο από 75 μέχρι 10 εκατομμύρια χρόνια και χαρακτηρίζεται από την υποθαλάσσια εναπόθεση πελαγικών ασβεστολιθικών ιζηματογενών και την βαθμιαία μείωση του βάθους των θαλασσών

γ) η προσκόλληση της οροσειράς της Κερύνειας στην βόρεια πλευρά του Συμπλέγματος του Τροόδους και η ανύψωση της νήσου στην σημερινή της μορφή. Για να κατανοήσει κάποιος τον τρόπο σχηματισμού της Κύπρου, θα πρέπει να γνωρίζει τις βασικές διεργασίες και να ανακατατάξει που συμβαίνουν στο φλοιό της γης.

Σύμφωνα με την θεωρία των λιθολογικών πλακών η επιφάνεια της γης χωρίζεται σε μικρό αριθμό άκαμπτων λιθосφαιρικών πλακών οι οποίοι ευρίσκονται σε συνεχή σχετική κίνηση.

Τα όρια μεταξύ των πλακών είναι τριών τύπων :

α) Αποκλίνοντα όρια. Κατά μήκος των ορίων αυτών οι πλάκες απομακρύνονται η μια από την άλλη και στο κενό που δημιουργείται σχηματίζεται νέος φλοιός, γι' αυτό τα όρια αυτά ονομάζονται και δημιουργικά όρια. Στα όρια αυτά παρατηρείται έκχυση λαβών κατά μήκος ενός άξονα διερεύνησης και μια σχετική δραστηριότητα με μικρού μεγέθους σεισμούς.

β) Συγκλίνοντα όρια. Στα όρια αυτά οι δυο πλάκες συγκρούονται και η μια καταδύεται υπό γωνία κάτω από την άλλη. Κατά μήκος αυτών των ορίων σύγκλισης που είναι γνωστά και ως όρια καταβύθισης το βυθιζόμενο τμήμα της πλάκας καταστρέφεται μέσα στο μανδύα της γης, γι' αυτό και τα όρια αυτά ονομάζονται καταστροφικά. Τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά των ορίων αυτών είναι η έντονη σεισμικότητα και η έντονη ηφαιστειακή δράση.

γ) Εφαπτομενικά όρια. Στα όρια αυτά οι δυο πλάκες κινούνται παράλληλα αλλά σε αντίθετη κατεύθυνση. Κατά την κίνηση των πλακών στα όρια αυτά, που ονομάζονται ρήγματα μετασχηματισμού, δεν δημιουργείται αλλά ούτε καταστρέφεται μέρος της λιθόσφαιρας. Σ' αυτά δεν παρατηρείται ηφαιστειακή δράση, παρατηρούνται όμως καταστρεπτικοί σεισμοί. Το ρήγμα του Αγίου Ανδρέα στην Καλιφόρνια των Ηνωμένων Πολιτειών είναι ρήγμα μετασχηματισμού.

Νέος φλοιός δημιουργείται κατά μήκος των αποκλινόντων ορίων όπου σχηματίζονται υποθαλάσσιες οροσειρές, που είναι γνωστές ως μεσοωκεάνιες οροσειρές. Νέος φλοιός μπορεί επίσης να σχηματιστεί πάνω από τις ζώνες καταβύθισης. Ο φλοιός αυτός έχει πάχος της τάξης των 6 χιλιομέτρων και βρίσκεται κάτω από όλους τους ωκεανούς γι' αυτό και ονομάζεται ωκεάνιος φλοιός. Οι γνώσεις μας για τον ωκεάνιο φλοιό προέρχονται από γεωφυσικές μελέτες, γεωτρήσεις και παρατηρήσεις με βαθυσκάφη στους ωκεανούς, αλλά κυρίως από την μελέτη τμημάτων παλαιού ωκεάνιου φλοιού που έχουν αναδυθεί και ανυψωθεί πάνω από το επίπεδο της θάλασσας και αποτελούν τώρα χερσαία τμήματα παλιού ωκεάνιου φλοιού ονομάζονται οφιόλιθοι και βρίσκονται συνήθως σε συγκλίνοντα όρια λιθόσφαιρικών πλακών.

Η Κύπρος χωρίζεται σε τρεις γεωτεκτονικές ζώνες : την οροσειρά Τροόδους και την προέκταση της κάτω από την Μεσαορία, την Ζώνη Μαμμωνιών και την Οροσειρά της Κερύνειας, οι οποίες αποτελούνται βασικά από αλλόχθονους σχηματισμούς.

4.5 Γεωλογία του Τροόδους

Η οροσειρά του Τροόδους είναι ένας οφιόλιθος και αποτελεί μέρος ενός αρχαίου ωκεάνιου φλοιού, η ανύψωση του οποίου στην σημερινή του θέση οφείλεται μεταξύ άλλων

στην σύγκρουση της αφρικάνικης λιθοσφαιρικής πλάκας με την ευρασιατική και την καταβύθιση της πρώτης κάτω από την δεύτερη.

Ο όρος **οφιόλιθος** προέρχεται από τις λέξεις όφις και λίθος και δόθηκε, αρχές του 19 ου αιώνα, στο πέτρωμα σερπεντινίτης λόγω της προσομοίωσης της όψης του με εκείνη ενός πράσινου φιδιού. Αργότερα ειδικότερα στην δεκαετία του 1960 με την αποδοχή της θεωρίας των λιθοσφαιρικών πλακών, ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει μια ομάδα βασικών και υπερβασικών πυριγενών και ιζηματογενών πετρωμάτων. Αυτά περιγράφονται πιο κάτω (σχ. 4.1) ξεκινώντας από τα στρωματογραφικά ανώτερα προς τα στρωματογραφικά κατώτερα.

A) Ραδιολαριτικοί κερατόλιθοι και πηλίτες με ενδιάμεσες, ασυνεχείς εμφανίσεις φαιοχρωμάτων.

B) Ηφαιστειακά πετρώματα και κυρίως ροές προσκεφαλοειδών λαβών.

Γ) Φλεβικά πετρώματα βασλικής κυρίως σύστασης.

Δ) Πλουτώνια πετρώματα.

E) Πετρώματα της Ακολουθίας του Μανδύα.

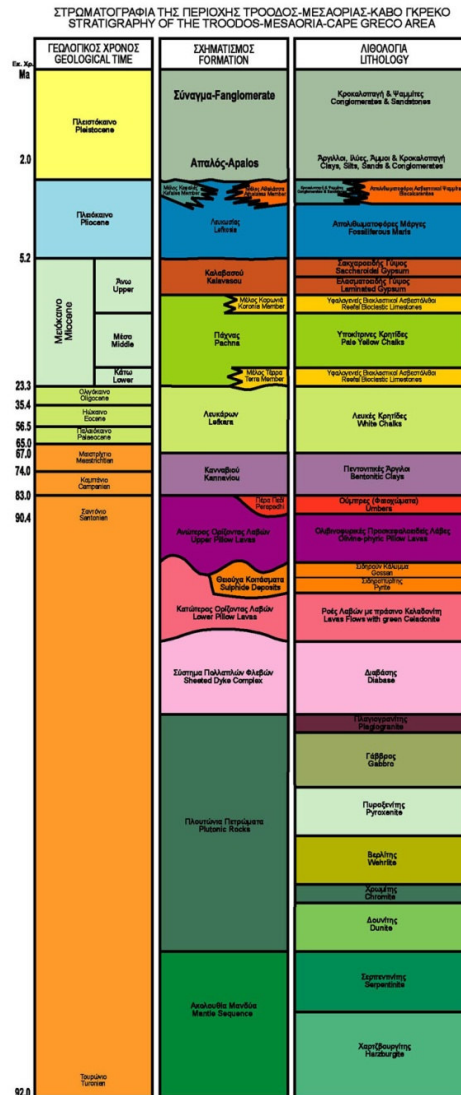
Σήμερα πιστεύεται ότι το Τρόδος σχηματίστηκε πριν 90 περίπου χρόνια (Ανώτερο Κρητιδικό), κατά μήκος ενός άξονα διεύθυνσης στα όρια καταβύθισης της αφρικανικής πλάκας κάτω από την πλάκα της Ευρασίας. Στον οφιόλιθο του Τρόδους βρίσκονται όλα τα πετρώματα ενός οφιολιθικού συμπλέγματος. Τα πετρώματα αυτά δεν έχουν διαταραχθεί από την αρχική σχετική τους θέση ούτε έχουν υποστεί οποιαδήποτε αλλαγή εκτός από την θαλάσσια εξαλλοίωση. Ο οφιόλιθος του Τρόδους μαζί με αυτό του Ομάν είναι στρωματογραφικά πλήρεις και από τους καλύτερα διατηρημένους στην γη. Το γεγονός αυτό προκάλεσε και την προσοχή και το ενδιαφέρον των γεωεπιστημόνων τα τελευταία τριάντα χρόνια. Οι δυο αυτοί οφιόλιθοι είναι τμήματα μιας σειράς οφιόλιθων που βρίσκονται κατά μήκος των βόρειων ορίων της Αραβικής πλάκας σηματοδοτώντας έτσι την εξαφάνιση ενός αρχαίου ωκεανού, της Τήθους, που προϋπήρχε στην περιοχή αυτή.

Η Μεσόγειος είναι ένα τμήμα που έχει απομείνει από τον αρχαίο αυτό ωκεανό.

Η εμφάνιση του οφιόλιθου του Τρόδους έχει σχήμα ελλειπτικό και ο μεγάλος άξονας του έχει διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ. Έχει σχήμα θόλου με ψηλότερο σημείο τον Όλυμπο. Παρόλο που τα υπερβασικά πλουτώνια πετρώματα είναι στρωματογραφικά τα κατώτερα, τοπογραφικά εμφανίζονται στο ψηλότερο σημείο της οροσειράς, ακολουθείται δε προοδευτικά προς την περιφέρεια από τα στρωματογραφικά υπερκείμενα πετρώματα σχηματίζοντας έτσι μια δακτυλιοειδή εμφάνιση. Η εμφάνιση αυτή είναι αποτέλεσμα της

έντονης και διαφορικής διάβρωσης που ακολούθησε την ανύψωση του Τροόδους πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας με επίκεντρο τον Όλυμπο.

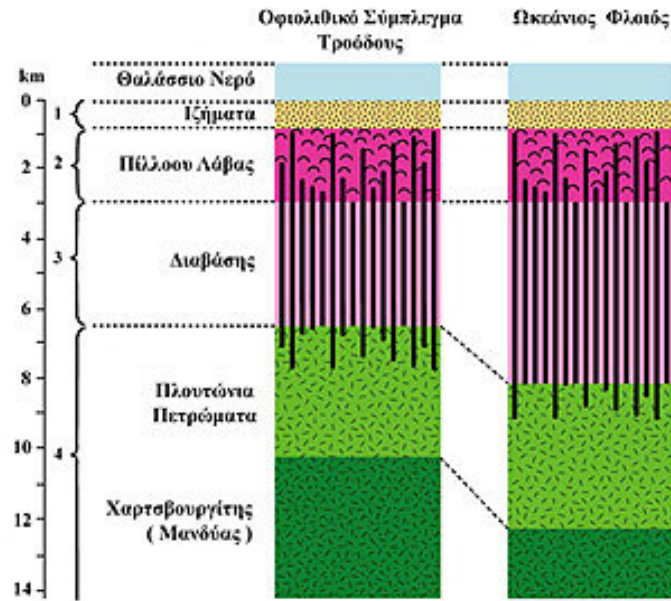
Μια πρόδηλα εμφανής κοιλάδα, η κοιλάδα του Αρακαπά με διεύθυνση ανατολή – δύση, στο νότιο τμήμα της οροσειράς θεωρείται ότι αποτελεί τμήμα ενός απολιθωμένου ρήγματος μετασχηματισμού.



