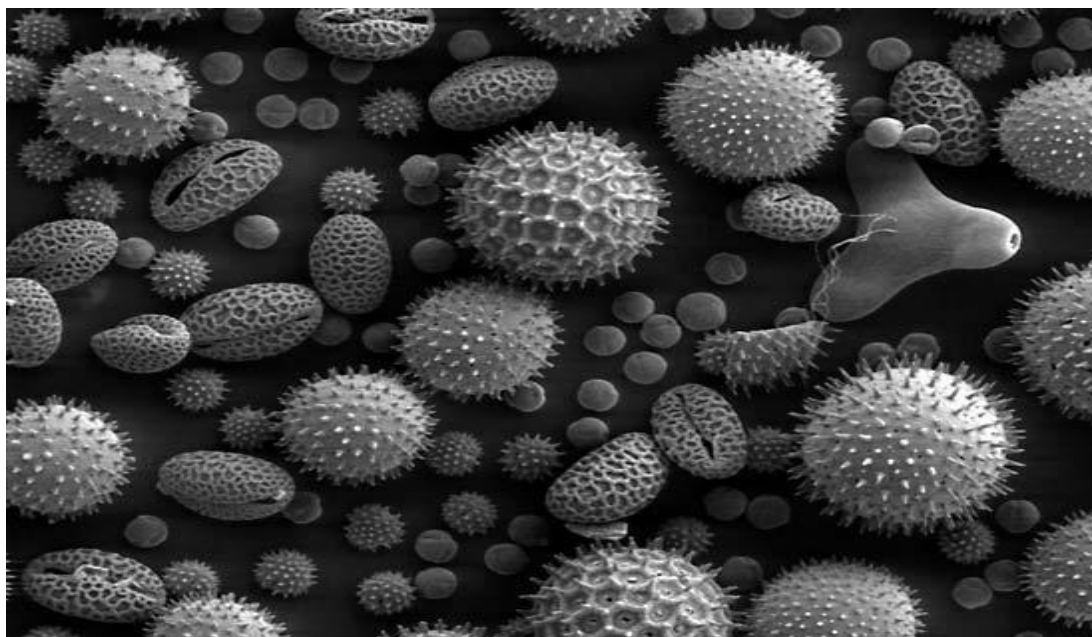




ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΑΛΥΝΟΛΟΓΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ : Η
ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ



ΤΣΙΚΟΥΡΗ ΚΑΛΛΙΟΠΗ Α.Μ: 4312016135
ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ : ΒΑΦΕΙΑΔΟΥ ΑΣΗΜΙΝΑ

ΡΟΔΟΣ, 2020

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	σελ.5
ABSTRACT	σελ.6
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	σελ.7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ.8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.	σελ.11
1.1 Η παλυνολογία	σελ.11
1.2 Τα παλυνόμορφα	σελ.12
1.3 Τα φυτά	σελ.12
1.3.1 Ο γυρέοκοκκος	σελ.14
1.3.2 Η δομή του γυρέοκοκκου	σελ.14
1.3.3 Η ανάλυση του γυρέοκοκκου.....	σελ.17
1.3.4 Μέθοδοι και τεχνικές ανάλυσης	σελ.18
1.4 Παλυνολογικά διαγράμματα	σελ.21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.	σελ.22
2.1 Διαγράμματα από την Ευρώπη	σελ.22
2.1.1 Νοτιανατολική Ευρώπη	σελ.22
A. Βουλγαρία	σελ.22
B. Ελλάδα	σελ.26
Γ. Κροατία	σελ.34

Δ. Βόρεια Μακεδονία-Αλβανία	σελ.37
2.1.2 Δυτική & Κεντρική Ευρώπη	σελ.41
Α. Γερμανία	σελ.41
Β. Ουγγαρία	σελ.45
Γ. Πολωνία	σελ.47
Δ. Ελβετία	σελ.50
2.1.3 Βόρεια Ευρώπη	σελ.54
Α. Σουηδία	σελ.54
Β. Δανία	σελ.57
Γ. Ισλανδία	σελ.60
2.1.4 Νοτιοδυτική & Ανατολική Ευρώπη	σελ.62
Α. Ισπανία	σελ.62
Β. Ανδόρρα	σελ.66
Γ. Ρωσία	σελ.69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.	σελ.72
3.1 Συμβολή της παλυνολογίας στην αρχαιολογική έρευνα.....	σελ.72
3.2 Εφαρμογές της παλυνολογίας στην σύγχρονη εποχή.....	σελ.72
3.2.1 Μελισσοπαλυνολογία.....	σελ.72
3.2.2 Αεροπαλυνολογία & Αλλεργίες	σελ.75
3.2.3 Ιατροδικαστική παλυνολογία	σελ.78
3.2.4 Μορφολογία παλυνόμορφων	σελ.81
3.3 Εφαρμογές της παλυνολογίας σε ό,τι αφορά το παρελθόν	σελ.82
3.3.1 Στρωματογραφική παλυνολογία	σελ.82
3.3.2 Παλυνολογία τεταρτογενούς	σελ.84

3.3.3 Αρχαιολογία & Παλυνολογίασελ.85

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ..... σελ.91

ΠΙΝΑΚΑΣ σελ.94

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ σελ.101

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει συνταχθεί στα πλαίσια των προπτυχιακών μου σπουδών στο τμήμα των Μεσογειακών σπουδών, του πανεπιστημίου Αιγαίου, με κατεύθυνση την αρχαιολογία. Στόχο αποτελεί η ανάδειξη της συμβολής των παλυνολογικών διαγραμμάτων σε μια αρχαιολογική έρευνα. Στην αρχή, θα γίνει λόγος για τον επιστημονικό κλάδο της παλυνολογίας, παραχωρώντας πληροφορίες σχετικά με τον ορισμό, τον σκοπό, τις μεθόδους και τις τεχνικές ανάλυσης των κύριων δεικτών της, δηλαδή των παλυνόμορφων. Στη συνέχεια, θα δοθούν παλυνολογικά διαγράμματα από ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες, όπως η Ελλάδα, η Δανία, η Γερμανία κ.α., και θα αναλυθούν συνοπτικά οι πληροφορίες που αφορούν τις αλλαγές της βλάστησης μέσα στο χρόνο. Στο τέλος, θα αναφερθούν κάποιοι σημαντικοί τομείς που εφαρμόζεται η παλυνολογία, όπως η ιατροδικαστική, η αρχαιολογία κ.α., καταλήγοντας στο πόρισμα της τεράστιας αξίας και της σημαντικότητας των διαγραμμάτων γύρης, τόσο για την αρωγή στην προσπάθεια ανασύστασης του παλαιοπεριβάλλοντος, όσο και για την κατανόηση της αξιοσημείωτης επιρροής του ανθρώπου σε αυτό.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ : γυρέοκοκκος, Ευρώπη, παλυνολογία, διάγραμμα, γύρη, βλάστηση, έρευνα, παλυνόμορφα, ανασύσταση

ABSTRACT

The current thesis has been written within the framework of my undergraduate studies in the department of Mediterranean studies of the Aegean University, in the educational path of Archaeology. The aim is the highlight of the contribution of the palynological diagrams in an archaeological research. In the beginning, there will be a reference for the scientific field of palynology, yielding information with regards the definition, the aim, the methods and analysis techniques of its main indicators, that is the palynomorphs. Afterwards, palynological diagrams will be given from some European countries like Greece, Denmark, Germany etc, and the information concerning the changes of vegetation inside time will be analysed briefly. Last, there will be a reference on some important fields where palynology applies, such as the forensic medicine, archaeology etc, resulting in the finding of the enormous value and the significance of the pollen diagrams, not only for the relief in the effort of the reconstitution of the paleo-environment, but also for the comprehension of the remarkable influence of human on it.

KEY WORDS: pollen grain, Europe, palynology, diagram, pollen, vegetation, research, palynomorph, reconstitution

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια της πτυχιακής εργασίας μου, κ. Βαφειάδου Ασημίνα και τον κ. Λυριτζή Ιωάννη, για τις πολύτιμες συμβουλές και την άμεση ανταπόκριση τους σε κάθε ανερχόμενη απορία μου.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, την θεία μου Ευαγγελία, την κ. Άννα και την κ. Σεβαστιάνα για την αμέριστη ηθική και υλική υποστήριξη τους όλους αυτούς τους μήνες.

Τέλος, θα επιθυμούσα να ευχαριστήσω την καλύτερη μου φίλη, Φωτεινή, καθώς και τον αγαπημένο μου Ισαάκ για την άπειρη ηθική συμπαράσταση τους.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το περιεχόμενο της κάτωθι πτυχιακής εργασίας, έγκειται στον επιστημονικό κλάδο της μικροπαλαιοντολογίας, την παλυνολογία. Το υλικό που χρησιμοποιήθηκε βασίστηκε κυρίως σε ακαδημαϊκά συγγράμματα, επιστημονικές μελέτες και άρθρα. Σε αυτό το εισαγωγικό κομμάτι θα δοθεί η ερμηνεία συγκεκριμένων όρων, οι οποίοι κρίνονται σημαντικοί και απαραίτητοι για να κατανοήσουμε το γενικότερο πλαίσιο προτού εισχωρήσουμε στο κυρίως θέμα, δηλαδή την συμβολή των παλυνολογικών διαγραμμάτων στην αρχαιολογία, που θα αναπτυχθεί εκτενέστερα στα επόμενα κεφάλαια.

Καταρχάς, ο επιστημονικός κλάδος που αποσκοπεί στη γνώση των φυσικών συνθηκών διαβίωσης και κατανόησης των μηχανισμών προσαρμογής του προϊστορικού ανθρώπου σε μεταβαλλόμενες συνθήκες ονομάζεται περιβαλλοντική αρχαιολογία και περιλαμβάνει μεθόδους και τεχνικές, όπως η στρωματογραφία, η ιζηματολογία, η αρχαιοβοτανική και η παλυνολογία (ανάλυση γύρης, σπορίων, φυκών, δινωμαστιγωτών, κ.α.).¹ Για να προσδιοριστεί η εξέλιξη της γης από τη στιγμή της δημιουργίας της μέχρι και σήμερα, αλλά και για να καθοριστεί το κλίμα του παρελθόντος, χρησιμοποιούνται ως δείκτες τα μικροαπολιθώματα (πχ χερσαία μικροαπολιθώματα, όπως οι γυρεόκοκκοι και οι σπόροι). Ως απολίθωμα εννοούμε τα κάθε λογής υπολείμματα ή ίχνη οργανισμών που διατηρούνται μέσα στους γεωλογικούς σχηματισμούς.² Τα μικροαπολιθώματα αποτελούν αντικείμενο μελέτης της μικροπαλαιοντολογίας, της οποίας κλάδος είναι η παλυνολογία.

Η μικροπαλαιοντολογία αναγνωρίστηκε ως επιστήμη το 1883 και μελετά ένα ευρύ φάσμα απολιθωμένων οργανισμών, είτε αυτά είναι ζωικοί ή φυτικοί οργανισμοί (τρηματοφόρα, ακτινόζωα, οστρακώδη, κ.α.), είτε μικροσκοπικά τμήματα (σπόροι, γυρεόκοκκοι) και είτε αυτά είναι θραύσματα μεγαλύτερων οργανισμών που βρίσκονται στα ιζήματα (θραύσματα διθύρων ή σπόγγων ή κοραλλιών κ.α.).³ Το οπτικό και το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο χρησιμοποιούνται για την καλύτερη μελέτη των

¹ Λυριτζής 2005, σελ. 19

² Κωστόπουλος & Κουφός 2015, σελ.7

³ Λέκκα κ.α. 2015, σελ. 13

μικροσκοπικών αυτών απολιθωμάτων. Τα βλέπουμε σε χερσαία, σε λιμναία, σε θαλάσσια και σε υφάλμυρα μέρη. Η χημική σύσταση τους μπορεί να είναι ανθρακική (τρηματοφόρα, κοκκόλιθοι, οστρακώδη), πυριτική (ακτινόζωα, διάτομα), φωσφορική (κωνόδοντα) ή να συνιστάται από οργανική ύλη (σπόρια, γυρεόκοκκοι, φυτοπλαγκτόν, τασμανίτες, χιτινόζωα, κ.α.) και ανάλογα με τη χημική σύσταση των μικροαπολιθωμάτων και του ιζήματος που τα περιέχουν, χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι για την εξαγωγή τους από τα ιζήματα και την μελέτη του.⁴

Βασικό εργαλείο για την κατανόηση της σχέσης βλάστησης και των ανθρώπινων κοινωνιών κατά το παρελθόν αποτελεί η παλυνολογία.⁵ Ο όρος παλυνολογία εισήχθη το 1944 από τους Hyde και Williams και πραγματεύεται την ανάλυση οργανικών υπολειμμάτων, όπως οι γυρεόκοκκοι, τα σπόρια, τα ριζόποδα, τα χιτινόζωα, τα δινομαστιγωτά κ.α.

Το αντικείμενο της παλυνολογίας διαιρείται στην :

- 1) Γεωλογική Παλυνολογία (παλαιοπαλυνολογία) που σχετίζεται με τα απολιθωμένα παλυνόμορφα⁶
- 2) Βιολογική Παλυνολογία (σύγχρονη παλυνολογία) που σχετίζεται με τα σύγχρονα παλυνόμορφα.⁷

Με τη μελέτη του αντικειμένου έρευνας της παλυνολογίας (ανάλυση γύρης) εκτός από την ανασύσταση της βλάστησης και του ανθρώπινου παράγοντα, μπορεί να προσδιοριστεί και το παλαιοκλίμα της υπό εξέταση περιοχής. Ως παλαιοκλίμα ορίζεται το κλίμα που επικρατούσε στο παρελθόν σε κάποιο τόπο και περιλαμβάνει τον τύπο των κλιματολογικών συνθηκών, όπως υγρό (υγρασία, βροχή), ξηρό (ξηρασίες), κρύο (παγετώνας), θερμό (υψηλές θερμοκρασίες) ή ερημοποίηση (έντονο φαινόμενο του θερμοκηπίου).⁸ Από τις μετρήσεις που πραγματοποιούνται σε διάφορα υλικά (πχ γύρη) μπορεί να προσδιοριστεί το παλαιοκλίμα. Η παλαιοκλιματική ανασύσταση με γύρη είναι δυνατή, καθώς οι κόκκοι γύρης κατέχουν συγκεκριμένα μορφολογικά

⁴ Λέκκα κ.α. 2015, σελ. 15-16

⁵ Κούλη 2017, σελ. 51

⁶ Κυρίκου 2019

⁷ Κυρίκου 2019

⁸ Λυριτζής 2005, σελ. 23

χαρακτηριστικά, παράγονται σε μεγάλες ποσότητες και με μεγάλη διασπορά μεταφερόμενα με τον άνεμο από τα φυτά, είναι πολύ ανθεκτικά στην αποσύνθεση σε κατάλληλα ιζηματογενή περιβάλλοντα και αντανακλούν τη φυσική βλάστηση στον χρόνο απόθεσης της γύρης.⁹ Έτσι, η ανασύσταση του παλαιοπεριβάλλοντος επιτυγχάνεται μέσω των παλαιοκλιματικών διαγραμμάτων, τα οποία συμβάλλουν στην ερμηνεία μεταβατικών πολιτισμικών φάσεων, αφού κατακλυσμοί, υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες έχουν αντίκτυπο στις μετακινήσεις και στις δραστηριότητες του ανθρώπου.¹⁰

Στο δεύτερο κεφάλαιο θα παρουσιαστούν παλυνολογικά διαγράμματα από την Ευρώπη, στην οποία η γύρη έχει μελετηθεί λεπτομερειακά, και θα αναφερθούν κάποιες εφαρμογές της παλυνολογίας σε σημαντικούς τομείς, ώστε να γίνει κατανοητή η συνεισφορά της στην ανασύσταση του παρελθόντος.

Εν κατακλείδι, στο τέλος της πτυχιακής εργασίας θα εναποθέσω τα συμπεράσματά μου σχετικά με την συμβολή της παλυνολογίας στην αρχαιολογία και θα διαπιστωθεί μέσω των διαγραμμάτων γύρης το πόσο μεγάλη αξία και το πόσο ανεκτίμητη κρίνεται η παλυνολογία για την αρχαιολογική έρευνα.

⁹ Λυριτζής 2005, σελ. 25

¹⁰ Λυριτζής 2005, σελ. 28

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Η ΠΑΛΥΝΟΛΟΓΙΑ

Ο όρος παλυνολογία εισήχθη από τον Hyde και William το 1974 και η σημασία της παραπέμπει στην μελέτη διασκορπισμένων λεπτών σωματιδίων.¹¹ και προέρχεται από το αρχαιοελληνικό ρήμα παλύνω, που σημαίνει διασκορπίζω.¹² Πρόκειται για τη μελέτη οργανικών καταλοίπων, όπως οι γυρεόκοκκοι, τα σπόρια, τα χιτινόζωα, κ.α. και ουσιαστικά, το αντικείμενο έρευνας της είναι η ανάλυση της γύρης. Η ανάλυση αυτή μας δίνει πληροφορίες για την χλωρίδα του περιβάλλοντος μιας συγκεκριμένης περιοχής. Η παλυνολογία είναι εξαιρετικά χρήσιμη όσον αφορά την μελέτη της χλωρίδας (φυσικής ή ανθρωπογενούς), η οποία είναι ένα από τα στοιχεία που συνθέτουν το περιβαλλοντολογικό σύστημα και ο προσδιορισμός της χλωρίδας μιας αρχαιολογικής περιόδου βασίζεται στην περισυλλογή και στη μελέτη των βοτανικών καταλοίπων της υπό εξέταση περιοχής, όπως η γύρη, οι σπόροι, οι καρποί, το κάρβουνο, τα βρύα κλπ.¹³

Η παλυνολογία αποτελεί βασικό εργαλείο για την κατανόηση της σχέσης βλάστησης και ανθρώπινων κοινωνιών κατά το παρελθόν¹⁴ και είναι κάτι το ανεκτίμητο για την αρχαιολογία, καθώς εφαρμόζεται σε μια ευρεία σειρά θέσεων και παρέχει αρκετές πληροφορίες για τη χρονολόγηση και το περιβάλλον μιας περιοχής.¹⁵ Η μελέτη, λοιπόν, της γύρης αφενός παρέχει στους ερευνητές αρκετές πληροφορίες για την βλάστηση αλλά και το κλίμα μιας ευρύτερης περιοχής και αφετέρου έχει τη δυνατότητα να ανασυνθέσει το φυσικό περιβάλλον μια αρχαιολογικής θέσης κατά την εποχή που αυτή κατοικήθηκε.

Μέσα από τις παλυνολογικές μελέτες παρακολουθεί κανείς τις αλλαγές στη βλάστηση, το κλίμα και τον ρόλο του ανθρώπινου παράγοντα στις αλλαγές αυτές, όπως

¹¹ Bakker 1951, σελ.80

¹² Κυρίκου 2019

¹³ Σαρπάκη Ανάγια, σελ. 39

¹⁴ Κούλη 2017, σελ. 51

¹⁵ Renfrew & Bahn 2013, σελ. 243

επίσης και την αρχή της εξημέρωσης ορισμένων ειδών, ιδιαίτερα όταν δεν υπάρχουν και άλλες αρχαιοβοτανικές ενδείξεις.¹⁶

1.2 ΤΑ ΠΑΛΥΝΟΜΟΡΦΑ

Τα παλυνόμορφα είναι οργανισμοί με μικρό μέγεθος, περίπου 5-500 μm, και έχουν ζωική ή φυτική προέλευση. Στις πιο πολλές μορφές διάβρωσης παρουσιάζονται εξαιρετικά ανθεκτικά, λόγω των υλικών από τα οποία αποτελούνται όπως η σποροπολλενίνη. Βρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες μέσα σε ιζήματα ή σε ιζηματογενή πετρώματα και επιβιώνουν από τις συνήθεις χημικές μεθόδους που εφαρμόζονται από τους επιστήμονες για την εξαγωγή των γυρεόκοκκων από το ίζημα.¹⁷ Επιπλέον, ο όρος παλυνόμορφα, συμπεριλαμβάνει και μικροαπολιθώματα, όπου όταν εφαρμόζονται σε αυτά χημικές μέθοδοι, δεν επιβιώνουν πάντα. Τα μικροαπολιθώματα αυτά, αποτελούν σημαντικούς δείκτες για τον καθορισμό του κλίματος που επικρατούσε σε διάφορες γεωλογικές περιόδους στη γη και τα χερσαία μικροαπολιθώματα (σπόροι, γυρεόκοκκοι) μαρτυρούν πολλά για τη χλωρίδα και το κλίμα μιας περιοχής, ακόμα και όταν βρίσκονται μεταφερμένοι σε θαλάσσια ιζήματα.¹⁸ Στα παλυνολογικά σκευάσματα, τα παλυνόμορφα που συναντάμε επί το πλείστον είναι τα σπόρια, οι γυρεόκοκκοι, τα δινομαστιγωτά και τα σπόρια μυκήτων και φυκών. Τέλος, σε αυτά τα παλυνολογικά παρασκευάσματα συναντάμε, εκτός από αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω, και <<άλλα>> παλυνόμορφα, τα οποία είναι μικροαπολιθώματα ποικίλης βιολογικής προέλευσης (σπόρια μυκήτων, ζωικά υπολείμματα κ.α.), έχει αποδειχθεί ότι σε αντίθεση με τους γυρεόκοκκους αυτά διατηρούνται *in situ* και οι πληροφορίες που παίρνουμε αφορούν στις τοπικές παλαιοπεριβαλλοντικές συνθήκες της κάθε θέσης δειγματοληψίας.¹⁹

1.3 ΤΑ ΦΥΤΑ

Τα φυτά μιας περιοχής αποτελούν τη βάση της χερσαίας τροφικής αλυσίδας και δείχνουν το πώς ήταν η ζωή των ανθρώπων και των ζώων στην περιοχή, όπως τις

¹⁶ Λυριτζής 2010, σελ. 575

¹⁷ Κυρίκου 2019

¹⁸ Λέκκα κ.α. 2015, σελ. 175

¹⁹ Κούλη & Δερμιτζάκης 2006, σελ. 88

εδαφικές συνθήκες και το κλίμα.²⁰ Κάθε φυτό παρουσιάζει ανθοφορία σε διαφορετικές εποχές.²¹ Μετά από αναλύσεις, βλέπουμε ότι κάποιοι τύποι βλάστησης αντιδρούν γρήγορα σε κλιματικές αλλαγές σε σχέση με κάποιους άλλους τύπους. Οι μεταπτώσεις, αυτές των φυτικών ομάδων, αποτελούν δείκτες των κλιματικών αλλαγών στη διάρκεια της εποχής των παγετώνων. Στα φυτά υπάρχουν αρκετά συστατικά μέρη που αποδεικνύονται σχετικά ανθεκτικά στην αποσύνθεση. Όλα τα ανθοφόρα φυτά παράγουν σχεδόν άφθαρτους κόκκους (γύρη).²² Η διαφυγή τους σε έλη και ιζήματα λιμνών, επιτρέπει στους παλυνολόγους να σχηματίσουν λεπτομερώς τις ακολουθίες της βλάστησης και του κλίματος κατά το παρελθόν.²³ Η δημιουργία της βλάστησης σε μια περιοχή δίνεται από την παρακάτω σχέση :

ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΟΣ → ΦΥΤΟ → ΒΛΑΣΤΗΣΗ



Εικόνα 1. Η απεικόνιση της δημιουργίας της βλάστησης, όπου Α) ο γυρεόκοκκος (πηγή: <http://www.iogolesworthy.com/almond-gal.jpg>), Β) το φυτό (πηγή: <https://enallaktikidrasi.com/wp-content/uploads/2014/05/menta-612x400.jpg>) και Γ) Η βλάστηση (πηγή: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcRIHS0nbXeoktP1MHUHnKQxuEsCoh1srW7dNbD4JuRp42b18v&usqp=CAU>)

²⁰ Renfrew & Bahn 2013, σελ. 242

²¹ Greenlane, (2019), *How does palynology inform paleontological reconstruction*

²² Pappas 2017, σελ. 8

²³ Renfrew & Bahn 2013, σελ. 127

1.3.1 Ο ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΟΣ

Οι γυρεόκοκκοι αποτελούν συστατικό μέρος των φυτών και ξεχωρίζουν για την ανθεκτικότητά τους. Η παραγωγή τους είναι μεγάλη, συναντώνται σε μεγάλες ποσότητες και παρουσιάζουν μεγαλύτερη διασπορά.

