ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΙΣΤΟΡΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ-ΠΑΛΑΙΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

"Οι Εναλλαγές της βλάστησης τα τελευταία εξήντα χρόνια στην Αττική βάσει παλυνολογικών αναλύσεων σε ιζήματα του Σαρωνικού Κόλπου"

Κλεονίκη Θεοδωρίδου

Α.Μ: 1114201300038

Επιβλέπουσα: Επίκουρη Καθηγήτρια Κατερίνα Κούλη

ΑΘΗΝΑ 2017

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ 3

ΠΕΡΙΛΗΨΗ 4

ABSTRACT 5

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 6

Σκοπός έρευνας 6

1.1 Η Παλυνολογία και η Ανάπτυξη της Παλυνολογικής Έρευνας στην Ελλάδα 6

1.2 Γενικές Πληροφορίες 6

1.3 Αναγνώριση της Παλυνολογικής μεθόδου-Περιορισμοί 9

1.4 Αναπαράσταση της βλάστησης του παρελθόντος βάση μελέτης γυρεόκοκκων 9

1.5 Παλυνολογικές έρευνες στην Ελλάδα 11

2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ 12

2.1 Αττική 13

2.2 Σαρωνικός Κόλπος 16

2.3 Κόλπος Ελευσίνας 20

2.4 Κλίμα 22

2.5 Βλάστηση 25

3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΟ 29

3.1 Υλικό Μελέτης 29

3.2 Χημική επεξεργασία υλικού 30

3.3 Μικροσκοπική ανάλυση 33

3.4 Κατασκευή παλυνολογικών διαγραμάτων 33

4. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΠΑΛΥΝΟΜΟΡΦΩΝ ΣΤΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ 35

4.1 Γυρεόκοκκοι-Σπόρια 35

4.2 Παρουσίαση κάποιων Γυρεόκοκκων-Σπορίων όπως αναγνωρίστηκαν στο οπτικό μικροσκόπιο 44

***4.3* Δινομαστιγωτά** 48

4.3 Μύκητες 52

4.4 Τρηματοφόρα 53

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 54

5.1 Πυρήνας S_2 54

5.2 Πυρήνας S_{43} 57

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ 59

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 60

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 61

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του προπτυχιακού κύκλου σπουδών του τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, του τομέα Ιστορικής Γεωλογίας και Παλαιοντολογίας κατά το ακαδημαϊκό έτος 2016-2017.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβέπουσα καθηγήτρια μου, την κυρία Κατερίνα Κούλη, Επίκουρη Καθηγήτρια του Τομέα Ιστορικής Γεωλογίας - Παλαιοντολογίας, για την άριστη συνεργασία, την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου παρείχε καθ'όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας, αλλά και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε. Οι σημαντικές υποδείξεις και συμβουλές της με κατεύθυναν σ'ένα σωστό τρόπο σκέψης, όμως πάνω απ'όλα θα αποτελούν σημαντικά εφόδια που θα με συνοδεύουν για τη μετέπειτα ζωή μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ακόμα, την Ιωάννα Αθανασά, φοιτήτρια του Τμήματος Βιολογίας για τη βοήθεια και την πολύ καλή συνεργασία που είχαμε κατά την εργαστηριακή επεξεργασία των δειγμάτων. Επίσης, πολλά ευχαριστώ αξίζουν σε όλους τους πραγματικούς μου φίλους για την ψυχολογική και ηθική υποστήριξη που μου έδειξαν.

Τέλος, θέλω να εκφράσω ένα τεράστιο ευχαριστώ στους γονείς και τον θείο μου, για τη στήριξη και εμπιστοσύνη που μου έδειξαν όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου. Πέραν, όμως από την πολύτιμη αυτή στήριξη, μου έδωσαν όλα τα εφόδια ώστε να γίνω ένας σωστός άνθρωπος και αυτό είναι κάτι που δεν μαθαίνεται, αλλά μεταδίδεται.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε Παλυνολογική ανάλυση σύγχρονων επιφανειακών ιζημάτων των δύο πυρήνων S_{43} και S_2, από την περιοχή του Σαρωνικού κόλπου και του κόλπου της Ελευσίνας αντίστοιχα. Οι στόχοι αυτής της εργασίας είναι η αναπαράσταση και η διερεύνηση της βλάστησης, καθώς και η συσχέτιση της με τις περιβαλλοντικές συνθήκες τα τελευταία εξήντα χρόνια στην Αττική. Έτσι, η Παλυνολογική έρευνα εφαρμόζεται σε δύο πυρήνες θαλάσσιων ιζημάτων και αποσκοπεί στη μελέτη της εξέλιξης της βλάστησης, στην καταγραφή του ανθρωπογενούς τοπίου, στο ρόλο της ανθρώπινης δραστηριότητας και στις κλιματικές-περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν στη συγκεκριμένη περιοχή όλη αυτή τη χρονική περίοδο μέχρι σήμερα. Πρωταρχικό βήμα για την επίτευξη αυτής της έρευνας είναι η χημική επεξεργασία των δειγμάτων από τους δύο πυρήνες ώστε να πραγματοποιηθεί η μελέτη και η ανάγνωριση των γυρεοκόκκων και άλλων παλυνομόρφων στο οπτικό μικροσκόπιο. Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα C2 version 1.7.7. μελετήσαμε τα διαγράμματα για τους δύο πυρήνες και διαπιστώσαμε κάποιες σημαντικές παρατηρήσεις όσον αφορά τη συγκέντρωση και την ποσοστιαία κατανομή των γυρεοκόκκων, καθώς επίσης και των διαφόρων παλυνομόρφων που περιέχονται στα δείγματα. Διακρίνουμε διαφορές μεταξύ των δύο πυρήνων, κάτι που είναι εύλογο λόγω της διαφορετικής τους θέσης δειγματοληψίας. Μέσα από όλες αυτές τις παρατηρήσεις καταλήγουμε σε κάποια συμπεράσματα όπου βλέπουμε ότι ο πυρήνας S_{43} χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερη ποικιλομορφία και μικρότερη αφθονία από τον πυρήνα S_2 ως προς τα είδη γυρεοκόκκων. Ουσιαστικά, μεταβαίνουμε από μία βλάστηση φυλλοβόλων (πυρήνας S_2) σε μία εναλλαγή ξεροφυτικών φυτών (πυρήνας S_{43}). Τέλος, εκεί που διακρίνουμε σημαντική διαφορά στους δύο πυρήνες είναι στους ενδωσκελετούς τρηματοφόρων (Foraminifera), όπου στον S_{43} βλέπουμε πολύ μεγαλύτερη ποσοστιαία κατανομή και συγκέντρωση σε σχέση με τον πυρήνα S_2.

Λέξεις Κλειδιά: *Αττική, εξέλιξη-αναπαράσταση βλάστησης, γυρεόκοκκοι, θαλάσσια ιζήματα*

ABSTRACT

In this following diploma thesis was performed a Palynological study of modern surface sediments of two cores S_{43} and S_2 in the region of Saronikos Gulf and the Elefsis Bay. The objectives of this work are the reconstruction and exploration of vegetation, as well as its correlation with the environmental conditions during the last sixty years in Attica. Thus, this Palynological study is applied to two cores of marine sediments and aims to study the evolution of vegetation, the recording of anthropogenic nature, the role of human activity and the climatic and environmental conditions prevailing in this area throughout this period. The primary step in this research is the chemical processing of the samples from the two cores in order to study and identify the pollen and other polymorphs in the optical microscope. Then, using the C2 version 1.7.7. Program we studied the charts for both cores and we noticed some important observations regarding the concentration and percentage distribution of the pollen and the various polymorphs contained in the samples. We distinguish differences between these two cores, which is reasonable due to their different sampling position. So, all of these observations can lead to some conclusions where the S_{43} core is presented by a majority and a big abundance of different types of pollen, in comparison with the S_2 core. In other words, there is a transitional stage from a vegetation of deciduous plants (S_2 core) to a vegetation of xerophytic plants (S_{43} core). Overall, it is significant to mention that there is a big difference concerning the abundance and the concentration of Foraminifera, in both cores S_2 and S_{43}, where as can be seen by the graphs S_{43} exceeds the amount of foraminifera linings in contrast to S_2 core.

Keywords: *Attica, vegetation history-reconstruction, pollen, marine sediments*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός έρευνας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η αναπαράσταση και η διερεύνηση της βλάστησης καθώς και η συσχέτιση της κυρίως με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, τα τελευταία εξήντα χρόνια στην Αττική. Έτσι, η Παλυνολογική έρευνα εφαρμόζεται σε δύο πυρήνες θαλάσσιων ιζημάτων στον Σαρωνικό κόλπο και αποσκοπεί στη μελέτη της εξέλιξης της βλάστησης, στην καταγραφή του ανθρωπογενούς τοπίου, στο ρόλο της ανθρώπινης δραστηριότητας και στις κλιματικές-περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν στη συγκεκριμένη περιοχή όλη αυτή τη χρονική περίοδο μέχρι σήμερα.

1.1 Η Παλυνολογία και η Ανάπτυξη της Παλυνολογικής Έρευνας στην Ελλάδα

1.2 Γενικές Πληροφορίες

Ο όρος είναι σχετικά σύγχρονος και προτάθηκε το 1944 από τους Βρετανούς βοτανικούς *HYDE* και *WILLIAMS.* Προέρχεται από το αρχαίο ελληνικό ρήμα «παλύνω» που σημαίνει διασκορπίζω. Μελετά μια μεγάλη ποικιλία από οργανικά υπολείμματα που μεταφέρονται με τη βοήθεια του αέρα (σπόρια, γυρεόκοκκοι, δινομαστιγωτά, ριζόποδα, χιτινόζωα,κ.α.).

Η ύπαρξη των κόκκων γύρεως ήταν γνωστή από την αρχαιότητα, πολύ πριν την πρώτη χρήση του όρου. Η πρώτη όμως παρατήρηση της μορφής των γυρεόκοκκων ανάγεται στο 1862 όταν ο *GREW* αντελήφθη την ύπαρξη τους την ίδια στιγμή που ανακάλυψε το μικροσκόπιο. Το 1835 ο *KIRKMANN* αποδίδει για πρώτη φορά τις αλεργίες που συνοδεύονται από καταρροή στους γυρεόκοκκους. Το 1837-38 και το 1886 περιγράφηκαν οι πρώτες μορφές απολιθωμένων γυρεόκοκκων από το *GOSPORT*, που εργάστηκε με μειοκαινικούς φαιούς άνθρακες, τον ERHENBERG που μελέτησε κερατόλιθους και τους *BENNIE-KIDSTON* και *POTONIE* που μελέτησαν ορυκτούς άνθρακες. Η ουσιαστική όμως ανάπτυξη της παλυνολογίας ξεκίνησε με την αρχή του 20^{ου} αιώνα:

- Την περίοδο 1910-1930 έγιναν παλυνολογικές μελέτες στο Τεταρτογενές της Σκανδιναβίας.
- Από το 1930 ξεκίνησαν μελέτες στους γαιάνθρακες.
- Τέλος από το 1950 άρχισε η μελέτη των ιζημάτων λόγω των εφαρμογών της παλυνολογίας στην έρευνα πετρελαίων.

Η πρώτη συνθετική παλυνολογική μελέτη έγινε το 1935 από το *WODENHOUSE*.

Η επιστήμη της παλυνολογίας άτυπα μπορεί να χωριστεί σε δύο κύριες κατευθύνσεις με βάση το αν η εφαρμογή αφορά σύγχρονα ή απολιθωμένα παλυνόμορφα. Αυτός ο διαχωρισμός γενικά διαχωρίζει τη βιολογική παλυνολογία από τη γεωλογική.

1. *Συγχρονη Παλυνολογία:* Η Σύγχρονη Παλυνολογία μπορεί να χωριστεί σε υποκατηγορίες εφαρμογών ως εξής:
    - *Μορφολογία Παλυνομόρφων:* Αποτελεί τη βάση όλων των υπολοίπων εφαρμογών της παλυνολογίας. Μελετά τη μορφολογία των διαφόρων παλυνομόρφων επιδιώκοντας να τα ταξινομήσει σε κατηγορίες και προσβλέποντας στη σύνδεση τους με τις βιολογικές ταξινομικές ομάδες.
    - *Γυρεολογική οικολογία:* Το τμήμα της αγρονομίας ή της οικολογίας που μελετά τη διασπορά των γυρεόκοκκων από τον αέρα ή τα ζώα. Συμβάλλει στην πρόβλεψη της σοδειάς.
    - *Αλλεργιολογία:* Μελετά την περιοδική συγκέντρωση και διασπορά γυρεόκοκκων και σπορίων που προξενούν αλλεργίες, βρίσκοντας έτσι εφαρμογή στην Ιατρική.
    - *Μελισσοπαλυνολογία:* Η μελέτη των κόκκων γύρεως που μεταφέρονται με τη βοήθεια των εντόμων. Πρακτική εφαρμογή της είναι ο έλεγχος ποιότητας και προέλευσης του μελιού.
    - *Εγκληματολογία:* Σε εγκληματολογικές έρευνες προκειμένου να διερευνηθεί εάν άνθρωποι ή αντικείμενα βρέθηκαν σε κάποιες περιοχές χρησιμοποιείται η μελέτη των κόκκων γύρης που υπάρχουν πάνω ή μέσα τους.

2. *Παλαιοπαλυνολογία:*

- *Στρωματογραφική Παλυνολογία:* Η μελέτη των παλυνομόρφων και η κατανομή τους στα ιζηματογενή πετρώματα βοηθά στο συσχετισμό και τη χρονολόγηση τους. Η κύρια εφαρμογή των παλυνομόρφων ως στρωματογραφικών δεικτών γίνεται στα προ-νεογενή ιζήματα. Πολλές ομάδες παλυνόμορφων έπαιξαν σημαντικό ρόλο στη βιοστρωματογραφία του Παλαιοζωικού (ακριτάρχα, σκωληκόδοντα, χιτινόζωα). Η εφαρμογή της Στρωματογραφικής Παλυνολογίας στην έρευνα πετρελαίων στα μέσα του 20^{ου} αιώνα έδωσε μεγάλη ώθηση στην ανάπτυξη του εν λόγω κλάδου, με κύριο αντικείμενο τη μελέτη των δινομαστιγωτών.
- *Παλυνολογία Τεταρτογενούς:* Λόγω της ποικιλίας περιβαλλόντων και υλικών απόθεσης (θαλάσσιες και λιμναίες αποθέσεις, εδάφη, τυρφώνες, πάγο) που καλύπτει η ανάλυση των παλυνομόρφων (γυρεόκοκκοι, σπόρια, δινομαστιγωτά, μύκητες και φύκη) θεωρείται η πλέον ενδεδειγμένη και συχνότερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος για τη μελέτη των παλαιοπεριβαλλόντων του Τεταρτογενούς, με έμφαση στα χερσαία οικοσυστήματα. Είναι εξαιρετικά ακριβής επιτρέποντας ποσοτικές και ποιοτικές συγκρίσεις των μεταβολών της χλωρίδας σε ευρεία αλλά και σε τοπική κλίμακα. Οι κλιματικές διακυμάνσεις του Τεταρτογενούς είχαν εύκολα ανιχνεύσιμες επιπτώσεις στην πανίδα και τη

χλωρίδα. Η αδυναμία όμως χρονολόγησης των αποθέσεων με τη χρήση παλυνομόρφων κατά το Τεταρτογενές απαιτεί την παράλληλη χρήση μιας μεθόδου σχετικής ή απόλυτης χρονολόγησης (βιοστρωματογραφία, ραδιοχρονολόγηση, παλαιομαγνητισμός).

- *Αρχαιοπαλυνολογία:* Πρόκειται για τη μελέτη παλυνομόρφων που βρίσκονται σε αρχαιολογικές προσχώσεις ή αποθέσεις που σχετίζονται με τη δράση του ανθρώπου. Εφαρμόζεται με σκοπό τη διερεύνηση του περιβάλλοντος του ανθρώπου, τη μελέτη της ιστορίας της καλλιέργειας και της ανθρώπινης επίδρασης στη βλάστηση.

Ο όρος παλυνόμορφα περιλαμβάνει μία ποικιλία από φυτικής ή ζωικής προέλευσης μορφές μικρού μεγέθους (5-500 μm) και αποτελούνται από υλικά, όπως σποροπολλένινη ή χιτίνη, τα οποία εμφανίζονται εξαιρετικά ανθεκτικά στις περισσότερες μορφές διάβρωσης εκτός της οξείδωσης. Με την στενή έννοια, παλυνόμορφα θεωρούνται μικροσκοπικά αντικείμενα που βρίσκονται σε μεγάλες συναθροίσεις στα περισσότερα ιζήματα και ιζηματογενή πετρώματα και επιβιώνουν από τις συνήθεις χημικές επεξεργασίες που χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή των γυρεόκοκκων από το ίζημα. Με την ευρεία έννοια περιλαμβάνονται και μερικά άλλα μικροαπολιθώματα, τα οποία δεν επιβιώνουν πάντα της χημικής διεργασίας, όπως οι φυτόλιθοι, τα διάτομα και τρηματοφόρα με χιτινώδες κέλυφος.

Στα παλυνολογικά παρασκευάσματα τα πλέον διαδεδομένα παλυνόμορφα είναι οι γυρεόκοκκοι, τα σπόρια, τα δινομαστιγωτά και τα σπόρια των μυκήτων και φυκών. Η μέθοδος της παλυνολογικής ανάλυσης καλύπτει ένα πλήθος από περιβάλλοντα απόθεσης καθώς οι γυρεόκοκκοι και τα σπόρια διασπείρονται μέσω του αέρα και μπορούν να βρεθούν στις περισσότερες μορφές ιζηματογενών αποθέσεων, ενώ τα δινομαστιγωτά κυριαρχούν στα θαλάσσια και υφάλμυρα περιβάλλοντα. Γενικά, για τη μελέτη χερσαίων και λιμναίων οικοσυστημάτων χρησιμοποιούνται οι γυρεόκοκκοι και τα σπόρια, ενώ για τη μελέτη θαλάσσιων αποθέσεων η χρήση τόσο των δινομαστιγωτών, όσο και των γυρεόκοκκων είναι απαραίτητη.

1.3 Αναγνώριση της Παλυνολογικής μεθόδου-Περιορισμοί

Η ανάλυση γύρης κέρδισε έδαφος και καθιερώθηκε σαν μέθοδος έρευνας λόγω του γεγονότος ότι οι γυρεόκοκκοι και τα σπόρια είναι εξαιρετικά κινητικοί και ανθεκτικοί σε κάθε μορφή διάβρωσης και έτσι μπορούν να βρεθούν σε κάθε είδους απόθεση. Επιπλέον, παράγονται σε μεγάλες ποσότητες από κάθε φυτό και έχουν μια ποικιλία μορφών που επιτρέπει τον προσδιορισμό του αρχικού φυτού από το οποίο προήλθαν.

Στη μέθοδο έχουν γίνει οι εξής παραδοχές:

- Το σύνολο των γυρεόκοκκων και σπορίων που αποτίθενται σε μια περιοχή αντιπροσωπεύουν τη βλάστηση της.
- Η μεταφορά, απόθεση και διαγένεση δεν επηρεάζουν καθόλου τη συνολική εικόνα των αρχικών γυρεόκοκκων.
- Η δειγματοληψία, χημική προπαρασκευή των δειγμάτων και οι προσδιορισμοί των γυρεόκοκκων αντιπροσωπεύουν ακριβώς την αρχική υπόθεση.

Είναι γεγονός ότι καμία από αυτές τις προϋποθέσεις δεν ισχύει πλήρως. Προκειμένου για την πρώτη παραδοχή πλήθος εργασιών (*π.χ. Janssen 1981, 1984*) έχουν δείξει ότι η πλειοψηφία των γυρεόκοκκων μεταφέρονται από τον αέρα για αποστάσεις μικρότερες από κάποιες εκατοντάδες μέτρα μακριά από τα φυτά που τους παράγουν. Προκειμένου να παρακαμφθεί αυτός ο σκόπελος καλό είναι σε κάθε μελέτη, ειδικά για μικρές λεκάνες, να γίνεται σύγκριση της σύγχρονης βροχής κόκκων με τη χλωρίδα.

Η δεύτερη παραδοχή έγινε αντικείμενο έντονης κριτικής για μεγάλο διάστημα. Η αντοχή του σποροδέρμιου στη διάβρωση δεν είναι δυστυχώς η ίδια σε όλα τα περιβάλλοντα, αλλά όλοι οι τύποι γυρεόκοκκων θεωρούνται εξίσου ανθεκτικοί στις ίδιες συνθήκες. Τα όξινα περιβάλλοντα θεωρούνται τα καλύτερα για τη διατήρηση των γυρεόκοκκων, τα δε βασικά θεωρούνται καλά. Αντίθετα, τα αρχαιολογικά στρώματα και ιζήματα σπηλαίων συχνά δίνουν μη αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα. Η εκπλήρωση της τελευταίας παραδοχής είναι θέμα μεθοδολογίας και εμπειρίας του εκάστοτε ερευνητή.

1.4 Αναπαράσταση της βλάστησης του παρελθόντος βάση μελέτης γυρεόκοκκων

Κατά την αναπαράσταση της βλάστησης του παρελθόντος με τη βοήθεια κόκκων γύρεως οι απολιθωμένες συγκεντρώσεις συγκρίνονται με αντίστοιχες σύγχρονες, σύμφωνα με το Ακτουαλιστικό πρότυπο. Αυτό βέβαια είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί μόνο όταν υπάρχουν σύγχρονα ανάλογα των απολιθωμένων φυτοκοινωνιών. Παρόλα αυτά ο τρόπος με τον οποίο τα διάφορα είδη φυτών σχημάτιζαν τις φυτοκοινωνίες του παρελθόντος είναι δυνατό να διαφέρει πολύ από σήμερα.

Μία συγκέντρωση φυτών, η οποία αντιπροσωπεύει ένα συγκεκριμένο βιότοπο παράγει έναν αριθμό γυρεόκοκκων. Μέσα στο οικοσύστημα αυτό κάποια φυτά (ανεμόφιλα) παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες γυρεόκοκκων από άλλα (εντομόφιλα, υδρόφιλα). Από την πληθώρα των παραγόμενων γυρεόκοκκων και σπορίων μόνο ένας πολύ μικρός αριθμός χρησιμοποιείται για αναπαραγωγή, ενώ οι υπόλοιποι διασπείρονται στο περιβάλλον. Η διασπορά των γυρεόκοκκων πραγματοποιείται από μια ποικιλία μέσων (άνεμος, νερό, έντομα).

Η ζωντανή φυτοκοινωνία από μόνη της είναι πολύπλοκη όσον αφορά στη διασπορά των ειδών στην οριζόντια και κατακόρυφη διάσταση. Αντικαθρεπτίζει διάφορες περιβαλλοντικές επιρροές, κληρονομημένες ιδιότητες από προηγούμενες φυτοκοινωνίες και ιστορικούς παράγοντες, όπως η μετανάστευση φυτών και οι γεωγραφικές συνθήκες που την επηρέαζουν.

Οποιαδήποτε παλυνολογική έρευνα πρέπει να λάβει υπόψη της τα ακόλουθα:

- Οι αποθέσεις είναι γενικά ομοιόμορφες ή το υλικό αποτέθηκε σε φακούς, ανομοιόμορφα ή διαταραγμένα. Στην πρώτη περίπτωση μπορεί να γίνει μια κανονική στρωματογραφική μελέτη, στη δεύτερη όμως είναι απαραίτητο να μελετηθεί κάθε φακός χωριστά και κατόπιν να γίνει συσχετισμός τους με κάποια πρότυπη στρωματογραφία.
- Οι κόκκοι γύρεως αποτελούν προϊόν συνιζηματογενούς απόθεσης ή εισήλθαν στο ίζημα μεταγενέστερα όπως συμβαίνει για παράδειγμα στα εδάφη. Στην τελευταία περίπτωση υπάρχουν προβλήματα χρονολόγης.
- Είναι οι γυρεόκοκκοι τοπικής προέλευσης ή μεταφέρθηκαν στη θέση. Στη δεύτερη περίπτωση οι γυρεόκοκκοι δεν δίνουν ικανοποιητικές πληροφορίες για την κατά καιρούς τοπική χλωρίδα.

Η διαδικασία της παραγωγής διασποράς και απόθεσης των γυρεόκοκκων έχει ως αποτελέσμα μια ταφοκοινωνία, η οποία διαφέρει σημαντικά από την αρχική φυτοκοινωνία. Αυτή διαφοροποείται επί πλέον από τις διαδικασίες διαγένεσης των ιζημάτων και από την επιλεκτική διατήρηση. Ως αποτελέσμα των παραπάνω, η απολιθωμένη συγκέντρωση είναι μια ημιτελής εικόνα της ζώσας φυτοκοινωνίας.

Για την ερμηνεία των συγκεντρώσεων των γυρεόκοκκων και των απολιθωμένων φυτικών καταλοίπων πρέπει να λαμβάνονται υπ’όψην:

- Οι διαδικασίες μέσω των οποίων η δομή και σύνθεση των ζωντανών φυτοκοινωνιών αντανακλάται σε απολιθωμένες συγκεντρώσεις.

- Η οικολογική ερμηνεία παρόμοιων συγκεντρώσεων.

Κατά την αναπαράσταση της χλωρίδας και του περιβάλλοντος του παρελθόντος τα στοιχεία των γυρεόκοκκων συχνά αντιμετωπίζονται σαν αντιπρόσωποι μιας ομοιογενούς χλωρίδας από μια ακαθόριστου μεγέθους περιοχή. Παρόλα αυτά είναι δεδομένο ότι η φυτοκάλυψη τόσο σήμερα, όσο και στο παρελθόν ήταν ποικίλη και εξαρτώμενη από το τοπικό μικροκλίμα, τον τύπο εδάφους, τον ανταγωνισμό μεταξύ των διαφόρων ειδών κτλ.

Αντίθετα με τις φυτοκοινωνίες, οι συγκεντρώσεις γυρεόκοκκων είναι ταφοκοινωνίες αποτελούμενες από ένα αυτόχθονο τοπικό στοιχείο και ένα αλλόχθονο περιφερειακό στοιχείο που φτάνει στο χώρο απόθεσης μεταφερόμενο από την πρωτογενή πηγή του. Ο διαχωρισμός τους είναι σημαντικός για την ερμηνεία των παλυνολογικών διαγραμμάτων. Κάθε προσπάθεια να αναπαρασταθεί η βλάστηση του παρελθόντος πρέπει να ακολουθεί τη διάκριση του κάθε τύπου απόθεσης των γυρεόκοκκων. Τέσσερις μορφές απόθεσης προκύπτουν ως αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας (*Janssen 1981*) :

- *Τοπική απόθεση γυρεόκοκκων:* Αποτελείται από κόκκους προερχόμενους από ανεμόφιλα και εντομόφιλα φυτά που φύονται πολύ κοντά στη θέση της δειγματοληψίας (π.χ. προκειμένου για λιμναίες αποθέσεις γυρεόκοκκοι από υδρόβια φυτά). Οι τιμές των τύπων αυτών είναι υψηλές και η παρουσία τους συχνά ασυνεχής, ενώ οι συγκεντρώσεις παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλότητα.
- *Παρατοπική απόθεση γυρεόκοκκων:* Συνίσταται κυρίως από κόκκους ανεμόφιλων φυτών, τα οποία φύονται μερικές εκατοντάδες μέτρα μακριά από τη θέση δειγματοληψίας (π.χ. σε μικρές λίμνες ή παρόχθια βλάστηση). Τα ποσοστά συμμετοχής τους στα φάσματα είναι σχετικά υψηλότερα από αυτά των περιφερειακών γυρεόκοκκων.
- *Περιφερειακή απόθεση γυρεόκοκκων:* Αναφέρεται σε συγκέντρωση από κόκκους από ανεμόφιλα φυτά, τα οποία απαρτίζουν τη βλάστηση της ευρύτερης περιοχής γύρω από τη θέση δειγματοληψίας. Από την περιφερειακή απόθεση γυρεόκοκκων μπορεί να γίνει η αναπαράσταση μόνο μεγάλης κλίμακας χλωριδικών τύπων (π.χ. αναπαράσταση χλωριδικών σχηματισμών).
- *Εξωπεριφερειακή απόθεση γυρεόκοκκων:* Πρόερχεται από κόκκους ανεμόφιλων φυτών, τα οποία έχουν μεταφερθεί από περιοχές εκτός του χλωριδικού σχηματισμού όπου βρίσκεται η θέση δειγματοληψίας. Συχνά αναφέρονται στη βιβλιογραφία ως εξωτικοί κόκκοι που αποτέθηκαν έπειτα από μεταφορά μακράς απόστασης.