Σχήμα 4.1. Στρωματογραφική στήλη της περιοχής Τρόοδος – Μεσαορίας – Κάτω Γκρέκο

4.6 Η οφιολιθική σειρά

Η στρωματογραφική σειρά του οφιόλιθου του Τροόδους παρουσιάζεται στην στρωματογραφική στήλη του οφιόλιθου του Τροόδους και των υπερκείμενων ιζηματογενών πετρωμάτων όπου περιγράφει τα πιο κάτω ακολουθώντας την σειρά από τα στρωματογραφικά ανώτερα προς τα κατώτερα.



Σχήμα 4.2. Στρωματογραφική στήλη του οφιολιθικού συμπλεγματος στο Τρόδος

4.7 Ο σχηματισμός του Πέρα Πεδίου

Ο σχηματισμός του Πέρα Πεδίου αποτελείται από φαιοχώματα (ούμβρες), ραδιολαρίτες και ραδιολαριτικούς πηλίτες, που είναι τα πρώτα ιζήματα που έχουν αποτεθεί πάνω στα οφιολιθικά πετρώματα και ειδικότερα πάνω από τις προσκεφαλοειδείς λαβές και γεμίζουν κοιλώματα στην επιφάνεια τους.

Το φαιοχώμα είναι σκούρα καστανόχρωα ιζήματα πάχους μερικών μέτρων περιορισμένης οριζόντιας έκτασης. Στην τυπική εμφάνιση τους κοντά στο χωριό Πέρα Πεδί έχουν πάχος 20 μέτρα. Εμφανίσεις μεγαλύτερου πάχους υπάρχουν σε άλλες περιοχές της Κύπρου, όπως στην περιοχή Δράπιας όπου το πάχος τους φτάνει τα 35 μέτρα. Τα φαιοχώματα είναι λεπτόκοκκα άμορφα ιζήματα σε στρώσεις ή συμπαγείς μορφές και κάποτε περιέχουν ηφαιστειοκλαστικό υλικό και στρώματα ραδιολαριτών.

Τα φαιοχώματα σχηματίζονται στο θαλάσσιο πυθμένα πάνω από τις μεσοωκεάνιες ράχες όπου υπάρχει μια σημαντική ηφαιστειακή και υδροθερμική δραστηριότητα, αποτέλεσμα της οποίας είναι η έκχυση θερμών διαλυμάτων πλουσίων σε σίδηρο και μαγγάνιο. Τα διαλύματα αυτά κυκλοφορούν στα ανώτερα στρώματα του φλοιού της γης και εκβάλλουν στο θαλάσσιο πυθμένα σε θερμοκρασίες μέχρι 350⁰C. Χημικές αναλύσεις των φαιοχωμάτων της Κύπρου, τα οποία είναι πλούσια σε οξείδια του σιδήρου και μαγγανίου, επιβεβαιώνουν την ομοιότητα τους με ιζήματα των μεσοωκεάνιων ράχων.

Όπως περιγράφεται και στο κεφάλαιο του Ορυκτού Πλούτου, κατά παρόμοιο τρόπο σχηματίζονται και τα κοιτάσματα θειούχων μεταλλευμάτων. Τα φαιοχώματα προς τα άνω μεταπίπτουν σε έγχρωμους αργιλικούς σχιστόλιθους με ενδιάμεσα στρώματα ραδιολαριτών και ραδιολαριτικών σχιστόλιθων. Υπάρχει δηλαδή μια μείωση των μεταλλευτικών στοιχείων και ταυτόχρονη αύξηση του αργίλου.

Με βάση μικροπαλαιοντολογικά αποτελέσματα τα φαιοχώματα είναι ηλικίας 90 εκατομμυρίων χρόνων (Ανώτερο Κρητιδικό), γεγονός το οποίο συμφωνεί με τις ραδιοχρονολογήσεις του οφιόλιθου του Τροόδους.

4.8 Τα ηφαιστειακά πετρώματα

Τα ηφαιστειακά πετρώματα του Τροόδους αποτελούνται από προσκεφαλοειδείς λαβές και ροές λαβών που κατ'εξοχή βρίσκονται κάτω από τον Σχηματισμό του Πέρα Πεδίου. Με βάση το χρώμα, την ορυκτολογική σύσταση και το βαθμό συμμετοχής φλεβών τα ηφαιστειακά πετρώματα χωρίζονται στον Ανώτερο και τον Κατώτερο Ορίζοντα Προσκεφαλοειδών Λαβών. Ο Ανώτερος Ορίζοντας αποτελείται από προσκεφαλοειδείς λαβές σε ποσοστό 80-90 % και φλέβες σε ποσοστό 10- 20 %. Η σύσταση τους είναι κυρίως βασαλτική με ποικιλίες ολιβινικών βασαλτών. Συνήθως παρουσιάζουν επιφανειακό κόκκινο χρωματισμό που οφείλεται σε οξειδία του σιδήρου. Ο Κατώτερος Ορίζοντας αποτελείται κυρίως από βασάλτες και ανδεσίτες η δε αναλογία προσκελοειδών λαβών προς τις φλέβες είναι περίπου 1:1. Στον ορίζοντα αυτό βρίσκονται τα κυριότερα κοιτάσματα θειούχων μεταλλευμάτων.

Το μέγιστο συνολικό πάχος των δυο οριζόντων υπολογίζεται σε 1,5 χιλιόμετρο. Το όριο μεταξύ των δυο οριζόντων δεν είναι πάντοτε σαφές. Περισσότερο λεπτομερείς έρευνες δείχνουν ότι τα ηφαιστειακά πετρώματα μπορούν να διακριθούν επίσης σε οριζόντες με βάση την γεωχημεία τους. Ο καθορισμός όμως στρωματογραφικών και γεωχημικών οριζόντων παρουσιάζει δυσκολίες, επειδή τα πετρώματα αυτά προέρχονται από ένα μεγάλο αριθμό υποθαλάσσιων ηφαιστειακών κέντρων.

Οι προσκεφαλοειδείς λαβές έχουν χαρακτηριστικό σφαιρικό έως ελλειψοειδές σχήμα με διάμετρο 30 έως 70 εκατοστόμετρα και είναι αποτέλεσμα υποθαλάσσιας έκχυσης. Η περιφέρεια τους είναι υαλώδης λόγω ταχείας ψύξης και το εσωτερικό τους είναι κυψελώδες λόγω των κενών που δημιουργήσε η διαφυγή των αερίων που υπήρχαν στην διάπυρη λάβα. Οι φλέβες μπορεί να είναι κατακόρυφες, κεκλιμένες ή οριζόντιες, ο δε αριθμός τους αυξάνει

προς τα κατώτερα τμήματα των ηφαιστειακών πετρωμάτων. Αυτές αντιπροσωπεύουν τα κανάλια τροφοδοσίας των υπερκείμενων λαβών.

4.9 Το σύστημα πολλαπλών φλεβών

Το Σύστημα Πολλαπλών Φλεβών (σχ. 4.3) σχηματίστηκε με την στερεοποίηση του μάγματος στα κανάλια διείσδυσης και μεταφοράς από τους μαγματικούς θαλάμους στην βάση του ωκεάνιου φλοιού, τροφοδοτώντας ταυτόχρονα τις υποθαλάσσιες εκχύσεις λαβών στον ωκεάνιο πυθμένα. Ως εκ τούτου πρόκειται για μια επάλληλη σειρά φλεβών που αντιπροσωπεύουν το γέμισμα του κενού χώρου, ο οποίος δημιουργείται με την απομάκρυνση των τεκτονικών πλακών στα αποκλίνοντα όρια. Η συνεχής τροφοδοσία μάγματος στο δημιουργημένο χώρο και μεταξύ των φλεβών που σχηματίστηκαν έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία του σχηματισμού αυτού, που αποτελείται μέχρι και 100% από φλέβες.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιου γεωλογικού φαινομένου παρατηρείται σήμερα στην Ισλανδία, η οποία διασχίζεται από τα όρια των πλακών της Αμερικής και της Ευρασίας, που αποκλίνουν μεταξύ τους. Στην περίπτωση του Τροόδους το Σύστημα Πολλαπλών Φλεβών εμφανίζεται σε ολόκληρη σχεδόν την έκταση της οροσειράς, σχηματίζοντας ένα ελλειπτικό δακτύλιο που περιβάλλει τα πλουτώνια πετρώματα του Ολύμπου και περιβάλλεται από τα έκχυτα ηφαιστειακά πετρώματα. Τα πετρώματα του Συστήματος Πολλαπλών Φλεβών είναι λεπτοκρυσταλλικά. Η σύσταση των φλεβών είναι βασαλτική έως δολειριτική, η διεύθυνση τους είναι βορειοδυτική –νοτιανατολική και η διάταξη τους είναι σχεδόν κατακόρυφη, εκτός από τις περιοχές που έχουν επηρεαστεί μεταγενέστερα από τον τεκτονισμό.

Μεταξύ του σχηματισμού αυτού και των προσκεφαλοειδών λαβών υπάρχει μεταβατική ζώνη γνωστή ως Ορίζοντας Βάσης. Ο Ορίζοντας Βάσης έχει πάχος από μερικές δεκάδες μέτρα μέχρι 2,3 χιλιόμετρα και αποτελείται από φλέβες με ποσοστό 95-100% και προσκεφαλοειδείς λαβές μέχρι 5%.



(α)



(β)

Σχήμα 4.3. Προσκεφαλοειδείς λαβές και φλέβες. α) Το χαρακτηριστικό σφαιρικό εώς ελλειψοειδές σχήμα των λαβών είναι αποτέλεσμα υποθαλάσσιας έκχυσης και επικρατεί στον Ανώτερο Ορίζοντα. β) Ο Κατώτερος Ορίζοντας Λαβών αποτελείται από προσκεφαλοειδείς λαβές και φλέβες τροφοδότες νεωτέρων λαβών.

4.10 Τα πλουτώνια πετρώματα

Τα πετρώματα αυτά είναι τα προϊόντα της κρυσταλλοποίησης και της συγκέντρωσης των κρυστάλλων των ορυκτών στον πυθμένα των μαγματικών θαλάμων, κάτω από τις ζώνες διεύρυνσης των λιθοσφαιρικών πλακών. Τα κύρια πλουτώνια πετρώματα του Τροόδους είναι ο δουνίτης, ο βερλίτης, ο πυροξενίτης και ο γάββρος, ενώ ο πλαγιογρανίτης απαντάται σε μικρές, ασυνεχείς εμφανίσεις.