Οι κόκκοι γύρεως περιέχουν το αρσενικό γεννητικό υλικό που παράγεται από τα όργανα αναπαραγωγής των φυτών.²⁴ Χιλιάδες κόκκοι γύρης απελευθερώνονται μέσα στον χρόνο και με την βοήθεια του ανέμου μετακινούνται. Όταν το εσωτερικό τμήμα καταστρέφεται, το εξωτερικό τους περίβλημα διατηρείται σαν απολίθωμα.

Στα γυμνόσπερμα φυτά η δημιουργία των γυρεόκοκκων πραγματοποιείται στους γυρεόσακκους, ενώ στα αγγειόσπερμα φυτά στους ανθήρες. Οι γυρεόκοκκοι έχουν μια βασική αποστολή: πρέπει να μεταφέρουν με ασφάλεια τους αρσενικούς γαμέτες στα θηλυκά άνθη, με απώτερο σκοπό την γονιμοποίηση τους. Έτσι, καλούνται να ταξιδέψουν σε μικρή ή μεγάλη απόσταση κρατώντας ανέπαφη την γενετική τους πληροφορία και να κατορθώσουν να εγκαταλείψουν το ρεύμα αέρα, ο οποίος τους μεταφέρει, και να προσγειωθούν στο στίγμα του θηλυκού άνθους. Από τη στιγμή, λοιπόν, που προσγειώνονται στο στίγμα του θηλυκού άνθους, σειρά έχει η εκβλάστηση του γυρεοσωλήνα από συγκεκριμένες θέσεις πάνω στην επιφάνεια του, οι οποίες θέσεις ονομάζονται ανοίγματα (apertures) και έχουν διαφορετική δομή σε σχέση με το υπόλοιπο τοίχωμα του γυρεόκοκκου.²⁵

1.3.2 Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΟΥ

Όσον αφορά την προέλευση των γυρεόκοκκων, μοναχικά μητρικά κύτταρα παράγουν το καθένα με μειωτική πυρηνοτομία από τέσσερις απλοειδείς μονοπύρηνους γυρεόκοκκους και αυτοί με τη σειρά τους μετατρέπονται σε πολυκύτταρους, οι οποίοι τελικά συμμετέχουν στην γονιμοποίηση του θηλυκού φυτού με την επικονίαση.²⁶ Οι απλοί γυρεόκοκκοι διακρίνονται με βάση τον αριθμό κυττάρων που αποτελούνται. Έτσι, από τη μια πλευρά έχουμε αυτούς που αποτελούνται από ένα κύτταρο και ονομάζονται

²⁴ Λυριτζής 2005, σελ. 24

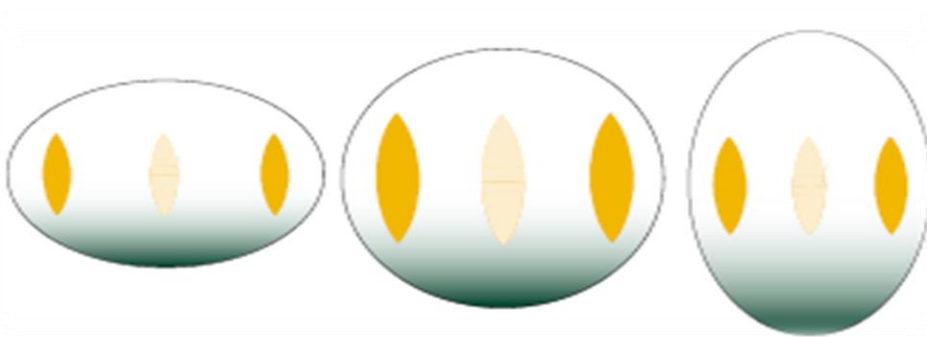
²⁵ Τάντσης 2011, σελ. 6

²⁶ Τάντσης 2011, σελ. 26

μονάδες (monads) και από την άλλη πλευρά έχουμε αυτούς που αποτελούνται από δύο ή περισσότερα κύτταρα ενωμένα μεταξύ τους και λέγονται αντίστοιχα δυάδες (dyads), τετράδες (tetrads) ή πλειάδες (polyads).²⁷

Μεγάλη είναι η ποικιλομορφία των γυρεόκοκκων, σε ότι αφορά το σχήμα, το μέγεθος, το ανάγλυφο του τοιχώματος και από τα ανοίγματα.

Επί το πλείστον, όπως διακρίνουμε και στην Εικόνα 2, οι κόκκοι γύρεως μπορεί να έχουν σφαιρικό σχήμα (spheroidal), ωσειδές (prolate), πλατυσμένο (oblate).²⁸



Εικόνα 2. Το σχήμα που μπορεί να έχει ένας γυρεόκοκκος. Στα αριστερά έχουμε το πλατυσμένο σχήμα (oblate), στη μέση έχουμε το σφαιρικό (spheroidal) και στα δεξιά έχουμε το ωσειδές σχήμα (prolate). (Hesse et al. 2009, σελ.16)

Το μέγεθος τους μπορεί να διακριθεί σε :

- Πολύ μικρό, δηλαδή $< 10 \mu\text{m}$
- Μικρό, δηλαδή $10-25 \mu\text{m}$
- Μεσαίο, δηλαδή $26-50 \mu\text{m}$
- Μεγάλο, δηλαδή $51-100 \mu\text{m}$
- Πολύ μεγάλο, δηλαδή $> 100 \mu\text{m}$ ²⁹

Το τοίχωμα τους διακρίνεται :

- Από το εσωτερικό, που λέγεται ιντίνη (intine) και τα κύρια συστατικά της είναι η κυτταρίνη και η πηκτίνη.

²⁷ Δήμιου 2006, σελ. 2

²⁸ Hesse et al. 2009, σελ. 16

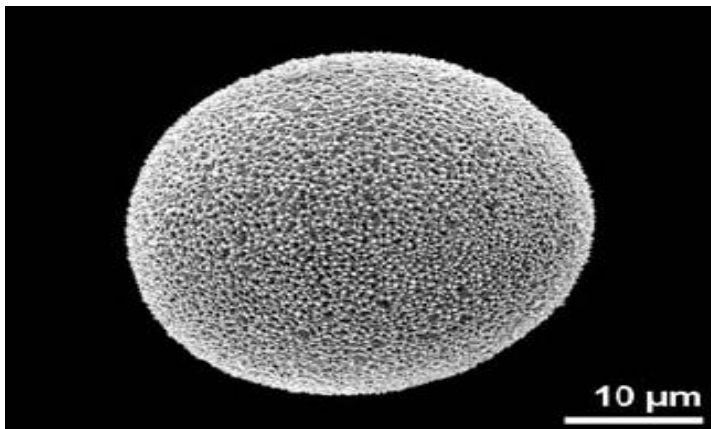
²⁹ Hesse et al. 2009, σελ. 17

- Από το εξωτερικό, που λέγεται εξίνη (exine) και το σημαντικότερο συστατικό της είναι η σποροπολλενίνη (sporopollenin). Η εξίνη, με τη σειρά της, αποτελείται από ένα εσωτερικό στρώμα, την ενδεξίνη (endexine), και από ένα εξωτερικό στρώμα, την εκτεξίνη (ektexine).

Η συγκρότηση αυτών των στοιχείων στα τοιχώματα του κόκκου γύρεως, τον καθιστούν σχεδόν ανθεκτικό σε χημικές ενώσεις βακτηριδίων, στην διάβρωση και στις υψηλές θερμοκρασίες, ενώ παρουσιάζουν μειωμένη ανθεκτικότητα στην οξείδωση και στην μηχανική τριβή.³⁰

Οι γυρεόκοκκοι διαθέτουν ανοίγματα (apertures), τα οποία καλύπτονται από μία μεμβράνη, ένα δηλαδή λεπτό στρώμα στο άνοιγμα. Οι μεμβράνες αυτές μπορεί είτε να είναι λείες, είτε να είναι διακοσμημένες με ποικίλα στοιχεία. Υπάρχουν, όμως, και γυρεόκοκκοι που δεν διαθέτουν φανερό άνοιγμα, οι οποίοι ονομάζονται inaperturate (Εικόνα 3). Επιπρόσθετα, (Εικόνα 4) έχουμε την περίπτωση του operculum, δηλαδή ένα λεπτό στρώμα εξίνης σαν ασπίδα το οποίο σκεπάζει το άνοιγμα σαν βλεφαρίδα.³¹

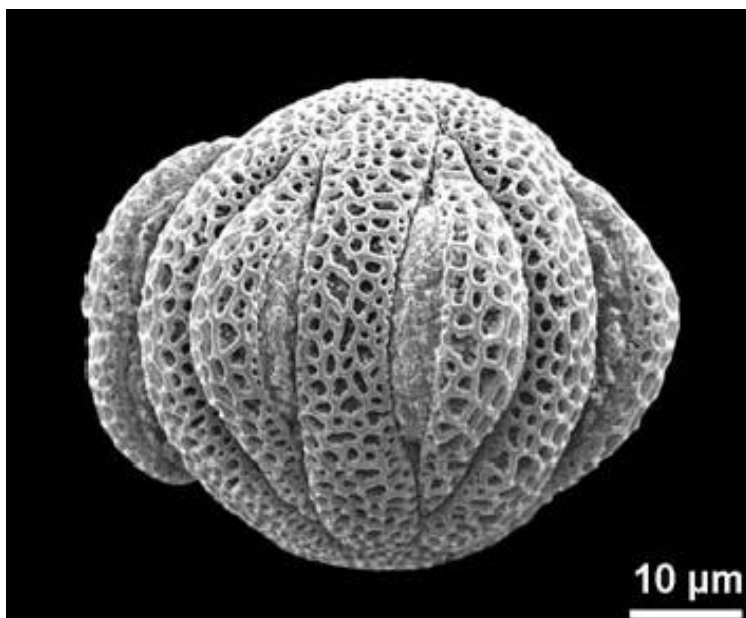
Τέλος, ο γυρεόκοκκος διαθέτει έναν μηχανισμό συρρίκνωσης, όπου με αυτόν έχει την ικανότητα να αφυδατώνεται και να απορροφά την υγρασία, προφυλάσσοντας με τον τρόπο αυτό τους αρσενικούς γαμέτες από τον θάνατο και την ξήρανση κατά το δύσκολο ταξίδι του.



Εικόνα 3. Παράδειγμα γυρεόκοκκου (*Populus Alba*) που δεν διαθέτει κάποιο φανερό άνοιγμα. Ελήφθη με Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης (SEM). (Hesse et al. 2009, σελ.103)

³⁰ Τάντσης 2011, σελ. 8

³¹ Τάντσης 2011, σελ 12



Εικόνα 4. Παράδειγμα γυρεόκοκκου (*Passiflora Suberosa*) με ένα λεπτό στρώμα εξίνης να καλύπτει το άνοιγμα. Ελήφθη με Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης (SEM). (Hesse et al. 2009, σελ.151)

1.3.3 Η ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΟΥ

Οι γυρεόκοκκοι αναγνωρίζονται για πρώτη φορά μετά από την εφεύρεση του μικροσκοπίου από τον Robert Hooke τον 17^ο αιώνα.³² Οι κόκκοι γύρης διατηρούνται καλύτερα σε περιβάλλοντα με σταθερή θερμοκρασία και υγρασία, για παράδειγμα σε ιζήματα σπηλαίων, σε όξιους και αναερόβιους λάκκους τύρφης και σε πυθμένες λιμνών, όπου έχουμε εκτεταμένη βακτηριακή δραστηριότητα. Στον αντίποδα, οι γυρεόκοκκοι σε αμμώδη ιζήματα και σε υπαίθριες θέσεις, που υφίστανται αποσύνθεση, διατηρούνται σε μικρότερο βαθμό.³³

Τα δείγματα γύρης συλλέγονται είτε με επιμηκείς πυρήνες (σε υγρές θέσεις ή μη ανασκαμμένες περιοχές) είτε αυτά μπορούν να εξαχθούν από τις τομές (σε ξηρές θέσεις). Επίσης, γύρη είναι δυνατόν να εντοπιστεί σε τάφους, σε κοπρόλιθους, σε αγγεία, σε πλίνθους, σε επιδέσμους μούμιαις κ.α.

³² Greenlane, (2019), How does palynology inform paleontological reconstruction

³³ Renfrew & Bahn 2013, σελ. 244

Η περισυλλογή του δείγματος πρέπει να γίνεται προσεκτικά, ώστε να αποφευχθεί η μόλυνση του από άλλα υλικά και για να εξασφαλιστεί ότι το αρχαιολογικό υλικό εξακολουθεί να βρίσκεται στην πρωταρχική του θέση.³⁴ Έπειτα, στο εργαστήριο το δείγμα υποβάλλεται σε χημική επεξεργασία, με τη χρήση του χλωρίου και συμπυκνωμένων οξέων (υδροχλωρικό οξύ, υδροφθορικό οξύ, θειικό οξύ, ακετικός ανυδρίτης κ.α.). Η γύρη που αντέχει μετά από αυτές τις πολύ δραστικές επεξεργασίες τοποθετείται σε γλυκερίνη και ακολουθεί η ανάλυση της με το μικροσκόπιο.³⁵

Με το μικροσκόπιο μελετάται μικρή ποσότητα δείγματος με σκοπό την αναγνώριση των γυρεόκοκκων. Η παραγωγή κόκκων γύρεως είναι διαφορετική για κάθε οικογένεια και σχεδόν κάθε γένους των φυτών, και ξεχωρίζουν ως προς το σχήμα και την διακόσμηση της επιφάνειας του. Επιπλέον, μπορεί διαφορετικά είδη να είναι στο ίδιο γένος και να παρουσιάζουν διαφορές που οφείλονται στο κλίμα ή στο έδαφος. Αφού επιτευχθεί η αναγνώριση, η ποσότητα της γύρης για κάθε τύπο φυτού υπολογίζεται χωριστά για κάθε στρώμα και κατόπιν σχεδιάζεται ως καμπύλη.³⁶ Οι διακυμάνσεις του κλίματος αποδίδονται με αυτές τις καμπύλες και τα αποτελέσματα των αναλύσεων ταξινομούνται σε ένα γράφημα, το παλυνολογικό διάγραμμα.

1.3.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Για να ερευνηθούν οι γυρεόκοκκοι χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι και τεχνικές που παρέχουν σωστές και ολοκληρωμένες πληροφορίες και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αποφεύγονται τα σφάλματα. Για να γίνει σωστή περιγραφή ενός γυρεόκοκκου πρέπει να αναφέρονται το σχήμα, το μέγεθος, τα ανοίγματα του, η διακόσμηση, οι ιδιαιτερότητες του, καθώς και η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε κατά την ανάλυση.³⁷ Στις μεθόδους και στις τεχνικές περιλαμβάνονται : Α) Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης (Scanning Electron Microscopy), Β) Ακετόλυση και Οπτική Μικροσκοπία (Acetolysis & Light Microscopy), Γ) Τεχνική Μεμονωμένων Κόκκων (Single-Grain Technique), Δ) Ηλεκτρονική Μικροσκοπία Μετάδοσης (Transmission

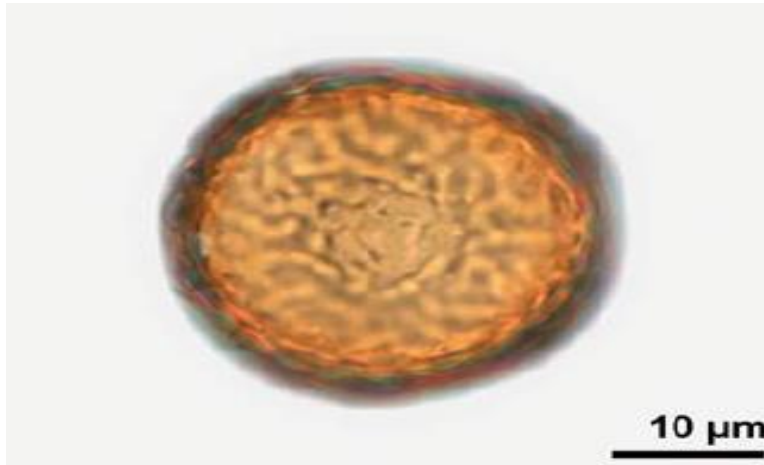
³⁴ Bakker 1951, σελ.82

³⁵ Bakker 1951, σελ 81

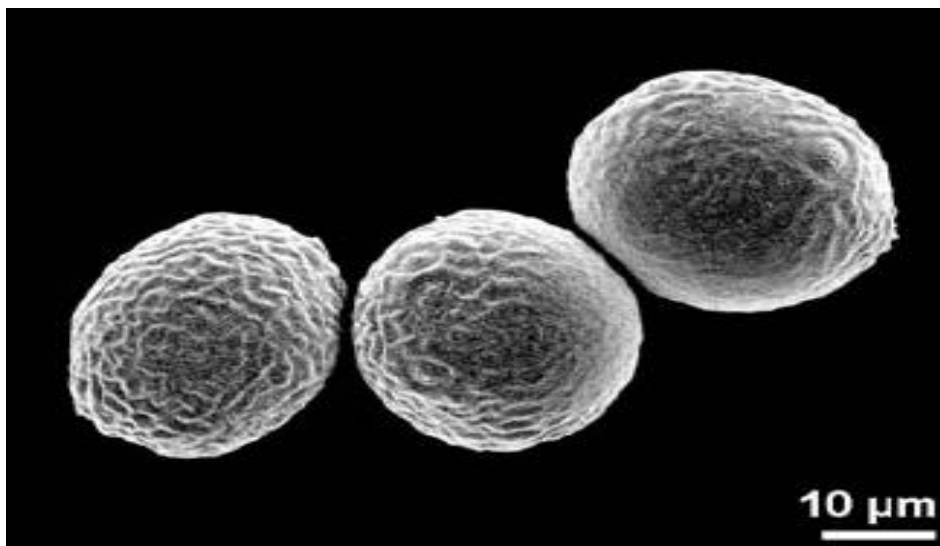
³⁶ Renfrew & Bahn 2013, σελ. 244

³⁷ Hesse et al. 2009, σελ. 54

Electron Microscopy), E) Acetocarmine staining for Light Microscopy, ΣΤ) Airyscan, μια καινούρια μέθοδος οπτικής μικροσκοπίας. Το Airyscan παρέχει μια εναλλακτική λύση για την μορφολογική ανάλυση σπάνιων απολιθωμάτων και είναι ικανό να ανιχνεύει τα μικροσκοπικά χαρακτηριστικά της γύρης.³⁸



Εικόνα 5. Η όψη της διακόσμησης του ανάγλυφου του γυρέοκοκκου *Ulmus Laevis*. Ελήφθη με Οπτικό Μικροσκόπιο (LM). (Hesse et al. 2009, σελ.34)



Εικόνα 6. Εδώ διακρίνουμε την όψη του ανάγλυφου (verrucate) ενός γυρέοκοκκου γένους *Ulmaceae*. Ελήφθη με Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης (SEM). (Hesse et al. 2009, σελ.34)

³⁸ Romero et al. 2020, σελ.1

Σύμφωνα με τις εικόνες 5 & 6, είμαστε στην θέση να διαπιστώσουμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης του Ηλεκτρονικού Μικροσκοπίου Σάρωσης (SEM) και του Οπτικού Μικροσκοπίου (LM) τα οποία δίνονται στον Πίνακα 1.