1.5 Παλυνολογικές έρευνες στην Ελλάδα

Η Παλυνολογική έρευνα έχει μια μακρά ιστορία που φαίνεται από το μεγάλο και διαρκώς αυξανόμενο αριθμό δημοσιεύσεων. Η μέθοδος αυτή έχει βρεί εφαρμογή σε πληθώρα περιπτώσεων, από τον ισημερινό έως τους πόλους και σε ποικίλα υλικά από λιμναίες αποθέσεις, εδάφη, τυρφώνες, ακόμα και πάγο.

Κατά τη δεκαετία του 1960 ένας σημαντικός αριθμός παλυνολόγων άρχισε να δουλεύει στην Ελλάδα. Το 1965 οι *Van der Hammen et al.* δημοσίευσαν το πρώτο παλυνολογικό διάγραμμα για την Ελλάδα από έναν «σχηματισμό τύρφης μεγάλου πάχους» και κατέδειξαν ότι η Μακεδονία καλυπτόταν από πυκνά δάση βελανιδιάς από την αρχή του Ολόκαινου και από στεπώδη βλάστηση αποτελούμενη από *Artemisia* (αψιθιά), και *Poaceae* (αγρωστώδη) κατά την τελευταία Παγετώδη περίοδο.

Το 1969 ο *Wijmstra* παρουσίασε ένα λεπτομερές παλυνολογικό διάγραμμα από τα Τενάγη Φιλίππων όπου διαχώρισε δέκα ζώνες συγκέντρωσης γυρεόκοκκων, τις οποίες υποδιαίρεσε σε υποζώνες. Τις ζώνες αυτές, οι περισσότερες από τις οποίες είναι προ-Ολοκαινικές, προσπάθησε να συσχετίσει με γνωστές κλιματικές φάσεις από τη Βόρειο-Δυτική Ευρώπη. Τα διαγράμματα του (*Bottema 1974),* από διάφορες περιοχές της Βορείου Ελλάδος, επιβεβαίωσαν σε μεγαλύτερη έκταση τους συσχετισμούς του (*Wijmstra 1969).*

Από τότε μέχρι σήμερα πολλοί ερευνητές μελέτησαν και δημοσίευσαν υλικό από διάφορες θέσεις στην Ελλάδα, είτε ως αυτοδύναμες παλυνολογικές εργασίες είτε σαν τμήμα ευρύτερων γεωλογικών ερευνών. Η ανάλυση των παλυνομόρφων έχει χρησιμοποιηθεί στη μελέτη διαφόρων γεωλογικών σχηματισμών της Ελλάδας και έχει συνεισφέρει στη διερεύνηση των θαλάσσιων αποθέσεων της Ανατολικής Μεσογείου. Τα δινομαστιγωτά και οι κόκκοι γύρεως χρησιμοποιήθηκαν για τη διερεύνηση της κυκλικότητας της ιζηματογένεσης και τη σύνδεση της με αστρονομικούς κύκλους σε θαλάσσιες και λιμναίες αποθέσεις στην Ελλάδα.

2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

2.1 Αττική

Η Αττική, από γεωγραφική άποψη αποτελεί μια χερσόνησο που βρίσκεται στο νοτιοανατολικό τμήμα της Στερεάς Ελλάδας, η οποία μαζί με ένα τμήμα του νομού Βοιωτίας παρουσιάζει ένα τριγωνικό σχεδόν σχήμα. Συνορεύει βόρεια με το νομό Βοιωτίας και δυτικά με το νομό Κορινθίας, ενώ βρέχεται βόρεια και ανατολικά από το Νότιο Ευβοϊκό κόλπο, νότια και δυτικά από το Σαρωνικό κόλπο και βορειοδυτικά από τον Κορινθιακό κόλπο (κόλπος Αλκυονίδων). Έχει έκταση περίπου 3.808 km^2 και καλύπτει το 2,9 % της συνολικής έκτασης της Ελλάδας.

Η μορφολογία της Αττικής είναι ιδιαίτερη σε σχέση με τα υπόλοιπα τμήματα της Στερεάς Ελλάδας, παρουσιάζοντας χαρακτηριστικά ορεινά τμήματα και διαύλους. Το μορφολογικό ανάγλυφο, το οποίο σε ποσοστό 7,2 % χαρακτηρίζεται ως ορεινό, 61,6 % ημιορεινό, και 31,2 % πεδινό, παρουσιάζει σημαντικές υψομετρικές διαφορές με μεγαλύτερα υψόμετρα να εντοπίζονται στα βόρεια τμήματα της περιοχής που ελαττώνονται βαθμιαία προς νότο.

Το παραπάνω ανάγλυφο διαμορφώνεται από δύο κύριους ορεογραφικούς άξονες :

- Το βόρειο, που είναι και ο πιο ορεινός, με τα Γεράνεια, τον Κιθαιρώνα, τον Πάτερα, το Πάστρα, το Αιγάλεω και την Πάρνηθα.
- Τον ανατολικό, με το Πεντελικό και τον Υμηττό. Ανατολικά και νότια εμφανίζονται τρείς μικροί ορεινοί όγκοι, η Μερέντα, το Πάνειο και ο Όλυμπος.

Η Αττική, γενικά δεν χαρακτηρίζεται από εκτεταμένα ποτάμια συστήματα. Το γεγονός αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στη μορφολογία και διάταξη των ορεινών όγκων, όπου δεν επιτρέπουν τη σημαντική ανάπτυξη επιφανειακής ροής, όπως και η παρουσία καρστικών δομών, δημιουργώντας υπολειμματικά υδρογραφικά δίκτυα και υπόγεια ροή. Από τους πιο σημαντικούς ποταμούς και χείμαρρους είναι:

- Ο Ιλισσός, στα ανατολικά των Αθηνών που αρχίζει από τις ΒΔ πλαγιές του Υμηττού και διαχίζοντας το ανατολικό τμήμα των Αθηνών, εκβάλλει στο Φάληρο.
- Ο Αθηναϊκός Κηφισός, που ρέει προς τα ΒΔ των Αθηνών πηγάζει από τις ΝΑ κλιτείς της Πάρνηθας και τις ΒΑ του Πεντελικού στον αυχένα Μπογιατίου και εκβάλλει στο Φάληρο, αφού κατά τη διαδρομή του δεχθεί τα νερά της Πάρνηθας, της Πεντέλης και του Αιγάλεω.
- Ο Θριάσιος Κηφισός ή Σαρανταπόταμος που εκβάλλει πριν τη Ελευσίνα.
- Ο Χάραδρος που εκβάλλει στη τεχνητή λίμνη του Μαραθώνα.
- Ο Ερασίνος που διασχίζει περιφερειακά τη λεκάνη των Σπατών και εκβάλλει στη Βραυρώνα.
- Ο Μεγαρίτικος που ρέει βόρεια των Μεγάρων και εκβάλλει στον ομώνυμο κόλπο.

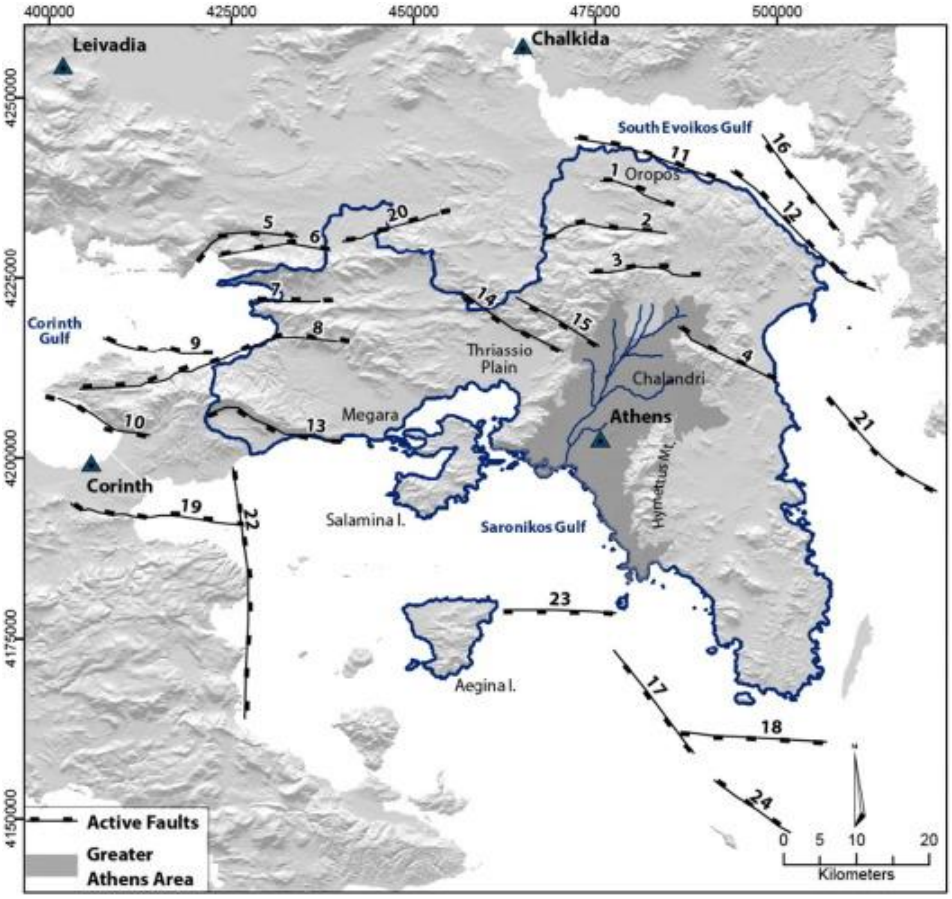
Η μοναδική λίμνη στο λεκανοπέδιο των Αθηνών είναι αυτή του Μαραθώνα. Η λίμνη αυτή σχηματίστηκε με τεχνητό φράγμα και χρησιμοποιείται για την κάλυψη μέρους

της ύδρευσης της Αθήνας. Στα βορειοανατολικά του κόλπου της Ελευσίνας υπάρχει η μικρή λιμνοθάλασσα Κουμουνδούρου, που τροφοδοτείται από τα νερά της Πάρνηθας, κυρίως μέσω καρστικών διαύλων.

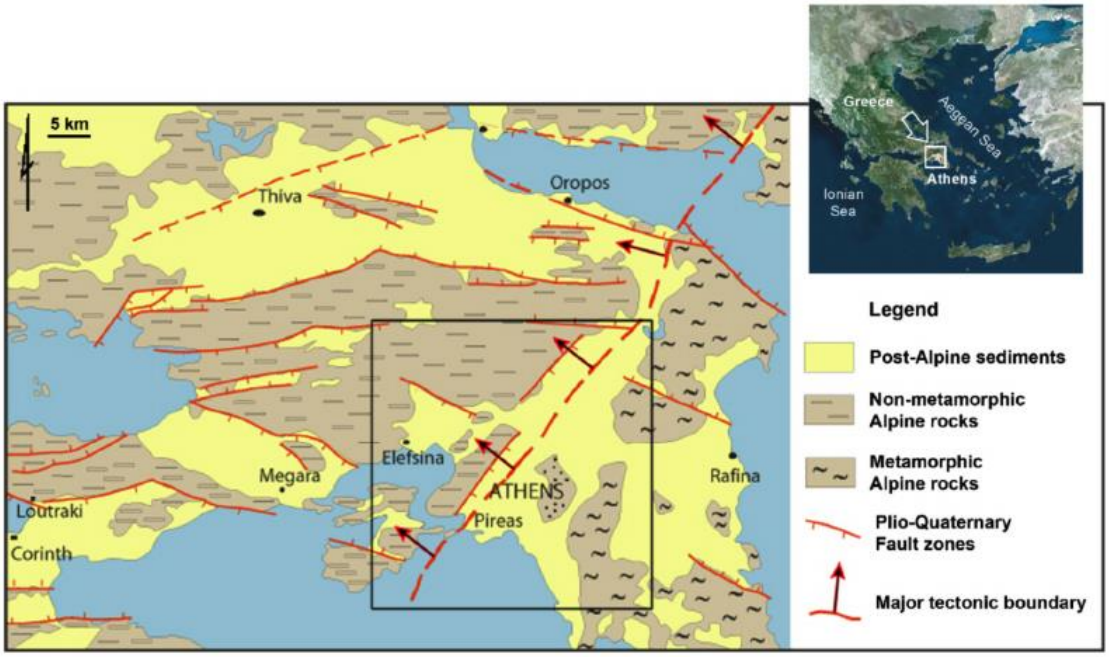
Πλυθυσμιακά η περιοχή της Δυτικής Αττικής και συγκεκριμένα η Ελευσίνα, που αποτελεί τμήμα της περιοχής μελέτης της συγκεκριμένης εργασίας, παρουσιάζει μία συνεχώς αυξανόμενη τάση. Με βάση την απογραφή του 2011 οι μόνιμοι κάτοικοι υπολογίστηκαν σε 29.902 κατοίκους (*Ελληνική Στατιστική Αρχή, Απογραφή 2011, http://www.statistics.gr/2011-census-pop-hous).*

2.1.1 Γεωλογία Αττικής

Η περιοχή της Αττικής ανήκει σε μία αυτόχθονη μεταμορφωμένη ενότητα Παλαιοζωικής - Μεσοζωικής ηλικίας, η οποία αποτελείται από μάρμαρα και σχίστες (*Makris et al., 2004*). Συγκεκριμένα, η Ανατολική Αττική αποτελείται κυρίως από μεταμορφωμένα πετρώματα, (μάρμαρα και σχίστες), ενώ η Δυτική Αττική αποτελείται κυρίως από ιζηματογενή πετρώματα, όπως για παράδειγμα ασβεστόλιθοι και διάφοροι κλαστικοί σχηματισμοί (*Lekkas, 2001*). Περιοχές με χαμηλό υψόμετρο έχουν καλυφθεί κυρίως με μετα-αλπικά ιζήματα, μάζες από βραχώδη πετρώματα κοντά σε λόφους και εδαφικούς σχηματισμούς κωνικής μορφής που εντοπίζονται κυρίως σε επικλεινείς περιοχές. Στη Δυτική Αττική, Τριαδικο-Ιουρασικοί καρμπονατίτες βρίσκονται σε ενδιαστρώσεις με σχίστες και ψαμμίτες. Επίσης, στο νοτιοανατολικό τμήμα της λεκάνης απορροής του Σαραντάποταμου παρατηρούνται Ανω-Κρητιδικοί ασβεστόλιθοι που βρίσκονται σε ενδιαστρώσεις με μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, ενώ αντίθετα στα ορεινά τμήματα παρατηρούνται να ξεπροβάλλουν από την επιφάνεια της Γης στρώματα μεγάλης έκτασης του Κάτω Παλαιοζωικού, αποτελούμενα από διάφορους σχηματισμούς όπως ηφαιστειακούς τόφφους και σχιστόλιθους (*Alexouli-Livaditi et al., 1997*). Όσον αφορά το τεκτονικό καθεστώς της Αττικής, παρατηρούμε ότι κυριαρχείται από μία μεγάλη τεκτονική ρηξιγενή ζώνη διεύθυνσης ΒΒΑ-ΝΝΔ, η οποία διαχωρίζει τα βουνά της Πεντέλης και του Υμηττού στα ανατολικά από τα βουνά της Πάρνηθας και του Αιγάλεω στα δυτικά. Κατά μήκος της Πάρνηθας παρατηρούνται κανονικά ρήγματα διεύθυνσης Α-Δ, τα οποία θεωρούνται ότι είναι η προέκταση του συστήματος ρηγμάτων που έχουμε στον Κορινθιακό κόλπο (*Lekkas, 2001*).



Εικόνα 2. : *Τεκτονικός χάρτης με τα ενεργά ρήγματα που υπάρχουν στη περιοχή της Αττικής (Deligiannakis et al. 2016).*



Εικόνα 2.1 : *Απλοποιημένη μορφή νεοτεκτονικού χάρτη της Αττικής όπου διακρίνεται η ακριβής τοποθεσία του μεγάλου τεκτονικού ορίου που διαχωρίζει τα μεταμορφωμένα αλπικά πετρώματα από τα μη μεταμορφωμένα (Papanikolaou et al. 1999).*

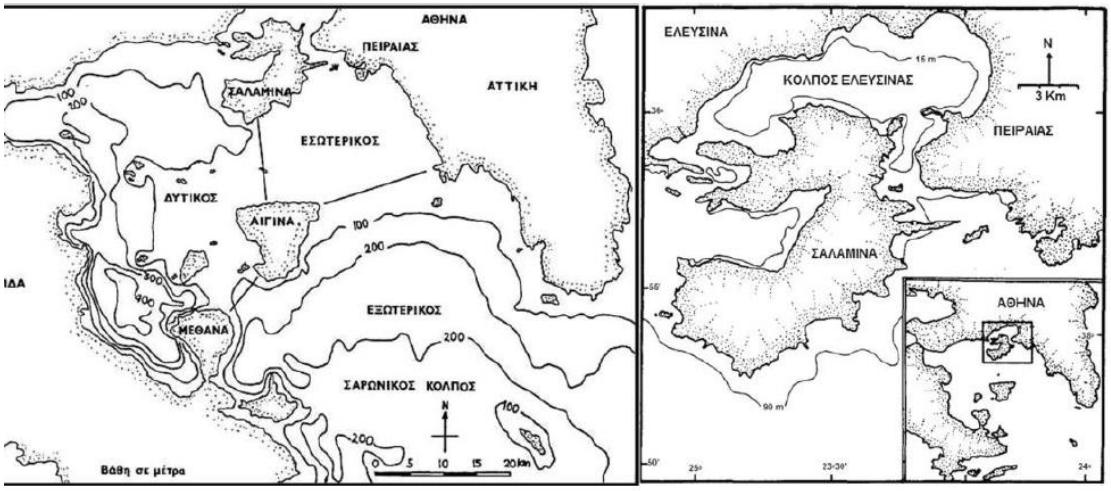
2.2 Σαρωνικός Κόλπος

Ο Σαρωνικός είναι ένας κλειστός κόλπος και περικλείεται από τις ακτές της Αττικής και της Πελοποννήσου, ενώ νότιο όριό του αποτελεί η νοητή γραμμή Ν. Πόρου-Σουνίου. Στο βόρειο τμήμα του κόλπου ξεχωρίζει ο κόλπος της Ελευσίνας, ημίκλειστος και ρηχός, που επικοινωνεί με τον κυρίως Σαρωνικό κόλπο μέσω του διαύλου του Κερατσινίου βάθους 12 m και του δυτικού διαύλου βάθους 8 m. Η νοητή γραμμή Σαλαμίνας-Αίγινας και Αίγινας-Χερσονήσου Μεθάνων διακρίνει τη Δυτική από την Ανατολικά λεκάνη. Η τελευταία διακρίνεται από τη νοητή γραμμή Φλεβών - Αίγινας στον εσωτερικό και εξωτερικό Σαρωνικό. Ο εξωτερικός Σαρωνικός βρίσκεται σε άμεση επικοινωνία με το Νότιο Αιγαίο πέλαγος.

Η μορφολογία των ακτών είναι πολύπλοκη με παρουσία μεγάλων νησιών. Ο Σαρωνικός Κόλπος μπορεί να διαιρεθεί σε τέσσερις επιμέρους κόλπους που είναι (*Evangeliou, Florou, 2010*):

- ο Εξωτερικός Σαρωνικός στα νότια, που οριοθετείται από τη γραμμή Αίγινας - Μεθάνων μήκους 7 km στα δυτικά, και από τη γραμμή Αίγινας- Βουλιαγμένης μήκους 19 km στα βόρεια με μέγιστο βάθος μεγαλύτερο από 200 m.
- ο Κεντρικός Σαρωνικός στα δυτικά, με 1117 km^2 έκταση και μέγιστο βάθος 428 m, ο οποίος στα νοτιοανατολικά οριοθετείται από τη γραμμή Αίγινας-Μεθάνων και στα ανατολικά από τη γραμμή Αίγινας-Σαλαμίνας μήκους 11 km.
- ο Εσωτερικός Σαρωνικός στα ανατολικά, που οριοθετείται στα νότια από τη γραμμή Αίγινας - Βουλιαγμένης ενώ στα δυτικά από τη γραμμή Αίγινας - Σαλαμίνας, με έκταση 468 km^2 και μέγιστο βάθος 104 m. Περιλαμβάνει τις ακτές της Αθήνας και του Πειραιά, και για το λόγο αυτό επηρεάζεται έντονα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.
- ο Κόλπος της Ελευσίνας, στο βόρειο άκρο του Σαρωνικού, με μέγιστο βάθος 34 m, που λόγω της μικρής του επικοινωνίας με τον υπόλοιπο Σαρωνικό, μέσω δύο διαύλων βάθους 8 m στα βορειοδυτικά και 11 m στα βορειοανατολικά της Σαλαμίνας, μπορεί να θεωρηθεί ένας ξεχωριστός, μεμονωμένος κόλπος (*Γουργιώτη, 1988*). Αποτελείται από μια αβαθή λεκάνη με έκταση 67 km^2, μέσο και μέγιστο βάθος τα 18 και 33 m, αντίστοιχα, και όγκο υδάτων περίπου 1.282 km^3. Επικοινωνεί με τον υπόλοιπο Σαρωνικό Κόλπο διαμέσου δύο στενών διαύλων που ορίζονται από την ακτή της Αττικής και της νήσου Σαλαμίνας, το δίαυλο Κερατσινίου με βάθος 12 m και πλάτος 1.2 km και τον δίαυλο των Μεγάρων με βάθος 8 m και πλάτος 600 m (*Friligos, 1983*).

Αναφορικά με την υδρολογία του Σαρωνικού Κόλπου, είναι χαρακτηριστικό είναι η έλλειψη εκβολών μεγάλων ποταμών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αργή ανανέωση των υδάτων που γίνεται με την είσοδο ρευμάτων από το Αιγαίο που ακολουθούν τις ακτές της Αττικής μέσω του Σουνίου και τα οποία φθάνουν στο δυτικό Σαρωνικό και στη συνέχεια εξέρχονται από τα κανάλια βόρεια και νότια της Αίγινας. Η κυκλοφορία του νερού στον Σαρωνικό Κόλπο καθορίζεται κυρίως από την κατεύθυνση και την ένταση των ανέμων, ενώ η παλίρροια έχει αμελητέα επίδραση στην κίνηση των υδάτων λόγω των μεγάλων διαστάσεων του κόλπου (*Friligos,1984).*



Εικόνα 2.2 : *Βαθυμετρία του Σαρωνικού Κόλπου και του Κόλπου της Ελευσίνας (Ελευθερίου,2014).*

Η θερμοκρασία των νερών του Σαρωνικού κόλπου κυμαίνεται από 13°C στο διάστημα Ιανουαρίου-Φεβρουαρίου ως 26°C κατά τον Ιούλιο-Αύγουστο. Ο Κόλπος της Ελευσίνας εμφανίζεται κατά 1°C ως 2°C ψυχρότερος τον χειμώνα και θερμότερος το καλοκαίρι, λόγω της απομόνωσής του από τον υπόλοιπο κόλπο. Σε βάθη μεγαλύτερα από 70 μέτρα, η θερμοκρασία είναι σχεδόν σταθερή, μεταξύ 14°C και 15° C. Η αλατότητα δεν παρουσιάζει έντονες εποχικές και γεωγραφικές μεταβολές , και γενικά κυμαίνεται μεταξύ 38,5% και 39,5%.

Όσον αφορά τα βιολογικά χαρακτηριστικά του Σαρωνικού κόλπου εξαρτώνται άμεσα από τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του και έτσι μπορούμε να πούμε ότι ο Έξω Σαρωνικός έχει, από βιολογική άποψη, μεγάλη συγγένεια με το Αιγαίο Πέλαγος, ενώ στον Έσω και Δυτικό Σαρωνικό η ρύπανση έχει ελαττώσει την ποικιλία των οργανισμών και έχει αυξήσει τη βιομάζα. Ακόμη εντονότερη είναι η επίδραση της ρύπανσης στους οργανισμούς που ζουν στον κόλπο της Ελευσίνας. Στην περιοχή αυτή διαβιούν κυρίως είδη ανθεκτικά στη ρύπανση, ενώ κάθε καλοκαίρι παρατηρούνται μαζικοί θάνατοι θαλάσσιων οργανισμών, λόγω της έλλειψης οξυγόνου.

Ο Σαρωνικός κόλπος αποτελεί ένα οικοσύστημα στο θαλάσσιο χώρο της Ελλάδας για το οποίο διαθέτουμε πολλά στοιχεία των βιολογικών και φυσικοχημικών παραμέτρων, των γεωλογικών και βαθυμετρικών χαρακτηριστικών, της δύναμικής των θαλασσίων μαζών. Η ύπαρξη όλων αυτών των στοιχείων οφείλεται τόσο στη γεωγραφική του θέση όσο και στο γεγονός ότι είναι μία περιοχή όπου οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις και δραστηριότητες έχουν φανερές επιδράσεις στο οικοσύστημα.

2.2.1 Γεωλογία Σαρωνικού Κόλπου

Ο Σαρωνικός Κόλπος σχηματίστηκε από καταβύθιση που έλαβε χώρα κατά το Κατώτερο Τεταρτογενές. Από γεωτεκτονική άποψη αποτελεί την βορειοδυτική απόληξη του ενεργού ηφαιστειακού τόξου του Αιγαίου. Περισσότερα από 200 μικρά και μεγάλα ρήγματα έχουν χαρτογραφηθεί στον Σαρωνικό Κόλπο και σχεδόν όλα είναι ενεργά , συνεχίζοντας να αποτελούν παράγοντες διαμόρφωσης του κόλπου. Την πολυτάραχη τεκτονική ιστορία της περιοχής μαρτυρούν τόσο η ύπαρξη πολλών νησιών και νησίδων όσο και η εκδήλωση ηφαιστειότητας σε διάφορα σημεία της (Μέθανα, Σουσάκι, Αίγινα, Σαλαμίνα).

Η λεκάνη του Σαρωνικού κόλπου αποτελεί μια σύνθετη νεοτεκτονική δομή στο ΒΔ άκρο του σύγχρονου ελληνικού ηφαιστειακού τόξου (*Papanikolaou et al. 1988*). Μια σχετικά ρηχή υποθαλάσσια κορυφογραμμή στο κεντρικό τμήμα της, που αναδύθηκε ως τμήμα των νησιών της Σαλαμίνας, της Αίγινας και του Πόρου και της χερσονήσου των Μεθάνων, οριοθετεί το ανατολικό από το δυτικό τμήμα της λεκάνης. Αυτή η κεντρική πλατφόρμα υποδηλώνει την ύπαρξη ρηξιγενούς ζώνης, διεύθυνσης ΒΒΑ-ΝΝΔ, η οποία πιθανώς να αποτελεί την υπεράκτια επέκταση μιας μεγάλης ζώνωσης που κυριαρχεί στις γειτονικές παράκτιες περιοχές (*Drakatos et al. 2005*). Το σύστημα αυτό σηματοδοτεί ένα σημαντικό τεκτονικό όριο, διαιρώντας την κυκλαδική κυανοσχιστολιθική ζώνη στα νοτιοανατολικά από την υπο-πελαγονική, Παλαιοζωική έως Μεσοζωική, ανθρακική πλατφόρμα στα Δυτικά.