Μέσα στον μανδύα της γης δρουν θερμικά ρεύματα μεταφοράς μάζας και θερμότητας, τα οποία δημιουργούνται λόγω πλευρικών διαφορών της θερμοκρασίας. Οι διάφορες θερμοκρασίες δημιουργούν ασταθείς καταστάσεις βαρύτητας και κατακόρυφη μεταφορά θερμού και ψυχρού υλικού. Στις περιοχές της ασθενόσφαιρας, όπου τα θερμικά ρεύματα ανέρχονται, μέρος του μανδύα της γης τήκεται σε βάθος περίπου 60 χιλιομέτρων κάτω από τον ωκεάνιο πυθμένα.

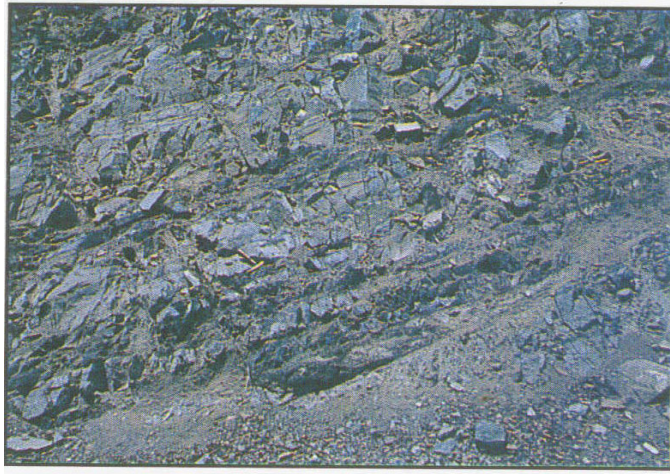
Αυτοί οι μαγματικοί θάλαμοι αποτελούν την πλειοψηφία τους ένα δυναμικό ανοικτό σύστημα στο οποίο εισέρχεται μάγμα από την τήξη του μανδύα και εξέρχεται μέσω των καναλιών-τροφοδοτών δημιουργώντας ηφαιστειακές εκχύσεις λαβών στο θαλάσσιο πυθμένα.

Το μάγμα μέσα στους θαλάμους ψύχεται λόγω διαρροής θερμότητας στα περιβάλλοντα πετρώματα καθώς και εισροής του υπερκείμενου θαλάσσιου νερού. Το αποτέλεσμα της πτώσης της θερμοκρασίας στους μαγματικούς θαλάμους είναι η έναρξη της κρυσταλλοποίησης. Τα πρώτα ορυκτά που κρυσταλλώνονται είναι ο ολιβίνης $(Mg,Fe)_2SiO_4$ και ο χρωμίτης $FeCr_2O_4$, τα οποία και καθιζάνουν στον πυθμένα του μαγματικού θαλάμου σχηματίζοντας τα πετρώματα δουνίτη και συγκεντρώσεις χρωμίου. Σε στρωματογραφικά υψηλότερα επίπεδα του θαλάμου, με την βαθμιαία πτώση της θερμοκρασίας, αρχίζει η κρυστάλλωση του ορυκτού κλινοπυρόξενος $CaMgSi_2O_6$, το οποίο μαζί με τα προηγούμενα δυο ορυκτά δίδει το πέτρωμα βερλίτης.

Στην συνέχεια κρυσταλλώνεται και το ορυκτό πλαγιόκλαστο $(NaAlSi_3O_8 - CaAl_2Si_2O_8)$ για να σχηματιστούν οι διάφοροι τύποι γάββρου (σχ. 4.4). Το μάγμα που παραμένει είναι εμπλουτισμένο πλέον σε οξείδιο του πυριτίου (SiO_2) και με την κρυστάλλωση του σχηματίζει το πέτρωμα πλαγιογρανίτη. Το τελευταίο συναντάται σε μικρές μάζες και συχνά διασχίζεται από διαβατικές φλέβες. Η πιο πάνω διεργασία της κλασματικής κρυστάλλωσης και διαφοροποίησης διακόπτεται επανειλημμένα από την εισροή νέου μάγματος στον μαγματικό θάλαμο, με αποτέλεσμα την δημιουργία ρυθμικά επαναλαμβανόμενων τύπων πετρωμάτων που αποτελούν στρωσιγενείς σειρές.

Η σειρά των Πλουτωνίων Πετρωμάτων εμφανίζεται σε δυο ξεχωριστές περιοχές του Οφιολιθικού Συμπλέγματος του Τροόδους, η πρώτη γύρω από την κεντρική κορυφή του Ολύμπου και η δεύτερη στο Δάσος της Λεμεσού. Το πέτρωμα δουνίτης έχει μεγάλη ανάπτυξη γύρω από την κορυφή του Ολύμπου με προέκταση προς την περιοχή Αγίου Νικολάου Κακοπετριάς, όπου υπάρχουν και τα μεγαλύτερα κοιτάσματα χρωμιτών. Ο δουνίτης αποτελείται σχεδόν εξ ολοκλήρου από τον ορυκτό ολιβίνη. Μπορεί όμως να περιέχει και σε μικρό ποσοστό χρωμίτη και κλινοπυρόξενο. Το πάχος του στην περιοχή αυτή κυμαίνεται μεταξύ 150 και 200 μέτρων. Το δουνίτη διαδέχεται προς τα πάνω ο βερλίτης, με μια ενδιάμεση ζώνη κλινοπυροξενικού δουνίτη. Ορυκτολογικά ο βερλίτης αποτελείται από ολιβίνη (40-90%) και κλινοπυρόξενο (10-60%) καθώς και μικρό ποσοστό χρωμίτη (0-2 %).

Σε μερικές περιπτώσεις συμμετέχει και πλαγιόκλαστο με ποσοστό μέχρι 10%. Ο βερλίτης μεταπίπτει προς τα άνω σε πυροξενίτη και στην συνέχεια σε γάββρους. Οι γάββροι περιλαμβάνουν τους μεγαλόγαββρους, ολιβινικούς γάββρους και πυροξενικούς γάββρους ανάλογα με την ορυκτολογική τους σύσταση. Πάνω από τους γάββρους και υπο μορφή μικρών ασυνεχών εμφανίσεων βρίσκεται ο πλαγιογρανίτης και μετά ακολουθεί το Σύστημα Πολλαπλών Φλεβών.



Σχήμα 4.4. Ο γάββρος ,είναι από τα πλουτώνια πετρώματα του Τροόδους.

4.11 Η ακολουθία του μανδύα

Η ακολουθία αυτή ονομάζεται έτσι γιατί τα πετρώματα που την αποτελούν θεωρούνται το δύστηκτο υλικό που παρέμεινε, μετά την μερική τήξη του ανώτερου μανδύα και ο σχηματισμός μάγματος βασαλτικής σύστασης, από το οποίο προήλθαν τα υπόλοιπα οφιολιθικά πετρώματα. Αποτελείται περίπου κατά 90% χαρτζβουργίτη, 10% δουνίτη, καθώς

και χρωμίτη μέχρι 2%. Ποσοστό 50-80% των αρχικών ορυκτών έχουν συνήθως εξαλλοιωθεί σε σερπεντινίτη.

Στο Δάσος της Λεμεσού η εξαλλοίωση είναι πολύ πιο εκτεταμένη και τα πετρώματα έχουν μετατραπεί σε σερπεντινίτη. Ο όρος σερπεντινίτη περιλαμβάνει ομάδα ορυκτών, τα οποία σχηματίζονται από την επίδραση του νερού σε υπερβασικά πετρώματα, όπως χαρτζβουργίτη, δουνίτη και βερλίτη σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 500°C. Τα κύρια ορυκτά της ομάδας του σερπεντινίτη είναι ο λιγαρδίτης, ο χρυσοτίλης και ο αντιγορίτης, η δε χημική τους σύσταση είναι $Mg_6Si_4O_{10}(OH)_8$. Ο χρυσοτίλης είναι ινώδης, απαντάται σε φλέβες και φλεβίδια και είναι γνωστός ως αμίαντος.

Πολύ καλές εμφανίσεις χαρτζβουργίτη με σώματα δουνίτη παρουσιάζονται στην κορυφή του Ολύμπου. Στην ευρύτερη περιοχή νοτιότερα της περιοχής του μεταλλείου του Αμιάντου τα πετρώματα χαρτζβουργίτη έχουν εξαλλοιωθεί πλήρως σε σερπεντινίτη και είναι αδύνατη η ορυκτολογική μελέτη των πρωτογενών ορυκτών και της αρχικής δομής του πετρώματος.

Ο χαρτζβουργίτης παρουσιάζει μια φυλλώδη υφή, που οφείλεται στην παράλληλη διλαταξη των κρυστάλλων του ορθοπυρόξενου και του χρωμίτη. Είναι δυνατό να παρουσιάζει επίσης ταινιοειδή όψη που οφείλεται στην παρουσία εναλλασσόμενων στρώσεων πλούσιων πτωχών στο ορυκτό οροπυρόξενος. Οι ταινίες αυτές πάχους μέχρι 10 εκατοστόμετρα κατά μήκους μερικών μέτρων, έχουν ασαφή όρια. Είναι αποτέλεσμα παραμόρφωσης και επανακρυστάλλωσης του ανερχόμενου δύστηκτου κατάλοιπου του μανδύα μετά την αφαίρεση του βασαλτικού μάγματος σε θερμοκρασία μεταξύ 1000-1200°C. Τέτοιες συνθήκες επικρατούν κάτω από τα αποκλίνοντα όρια των πλακών.

Σώματα δουνίτη απαντούνται σποραδικά μέσα στο χαρτζβουργίτη και έχουν διάφορα μεγέθη και σχήματα. Η πλειονότητα των μεγαλύτερων σωμάτων έχουν σχήμα επίμηκες με μεγαλύτερη διάσταση παράλληλη στην φύλλωση του χαρτζβουργίτη. Σε μερικά από αυτά τα δουνιτικά σώματα υπάρχουν οικονομικά εκμεταλλεύσιμες συγκεντρώσεις χρωμίτη. Συχνά, μικρά στρώματα χρωμίτη είναι πτυχωμένα και αποτελούν την μόνη μαρτυρία διατάραξης του δουνίτη. Από πετρογραφικές εξετάσεις συμπεραίνεται ότι τα δουνιτικά σώματα έχουν παραμορφωθεί και επανακρυσταλλωθεί μαζί με το χαρτζβουργίτη, παρόλο που αρχικά είχαν σχηματιστεί από την κρυστάλλωση του μάγματος.

4.12 Η γεωτεκτονική ζώνη των Μαμμωνιών

Στην γεωλογική βιβλιογραφία η Ζώνη Μαμμωνιών αναφέρεται και ως Σύμπλεγμα Μαμμωνιών από το όνομα του χωριού Μαμμώνια της επαρχίας Πάφου, όπου υπάρχουν τυπικές εμφανίσεις πετρωμάτων της ζώνης αυτής.

Η ηλικία των πετρωμάτων κυμαίνεται από το Ανώτερο Τριαδικό (210 εκατομμύρια χρόνια) μέχρι το Μέσο Κρητιδικό (95 εκατομμύρια χρόνια) και εκτιμάται ότι τα πετρώματα αυτά είναι εξολοκλήρου αλλόχθονα σε σχέση με τα υπερκείμενα τριτογενή ανθρακικά πετρώματα του Τροόδους.