SEM

<u>Πλεονεκτήματα</u>	<u>Μειονεκτήματα</u>
<ul style="list-style-type: none"> Μη χρονοβόρα εξέταση Λιγότερη χρήση χημικών Σαφέστερη ταυτοποίηση γυρέοκοκκου 	<ul style="list-style-type: none"> Έχει ακριβό κόστος Απαιτείται ένας εξειδικευμένος χειριστής Μερικά διαγνωστικά χαρακτηριστικά δεν μπορούν να διαγνωστούν (δεν υπάρχει κίνηση γυρέοκοκκων)

LM

<u>Πλεονεκτήματα</u>	<u>Μειονεκτήματα</u>
<ul style="list-style-type: none"> Χαμηλό κόστος και δυνατότητα χρήσης σε πλήθος εργαστηρίων 	<ul style="list-style-type: none"> Χρήση καυστικών χημικών ουσιών για προετοιμασία δειγμάτων
<ul style="list-style-type: none"> Υπάρχει κίνηση στους γυρέοκοκκους 	<ul style="list-style-type: none"> Μειωμένη δυνατότητα ανάλυσης

Πίνακας 1. Παρουσίαση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων των δύο μεθόδων ανάλυσης των γυρέοκοκκων, του Ηλεκτρονικού Μικροσκοπίου Σάρωσης (SEM) & του Οπτικού Μικροσκοπίου (LM).

1.4 ΠΑΛΥΝΟΛΟΓΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Σε πολλές λίμνες έχουν συσσωρευτεί ιζήματα πάνω από εκατομμύρια χρόνια και μπορούν να αποδώσουν την βλάστηση και το κλίμα.³⁹ Μετά την απόσπαση καρότων (πυρηνοληψία) από τις λιμναίες ή ελώδης αποθέσεις⁴⁰ (όπου οι γυρεόκοκκοι λόγω της χημικής τους σύστασης διατηρούνται καλύτερα στην υγρασία ή σε ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες) και έπειτα από την μελέτη και την ανάλυση τους με μικροσκόπιο, τα αποτελέσματα της παλυνολογικής μεθόδου αποτυπώνονται σε διαγράμματα.⁴¹ Η αναπαράσταση των διαχρονικών και διαδοχικών φάσεων της βλάστησης μιας περιοχής, η επίδραση του ανθρώπινου παράγοντα και η κλιματική αλλαγή παρουσιάζονται στα λεγόμενα διαγράμματα γύρης. Με άλλα λόγια, οι διακυμάνσεις στην καμπύλη, για κάθε κατηγορία φυτών, μπορούν να μελετηθούν ως ενδείξεις κλιματικής διακύμανσης ή αποψίλωσης των δασών ή της συστηματικής καλλιέργειας από τον άνθρωπο.⁴² Και αυτό επιτυγχάνεται από την συγκέντρωση των γυρεόκοκκων και των σπορίων, τα οποία αποτυπώνουν τη βλάστηση κάθε χρονικής περιόδου, καταγράφουν τις μεταβολές της βλάστησης και επιδεικνύουν μεγαλύτερο βαθμό ευαισθησίας στις κλιματικές διακυμάνσεις από άλλους παλαιοκλιματικούς δείκτες.⁴³ Η αξία των παλυνολογικών διαγραμμάτων είναι μοναδική, καθώς εκτός από την ανασύσταση του παλαιοπεριβάλλοντος, συμβάλλουν στην ερμηνεία μεταβατικών πολιτισμικών φάσεων, αφού κατακλυσμοί, ψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες έχουν αντίκτυπο στις μετακινήσεις και γενικότερα στις δραστηριότητες του ανθρώπου.⁴⁴

³⁹ Djamali & Cilleros 2020, σελ.2

⁴⁰ Μυλωνά 2005, σελ. 25

⁴¹ Χριστοδούλου 2015, σελ. 1

⁴² Renfrew & Bahn 2013, σελ. 244

⁴³ Κυρίκου 2019

⁴⁴ Λυριτζής 2005, σελ. 28

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Η Ευρώπη (ή αλλιώς Γηραιά ήπειρος) είναι αρκετά πυκνοκατοικημένη σήμερα. Ένα σημαντικό μέρος της βλάστησης έχει χαθεί εξαιτίας της ανθρώπινης δραστηριότητας. Διαθέτει ποικιλία ανάγλυφου, κλιματικών τύπων και οι τύποι βλάστησης που συναντάμε στην Ευρώπη είναι η τούντρα, η тайγκα, τα φυλλοβόλα-μεικτά δάση, η στέπα, η μεσογειακή και η ορεινή βλάστηση.⁴⁵ Οι μεταβολές του εδάφους με την χρήση της παλυνολογίας, καθώς και χιλιάδες τοποθεσίες στην Ευρώπη, έχουν ερευνηθεί.⁴⁶

Σε αυτό το μέρος της εργασίας θα εναποθέσω παλυνολογικά διαγράμματα, τα οποία έχουν διεξαχθεί από μελέτες και αναλύσεις που έχουν πραγματοποιηθεί σε ιζήματα από διάφορες λίμνες που ανήκουν στην Ευρώπη και μαρτυρούν την εξέλιξη της βλάστησης και το πώς οι δραστηριότητες του ανθρώπου άσκησαν επιρροή στην εξέλιξη αυτή.

2.1.1 ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΕΥΡΩΠΗ

A. ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ

Παλυνολογικά διαγράμματα γύρης από αρκετές αρχαιολογικές θέσεις της Βουλγαρίας, αντανakλούν την εξέλιξη της βλάστησης ανά περιόδους, καθώς και τον ανθρώπινο αντίκτυπο και τις δραστηριότητες τους στις εξεταζόμενες περιοχές. Παλυνολογικά δεδομένα, κυρίως ενδείξεις γύρης δημητριακών, δείχνουν ότι η δυτική Βουλγαρία κατοικήθηκε προς το τέλος της 7^{ης} χιλιετίας. Την Νεολιθική εποχή οι κοιλάδες όπως και οι πρόποδες των βουνών κατοικήθηκαν και ασκούνται δραστηριότητες σαν την γεωργία και την κτηνοτροφία. Οι μεγαλύτερες ποσότητες από

⁴⁵ Γεωλογία-Γεωγραφία Β' Γυμνασίου, σελ.81

⁴⁶ Zanon et al. 2018

γύρης δημητριακών κατά την Νεολιθική εποχή, εντοπίζονται σε διαγράμματα γύρης που αφορούν παράκτιες λίμνες της Μαύρης θάλασσας.⁴⁷

Την Εποχή του Χαλκού και την Εποχή του Σιδήρου παρουσιάζεται μια αύξηση της γύρης σιτηρών, κάτι που μπορεί να αποδοθεί στην υλοτόμιση των δένδρων και στις επεκτάσεις των καλλιεργούμενων εδαφών, χάρις στην ανάπτυξη και στη χρήση διάφορων εργαλείων. Έτσι, εμφανίζεται μια αύξηση στην καλλιέργεια και στην παραγωγή.

Παρακάτω θα δοθεί ένα παλυνολογικό διάγραμμα (εικόνα 7) από την λίμνη Varna που βρίσκεται βορειοανατολικά της Βουλγαρίας. Είναι η μεγαλύτερη λίμνη σε όγκο και σε βάθος, όπως επίσης αυτή η λεκάνη ήταν μια έλαση γλυκού νερού με περιορισμένη ροή στη Μαύρη θάλασσα.⁴⁸

Το διάγραμμα βασίζεται στην λήψη ιζήματος από τον πυρήνα 3 και συλλέχθηκε από την βορειοανατολική ακτή της λίμνης. Η χρονολόγηση των ιζημάτων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ραδιάνθρακα. Η συγκέντρωση της γύρης στο διάγραμμα χωρίζεται σε τρεις τοπικές ζώνες (LPASZVn-1-3) και πέντε υποζώνες (Vn-1a, Vn-1b, Vn-2a, Vn-2b, Vn-2c).⁴⁹

Στην υποζώνη LPASZVn-1a, που χρονολογείται το 7870 cal BP⁵⁰, εμφανίζονται υψηλές τιμές δενδροειδής γύρης και υποδηλώνουν πυκνά δάση. Κυριαρχούν τα *Quercus*, *Ulmus*, *Corylus*, *Tilia*, *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Fagus*, καθώς και *Hedera* κάτι που φανερώνει την παρουσία υψηλής θερμοκρασίας και υγρασίας. Τα *Pinus diploxylon-type*, *Abies*, *Picea* αντιπροσωπεύουν χαμηλότερες τιμές, ενώ η παρουσία γύρης από *Juglans* επιβεβαιώνει ότι η καρυδιά ήταν παρούσα κατά μήκος της ακτής της Μαύρης θάλασσας κατά την ύστερη παγετώδη περίοδο.⁵¹

Στην υποζώνη LPASZVn-1b (6139 cal BP), γίνεται αντιληπτή η συμβολή του ανθρώπινου παράγοντα. Η αποψίλωση των δασών και η επέκταση καλλιεργήσιμων εδαφών αποκρυσταλλώνεται από τις χαμηλές τιμές δενδροειδής γύρης (όπως *Quercus*, *Ulmus*) και από τις υψηλές τιμές *Corylus*. Τα *Cerealia-type*, *Triticum*, *Hordeum* αποτελούν ένα σημαντικό ποσοστό γύρης από καλλιεργούμενα φυτά, καθώς επίσης και

⁴⁷ Tonkov, Bozhilova & Panovska 2007, σελ.2

⁴⁸ Filipova-Marinova et al 2014, σελ.1

⁴⁹ Filipova-Marinova et al 2014, σελ. 1

⁵⁰ Calibrated years

⁵¹ Filipova-Marinova et al 2014, σελ. 3

τα ζιζάνια *Centaurea cyanus-type* και *Papaver*. Στους οικισμούς της Χαλκολιθικής περιόδου φαίνεται η ανάπτυξη της γεωργίας, της κτηνοτροφίας από την παρουσία των *Plantago lanceolate*, *Polygonum aviculare*, *Cichoriaceae*, *Carduus-type* και *Urtica*.

Στην υποζώνη LPASZVn-2a (5821 cal BP) , παρουσιάζεται μια πολιτισμική παύση διότι έχουμε μείωση της γύρης δημητριακών και ανθρωπογενών ειδών, όπως *Plantago lanceolate*.

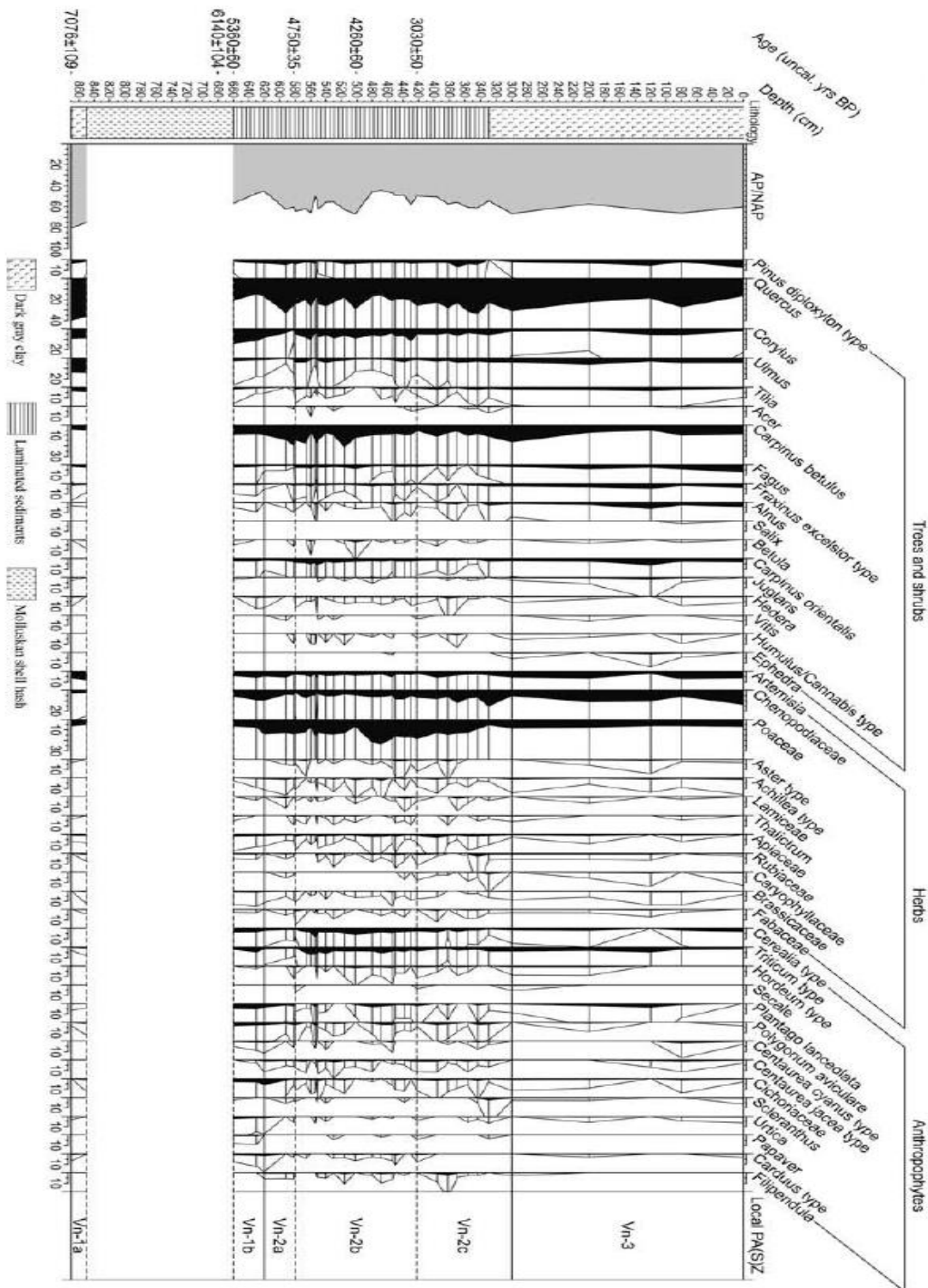
Η υποζώνη LPASZVn-2b, χαρακτηρίζεται από μείωση δενδροειδής γύρης και ίσως συνδέεται με την κλιματική αλλαγή. Η ανθρώπινη δραστηριότητα αντικατοπτρίζεται από την υψηλή παρουσία καλλιεργούμενων σιτηρών (*Cerealia-type*) και ζιζανίων (*Papaver*). Η αύξηση των τιμών για τα *Polygonum aviculare*, *Plantago lanceolate*, *Filipendula*, *Cichoriaceae*, *Centaurea jacea-type* υποδεικνύουν την διεύρυνση των βοσκοτόπων και η αύξηση των *Typha / Sparganium*, *Typhalatifolia*, *Cyperaceae*, *Alisma*, *Potamogeton*, *Myriophyllum spicatum*, *Polygonum persicaria* ίσως συνδέεται με την μείωση της στάθμης του νερού.⁵²

Κύριο χαρακτηριστικό της υποζώνης LPASZVn-2c (3230 cal BP) είναι η αύξηση της τιμής του *Ulmus* και *Hedera* και η κυριαρχία του μικτού δάσους δρυός και γαύρου.

Τέλος, στην ζώνη LPAZVn-3 (subatlantic) υπάρχει μείωση μικτών δασών και γαύρων και αύξηση των σιτηρών. Η παρουσία *Hedera*, *Vitis*, *Humulus/cannabis-type* και *Ephedra* δηλώνουν την αύξηση της υγρασίας και της ψύξης του κλίματος και την αύξηση των *Alnus*, *Ulmus*, *Fraxinus excelsior* και *Fagus*.⁵³

⁵² Filipova-Marinova et al 2014, σελ. 3

⁵³ Filipova-Marinova et al 2014, σελ. 3



Εικόνα 7. Παλυνολογικό διάγραμμα γύρης από την λίμνη Verna της βορειοανατολικής Βουλγαρίας. (Filipova – Marinova et al. 2014, σελ.14)

B. ΕΛΛΑΔΑ

Τα παλυνολογικά διαγράμματα που βρίσκονται στις επόμενες σελίδες, πραγματεύονται την μελέτη δειγμάτων γυρεόκοκκων από τη λίμνη της Ορεστιάδας στην Καστοριά, κοντά στον αρχαιολογικό οικισμό του Δισπηλιού. Τα δείγματα αυτά λήφθηκαν από δύο πυρήνες (Γ25 και Γ26) από το νότιο τμήμα της λίμνης και μελετήθηκαν ως προς το ποσοτικό και ποιοτικό περιεχόμενο σε γυρεόκοκκους και σε παλυνόμορφα.⁵⁴ Στα διαγράμματα που ακολουθούν (εικόνα 8 & 9) αναγνωρίζονται επτά τοπικές βιοζώνες συγκέντρωσης γυρεόκοκκων και διαχωρίζονται σε χλωριδικές φάσεις Di-I έως Di-VII.⁵⁵

Η χλωριδική φάση Ya, παρουσιάζει την εικόνα της βλάστησης προτού εγκατασταθεί ο νεολιθικός άνθρωπος στην περιοχή. Βλέπουμε λοιπόν, κωνοφόρα δάση με πεύκα (*Pinus*), έλατα (*Abies*) και οξιά (*Fagus*) καθώς και την παρουσία του μικτού φυλλοβόλου δρυοδάσους, της φλαμουριάς (*Tilia*), της μουρτζιάς (*Crataegus monogyna* type), της φτελιάς (*Ulmus*), της φουντουκιάς (*Corylus*) και του σκυλόγαυρου (*Carpinus /ostrea* type) σε υψόμετρα πιο χαμηλά. Γύρω από την λίμνη υπάρχουν ο λυκίσκος (*Humulus lupulus*), η σκλήθρα (*Alnus*), το πετρόχορτο (*Sedum*-type), η τσουκνίδα (*Urtica dioica*), ενώ η μολόχα (*Malva*) και το τριφύλλι άμμου (*Spergoula arvensis*) αναπτύσσονται στις αμμώδης περιοχές γύρω από αυτήν. Η καρυδιά (*Juglans*) ίσως κατέχει θέση στη φυσική βλάστηση της περιοχής και την εντοπίζουμε σε όλες τις χλωριδικές φάσεις.

Στην χλωριδική φάση Di-I γίνεται αντιληπτή η σταδιακή υποχώρηση του δάσους, με την υποχώρηση των πεύκων, των ελάτων, των βελανιδιών και των δρυοδάσων, κάτι που φανερώνει τη χρήση της ξυλείας από τον άνθρωπο, για να χτίσει τις καλύβες του, και την εκχέρσωση των εδαφών. Σε αυτή τη φάση ξεκινά σταδιακά και η επέκταση της χαμηλής βλάστησης, όπως αντανακλά η μικρή παρουσία κόκκων δημητριακών και ζιζανίων, όπως *Compositae liguliflorae & tubuliflorae*, *Rumex acetosa*, *Ranunculus acris*, καθώς και μορφοτύπων οι οποίοι περιλαμβάνουν εδώδιμα φυτά σαν τα *Brassicaceae*, *Apiaceae* και *Leguminosae*.⁵⁶ Η εμφάνιση του κοπρόφιλου μύκητα

⁵⁴ Κούλη 2008, σελ. 144

⁵⁵ Κούλη 2008, σελ. 149

⁵⁶ Κούλη 2008, σελ. 150

Sordaria και ενός πλήθους ζιζανίων δηλώνουν την άσκηση της βοσκής. Η όχθη της λίμνης αποτελείται από βλάστηση που περιλαμβάνει περιδόφυτα, σκλήθρα και υπερώδη, ενώ σπαργάνια, νούφαρα και ceratophyllum αντιστοιχούν στην υδροχαρή βλάστηση.

Οι δραστηριότητες του ανθρώπου φαίνονται να εξελίσσονται εντονότερα στην χλωριδική φάση Di-II. Παρατηρούμε υποχώρηση των πεύκων και των βελανιδιών που μαρτυρούν την αποψύλωση των δασών για την χρήση των δέντρων για την επιβίωση του νεολιθικού ανθρώπου. Διακρίνουμε σημαντική παρουσία δημητριακών και αγρωστωδών, όπως και η παρουσία από σπανάκι (Spinacia-type). Έξω και γύρω από τον οικισμό υπήρχαν εκτεταμένα λιβάδια, των οποίων το μεγαλύτερο μέρος χρησιμοποιείται για βοσκή, όπως πιστοποιεί η εμφάνιση ζιζανίων, ιδιαιτέρως των Compositae liguliflorae, Plantago lanceolata, Ranunculaceae και των συστάδων με σκληρόφυλλες αρκεύθου (Juniperus).⁵⁷

Η χλωριδική φάση Di-III έχει σαν χαρακτηριστικό περιβαλλοντικές μεταβολές που οδηγούν στην εξάπλωση του μικτού φυλλοβόλου δάσους δρυός, την μείωση των δεικτών βοσκής (πχ Chenopodiaceae) και συστηματοποιείται η καλλιέργεια των δημητριακών.

Στην διάρκεια της χλωριδικής φάσης Di-IV το μικτό φυλλοβόλο δάσος δρυός αρχίζει να υποχωρεί, όπως και οι βελανιδιές, τα πεύκα και οι σκυλόγαυροι, λόγω της υλοτόμησης των δέντρων με σκοπό την απόκτηση ξυλείας και για καύση. Εδώ έχουμε πάλι την εμφάνιση κοπρόφιλων μυκητών (Sordariaceae) και αυτό δηλώνει την εκτεταμένη κτηνοτροφία. Η αυξημένη παρουσία του μύκητα type 207 υποδηλώνει την αυξημένη εισροή κλαστικού υλικού στο λιμναίο οικοσύστημα.⁵⁸

Χαρακτηριστικό της χλωριδικής φάσης Di-V αποτελεί η αύξηση των δεικτών καλλιέργειας, η μείωση των δεικτών βοσκής και η σταδιακή εξάπλωση των πεύκων⁵⁹.