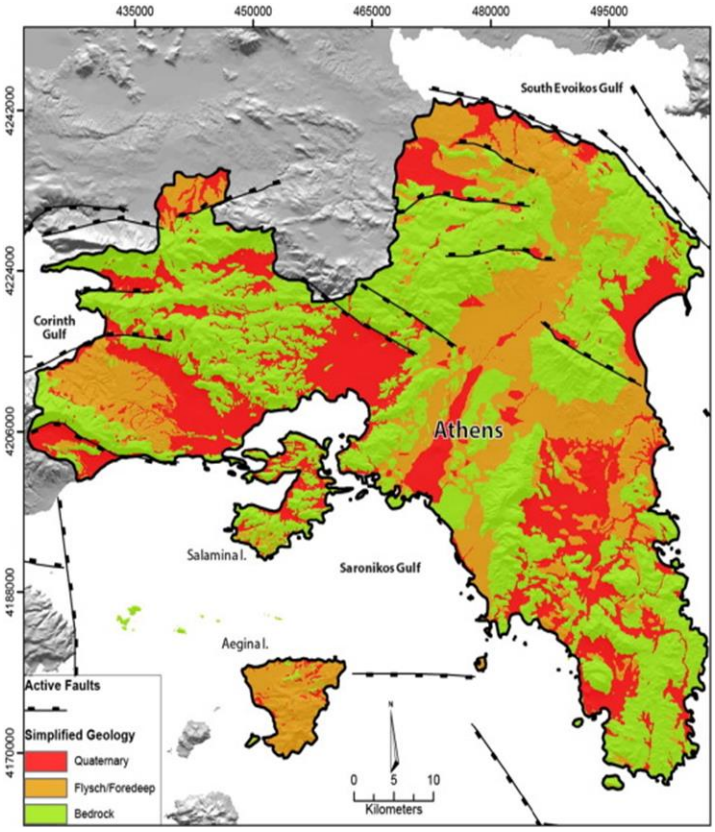
Κατά το Πλειόκαινο έχει επανενεργοποιηθεί με μια ελαφριά αριστερόστροφη περιστροφή (*Dietrich et al. 1993*). Το νεοτεκτονικό εφελκυστικό καθεστώς της περιοχής συνδέεται με την ελάττωση του φλοιού στα 20 km στη λεκάνη του Σαρωνικού (*Drakatos et al. 2005*) και της Πλειο-Τεταρτογενούς ηφαιστειακής δραστηριότητας του τόξου, η οποία διακρίνεται σε δύο κύριες φάσεις (*Pe 1973, Pe-Piper et al. 1983, Dietrich et al. 1988, Seymour 1996, Morris 2000*).

Τα ηφαιστειακά κέντρα στο Σουσάκι, την Αίγινα και τον Πόρο ανήκουν στην πρώτη ηφαιστειογενή δραστηριότητα κατά το Πλειόκαινο και το ηφαιστειακό κέντρο των Μεθάνων ανήκει στη δεύτερη φάση κατά το Πλειστόκαινο (*Fytikas et al. 1986*). Η πιο πρόσφατη ηφαιστειακή δραστηριότητα σημειώθηκε το 230 π.Χ. στο ΒΔ κομμάτι της χερσονήσου των Μεθάνων, δημιουργώντας τους ανδεσίτες της Καμένης Χώρας (*Fytikas et al. 1986*). Η ηφαιστειακή δραστηριότητα σήμερα περιορίζεται στις θερμές

πηγές και τις φουμαρόλες των Μεθάνων και της Αίγινας, οι οποίες συνδέονται άμεσα με τα ενεργά ρηξιγενή συστήματα (*Makris et al. 2004, D'Alessandro et al. 2008*). Ολόκληρη η περιοχή των ακτών της Πελοποννήσου χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη μεγάλων ρηξιγενών ζωνών και από πολυάριθμα άλλα ρήγματα δεύτερης και τρίτης τάξης, σχηματίζοντας μεγάλες τεκτονικές τάφρους και κέρατα (*Papanikolaou et al. 1989, Kranis et al. 2004*).

Η αύξηση της σεισμικής δραστηριότητας κάτω από ένα εντατικό καθεστώς με διεύθυνση ΒΒΑ- ΝΝΔ, παρατηρείται κυρίως στα δυτικά περιθώρια του Σαρωνικού Κόλπου, όπου παρουσιάζονται περιοχές ισχυρής ιστορικής και πρόσφατης σεισμικότητας (*Makropoulos et al. 1989, Papazachos and Papazachou 1997, Papadopoulos et al. 2000*). Στην κεντρική κορυφογραμμή του Σαρωνικού κόλπου η μικροσεισμική δραστηριότητα σχετίζεται περισσότερο με την παραμόρφωση του φλοιού κάτω από ένα εφελκυστικό καθεστώς και όχι τόσο με την ηφαιστειότητα της περιοχής (*Makropoulos and Burton 1981, Bath 1983, Makris et al. 2004, Paradisopoulou et al. 2010*).

Αξίζει να σημειωθεί ότι η πρόσφατη ιζηματογένεση στον Σαρωνικό κόλπο είναι αποτέλεσμα της προσφοράς σε κλαστικό υλικό των ποταμών Κηφισός και Ιλισός, οι οποίοι λειτουργούσαν ως τροφοδότες της περιοχής πριν την χειραγώγησή τους από τον άνθρωπο. Σήμερα η προσφορά τους είναι μειωμένη και η τροφοδοσία του κόλπου γίνεται από ποταμούς, χειμάρρους και ρυάκια εποχιακής κυρίως δράσης. Σε γενικές γραμμές τα λεπτόκοκκα ιζήματα (ιλύς-silt, άργιλος-clay, πηλός-mud) συγκεντρώνονται στα βαθύτερα σημεία και ιδιαίτερα στη Δυτική λεκάνη, στο νότιο τμήμα του ανατολικού Σαρωνικού και στον κόλπο της Ελευσίνας. Το κεντρικό τμήμα του κόλπου καλύπτεται από πηλώδη άμμο (myddy sand) και τέλος οι παράκτιες περιοχές καλύπτονται από αμμώδη ιλύ (sandy silt) στα βόρεια και ιλυώδη άμμο (silty sand) στα ανατολικά (*Καλόσακας, 2000*).



Εικόνα 2.3 : *Απλοποιημένη μορφή του γεωλογικού χάρτη της περιοχής της Αττικής και του Σαρωνικού κόλπου,σε κλίμακα 1:50.000 των γεωλογικών χαρτών του ΙΓΜΕ (Marinos et al. 1999a).*

2.3 Κόλπος Ελευσίνας

Η Ελευσίνα είναι πόλη του πρώην Νομού Αττικής και έδρα της Περιφερειακής Ενότητας Δυτικής Αττικής, ενώ βρίσκεται σε απόσταση 20 km από την Αθήνα. Έχει έκταση 20 km² και πληθυσμό 29.902 κατοίκους, σύμφωνα με την Απογραφή του 2011. Κατά την αρχαιότητα η Ελευσίνα αποτελούσε μαζί με την Αθήνα, την Ολυμπία, τους Δελφούς και τη Δήλο τις πέντε ιερές πόλεις της Αρχαίας Ελλάδος και σε αυτήν κατέληγε η Ιερά Οδός.

Ο Κόλπος Ελευσίνας, (ή Κόλπος Ελευσίνος), είναι εσωτερικός κόλπος του ευρύτερου Σαρωνικού, στο βόρειο μυχό του. Αποτελεί την ημίκλειστη θαλάσσια λεκάνη που απλώνεται κατά διεύθυνση Α - Δ, σε μήκος περίπου 12 μιλίων, όπου και ορίζεται από τις νότιες ακτές της Αττικής και συγκεκριμένα από τον όρμο Σκαραμαγκά, (ανατολικά), μέχρι το Μεγάλο Πεύκο, (δυτικά), και από τις βόρειες ακτές της Σαλαμίνας (νότια). Η έκτασή του υπολογίζεται σε 67 km^2 με μέγιστο βάθος 33 m περικλείοντας περίπου 1,2 km^3 νερού. Η επικοινωνία με τον Σαρωνικό κόλπο πραγματοποιείται από δύο πορθμούς-πόρους, έναν ΝΑ, με μέγιστο βάθος τα 12 m και ένα δυτικά, με μέγιστο βάθος τα 8 m, ενώ το πλάτος αμφοτέρων περιορίζεται σε λίγες εκατοντάδες μέτρα. Όσον αφορά τη μορφολογία του πυθμένα του κόλπου, στο δυτικό του τμήμα διακρίνεται ένα βύθισμα με απότομα πρανή (μέγιστο βάθος 35 m) ενώ το ανατολικό του τμήμα χαρακτηρίζεται από ομαλότερο και ρηχότερο ανάγλυφο (μέσο βάθος 20 m).

Ο κόλπος της Ελευσίνας αποτελεί ίσως την πιο υποβαθμισμένη θαλάσσια περιοχή της Ελλάδας. Η επιδείνωση της επικρατούσας επιβαρημένης περιβαλλοντικής κατάστασης υποβοηθάται από τη δυσμενή μορφολογία του (αβαθής, ημίκλειστος κόλπος, με ασθενή επίδραση από τα νερά του υπόλοιπου Σαρωνικού) ευνοώντας την αθροιστική συγκέντρωση των ρυπαντών. Η αυξημένη συσσώρευση μετάλλων κατά την περίοδο 1974-1992 υποδεικνύει την ανεξέλεγκτη βιομηχανική ανάπτυξη στην περιοχή γύρω από τον κόλπο και τη χρήση του ως αποδέκτη λυμάτων. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να επισημάνουμε ποιες είναι οι υπεύθυνες πηγές ρύπανσης του κόλπου οι οποίες είναι οι παρακάτω:

- Ο κεντρικός αποχετευτικός αγωγός της Αθήνας (περίπου 800.000 m^3/ημέρα). Το 20% των λυμάτων εισέρχονται από το δίαυλο Κερατσινίου στον κόλπο της Ελευσίνας (*Φρίλιγκος, 1978*). Η διάχυση των λυμάτων μειώνει το οξυγόνο και αυξάνει τα θρεπτικά και την θολερότητα (*Παυλίδου κ.ά., 2000*).
- Τα βιομηχανικά απόβλητα (εταιρείες λιπασμάτων, διυλιστήρια, χαλυβουργική, οινοπνευματοποιεία, βαφεία επίπλων κ.ά.)
- Η διακίνηση, επισκευή και ναυπήγηση πλοίων, τα διαλυτήρια πλοίων και τα παροπλισμένα πλοία.
- Τα ατμοσφαιρικά αιωρούμενα σωματίδια (*Χρηστίδης, 1995*).
- Το ρέμα του Αγίου Γεωργίου, το οποίο μεταφέρει τα υγρά απόβλητα των βιομηχανιών και βιοτεχνιών (*Νομαρχιακή απόφαση 17823/21-12-1979 ΦΕΚ 1132-Β΄ τεύχος*) και τα στραγγίσματα του Χώρου Ταφής Απορριμάτων των Άνω Λιοσίων από το 1967 έως σήμερα όπου έχουν επιχωματωθεί 1000 στρέματα θάλασσας, με αποτέλεσμα να αλλάξει η μορφολογία των ακτών (*Abatzoglou 1988, Friligos & Barbetseas 1989, Scoulos 1979, Mavrakis et al, 2000, Makra et al, 2001*).

Ωστόσο τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται μία ενθαρρυντική μείωση των μετάλλων στην περιοχή του Κόλπου της Ελευσίνας.

2.3.1 Γεωλογία Κόλπου Ελευσίνας

Οι βόρειες ακτές του κόλπου σχηματίστηκαν από προσχώσεις ποταμοχειμάρων και σήμερα καλύπτονται σε μεγάλο βαθμό από τη Βιομηχανική Περιοχή, το λιμάνι της Ελευσίνας και την αντίστοιχη αστική περιοχή. Για το θαλάσσιο και χερσαίο παράκτιο οικοσύστημα στις βόρειες ακτές του κόλπου της Ελευσίνας, οι σημαντικότερες ανθρώπινες παρεμβάσεις κατά τον 20^{ο} αιώνα ήταν η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού της πόλης της Ελευσίνας, και της βιομηχανικής δραστηριότητας στο Θριάσιο πεδίο κατά την εικοσαετία 1960-1980. Η αλλαγή χρήσης της γης, από γεωργική σε αστική–βιομηχανική, είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της μεταφοράς φερτών υλών προς τη θάλασσα, την διαμόρφωση τεχνιτών ακτών (μπαζώματα) και την φόρτιση του θαλάσσιου περιβάλλοντος με αστικά και βιομηχανικά απόβλητα. Οι ανωτέρω παρεμβάσεις είχαν ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση της οικολογικής

ποιότητας του κόλπου της Ελευσίνας με ορατά συμπτώματα τη μείωση της διαύγειας των νερών, τη συχνή εμφάνιση ερυθρών παλιρροιών, τη μείωση της βιοποικιλότητας και τη συσσώρευση ρυπασμένων ιζημάτων σχεδόν στο σύνολο της βόρειας ακτογραμμής του.

Ο κόλπος της Ελευσίνας είναι ένα τεκτονικό βύθισμα, με επιμήκη λοβοειδή μορφή. Έχει έκταση 68 km^2 και μέγιστο βάθος 37 m. Αποτελεί εγκόλπωση του βορείου Σαρωνικού και χωρίζεται από αυτόν με δύο αβαθείς διαύλους: το δίαυλο του Κερατσινίου στα ανατολικά με μέγιστο βάθος 10–15 m και το δίαυλο της Πάχης στα δυτικά με μέγιστο βάθος 7 m. Στο πρόσφατο γεωλογικό παρελθόν ο κόλπος της Ελευσίνας ήταν λίμνη. Ο κόλπος επηρεάζεται ως προς την τροφοδοσία του σε γλυκό νερό, φερτά υλικά αλλά και ρύπους, από τη λεκάνη απορροής του Θριάσιου πεδίου που βρίσκεται στα βόρεια, ενώ οι ακτές της Σαλαμίνας, που οριοθετούν το νότιο τμήμα του κόλπου, συνεισφέρουν ελάχιστα. Ως προς τη μορφολογία του βυθού, αξίζει να αναφερθεί ότι το δυτικό τμήμα του Κόλπου Ελευσίνας χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη ενός βυθίσματος με απότομα πρανή. Το ανατολικό τμήμα του κόλπου παρουσιάζει βυθό ομαλό και ρηχό (βάθη γύρω στα 20–25 m).

Αξίζει, επίσης να εστιάσουμε στο γεγονός ότι ο κόλπος της Ελευσίνας λόγω της μορφολογίας του, παρουσιάζει ιδιαίτερα υδρογραφικά χαρακτηριστικά που κατά καιρούς διαφέρουν αισθητά από τα αντίστοιχα του Σαρωνικού κόλπου. Λόγω του μικρού του βάθους και της δυσκολίας με την οποία ανανεώνει τη θαλάσσια μάζα του μέσω των διαύλων επικοινωνίας με τον ανοικτό Σαρωνικό, τα υδρογραφικά χαρακτηριστικά του κόλπου της Ελευσίνας παρουσιάζουν αμεσότερη ανταπόκριση και αντανακλούν έντονα τις ετήσιες μεταβολές της θερμοκρασίας του αέρα κατά πρώτο λόγο και των ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων κατά δεύτερο.

2.4 Κλίμα

2.4.1 Γενικά

Η Ελλάδα έχει γενικά κλίμα μεσογειακού τύπου με θερμά, ξηρά θέρη και σχετικά ήπιους και υγρούς χειμώνες, αλλά δεν παρουσιάζει κλιματική ενότητα λόγω του έντονα ποικίλου αναγλύφου της. Οι κύριοι παράγοντες που είναι υπεύθυνοι για τις κλιματικές συνθήκες ο ηπειρωτικής προέλευσης Ευρασιατικός αντικυκλώνας και ο μόνιμος αντικυκλώνας των Αζορών (*Furlan 1977*), φτάνοντας μέχρι τον κόλπο της Genova ή και την Αδριατική θάλασσα και δημιουργεί υφέσεις στον Ατλαντικό στην Ευρώπη και τη Μεσόγειο, ενώ ο Ευρασιατικός αντικυκλώνας κατά διαστήματα επεκτείνεται έως τα Βαλκάνια και την Κεντρική Ευρώπη. Κυκλωνικά συστήματα χαμηλής πίεσης εμφανίζονται στη Βόρεια Αφρική, πάνω από τις ερήμους. Η κίνηση των βαρομετρικών χαμηλών σχετίζεται με τα πολικά αέρια ρεύματα και τη θέση του πολικού μετώπου, διαμέσου του οποίου ψυχρές, πολικές αέριες μάζες φτάνουν στη Νότια Ευρώπη και το βαρομετρικό χαμηλό του Ατλαντικού ωκεανού.

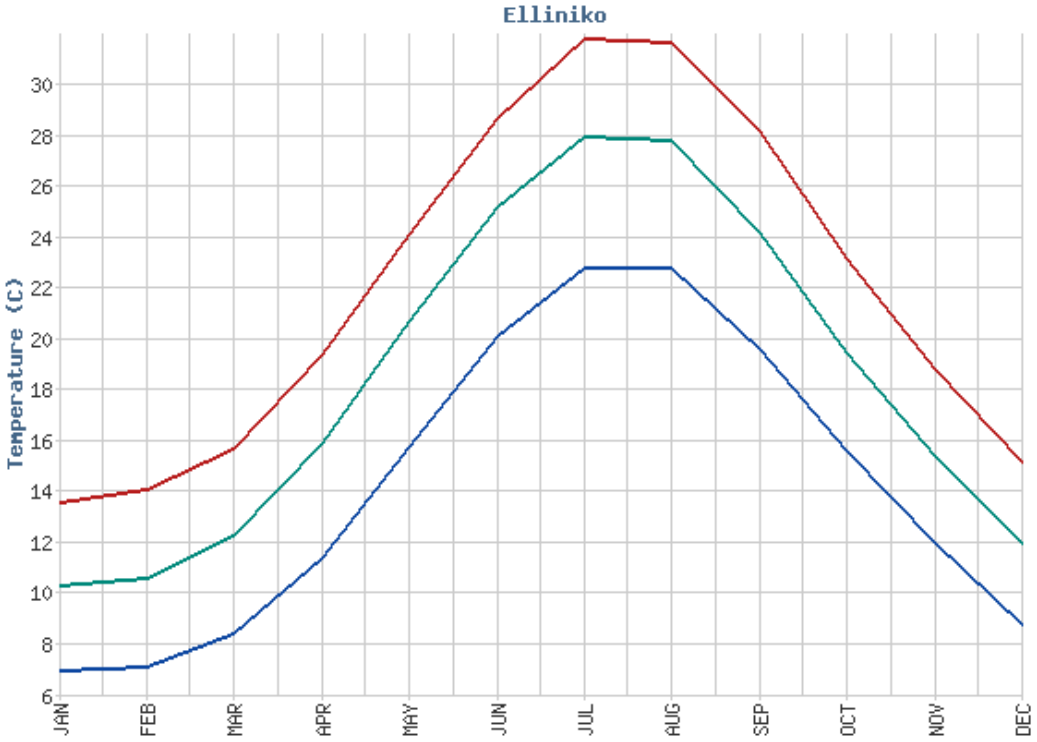
Επίσης, η τοπογραφία παίζει σημαντικό ρόλο στην κατανομή της θερμοκρασίας και της υγρασίας στην Ελλάδα. Οι πλέον σημαντικοί παράγοντες της τοπογραφίας είναι η ποικιλότητα του αναγλύφου, η παρουσία μεγάλων ορεινών όγκων, οι χερσόνησοι, κόλποι και τα νησιά.

2.4.2 Κλίμα Αττικής

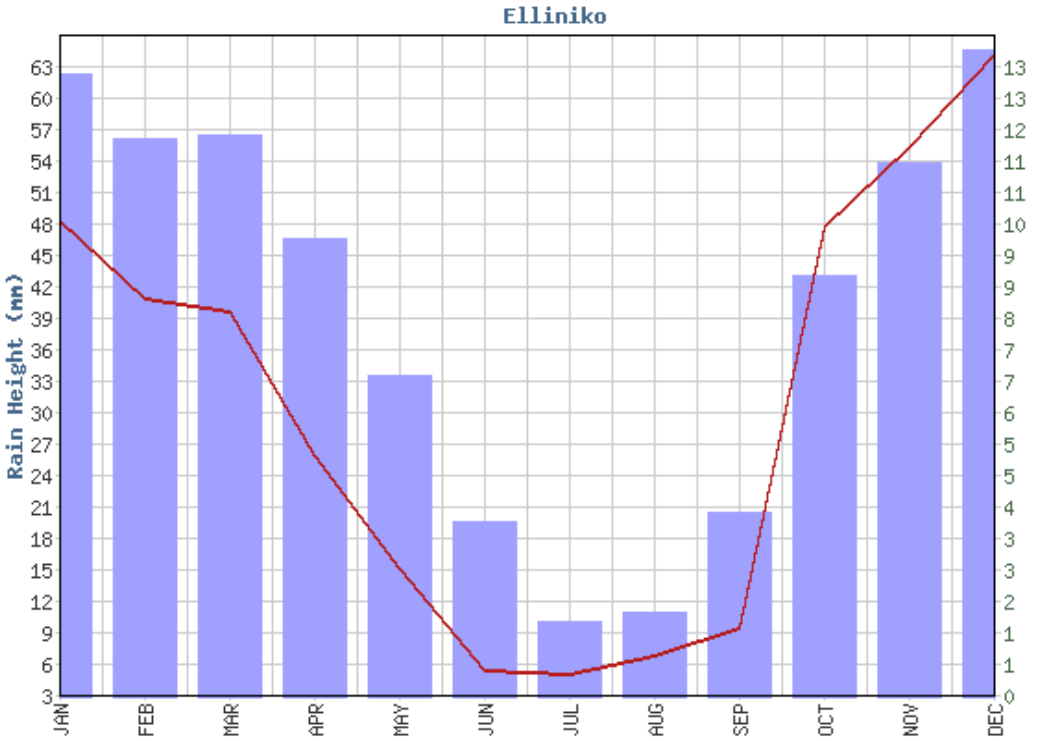
Η Αττική παρουσιάζει έντονη ποικιλία στο κλίμα, δεδομένης της σχετικά μικρής επιφάνειας της. Ανάλογα με τη περιοχή, μπορεί να συναντήσει κάποιος από ήπιο θαλάσσιο κλίμα στις παράκτιες περιοχές της, αρκετά ξηρό με ελάχιστο υετό στα νότια και νοτιο-ανατολικά τμήματα της, ηπειρωτικό κυρίως από τις βόρειες περιοχές του κέντρου και οδεύοντας βορειοανατολικότερα, αρκετά ψυχρό σχετικά σε κάποια βορειότερα προάστια ενώ περιοχές όπως το εσωτερικό του λεκανοπεδίου, τα μεσόγεια και ο κόλπος της Ελευσίνας, είναι επιρρεπή και σε στροβίλους, όταν οι συνθήκες είναι κατάλληλες. Το μόνο που σπανίζει είναι η ομίχλη την οποία σπάνια θα δει κάποιος κυρίως στις παράκτιες περιοχές του Σαρωνικού και ακόμη σπανιότερα στο εσωτερικό του λεκανοπεδίου. Η πυκνή ομίχλη είναι σπανιότερη από το χιόνι στο λεκανοπέδιο. Ένα αραιό ομιχλώδες στρώμα ωστόσο,μπορεί κάποιος να παρατηρήσει κυρίως τους φθινοπωρινούς μήνες. Γενικότερα η Βαλκανική, ευρισκόμενη καιρικά ανάμεσα στις θερμές αέριες μάζες της Αφρικής και τις ψυχρές της Ρωσίας και της Σιβηρίας, απολαμβάνει μία τεράστια ποικιλία καιρικών εικόνων. Από σφοδρές χιονοθύελλες ως ανελέητους καύσωνες μπορεί να συναντήσει κάποιος σε αυτό το κομμάτι της Γης.

Το κλίμα της Αττικής θα λέγαμε ότι χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό με θερμά, ξηρά θέρη και σχετικά ήπιους και υγρούς χειμώνες. Η μέση θερμοκρασία το χειμώνα είναι στους 10^0 C και το καλοκαίρι είναι στους 26^0 C (*ΕΜΥ, 1978*). Συνήθως, τους χειμερινούς μήνες η θερμοκρασία κυμαίνεται από 6.1 °C μέχρι 13.7°C και τους καλοκαιρινούς μήνες από 21.3°C μέχρι 32°C. Η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι περίπου 478.3 mm, η οποία παρατηρείται κυρίως τους μήνες Οκτώβριο μέχρι Μάϊο. Τέλος, η μέση ετήσια σχετική υγρασία είναι 68.8 %.

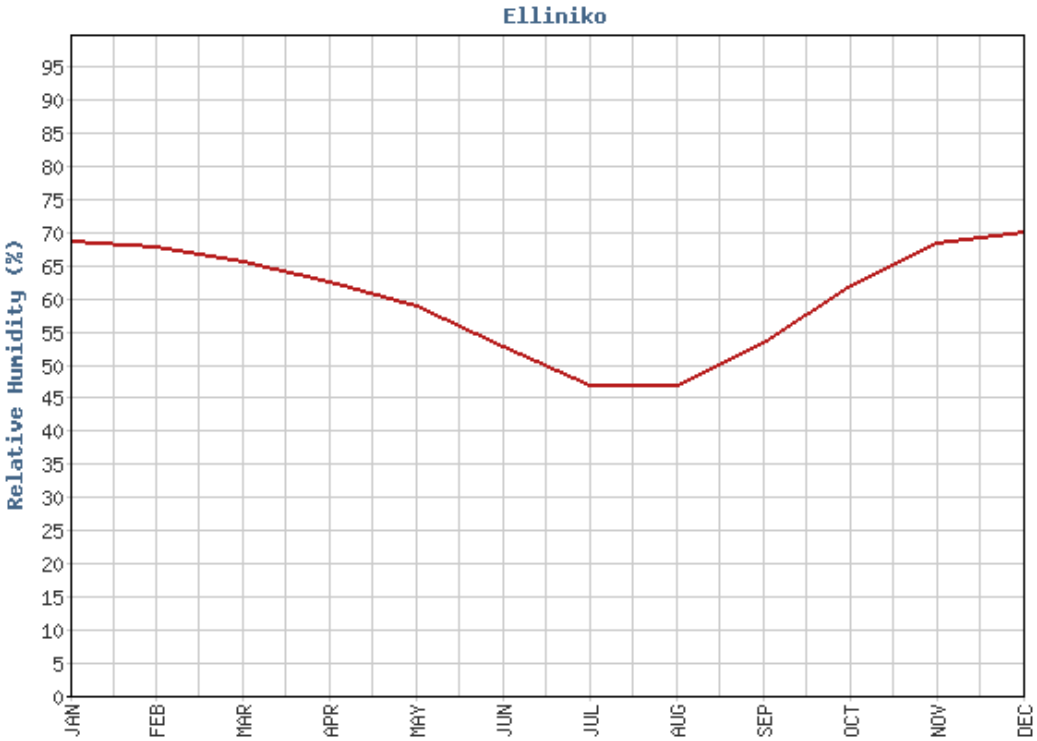
Στα παρακάτω διαγράμματα (εικ. 2.4, 2.5) παρουσιάζονται οι ετήσιες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, της βροχόπτωσης και της σχετικής υγρασίας που έχουν καταγραφεί από τον Μετεωρολογικό Σταθμό του Ελληνικού :



Εικόνα 2.4 : *Κλιματικό διάγραμμα μέσης ετήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας στο Ελληνικό (ΕΜΥ, http://www.hnms.gr).*



Εικόνα 2.5 : *Κλιματικό διάγραμμα μέσης ετήσιας βροχόπτωσης στο Ελληνικό (ΕΜΥ, http://www.hnms.gr).*



Εικόνα 2.6 : *Κλιματικό διάγραμμα μέσης ετήσιας σχετικής υγρασίας στο Ελληνικό (ΕΜΥ,* http://www.hnms.gr*).*

2.5 Βλάστηση

2.5.1 Γενικά

Η βλάστηση μιας περιοχής είναι αποτέλεσμα συνεπιδράσης διαφόρων παραγόντων και κυρίως της χλωρίδας, του γενικού κλίματος, της ορεογραφικής διαμορφώσης, της πετρολογικής και γεωλογικής σύστασης, του εδάφους, αλλά και της ανθρώπινης επιδράσης, η οποία εμφανίζεται στην ιστορική εξέλιξη και την οικονομική δομή της περιοχής.

Η μελέτη της βλάστησης σε μία περιοχή έχει σημασία για την κατανόηση των οικολογικών παραμέτρων της περιοχής αυτής για τους εξής λόγους:

- Η βλάστηση είναι η πιο προφανής φυσική αναπαράσταση ενός οικοσυστήματος. Συνήθως, όταν μιλάμε για διαφορετικά οικοσυστήματα, εννοούμε διαφορετικούς τύπους βλάστησης.
- Η βλάστηση είναι το αποτέλεσμα της πρωτογενούς παραγωγής, δηλαδή της μετατροπής της ηλιακής ενέργειας μέσω της φωτοσύνθεσης από διάφορα είδη φυτών, σε φυτικό ιστό.