Εξαιρετικά χαρακτηριστικές εμφανίσεις των πετρωμάτων του Συμπλέγματος των Μαμμωνιών(σχ. 4.5) μπορούν να μελετηθούν στην νοτιοδυτική Κύπρο, όπου τα υπερκείμενα νεότερα ιζήματα έχουν διαβρωθεί. Μικρότερες εμφανίσεις βρίσκονται στο άκρο της χερσονήσου του Ακρωτηρίου και στην νοτιανατολική Κύπρο.

Το Σύμπλεγμα αποτελείται από σειρά εκρηξιγενών (λαβές) και ιζηματογενών και σε πολύ μικρότερη αναλογία μεταμορφωμένων πετρωμάτων, που καταγράφουν τον σχηματισμό μιας ωκεάνιας λεκάνης παρόμοιας με εκείνη της Ερυθράς Θάλασσας, την εξέλιξη της σε ωκεανό και το κλείσιμο της. Τα πετρώματα αυτά έχουν έντονα παραμορφωθεί, κατακερματιστεί και αναμειχθεί με μεγάλα κομμάτια οφιολιθικών πετρωμάτων του Τροόδους. Τέτοιες έντονα κατακερματισμένες και διαταραγμένες συγκεντρώσεις ονομάζονται συνονθυλεύματα. Παρά τον έντονο τεκτονισμό των πετρωμάτων διακρίνεται μια στρωματογραφία, η οποία διαχωρίζει το σύμπλεγμα σε δύο κύριες ομάδες: την ομάδα του Αγίου Φωτίου με επικρατέστερα τα ιζηματογενή πετρώματα και την ομάδα του Διαρίζου με πυριγενή κυρίως πετρώματα.



Σχήμα 4.5. Πτυχώμενα στρώματα του Σχηματισμού Μαμμωνιών.

4.13 Ο σχηματισμός της Επισκοπής

Ο σχηματισμός της Επισκοπής αποτελείται λιθολογικά από ιλυολίθους, ασβεστολουτίτες, ραδιολαριτικούς κερατόλιθους και πηλίτες και σε μικρότερο ποσοστό από χαλαζιακούς και ασβεστιτικούς ψαμμίτες και ασβεστολιθικά κροκαλοπαγή.

Το ολικό πάχος του σχηματισμού είναι της τάξης των 165 μέτρων και η ηλικία του κατώτερη ιουρασική έως κρητιδική (190-100 εκατομμύρια χρόνια).

Τα ιζήματα του σχηματισμού αποτελούνται από χερσογενή συστατικά τα οποία μεταφέρθηκαν απότομα και εναποτέθηκαν σε πολύ βαθιά νερά, όπου ταυτόχρονα γινόταν και η ιζηματογένεση των ραδιολαριτικών κερατόλιθων και πηλιτών. Τα ανθρακικά πετρώματα, όταν προέρχονται από πελαγική ιζηματογένεση, συνήθως δεν σχηματίζονται σε μεγάλα βάθη, γιατί τα ανθρακικά συστατικά τους διαλύονται προτού καθιζήσουν στο βυθό του ωκεανού. Η παρουσία ασβεστικών ψαμμιτών μαζί με ραδιολαρίτες καταδεικνύει την ταχεία και απότομη μεταφορά τους από τα αβαθή νερά και την εναπόθεση τους σε βαθιά νερά, όπου διατηρήθηκαν λόγω της κάλυψής τους.

Πρόσθετη ένδειξη της απότομης μεταφοράς και εναπόθεσης αυτών είναι η παρουσία καθαρών χαλαζιακών ψαμμιτών μεταξύ των ραδιολαριτιτών στους ανώτερους ορίζοντες, που συναντώνται στις εμφανίσεις του σχηματισμού στην χερσόνησο του Ακάμα και στο χωριό Άγιος Φώτιος της επαρχίας Πάφου.

4.14 Ο σχηματισμός της Πέτρας του Ρωμιού

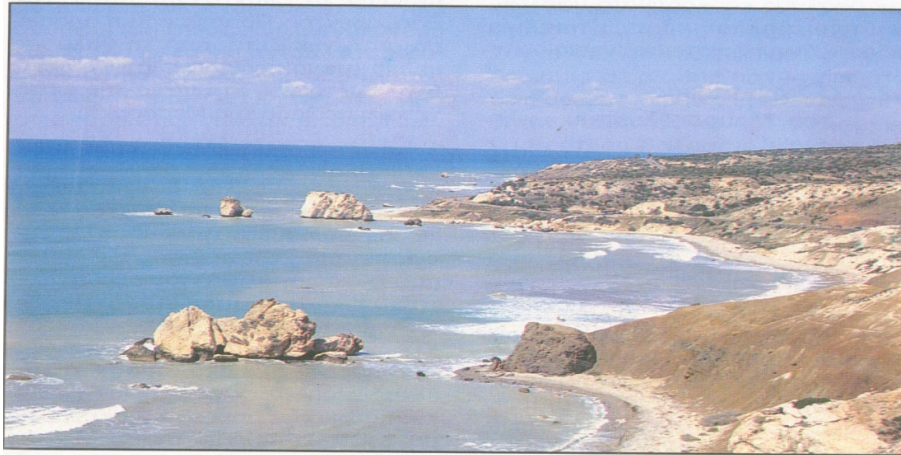
Σε όλη την γεωτεκτονική ζώνη των Μαμμωνιών βρίσκονται διάσπαρτα μεγάλα κομμάτια άσπρου, ανακρυσταλλωμένου ασβεστόλιθου, γεωγραφικά συνδεδεμένου με λαβές του Σχηματισμού της Φασούλας. Το μέγεθος των κομματιών αυτών κυμαίνεται από 5 μέχρι 100 μέτρα ή και περισσότερα. Τα πλείστα κομμάτια παρουσιάζουν επιφάνειες

ολίσθησης, γεγονός που υποδηλώνει ότι έχουν κερματισθεί και μετακινηθεί. Κομμάτια με χαμηλό βαθμό ανακρυστάλλωσης εξακολουθούν να διατηρούν απολιθώματα, κυρίως κοράλλια, καθώς επίσης και μικροαπολιθώματα, όπως φύκι, θραύσματα οστράκων και τρηματοφόρα.

Άλλα κομμάτια, όπως αυτό της Πέτρας του Ρωμιού, αποτελούνται από ανακρυσταλλωμένα ασβεστολιθικά λατυποπαγή, μέσα στα οποία εξακολουθούν να διακρίνονται ασαφείς τύποι απολιθωμάτων. Στην συγκεκριμένη περίπτωση αυτή η τοποθεσία έχει ανευρεθεί το απολιθώμα του ελασματοβραγχίου Halobia, το οποίο προσδιορίζει την άνω

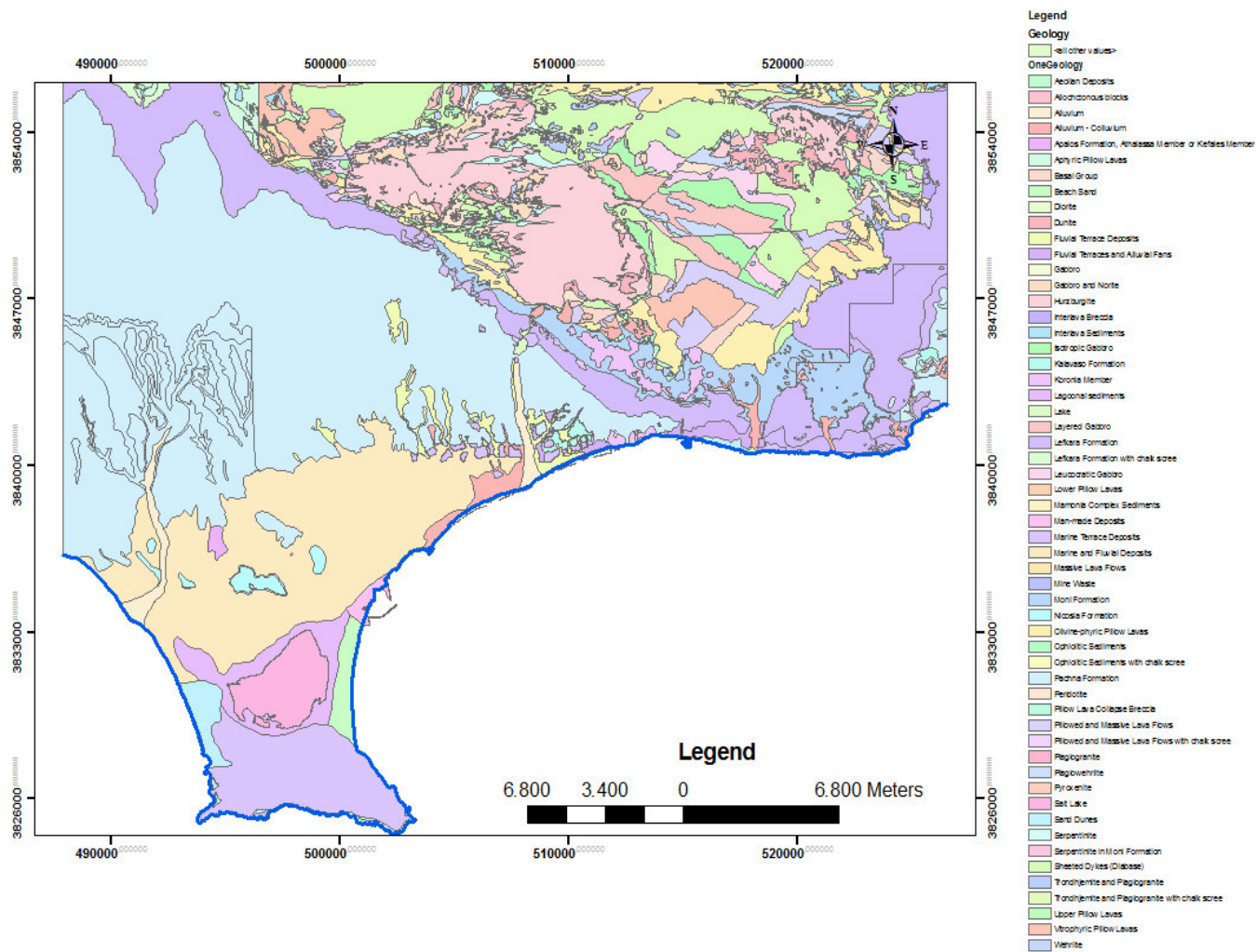
τριαδική ηλικία. Μερικά ασβεστολιθικά λατυποπαγή περιέχουν κομμάτια βασάλτη παρόμοιου με εκείνο των λαβών του Σχηματισμού της Φασούλας.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο, οι ασβεστόλιθοι αυτοί θεωρούνται ότι αποτελούσαν υφάλους και κορήματα υφάλων, που περιέβαλαν τα άνω τριαδικά ενδοωκεάνια ηφαιστειακά νησιά.