Η εκμετάλλευση των δασών γίνεται εξαιρετικά έντονη στην χλωριδική φάση Di-VI. Παρατηρείται η μείωση των δασών δρυός, των κωνοφόρων, αλλά και της οξιάς, του γαύρου και του σφενδάμου. Η παρουσία των ειδών καλλιέργειας και των ειδών βοσκής

⁵⁷ Κούλη 2008, σελ. 150

⁵⁸ Κούλη 2008, σελ. 151

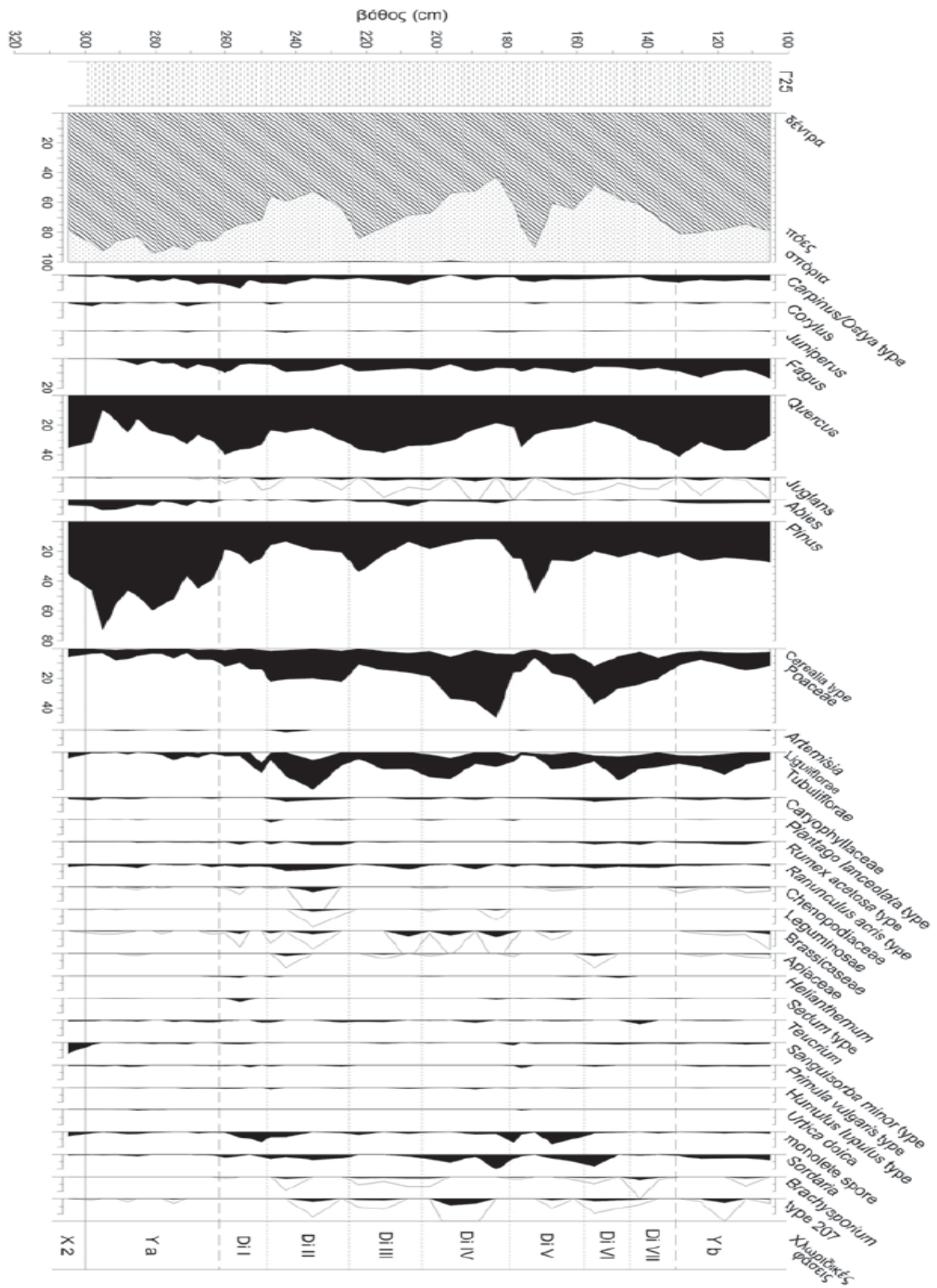
⁵⁹ Κούλη 2008, σελ. 151

εξαπλώνεται ραγδαία. Τα σπαργάνια, τα κυπερώδη, οι μολόχες, η σκλήθρα κ.α. αντικατοπτρίζουν την υδρόφιλη βλάστηση της λίμνης αυτή την περίοδο.

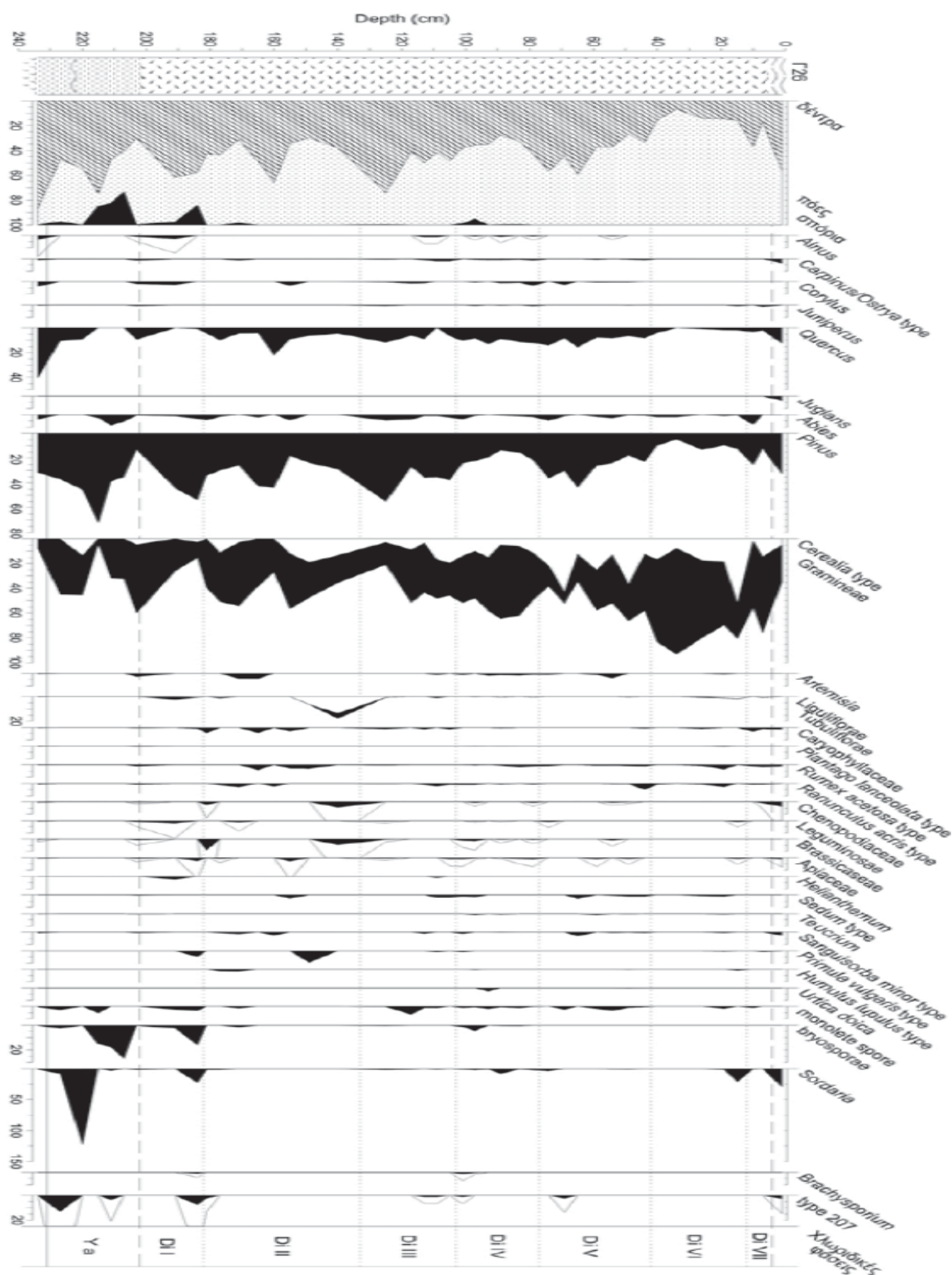
Στη χλωριδική φάση Di-VII η φυσική βλάστηση παρουσιάζει ανάκαμψη. Τα καλλιεργήσιμα εδάφη και τα βοσκοτόπια εμφανίζουν σταδιακή υποχώρηση. Όλα αυτά υπονοούν ότι ο άνθρωπος έχει εγκαταλείψει τον λιμναίο οικισμό και τις δραστηριότητες του στην περιοχή. Η εμφάνιση του μύκητα *Brachysporium* δηλώνει την ύπαρξη φθοράς των καλυβών, καθώς αυτός συμμετέχει στην αποσύνθεση του ξύλου. Γύρω από την λίμνη υπάρχουν λιβάδια, στα οποία εκφύονται αγρωστώδη, *Compositae liguliflorae* & *tubiliflorae*, καθώς και συστάδες με αρκεύθους, ενώ στις όχθες φύεται η σκλήθρα.⁶⁰

Εν κατακλείδι, γίνεται φανερό ότι ο άνθρωπος συνέβαλλε σημαντικά στην διατάραξη της χλωρίδας. Πριν εμφανιστεί, η περιοχή αποτελούνταν από πυκνά κωνοφόρα και φυλλοβόλα δάση, όπως τα έλατα, τα πεύκα, η οξιά, η φτελιά. Με την εκτεταμένη παρουσία του στον χώρο τα δάση αυτά σταδιακά μειώνονται και αυξάνονται τα είδη καλλιέργειας, όπως τα δημητριακά. Τέλος, η εγκατάλειψη των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στον χώρο επιβεβαιώνεται με την σταδιακή ανάκαμψη της χλωρίδας.

⁶⁰ Κούλη 2008, σελ. 152

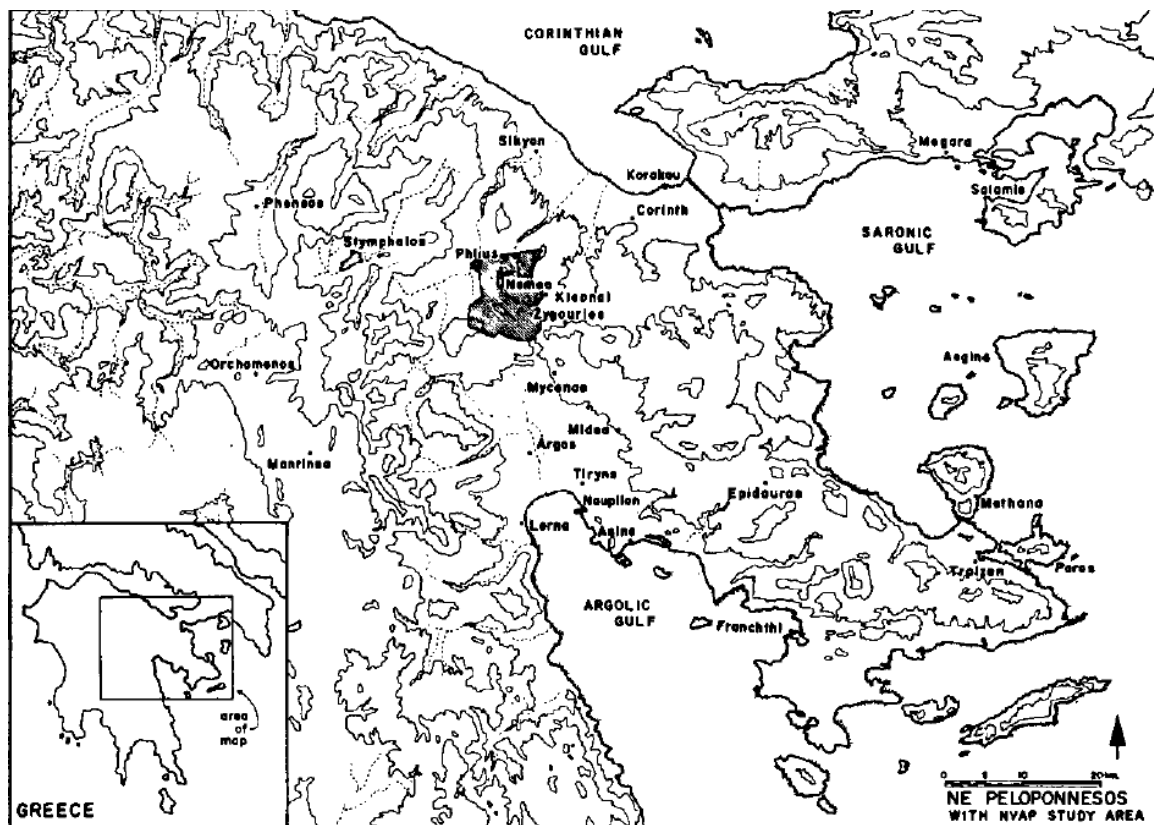


Εικόνα 8. Διάγραμμα γύρης από την μελέτη δειγμάτων του πυρήνα Γ25 από τον λιμναίο οικισμό του Δισπηλιού. (Περιοδικό ανάσκαμμα, τεύχος 1, Κούλη 2008, σελ.146)



Εικόνα 9. Διάγραμμα γόρης από την μελέτη δειγμάτων του πυρήνα Γ26 από τον λιμναίο οικισμό του Δισπηλιού. (Περιοδικό ανάσκαμμα, τεύχος 1, Κούλη 2008, σελ.147)

Άλλο ένα διάγραμμα γύρης από την Ελλάδα προέρχεται από την βορειοανατολική Πελοπόννησο. Συγκεκριμένα, περιοχή μελέτης αποτελεί η κοιλάδα Νεμέα και εξετάστηκε όλο το φάσμα της ανθρώπινης εγκατάστασης, καθώς και της χρήσης γης μέσα και έξω από την κοιλάδα.⁶¹ Τα δείγματα γύρης που αναλύθηκαν, εξήχθησαν από το Κεφαλάρι Κλεωναί και τα αποτελέσματα υποδεικνύουν τις κύριες περιόδους κατοίκησης, αλλά και τις περιόδους που η ανθρώπινη δραστηριότητα απουσιάζει από την κοιλάδα.



Εικόνα 10. Η περιοχή μελέτης στην βορειοανατολική Πελοπόννησο. (Atherden et al. 1993, σελ.352)

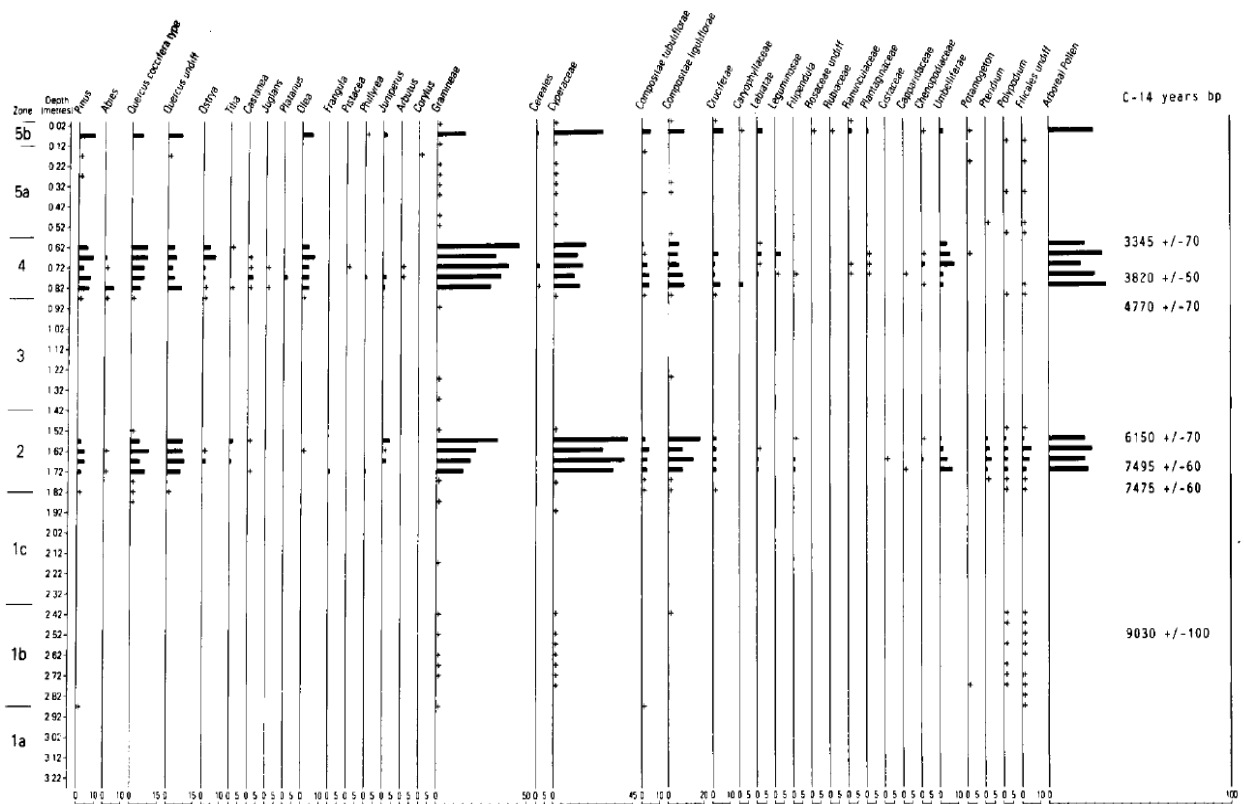
Στο παλυνολογικό διάγραμμα καταγράφεται η παρακμή του ημιφυσικού φυλλοβόλου δάσους της περιοχής και η αντικατάστασή του από πυκνή βλάστηση.⁶² Η πιο σημαντική περίοδος φαίνεται να είναι η Εποχή του Χαλκού, καθώς τότε παρατηρείται η καλλιέργεια δέντρων, όπως η ελιά, ενώ αξιοσημείωτη είναι η εισαγωγή της καρδιάς. Γενικά, την περίοδο αυτή, η γεωργία κυριαρχεί στις ανθρώπινες

⁶¹ Atherden et al. 1993, σελ. 351

⁶² Atherden et al. 1993, σελ. 356

δραστηριότητες. Ωστόσο, στους ρωμαϊκούς χρόνους υπήρξε μια αλλαγή στην αρόσιμη γη και τα φυλλοβόλα δάση σημειώνουν μείωση.⁶³

Το διάγραμμα (εικόνα 11) χωρίζεται σε πέντε ζώνες (SKK-1 έως SKK-5) και αφορά την περίοδο από το Πρώιμο Ολόκαινο μέχρι την Ρωμαϊκή εποχή. Σε κάποιες ζώνες απουσιάζει η γύρη, ενώ σε άλλες η παρουσία της ήταν ελάχιστη. Στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 2) θα δοθεί μια γενική περιγραφή των αποτελεσμάτων από την ανάλυση των δειγμάτων γύρης.



Εικόνα 11. Παλυνολογικό διάγραμμα που προκύπτει από την ανάλυση των δειγμάτων γύρης από το Κεφαλάρι Κλεωναί. (Atherden et al. 1993, σελ.354)

Όνομα ζώνης	Εκτιμώμενο Χρονολογικό Εύρος	Πληροφορίες
SKK 1a	10403-9567 BP	Πρώιμο ολόκαινο. Όχι γύρη.