- Η βλάστηση αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα του οικοτόπου στον οποίο οι οργανισμοί ζουν, αναπτύσσονται, αναπαράγονται και πεθαίνουν. Λαμβάνοντας υπόψη τα τρία αυτά σημεία, καταλαβαίνουμε το πόσο σημαντική είναι η μελέτη της βλάστησης για την οικολογία.

Επιπλέον, στη βλάστηση μιας περιοχής είναι δυνατόν να διακρίνουμε φυτοκοινότητες, δηλαδή ομάδες από κάποια είδη φυτών, τα οποία αναπτύσσονται μαζί στον ίδιο χώρο. Σε αυτές τις φυτοκοινότητες, η παρουσία ή απουσία συγκεκριμένων ειδών είναι καθοριστικής σημασίας, ενώ ταυτόχρονα πολύ μεγάλο ρόλο παίζει και η αφθονία των ειδών που είναι παρόντα. Αυτή η «συγγένεια» ή «ένωση» που επιδεικνύουν τα φυτά είναι πολύ σημαντική, καθώς υποδεικνύει ότι συγκεκριμένα είδη αναπτύσσονται μαζί σε συγκεκριμένες τοποθεσίες και περιβάλλοντα, πιο συχνά απ' ό,τι θα περίμενε κανείς. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι συνήθως, ότι τα φυτικά αυτά είδη έχουν τις ίδιες απαιτήσεις σε περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως είναι η θερμοκρασία, το φως, το έδαφος, η υγρασία, τα θρεπτικά συστατικά. Επίσης, μπορεί να μοιράζονται την ίδια ικανότητα να ανθίστανται στις περιβαλλοντικές πιέσεις και κυρίως στις ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως την βόσκηση και την πυρκαγιά.

2.5.2 Βλάστηση Αττικής

Η βλάστηση της Ελλάδας και της Βαλκανικής χερσονήσου ειδικότερα χαρακτηρίζεται από την ποικιλότητα της. Τα ιθαγενή είδη υπολογίζονται στα 6530 και παρόλο που αυτός ο αριθμός έχει μειωθεί τα τελευταία χρόνια, εξακολουθεί να είναι υψηλότερος από άλλες περιοχές της Ευρώπης. Μία ποικιλία παραγόντων συνέβαλλαν στον πλούτο της χλωρίδας των Βαλκανίων (*Polunin 1980*): οι ενδορεινές περιοχές που χρησίμευσαν ως καταφύγιο για μεγάλο αριθμό ειδών κατά το Τεταρτογενές, η απομόνωση μεγάλων χερσαίων μαζών όπως νησιά και ορεινοί όγκοι από τον έντονο τεκτονισμό και τις ευστατικές μεταβολές της στάθμης της θάλασσας, η γεωγραφική γειτονία με τις χλωρίδες της Κεντρικής Ευρώπης, της Ανατολίας και του Πόντου και τέλος η επίδραση του ανθρώπινου παράγοντα στη βλάστηση.

Η Αττική χαρακτηρίζεται κι αυτή από πλούτο βιοποικιλότητας για τους ίδιους λόγους που αυτό ισχύει για όλη τη χώρα. Μάλιστα, παρά τις μακραίωνες και εντονότατες ανθρώπινες επεμβάσεις, η Αττική έχει σημαντικότατους οργανισμούς να επιδείξει. Το περιβάλλον της Αθήνας, μπορεί να μην μας ικανοποιεί, όμως η βιοποικιλότητά του μας εκπλήσσει και μέχρι τις μέρες μας ανακαλύπτουμε σε αυτό νέα είδη.

Η Αττική εκτός των άλλων περιελάμβανε έως τώρα δυο Εθνικούς Δρυμούς (Πάρνηθας, Σουνίου) και περιοχές, που εντάσσονται στο Δίκτυο Προστατευόμενων περιοχών Φύση 2000 (*Natura 2000*): Όρος Πάρνηθα και Εθνικός Δρυμός Πάρνηθας (περιλαμβάνει τον πυρήνα), Ωροπός-Εκβολές Ασωπού, Σχινιάς, Βραυρώνα, Σούνιο-

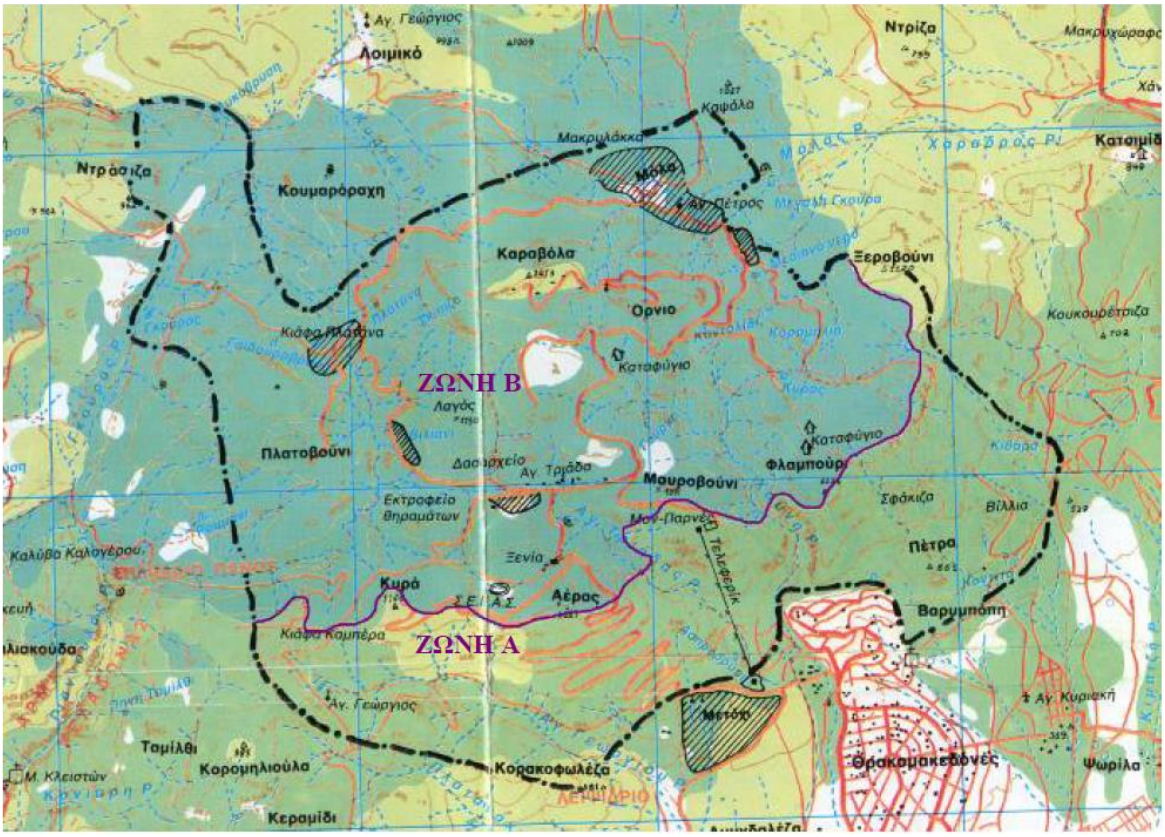
Νησίδα Πατρόκλου, Υμηττός-Αισθητικό Δάσος Καισαριανής-Λίμνη Βουλιαγμένης, Κύθηρα, Αντικύθηρα-Πρασσονήσι και Γαγουβάρδο (*Dafis et al.1996*). Ανάμεσά τους υπάρχουν και σημαντικοί υγρότοποι.

Η βλάστηση που παρατηρείται στην περιοχή της Ελευσίνας χαρακτηρίζεται κυρίως από υποβαθμισμένους θάμνους και φρύγανα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η Ελευσίνα είναι μία καθαρά βιομηχανική περιοχή και έτσι η βλάστηση έχει επηρεαστεί σημαντικά από την ανθρώπινη επίδραση. Το Θριάσιο πεδίο καλύπτεται κυρίως από δένδρα ελιάς. Σε περιοχές με υψηλότερο υψόμετρο παρατηρούνται κάποια δάση με πεύκα, όμως ο κύριος πνεύμονας της βλάστησης είναι η Πάρνηθα.

Στην Πάρνηθα, διακρίνουμε φυσιογνωμικά (και όχι από άποψη φυτοκοινωνιών) δύο κύριες ζώνες βλάστησης:

- Η πρώτη ζώνη απαντά από τα 400 μέτρα έως τα 1000 m περίπου και σε αυτήν κυριαρχούν δάση *Pinus halepensis*, διαπλάσεις *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus, Arbutus unedo* και *Arbutus andrachne*, καθώς και φρυγανικά οικοσυστήματα. Στις ανώτερες περιοχές της ζώνης δε, βρίσκονται οι χαμηλότερες θέσεις της ελάτης *Abies cephalonica*, η οποία δημιουργεί μικτό δάσος με την χαλέπιο πεύκη.
- Η δεύτερη ζώνη βλάστησης εκτείνεται από τα 1000 m περίπου στις νότιες πλαγιές και από τα 600 – 700 m περίπου στις βόρειες και δυτικές περιοχές, έως τα 1400 m και σε αυτήν κυριαρχεί το δάσος της ελάτης, διαπλάσεις *Juniperus oxycedrus ssp. oxycedrus* και λιβαδικά φυτά. Σημειώνεται ότι λόγω των αναδασώσεων που έχουν γίνει, το δάσος της *Abies cephalonica* δεν είναι αμιγές, αλλά σε πολλές θέσεις μικτό με *Pinus nigra ssp. pallasiana*, το οποίο δεν είναι αυτοφυές στην περιοχή.

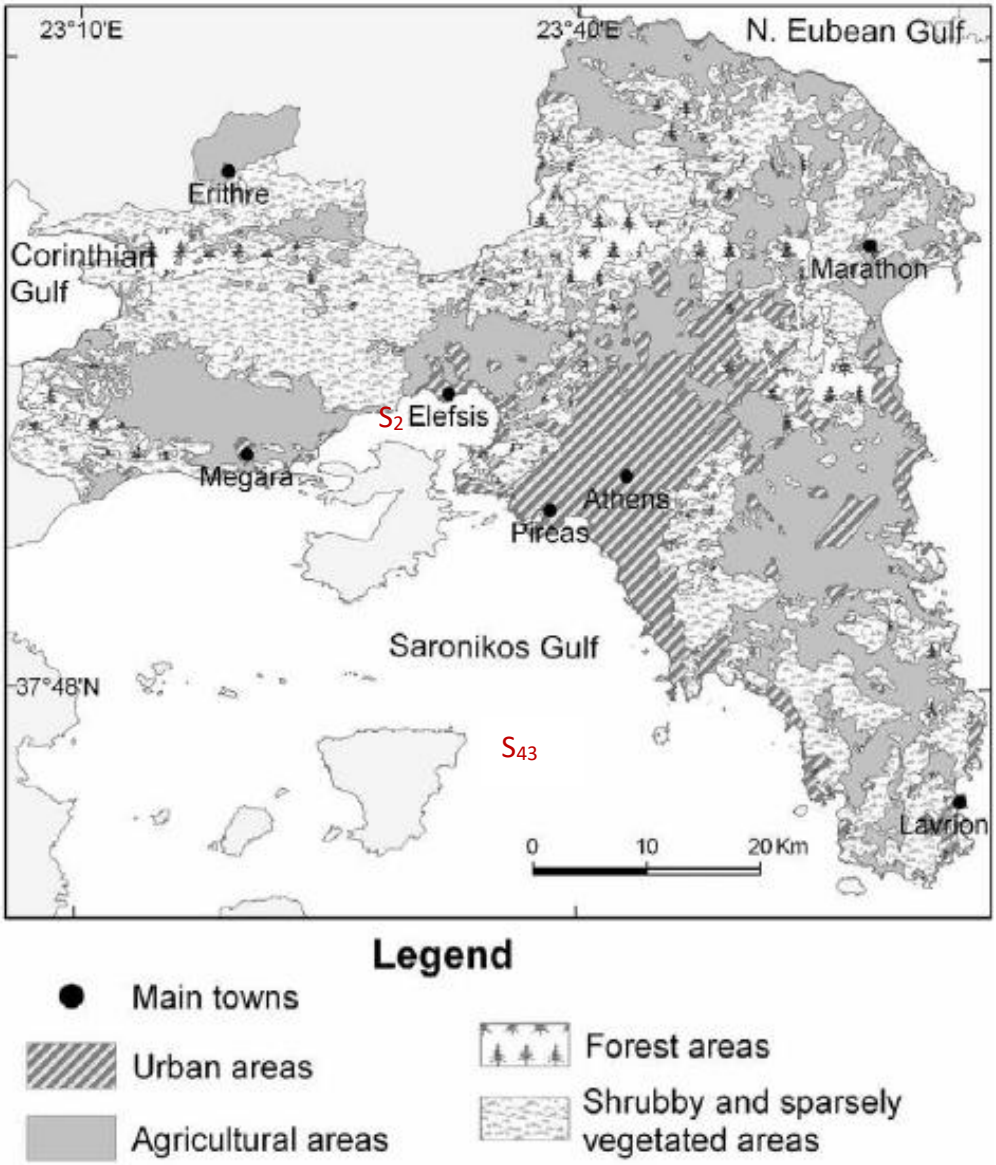
Πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι υπάρχει και άλλη μία υποτυπώδης ζώνη βλάστησης, η εξωδασική–ψευδοαλπική, η οποία βρίσκεται στις κορυφές του βουνού και φιλοξενεί ακανθώδεις, μαξιλαρόμορφους θάμνους και πολλά σπάνια ενδημικά των υψηλών ορέων. Αυτή θεωρείται ότι έχει προέλθει από την υποχώρηση του ελατοδάσους σε αυτές τις θέσεις και ότι δεν είναι αυθεντική υποαλπική ζώνη. Επειδή όμως στις περισσότερες μεγάλες κορυφές της Πάρνηθας υπάρχουν στρατιωτικές και ραδιοτηλεοπτικές εγκαταστάσεις, η ζώνη αυτή έχει καταστραφεί και πολλά από τα φυτά που φιλοξενούσε, κάποια από τα οποία μάλιστα σπάνια, στενότοπα ενδημικά της Αττικής (π.χ. *Asperula baenitzii*), σήμερα έχουν εξαφανιστεί από αυτές.



Εικόνα 2.7 : Ζώνες Βλάστησης της Πάρνηθας, Αττική (*Απλάδα, 2003*).

3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΟ

3.1 Υλικό Μελέτης



Εικόνα 3. *: Η χωρική κατανομή των χρήσεων γης στην περιοχή της Αττικής (Skilodimou et al., 2013).*

Στο ερευνητικό πρόγραμμα PERSEUS FP7 συμμετείχαν 21 χώρες, 65 Εκπαιδευτικά Ινστιτούτα και Πανεπιστημία από την Ευρώπη, περισσότεροι από 300 επιστήμονες οι οποίοι κατάφεραν να εξάγουν συμπεράσματα για την περιβαλλοντική προστασία του Σαρωνικού και της ευρύτερης περιοχής. Έτσι, στην συγκεκριμένη περιοχή περιοριστήκαμε στην εφαρμογή παλυνολογικών αναλύσεων στον Σαρωνικό κόλπο, στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής παρακολούθησης των παράκτιων θαλάσσιων οικοσυστημάτων. Στόχος της μελέτης ήταν η ανάπτυξη ενός νέου βιοτικού δείκτη για

την παρακολούθηση και την αξιολόγηση της ποιότητας των υδάτων, στο πλαίσιο της εφαρμογής της Οδηγίας-Πλαίσιο για τη Θαλάσσια Στρατηγική (*ΚΥΑ 249991/2007 ΦΕΚ 846/30-05-2007/τ. Β. , ΚΥΑ Φ.800/78/131819 ΦΕΚ 1814/01-09-2009/τ. Β. , ΚΥΑ Φ.800/154/136981 ΦΕΚ 2689/09-11-2011/τ. Β*).

Στην παρούσα εργασία, χρησιμοποιούνται τα παλυνολογικά φάσματα από δύο πυρήνες, τον S_2 και τον S_{43}. Οι δύο πυρηνοληψείες πραγματοποιήθηκαν η μία, (S_2) στον κόλπο της Ελευσίνας, και η άλλη, (S_{43}) στον Σαρωνικό κόλπο κοντά στην Αίγινα. Η επεξεργασία των δειγμάτων από τους παραπάνω πυρήνες πραγματοποιήθηκε στο Παρασκευαστήριο μικροπαλαιοντολογικών αναλύσεων του Τομέα Ιστορικής Γεωλογίας, Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος Του Εθνικού και Καποδιστιακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

3.2 Χημική επεξεργασία υλικού

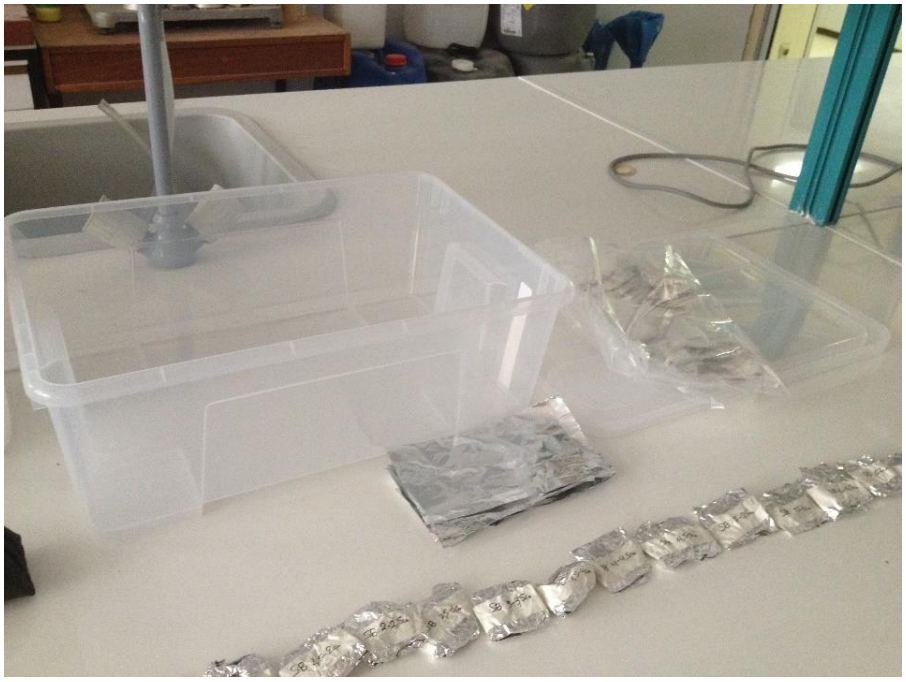
Η εξίνη των γυρεόκοκκων και σπορίων αποτελείται από ανθεκτικά πολυμερή, κατά κύριο λόγο σποροπολλενίνη και μικρότερες ποσότητες από πολυσακχαρίδια. Η σποροπολλενίνη βρίσκεται σε σπόρια πολλών διαφορετικών ομάδων, όπως φύκη, μύκητες, πτεριδόφυτα και αγγειόσπερμα. Η χημική της σταθερότητα είναι πολύ μεγάλη αφού έχει βρεθεί ακόμα και σε πετρώματα του Προκάμβριου (*Brooks & Shaw, 1968*). Η ουσία αυτή παρουσιάζει εξαιρετικά μεγάλη ανθεκτικότητα στα οξέα και έτσι είναι δυνατός ο διαχωρισμός των γυρεόκοκκων και λοιπών παλυνομόρφων από το ίζημα ή πέτρωμα στο οποίο περιέχονται με χημικές μεθόδους, σκοπός των οποίων είναι η διάλυση/απομάκρυνση όλων των μη παλυνομόρφων από το ίζημα.

Πραγματοποιήθηκε συστηματική δειγματοληψία ιζήματος από τους δύο πυρήνες S_2 (0-9 cm) και S_{43} (0-6 cm), βάρους 1,00 gr με συνολικό αριθμό 25 δειγμάτων. Η ποσότητα αυτή τοποθετήθηκε σε δοκιμαστικό σωλήνα όπου επιδράσαμε χημικά προσθέτοντας υδροχλωρικό οξύ (HCl) 36 % εν ψυχρώ και εν θερμώ στους 100 ^{0}C για 15 min, προκειμένου να απομακρυνθούν τα ανθρακικά άλατα. Στην περίπτωση έντονου βρασμού εξ'αιτίας υψηλής περιεκτικότητας του σε ανθρακικά χρησιμοποιήθηκε αιθυλική αλκόολη 98 % για να ελεγχθεί ο βρασμός του διαλύματος. Επίσης, σε κάθε δείγμα προστέθηκε μία ταμπλέτα με εξωτικούς σπόρους (*Lycopodium*) γνωστής περιεκτικότητας για να υπολογίσουμε την συνολική συγκέντρωση των παλυνομόρφων και τη ποσοτική αξιοπιστία των δεδομένων. Στην συνέχεια, προκειμένου να απομακρυνθεί η οργανική ύλη επιδρούμε στο ίζημα με KOH 10 % εν ψυχρώ και εν θερμώ στους 100 ^{0}C για 15 min. Τόσο κατά την επίδραση με HCl όσο και με KOH, η ομογενοποίηση του περιεχομένου του δοκιμαστικού σωλήνα επιτεύχθη με τη χρήση δονητή VORTEX, μετά δε από κάθε επίδραση το αντιδραστήριο απομακρυνόταν από το δείγμα με φυγοκέντριση του δοκιμαστικού σωλήνα σε ταχύτητα 2500 RPM για 2-3 min.

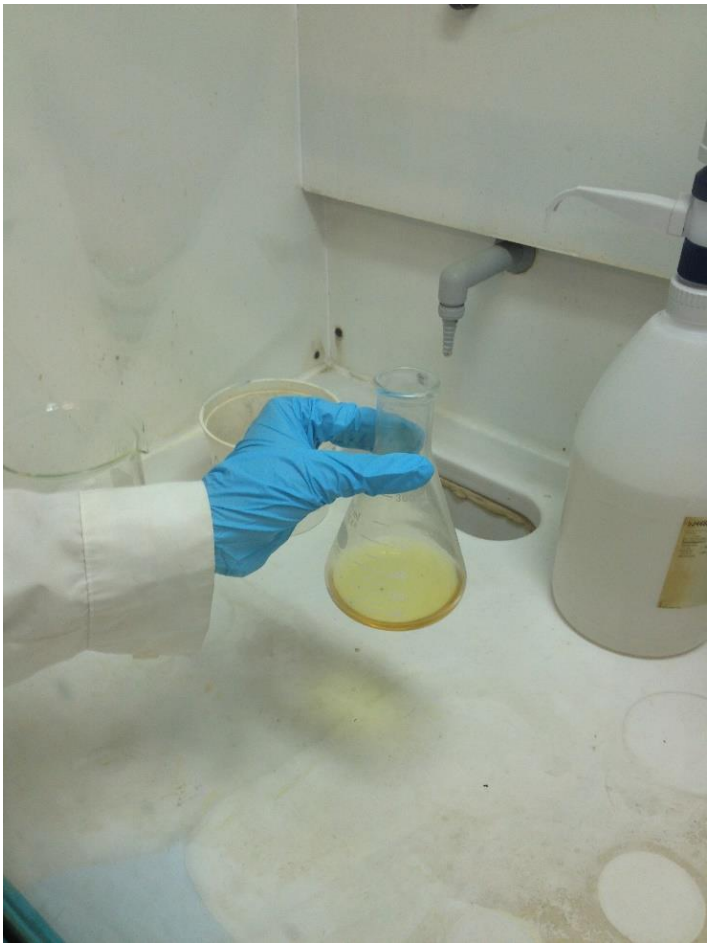
Έπειτα, στους δοκιμαστικούς σωλήνες προστίθεται HF 40 % περίπου 5 ml και στη συνέχεια το διάλυμα παρέμεινε σε μηχάνημα αναδεύσεως (Orbital shaker) για 2

ώρες. Μετα το πέρας αυτής της διαδικασίας στο διάλυμα προστέθηκε απεσταγμένο νερό. Η επίδραση με HF συνέβαλε στην απομάκρυνση από το παρασκεύασμα των πυριτικών αλάτων. Η απομάκρυνση του οξέος από το στερεό υπόλειμμα επετεύχθη με φυγοκέντριση σε ταχύτητα 2500 RPM. Ακολούθησε επίδραση με HCl 37 % εν ψυχρώ προκειμένου να απομακρυνθεί η γέλη που προήλθε από τις προηγούμενες αντιδράσεις. Στη συνέχεια, εφαρμόστηκε η διαδικασία της ακετόλυσης η οποία απομακρύνει τα τελευταία υπολείμματα οργανικής ύλης και χρωματίζει τα παλυνόμορφα. Προκειμένου να απομακρυνθούν οι πολύ μικροί κόκκοι και η άργιλος το στερεό υπόλειμμα κοσκινίστηκε με τη βοήθεια λουτρού υπερήχων με φίλτρο 10 μm. Μετά το κοσκίνισμα-φιλτράρισμα απομακρύνουμε το νερό και βάζουμε μία σταγόνα μείγματος γλυκερίνης- αλκοόλης 50 % και αφήνουμε το δείγμα στο φούρνο να στεγνώσει.

Τέλος, κατασκευάζουμε τα παρασκεύασματα χρησιμοποιώντας ένα μέρος του δείγματος και το τοποθετούμε ανάμεσα σε αντικειμενοφόρο πλάκα και καλυπτρίδα (18x18 mm), οι οποίες συγκολλήθηκαν μεταξύ τους με με τη βοήθεια βερνικιού, αφού αφαιρέθηκε ο αέρας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα παλυνόμορφα που βρίσκονται μέσα στο παρασκεύασμα να είναι «εν αιωρήσει» και να είναι δυνατή η παρατήρηση τους στο μικροσκόπιο από όλες τις πλευρές καθώς ένα ελαφρό άγγιγμα της καλυπτρίδας προκαλεί τη στρέψη τους.



Εικόνα 3.1 : *Ταξινόμηση και προετοιμασία των δειγμάτων.*



Εικόνα 3.2: *Προετοιμασία των χημικών αντιδραστηρίων.*

Εικόνα 3.3 : *Φυγοκέντριση δειγμάτων.*

3.3 Μικροσκοπική ανάλυση

Η μικροσκοπική ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε οπτικό μικροσκόπιο Motic BA310 με μεγέθυνση x500 (12,5x προσοφθάλμιοι και 40x αντικειμενικός φακός) των παρασκευασμάτων. Σε κάθε δείγμα μετρήθηκαν γυρεόκοκκοι, σπόρια, δινομαστιγωτά, ενδοσκελετοί τρηματοφόρων και διάφορα άλλα παλυνόμορφα. Αναγνωρίστηκαν και μετρήθηκαν σε κάθε δείγμα περίπου 250 γυρεόκοκκοι, ενώ σε μερικές περιπτώσεις ο αριθμός έφτασε και τους 480 γυρεόκοκκους σε ένα δείγμα. Σε λίγες περιπτώσεις, όπου μια αντικειμενοφόρος δεν περιείχε ικανοποιητικό αριθμό και ποικιλία παλυνομόρφων χρησιμοποιήθηκε και δεύτερη.

Ο προσδιορισμός των παλυνομόρφων έγινε με βάση τα παρακάτω βοηθήματα:

Οι γυρεόκοκκοι αναγνωρίστηκαν κυρίως από τα βοηθήματα των *Moore et al., (1991), Reille (1992, 1998*), *Chester and Rain (2001*), *Beug (2004*).

Τα υπόλοιπα παλυνόμορφα εκτός των γυρεόκοκκων αναγνωρίστηκαν με βάση τον *van Geel et al. (1989*), τα δινομαστιγωτά προσδιορίσθηκαν με βάση την εργασία των *Zonneveld and Pospelova (2015*).