Σχήμα 4.6. Η Πέτρα του Ρωμιού. Η ίδια η πέτρα αντιπροσωπεύει ανακρυσταλλωμένο ασβεστόλιθο τα δε περιβάλλοντα πετρώματα είναι σχιστόλιθοι και λαβές του συμπλέγματος Μαμμωνιών που κατά τόπους καλύπτονται από κρητίδες.

Με βάση όσα αναφέρθηκαν στο σχήμα 4.7 παρουσιάζεται η γεωλογία της ευρύτερης περιοχής της Λεμεσού



Σχήμα 4.7. Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής της Λεμνσού.

4.15 Οι υδροφόροι ορίζοντες

Η Κύπρος έχει πολυάριθμους υδροφόρους και σήμερα οι κάτοικοι εξαρτώνται, σε μεγάλο βαθμό από αυτούς για σκοπούς ύδρευσης και άρδευσης. Ο σχηματισμός των υδροφόρων αυτών ήταν το αποτέλεσμα ενός συνδυασμού γεωλογικών παραγόντων και διεργασιών, που συνέβησαν κατά τη διάρκεια της γεωλογικής εξέλιξης του νησιού από την Ανώτερη Κρητιδική εποχή (90 εκατομμύρια χρόνια) μέχρι σήμερα.

Μέχρι το τέλος του 19ου αιώνα, υπόγειο νερό λαμβανόταν από τους υδροφόρους της Κύπρου διαμέσου αβαθών πηγαδιών, δικτύων λαγουμιών, υδραγωγών και πηγών και οι ποσότητες που χρησιμοποιούνταν ήταν σχετικά μικρές. Εντατική εκμετάλλευση διαμέσου γεωτρήσεων άρχισε στις αρχές του 20ου αιώνα και παρόλο που συνέβαλε στην ανάπτυξη της γεωργίας και γενικά της οικονομίας του νησιού, οδήγησε σταδιακά στην εξάντληση αρκετών υδροφόρων και στη διείδυση του θαλάσσιου νερού στους παράκτιους υδροφόρους.

Η Κύπρος έχει ένα ημίξηρο κλίμα με μέση ετήσια βροχόπτωση μόνο 500 χιλιοστομέτρων, η οποία φαίνεται να μειώνεται κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Σοβαρές ανομβρίες έχουν επίσης πλήξει το νησί σε συχνά διαστήματα. Οι φυσικές αυτές καταστάσεις δεν λήφθηκαν, δυστυχώς, σοβαρά υπόψη από τις αρχές, στη διαχείριση των υδροφόρων. Πολλά φράγματα έχουν κατασκευαστεί τα τελευταία 40 χρόνια για τη συγκράτηση του νερού που θα χανόταν στη θάλασσα και για τη μείωση της πίεσης πάνω στους υδροφόρους. Η κατάσταση έχει βελτιωθεί, αλλά η πίεση πάνω στους υδροφόρους εξακολουθεί να υπάρχει, καθώς οι ανάγκες για νερό αυξάνονται συνεχώς.

Η πρώτη επιστημονική μελέτη των υδροφόρων της Κύπρου πάει πίσω στα τέλη του 19ου αιώνα. Ολοκληρωμένες, όμως, μελέτες που οδήγησαν στην καλύτερη γνώση και κατανόηση του θέματος, εκπονήθηκαν από τις αρχές μέσω αριθμού ερευνητικών προγραμμάτων μετά το 1960. Τα υδροφόρα συστήματα της Κύπρου είναι σήμερα καλά γνωστά και η μεγαλύτερη προσπάθεια στοχεύει στην ορθολογική τους εκμετάλλευση και στην αειφόρο διαχείριση τους.

Οι υδροφόροι της Κύπρου έχουν υποδιαιρεθεί σε υδροφόρους Α' και Β' τάξης με βάση το πάχος και την πλευρική τους έκταση. Υδροφόροι Α' τάξης θεωρούνται εκείνοι που έχουν ικανοποιητικό πάχος και μεγάλη πλευρική έκταση στο μεγαλύτερο μέρος της περιοχής που καταλαμβάνει ο υδροφόρος. Αυτοί είναι οι υδροφόροι της Δυτικής Μεσαορίας (Μόρφου), της Νοτιοανατολικής Μεσαορίας και της Χερσονήσου του

Ακρωτηρίου. Ο Υδροφόρος του Τροόδους φαίνεται επίσης να ικανοποιεί τα πιο πάνω κριτήρια έκτασης και συνέχειας και μπορεί να ταξινομηθεί ως υδροφόρος Α' τάξης.

Ο πιο σημαντικός υδροφόρος στη Δυτική Μεσαορία είναι ο Ανώτερος Υδροφόρος. Καλύπτει έκταση 400 km² και εκτείνεται από την περιοχή του παλιού αεροδρομίου της Λευκωσίας, στα ανατολικά μέχρι τον Κόλπο της Μόρφου, στα δυτικά. Αποτελείται από χαλίκια, άμμους και ψαμμίτες με ενστρώσεις ιλύος και αργίλου, Πλειοκαινικής-Πλειστοκαινικής ηλικίας. Ο υδροφόρος εμπλουτίζεται από τη βροχόπτωση και από το νερό των ποταμών που διασχίζουν την περιοχή της Δυτικής Μεσαορίας. Έχει αντληθεί εντατικά κατά τα τελευταία 50 χρόνια, με αποτέλεσμα τη διείσδυση του θαλάσσιου νερού στην περιοχή του Κόλπου της Μόρφου.

Στη Νοτιοανατολική Μεσαορία, ο πιο σημαντικός υδροφόρος είναι ο Αμμώδης. Καλύπτει έκταση 500 km² περίπου. Αποτελείται από ασβεστιτικούς άμμους και ψαμμίτες, μαργαϊκούς άμμους και χαλίκια, Πλειοκαινικής-Πλειστοκαινικής ηλικίας. Ο υδροφόρος αυτός έχει υποστεί εντατική εκμετάλλευση κατά την περίοδο 1950-1970. Καθώς ο υδροφόρος εμπλουτιζόταν μόνο από τη βροχόπτωση, εξαντλήθηκε σύντομα και υπήρξε διείσδυση του θαλάσσιου νερού στο παράκτιο του μέρος, από την Ορμήδεια μέχρι την Αμμόχωστο. Για να αντιμετωπισθούν οι ανάγκες των κατοίκων, μεγάλες ποσότητες νερού μεταφέρονται σήμερα στην περιοχή διαμέσου του Νότιου Αγωγού, ενός σωληναγωγού που μεταφέρει νερό από τις νοτιοδυτικές προς τις νοτιοανατολικές περιοχές της Κύπρου.

Στην περιοχή της Χερσονήσου του Ακρωτηρίου αναπτύσσεται ο ομώνυμος υδροφόρος. Αυτός καλύπτει έκταση 42 km² και αποτελείται από χαλίκια, άμμους και κροκάλες υψηλής περατότητας, με ενστρώσεις ιλύος και αργίλου, Πλειοκαινικής μέχρι πρόσφατης ηλικίας. Ο Υδροφόρος του Ακρωτηρίου εμπλουτίζεται από τη βροχόπτωση καθώς και από τα νερά του ποταμού Κούρη, τα οποία όμως έχουν μειωθεί σημαντικά μετά την κατασκευή του ομώνυμου φράγματος. Η εκμετάλλευση του υδροφόρου άρχισε τη δεκαετία του 1940 και η εντατική άντληση είχε ως αποτέλεσμα τη διείσδυση του θαλάσσιου νερού στα παράκτια του μέρη.

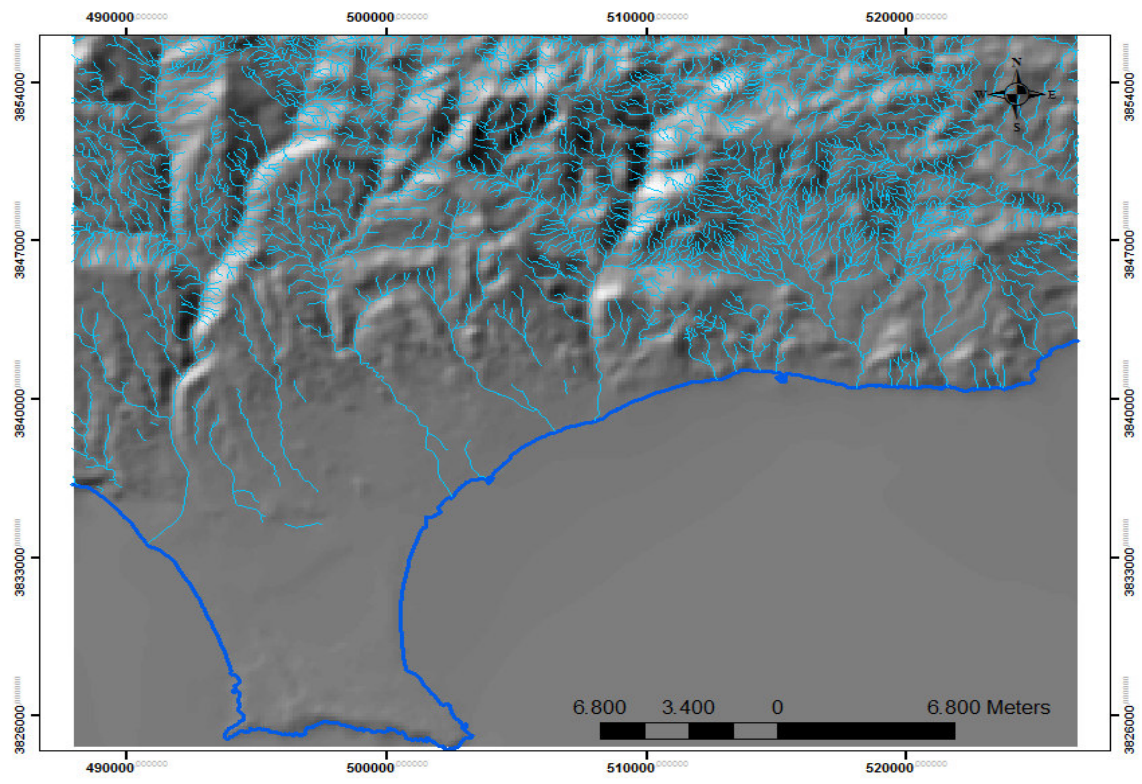
Ο Υδροφόρος του Τροόδους αναπτύχθηκε στα πυριγενή πετρώματα που αποτελούν την οροσειρά και καλύπτει έκταση 3500 km². Είναι ένα θρυμματισμένο υδροφόρο σύστημα, στο οποίο το υπόγειο νερό βρίσκεται σε ρήγματα, ρωγμές, διακλάσεις και σπασίματα που έχουν αναπτυχθεί στα πετρώματα.