⁶³ Atherden et al. 1993, σελ. 356

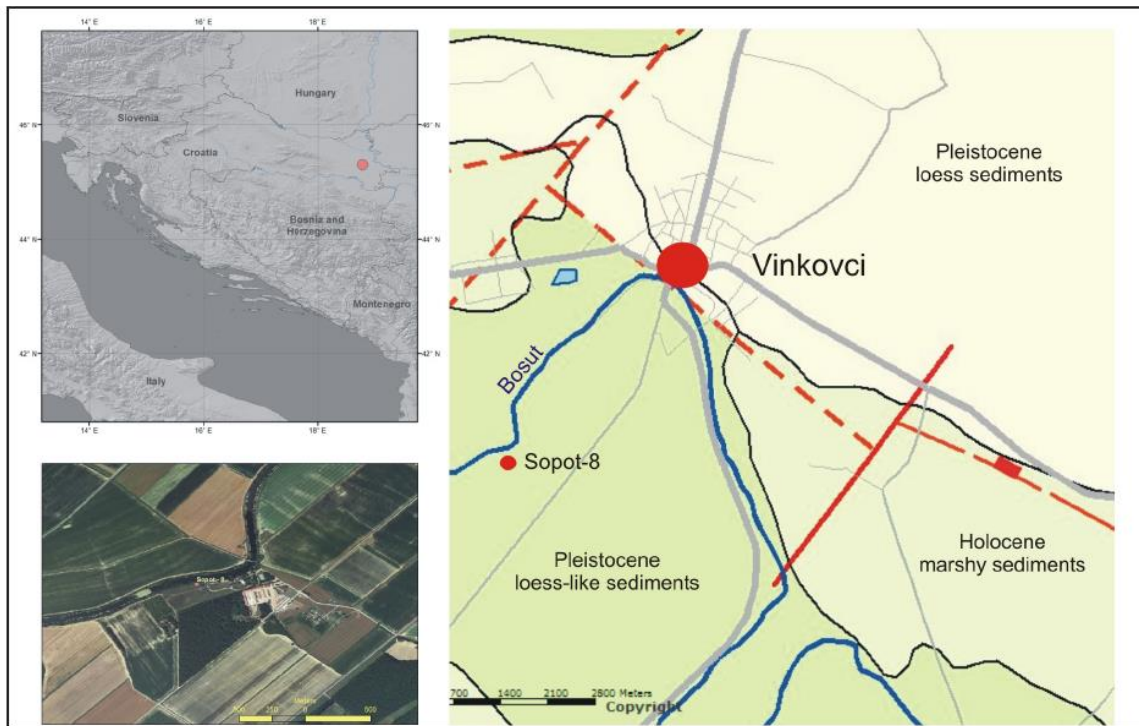
SKK 1b	9567-8470 BP	Μεσολιθική εποχή. Εποχιακή γύρη, Gramineae, Cyperaceae και άλλα βότανα.
SKK 1c	8470-7475 ±60 BP	Τέλη Μεσολιθικής – Πρώιμη Νεολιθική εποχή. Όχι γύρη.
SKK 2	7475 ±60 -6555 BP	Πρώιμη Νεολιθική εποχή. Γύρη φυλλοβόλων δέντρων, συμπεριλαμβανομένων των <i>Ostrya</i> , <i>Tilia</i> , <i>Quercus pubescens</i> -type, <i>Frangula</i> & <i>Castanea</i> . Χαμηλές τιμές από <i>Pinus</i> & <i>Abies</i> . Η πυκνή βλάστηση αποτελείται από <i>Quercus coccifera</i> -type & <i>Phillyrea</i> . Υψηλές τιμές από <i>Cyperaceae</i> . Υπάρχουν καταγραφές από <i>Gramineae</i> και είδη ζιζανίων.
SKK 3	6555-4176 BP	Τέλη Νεολιθικής εποχής. Πολύ αραιή συγκέντρωση γύρης, κυρίως <i>Gramineae</i> & <i>Cyperaceae</i> .
SKK 4	4176-3245 BP	Εποχή του Χαλκού. Επέκταση της πυκνής βλάστησης και περιλαμβάνονται τα <i>Quercus coccifera</i> -type, <i>Arbutus</i> , <i>Phillyrea</i> , <i>Pistacia</i> & <i>Leguminosae</i> . Καταγραφές από <i>Pinus</i> & <i>Abies</i> αυξάνονται ελαφρώς. Τα φυλλοβόλα δέντρα περιλαμβάνουν τα <i>Quercus pubescens</i> -type, <i>Tilia</i> , <i>Ostrya</i> , <i>Castanea</i> , <i>Juglans</i> & <i>Platanus</i> . Χαρακτηριστικές είναι οι καταγραφές <i>Olea</i> . Πολύ υψηλές τιμές από <i>Gramineae</i> και αξιοσημείωτες καταγραφές είδη ζιζανίων.
SKK 5a	3245-2070 BP	Σκοτεινοί Αιώνες-Κλασική / Ελληνιστική εποχή. Αραιή γύρη από <i>Gramineae</i> , <i>Pinus</i> , <i>Compositae</i> & σπόροι <i>Filicales</i> .
SKK 5b	2070-1820 BP	Ρωμαϊκή εποχή. Έχουμε μείωση φυλλοβόλων δέντρων, αλλά και αύξηση <i>Pinus</i> & πυκνής βλάστησης που περιλαμβάνει <i>Quercus coccifera</i> -type & <i>Juniperus</i> . <i>Olea</i> & <i>Cereales</i> καταγράφονται. Υψηλές τιμές από <i>Cyperaceae</i> . Είναι παρόντα είδη ζιζανίων και <i>Gramineae</i> .

Πίνακας 2. Περιληπτική παρουσίαση της συγκέντρωσης της γύρης ανά χρονική περίοδο στην υπό εξέταση περιοχή.
(Atherden et al. 1993, σελ.353)

Γ. ΚΡΟΑΤΙΑ

Το 2010 στον αρχαιολογικό χώρο του Sopot διεξήχθη γεώτρηση με σκοπό να δοθεί μια καθαρή εικόνα για το πώς ήταν η βλάστηση και για να εντοπιστούν οι επιπτώσεις του ανθρώπινου παράγοντα στην περιοχή αυτή. Η αρχαιολογική περιοχή Sopot βρίσκεται ανατολικά της Κροατίας κοντά στις νότιες όχθες του ποταμού Bosut.⁶⁴

Κατά την ανάλυση των δειγμάτων υπήρξαν κάποια προβλήματα σχετικά με την γύρη, τόσο από το επίπεδο αναγνώρισης της, όσο και από την διατήρηση της γύρης. Το προκαθορισμένο σύνολο γυρεόκοκκων από τις μετρήσεις γύρης για μια αξιόπιστη και ακριβή ανάλυση, έπρεπε να αγγίζει τουλάχιστον τους 200 γυρεόκοκκου, κάτι το οποίο δεν επιτεύχθηκε. Δηλαδή οι γυρεόκοκκοι δεν ήταν αρκετοί για μια σωστή ερμηνεία για το περιβάλλον της περιοχής.



Εικόνα 12. Η περιοχή μελέτης στην αρχαιολογική περιοχή Sopot. (Bacrac et al. 2015, σελ.304)

Ρίχνοντας μια ματιά στο παλυνολογικό διάγραμμα (εικόνα 13) διακρίνουμε τέσσερις ζώνες (SOP-1, SOP-2, SOP-3, SOP-4), για τις οποίες αναλογούν αντιστοίχως τέσσερις πολιτισμικές φάσεις. Τα πεύκα (*Pinus*), *Cichoriaceae* και *Tilletia* αποτελούν

⁶⁴ Bacrac et al 2015, σελ.303

τα κυριότερα είδη του διαγράμματος. Από τα δείγματα που συλλέχθηκαν, τα παλαιότερα χρονολογήθηκαν περί το 5050-4550 cal BC, τα νεώτερα περί το 4340-3940 cal BC και τα ενδιάμεσα δείγματα περί το 4790-4360 cal BC.⁶⁵

Η ζώνη SOP-1 (290-230cm) χαρακτηρίζεται από τα Pinus, που καταλαμβάνουν υψηλές τιμές, και από τη μείωση των Tilletia και Poaceae. Γενικά, διακρίνουμε πεύκα, γύρη γρασιδιού (οικογένεια Poaceae), σπόροι φτέρης (οικογένεια Polypodiaceae) και πλήθος dinocysts, όπως Lingulodinium, Virgodinium και Spiniferites.

Αντίθετα, στην ζώνη SOP-2 (230-270cm) έχουμε μείωση των dinocysts και γίνεται φανερό ότι κυριαρχούν οι κόκκοι γύρης από Cichoriaceae. Σε αυτή τη ζώνη η αναλογία από Teliospores από Tilletia αυξάνεται τόσο όσο και τα φύκη του γλυκού νερού (freshwater algae), όπως το Chomotriletes circulus.

Στην τρίτη ζώνη, την ζώνη SOP-3(170-100cm), παρατηρούμε μια αύξηση στα φύκη του γλυκού νερού (freshwater algae) και στα teliospores (γένος Tilletia), ενώ στα Cichoriaceae και στα dinocysts υπάρχει φανερή μείωση. Διακρίνουμε επίσης, υδρόβια φυτά, όπως Elodea, Nymphaea, και σπόρια φτέρης (οικογένεια Polypodiaceae) και στο τέλος της ζώνης οι κόκκοι από Tilletia μειώνονται ελαφρώς και οι γύρη γρασιδιού αυξάνεται.⁶⁶

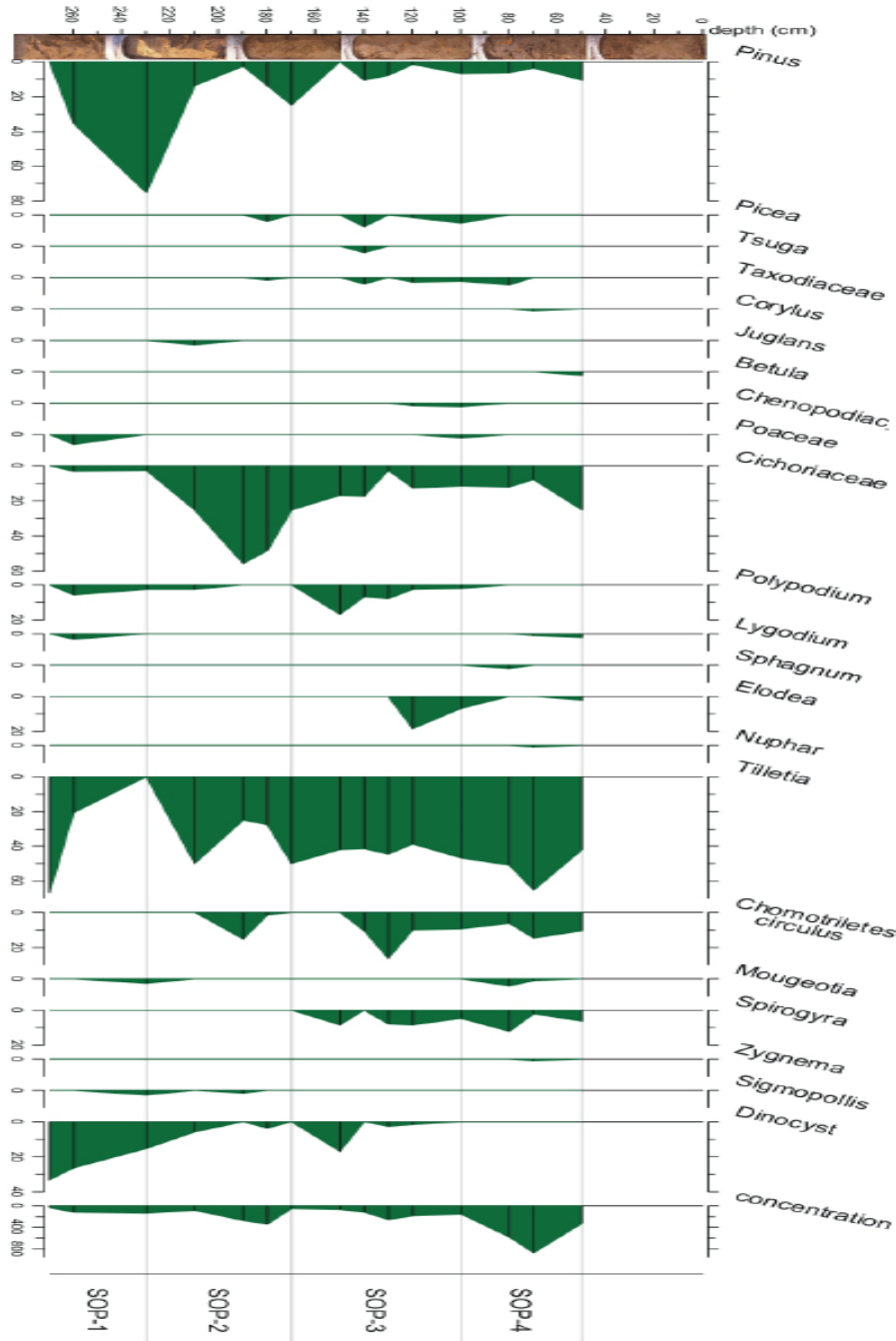
Η τέταρτη ζώνη (SOP-4, 100-50cm), η οποία είναι η νεότερη, τα dinocysts εξαφανίζονται. Διαπιστώνουμε ότι η γύρη από Cichoriaceae παραμένει σχετικά ίδια με την προηγούμενη ζώνη, σε αντίθεση με τα teliospores (γένος Tilletia) που αυξάνονται. Ελαφρώς αύξηση εμφανίζεται και στα δέντρα φουντουκιάς (Hazel), σημύδα (Betula) και λεπτοκαρυάς (Corylus). Τέλος, βλέπουμε την ύπαρξη φυκών του γλυκού νερού, όπως Mougeotia, Zygnema και Spirogyra, και γύρη από υδρόβια φυτά και κόκκους από φτέρη (οικογένεια Polypodiaceae).

Σύμφωνα με τους Bakrac et al. (2015), η κακή διατήρηση της γύρης και η χαμηλή συγκέντρωση της δεν μας βοηθάει στο να ερμηνεύσουμε με αξιοπιστία το περιβάλλον του αρχαιολογικού χώρου Sorot, αλλά είμαστε στη θέση να υποθέτουμε μόνο. Μια άποψη θέλει την περιοχή καλυμμένη από φυλλοβόλα και κωνοφόρα δέντρα και με την ύπαρξη στάσιμου νερού. Στη συνέχεια, εξελίσσεται σε εδάφη για καλλιέργεια και

⁶⁵ Bakrac et al 2015, σελ.304

⁶⁶ Bakrac et al 2015, σελ.308

βοσκοτόπους και στο τέλος, τα εγκαταλελειμμένα αγροτικά εδάφη ίσως μετατράπηκαν σε δασώδη βλάστηση⁶⁷, κάτι που δηλώνει έμμεσα ότι με την απομάκρυνση του ανθρώπου από τον χώρο ξεκινά η σταδιακή αποκατάσταση της χλωρίδας.



Εικόνα 13. Παλυνολογικό διάγραμμα από τον Νεολιθικό οικισμό στο Sorot της Κροατίας. (Bakrac et al. 2015, σελ.307)

⁶⁷ Bakrac et al 2015, σελ.309

Δ. ΒΟΡΕΙΑ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ - ΑΛΒΑΝΙΑ

Γενικά, η Βαλκανική χερσόνησος είναι πλούσια σε τεταρτογενείς λίμνες, στις οποίες έχουν γίνει καταγραφές ιζημάτων που παρέχουν βασικές πληροφορίες για την προηγούμενη βλάστηση και τις κλιματικές αλλαγές, οι οποίες μας πηγαίνουν εκατοντάδες χρόνια πίσω.⁶⁸ Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η λίμνη Ohrid (Οχρίδα ή Αχρίδα).

Η εν λόγω λίμνη αποτελεί την παλαιότερη λίμνη της Ευρώπης, η οποία βρίσκεται μεταξύ των συνόρων της Βόρειας Μακεδονίας και της Αλβανίας, και γενικά είναι τοποθετημένη στην Βαλκανική χερσόνησο. Έχει έκταση 360 χλμ, μέγιστο βάθος έχει 293 μέτρα και είναι οριοθετημένη από τα όρη Mokra στα δυτικά και από τα όρη Galicica στα ανατολικά.⁶⁹

Το 2013, στα πλαίσια του έργου SCOPSCO (Scientific Collaboration on past Speciation Conditions in lake Ohrid) διεξήχθη μια γεώτρηση στην λίμνη, η οποία χρηματοδοτήθηκε κυρίως από το ICOP (διεθνές πρόγραμμα στήριξης της διεθνούς επιστημονικής διατριβής).⁷⁰ Η μελέτη και η ανάλυση της γύρης, που διεξήχθησαν από τους πυρήνες που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη γεώτρηση, οδήγησε στον σχηματισμό ενός παλυνολογικού διαγράμματος. Συνολικά επεξεργάστηκαν 306 δείγματα ιζημάτων.⁷¹ Έτσι, παρατηρούνται περίοδοι με δάση αλλά και μη δασικές, χωρίς όμως να έχουμε την ολική εξαφάνιση των δέντρων.

Στην εικόνα 14, παρουσιάζεται το παλυνολογικό διάγραμμα που προκύπτει από την επεξεργασία και την ανάλυση της γύρης από την λίμνη Ohrid. Το διάγραμμα χωρίζεται σε δεκατρείς ζώνες, δηλαδή από την ζώνη OD-1 μέχρι τη ζώνη OD-13.

Η ζώνη OD-13 (502-488 ka BP) ανάμεσα στα βότανα κυριαρχούν τα Poaceae και επικρατούν μεσόφιλα και ορεινά δέντρα, καθώς και δάση που αρχικά ήταν Abies και αργότερα Q.Robur-type.⁷² Στην ζώνη OD-12 (488-459 ka BP) έχουμε ανοικτή βλάστηση με Poaceae, Cyperaceae, Chenopodiaceae, Cichorioideae και Artemisia, όπως και δάση Pinus, Abies και Picea.

⁶⁸ Sinopoli et al. 2018, σελ.3

⁶⁹ Sinopoli et al.2018, σελ 4

⁷⁰ Sinopoli et al. 2018, σελ.5

⁷¹ Sadori et al. 2016, σελ. 1427

⁷² Sadori et al. 2016, σελ. 1432

Η ζώνη OD-11 (459-428 ka BP) αποτελεί ανοικτή βλάστηση και υπάρχουν άφθονα Poaceae, Cyperaceae, Chenopodiaceae, Asteroideae, Cichorioideae, Artemisia, Pinus και Hippophae, σε αντίθεση με τα Picea και Abies που είναι χαμηλότερα στη ζώνη. Στη ζώνη OD-10 (428-366 ka BP), τα δάση χαρακτηρίζονται από Quercus robur-type και Q.Cerris-type και τα Poaceae είναι πιο κυρίαρχα από τα βότανα.⁷³

Η OD-9 (366-333 ka BP) ζώνη χαρακτηρίζεται από ανοικτή βλάστηση και με τη άφθονη ποσότητα σε Juniperus-type, Pinus, Hippophae, Chenopodiaceae, Asteroideae, Artemisia και Poaceae. Τα Picea και τα Abies βρίσκονται κυρίως στη μέση της ζώνης. Στην OD-8 (333-288 ka BP) τα Quercus robur-type και Q.Cerris χαρακτηρίζουν τα δάση και τα παράκτια και μεσογειακά δέντρα αξίζουν προσοχή.⁷⁴

Στην OD-7 (288-245 ka BP) η ανοικτή βλάστηση χαρακτηρίζει και αυτήν τη ζώνη. Αποτελείται από άφθονη γύρη από Poaceae, Pinus, Artemisia, Chenopodiaceae και Juniperus. Η OD-6 (245-190 ka BP) χαρακτηρίζεται από την εναλλαγή κωνοφόρων (Pinus, Abies και Picea) και μεσόφιλων δασών (Q.cerris) με τα λιβάδια στέπας (steppe).⁷⁵ Σε υψηλές τιμές στην ζώνη αυτή έχουμε στα Poaceae, Chenopodiaceae, Cichorioideae και Artemisia.

Στις ζώνες OD-5 (190-160 ka BP) και OD-4 (160-129 ka BP), παρατηρούμε μια αύξηση στα Artemisia και μια μείωση στα Poaceae και Cyperaceae, ενώ τα Chenopodiaceae είναι άφθονα. Τα Pinus, Juniperus και Hippophae παρουσιάζουν μέτριες προς υψηλές τιμές στο διάγραμμα. Η ζώνη OD-3 (129-70 ka BP) από δάση Q.robust-type, Q.cerris – type, Abies και Fagus, ενώ η παρουσία Poaceae, Artemisia και Chenopodiaceae δηλώνουν ανοικτή βλάστηση.⁷⁶

Καταληκτικά, στην OD-2 (70-14 ka BP) παρουσιάζεται σε μεγάλη ποσότητα η Artemisia, Poaceae, Chenopodiaceae, Cyperaceae, ενώ διακρίνεται για την χαμηλή ποσότητα σε Pinus και αραιή εμφάνιση ορεινών/μεσόφιλων δεδομένων. Στη ζώνη OD-1 (14-0 ka BP) δεν έχουμε αρκετή ποσότητα μεσογειακών / παράκτιων δέντρων και τα δέντρα χαρακτηρίζονται από την παρουσία των Quercus robur-type και Q.cerris-type.