3.4 Κατασκευή παλυνολογικών διαγραμάτων

Τα αποτελέσματα της μικροσκοπικής ανάλυσης παρουσιάζονται και μελετώνται με τη μορφή διαγραμμάτων. Ο αριθμός των παλυνομόρφων που περιέχονται σε κάθε δείγμα μετατράπηκε σε ποσοστά βάσει συγκεκριμένων αθροισμάτων και κατασκευάστηκαν παλυνολογικά διαγράμματα. Σημαντικό στάδιο στην κατασκευή παλυνολογικών διαγραμμάτων είναι η επιλογή του αθροίσματος γυρεοκόκκων (ΑΓ), βάσει του οποίου γίνεται ο υπολογισμός της επί της εκατό συμμετοχής κάθε παλυνόμορφου στα φάσματα. Στο άθροισμα αυτό οι κόκκοι των χερσαίων και υδροβίων φυτών διαχωρίζονταν με βάση τις οικολογικές τους συνήθειες. Τα παλυνολογικά διαγράμματα βασίζονται σε ένα άθροισμα, το άθροισμα των γυρεοκόκκων (ΑΓ), το οποίο περιλαμβάνει δέντρα (ΑΡ) και ανεμόφιλα χόρτα (ΝΑΡ). Ο λόγος ΑΡ/ΝΑΡ θεωρείται ότι υποδεικνύει μεταβολές στην επί της εκατό κάλυψη με δάση της περιοχής. Σε αυτή τη μελέτη το άθροισμα των γυρεόκοκκων αντιπροσωπεύει το σύνολο των περιφερειακών κόκκων γύρεως και σπορίων.

Από το άθροισμα των γυρεόκοκκων αποκλείσθηκαν:

- Γυρεόκοκκοι από υδρόβια φυτά ή φυτά που φύονται στην παράχθια περιοχή, καθώς αποτελούν τμήμα της απολύτως τοπικής βλάστησης και η μεγάλη τους συγκέντρωση λόγω γειτνίασης με τη θέση δειγματοληψίας μπορεί να οδηγήσει σε λάθος συμπεράσματα.
- Όλα τα παλυνόμορφα (δινομαστιγωτά, φύκη, μύκητες, ζωόμορφα), εκτός των γυρεόκοκκων και των σπορίων, καθώς η παρουσία τους συνδέεται με το

υδρόβιο περιβάλλον και το ευρύτερο οικοσύστημα της περιοχής μελέτης. Η συμμετοχή των παλυνομόρφων αυτών μελετήθηκε σε επιμέρους αθροίσματα καθώς η οικολογική τους σημασία είναι μεγάλη.

Στα παλυνολογικά διαγράμματα τα παλυνόμορφα κατατάχθηκαν σε επιμέρους βασικές ομάδες προκειμένου να γίνει ευκολότερη η ανάγνωση και ερμηνεία των διαγραμμάτων. Διακρίθηκαν οι ακόλουθες ομάδες:

ΟΜΑΔΑ Α Δέντρα και θάμνοι

ΟΜΑΔΑ Β Περιφερειακή ποώδης βλάστηση

ΟΜΑΔΑ Γ Τοπική ποώδης βλάστηση (υδρόβια ή παρόχθια φυτά)

ΟΜΑΔΑ Δ Σπόρια Πτεριδοφύτων

ΟΜΑΔΑ Ε Μύκητες (σπόρια)

ΟΜΑΔΑ Η Δινομαστιγωτά και ακριτάρχα

ΟΜΑΔΑ Θ Ενδοσκελετοί τρηματοφόρων

Στο άθροισμα γυρεόκοκκων (ΑΓ) περιλαμβάνονται οι ομάδες Α,Β και Δ.

Στη συνέχεια, υπολογίστηκε η συγκέντρωση των παλυνομόρφων ανά cm^3 ιζήματος βάσει του τύπου:

$$\mathbf{P_{con}} = \frac{E_t \, X \, \Sigma_p}{SM x \, E_p}$$

Όπου P_{con} συγκέντρωση παλυνομόρφων (εκφράζεται σε κόκκους/gr)

E_t ο αριθμός εξωτικών κόκκων (Lycopodium) που προστέθηκαν στο δείγμα

E_p ο αριθμός των σπορίων Lycopodium που μετρήθηκε στο κάθε παρασκεύασμα

Σ_p ο αριθμός κόκκων που μετρήθηκε σε κάθε παρασκεύασμα και

SM η μάζα του δείγματος.

Ο υπολογισμός των αθροισμάτων, των ποσοστών των παλυνομόρφων και των συγκεντρώσεων πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του προγράμματος του Excel, ενώ τα διαγράμματα κατασκευάστηκαν με το πρόγραμμα C2 1.7.7.

4. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΠΑΛΥΝΟΜΟΡΦΩΝ ΣΤΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί αναλυτική περιγραφή όλων των διαφόρων τύπων των παλυνομόρφων που αναγνωρίστηκαν στο οπτικό μικροσκόπιο, καθώς επίσης και στοιχεία που αφορούν τη μορφολογία και οικολογία αυτών των ειδών.

4.1 Γυρεόκοκκοι-Σπόρια

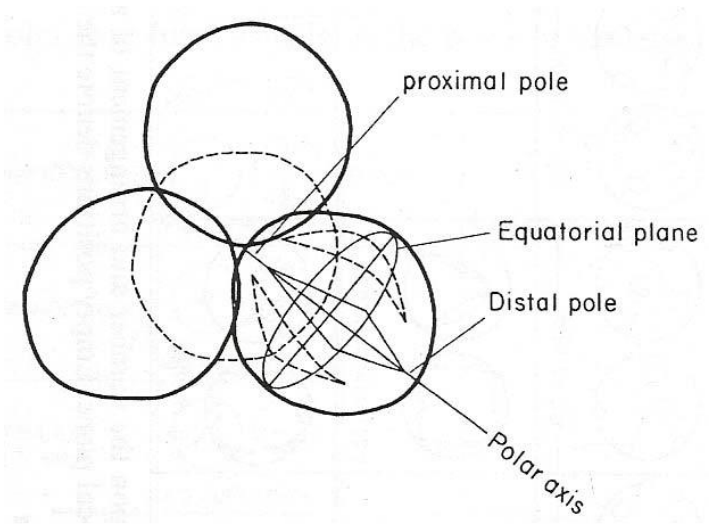
4.1.1 Γενικά στοιχεία

Οι γυρεόκοκκοι σχηματίζονται στους γυρεοσάκκους των γυμνοσπέρμων και των ανθήρων των αγγειοσπέρμων (*Παναγιωτίδης, 2000*). Ο βασικός σκοπός τους είναι να πετύχουν την ασφαλή μεταφορά των αρσενικών γαμετών στα θηλυκά άνθη ώστε να προκύψει η γονιμοποίησή τους. Από τη στιγμή που ο γυρεόκοκκος θα καταφέρει να βρεθεί στο στίγμα του θηλυκού άνθους, πραγματοποιείται η εκβλάστηση του γυρεοσωλήνα από συγκεκριμένες θέσεις πάνω στην επιφάνειά του, οι οποίες έχουν διαφορετική δομή σε σχέση προς το υπόλοιπο τοίχωμα του γυρεοκόκκου και καλούνται ανοίγματα (apertures).

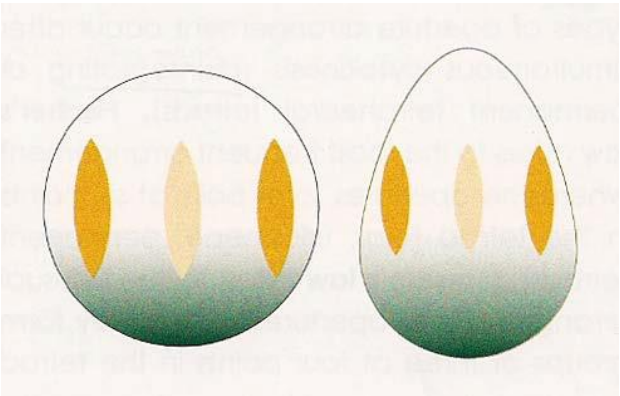
4.1.2 Μορφολογία Γυρεόκοκκων

Οι γυρεόκοκκοι παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία, τόσο ως προς τη δομή και το ανάγλυφο του τοιχώματός τους, όσο και ως προς τον αριθμό και τον τύπο των ανοιγμάτων τους. Οι γυρεόκοκκοι προέρχονται από ένα μητρικό κύτταρο, από το οποίο δημιουργείται μια τετράδα γυρεοκόκκων, οι οποίοι βρίσκονται σε επαφή μεταξύ τους (*Faegri et al., 1989*). Οι γυρεόκοκκοι μπορούν να παραμείνουν ενωμένοι, να χωριστούν σε ομάδες ή να διασκορπιστούν ανά ένας, που είναι και ο συνηθέστερος τρόπος. Σε περίπτωση που μένουν ενωμένοι είναι είτε ανά δυο (δυάδες), είτε ανά τέσσερις (τετράδες), ενώ στην περίπτωση περισσότερων χαρακτηρίζονται ως πολυάδες ή αλλιώς pollinia (πολλίνια) (*Erdtman,1969*). Η περίπτωση δυο πολλίνιων ενωμένων με ένα στείρο εξάρτημα σύνδεσης αποτελεί τα χαρακτηριζόμενα ως pollinaria (πολλινάρια) (*Hesse et al., 2009*). Η θέση και τα σημεία επαφής ενός γυρεοκόκκου, σε σχέση με τους υπόλοιπους τρεις κατά τη φάση της τετράδας, καθορίζουν την πολικότητά του, με την οποία συνδέονται το σχήμα και η θέση των ανοιγμάτων του γυρεοκόκκου (*Faegri et al., 1989*). Σε συνδυασμό με την πολικότητα κάθε γυρεοκόκκου ορίζονται ο πολικός άξονας και ο ισημερινός (ή ισημερινό επίπεδο). Ο πολικός άξονας (polar axis) ξεκινάει από τον εγγύτερο πόλο προς το κέντρο της τετράδας και φτάνει έως τον μακρινό πόλο που βρίσκεται στην εξωτερική πλευρά της τετράδας. Ο ισημερινός (equatorial plane) βρίσκεται στο

κέντρο του γυρεοκόκκου, κάθετα ως προς τον πολικό άξονα. Ο ισημερινός χωρίζει το γυρεόκοκκο σε δυο τμήματα, στο εγγύτερο (proximal) και στο απώτερο (distal) ως προς το κέντρο της τετράδας (σχ. 1). Οι γυρεόκοκκοι που έχουν όμοια αυτά τα δύο τμήματα καλούνται isopolar (ισοπολικοί), ενώ στην αντίθετη περίπτωση heteropolar (ετεροπολικοί) (*Erdtman, 1969*)(σχ. 2). Οι γυρεόκοκκοι της τετράδας μπορεί να είναι σε ευθεία γραμμή ή σε διάφορες γεωμετρικές διατάξεις-τύπους. Συνηθέστερα παρατηρούνται ο τετραεδρικός τύπος και ο τετραγωνικός τύπος. Ο πρώτος τύπος συνήθως συνδέεται με σπόρια του τύπου trilete (*Tschudy & Scott, 1969*).



Εικόνα 4. : *Απεικόνιση τετράδας γυρεοκόκκων όπου επισημαίνονται τα μέρη του γυρεοκόκκου κατά τη φάση της τετράδας (Moore & Webb, 1978).*



Εικόνα 4.1 : *Αναπαράσταση ισοπολικού γυρεοκόκκου και δεξιά ετεροπολικού (Hesse et al., 2009).*

4.1.3 Σχήμα και Μέγεθος Γυρεόκοκκων

Το σχήμα ενός γυρεοκόκκου προσδιορίζεται από το λόγο P/E: όπου P το μήκος του πολικού άξονα και όπου E το μήκος του ισημερινού άξονα, δηλαδή η διάμετρος του

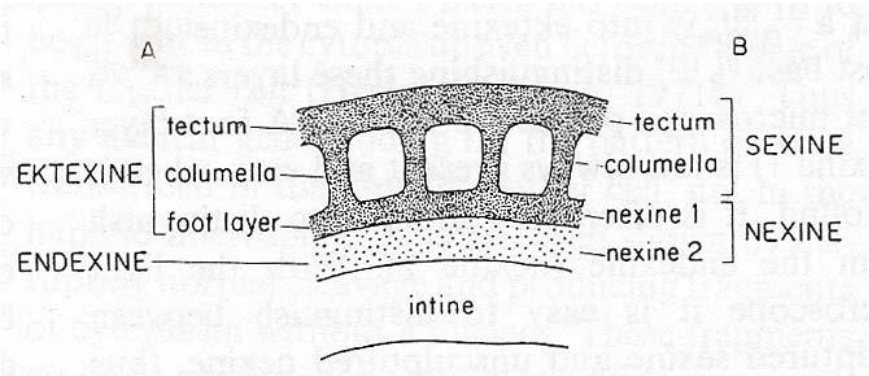
ισημερινού. Στους (spheroidal) σφαιρικούς γυρεοκόκκους οι δυο άξονες είναι σχεδόν ίσοι. Στην περίπτωση που ο πολικός άξονας είναι μεγαλύτερος, οι γυρεόκοκκοι καλούνται prolate (ωοειδής), (π.χ. Betulaceae), ενώ στην αντίθετη περίπτωση, oblate (πλατυσμένοι) (π.χ. Umbelliferae) (σχ. 3). Οι γυρεόκοκκοι είναι τρισδιάστατα αντικείμενα, αυτό όμως είναι μερικές φορές δύσκολο να παρατηρηθεί στο οπτικό μικροσκόπιο, καθώς μια μόνο οπτική γωνία είναι διαθέσιμη, γι' αυτό το αναφερόμενο σχήμα τους αποτελεί το περίγραμμά τους όπως αυτό φαίνεται, είτε από την οπτική γωνία των πόλων, είτε από την οπτική γωνία του ισημερινού (*Moore & Webb, 1978*).

Το μέγεθος των γυρεοκόκκων μπορεί να παρουσιάζει διαφορές ακόμη και εντός του είδους. Επίσης, επηρεάζεται από τη μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή του δείγματος (π.χ. ακετόλυση), καθώς και από το υλικό στο οποίο διατηρούνται οι γυρεόκοκκοι (π.χ. γλυκερίνη). Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος των γυρεοκόκκων, ακόμη και οι προερχόμενοι από το ίδιο φυτό, είναι ο βαθμός ωριμότητας και ενυδάτωσής τους. Το μέγεθος προσδιορίζεται από τη μεγαλύτερη διάμετρο (*Erdtman, 1969*) και, λόγω της μεγάλης φυσικής ποικιλότητας, ενδείκνυται η κατηγοριοποίηση των γυρεοκόκκων με τη χρήση ενός εύρους τιμών. Οι κατηγορίες που προτείνονται είναι: πολύ μικροί (100 μm) (*Erdtman, 1969, Hesse et al., 2009*).

4.1.4 Τοίχωμα Γυρεόκοκκων

Το τοίχωμα των γυρεοκόκκων αποτελείται από δυο στρώματα: το εσωτερικό που ονομάζεται intine (ιντίνη) και το εξωτερικό exine (εξίνη) (*Kapp, 1969*). Η intine αποτελείται κυρίως από κυτταρίνη και πηκτίνη. Λίγα στοιχεία είναι γνωστά για την intine, ακόμη και για τη χημική της σύνθεση υπάρχει έντονη διχογνωμία ως προς τα ποσοστά της κυτταρίνης. Άλλα χημικά στοιχεία που την αποτελούν είναι καλόζη, πηκτίνη, πρωτεΐνες πολυσακχαριτών και διάφορα ένζυμα (*Faegri et al., 1989*). Η exine αποτελείται κυρίως από sporopollenin (σποροπολλενίνη). Αυτή συγκροτείται από πολυμερή που είναι σχεδόν απόλυτα ανθεκτικά στις προσβολές χημικών ενώσεων και βακτηριδίων, στη διάβρωση και στις υψηλές θερμοκρασίες, ενώ παρουσιάζουν μειωμένη ανθεκτικότητα μόνο στην οξείδωση και στη μηχανική τριβή (*Γερασιμίδης, 2004*). Η sporopollenin είναι ένα αξιοθαύμαστο προϊόν της φύσης, για το οποίο οι επιστήμονες μέχρι και πριν λίγα χρόνια δεν γνώριζαν πολλά. Στο βιβλίο των F*aegri et al. 1989* γίνεται αναφορά στους *Brooks & Shaw 1968*, που πρώτοι αυτοί πρότειναν πως η σποροπολλενίνη αποτελείται από καροτενοειδή πολυμερή και από καροτενοειδείς εστέρες. Η exine διακρίνεται σε δυο στρώματα: ένα εσωτερικό την endexine (ενδεξίνη) και ένα εξωτερικό την ektexine (εκτεξίνη). Η ektexine αποτελείται από τρία επίπεδα: ένα βασικό που έχει τη λειτουργία δαπέδου (foot layer), την ενδιάμεση περιοχή (infratectum), η οποία συνήθως συγκροτείται από στοιχεία που έχουν μορφή κιόνων (collumelae) και τέλος την οροφή (tectum). Η endexine είναι μονοστρωματική και χωρίς υποδομή. Στη φύση υπάρχουν πάρα πολλές αποκλίσεις

από αυτό το γενικό πλάνο. Για παράδειγμα, τα στρώματα μπορεί να είναι λεπτότερα ή να παρουσιάζονται με μεγαλύτερη ποικιλομορφία στη δομή τους ή, ακόμη, και να απουσιάζουν εντελώς. Τέλος, οι σκοποί που εξυπηρετεί η exine είναι τρεις: να προστατεύει το πρωτόπλασμα από την ξήρανση και την αφυδάτωση, να παρέχει την εμφάνιση του γυρεοσωλήνα και να προσαρμόζει το μέγεθος ανάλογα αν ο γυρεόκοκκος απορροφά ή χάνει την υγρασία του (*Tschudy & Scott, 1969*). Στην βιβλιογραφία γίνεται πολύ συχνά χρήση των όρων: sexine (σεξίνη) και nexine (νεξίνη), αντί των όρων που προαναφέρθηκαν. Η sexine αντιστοιχεί στο infratectum μαζί με το tectum. Η nexine διακρίνεται σε nexine 1 (= foot layer) και σε nexine 2 (=ενδεξίνη). Σύμφωνα με τους *Moore & Webb 1978*, χημικές μελέτες καθώς και μελέτες ανάπτυξης των γυρεοκόκκων έδειξαν πως το σύστημα ektexine-endexine είναι το πιο ακριβές. Σύμφωνα με την ίδια πηγή, όταν χρωματίζονται οι γυρεόκοκκοι με φουξίνη, χρωματίζεται η ektexine (= sexine + nexine 1) και όχι η endexine (=nexine 2).

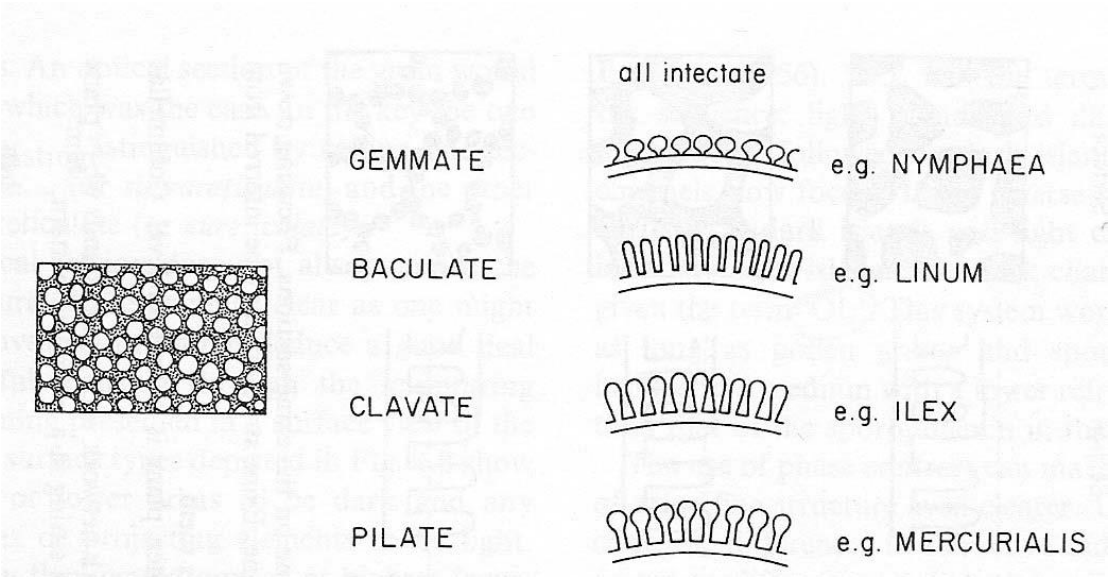


Εικόνα 4.2 : *Στο σχήμα παρουσιάζεται σε τομή το τοίχωμα των γυρεοκόκκων (γενικό πλάνο). Εμπνευστής του Α συστήματος ήταν ο Faegri, ενώ του Β ο Erdtman (Tschudy & Scott, 1969).*

4.1.5 Δομή και Ανάγλυφο Επιφάνειας

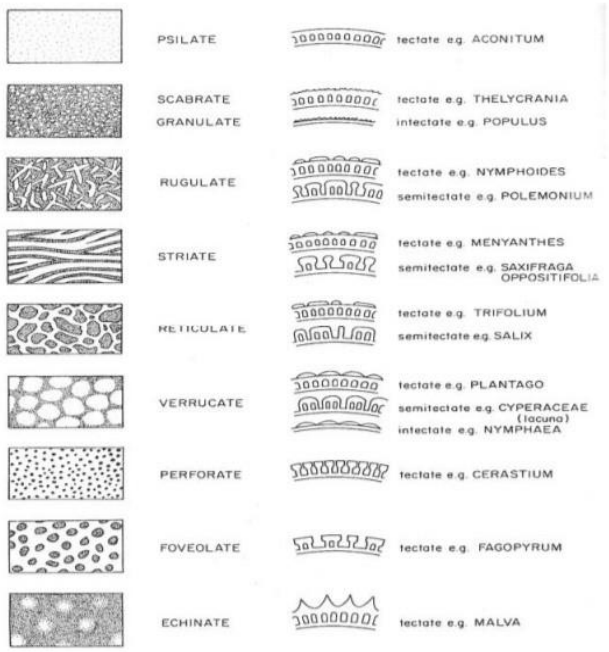
Ο τρόπος της εσωτερικής συγκρότησης του τοιχώματος των γυρεοκόκκων καλύπτεται υπό τον όρο δομή (structure), ενώ όλα εκείνα τα στοιχεία που παρατηρούνται στην επιφάνεια των γυρεοκόκκων χαρακτηρίζονται ως ανάγλυφο (sculpture). Πολλές φορές οι δυο έννοιες συγχέονται όπως για παράδειγμα όταν έχουμε ελεύθερες κολώνες (intectate, χωρίς tectum). Σύμφωνα με τους *Faegri et al. 1989* ανάγλυφο είναι ότι μας αποκαλύπτει μια φωτογραφία στο SEM μικροσκόπιο. Στην βιβλιογραφία αναφέρεται και ο όρος ornamentation (διακόσμηση), ο οποίος χρησιμοποιείται για την περιγραφή και κατηγοριοποίηση όλων των στοιχείων που παρατηρούνται στην επιφάνεια των γυρεοκόκκων. Όλοι αυτοί οι χαρακτηρισμοί είναι τεχνητοί: areola (με μικρές κοιλότητες), clava (ροπαλοειδής), echinus (ακανθώδης), foveola (βοθριώδες), fossula (με μορφή χάντακα), granulum (κοκκώδης, σπυρωτός), gemma, plicae (με πτυχώσεις), reticulum (με τη μορφή δίκτυου), rugulae (με μικρές πτυχές), striae (με λεπτές αυλακώσεις ή ραβδώσεις), verruca (με μορφή θηλώματος). Για πρακτικούς

λόγους, ένα ευκρινές στοιχείο στην επιφάνεια του γυρεοκόκκου μπορεί να υποδιαιρεθεί με βάση τη διάμετρό του, αν είναι μικρότερη του 1 μm μπορεί να χαρακτηριστεί ως micro- (μίκρο-) (*Hesse et al., 2009*). Τέτοια στοιχεία αν και είναι δυνατό να εντοπιστούν με το οπτικό μικροσκόπιο, δεν είναι εύκολο να περιγραφεί η μορφολογία τους.



Εικόνα 4.2 : *Τύποι αναγλύφου όταν δεν υπάρχει tectum (Moore & Webb, 1978).*

Πολύ συχνά διαπιστώνονται περιπτώσεις, όπου συνδυάζονται περισσότερα από ένα των παραπάνω χαρακτηριστικών, οπότε η περιγραφή, που δεν είναι εύκολο να γίνει, αντικαθίσταται από φωτογραφίες.