Οι υδροφόροι Β' τάξης αποτελούνται από πέρατα στρώματα των οποίων το πάχος ποικίλλει και έχουν περιορισμένη πλευρική έκταση. Αυτοί αναπτύσσονται στους θρυμματισμένους καικαρστικούς ασβεστόλιθους της Οροσειράς του Πενταδακτύλου

(Κερύνειας), στον υφαλογενή ασβεστόλιθο, γύψο και ασβεστολιθικά πετρώματα που περιβάλλουν την Οροσειρά του Τροόδου, καθώς και στις παράκτιες και ποτάμιες αποθέσεις. Εκτός από την Οροσειρά του Πενταδακτύλου, τέτοιοι υδροφόροι αναπτύσσονται στις περιοχές της Κεντρικής Μεσαορίας, της παραλιακής πεδιάδας της Κερύνειας, της Χερσονήσου της Καρπασίας, του Κιτίου, του Μαρωνίου-Αγγλισίδων, του Πισσουρίου-Παραμαλιού, της Πάφου, της λεκάνης της Χρυσοχούς, της Αγίας Ειρήνης-Κορμακίτη και της Μαραθάσας-Λεύκας-Ξερού-Λιμνίτη.

Πολλές ανθρώπινες δραστηριότητες, κατά τις τελευταίες δεκαετίες, είχαν ως αποτέλεσμα την εισαγωγή ρύπων στα υπόγεια νερά, με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας τους. Τέτοιοι ρύποι προήλθαν από οικιακά και βιομηχανικά απόβλητα, λιπάσματα, εντομοκτόνα και παρασιτοκτόνα, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα μεταλλείων και το θαλάσσιο νερό. Οι επιπτώσεις της ρύπανσης στην υγεία των ανθρώπων και στο περιβάλλον έχουν σήμερα αναγνωρισθεί και καταβάλλονται συστηματικές και συντονισμένες προσπάθειες, όχι μόνο για την πρόληψη της, αλλά και για την αναστροφή της δυσμενούς κατάστασης, που ήδη επικρατεί σε αρκετούς υδροφόρους.

Στο σχήμα 4.8 παρουσιάζεται το υδρογραφικό δίκτυο της ευρύτερης περιοχής της Λεμεσού.



Σχήμα 4.8. Το υδρογραφικό δίκτυο της ευρύτερης περιοχής της Λεμεσού

5. Η ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

5.1 Γενικά για την σεισμικότητα της Κύπρου

Η Κύπρος βρίσκεται στη σεισμογόνο ζώνη των Άλπεων-Ιμαλαΐων, μέσα στην οποία εκδηλώνονται 15% των σεισμών παγκοσμίως. Η σεισμικότητα της Κύπρου αποδίδεται κατά κύριο λόγο στο «Κυπριακό Τόξο» (σχ. 5.1), που αποτελεί το τεκτονικό όριο μεταξύ της Αφρικανικής και Ευρασιατικής λιθοσφαιρικής πλάκας στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου. Αυτό βρίσκεται στη θάλασσα στα δυτικά και νότια της Κύπρου. Κατά μήκος του τόξου αυτού παρατηρείται συγκέντρωση πολλών επικέντρων σεισμών, δείχνοντας ότι οι τεκτονικές κινήσεις σε όλο του το μήκος είναι η αιτία πολλών σεισμών.

Ιστορικές αναφορές και αρχαιολογικά ευρήματα μαρτυρούν ότι την Κύπρο έπληξαν στο παρελθόν ισχυροί σεισμοί, που σε αρκετές περιπτώσεις κατέστρεψαν τις πόλεις της. Ιστορικά δεδομένα δείχνουν ότι 16 καταστροφικοί σεισμοί, με ένταση τουλάχιστο VIII στην τροποποιημένη κλίμακα Μερκάλλι, έγιναν μεταξύ 26 π.Χ. και 1900 μ.Χ. Η Πάφος ισοπεδώθηκε το 15 π.Χ. ενώ το 76 μ.Χ. η πόλη καταστράφηκε μαζί με τη Σαλαμίνα και το Κίτιο. Η Σαλαμίνα και το Κίτιο καταστράφηκαν ξανά το 332 μ.Χ. και το 342 μ.Χ.

Ακριβέστερα στοιχεία για τους σεισμούς που συμβαίνουν στον κυπριακό χώρο άρχισαν να συλλέγονται από το 1896, όταν σεισμολογικοί σταθμοί άρχισαν να λειτουργούν στις γειτονικές χώρες. Η κατάσταση έχει βελτιωθεί σημαντικά από τα μέσα της δεκαετίας του 1980, με την ίδρυση σεισμολογικών σταθμών στο νότιο και βόρειο μέρος της Κύπρου.

Κατά την περίοδο 1896-2004, περισσότεροι από 400 σεισμούς, με τα επίκεντρό τους στην Κύπρο και τη γύρω περιοχή, έγιναν αισθητοί στο νησί. Από αυτούς 14 προκάλεσαν ζημιές και μερικοί είχαν θύματα. Οι πλέον καταστροφικοί σεισμοί ήταν εκείνοι των ετών 1941, 1953, 1995, 1996, και 1999.

Η μελέτη των ιστορικών και των πρόσφατων σεισμών (σχ. 5.2) δείχνει ότι η χρονική κατανομή της σεισμικής δραστηριότητας δεν είναι κανονική, αλλά υπάρχουν περιόδοι έντονης δραστηριότητας ακολουθούμενες από περιόδους σεισμικής ύφεσης.

Κατά τα έτη 1995-1999 παρατηρήθηκε αύξηση της σεισμικής δραστηριότητας με ισχυρούς σεισμούς μεγέθους 5,6-6,5 βαθμών στην κλίμακα Ρίχτερ.

Η Κύπρος βρίσκεται σε μια σειсмоγόνο ζώνη και ολόκληρο το νησί μπορεί να θεωρηθεί σεισμόπληκτη περιοχή. Όμως, η πιο σεισμόπληκτη περιοχή της Κύπρου είναι η παράκτια ζώνη, που εκτείνεται από την Πάφο έως την Αμμόχωστο, διαμέσου της Λεμεσού και της Λάρνακας.

Οι σεισμοί είναι φυσικά φαινόμενα, που ο άνθρωπος αδυνατεί να αποτρέψει. Ο άνθρωπος, όμως, είναι σε θέση να μειώσει σημαντικά ή ακόμη και να εξαλείψει τις επιπτώσεις από τους σεισμούς πάνω στις κατασκευές και γενικά στο περιβάλλον και με τον τρόπο αυτό να προσφέρει προστασία στον ίδιο του τον εαυτό. Για να επιτύχει το στόχο αυτό, έχουν ληφθεί μέτρα στην Κύπρο από τη δεκαετία του 1980, τα οποία επικεντρώνονται βασικά στα ακόλουθα: α) τη μελέτη και καλύτερη κατανόηση της σεισμικότητας του κυπριακού χώρου β) τη μελέτη της συμπεριφοράς των εδαφών, κατά τη διάρκεια ενός σεισμού, με ιδιαίτερη έμφαση στα εδάφη των αστικών και παράκτιων περιοχών; γ) την ανέγερση αντισεισμικών κατασκευών και την αντισεισμική θωράκιση των υφιστάμενων κατασκευών; και δ) τη δημιουργία των απαραίτητων δομών για άμεση και αποτελεσματική αντίδραση μετά την εκδήλωση ενός σεισμού.

Σύγχρονοι σεισμολογικοί σταθμοί βρίσκονται σήμερα σε λειτουργία στο βόρειο και νότιο τμήμα της Κύπρου. Οι βασικοί στόχοι της λειτουργίας των σταθμών αυτών είναι; α) η συλλογή αξιόπιστων στοιχείων για τη μελέτη της σεισμικότητας της Κύπρου; β) η άμεση και ακριβής ανάλυση των σεισμών που συμβαίνουν στον κυπριακό χώρο και η μετάδοση των αποτελεσμάτων σε διεθνή και περιφερειακά σεισμολογικά κέντρα; και γ) η άμεση ενημέρωση των αρμόδιων αρχών και του κοινού για όλους τους αισθητούς σεισμούς.

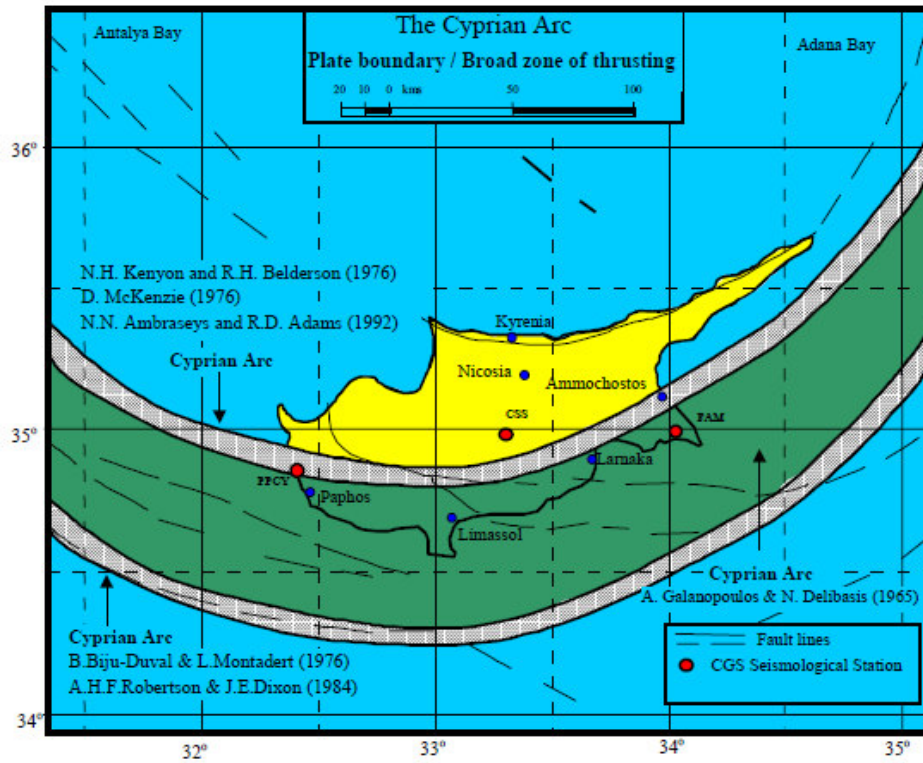
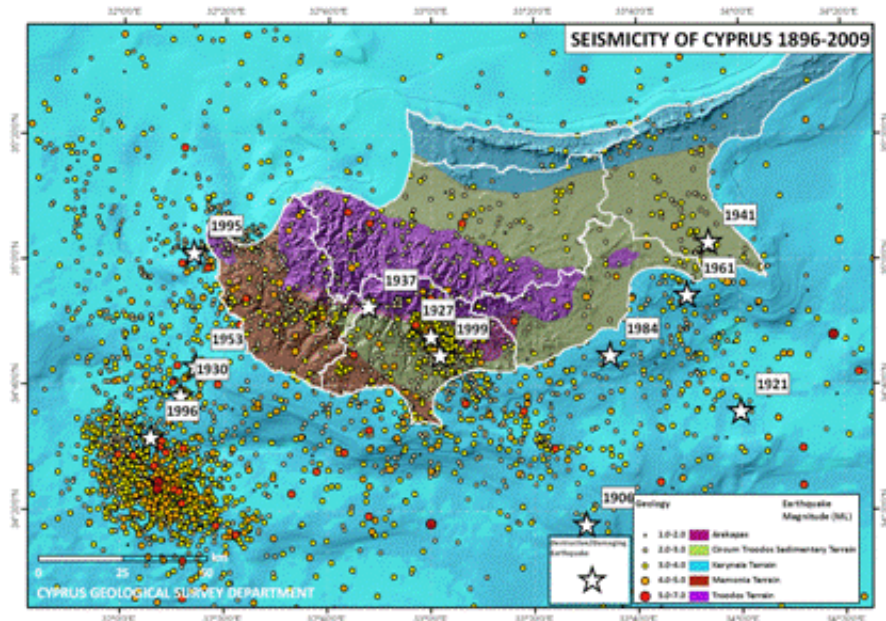


Figure 1 The Cyprian Arc (after Kythreoti *et al.*, 1998)

Σχήμα 5.1. Το Κυπριακό τόξο



Σχήμα 5.2. Η σεισμικότητα της Κύπρου την περίοδο 1896 – 2009.

6. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

6.1 Εισαγωγή

Στα βιομηχανικά απόβλητα συγκαταλέγονται αυτά που προέρχονται από βιομηχανικές και παρεμφερείς δραστηριότητες, επικίνδυνα και μη.

Ως επικίνδυνα απόβλητα θεωρούνται αυτά που εμπίπτουν σε αυτά που αναφέρονται στην Κοινοτική Οδηγία 91/689/ΕΟΚ. Οι ουσίες οι οποίες παράγονται και οι οποίες χαρακτηρίζονται επικίνδυνες, μπορεί να είναι:

- εύφλεκτες ουσίες, οι οποίες μπορεί να προέρχονται από βιομηχανίες χρωμάτων και βερνικιών, εργαστήρια, επιχειρήσεις μεταποίησης και συνεργεία αυτοκινήτων, οικίες, κ.λπ.
- φυτοφάρμακα, τα οποία αποτελούνται από άδειες συσκευασίες ζιζανιοκτόνων, παρασιτοκτόνων, εντομοκτόνων, μυκητοκτόνων κλπ., και παράγονται στις βιομηχανικές μονάδες παρασκευής τους.
- απορριπτόμενα υλικά από παραγωγικές διαδικασίες, και κυρίως υλικά που περιέχονται σε λουτρά βιομηχανικών παραγωγικών διαδικασιών. Αυτού του τύπου τα απόβλητα μπορεί να περιέχουν: ένα ή περισσότερα βαρέα μέταλλα: Pb, Co, Cu, Cr, Ni, Ag, Cd, Sn, Zn (τα οποία προέρχονται από βυρσοδεψεία (λουτρά χρωμίου) και από επιμεταλλωτήρια (λουτρά βαρέων μετάλλων κυρίως ψευδαργύρου), οξέα χωρίς βαρέα μέταλλα και βάσεις με βαρέα μέταλλα και έλαια.
- Τέφρα, από την καύση σε σταθμούς παραγωγής ενέργειας η οποία περιέχει βανάδιο και άλλα βαρέα μέταλλα. .

Οι βιομηχανικές δραστηριότητες που υφίστανται στην Κύπρο (σχ. 6.1) και οι οποίες παράγουν στερεά απόβλητα αφορούν σε 28 βιομηχανικούς κλάδους, όπως φαίνεται στον Πίνακα. Στη συνέχεια παρατίθενται αναλυτικά στοιχεία για τις πηγές προέλευσης και την ποιοτική σύσταση των παραγόμενων βιομηχανικών στερεών αποβλήτων στην Κύπρο. Τονίζεται ότι η περιγραφή των παραγόμενων αποβλήτων εστιάζει στο είδος και την πηγή προέλευσής τους και όχι στις τεχνικές διαχείρισής τους.

0	1	Διυλιστήρια αργού πετρελαίου	05 01
1	1	Συναρμολόγηση συσσωρευτών μολύβδου	06
2	1	Επεξεργασία - Συσκευασία ανόργανων χημικών	06
3	1	Οργανικές βιομηχανίες	07 01
4	1	Παραγωγή πλαστικών	07 02
5	1	Συσκευασία γεωργικών φαρμάκων	07 04
6	1	Παραγωγή φαρμάκων	07 05
7	1	Παραγωγή σαπουνιών και απορρυπαντικών	07 06
8	1	Επισκευές σκαφών αναψυχής και αλιείας	08 01
9	1	Παραγωγή χρωμάτων και βερνικιών	08 01
0	2	Παραγωγή έντυπου υλικού	08 03
1	2	Φωτογραφική βιομηχανία	09 01
2	2	Μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	10 01
3	2	Δευτερογενής παραγωγή μετάλλων	10 09 & 10 10
4	2	Παραγωγή γυαλιού	10 11
5	2	Παραγωγή τσιμέντου	10 13
6	2	Επιφανειακή επεξεργασία και επικάλυψη μετάλλων	11
7	2	Μορφοποίηση, φυσική και μηχανική επεξεργασία μετάλλων	12
8	2	Αναγέννηση χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων	-

6.2 Επεξεργασία - συσκευασία ανόργανων χημικών

Οι βιομηχανίες που επεξεργάζονται – αναμιγνύουν - συσκευάζουν χημικά προϊόντα (οργανικά και ανόργανα), ανόργανα λιπάσματα, απορρυπαντικά και φάρμακα είναι 28.

Τα προϊόντα που προκύπτουν από τις μονάδες παραγωγής ανόργανων χημικών ουσιών περιλαμβάνουν οξέα, βάσεις, άλατα, άζωτο, οξυγόνο, αποσταγμένο νερό, οξειδωτικά μέσα κ.λπ. Τα στερεά απόβλητα που παράγονται από τις μονάδες αυτές είναι ελάχιστα και αφορούν κυρίως υπολείμματα χημικών ουσιών που παραμένουν στις συσκευασίες πρώτων και βοηθητικών υλών καθώς και λάσπη από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων που παράγονται από την παραγωγική διαδικασία.

6.3 Οργανικές βιομηχανίες

Τα προϊόντα που προκύπτουν από τις μονάδες παραγωγής οργανικών χημικών ουσιών περιλαμβάνουν παράγωγα αρωματικών οργανικών ενώσεων (βενζολίου, τολουολίου, ναφθαλενίου, ανθρακένιου, πυριδένιου κ.λπ), κυκλικές οργανικές ενώσεις, μη κυκλικές οργανικές ενώσεις, διαλύτες, αλκοόλες, αντιοξειδωτικά, εστέρες, αμίνες, λιπαρά και άλλα οξέα, κόλλες (χαρτοποιίας, ξυλουργικής), κ.λπ. Τα στερεά απόβλητα που παράγονται από τις μονάδες αυτές παρουσιάζουν μεγάλες διαφοροποιήσεις ανάλογα με τις πρώτες ύλες, την παραγωγική διαδικασία, τις χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται. Τα κύρια στερεά απόβλητα που παράγονται είναι:

- χρησιμοποιημένοι καταλύτες οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την επιτάχυνση ή την επιβράδυνση, ανάλογα με την περίπτωση, των διαφόρων χημικών αντιδράσεων. Οι καταλύτες λόγω του γεγονότος ότι περιέχουν βαρέα μέταλλα, ταξινομούνται ως επικίνδυνα απόβλητα. Οι καταλύτες αυτοί μπορούν να ανακυκλωθούν με σκοπό την ανάκτηση των βαρέων μετάλλων ή να υποστούν διαδικασία αναγέννησης.
- εξαντλημένος ενεργός άνθρακας ή ρητίνες
- απορριπτόμενα φίλτρα
- αλογονούχα και άλλα ιζήματα πυθμένα αποστακτήρα και κατάλοιπα αντιδράσεων
- λάσπες και ιζήματα από την εκχύλιση και απόσταξη των προϊόντων των χημικών αντιδράσεων
- παραπροϊόντα των χημικών αντιδράσεων τα οποία οφείλονται είτε στο γεγονός ότι η αντίδραση που λαμβάνει χώρα δεν είναι πλήρης, είτε στο ότι οι πρώτες ύλες δεν είναι τελείως καθαρές με αποτέλεσμα να λαμβάνουν χώρα και παράπλευρες αντιδράσεις οι οποίες οδηγούν στην παραγωγή των παραπροϊόντων. Η μείωση των παραπροϊόντων που παράγονται επιτυγχάνεται με την αύξηση της απόδοσης της αντίδρασης και την εξασφάλιση της καθαρότητας των πρώτων υλών.

Επιπλέον παράγονται στερεά απόβλητα τα οποία δεν συνδέονται άμεσα με την εφαρμοζόμενη παραγωγική διαδικασία. Τα κυριότερα από τα απόβλητα αυτά είναι τα εξής:

- παλαιός εξοπλισμός ή μονώσεις
- υλικά συσκευασίας και δοχεία που περιέχουν τις πρώτες και βοηθητικές ύλες.

- λάσπη από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων που παράγονται από την παραγωγική διαδικασία.

6.4 Παραγωγή πλαστικών

Στην Λεμεσό υφίστανται περίπου 27 μονάδες παραγωγής πλαστικών προϊόντων (συμπεριλαμβανομένων και αυτών που παράγουν ελαστικά προϊόντα, όπως καουτσούκ). Τα στερεά απόβλητα που παράγουν οι μονάδες αυτές, περιλαμβάνουν κυρίως:

- κόκκους πλαστικού που απορρίπτονται τυχαία στο έδαφος
- ελαττωματικά προϊόντα ή κομμάτια πλαστικού (scrap) τα οποία παράγονται στο πρώτο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας
- αποξηραμένες βαφές από τους κάδους των κυλίνδρων βαθυτυπίας που χρησιμοποιούνται για την βαφή του πλαστικού
- αλογονούχα και άλλα ιζήματα πυθμένα αποστακτήρα και κατάλοιπα αντιδράσεων
- στερεοποιημένες χημικές ουσίες που απορρίπτονται κατά τον καθαρισμό των κάδων ανάμιξης για την παραγωγή προϊόντων από πολυβυνιλοχλωρίδιο σε σκόνη
- απόβλητα από πρόσθετα – σιλικόνες
- πλάκες φίλτρων, εξαντλημένα απορροφητικά υλικά
- λάσπες από επεξεργασία των υγρών αποβλήτων

Τα απορριπτόμενα κομμάτια πλαστικού (scrap) όπως και οι κόκκοι πλαστικού συνήθως επαναχρησιμοποιούνται ή στην ίδια μονάδα ή σε άλλη για την παραγωγή πλαστικού.