⁷³ Sadori et al. 2016, σελ. 1432

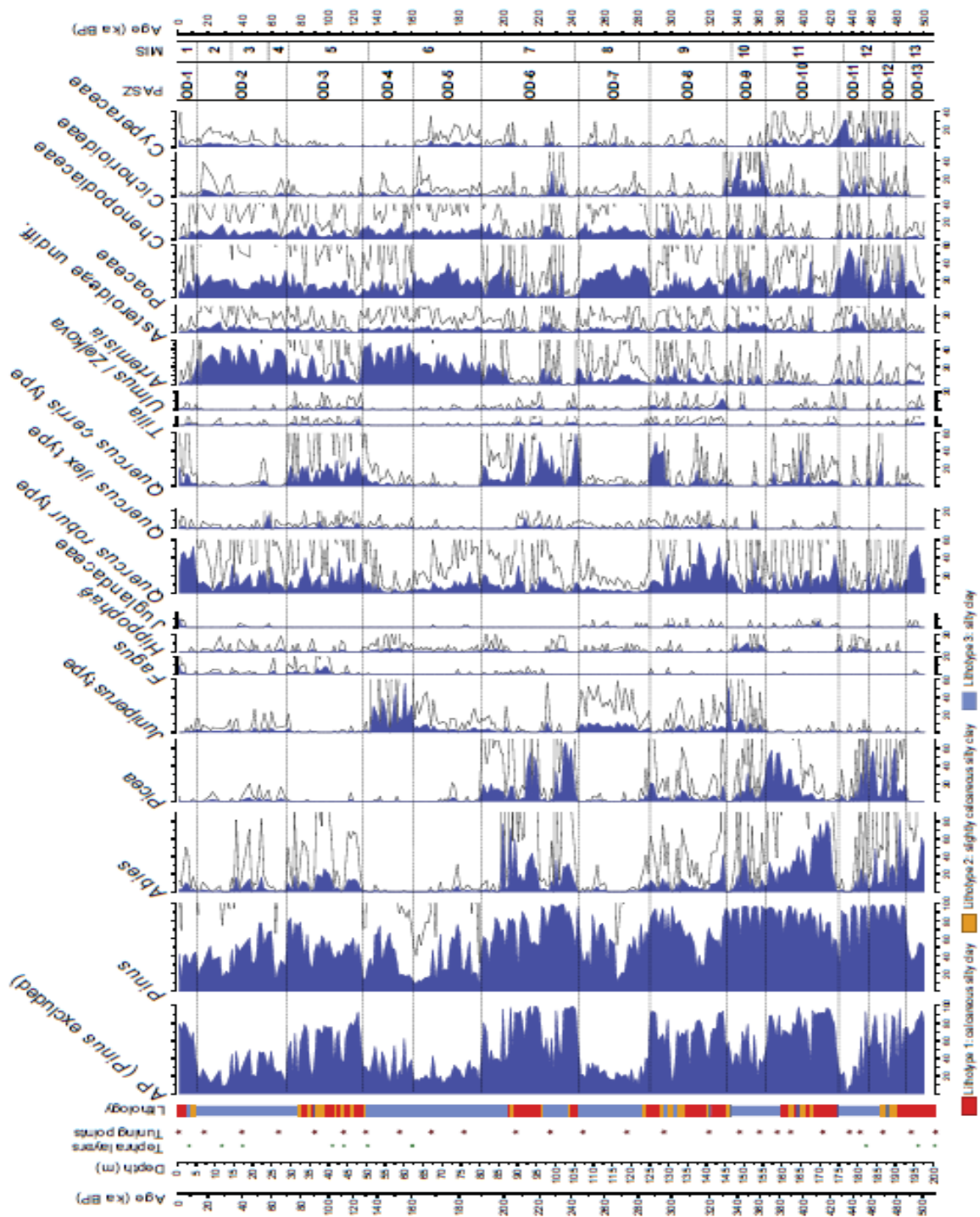
⁷⁴ Sadori et al. 2016, σελ.1431

⁷⁵ Sadori et al. 2016, σελ.1431

⁷⁶ Sadori et al. 2016, σελ.1431

Από τα αποτελέσματα που ξεδιπλώνονται στο παλυνολογικό διάγραμμα, είμαστε σε θέση να διαπιστώσουμε ότι οι κλιματικές και οι περιβαλλοντικές συνθήκες γίνονται φανερές από την ποικιλότητα που εμφανίζει η γύρη. Συνεπώς, οι συνθήκες αυτές βλέπουμε ότι επηρέασαν την ποικιλία των φυτών της λίμνης. Οι ερευνητές υποθέτουν, ότι η λίμνη ίσως δρούσε σαν μια δεξαμενή νερού που παρείχε υγρασία στο περιβάλλον, ακόμα και σε περιόδους δραματικής ξηρασίας ή ψυχρού κλίματος.⁷⁷

⁷⁷ Sadori et al. 2016, σελ.1434



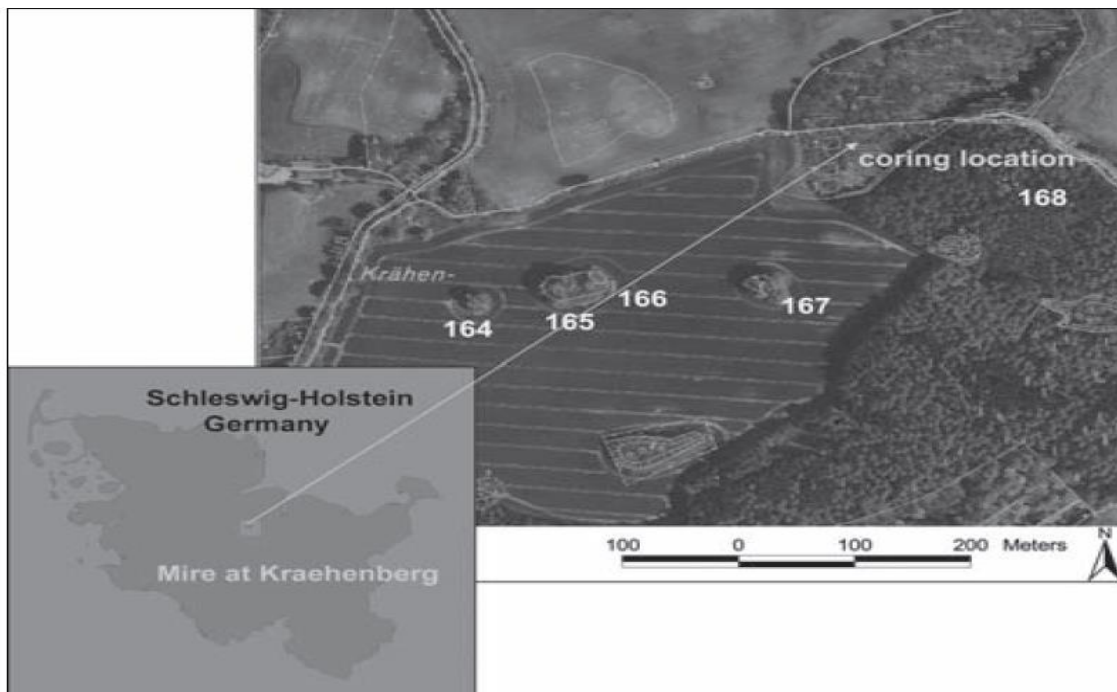
Εικόνα 14. Διάγραμμα γόρης από την λίμνη Ohrid με την συγκέντρωση των γυρεόκοκκων που χαρακτηρίζουν την βλάστηση της περιοχής. (Sadori et al. 2016, σελ.1428)

2.1.2 ΔΥΤΙΚΗ & ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΥΡΩΠΗ

A. ΓΕΡΜΑΝΙΑ

Στην βόρεια Γερμανία πραγματοποιήθηκε μια μελέτη για να εξακριβωθεί αν η τοπική εκκαθάριση των εκτάσεων με δάση, στην περιοχή Krahenberg, συνέβη εξαιτίας της κατασκευής μεγαλιθικών τάφων από τους ανθρώπους. Για να δοθούν απαντήσεις, έπρεπε να μελετηθεί το παλυνολογικό διάγραμμα και τα αρχαιολογικά δεδομένα.

Κωνοφόρα και δέντρα οξιάς καταλαμβάνουν την σημερινή περιοχή του Krahenberg. Στην ερευνούμενη περιοχή, υπήρχαν μικρές κοιλότητες που εξαιτίας του τέλους των Παγετώνων αναπτύχθηκαν σε λίμνες και αργότερα μετατράπηκαν σε μικρούς βάλτους.⁷⁸ Αυτοί οι βάλτοι, λόγω της καλής διατήρησης και της συνεχούς εναπόθεσης ιζημάτων, αποτελούν σημαντικοί παράγοντες για μια ακριβή ανακατασκευή της βλάστησης. Πέντε μεγαλιθικοί τάφοι βρίσκονται τοποθετημένοι εκατό μέτρα μακριά από τον βάλτο του Krahenberg, και θεωρείται ότι έχουν συμβάλει στην αλλαγή της τοπικής βλάστησης μέσα στο χρόνο.



Εικόνα 15. Η ερευνούμενη περιοχή Krahenberg στην βόρεια Γερμανία. (Sadovnik et al. 2012, σελ.199)

⁷⁸ Sadovnik et al. 2012, σελ. 199

Τον Ιούλιο του 2009, λήφθηκε ένας πυρήνας τύρφης από το δυτικό τμήμα του βάλτου. Ανάλυση και επεξεργασία πραγματοποιήθηκε σε περίπου 500 κόκκους δενδροειδούς γύρης. Στην ανάλυση της γύρης, προσδιορίζονται πλήρως η Νεολιθική περίοδος και η Εποχή του Χαλκού (χωρίς την ένδειξη κάποιας παύσης), όπως και ότι η ανώτερη στρώση τυρφής του βάλτου, αφαιρέθηκε από μια παλαιότερη κοπή της τυρφής τον 18^ο αιώνα.⁷⁹

Σύμφωνα με το διάγραμμα (εικόνα 16) που προκύπτει από την συγκεντρωτική ποσότητα της γύρης, εμφανίζονται εννέα τοπικές ζώνες (KRM-1εώς KRM-9).

Στην τοπική ζώνη KRM-1 (4045-3841πΧ), βλέπουμε την περιοχή να είναι καλυμμένη από φυλλοβόλα δάση και τα δέντρα δρυός (*Quercus*), *Tilia* και *Ulmus* να κυριαρχούν σε αυτήν, αν και γύρω στο 3841 cal BC παρατηρείται μια μείωση στη γύρη των *Ulmus* και *Tilia*. Η ανθρώπινη επίδραση στην περιοχή δηλώνεται από την αύξηση της γύρης *Corylus*.⁸⁰ Στην ζώνη KRM-2 (3841-3542π.Χ), παρουσιάζεται η εμφάνιση αγρωστωδών, ερικόδων φυτών (*Ericales*) και *Corylus*, ενώ είναι φανερή η μείωση του γύρης δρυός (*Oak*) και *Lime* και η αύξηση των υδρόβιων φυτών.

Η τοπική ζώνη KRM-3 (3542-313π.Χ) φανερώνει μια αύξηση των *Plantago*-type, *Rumex*-type (ανθρωπογενείς δείκτες) και της γύρης γρασιδιού. Αυτή η περίοδος χαρακτηρίζεται από την αναγέννηση της βλάστησης, όπως μαρτυρά το γεγονός της αύξησης του δέντρου δρυός (*Oak*) και *Lime*. Επίσης, αυτή την περίοδο διακρίνονται χαμηλές τιμές καταλοίπων ξυλάνθρακα, καθώς και πολύ λίγοι κόκκοι γύρης *Cerealia*-type.⁸¹ Στην ζώνη KRM-4 (3131-2940π.Χ), έχουμε χαμηλές τιμές στα *Betula*, *Quercus* και *Tilia*. Αυτή η περίοδος χαρακτηρίζεται από την αύξηση των *Calluna* και *Alnus* και από την μείωση των *Corylus*. Η ανθρώπινη δραστηριότητα γίνεται αντιληπτή από την ύπαρξη αύξησης των απανθρακωμένων σωματιδίων, κάτι το οποίο μπορεί να αποδοθεί σε πυρκαγιά.

Στην ζώνη KRM-5 (2940-2642 π.Χ), παρουσιάζεται μείωση στη γύρη *Alnus* και αύξηση στη γύρη γρασιδιού, *Betula*, *Corylus* και στα φυτά τύπου *Ruderal*. Η KRM-6 ζώνη (2642-2320 π.Χ), παρουσιάζει αύξηση ανθρωπογενών δεικτών, *Corylus*, *Alnus* και

⁷⁹ Sadovnik et al. 2012, σελ. 202

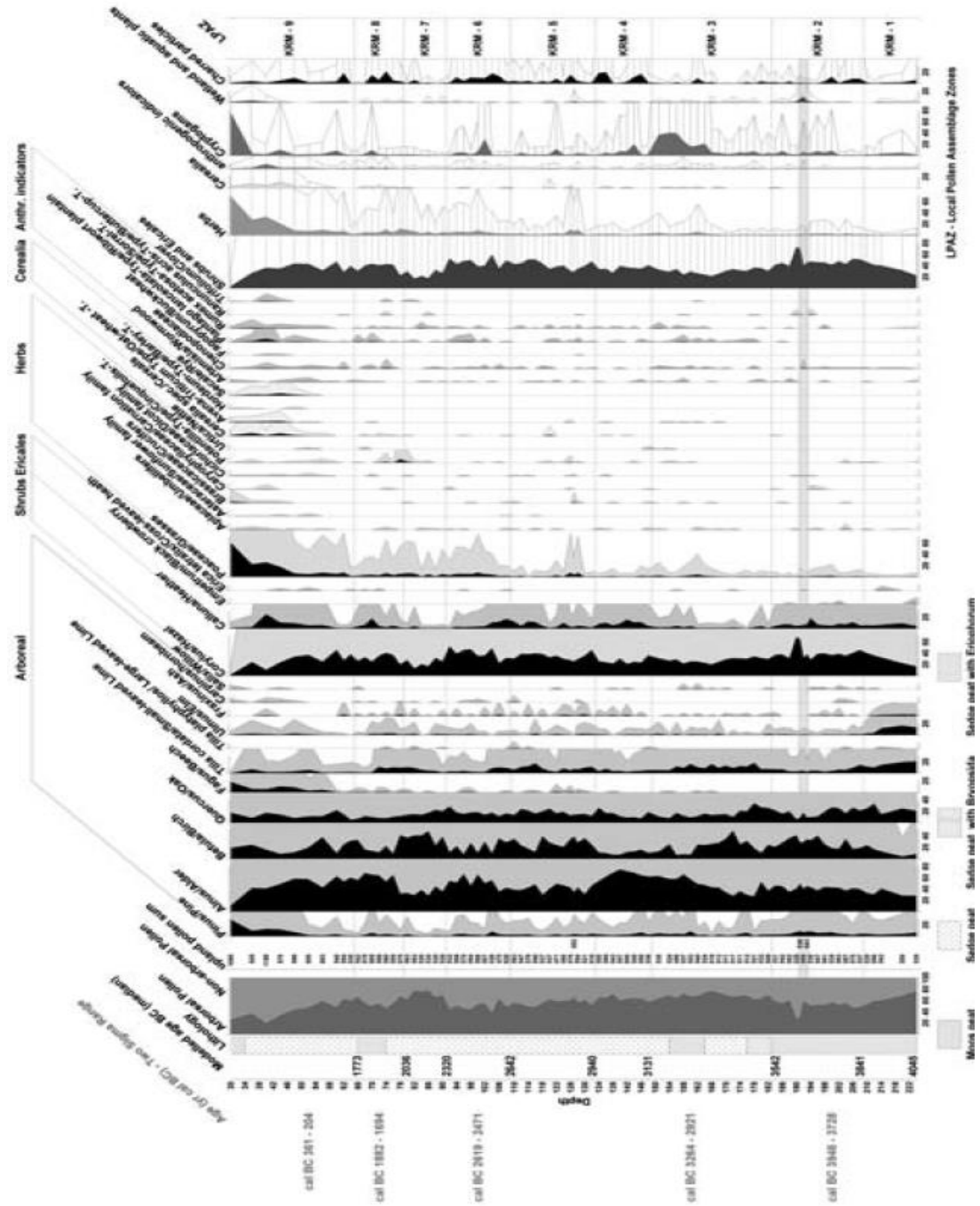
⁸⁰ Sadovnik et al. 2012, σελ. 203

⁸¹ Sadovnik et al. 2012, σελ. 205

Poaceae, χωρίς όμως να υπάρχουν ενδείξεις καλλιέργειας δημητριακών.⁸² Στην KRM-7 (2320-2036 π.Χ), παρατηρείται η παρουσία αυξημένης γύρης *Tilia* και οι χαμηλές τιμές των ανθρωπογενών δεικτών, όπως Poaceae και Calluna , όπου σύμφωνα με αυτή την συγκέντρωση γύρης στο παλυνολογικό διάγραμμα, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι υπήρξε αναγέννηση των δασών. Η τοπική ζώνη KRM-8 (2036-1773 π.Χ), εμφανίζει μείωση της δενδροειδούς γύρης, ενώ οι ανθρωπογενείς δείκτες, τα κατάλοιπα ξυλάνθρακα και η γύρη γρασιδιού αυξάνονται.⁸³ Τέλος, στη ζώνη KRM-9 του διαγράμματος, έχουμε χαμηλές τιμές της γύρης *Tilia* και αύξηση των ανθρωπογενών δεικτών και της γύρης γρασιδιού και δημητριακών.

⁸² Sadovnik et al. 2012, σελ. 206

⁸³ Sadovnik et al. 2012, σελ. 206



Εικόνα 16. Παλυνολογικό διάγραμμα από την περιοχή Krahenberg της Γερμανίας. (Sadovnik et al. 2012, σελ.203)

B. ΟΥΓΓΑΡΙΑ

Έρευνα διεξήχθη το 1998 στη νότια πλευρά του έλους Nagymohos και πραγματοποιήθηκε σειρά αναλύσεων σε ιζήματα που ελήφθησαν από την εν λόγω περιοχή. Αξίζει να σημειωθεί ότι το έλος Nagymohos βρίσκεται στα βορειοανατολικά βουνά της Βουλγαρίας.⁸⁴ Το παλυνολογικό διάγραμμα που υπάρχει στην επόμενη σελίδα (εικόνα 17), παρουσιάζει τις συγκεντρώσεις γύρης ανά πέντε τοπικών ζωνών (NMP-5/NMP-9) και περιλαμβάνει τις περιόδους από το 7500 έως το 4300 cal π. X

Στην τοπική ζώνη NMP-5, παρατηρείται ότι η περιοχή κυριαρχείται από πυκνά δάση, κυρίως από φουντουκιά (Hazel) στα περιμετρικά του έλους, όπως και εκτάσεις από φτελιά (Ulmus), *Fraxinus excelsior*, *Corylus avellana* και *Quercus*.⁸⁵ Η περίοδος που αντιπροσωπεύει την μετάβαση από την ζώνη NMP-5a στη NMP-5β⁸⁶, εμφανίζει μια αύξηση του ξυλάνθρακα, της γύρης *Tilia* και μια μείωση των *Quercus*. Το 5850 cal π.Χ υπάρχει παρουσία κάποιων ειδών της *Sorbus* και ενώ στην προηγούμενη περίοδο είχαμε την επέκταση της φτελιάς (*Ulmus*), τώρα βλέπουμε ότι μειώθηκαν και αντικαταστάθηκαν από δέντρα φραξίνου (*Fraxinus*). Στη συνέχεια, έγινε σταδιακή αναγέννηση των δέντρων φτελιάς (*Ulmus*) και η διαδικασία διήρκεσε 100-150 χρόνια.⁸⁷

Η φουντουκιά (Hazel) παρουσιάζει αύξηση κατά τη χρονική περίοδο 5700-5300 cal π.Χ, ενώ το 5250 cal π. X η γύρη των *Ulmus* και *Corylus* μειώνονται. Πυρκαγιές, όχι τόσο μεγάλης κλίμακας, φανερώνονται ότι εκδηλώθηκαν εκεί, όπως υποδεικνύει η αύξηση συγκέντρωσης ξυλάνθρακα. Το 5000 cal π.Χ περίπου, χαρακτηρίζεται από την αύξηση της γύρης που αφορά τα *Corylus*, *Tilia*, *Sorbus*, *Hedera helix* και διακρίνεται και η επανάκαμψη του *Ulmus*. Βέβαια, το 4200 cal π.Χ είμαστε σε θέση να διαπιστώσουμε ότι υπήρχαν αρκετές πυρκαγιές, τόσο από την αύξηση του ξυλάνθρακα, όσο και από την εμφάνιση ποωδών φυτών (*Artemisia*, *Poaceae*, *Triticum* και *Secale*), όσο και από την μειωμένη δεντρική γύρη. Γύρω στο 4300 cal π.Χ έχουμε μια παύση στη συσσώρευση ιζημάτων προέρχεται από μια προϊστορική κοπή της τύρφης και αποτρέπει την οποιαδήποτε ανακατασκευή.⁸⁸

⁸⁴ Magyari et al. 2001, σελ. 1020

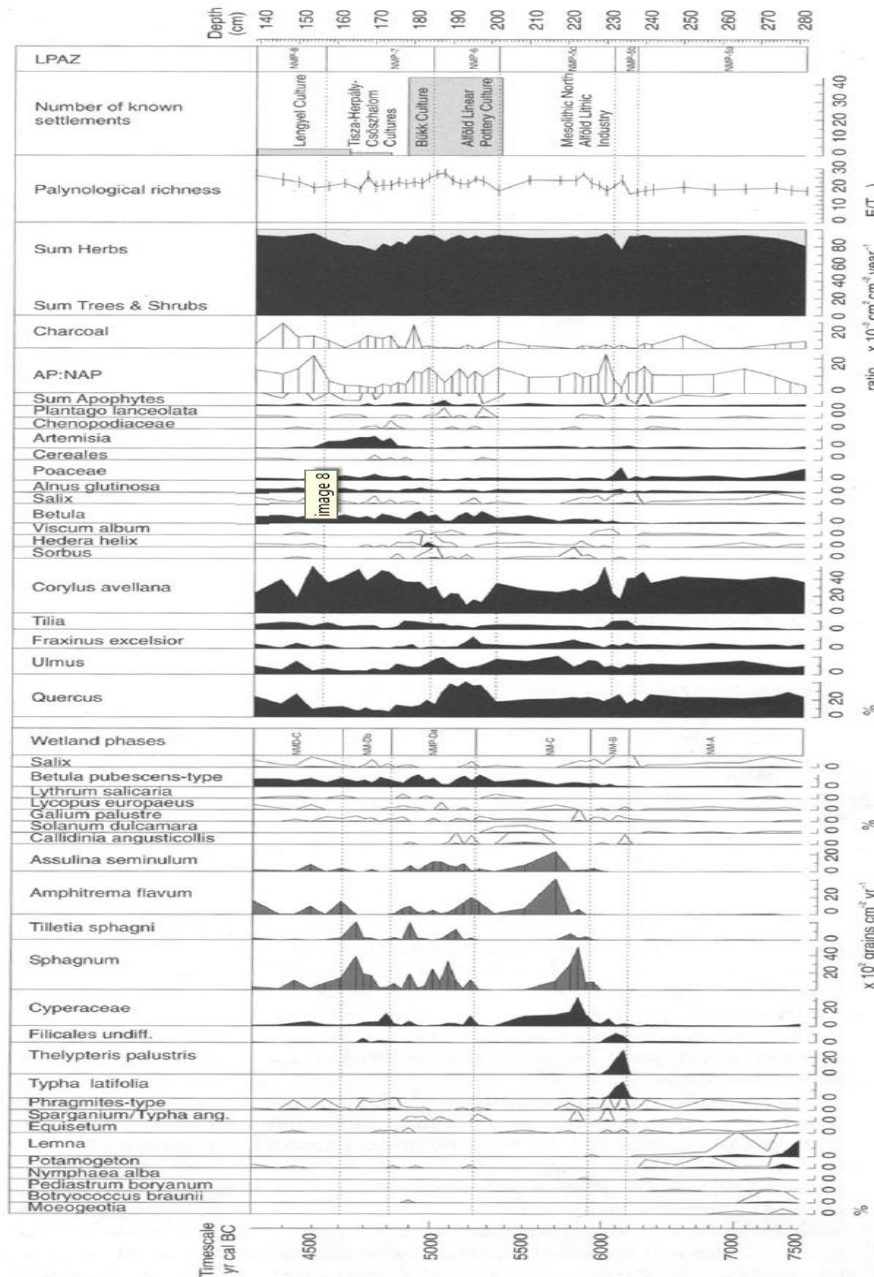
⁸⁵ Magyari et al. 2001, σελ. 1025

⁸⁶ Magyari et al. 2001, σελ. 1025

⁸⁷ Magyari et al. 2001, σελ. 1025

⁸⁸ Magyari et al. 2001, σελ. 1027

Καταληκτικά, η άνοδος του *Sphagnum* σηματοδοτεί μια σημαντική μετατόπιση στη λειτουργία του οικοσυστήματος, με τα ποσοστά αποσύνθεσης να επηρεάζονται κυρίως από τη θέση του υδροφόρου ορίζοντα και μπορεί να οφείλεται στην αλλαγή του κλίματος, όπως και σε άλλους παράγοντες (ανθρώπινη δραστηριότητα).⁸⁹



Εικόνα 17. Διάγραμμα γύρης από το έλος Nagymohos στην Βουλγαρία. (Magyari et al. 2001, σελ.1026)

⁸⁹ Magyari et al. 2001, σελ. 1027

Γ. ΠΟΛΩΝΙΑ

Στην Πολωνία πραγματοποιήθηκε παλυνολογική ανάλυση διεξάγοντας δείγματα τύρφης από δύο κοιλάτητες στο δάσος Bialowieza, το οποίο λαμβάνει χώρα στο βόρειο τμήμα του Εθνικού Πάρκου της Πολωνίας.⁹⁰ Στόχος αυτής της έρευνας υπήρξε η ανασύσταση της δασικής ιστορίας της περιοχής τα τελευταία 1200 με 1500 χρόνια.