Εικόνα 4.3 : *Τύποι αναγλύφου γυρεοκόκκων (Moore & Webb, 1978).*

4.1.6 Ανοίγματα (Apertures)

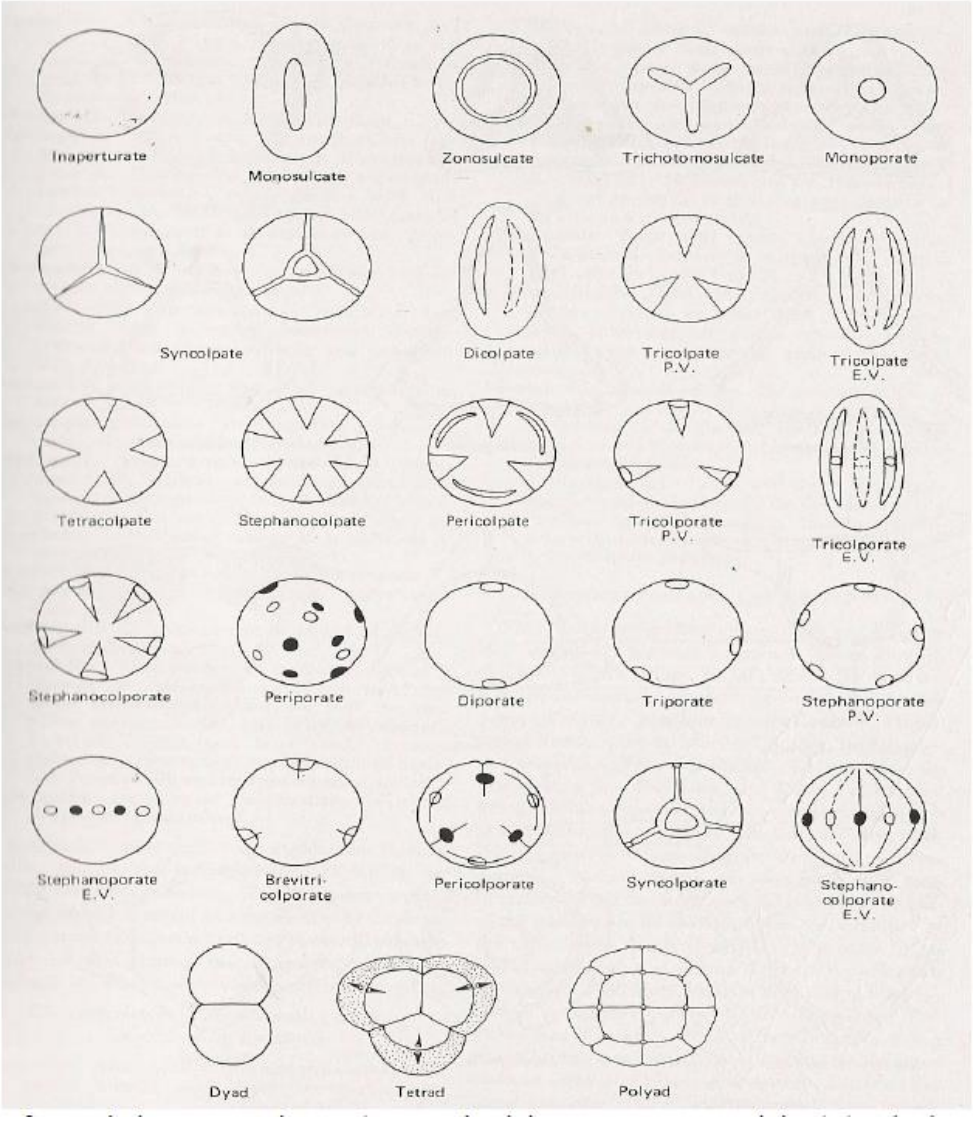
Τα ανοίγματα (apertures), σε ένα γυρεόκοκκο είναι περιοχές του τοιχώματος, που διαφέρουν χαρακτηριστικά από το υπόλοιπο τοίχωμα, τόσο στη μορφολογία όσο και στην ανατομία. Το κυκλικό άνοιγμα που βρίσκεται στη περιοχή του ισημερινού, ή παντού πάνω στην επιφάνεια, καλείται πόρος (porus). Ο πόρος που βρίσκεται στο μακρινό πόλο, ονομάζεται ulcus. Ένα επιμηκυμένο άνοιγμα καλείται κόλπος αν βρίσκεται στην ζώνη του ισημερινού ή παντού στην επιφάνεια. Καλείται sulcus αν βρίσκεται στο μακρινό πόλο. Αν σε ένα άνοιγμα συνδυάζονται ένας πόρος με ένα κόλπο, τότε αυτό ονομάζεται κολποπόρος (colpoporus). Τα δυο τμήματα που αποτελούν τον κολποπόρο, ανάλογα με τη θέση τους, καλούνται ectoaperture (εξωάνοιγμα π.χ. ectoporus=εξωπόρος) και endoaperture (ενδοάνοιγμα) Οι περιπτώσεις που ένα κυκλικό ή ελλειπτικό άνοιγμα έχει μη ευκρινή όρια ονομάζεται poroid (πορώδης) (*Hesse et al., 2009*). Εξελικτικά, οι κόλποι θεωρούνται πιο πρωτόγονοι έναντι των πόρων (*Faegri et al., 1989*). Ανοίγματα υπάρχουν τόσο στους γυρεοκόκκους των αγγειοσπέρμων, όσο και σε αυτούς των γυμνοσπέρμων, με τη διαφορά ότι στα ανοίγματα των δεύτερων παρατηρείται πολύ συχνά μια εκλέπτυνση της exine (leptoma) (*Hesse et al., 2009*). Τα ανοίγματα παίζουν σημαντικό ρόλο τόσο στην ανάπτυξη του γυρεοσωλήνα κατά τη φάση της γονιμοποίησης, όσο και στο φαινόμενο της αφυδάτωσης και του συρικνώματος των γυρεοκόκκων (*Moore & Webb, 1978*). Τα ανοίγματα των γυρεοκόκκων παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις γυρεοκόκκων που στερούνται κάποιου εμφανούς

ανοίγματος. Αυτοί καλούνται inaperturate. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι γυρεόκοκκοι της οικογένειας Cupressaceae, όπου το άνοιγμα αντικαθίσταται από

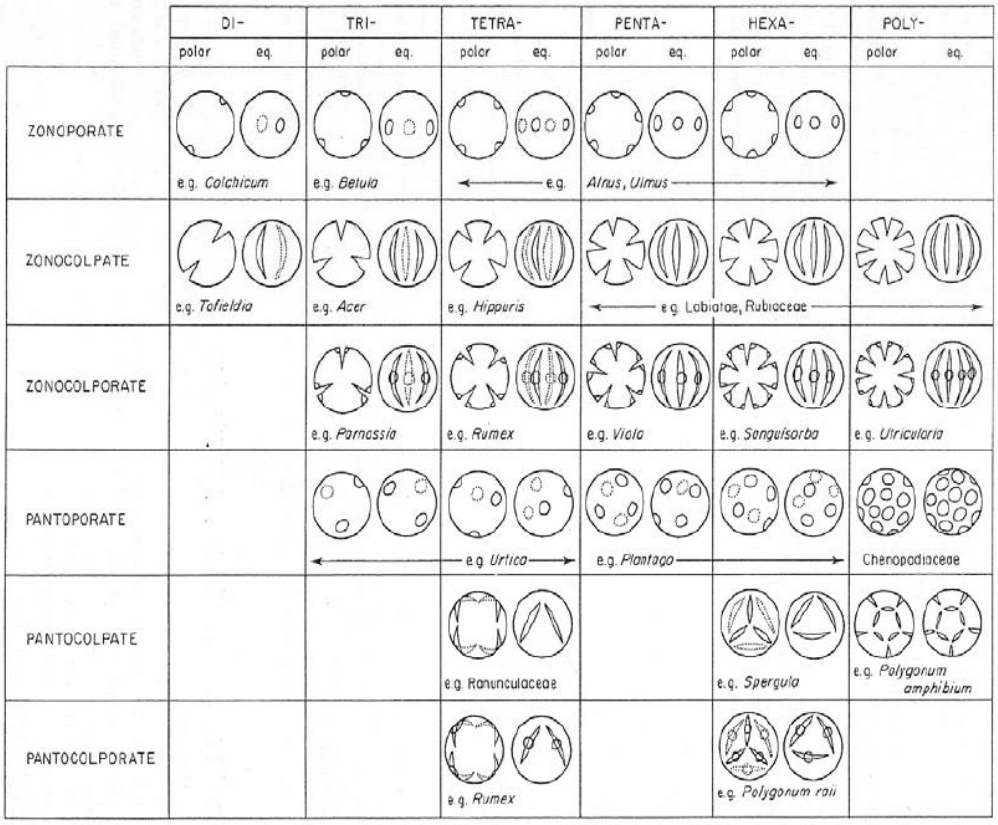
μια τοπική διαφοροποίηση της εξίνης μέσω της οποίας διαχέεται η γενετική πληροφορία που βρίσκεται εντός του γυρεοκόκκου (*Erdtman, 1969*). Μια άλλη περίπτωση, που παρατηρείται στη γύρη ορισμένων taxa, είναι η ταυτόχρονη παρουσία πόρων και κολποπόρων, αυτή η κατάσταση καλείται heteroaperture. Η παρουσία ενός μόνο ανοίγματος χαρακτηρίζει τη γύρη των μονοκοτυλήδονων, καθώς και των πιο πρωτόγονων δικοτυλήδονων. Αντίθετα, η παρουσία μεγάλου αριθμού ανοιγμάτων υποδεικνύει μεγάλο βαθμό εξέλιξης στα δικοτυλήδονα (*Tschudy & Scott, 1969*).

Ο αριθμός των ανοιγμάτων (πόροι, κόλποι, κολποπόροι) που βρίσκονται στη ζώνη του ισημερινού, προσδιορίζεται από το πρόθεμα di- tri- tetra- penta- hexa- (δυ-, τρι, τετρα-, πεντα- ή εξα-). Συχνά, αντί του προθέματος τίθεται ο αντίστοιχος αριθμός, για παράδειγμα 6-colpate αντί του hexa-colpate. Στην περίπτωση που τα ανοίγματα βρίσκονται όλα στη περιοχή του ισημερινού και είναι περισσότερα των τριών ο γυρεόκοκκος καλείται stephanoaperturate, ενώ οι γυρέοκοκκοι στους οποίους τα ανοίγματα βρίσκονται διάσπαρτα σε όλη την επιφάνεια καλούνται pantoaperturate. Ο αριθμός, ο τύπος και η θέση των ανοιγμάτων καθορίζεται γενετικά και συνήθως είναι πάντοτε ο ίδιος για το κάθε είδος, υπάρχουν όμως περιπτώσεις ειδικά στους stephanoaperturate, όπου ο αριθμός των ανοιγμάτων μπορεί να ποικίλει μεταξύ των γυρεοκόκκων του ίδιου είδους (*Hesse et al., 2009*).

Τα ανοίγματα καλύπτονται από ένα λεπτό στρώμα, τη μεμβράνη ανοίγματος. Αυτού του είδους οι μεμβράνες μπορούν να είναι διακοσμημένες με διάφορα στοιχεία ή να είναι εντελώς λείες. Επίσης, υπάρχει και η περίπτωση του operculum (ένα λεπτό στρώμα εξίνης σαν ασπίδα), το οποίο είναι συνδεδεμένο και σκεπάζει το άνοιγμα σαν βλεφαρίδα (*Hesse et al., 2009*). Χαρακτηριστικό παράδειγμα σε ότι αφορά το operculum είναι ο πόρος στους γυρεοκόκκους του Plantago lanceolata (*Moore & Webb, 1978*). Οι μεμβράνες των ανοιγμάτων των γυρεοκόκκων, όταν ο γυρεόκοκκος είναι αφυδατωμένος, διπλώνουν, ενώ πολύ συχνά, κατά την παρασκευή δείγματος με τη μέθοδο της ακετόλυσης, είναι πολύ πιθανόν να αποσυντεθούν (*Moore & Webb, 1978*).

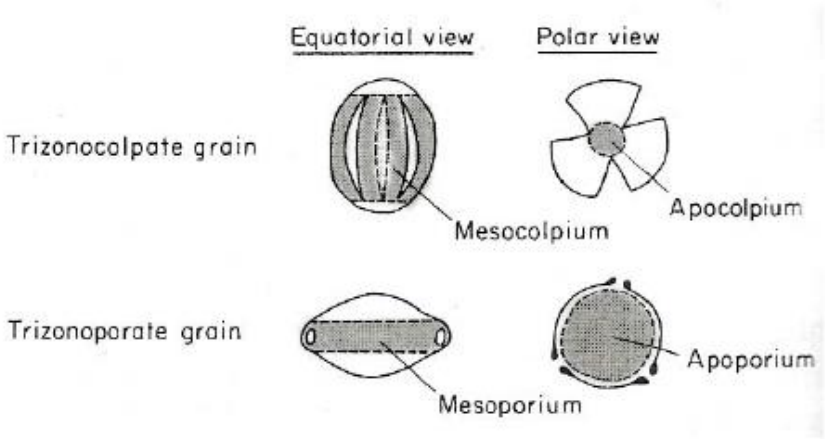


Εικόνα 4.4 : *Οι βασικοί τύποι γυρεοκόκκων (p.v.= πολική όψη, e.v.= ισημερινή όψη) (Tschudy & Scott, 1969).*



Εικόνα 4.5 : *Ταξινόμηση των γυρεοκόκκων ανάλογα με τον αριθμό και τη θέση των ανοιγμάτων. Στα σχήματα παρουσιάζονται η πολική (polar) και η ισημερινή όψη (equatorial) (Moore & Webb, 1978).*

Στα όρια των ανοιγμάτων η exine πολλές φορές παρουσιάζει μια διαφορετική δομή, όπως για παράδειγμα μια ξαφνική αύξηση ή μια αραίωση της sexine, που όταν πρόκειται για έναν ectoporus (εξωπόρος), αυτό ονομάζεται annulus (δακτύλιος εξίνης), ενώ όταν πρόκειται για έναν ectocolpus (εξώκολπος), καλείται margo ή margin (περιθώριο). Οι παχύνσεις της nexine, στην περίπτωση ενός endoaperture (ενδοανοίγματος), όπως π.χ. στους γυρεοκόκκους του Centaurea cyanus - type, καλούνται costae. Στις περιπτώσεις που παρατηρείται μια αποχώρηση των δυο στρωμάτων της exine στην περιοχή των ορίων (π.χ. Betula pendula) ονομάζεται vestibulum (*Moore & Webb, 1978*). Η περιοχή του γυρεοκόκκου που δεν καλύπτεται από κάποιο άνοιγμα και στην ουσία μεσολαβεί ανάμεσα στα ανοίγματα, αποκαλείται ανάλογα με την περίπτωση mesocolpium (μεσοκολπώδης περιοχή ή μεσοκόλπιο) ή mesoporium (μεσοπορώδης περιοχή ή μεσοπόριο). Στην περίπτωση που τα ανοίγματα βρίσκονται σε ισαπέχουσες θέσεις στη ζώνη του ισημερινού (zonoaperturate), τότε δημιουργείται μια περιοχή στην θέση των πόλων, που δεν καλύπτεται από τα ανοίγματα και ονομάζεται apocolpium (αποκολπώδης περιοχή ή αποκόλπιο) ή apoporium (αποπορώδης περιοχή ή αποπόριο).



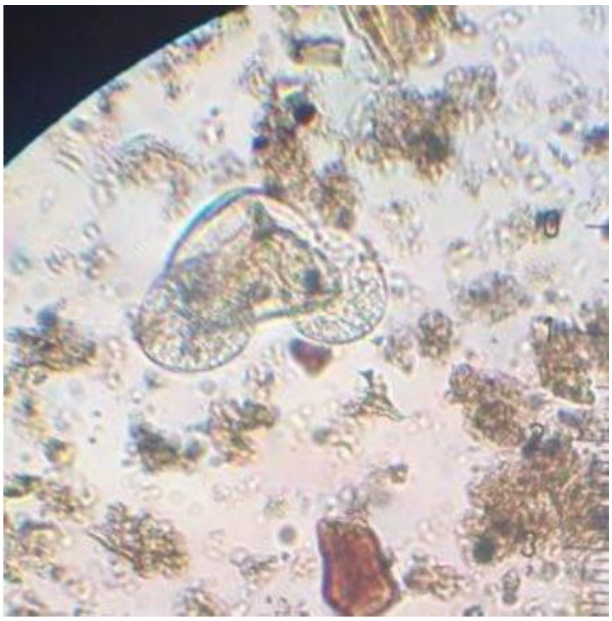
Εικόνα 4.6 *: Τα σχήματα αναπαριστούν πως φαίνονται οι γυρεόκοκκοι στην ισημερινή (equatorial) και πολική όψη (polar). Παράλληλα, επισημαίνονται οι περιοχές που δεν καλύπτονται από ανοίγματα στην επιφάνεια των γυρεοκόκκων (Moore & Webb, 1978).*

4.2 Παρουσίαση κάποιων Γυρεόκοκκων-Σπορίων όπως αναγνωρίστηκαν στο οπτικό μικροσκόπιο

Pinus

Γυρεόκοκκος μεγέθους 40-60μ, με δύο ισομεγέθεις αεροφόρους σάκους. Οι αεροφόροι σάκοι είναι συνεσφιγμένοι στο κυρίως σώμα του γυρεοκόκκου και παρουσιάζουν μορφή μπαλονιών. Το εσωτερικό των αεροφόρων σάκων παρουσιάζει ακανόνιστη κυψελώδη δομή. Το τοίχωμα του κυρίως σώματος του γυρεοκόκκου είναι λεπτό ενώ κοντά στους αεροφόρους σάκους του εξωτερικό στρώμα του πολλές φορές διογκώνεται και σχηματίζει ράχη (*Moore et al. 1991*).

Το πεύκο είναι ο γυρεόκοκκος που απάνταται με τη μεγαλύτερη αφθονία μέσα στα ιζήματα. Αυτό οφείλεται αφ’ενός στο ότι παράγεται σε μεγάλες ποσότητες στη φύση και αφ’εταίρου στο ότι μπορεί να μεταφερθεί, λόγω των αεροφόρων σάκων του και του μικρού σχετικά μεγέθους του, σε μεγάλες αποστάσεις.



Εικόνα 4.7 : *Pinus δείγμα S2 7,5-8 cm.*

Olea

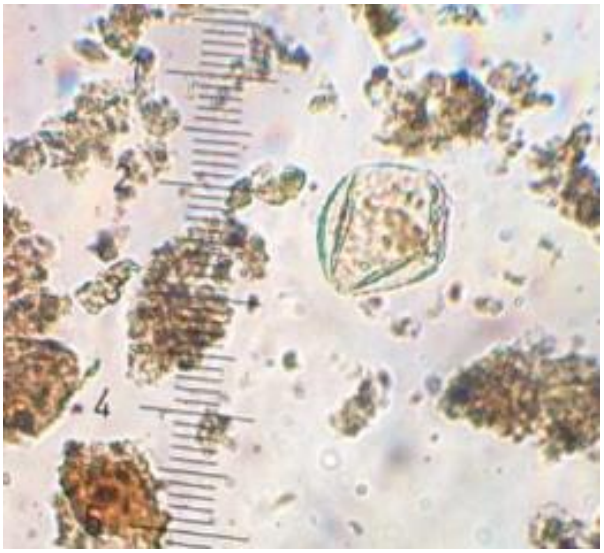
Η Ελιά είναι φυτό που ανήκει στο γένος Ελαία (*Olea*) της οικογένειας Ελαιίδες (*Oleaceae*). Είναι αείφυλλο δένδρο ή μεγάλος θάμνος. Αυτοφύεται στις εύκρατες και θερμές χώρες της Ευρώπης, Ασίας και Αφρικής. Υπάρχουν συνολικά γύρω στα 35 είδη. Στη χώρα μας υπάρχει μόνο ένα είδος ελιάς, η Ελιά η ευρωπαϊκή, που τη βρίσκουμε σε δύο ποικιλίες: την ευρωπαϊκή (*Olea europaea var. europaea*) που καλλιεργείται για τους καρπούς της και τη δασική (*Olea europaea var. oleaster*) που είναι η γνωστή μας Αγριελιά. (*mde-didaktiki.biol.uoa.gr/mde8/gargeraki/ekti_selida.html*). Επομένως μπορούμε να συμπεράνουμε πως το γένος αυτό χαρακτηρίζει μεσογειακά οικοσυστήματα.

Γυρεόκοκκος μεγέθους περίπου 18.3 – 23μ, οι κόλποι δεν έχουν μεγάλο μήκος. Η περιοχή του apocolpium είναι μεγάλη. Τα όρια των κόλπων δεν είναι πάντοτε ευδιάκριτα και η μεμβράνη τους φέρει granules (*Punt et al, 1991*). Οι muri δεν είναι λείοι, το μέγεθος και το σχήμα των βρόγχων ποικίλει, αλλά, γενικά, είναι μεγάλο. Δεν παρατηρείται κάποια αισθητά μεγάλη μείωση του μεγέθους των βρόγχων κατά τη σταδιακή μετάβαση προς τα ανοίγματα. Σύμφωνα με τους *Punt et al. 1991*, οι γυρεόκοκκοι του είδους χαρακτηρίζονται ως tricolpate επειδή οι πόροι είναι δυσδιάκριτοι. Οι ίδιοι αναφέρουν ότι υπάρχουν διαφορές μεταξύ των ποικιλιών που καλλιεργούνται, αλλά δεν μπορεί να γίνει σαφής διάκριση και ταξινόμησή τους.

Εικόνα 4.8: *Olea δείγμα S_{43} 3-3,5 cm.*

Juniperus

Το γένος *Juniperus* αποτελείται από 50 έως 67 είδη κωνοφόρων δένδρων και ανήκει στην οικογένεια των κυπαρισσίων, *Cupressaceae*. Τα είδη αυτά είναι ευρέως διαδεδομένα σε όλες τις περιοχές του Βορείου Ημισφαιρίου, από την Αρκτική ως την τροπική Αφρική και τα βουνά της Κεντρικής Αμερικής και του Πακιστάν. Τα περισσότερα οικοσυστήματα της ξηράς περιλαμβάνουν είδη του γένους αυτού, εκτός από την πολική τούνδρα και τα δάση βροχής των τροπικών περιοχών. Είναι επίσης σπάνια στις ερήμους. Στη Μεσόγειο φύεται στο αειθαλές Μεσογειακό δάσος χαμηλών υψομέτρων. Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε πως στην Ελλάδα ο τύπος αυτός γυρεοκόκκων χαρακτηρίζει ήπιες θερμοκρασίες και μέτριες βροχοπτώσεις. Γυρεόκοκκος μεγέθους περίπου 21,5-37,2μ, με στρογγυλό σχήμα, χωρίς πόρους (inaperturate) και λεπτή εξίνη (*https://en.wikipedia.org/wiki/Juniperus_communis*).

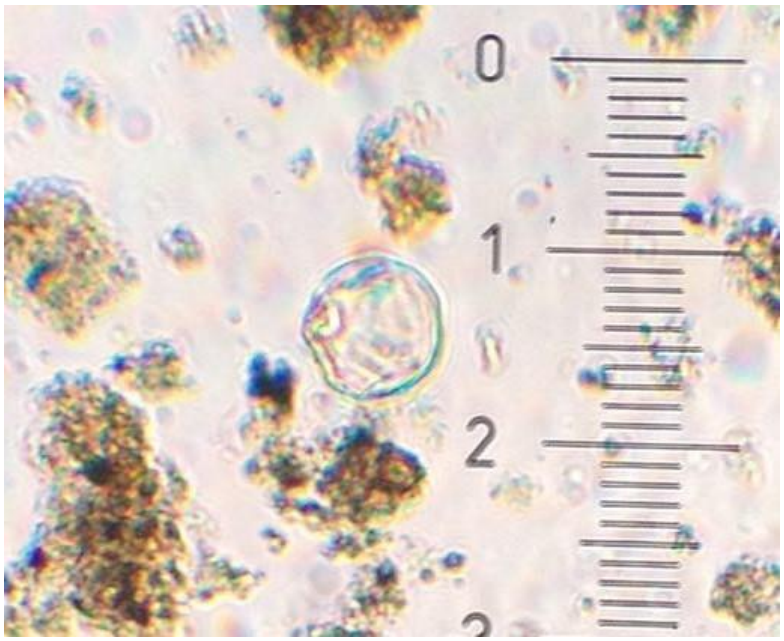


Εικόνα 4.9 : *Juniperus δείγμα S2 7,5-8 cm.*

Poaceae

Γυρεόκοκκος σφαιρικός έως ωοειδής ο οποίος φέρει έναν κυκλικό πόρο με μέγεθος 22.3- 54μ. Γύρω από τον πόρο παρατηρείται πάχυνση της ενδοεξίνης, η οποία έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό μίας στεφάνης γύρω από αυτόν. Η διακοσμήση του εξωστρώματος ποικίλει από μικροκοκκώδης, κοκκώδης,τυλώδης ή ακόμη και ρυτιδωτή. Η δομή του εξωστρώματος δεν είναι ορατή ακόμη και σε μεγάλες μεγενθύσεις (x1000).

Τα *Poaceae* (αγρωστώδη) είναι μια μεγάλη οικογένεια η οποία χαρακτηρίζει τη μεσογειακή στέππα. Κάποια είδη αγρωστωδών σχετίζονται με τη δράση του ανθρώπου, προσδιορίζονται σε επίπεδο χαμηλότερο από αυτό της οικογένειας, γεγονός που περιορίζει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες της ανθρώπινης δραστηριότητας. Μοναδική ίσως εξαίρεση αποτελούν οι γυρεόκοκκοι που ομαδοποιούνται στο Cerealia *type* οι οποίοι είναι μεγαλύτεροι σε μέγεθος από αυτούς των αποκαλούμενων «άγριων χόρτων». Γενικά οι γυρεόκοκκοι των αγρωστωδών είναι μερικοί δείκτες της δράσης του ανθρώπου και οι καμπύλες τους πρέπει να εξετάζονται με ιδιαίτερη προσοχή (*Bottema & Woldring 1990*).



Εικόνα 4.10 : *Poaceae δείγμα S_2 7,5-8 cm.*

Pteridium

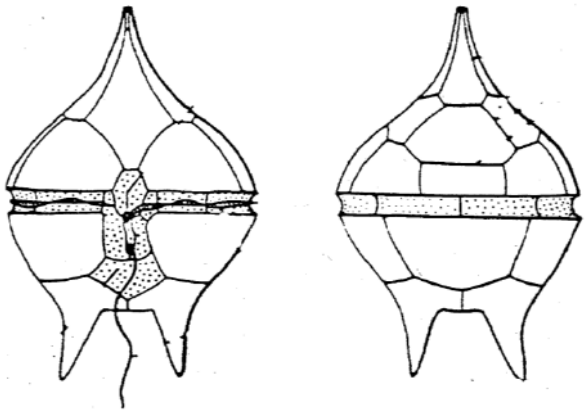
Σπόριο του οποίου το μέγεθος δεν ξεπερνά τα 40μ. Το σχήμα του είναι τριγωνικό με κοίλες πλευρές και φέρει τριακτινωτή ουλή με κοντές ακτίνες. Η διακόσμηση ποικίλει από λεία, κοκκώδης έως μικροτυλώδης. Η φτέρη φύεται σε υψηλά υψόμετρα και το σπόριο της δεν εκπροσωπείται επαρκώς στη βροχή των γυρεόκοκκων (Bottema 1974). Η αύξηση της συμμετοχής του στα φάσματα πιθανόν να είναι δείκτης ανθρώπινης δραστηριότητας, ειδικά σε κάποιους τύπους δάσους (*Bottema & Woldring 1990*).

Εικόνα 4.11 : *Pteridium δείγμα S_2 1-1,5 cm.*

4.3 Δινομαστιγωτά

Τα δινομαστιγωτά (dinoflagellates) αποτελούν την ανθυποσυνομοταξία *Dinoflagellata Botschli 1885 stat.nov. Cavalier-Smith 1999* της συνομοταξίας *Myzozoa Cavalier-Smith et Chao 2004.* Είναι μονοκύτταροι οργανισμοί που χαρακτηρίζονται από δύο μαστίγια, τα οποία τους επιτρέπουν την κίνηση στην υδάτινη στήλη. Η διάμετρος του οργανισμού κυμαίνεται συνήθως από 20 έως 200 μm. Τα περισσότερα δινομαστιγωτά είναι θαλάσσιοι οργανισμοί αν και αντιπρόσωποι της ομάδας απαντώνται σε εσωτερικά (λιμναία και ποτάμια) περιβάλλοντα. Σύμφωνα, με τον τρόπο ζωής τους διακρίνονται σε πλαγκτονικούς ή βενθονικούς οργανισμούς. Κάποια είδη είναι συμβιωτικά (π.χ μία ομάδα ειδών, γνωστή ως ζωοξανθέλλες, αναπτύσσει συμβιωτικές σχέσεις με άλλους μονοκύτταρους οργανισμούς, όπως με τα ακτινόζωα ή με τα τρηματοφόρα, ή και με πολυκύτταρους οργανισμούς όπως τα κωπήποδα ή τα κοράλλια), ενώ μερικές φορές επιλέγουν τον παρασιτικό τρόπο ζωής. Τα δινομαστιγωτά παρουσιάζουν υψηλή ποικιλία ως προς τις τροφικές συνήθειες, και οι

αντιπρόσωποι των δινομαστιγωτών μπορεί να είναι αυτότροφοι, ετερότροφοι ή να υιοθετούν και τις δύο διατροφικές στρατηγικές (*Stoecker 1999*). Τα δινομαστιγωτά θεωρούνται μία από τις σημαντικότερες ομάδες του θαλάσσιου φυτοπλαγκτού με γνωστά περίπου 2.000 σύγχρονα και 2.000 απολιθωμένα είδη (*Fensome et al. 1993*). Εμφανίζονται ήδη από το Σιλούριο και αποτελούν σημαντικούς βιοστρωματογραφικούς, παλαιοπεριβαλλοντικούς και παλαιωκεανογραφικούς-παλαιοκλιματικούς δείκτες.



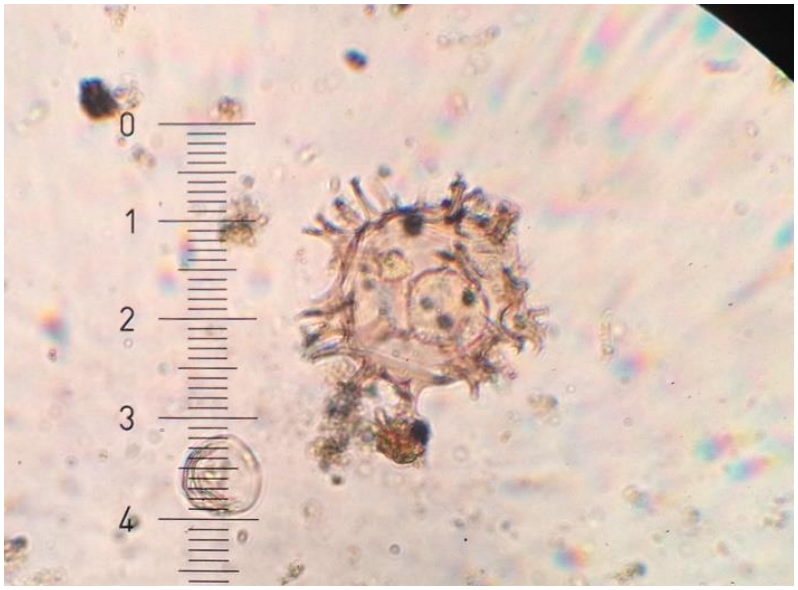
Εικόνα 4.12 : *Απώτερη και εγγύτερη όψη κύστης δινομαστιγωτού (Evitt 1985).*

Τα δινομαστιγωτά διαβιούν σε όλα τα υδάτινα περιβάλλοντα (*Taylor,1987*). Ωστόσο, τα περισσότερα σύγχρονα είδη είναι φωτοσυνθετικοί, θαλάσσιοι οργανισμοί (*Taylor et al. 2008*). Αποτελούν σημαντικό τμήμα του ωκεάνιου πλαγκτού και μία από τις κύριες ομάδες πρωτογενούς παραγωγικότητας στα ωκεάνια περιβάλλοντα (*Rochon,2009*). Πρόσφατα (*Gomez, 2003*) καταγράφηκαν 673 είδη σύγχρονων δινομαστιγωτών στη Μεσόγειο, με το Αιγαίο πέλαγος να φιλοξενεί μόλις το 27% των συγκεντρώσεων. Η κατανομή και διασπορά των δινομαστιγωτών ποικίλει ανάλογα με την εποχή και τις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες και επηρεάζεται κυρίως από την επιφανειακή θαλάσσια θερμοκρασία και την επιφανειακή θαλάσσια αλατότητα, τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών συστατικών και τα επίπεδα του φωτός (*Vink, 2004, Holzwarth et al. 2010*).