6.5 Παραγωγή εντύπου υλικού

Στην Λεμεσό δραστηριοποιούνται περίπου 113 μονάδες εκτυπωτικής δραστηριότητας. Τα στερεά απόβλητα που παράγονται από τις διαδικασίες εκτύπωσης περιλαμβάνουν:

- χρησιμοποιημένα φιλμ από την παραγωγή της εικόνας
- χαρτί που απορρίπτεται κατά την παραγωγή της εικόνας
- απόβλητα τόνερ εκτύπωσης

- χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη της εικόνας που θα εκτυπωθεί και για την σταθεροποίηση της καθώς και διαλύματα επεξεργασίας της φωτογραφίας. Τα διαλύματα αυτά απορρίπτονται είτε ως υγρά είτε ως στερεά απόβλητα
- υλικά που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό των επιφανειών ανάπτυξης της εικόνας, τον καθαρισμό των κυλίνδρων και των μηχανών και την αφαίρεση πλεονάζοντος μελανιού. Τα υλικά αυτά περιέχουν οργανικούς διαλύτες και μελάνια με οργανική βάση τα οποία χρησιμοποιούνται σε όλες τις διαδικασίες εκτύπωσης.
- άδεια κουτιά τα οποία περιείχαν χημικές ουσίες, οργανικούς διαλύτες και μελάνια. Τα κουτιά αυτά είτε απορρίπτονται ως στερεά απόβλητα είτε επιστρέφονται στις εταιρείες παραγωγής τους.
- απορριπτόμενα αποξηραμένα μελάνια από τον καθαρισμό των δοχείων.
- χρησιμοποιημένες πλάκες από τις διαδικασίες εκτύπωσης. Οι πλάκες που χρησιμοποιούνται στις διαδικασίες εκτύπωσης στην περίπτωση που είναι φτιαγμένες από ελαστικό υλικό απορρίπτονται ως στερεά απόβλητα. Οι χρησιμοποιημένοι κύλινδροι βαθυτυπίας συνήθως επιστρέφονται στις εταιρείες κατασκευής τους.
- εκτυπωμένα χαρτιά που απορρίπτονται μέχρι την επίτευξη της κατάλληλης ποιότητας και υπολείμματα από το κόψιμο των φύλλων χαρτιού.

6.6 Απορριπτόμενες Ηλεκτρικές Στήλες και Συσσωρευτές

Οι μπαταρίες διαχωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Η πρώτη αφορά τις μη επαναφορτιζόμενες μπαταρίες (ηλεκτρικές στήλες) και η δεύτερη τις επαναφορτιζόμενες (συσσωρευτές). Τα βασικά τμήματα από τα οποία αποτελείται μία μπαταρία (είτε ηλεκτρική στήλη είτε συσσωρευτής) είναι τα εξής:

- Ηλεκτρόδια: άνοδος, κάθοδος
- Ηλεκτρολύτης: μέσο μεταφοράς των ιόντων από το ένα ηλεκτρόδιο στο άλλο (π.χ. οξύ, αλκαλικό διάλυμα, άλας)
- Διαχωριστής: μονωτικό υλικό που απομονώνει ηλεκτρικά τα δύο ηλεκτρόδια
- Περιβλήμα: περιβάλλει όλα τα παραπάνω

Τα κύρια χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών στηλών δίνονται στον Πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας : Κύρια χαρακτηριστικά και εφαρμογές των ηλεκτρικών στηλών

Σύστημα	Παραδείγματα Εφαρμογών
Ψευδαργύρου / Άνθρακα Αλκαλικές (Zn/Αλκαλικός ηλεκτρολύτης/ MnO ₂)	Φορητά ραδιόφωνα, ηλεκτρονικά, φακοί, παιχνίδια Κασετόφωνα, πικάπ, ραδιόφωνα, αριθμομηχανές
Υδραργύρου (Zn/HgO) Αργύρου (Zn/Ag ₂ O)	Ακουστικά, ιατρικές συσκευές, φωτογραφικός εξοπλισμός Ακουστικά, ιατρικός εξοπλισμός, ρολόγια
Λιθίου	Ρολόγια, υπολογιστές, κυκλώματα μνήμης, συσκευές επικοινωνίας, καρδιακοί βηματοδότες, στρατιωτικές εφαρμογές

Οι συσσωρευτές κατατάσσονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Συσσωρευτές μολύβδου
- Συσσωρευτές νικελίου – καδμίου
- Συσσωρευτές υδριδίων

Ως απορριπτόμενη μπαταρία είναι ηλεκτρική στήλη ή συσσωρευτής που δεν μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί και προορίζεται προς διάθεση ή αξιοποίηση. Οι απορριπτόμενες μπαταρίες (ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές) μπορεί γενικά να περιέχουν (Μαλλιαρός και Σιδηρόπουλος, 1998):

- Υδράργυρο
- Μόλυβδο
- Κάδμιο
- Διοξείδιο Μαγγανίου
- Ψευδάργυρο
- Λίθιο
- Νικέλιο
- Οξείδιο αργύρου
- Οξείδιο βισμούθιου
- Οξέα
- Χλωριούχο αμμώνιο
- Υδροξείδιο καλίου

- Χαλκό
- Ατσάλι
- Κοβάλτιο
- Αρσενικό

Για τις απορριπτόμενες ηλεκτρικές στήλες και τους συσσωρευτές δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία αναφορικά με τις ποσότητες και τις πρακτικές διαχείρισής τους. Για το σκοπό αυτό βρίσκεται σε εξέλιξη εκπόνηση μελέτης για την καταγραφή των παραγόμενων ποσοτήτων, τις υφιστάμενες πρακτικές διαχείρισής τους και για την ανάπτυξη σχεδίου για την ορθολογική τους διαχείριση. Δεδομένα υπάρχουν μόνο για τις χρησιμοποιημένες μπαταρίες αυτοκινήτων οι οποίες συλλέγονται σε μεγάλο ποσοστό από τις εταιρείες ανακύκλωσης συσσωρευτών του Συνδέσμου Ανακυκλωτών, άμεσα από τα συνεργεία και τους χώρους πώλησής τους. Στον Πίνακα 2.29 παρατίθενται οι ποσότητες συσσωρευτών αυτοκινήτων που συλλέχθηκαν κατά τα έτη 1996 έως 1999.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1 Συμπεράσματα

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας μελετήθηκε η ευρύτερη περιοχή της Λεμεσού, ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, γεωλογικού και αρχαιολογικού ενδιαφέροντος. Οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν εντάχθηκαν και αναλύθηκαν σε Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών.

Κάνοντας μια ανασκόπηση των όσων έχουν παρουσιαστεί στα προηγούμενα κεφάλαια παρουσιάζουμε τα κυριότερα συμπεράσματα.

- Η ευρύτερη περιοχή της Λεμεσού αποτελεί ένα χώρο ιδιαίτερου γεωτεκτονικού ενδιαφέροντος.
- Όπως και η υπόλοιπη περιοχή της Κύπρου παρουσιάζει προβλήματα λειψυδρίας, τα οποία οφείλονται κυρίως στην κλιματική αλλαγή των τελευταίων δεκαετιών. Παρ' όλα αυτά οι κάτοικοι έχουν ανεπτυγμένη περιβαλλοντική συνείδηση και διαχειρίζονται ορθολογιστικά τους υδατικούς τους πόρους.
- Η περιοχή που μελετήθηκε στην συγκεκριμένη εργασία δεν παρουσιάζει ιδιαίτερη περιβαλλοντική επιβάρυνση λόγω βιομηχανικής χρήσης.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΥΠΡΟΥ: www.moa.gov.cy

ΚΥΠΡΙΑΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ : www.cyprusgeology.org

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΕΓΚΥΚΛΟΠΑΙΔΕΙΑ : www.wikipedia.org

Ετήσιες αναφορές Υπουργείου Γεωργίας-Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος

Ετήσιες αναφορές Υπουργείου Εμπορίου Βιομηχανίας και Τουρισμού

1. Η ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ ΒΙΒΛΙΟ ΠΟΥ ΕΚΔΟΘΗΚΕ ΑΠΟ ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΤΟΥ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.

2. ΧΑΛΚΟΣ, ΕΝΑΡΞΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑΣ, Η ΚΥΠΡΟΣ ΚΑΙ Ο ΧΑΛΚΟΣ, Η ΚΥΠΡΟΣ ΣΤΗΝ ΧΑΛΚΟΛΙΘΙΚΗ ΕΠΟΧΗ, Η ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΥ, Η ΝΕΩΤΕΡΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΥ : Constantinou G. “Geological features and ancient exploitation of the cupriferous sulphide orebodies of Cyprus” 4000-500 B.C., Pierides Foundation,Larnaka,1981,PP.13-24. Koucky, F. L., The ancient slags of Cyprus Early Metallurgy in Cyprus 4000-500 B.C., Pierides Foundation,Larnaka,p.117-141,1981.Merrilees, R.S., Early Metallurgy in Cyprus 4000-500 B.C., Historical Summary,pp. 373-376. Muhly,J.K., Cooper and Tin,Hamden, Conn (Archon Books: Conn.Acad. of Arts and Sciences, Trans., Vol.43),1973. Χατζηιωάννου, Κ., Η αρχαία Κύπρος εις τα Ελληνικάς Πηγάς, Τόμοι Α,Β και Ε, Εκδόσις Ιεράς Αρχιεπισκοπής Κύπρου, 1983-1985, Zwicker, U.,Ancient Metallurgical Methods for cooper production in Cyprus, Part 1 2,Cyprus Association of Geologists and Mining Engineers, Bullentin 3(1986),pp.79-130

3. ΜΕΤΑΛΛΕΙΑ-ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΑ (ΜΕΤΑΛΛΕΙΑ ΧΑΛΚΟΥ ΜΕΤΑΛΛΕΙΑ ΧΡΩΜΙΟΥ, ΜΕΤΑΛΛΕΙΑ ΑΜΙΑΝΤΟΥ):

ΜΕΤΑΛΛΕΙΟ ΣΚΟΥΡΙΩΤΙΣΣΑΣ :

1. Constantinou G.,Massine sulphide deposits, Skouriwitissa”,Field Excursion Guidebook, Symposium Troodos 87- Ophiolites and Oceanic Lithosphere, Geological Survey Dept, Nicosia, p.105-11, 1987.

2. Ingham, F. T. ‘Economic Geology of the Xeros-Troodos area’, Memoir No.1., Geological Survey Department, Nicosia , p.140-144,1959.

3. Koucky, F. L., The ancient slags of Cyprus Early Metallurgy in Cyprus 4000-500 B.C., Pierides Foundation,Larnaka,p.117-141,1981.

4. Lavender. D, The story of Cyprus Mines Corporation, The Huntington Library, California, U.S.A., P.387, 1962.

5. Zwicker, U., Ancient Metallurgical Methods for Cooper Production in Cyprus, Part 2, Sulphide ore and cooper-arsenic-alloy production. Bulletin 3, Cyprus Association of Geologists and Mining Engineers, p.92-111,1986.

ALTHERR. R.. SCHLIESTEDT, M., OKRUSCH. M. SEIDEL E.. KREUZER. H., HARRE, W.. LENZ, H., WENDT, I.& WAGNER. G. (1979): Geochronology of high-pressure rocks on Sifnos (Greece, Cyclades). -Contr. Miner. & Petrol.. 70, 245-255.

ALTHERR, R., KREUZER, H., WENDT, I., LENZ, H., WAGNER. G.-A., KELLER, J., HARRE, W. & HOHNDORF, A. (1982): A late Oligocene/early Miocene high temperature belt in the Attico-Cycladic crystalline complex (SE Pelagonian, Greece). -Geol. J., E23, 97-164.

ANDRIESS EN, P.-A., BOELRUK, N.-A., HERBEDA, E.-H., PRIEM, H.-M., VERDURMEN, E.-A., & VERSCHURE, R.-H. (1979): Dating the events of metamorphism and granitic magmatism in the Alpine Orogen at Naxos (Cyclades, Greece). -Contr. Miner. & Petrol., 69,215-225.