Στην εικόνα 18 παρουσιάζεται το διάγραμμα της συγκέντρωσης γύρης στη πρώτη κοιλάτητα που εξετάστηκε. Χωρίζεται σε τρεις ζώνες (BFI-1 έως BFI-3) και καλύπτουν την περίοδο 500 μ.Χ ως το 1990 μ.Χ.

Η πρώτη ζώνη, (BFI-1) καλύπτει την χρονολογία 500-1750 μ.Χ και τα δάση χαρακτηρίζονται από Pinus, Alnus, Betula και έχουμε στα πρώιμα αυτά στάδια και την αύξηση των Picea και Carpinus.⁹¹ Ένα σημάδι που υποδηλώνει κάποια διαταραχή στη χλωρίδα του δάσους αποτελεί η αύξηση του ξυλάνθρακα (1430 μ.Χ περίπου). Η γύρη Corylus μειώθηκε και υπήρχαν αυξήσεις στους γυρεόκοκκους Tilia, Populus και Calluna, όπου η αύξηση των δύο τελευταίων υποδεικνύουν μεγαλύτερη διείσδυση φωτός μέσα από έναν πιο ανοικτό θόλο.⁹²

Στην δεύτερη ζώνη, (BFI-2) καλύπτεται η περίοδος 1750-1920 μ.Χ και χαρακτηρίζεται από την μείωση ξυλάνθρακα, την σημαντική αύξηση της γύρης Gramineae (ένδειξη ανοικτού θόλου) και την αύξηση ποωδών ειδών, όπως Chenopodiaceae, Melampyrum, Rumex acetosa -type και Hypericum perforatum- type.⁹³ Στο διάγραμμα φαίνονται ξεκάθαρα οι μειώσεις στη γύρη Tilia, Alnus, Ulmus, Calluna, Corylus και Pinus, ενώ η κοινότητα των δασών εξακολουθεί να εμφανίζει κυρίως Peucedano- Pinetum με αυξημένη κάλυψη Picea.⁹⁴

Η Τρίτη ζώνη (BFI-3) προσδιορίζει την περίοδο 1929-1990 μ.Χ και χαρακτηρίζεται από την ανάκτηση του δάσους υπό την μείωση της βοσκής, ευνοώντας τα πλατύφυλλα είδη.⁹⁵ Αυτήν την περίοδο παρατηρείται η μείωση της γύρης Tilia και η αύξηση των

⁹⁰ Mitchell & Cole 1998, σελ.1042

⁹¹ Mitchell & Cole 1998, σελ.1048

⁹² Mitchell & Cole 1998, σελ.1048

⁹³ Mitchell & Cole 1998, σελ. 1049

⁹⁴ Mitchell & Cole 1998, σελ.1049

⁹⁵ Mitchell & Cole 1998, σελ.1049

επεκτάσεων *Carpinus* και *Quercus*, καθώς και η αλλαγή του δάσους *Peucedano-Pinetum*- type σε *Picea*, *Quercus* και *Carpinus*.⁹⁶

Στην εικόνα 19 παρουσιάζεται το παλυνολογικό διάγραμμα με την συγκέντρωση γύρης που βρέθηκε στη 2^η κοιλότητα που εξετάστηκε. Διακρίνονται δυο ζώνες που περιλαμβάνουν την χρονική περίοδο από το 880 έως το 1990 μ.Χ

Στην πρώτη ζώνη (BPII-1), κυριαρχεί το μεγαλύτερο ποσοστό δενδρικής γύρης, χαρακτηρίζεται από την γύρη *Pinus*, *Alnus*, *Corylus* και την μείωση της *Tilia*.⁹⁷

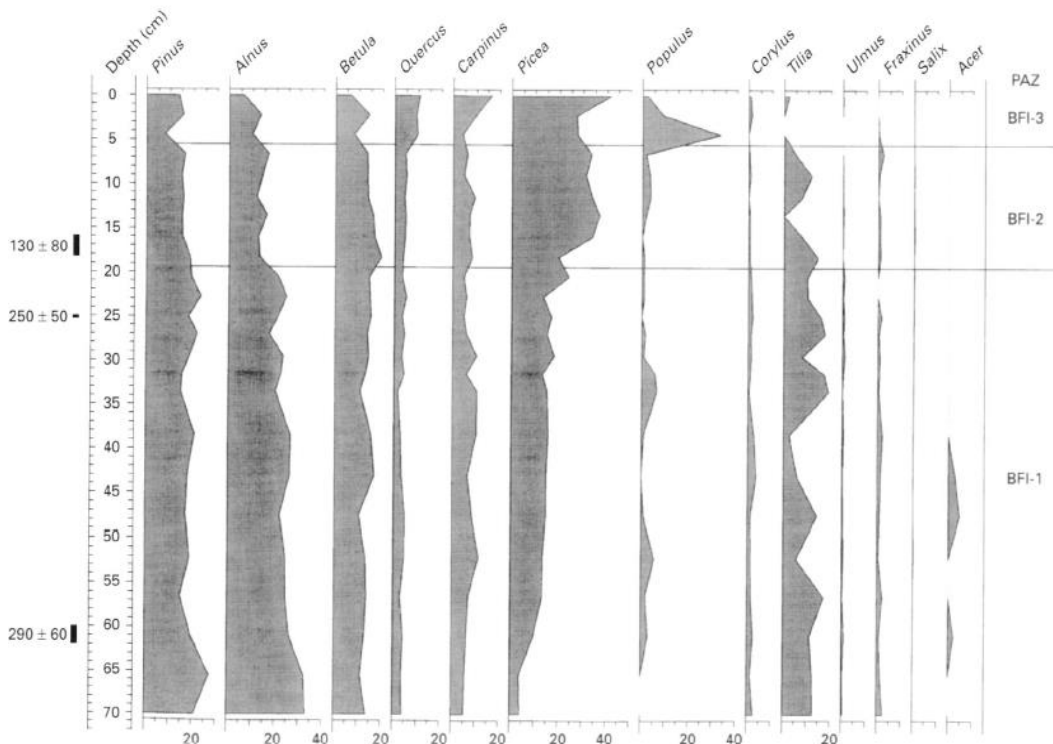
Στην δεύτερη ζώνη (BPII-2), περιλαμβάνει την περίοδο 1230-1990 μ.Χ και κυριαρχεί η γύρη *Quercus*. Σχετική αύξηση υπήρξε στη γύρη *Carpinus*, ενώ άλλα δεντρικά είδη μειώνονται.⁹⁸ Τα πλατύφυλλα είδη έχουν αυξηθεί, περιορίζοντας έτσι τη δυνατότητα στα *Pinus* να αναγεννηθούν. Τέλος, η κυριαρχία της γύρης *Quercus* ίσως μπορεί να αποδοθεί στην ανταγωνιστικότητα του έναντι της γύρης *Tilia* και *Carpinus*.⁹⁹

⁹⁶ Mitchell & Cole 1998, σελ.1049

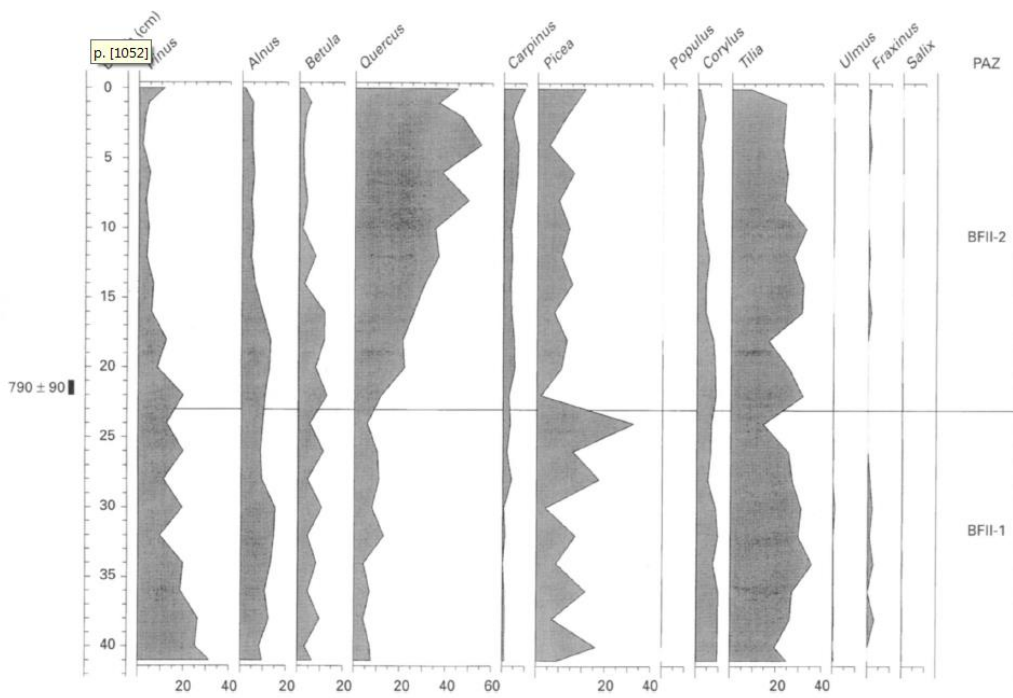
⁹⁷ Mitchell & Cole 1998, σελ.1051

⁹⁸ Mitchell & Cole 1998, σελ.1051

⁹⁹ Mitchell & Cole 1998, σελ.1051



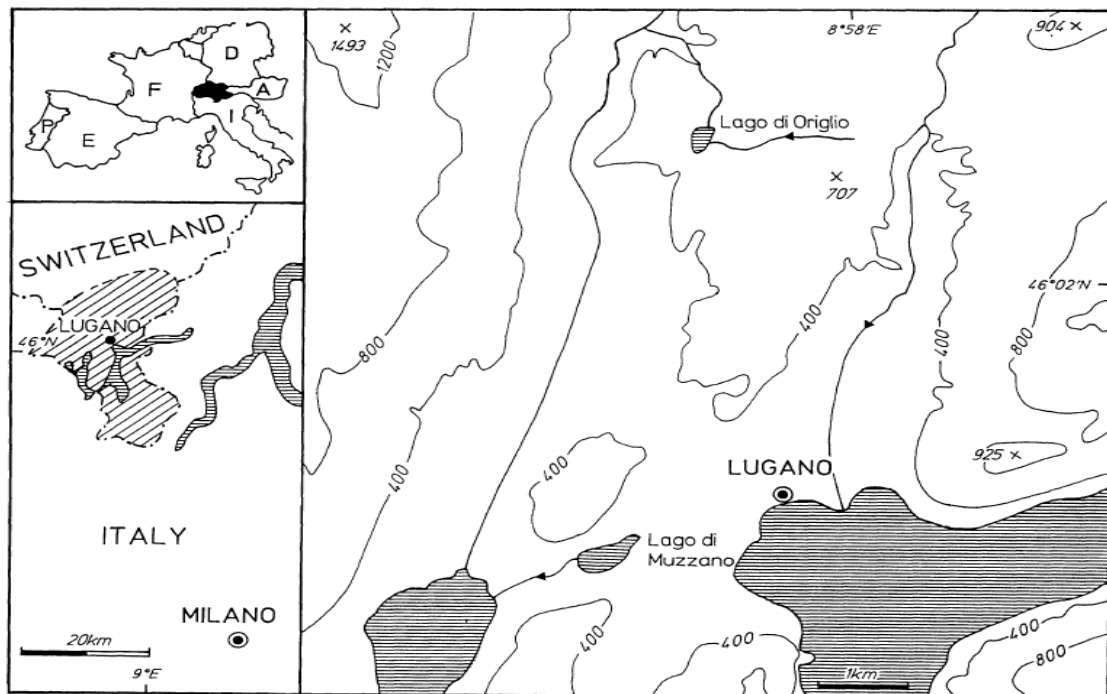
Εικόνα 18. Διάγραμμα της συγκέντρωσης γύρης από την πρώτη κοιλότητα του δάσους Bialowieza. (Mitchell & Cole 1998, σελ.1048)



Εικόνα 19. Διάγραμμα της συγκέντρωσης γύρης από την δεύτερη κοιλότητα του δάσους Bialowieza. (Mitchell & Cole 1998, σελ.1052)

Δ. ΕΛΒΕΤΙΑ

Ανάλυση γύρης και ξυλάνθρακα πραγματοποιήθηκε στην νότια Ελβετία, σε δυο λίμνες της¹⁰⁰, οι οποίες είναι η Lago di Origlio (έκταση 8 ha) και η Lago di Muzzano (εκταση 22 ha) και βρίσκονται στη νότια πλευρά των Άλπεων (εικόνα 20).¹⁰¹ Μέσα από τις αναλύσεις θα γίνει ξεκάθαρο ότι οι πυρκαγιές συνέβαλαν στην διαμόρφωση της βλάστησης και της μορφής του δάσους. Έτσι λοιπόν, μετά από μια χρονοβόρα δειγματοληψία που έλαβε μέρος στο πιο βαθύ σημείο των λιμνών, ακολούθησε η επεξεργασία και η ανάλυση των γυρεόκοκκων, καθώς και του ξυλάνθρακα. Τα αποτελέσματα δόθηκαν στο διάγραμμα που παρουσιάζεται στην Εικόνα 21



Εικόνα 20. Ο χάρτης απεικονίζει τις δύο λίμνες, Lago di Origlio & Lago di Muzzano, όπου πραγματοποιήθηκε η ανάλυση γύρης και ξυλάνθρακα. (Tinner et al. 1999, σελ.274)

Η Lago di Origlio και η Lago di Muzzano δεν διαφέρουν τόσο μεταξύ τους και προκύπτει μια σχετικά ίδια βλάστηση. Για αυτόν τον λόγο θα παραθέσω το παλυνολογικό διάγραμμα από την λίμνη Lago di Origlio. Σύμφωνα λοιπόν με το

¹⁰⁰ Tinner et al. 1999, σελ. 273

¹⁰¹ Tinner et al. 1999, σελ. 274

διάγραμμα (εικόνα 21), στην αρχή του Ολοκαινού (9.200-10.000π.Χ) οι δασικές εκτάσεις του ύστερου Παγετώνα αντικαταστάθηκαν με ηπειρωτικά δάση και θάμνους¹⁰² και μετά από 2.000 χρόνια τα *Abies* και *Alnus glutinosa* επεκτάθηκαν σημαντικά.¹⁰³ Οι γυρεόκοκοι *Ulmus*, *Quercus* και *Tilia* δηλώνουν την ύπαρξη θερμόφιλων δασών. Την περίοδο μεταξύ 5.000 με 3.000 παρατηρείται ότι οι κόκκοι γύρης από *Alnus glutinosa* και από *Corylus* παίρνουν τη θέση που κατείχαν οι γυρεόκοκοι *Abies*, όχι όμως μόνιμα. Οι ανθρωπογενείς διαταραχές της δασικής βλάστησης γίνονται αντιληπτές από την παρουσία των γυρεόκοκκων *Plantago lanceolata*, *Cerealia* ενώ τα δείγματα από *Ostrya*, *Fraxinus ornus*, *Virus*, *Staphylea pinata*, *Buxus*, *Quercus ilex*, *Olea*, *Phillyrea*, *Pistacia*, *Plex*, *Viscum* και *Hedera* δείχνουν μια περαιτέρω θέρμανση του κλίματος.¹⁰⁴

Το 2.700 π.Χ παρατηρείται μικρή έως μηδαμινή παρουσία γύρης *Abies* που σηματοδοτεί την εξαφάνιση τους και ως εκ τούτων έχουμε την επέκταση της γύρης *Fagus*. Από το 2.150 π.Χ γίνεται αντιληπτή η ανθρώπινη δραστηριότητα στις εκτάσεις γης, τόσο από τα αρκετά μεγάλα ποσοστά ανθρωπογενών δεικτών, όσο και από τις υψηλές τιμές μη δενδρικής γύρης. Την περίοδο μεταξύ του 5.100 με 3.100 π.Χ διαπιστώνεται η εξαφάνιση των *Abies alba*, ίσως επειδή υπήρξε ένα αρκετά ξηρό κλίμα. Στο διάγραμμα επίσης, παρατηρείται ότι με την παρουσία αρκετής ποσότητας ξυλάνθρακα ακολουθείται μια μείωση στα *Fraxinus excelsior*, *Hedera*, *Ulmus* κλπ, που μας οδηγεί στο συμπέρασμα αυτά ελαττώθηκαν μετά από την εκδήλωση φωτιάς.

Έπειτα, ακολούθησε μια περίοδος αποκατάστασης, όπου τα φυτικά είδη είχαν διαφορετικά ποσοστά ανάκτησης, όπου το *Fraxinus excelsior* φαίνεται να είναι ταχύτερος από όλους και ακολουθείται από *Tilia*, *Ulmus* και *Abies*.¹⁰⁵ Τα *Fagus* και τα *Vitis* έδειξαν μια καθυστερημένη αποκατάσταση.¹⁰⁶ Έτσι αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα είδη που δεν ανακάμπτουν γρήγορα μετά από μια εκδήλωση φωτιάς να μειώνονται αισθητά. Σε αντίθεση με άλλα είδη που δείχνουν αύξηση, όπως τα *Alnus glutinosa*, *Humulus t.*, *Salix* και *Sambucus nigra t.*¹⁰⁷ Η παρουσία των κόκκων *Poaceae* στο

¹⁰² Tinner et al. 1999, σελ. 276

¹⁰³ Tinner et al. 1999, σελ. 276

¹⁰⁴ Tinner et al. 1999, σελ. 276

¹⁰⁵ Tinner et al. 1999, σελ. 278

¹⁰⁶ Tinner et al. 1999, σελ. 280

¹⁰⁷ Tinner et al. 1999, σελ. 282

διάγραμμα υποδηλώνουν μια αύξηση του φωτός και ίσως να υποδεικνύουν βόσκηση σε ελαφρώς ανοικτά δάση (βοσκότοποι).¹⁰⁸

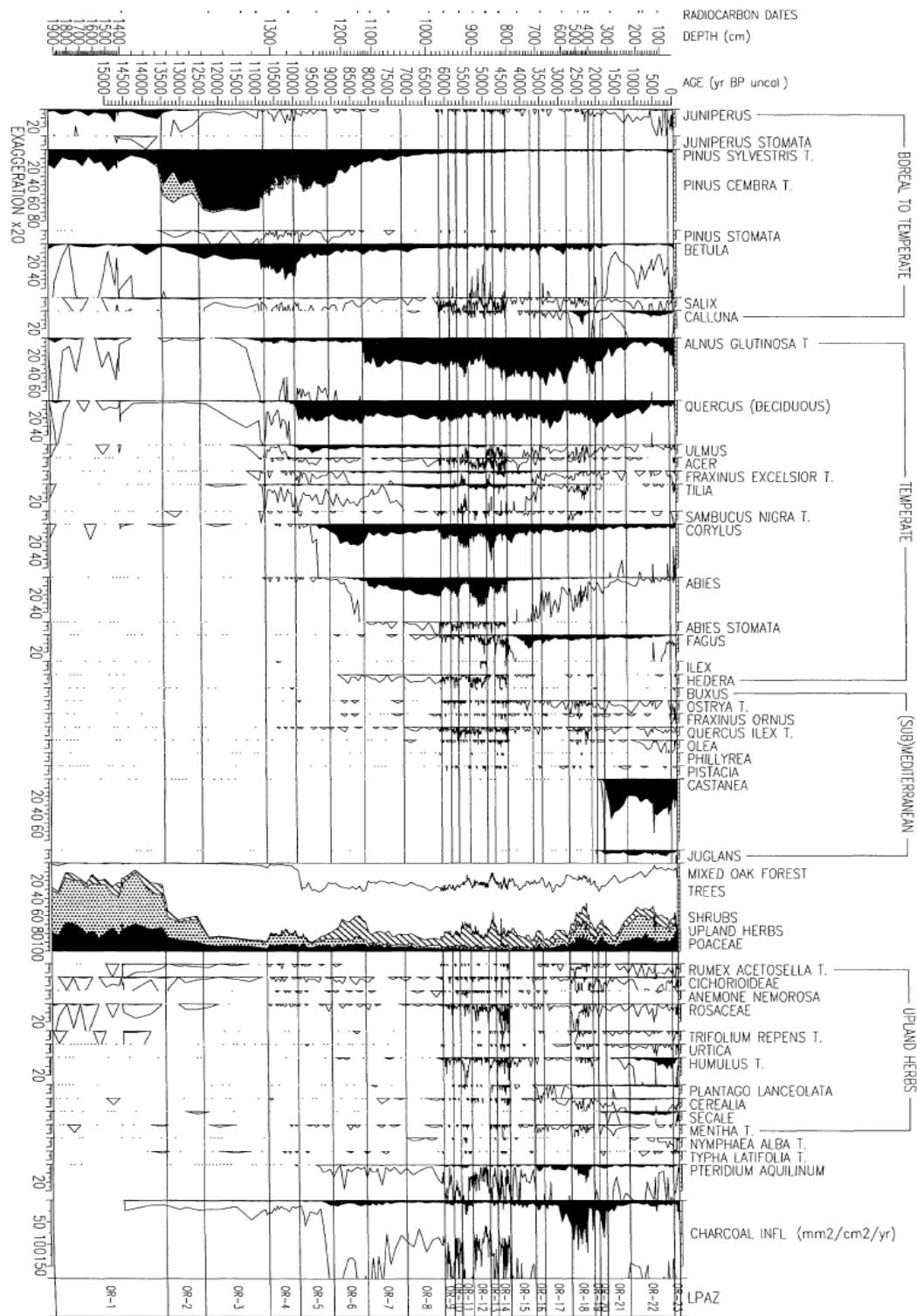
Κλείνοντας, η γύρη των Poaceae, Caryophyllaceae, *Pteridium aquilinum*, *Artemisia*, *Quercus* και *Betula*¹⁰⁹ υποδεικνύουν την ανθρώπινη παρουσία, καθώς αυτά τα είδη απαντώνται σε ανθρωπογενείς τόπους και λιβάδια.¹¹⁰

Το συμπέρασμα που προκύπτει από όλα αυτά τα δεδομένα, είναι ότι οι δραστηριότητες του ανθρώπου ευθύνονται επί το πλείστον για τις πυρκαγιές και συνεπώς, συνέβαλαν στην αυξομείωση ή ακόμα και στη εξαφάνιση χαρακτηριστικών φυτικών ειδών από την ερευνούμενη περιοχή, όπως των *Abies Alba*.