4.3.1 Παρουσίαση κάποιων Δινομαστιγωτών όπως αναγνωρίστηκαν στο οπτικό μικροσκόπιο

Spiniferites mirabilis

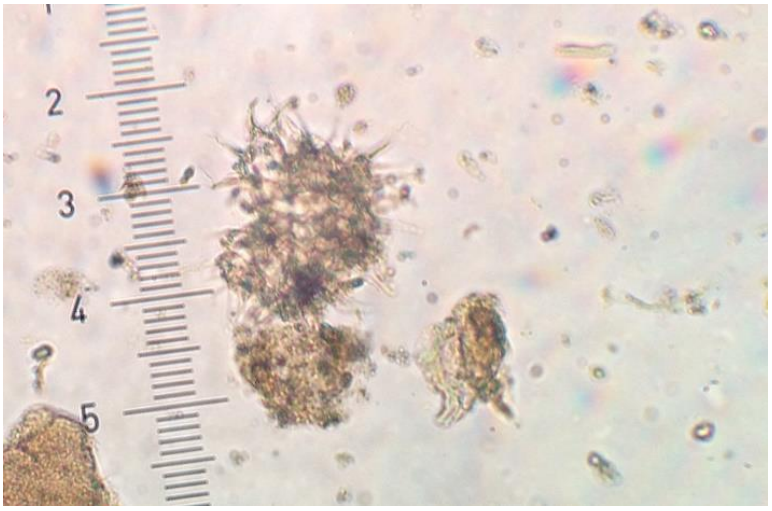
Κύστη σχήματος ωοείδους με διακλαδιζόμενες απολήξεις οι οποίες ενώνονται μεταξύ τους με μια τρόπιιδα (*Zonneveld & Pospelova 2015*). Παρατηρείται σε εύκρατες και ισημερινές περιοχές με τα υποτροπικά μέτωπα που σχηματίζουν περίπου τα περιθώρια διανομής και στα δύο ημισφαίρια. Παρουσιάζεται σε όλες τις μεγάλες ανοδικές περιοχές παγκοσμίως, αλλά δεν είναι τυπικά άφθονη σε αυτές τις περιοχές (*Zonneveld et al., 2013)*.



Εικόνα 4.13: *Spiniferites δείγμα S_{43} 0-1 cm.*

Lingulodinium machaerophorum

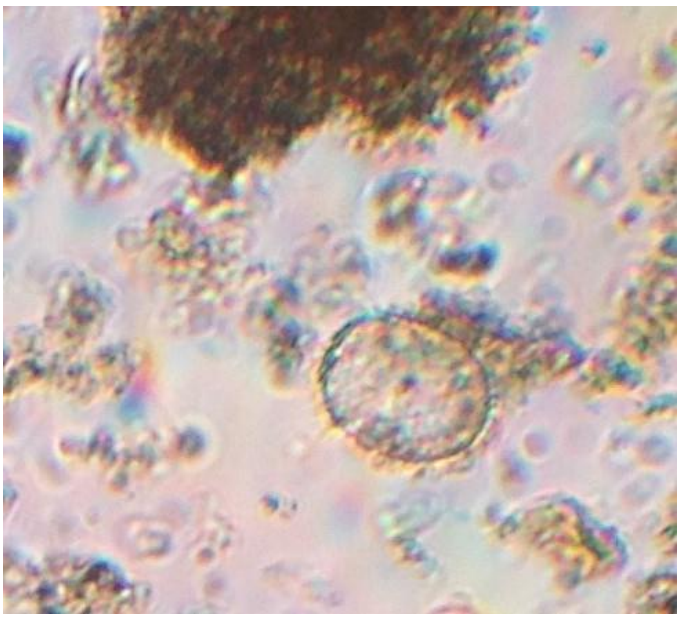
Σφαιρική κύστη με μικροσυσσωμάτωση για την κοκκοποίηση του τοιχώματος της κύστης. Οι τυχαία κατανεμημένες απολήξεις κοίλων διεργασιών είναι κλειστές περιφερικά (*Deflandre and Cookson 1955, Wall 1967*). Περιορίζεται σε εύκρατες έως ισημερινές περιοχές του βόρειου ημισφαιρίου και υποτροπικές - ισημερινές περιοχές του νότιου ημισφαιρίου με τα αρκτικά και υποτροπικά μέτωπα να σχηματίζουν το βόρειο και νότιο όριο κατανομής του αντίστοιχα. Εντοπίζεται κυρίως σε παράκτιες περιοχές και κοντά στα ηπειρωτικά περιθώρια. Υψηλές σχετικές αφθονίες μπορούν να παρατηρηθούν σε ιζήματα κοντά σε κυψελίδες ή κάτω από φρεάτια εκκένωσης ποταμών, π.χ. εκείνων του ποταμού Κονγκό, του Αμαζονίου, του Πόντου και του Βόλγα ή σε ιδιαίτερα στρωματοποιημένα νερά όπως για παράδειγμα στη Μαύρη Θάλασσα και στη θάλασσα του Μαρμαρά (*Zonneveld et al., 2013*).



Εικόνα 4.14 : *Lingulodinium machaerophorum δείγμα S_{43} 2,5-3 cm.*

O. israleanum

Μία χωρική υποσφαιρική κύστη με μη επεξεργασμένες κοίλες απολήξεις και ακραίες ακμές. Η εγγύτερη βάση των απολήξεων φέρει κάποιες ραβδώσεις και αυτές οι απολήξεις μπορούν να μειωθούν σε μέγεθος (Rossignol 1962,Wall, 1967). Περιορίζεται σε υποτροπικές, τροπικές και ισημερινές περιοχές και αφθονεί κυρίως σε παράκτιες και ανοικτές ωκεάνιες τοποθεσίες (*Zonneveld et al., 2013)*.



Εικόνα 4.15 : *O. Israleanum δείγμα S_2 1,5-2 cm.*

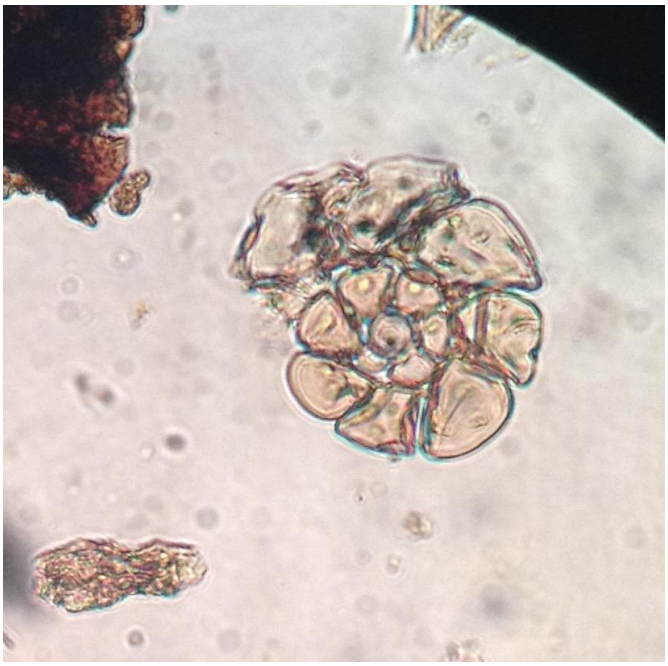
4.3 Μύκητες

Μονοκύτταρα ή πολυκύτταρα αναπαραγωγικά σπόρια που αναπτύσσονται σε κάποιες από τις φάσεις της ζωής ενός μύκητα. Οι σπόροι αυτοί ταξινομούνται βάσει του συστήματος του Saccardi το οποίο βασίζεται στον αριθμό, το σχήμα και την σχετική τοποθέτηση των θαλάμων των σπορίων. Η πλειοψηφία των σπορίων στα παλυνολογικά παρασκευάσματα είναι φαιοσπόρια (σκουρόχρωμα), διότι το τοίχωμα τους είναι πιο ανθεκτικό στην ακετόλυση από αυτό των υαλοσπορίων. Η σημασία των σπορίων μυκήτων στα παλυνολογικά διαγράμματα είναι μεγάλη και ποικίλη, ειδικά για τις χερσαίες αποθέσεις του Τεταρτογενούς. Πολλοί από αυτούς έχουν ιδιαίτερες οικολογικές προτιμήσεις, αναπτυσσόμενοι είτε σε κόπρανα ζώων, (*Sporomiella, Sordaria, Didymospore*), είτε σε συγκεκριμένα φυτά (*Puccinia triticina*, type 126), είτε σε κάρβουνα (*Neurospora*) ή ξύλα που σαπίζουν (*Phaeoamerospore tegillate*). Γενικά τα σπόρια μυκήτων είναι συνήθη σε δείγματα εδάφους ή ιζήματα λιμνών και μπορούν να συμβάλλουν στη μελέτη της ανθρώπινης δραστηριότητας σε μία περιοχή κατά το παρελθόν (*Wolf, 1947*).

Εικόνα 4.16 : *Phaeoamerospore tegillate δείγμα S_{43} 4,5-5 cm.*

4.4 Τρηματοφόρα

Τα τρηματοφόρα είναι μονοκύτταροι οργανισμοί που χαρακτηρίζονται από δίκτυο ψευδοποδιών, ετεροφασικό κύκλο ζωής και στην πλειονότητα τους φέρουν κέλυφος που συνίσταται συνήθως από ανθρακικό ασβέστιο και καλύπτει το πρωτόπλασμα του οργανισμού. Τα περισσότερα τρηματοφόρα έχουν κελύφη με διάμετρο ή μέγιστο μήκος μεταξύ 100 και 500 μm. Ωστόσο, τα γνωστά ως μεγάλου μεγέθους βενθονικά τρηματοφόρα χαρακτηρίζονται από κελύφη με διάμετρο ή μέγιστο μήκος μέχρι 20 cm, όγκο που υπερβαίνει τα 3 mm^3 και πολύπλοκη εσωτερική κατασκευή. Τα τρηματοφόρα διαβιούν σε όλα τα θαλάσσια οικοσυστήματα, ενώ μερικά είδη προσαρμόζονται σε υφάλμυρα περιβάλλοντα. Σύμφωνα με τον τρόπο ζωής τους χωρίζονται σε δύο κατηγορίες στους βενθονικούς και στους πλαγκτονικούς οργανισμούς. Σύμφωνα με τις τροφικές τους συνήθειες τα τρηματοφόρα είναι ετερότροφοι, μικρο-παμφάγοι οργανισμοί, ενώ σημαντικός αριθμός ειδών χρησιμοποιούν για την τροφή τους το μεγαλύτερο μέρος των προϊόντων της φωτοσύνθεσης που λαμβάνουν από ενδοσυμβιωτικούς αυτότροφους οργανισμούς (*Leutenegger 1984, Lee 1992,2006, Anderson & Lee 1991, Hallock 2000*).



Εικόνα 4.17 : *Foraminifera δείγμα S_2 6,5-7 cm.*

Τα τρηματοφόρα παρουσιάζουν υψηλή αφθονία ειδών με γνωστά, περίπου 5.000 σύγχρονα και 50.000 απολιθωμένα είδη (*Debenay et al. 1996*). Λαμβάνουν σημαντικό ρόλο στους βιογεωχημικούς κύκλους του άνθρακα και του ασβεστίου των ωκεάνιων συστημάτων (*Loubere & Fariduddin 1999*). Μαζί με τα κοκκολιθοφόρα θεωρούνται οι κύριες ομάδες της βιογενούς ανθρακικής ιζηματογένεσης.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τα διαγράμματα που κατασκευάστηκαν με τη βοήθεια του προγράμματος C2 1.7.7. διακρίνονται κάποιες παρατηρήσεις σχετικά με την ποσότητα και τη συγκέντρωση παλυνομόρφων σε κάθε διάγραμμα , καθώς επίσης και την πιθανή συσχέτιση αυτών μεταξύ τους.

Κατασκευάστηκαν δύο ειδών διαγράμματα και για τους δύο πυρήνες S_2, S_{43}, όπου ουσιαστικά απεικονίζεται η ποσοστιαία κατανομή των παλυνομόρφων σε σχέση με το βάθος. Εξετάζοντας αυτά τα διαγράμματα λεπτομέρως, καταλήξαμε σε κάποιες παρατηρήσεις που θα μας βοηθήσουν να εξάγουμε κάποια σημαντικά συμπεράσματα όσον αφορά την εξέλιξη της βλάστησης και των κλιματικών συνθηκών.

5.1 Πυρήνας S_2

Η παλυνολογική ανάλυση του πυρήνα S_2 έδειξε τα εξής (εικόνα 5.):

- Τα πεύκα (*Pinus)* αποτελούν τη συντριπτική πλειοψηφία των δέντρων *(AP),* στο διάγραμμα *Pinus-Trees (AP)* υπάρχει μία ταύτιση των καμπύλων μεταξύ τους με ελάχιστες αποκλίσεις. Το ποσοστό των Pinus κυμαίνεται περίπου στο (60 %), ενώ το ποσοστό των *Trees (AP)* κυμαίνεται περίπου στα (78-80 %). Παρατηρούμε αρκετές διακυμάνσεις στα πρώτα 2 cm τα πευκά και τα δέντρα έχουν υποστεί μία μείωση με ποσοστό (40%), έπειτα διακρίνουμε μία ανοδική πορεία από τα 2-3 cm με ποσοστό (65 %), αυτή η πορεία με τις εναλλαγές των αυξομειώσεων ακολουθείται στα 15 cm.
- Τα φυλλοβόλα δέντρα παρουσιάζουν μεγάλη εξάπλωση και αρκετές διακυμάνσεις (18%), όπου βλέπουμε μία άνοδο στα 2,5 cm με ποσοστό (6%), έπειτα έχουμε μία μείωση μέχρι τα 4,5 cm με ποσσοστό (2-3%). Αυτές οι αυξομειώσεις συνεχίζονται μέχρι τα 11,5 cm με ποσοστό 10% όπου από τα 11,5 cm έχουμε μία απότομη μείωση μέχρι τα 15 cm.

- Ομοίως μεγάλη είναι και η συγκέντρωση των αειθαλών μεσογειακών ειδών (20%) με κύριους αντιπροσώπους *Olea* και *Q.ilex* που παρουσιάζουν κοινή πορεία με τη διαφορά ότι έχουμε μεγαλύτερη κατανομή και περισσότερες διακυμάνσεις στο *Q.ilex* (12%) σε σχέση με την *Olea* (7%). Στην Olea μεγαλύτερο ποσοστό εμφάνισης εντοπίζεται από τα 7,5-12 cm, οπού στη συνέχεια παρατηρούμε μία σταθερή κάμψη μέχρι τα 15 cm. Αντίθετα στο *Q.ilex* βλέπουμε μεγαλύτερο ποσοστό εμφάνισης από τα πρώτα 1,5 cm μέχρι τα 10 cm, όπου στη συνέχεια ακολουθεί μία σταθερή κάμψη μέχρι τα 15 cm.

- Τόσο τα φυλλοβόλα όσο και τα αειθαλή μεσογειακά δέντρα παρουσίαζουν μεγάλη εξάπλωση με αρκετές αυξομειώσεις. Συγκεκριμένα, βλέπουμε και στις

δύο κατανομές να ακολουθούν ανοδική πορεία στα 2,5 cm με ποσοστό (10%). Έπειτα, παρατηρούμε μία μείωση μέχρι τα 5 cm με ποσοστό (3%), στη συνέχεια ακολουθούν αυτές οι αυξομειώσεις μέχρις ότου στα αιειθαλή μεσογειακά δέντρα βλέπουμε μία καθοδική πορεία στα 12 cm με ποσοστό (3%), ενώ στα φυλλοβόλα δέντρα παρατηρούμε μία σταδιακή μείωση αυτών των διακυμάνσεων μέχρι τα 15 cm με ποσοστο (2-3%).

- Τα *Poaceae* (60%) εμφανίζουν μεγάλη αφθονία και σημαντικές συγκεντρώσεις σε όλο το μήκος του S_2. Αναλυτικά παρατηρούμε ότι εμφανιζεται μία άνοδο στα 2 cm με ποσοστό (30%), έπειτα έχουμε μία μείωση στα 3 cm με πολύ μικρό ποσοστό (2%), στην συνέχεια έχουμε μία αύξηση μέχρι τα 5-6 cm με ποσοστό (40%). Αυτές οι διακυμάνσεις συνέχιζονται μέχρι τα 15 cm με ποσοστό (45%).

- Τα *Cerealia type* παρουσιάζουν μια σταθερή σβησμένη πορεία από τα 3-7 cm και έπειτα έχουμε μία σημαντική αύξηση, με αρκετές διακυμάνσεις μέχρι τα 13 cm με ποσοστό (8%). Τέλος, παρατηρούμε μία κάμψη στα 14-15 cm και στη συνέχεια μία αυξητική πορεία (5%).

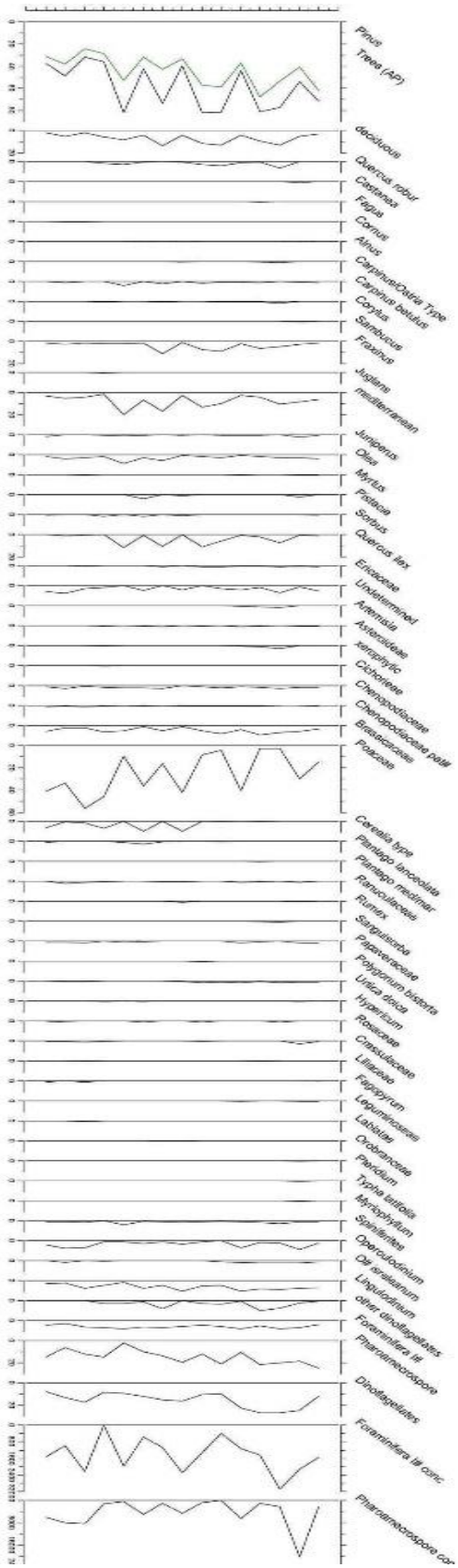
- Τα υπόλοιπα ποώδη taxa παρουσιάζουν πολύ μικρές συγκεντρώσεις, με πιο σημαντική την παρουσία των *Brassicaceae* (3-4%) που ακολουθεί μία σταθερη πορεία καθόλο τον S_2.

- Τα *Lingulodinium machaerophorum* (7%), *Operculodinium* (5%), *Spiniferites* (2%), και *Operculodinium israleanum* (1-2%) είναι τα πλέον κοινά δινομαστιγωτά που προσδιορίστηκαν στον S_2. Γενικά δεν παρουσιάζουν διακυμάνσεις, με εξαίρεση μία πτώση της κατανομής του *Operculodinium* στα 4 cm και μία πτώση της κατανομής του *Lingulodinium machaerophorum* στα 7-8 cm.

- Άφθονη και χωρίς διακυμάνσεις είναι η παρουσία των ενδοσκελετών από τρηματοφόρα *Foraminifera* (6%) καθ'όλο τον πυρήνα S_2.

- Τέλος, σημειώνουμε την σημαντική παρουσία του μύκητα *Phaeoamerospore* με ποσοστό (20%) όπου παρατηρούμε μία μεγάλη άνοδο στα πρώτα 1-2 cm, κάποιες διακυμάνσεις από τα 3-11 cm και τέλος μία μεγάλη άνοδο στα 12 cm.

Εικόνα 5.: *Απεικόνιση των ποσοστών (%) των δειγμάτων του πυρήνα S_2.*



5.2 Πυρήνας S_{43}

Η παλυνολογική ανάλυση του πυρήνα S_{43} έδειξε τα εξής (εικόνα 5.1):

- Τα πεύκα (*Pinus)* αποτελούν τη συντρηπτική πλειοψηφία των δέντρων *(AP),* στο διάγραμμα *Pinus-Trees (AP)* υπάρχει μία ταύτιση των καμπύλων μεταξύ τους με ελάχιστες αποκλίσεις. Το ποσοστό των Pinus κυμαίνεται περίπου στο (60 %), ενώ το ποσοστό των *Trees (AP)* κυμαίνεται στο (70 %). Παρατηρούμε αρκετές διακυμάνσεις στα πρώτα 5 cm τα πευκά ακολουθούν ανοδική πορεία με ποσοστό (50%),η οποία συνεχίζει στα 6 cm με ποσοστό (60%). Στη συνέχεια ακολουθεί μία καθοδική πορεία από τα 6-8 cm με ποσοστό περίπου (45-50%).
- Τα φυλλοβόλα δέντρα παρουσιάζουν μικρή εξάπλωση περίπου (8-10%) και αντιπροσωπεύονται κυρίως από το *Quercus robur* όπου βλέπουμε μία κάμψη από τα 3 cm μέχρι τα 8 cm, έπειτα από τα 8,5 -9 cm μία άνοδο και τέλος μία καθοδική πορεία από τα 9-10 cm.

- Ομοίως μικρή είναι η συγκέντρωση των αειθαλών μεσογειακών ειδών (5%) με κύριους αντιπροσώπους Olea και Pistacia που παρουσιάζουν κοινή πορεία με μία μικρή κάμψη από 2,5 -5,5 cm και μία ανοδική πορεία από τα 5,5 cm μέχρι τα 9 cm.

- Τόσο τα φυλλοβόλα όσο και τα αειθαλή μεσογειακά δέντρα παρουσίαζουν κάμψη στις συγκεντρώσεις τους μεταξύ 5,5 και 2 cm και έπειτα μία ανοδική πορεία από τα 6 cm μέχρι τα 8 cm.Τα *Poaceae* εμφανίζουν σημαντικές συγκεντρώσεις σε όλο το μήκος του S_{43} κυμαινόμενα μεταξύ (20-40%). Αναλυτικά παρατηρούμε ότι εμφανιζεται μία πτώση στα 2,5 cm με ποσοστό (10%), έπειτα έχουμε μία αύξηση στα 3,5 cm με ποσοστό (40%), στην συνέχεια έχουμε μία πτώση ξανα στα 4 cm με ποσοστό (30%) και τέλος βλέπουμε μία ανοδική πορεία στα 9 cm με ποσοστό (18%).

- Τα *Cerealia type* παρουσιάζουν μια σημαντική αύξηση στα 2,5 cm, με ποσοστό περίπου (5%) όπου σταδιακά σβήνει από τα 5 cm.

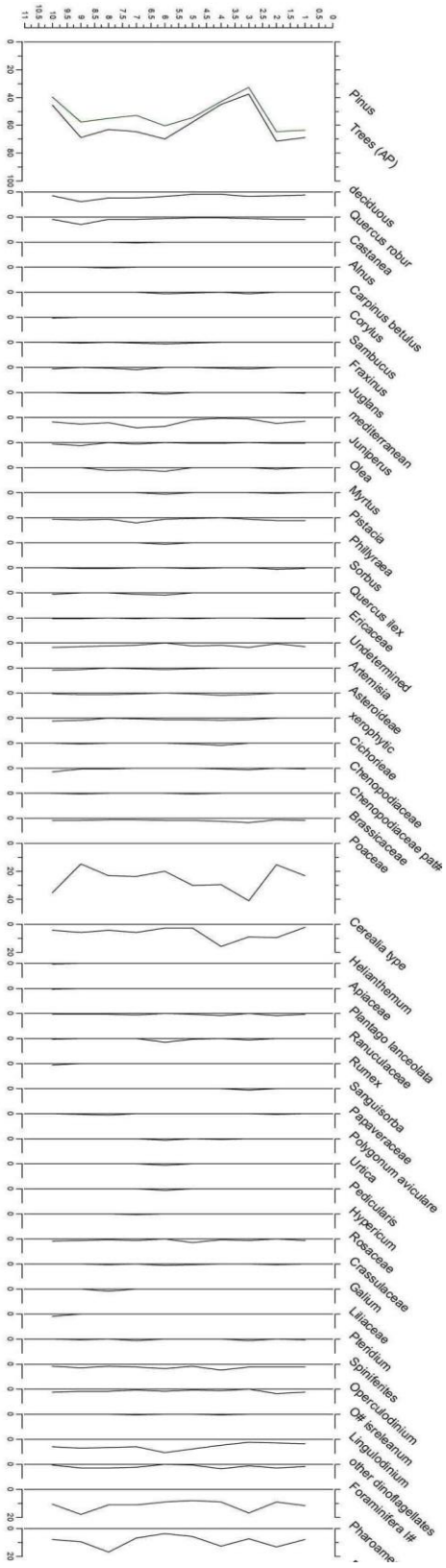
- Τα υπόλοιπα ποώδη taxa παρουσιάζουν πολύ μικρές συγκεντρώσεις, με πιο σημαντική την παρουσία των *Brassicaceae* (1-2%) που ακολουθεί μία σταθερη πορεία καθόλο τον S_{43}.

- Τα *Lingulodinium machaerophorum* (7%) ,*Operculodinium* (3-4%) και *Spiniferites* (1-2%), είναι τα πλέον κοινά δινομαστιγωτά που προσδιορίστηκαν στον S_{43}. Γενικά δεν παρουσιάζουν διακυμάνσεις, με εξαίρεση μία πτώση της κατανομής στα 2 cm.

- Άφθονη και χωρίς διακυμάνσεις είναι η παρουσία των ενδοσκελετών από τρηματοφόρα *Foraminifera* (20%) καθ'όλο τον πυρήνα S_{43}.

- Τέλος, σημειώνουμε την σημαντική παρουσία του μύκητα *Phaeoamerospore* με ποσοστό (20%) όπου παρατηρούμε τρείς μεγάλες ανόδους στα 2,5 , 4,5 και 8,5 cm.

Εικόνα 5.1 : *Απεικόνιση των ποσοστών (%) των δειγμάτων του πυρήνα S_{43}.*



6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα εργασία πρωταρχικός στόχος είναι η μελέτη και η εξέλιξη της βλάστησης στην Αττική τα τελευταία χρόνια, καθώς επίσης και οι περιβαλλοντικές-κλιματικές επιπτώσεις της ανθρώπινης δραστηριότητας στο περιβάλλον αυτή την περίοδο. Για τον πυρήνα S_2 γνωρίζουμε ότι πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία στο κόλπο της Ελευσίνας και ο ρυθμός ιζηματογένεσης είναι περίπου 0,25cm/έτος (*Prifti et. al., 2012*). Όμως, γνωρίζουμε επίσης, ότι το βάθος του S_2 είναι 15 cm το οποίο αναλογεί σε 60 έτη. Επομένως, συμπεραίνουμε ότι το 1cm αντιστοιχει σε 4 έτη, οπότε με αυτή την αναλογία μπορούμε να προσδιορίσουμε την ηλικία του S_2 πυρήνα.

<u>Πυρήνας S_2</u>

Όσον αφορά τα διαγράμματα που απεικονίζουν τις κύριες ομάδες του S_2 έχουμε ως εξής:

Παρατηρούμε ότι τα δέντρα Trees (AP) εμφανίζουν μεγάλες συγκεντρώσεις και διακυμάνσεις σε όλη την κατανομή τους. Επίσης, τα Herbs εμφανίζουν και αυτά μεγάλες συγκεντρώσεις με πιο εξομαλυμένες τιμές. Τα Mediterranean και Deciduous trees παρουσιάζουν αρκετές ομοιότητες μεταξύ τους με ελάχιστες εξαιρέσεις. Συγκεκριμένα στα 12 cm στα Mediterranean βλέπουμε μία αύξηση, ενώ στα Deciduous βλέπουμε μία μείωση σε αυτό το χρονικό διάστημα. Τέλος, τα Xerophytic παρουσιάζουν ακριβώς την ίδια κατανομή και συγκέντρωση με τα Deciduous.

<u>Πυρήνας S_{43}</u>

Όσον αφορά τα διαγράμματα που απεικονίζουν τις κύριες ομάδες του S_{43} έχουμε ως εξής:

Γνωρίζουμε ότι για τον πυρήνα S_{43} δεν έχουμε ρυθμό ιζηματογένεσης, αλλά μπορούμε να εκτιμήσουμε τις μεταβολές και διακυμάνσεις που βλέπουμε δίχως να αναφερθούμε στον χρόνο. Αρχικά, παρατηρούμε ότι τα δέντρα *Trees (AP)* εμφανίζουν μεγάλες συγκεντρώσεις και διακυμάνσεις σε όλη την κατανομή τους. Συγκεκριμένα, βλέπουμε ότι εμφανίζουν μία μεγάλη ποικιλία ως προς τα δάση στο κάτω μέρος του πυρήνα. Έπειτα, παρατηρούμε κυριαρχία των πεύκων και πτώση της δασοκάλυψης κάποια στιγμή κοντά στο σήμερα. Τέλος, βλεπουμε ότι έχουμε πάλι μία επανεξάπλωση των πεύκων.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν παλυνολογικά δείγματα από δύο πυρήνες γεωτρήσεων S_2 και S_{43} από τον κόλπο της Ελευσίνας και το Σαρωνικό κόλπο αντίστοιχα. Στόχος αυτής της εργασίας είναι η μελέτη και η εξέλιξη της βλάστησης στην Αττική τα τελευταία εξήντα χρόνια, αλλά και οι επιπτώσεις της ανθρώπινης δραστηρίοτητας στο κλίμα και το περιβάλλον της περιοχής.

Μέσω αυτής της έρευνας, ο στόχος της είναι η κατάλληλη επεξεργασία των δειγμάτων και ο προσδιορισμός αυτών στο οπτικό μικροσκόπιο, κατασκευάσαμε παλυνολογικά διαγράμματα και διαπιστώσαμε κάποιες παρατηρήσεις σχετικά με την συγκέντρωση και ποσοστιαία κατανομή των γυρεόκοκκων και άλλων παλυνομόρφων. Αυτές οι παρατηρήσεις που αναφέρθηκαν στα *Αποτελέσματα* αποτελούν ένα εφαλτήριο για την προώθηση αυτής της έρευνας και την εξαγωγή σημαντικών συμπερασμάτων όσον αφορά την εξέλιξη της βλάστησης και τις περιβαλοντικές-κλιματικές συνθηκές που επικρατουσάν εξήντα χρόνια από σήμερα και τι επιπτώσεις υπάρχουν συμπεριλαμβάνοντας και την ανθρώπινη δραστηριότητα στην περιοχή της Αττικής.

Παρατηρούνται αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ των δύο πυρήνων θαλάσσιων ιζημάτων και αυτό είναι αναμενόμενο καθώς προέρχονται από δύο διαφορετικές θέσεις δειγματοληψίας. Ο S_2 πυρήνας προέρχεται από τον κόλπο της Ελευσίνας μία επιβεβαρυμένη περιβαλλοντικά βιομηχανική περιοχή, ενώ ο S_{43} πυρήνας προέρχεται από τον Σαρωνικό κόλπο, ΒΑ της Αίγινας. Συγκεκριμένα, παρατηρώντας τους δύο πηρήνες βλέπουμε ότι ο S_{43} χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερη ποικιλομορφία και μικρότερη αφθονία από τον S_2 ως προς τα είδη γυρεόκοκκων. Ουσιαστικά, μεταβαίνουμε από μία βλάστηση φυλλοβόλων (πυρήνας S_2) σε μία εναλλαγή ξεροφυτικών φυτών (πυρήνας S_{43}). Ως προς τα είδη των δινομαστιγωτών, παρατηρούμε ότι υπάρχουν κάποιες διαφορές στην συγκέντρωση και στην ποσοστιαία κατανομή τους ως προς το βάθος των δύο πυρήνων. Εκεί, όμως που διακρίνουμε σημαντική διαφορά στους δύο πυρήνες είναι στα τρηματοφόρα *Foraminifera,* όπου στον S_{43} βλέπουμε πολύ μεγαλύτερη ποσοστιαία κατανομή και συγκέντρωση σε σχέση με τον S_2. Τέλος, παρομοίως κυμαίνεται και η κατανομή και συγκέντρωση του μύκητα *Phaeoamerospore*.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Akhondnezhad, S., Nejadsattari, T., Sattarian, A., Asri, Y., Bagheriich Najjar, M.B., 2011. Pollen morphology of the genus Carpinus L. (Corylaceae) in Iran. J. Bot. 17 (1), 233-237.

Αμπατζόγλου, Γ., 1988. Συμβολή στη μελέτη της εξέλιξης των ρυπαντικών φορτίων και του βαθμού ρύπανσης του κόλπου της Ελευσίνας, διδακτορική διατριβή, Βιβλιοθήκη ΕΜΠ, Αθήνα.

Ανδρεάκος, Κ., 1978. Κλιματικά στοιχεία του Ελληνικού Δικτύου (περίοδος 1930 - 1975). Ε.Μ.Υ., Διευθ. Κλιματολογίας. Αθήνα.

Αναγνωστού, Χ., 2015. Θριάσιο Πεδίο-Κόλπος της Ελευσίνας: Μια προσέγγιση στα πλαίσια μιας ολοκληρωμένης διαχείρησης. Διεθνές Συνέδριο με θέμα τις Περιβαλλοντικές Προοπτικές του Κόλπου της Ελευσίνας: Εκεί που η Επιστήμη συναντά την Κοινωνία. Ελευσίνα, Ελλάδα.

Απλάδα, Ε., 2003. Ζώνες βλάστησης και οικολογική αξιολόγηση του πυρήνα του Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας. Μετ. Διατρ., Πανεπιστήμιο Πατρών.

Aplada, E., Georgiadis, Th., Tiniakou, A., Theocharopoulos, M., 2007. Phytogeography and ecological evaluation of the flora and vegetation of Mt Parnitha (Attica, Greece). Edinburgh Journal of Botany 64, 185-207.

Αργυρόπουλος, Δ., 2015. Φορέας έργου: ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΒΕΤΕ. Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Αιολικά Πάρκα ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΒΕΤΕ.

Markus, B., 1983. Earthquake frequency and energy in Greece. Tectonophysics 95(3-4), 233-252.

Βαλλιανάτου, Ε., 2012. Η Βιοποικιλότητα στην Αττική. Ηλεκτρονική Εφημερίδα για την Περιφέρεια Αττικής και το Περιβάλλον, (http://www.oikopress.gr/).

Βερώνη, Κ., 2017. Η χρήση του τριγωνικού διαγράμματος απεικόνισης της δομής των μικρών βενθονικών τρηματοφόρων (Murray 1991) στην ερμηνεία παλαιοπεριβαλλόντων. Η περίπτωση του Σαρωνικού κόλπου. Πτυχ. Διατρ., Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Beug, H.J., 2015. Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. Verlag Dr Friedrich Pfeil. München.

Bottema, S., 1974. Late Quaternary Vegetation History of Northwestern Greece.Thesis, Univ. Groningen, Groningen, p. 190.

Bottema, S., Woldring, H., 1990: Anthropogenic indicators in the pollen record of the Eastern Mediterranean. In Bottema, S., Entjes-Nieborg, G. and van Zeist, G., editors, Man's role in the shaping of the eastern Mediterranean landscape, Rotterdam: Balkema, p. 231–265.

Brooks, J., Shaw, G., 1968. Chemical structure of the exine of pollen walls and a new function for carotenoids in nature. Nature 219, 532-533.

Campbell, I.D., 1999. Quaternary pollen taphonomy: examples of differential redeposition and differential preservation. Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology 149, 245-256.

Cavalier-Smith, T., 1999. Principles of protein and lipid targeting in secondary symbiogenesis: euglenoid, dinoflagellate, and sporozoan plastid origins and the eukaryote family tree. *J. Eukaryot. Microbiol.* 46 (4), 347-366.

Chester, P., Raine, I.J., 2001. Pollen and spore keys for Quaternary deposits in the northern Pindos Mountains, Greece. Grana 40, 299-387.

D'Alessandro W., Brusca L., Kyriakopoulos K., Michas G., Papadakis G., 2008. Methana, the western most active volcanic system of the south Aegean arc (Greece): Insight from fluids geochemistry, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 178, 818–828.

Dafis, S., Papastergiadou, E., Georghiou, K., Babalonas, D., Georgiadis, T., Papageorgiadou, M., Lazaridou, T., Tsiaousi, V. 1996. Directive 92/43/EEC The Greek "Habitat" Project NATURA 2000: An overview. Life contract B4-3200/94/756, Commission of the European Communities DG XI, The Goulandris Natural History Museum- Greek Biotope/Wetland Centre.

Debenay, J.P., Pawlowski, J., Decrouez, D., 1996. Les Foraminifères Actuels. Masson, Paris.

Deflandre, G., Cookson, I.C., 1955. Fossil microplankton from Australian Late Mesozoic and Tertiary sédiments. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 6(2) 242-313.

Deligiannakis, G., Papanikolaou, I.D., Roberts, G., 2018. Fault specific GIS based seismic hazard maps for the Attica region, Greece. Geomorphology 306, 264-282.

Drakatos, G. Karastathis, V. Makris, J. Papoulia, J. Stavrakakis, G. 2005. 3D crustal structure in the neotectonic basin of the Gulf of Saronikos (Greece), Tectonophysics 400, 55-65.

Ελευθερίου, Γ.Δ., 2014. Εκτίμηση και χωροχρονική διασπορά ραδιονουκλιδίων στο υδάτινο περιβάλλον. Διδ. Διατρ., Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Erdtman, G., 1969. Handbook of Palynology-Morphology-Taxonomy-Ecology An Introduction to the Study of Pollen Grains and Spores, Munksgaard, Copenhagen, Denmark.

Evangeliou, N., Florou, H., 2010. The dispersion of 137Cs in a shallow Mediterranean embayment (Saronikos Gulf – Elefsis Bay) in seasonal scale, estimated inventories and residence times. Conference: Environmental Radioactivity, Rome, Italy.

Evitt, W.R., 1985. Sporopollenin dinoflagellate cysts: their morphology and interpretation. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 333 pp.

Faegri, K., Inersen, J., Kaland P.E., Krzywinski, K., 1989. Textbook of Pollen Analysis 4th Edition, Courier International, Great Britain.

Fensome, R.A., Taylor, F.J.R., Norris, G., Sarjeant, W.A.S., Wharton, D.I. & Williams, G.L. 1993. A classification of living and fossil dinoflagellates. *Micropaleontology*, Special publication no. 7. Sheridan Press, Hanover, Pennsylvania, USA: 351 pp.

Foumelis, M., Fountalis, I., Papanikolaou, I.D., Papanikolaou, D., 2013. Geodetic evidence for passive Miocene tectonic boundary on the contemporary deformation field of Athens, Greece. Annals of geophysics 56, S0674.

Friligos, N., 1984. Nutrients of the Saronikos Gulf in relation to environmental characteristics (1973–1976) Hydrobiologia. 112, 17-25.

Φρίλιγκος, Ν., 1978. Συμβολή εις την μελέτη της επιδράσεως των λυμάτων και των βιομηχανικών αποβλήτων επί της κατανομής των θρεπτικών αλάτων κατά τα έτη 1973-1977 εις το οικοσύστημα του Σαρωνικού Κόλπου. Διδακτορική διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών-Σχολή Θετικών Επιστημών-Εργαστήριο Ανόργανης Χημείας.

Frontalini, F., Kaminski, M.A., Mikellidou, I., du Châtelet E.A., 2015. Checklist of benthic foraminifera (class Foraminifera: d'Orbigny 1826; phylum Granuloreticulosa) from Saros Bay, northern Aegean Sea: a biodiversity hotspot Mar Biodiv 45, 549-567.

Furlan, D., 1977. The climate of southeast Europe. In: C.C. Wallen (ed.): Climates of Central and Southern Europe - World Survey of Climatology, 6 - Elsevier, Amsterdam: 185-235.

Fytikas, M., Innocenti, F., Kolios, N., Manetti, P., Mazzuoli, R., 1986. The Plio-Quaternary Volcanism of Saronikos area (Western part of the Active Aegean Volcanic Arc), *Ann. Geol. Pays Hell*. 33, 23-45.

Γερασιμίδης, Α., 2004. Ιστορία Δασικής Βλάστησης (Πανεπιστημιακές παραδόσεις), Α.Π.Θ. Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τομέας Δασικής Παραγωγής – Προστασίας Δασών – Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη.

Γουργιώτη Ουρ., 2001. Μελέτη Mn, Cd και Zn στο Σαρωνικό Κόλπο το 1998. Μεταπτυχιακή Εργασία Διπλώματος Ειδίκευσης Χημείας και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος, ΕΚΠΑ.

Godthelp, T., Fokkens, W. J., Kleinjan, A., Holm, A. F., Mulder, P.G.H., Prens, E.P., Rijntes, E., 1996. Antigen presenting cells in the nasal mucosa of patients with allergic rhinitis during allergen provocation. Clinical & Experimental Allergy 26, 677–688.

Gomez, F., 2003. Checklist of Mediterranean Free-living Dinoflagellates. Botanica Marina 46, 215-242.

Hallock P., 2000. Larger Foraminifers as indicators of Coral-reefs vitality. In: Environmental Micropaleontology – The Application of Microfossils to Environmental Geology series: Topics in Geobiology, Vol 115 Martin Ronald e, XVIII, 481 p.

Hesse, M., Halbritter, H., Zetter, R., Weber, M., Buchner, R., Frosch-Radivo, A., Ulrich, S., 2009. Pollen Terminology An Illustrated Handbook, SpringerVerlag/Wien, Austria.

Holzwarth, U., Esper, O., Zonneveld, K.A.F., 2010. Organic-walled dinoflagellate cysts as indicators of oceanographic conditions and terrigenous input in the NW African upwelling region. Review of Palaeobotany and Palynology 159 (1-2), 35-55.

Janssen, C.R., 1981. Contemporary pollen assemblages from the Vosges (France). Rev. Palaeobot. Palynol. 33, 183--313.

Janssen, C.R., 1984. Modern Pollen Assemblages and Vegetation in the Myrtle Lake Peatland, Minnesota. Ecological Monographs 54, 213–252.

Καλοσάκας, Δ., 2000. Οι επιπτώσεις της ναυσιπλοΐας στο θαλάσσιο περιβάλλον του Σαρωνικού κόλπου υπό το πρίσμα των σύγχρονων μεθόδων ολοκληρωμένης διαχείρησης των παράκτιων ζωνών. Μετ. Διατρ., Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Kampezidis, H.D., Weidauer, D., Melas, D., Ulbright, M., 1998. Air quality in the Athens basin during sea breeze and non-sea breeze days using laser-remote-sensing technique. Atmospheric Environment 32(12), 2173—2182.

Κανελλοπούλου, Γ., Περδικάτσης, Β., Φώσκολος, Α., 2004. Γεωχημική και ορυκτολογική ανάλυση των ιζημάτων του κόλπου της Ελευσίνας-μελέτη ανθρωπογενούς επίδρασης. 10° Διεθνές Συνέδριο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, Θεσσαλονική. Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας XXXVI, 164-173.

Kapp, R.O., 1969. How to Know Pollen and Spores, WM., C., Brown Company Publishers, Duduque, Iowa.

Καραγεώργης, Α.Π., Αναγνώστου, Χ., Κανελλόπουλος, Θ., Hallberg, R.O., 2006. Αποθέσεις ανθρακικών ορυκτών σε παλαιολίμνες του ελληνικού χώρου κατά τη διάρκεια της τελευταίας παγετώδους περιόδου. 8° Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας και Αλιείας, Θεσσαλονίκη.

Kent, M., Coker, P. 1992. Vegetation Description and Analysis: A Practical Approach (pp. 167-169). New York: John Wiley and Sons.

Κούλη, Κ., 2008. Στοιχεία Παλυνολογίας. Σημειώσεις στα πλαίσια του μαθήματος της Παλαιοβοτανικής.

Κούλη, Κ., 2007. Παλαιοπεριβαλλοντική και Παλαιοοικολογική αναπαράσταση της περιοχής του νεολιθικού οικισμού Δισπηλιό στη Λίμνη Καστοριάς. Διδ. Διατρ., Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Kouli, K., Triantaphyllou, M., Pavlopoulos K., Tsokrou, T., Karkanas, P., Dermitzakis, M.D., 2009. Palynological investigation of Holocene paleoenvironmental changes in the coastal plain of Marathon (Attica, Greece). Geobios 42, 43-51.

Κούτουλα, Μ., 2005. Συμβολή στη δημιουργία γυρεολογικού άτλαντα της χλωρίδας της Πανεπιστημιούπολης Πατρών. Μετ. Διατρ., Πανεπιστήμιο Πατρών.

Kranis, H.D., Lekkas, E.L., Lozios, S.G., Bakopoulou, A.S., 2004. Active faults and seismic hazard assessment at municipality level – the case of Tenea (Corinthia, Greece). In E.L. Lekkas (Ed.): Earthquake Geodynamics: Seismic Case Studies, Advances in Earthquake Engineering, 105-118.

Kyrikou, S., 2016. Holocene plant landscapes of West Attica (Greece): from a climate controlled vegetation to the modern cultural landscape. M.Sc., National and Kapodistrian University of Athens.

Lekkas, E., 2001. The Athens earthquake 7 September 1999: intensity distribution and controlling factors. Engineering Geology 59, 297-311.

Lee, J. J., 2006. Algal symbiosis in larger foraminifera. Symbiosis (Rehovot) 42(2), 63-75.

ΛΕΙΒΑΔΊΤΗΣ, Γ & ΑΛΕΞΟΥΛΗ-ΛΕΙΒΑΔΙΤΗ, Α. (2001). Geomorphology of the island of Tinos. Bulletin of the Geological Society of Greece. 34. 389. 10.12681/bgsg.17041.

Leutenegger, S., 1984. Symbiosis in benthic foraminifera; specificity and host adaptations. Journal of Foraminiferal Research - J FORAMIN RES. 14. 16-35.

Loubere, P., Fariduddin, M., 1999a, Benthic foraminifera and the flux of organic carbon to the seabed, in Gupta, B.K.S., ed., Modern Foraminifera, Kluwer Academic Publishers, p. 180-199.

Loubere, P., Fariduddin M., 1999b, Quantitative estimation of global patterns of surface ocean biological productivity and its seasonal variation on timescales from centuries to millennia: Global Biogeochemical Cycles 13, 115-133.

Makris, J., Papoulia, J., Drakatos, G., 2004. Tectonic deformation and Microseismicity of the Saronikos Gulf, Greece. Bulletin of the Seismological Society of America, 94, 920–929.

Makropoulos, K.C., Drakopoulos, J., Latoussakis, J.B., 1989. "A revised and extended earthquake catalogue in Greece since 1900". Geophys. J. Int. 98, 391- 394.

Makropoulos, KC., Burton, P.W., 1985. Seismic hazard in Greece. I. Magnitude recurrence, Tectonophysics 117, 205-257.

Μαυράκης, Α., Χρήστιδης, Α., Λυκούδης, Σ., Θεοχαράτος, Γ., Τασόπουλος, Α., Μυτιληναίου, Α., Μουρίκης, Δ., 2006. Δείκτες ευτροφισμου στον κόλπο της Ελευσίνας. 8ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας και Αλιείας.

Maurakis, A., Theocharatos, G., Christidis, A., 2000. Study of the parameters of marine pollution in the gulf of Elefsina, Proceedings 3d Panellenic Symposium of Oceanography and Fishery, organized by National Center of Marine Resources (NCMR), Chios May 23-26, Greece 1, 19-24.

Morris, A., 2000. Magnetic fabric and palaeomagnetic analyses of the Plio–Quaternary calc–alkaline series of Aegina Island, South Aegean volcanic arc, Greece. Earth and Planetary Science Letters 176, 91-105. 10.1016/S0012-821X(99)00318-0.

Moore, P.D., Webb, J.A., 1978. An Illustrated Guide to Pollen Analysis, Hodder & Stoughton Educational, Hong Kong.

Moore, P.D., Webb, J.A., Collinson, M.E., 1991. Pollen Analysis. 2nd Edition, Blackwell Scientific, Oxford.

Papadopoulos, G.A., Drakatos, G., Papanastassiou, D., Kalogeras I, Stavrakakis, G., 2000. Preliminary results about the catastrophic earthquake of 7 September 1999 in Athens, Greece. Seismological Research Letters 71, 318-329.

PalDat – a palynological database (2000 onwards, www.paldat.org).

Παναγιωτίδης, Σ., 2000. Η Μορφολογία της Γύρης Αυτοφυών Ειδών του Γένους Aegilops L. Συμβολή στις Ταξινομικές και Φυλογενετικές Σχέσεις, Α.Π.Θ. Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Βιολογίας, Θεσσαλονίκη.

Papazachos, B.C., Papazachou, C.B., 1997: The earthquakes of Greece. Ziti Publ. Thessaloniki, Greece, 304pp.

Παπανικολάου Δ., 1988. Η ενδιάμεση τεκτονομεταμορφική ζώνη των Ελληνίδων. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας 20, 101-120.

Papanikolaou, D., Chronis, G., Lykousis, V., Pavlakis, P., 1989. Submarine neotectonic map of Southern Evvoikos Gulf. Scale 1:100.000. E.P.P.O., N.C.M.R. & Dept of Geology, 120 Medit. Mar. Sci., 1/1, 2000, 111-121 University of Athens.

Papanikolaou, D., Lekkas, E., Sideris, Ch., Fountoulis, I., Danamos, G., Kranis, Ch., Lozios, S., Antoniou, I., Vassilakis E., Vasilopoulou, S., Nomikou, P., Papanikolaou, I., Skourtsos, E., Soukis, K., 1999. Geology and tectonics of western Attica in relation to the 7-9-1999 earthquake. European Centre on Prevention and Forecasting of Earthquakes Newsletter 3, 30-34.

Paradisopoulou P. M. , Papadimitriou E. E. , Karakostas V. G. , Lasocki S. , Mirek J. , Kilias A., 2010. Influence of stress transfer in probability estimates of M≥6.5 earthquakes in Greece and surrounding areas., 2114-2124. Bulletin of the Geological Society of Greece, Patras.

Παρασκευοπούλου Β., Δασενάκης Μ., Σκούλλος Μ., 2012. Διαλυτός και σωματιδιακός χαλκός στο Σαρωνικό Κόλπο: Τάσεις και συμπεράσματα από επεξεργασία δεδομένων 25 ετών (1985-2010).,218, 10ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας και Αλιείας, Αθήνα.

Pe-Piper, G., 1973. Petrology and geochemistry of volcanic rocks of Aegina, Greece. Bulletin of Volcanology 37, 491-514.

Polunin, O., 1980. Flowers of Greece and the Balkans: A field guide. Oxford: Oxford University Press.

Πρίφτη, Ε., Καμπέρη, Ε., Ζέρη, Χ., Μιχαλόπουλος, Π., Ηλιάκη, Σ., Δασενάκης, Μ., Σκούλλος, Μ., 2012. Προσδιορισμός βαρέων μετάλλων σε ιζήματα και νερά των πόρων από τον κόλπο της Ελευσίνας., 73, 10ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας και Αλιείας.

Punt, W., Bos, J.A.A., Hoen, P.P., 1991. NEPF: Oleaceae, Review of Paleobotany and Palynology 69: 23-47

Reille, M., 1992. Pollen et spores d'Europe et d' Afrique du Nord; Laboratoire de Botanique historique et Palynologie, Marseille 1992, 543 pp.

Reille, M., 1995. Pollen et spores d'Europe et d' Afrique du Nord, SUPPLEMENT 1; Laboratoire de Botanique historique et Palynologie, Marseille, 331 pp.

Rochon, A., 2009. The ecology and biological affinity of Arctic dinoflagellates and their paleoceanographical significance in the Canadian High Arctic. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 5, 12003.

Rossignol, M., 1962. Analyse pollinique de sediments marins quaternaires en Israel. II. Sediments pleistocenes. Pollen et Spores 4, 121-48.

Ρουσελάκη Ε., Παυλίδου Α., Τσαπάκης Μ., Κρασακοπούλου Ε., Ασημακοπούλου Γ., Ζαχιώτη Π., Ανδρονή Α., 2000. Διακυμάνσεις του λόγου Αζώτου - Φωσφόρου σε παράκτιες περιοχές της ελληνικής ακτογραμμής που δέχονται έντονες φυσικές και ανθρωπογενείς πιέσεις: εφαρμογή της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα (2000/60/ΕΕ), 705-708. 11ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας και Αλιείας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Λέσβος.

Seymour, R.J., 1996. Coasts, Eos Trans. AGU 77(24) 228–228, doi: 10.1029/96EO00160.

Skilodimou, H.D., Bathrellos, G.D., Papadopoulou-Vrynioti, K., 2013. The spatial distribution of Karst ecosystem using GIS in Attica. Proceedings of the 16th International Congress of Speleology.

Skoulos, M., 1979. Chemical studies in the Gulf of Elefsis, Greece, PhD Thesis, Dept of Oceanography, The University of Liverpool, UK.

Stoecker, D. K. 1999. Mixotrophy among Dinoflagellates 1. Journal of Eukaryotic Microbiology 46, 397–401. doi:10.1111/j.1550-7408.1999.tb04619.x.

Ταντσής Χ., 2011. Περιγραφή και ταξινόμηση γυρεόκοκκων δασικών ειδών της Ελλάδας. Μεταπτ. Διατρ. Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Αριστοτέλειο Πανεπιστημίο Θεσσαλονίκης.

Taylor, F.J.R., 1987. Dinoflagellate morphology. In: Taylor, F.J.R., Ed., The Biology of Dinoflagellates. Botanical Monographs 21, 24-91.

Taylor, F.J.R., Hoppenrath, M., Saldarriaga, JF., 2008. Dinoflagellate diversity and distribution. Biodiversity and Conservation 17(2), 407-418.

Τριανταφύλλου Μ.Β., Δήμιζα Μ.Δ., 2012. Μικροπαλαιοντολογία και Γεωπεριβάλλον. Εκδοτικός όμιλος Ίων. ISBN: 978-960-508-058-7.

Tschudy, R.H., Scott R., A., 1969. Aspects of Palynology, John Wiley & Sons, USA.

Van Geel, B., G. R. Coope., T. van der Hammen, 1989. Palaeoecology and stratigraphy of the Lateglacial type section at Usselo (The Netherlands). Rev. Palaeobot. Palynol. 60, 25–129.

Vink, A., 2004. Calcareous dinoflagellates cysts in South and equatorial Atlantic surface sediments: diversity, distribution, ecology and potential for palaeoenvironmental reconstruction. Marine Micropaleontology 50, 43-88.

Χρηστίδης Α., 1995. Μελέτη κατανομής αερομεταφερόμενων ρύπων στο Θριάσιο πεδίο, περιοχή Ελευσίνας, Διδακτορική διατριβή, Αθήνα, ΕΜΠ.

Wijmstra, A.T., 1969. Palynology of the first 30 metres of a 120 m deep section in Northern Greece. Acta Botanica Neerlandica. 18, 511-527

Wolf, F. A., F. T. Wolf., 1947. *The fungi*. New York: John Wiley and Sons. 2:83–86, 96–164.

Ζιώμας Ι., Λοΐζίδου Μ., 2015. Έργο εκσυγχρονισμού-αναβάθμισης διυληστηρίου Ελευσίνας. Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.

Zonneveld, K.A.F., Pospelova V., 2015. A determination key for modern dinoflagellate cysts. Palynology 39 (3), 387- 407.

Zonneveld et al., 2013. Atlas of modern dinoflagellate cyst distribution based on 2405 datapoints. Review of Palaeobotany and Palynology 191, 1-197.