¹⁰⁸ Tinner et al. 1999, σελ. 284

¹⁰⁹ Tinner et al. 1999, σελ. 283

¹¹⁰ Tinner et al. 1999, σελ. 284



Εικόνα 21. Παλυνολογικό διάγραμμα από την λίμνη Lago di Origlio της νότιας Ελβετίας. (Tinner et al. 1999, σελ.279)

2.1.3 ΒΟΡΕΙΑ ΕΥΡΩΠΗ

A. ΣΟΥΗΔΙΑ

Το διάγραμμα γύρης (εικόνα 22) φανερώνει τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση του ξυλάνθρακα και της γύρης, από το δάσος Fiby της Νότιας Σουηδίας. Η δειγματοληψία έλαβε μέρος σε δύο σημεία του δάσους και σε δυο διαφορετικές χρονολογίες. Δηλαδή, τα δείγματα τύρφης (41 cm) συλλέχθηκαν από την πρώτη θέση το 1984 και στην δεύτερη θέση (57 cm) διεξήχθη το 1989.¹¹¹

Το παλυνολογικό διάγραμμα καλύπτει την περίοδο 4.000 cal BP μέχρι και τα τελευταία 200 χρόνια.

Την πρώτη, λοιπόν, περίοδο που χρονολογείται περί το 4.000 με 2.200 cal BP παρατηρείται η υψηλή συγκέντρωση κάποιων ειδών γύρης, που οδηγεί στην άποψη ότι το δάσος άνηκε στον τύπο του μεικτού φυλλοβόλου. Τέτοια είδη αποτελούν οι γυρεόκοκοι *Betula*, *Pinus*, *Alnus*, *Quercus*, *Corylus*, *Tilia* και *Ulmus*. Γύρη από θάμνους και ποώδη φυτά αντιπροσωπεύονται καλύτερα σε μια μικρή περιοχή του δάσους Fiby.¹¹² Υψηλές τιμές ξυλάνθρακα σηματοδοτούν την συνεχόμενη καύση στη περιοχή και η παρουσία της γύρης *Pinus sylvestris* καταστά το δάσος εύφλεκτο.¹¹³ Τα ποσοστά γύρης *Tilia*, *Ulmus* και *Corylus* μειώθηκαν στη διάρκεια αυτής της περιόδου ίσως εξαιτίας του ρόλου της πυρκαγιάς στην περιοχή.¹¹⁴ Το 3.400 cal BP διακρίνεται η εξαφάνιση της γύρης *Ulmus* και γενικότερα, αυτές οι αλλαγές ίσως έχουν να κάνουν με την αύξηση της θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και των συνεχόμενων πυρκαγιών. Πάντως, τα είδη επιβιώνουν σε ίδια σχετικά πλαίσια παρόλες τις πυρκαγιές είναι τα *Alnus* και *Salix*, διότι φαίνεται ότι αναπτύσσονται σε υγρό έδαφος.

Την περίοδο 2.700 μέχρι 2.200 cal BP, τα χαμηλά ποσοστά του ξυλάνθρακα υποδεικνύουν την μεγάλη αύξηση της γύρης *Quercus*, *Corylus*, *Alnus*, *Pinus*, όμως οι απότομες μειώσεις σε αυτά λίγο αργότερα υποδηλώνει την εκδήλωση ενός καταστροφικού συμβάντος. Μετά από το γεγονός αυτό, αυξάνεται η παρουσία *Betula*,

¹¹¹ Bradshaw & Hannon 1992, σελ.626

¹¹² Bradshaw & Hannon 1992, σελ.627

¹¹³ Bradshaw & Hannon 1992, σελ.627

¹¹⁴ Bradshaw & Hannon 1992, σελ.629

Gramineae, Ericaceae, Pinus και έχουμε την πρώτη εμφάνιση της γύρης Picea, η οποία αποδόθηκε σε ψυχρούς χειμώνες σε συνδυασμό με αυξημένες κατακρήμνισεις.¹¹⁵

Την χρονολογία 2.200 έως το 200 cal BP, το δάσος αποτελείται από Betula, Pinus, Alnus, Quercus, Corylus, ενώ η απουσία της γύρης Tilia και Ulmus δείχνει την εξαφάνιση τους από την εν λόγω περιοχή. Οι πυρκαγιές ήταν μάλλον συχνές και το δάσος είχε μια ανοικτή δομή σε Calluna, Gramineae και μερικά βότανα.¹¹⁶ Επίσης, αυτή τη περίοδο υπάρχει αύξηση στους ανθρωπογενείς δείκτες, όπως η γύρη δημητριακών. Προς το τέλος, έχουμε την οριστική εξάλειψη των Quercus και Corylus, που ίσως οφείλεται στη επέμβαση της φωτιάς.

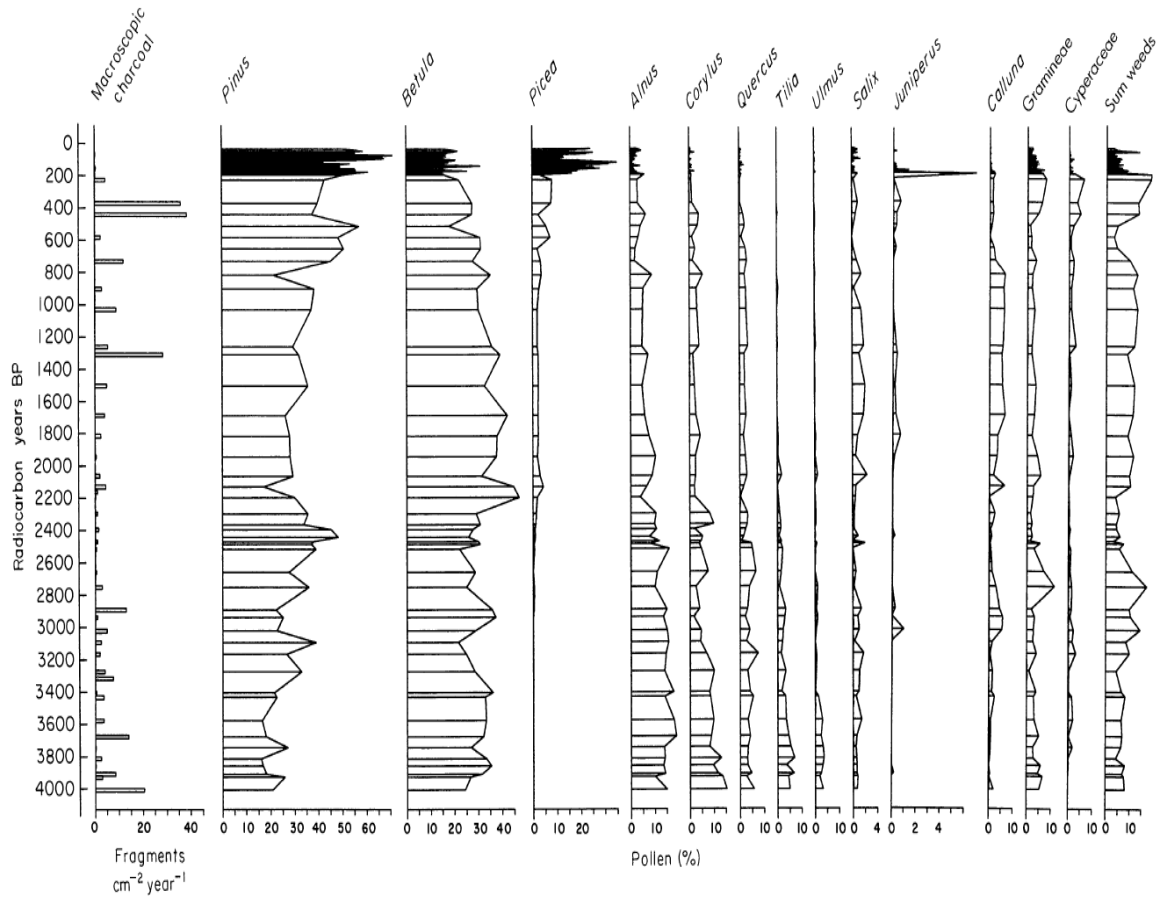
Επιπροσθέτως, τα 200 τελευταία χρόνια, παρατηρείται αρχικά μια αύξηση στη γύρη Juniperus, αλλά αργότερα μειώνεται πάλι. Το δάσος κυριαρχείται επί το πλείστον από Picea μαζί όμως με Pinus φανερώνοντας την σημερινή εμφάνιση του δάσους Fiby. Η καύση σταμάτησε εντελώς, όπως και κάθε βόσκηση, και η ανοικτή χλωρίδα (μαζί και η γύρη Gramineae) μειώθηκε δραματικά.¹¹⁷

Συμπεραίνουμε ότι, αυτές οι αλλαγές στην βλάστηση του δάσους Fiby οφείλονται κυρίως στον ανθρώπινο παράγοντα και τις δραστηριότητες του, για παράδειγμα βόσκηση των ζώων, η καλλιέργεια, η υλοτόμηση των δέντρων και η καύση, καθώς και οι διάφορες επικρατούσες κλιματικές συνθήκες (ξηρό καλοκαίρι, έντονες βροχοπτώσεις).

¹¹⁵ Bradshaw & Hannon 1992, σελ 629

¹¹⁶ Bradshaw & Hannon 1992, σελ 629

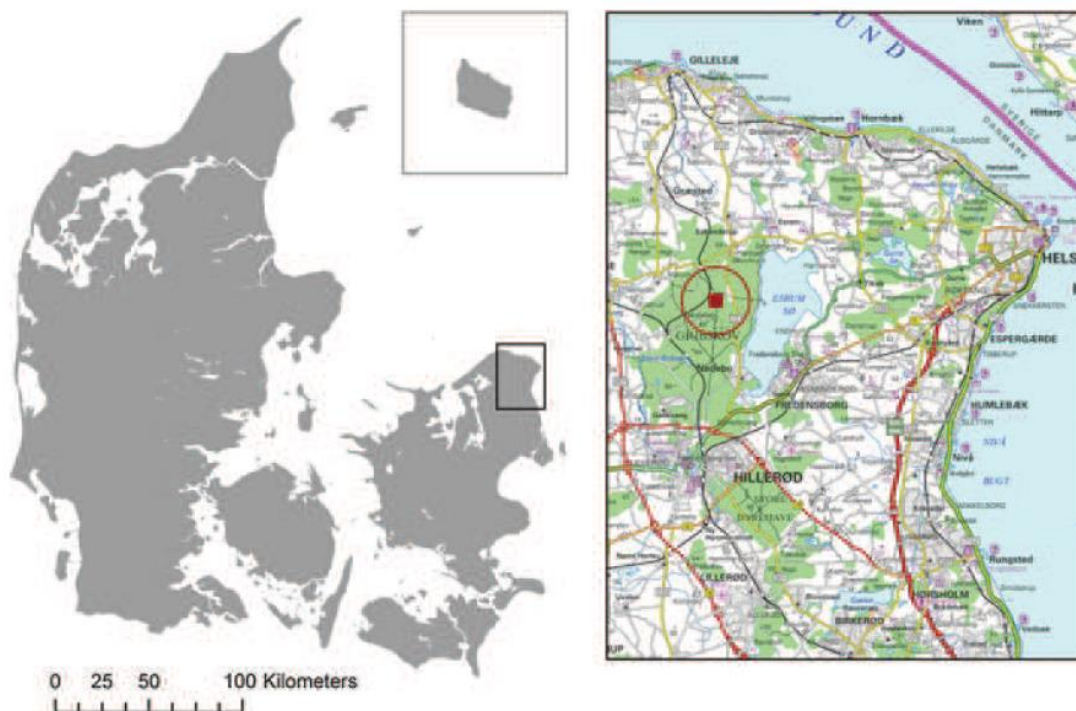
¹¹⁷ Bradshaw & Hannon 1992, σελ.630



Εικόνα 22. Παλυνολογικό διάγραμμα από το δάσος Fiby της Σουηδίας. (Bradshaw & Hannon 1992, σελ.630)

B. ΔΑΝΙΑ

Αναλύσεις με δείγματα γύρης διεξήχθησαν σε αρκετές Δανικές λίμνες¹¹⁸. Το συγκεκριμένο διάγραμμα, προέρχεται από το δάσος Gribskov της Δανίας. Το δάσος Gribskov είναι ένα από τα μεγαλύτερα δάση της Δανίας (5.600 εκτάρια) και η βλάστηση του επηρρεάστηκε έντονα από τους ανθρώπους.¹¹⁹ Το 2008 το δάσος ήταν καλυμμένο με κωνοφόρα, κυρίως *Picea abies*, και με φυλλοβόλα, κυρίως με *Vagus sylvatica*, *Quercus* sp., *Betula* και *Alnus glutinosa*.¹²⁰



Εικόνα 23. Η περιοχή δειματοληψίας στην Δανία. (Overballe-Petersen et al. 2013, σελ.7)

Το παλυνολογικό διάγραμμα (εικόνα 24) καλύπτει την χρονική περίοδο μεταξύ του 11.500 έως σήμερα και χωρίζεται σε πέντε τοπικές ζώνες που υποδεικνύουν την συγκέντρωση της γύρης, αλλά και του ξυλάνθρακα.

Στην πρώτη ζώνη, που καλύπτει την περίοδο 11.500 ως 9.000 cal BP, διαπιστώνεται ότι η παρουσία του ξυλάνθρακα είναι αρκετά συχνή και αυτό υπονοεί ότι υπήρχαν

¹¹⁸ Odgaard & Rasmussen 2000, σελ.734

¹¹⁹ Overballe-Petersen et al. 2012, σελ.244

¹²⁰ Overballe-Petersen et al. 2012, σελ.244

συχνές πυρκαγιές στη περιοχή τα πρώτα χρόνια. Το δάσος πιθανόν αποτελούνταν από *Betula*, *Pinus*, *Populus*, *Salix*, *Corylus* και *Quercus*.¹²¹ Κυρίαρχο δέντρο το 9.500 υπήρξε το *Pinus*, το οποίο ακολουθούν τα *Quercus* και τα *Corylus*. Επιπλέον, σε όλη τη ζώνη υπάρχουν μικρές και συνεχείς καταγραφές γύρης *Tilia*, *Ulmus*, *Fraxinus* και *Fagus* (εμφανίστηκε από το 10.000 cal BP).¹²²

Στην δεύτερη ζώνη, που αφορά το 9.000 έως το 6.500 cal BP, κυριαρχεί το μεικτό φυλλοβόλο δάσος (με *Quercus*, *Ulmus*, *Corylus*). Αυτή τη περίοδο λαμβάνει χώρα η μείωση της γύρης *Quercus* και της *Tilia*, όπως και η σχετικά μηδαμινή παρουσία ξυλάνθρακα. Η καταγραφή των *Betula* και *Pinus*, τα οποία μαζί με τις συνεχείς καμπύλες γύρης βοτάνων, όπως *Ariaceae*, *Artemisia-type*, *Cyperaceae*, *Filipendula*, *Roaceae* και *Urtica*, θα μπορούσαν να δείχνουν ότι επικρατούσαν πιο ανοικτές συνθήκες στο δάσος.¹²³

Στη τρίτη ζώνη (6.500-4.000 cal BP), δεν υπάρχουν ενδείξεις καύσης και η πιο αξιοσημείωτη παρουσία δενδρικής γύρης στη ζώνη αποτελεί η *Tilia* και η άφθονη παρουσία του *Ulmus*, το οποίο χάνει τη δυναμική του το 5.900 cal BP. Στην τέταρτη ζώνη, που αφορά το 4.000 με 1.000 cal BP, γίνονται αντιληπτές οι ανθρωπογενείς επιδράσεις στο δάσος. Το 3.800 cal BP υπάρχει πτώση στις τιμές της δενδρικής γύρης, όπως *Fraxinus*, *Pinus*, *Tilia*, *Ulmus* και αυξήσεις στα *Quercus*, *Calluna vulgaris*, καθώς και στα βότανα, όπως *Plantago lanceolata*, *Rumex acetosella*, *Artemisia-type* και *Filipendula*.¹²⁴ Το δάσος αυτή τη περίοδο κυριαρχείται από *Quercus*, σε αντίθεση με την *Tilia*, που ενώ υπήρξε άφθονη στην προηγούμενη ζώνη, τώρα έχει σχεδόν εξαφανιστεί.

Στην πέμπτη και τελευταία ζώνη, που καλύπτει την περίοδο 1.000. cal BP μέχρι το παρόν, αντικατοπτρίζεται η επίδραση του ανθρώπου. Αυτό φαίνεται από την αφθονία στη γύρη βοτάνων, όπως *Rumex acetosella*, και γενικά αρκετών καλλιεργούμενων ειδών. Η πυρκαγιά που είχε ξεκινήσει στη προηγούμενη ζώνη συνεχίζει με χαμηλές

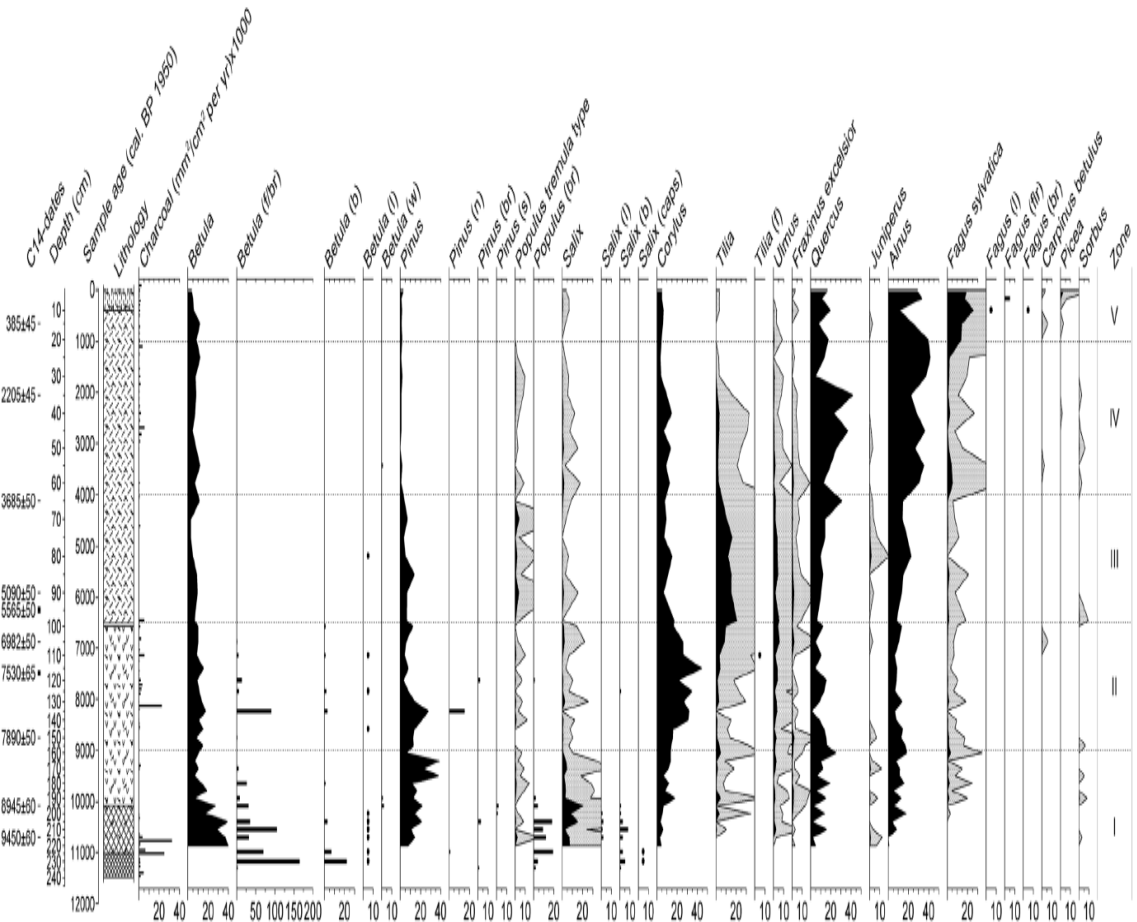
¹²¹ Overballe-Petersen et al. 2012, σελ.246

¹²² Overballe-Petersen et al. 2012, σελ. 250

¹²³ Overballe-Petersen et al. 2012, σελ. 250

¹²⁴ Overballe-Petersen et al. 2012, σελ. 250

τιμές κατά τη διάρκεια της ζώνης, η οποία το 1.000 cal BP παρουσιάζει ταχεία επέκταση *Fagus* μαζί με μειωμένες τιμές *Quercus*.¹²⁵



Εικόνα 24. Διάγραμμα γύρης από το δάσος Gribskov της Δανίας. (Overballe-Petersen et al.2012, σελ.247)

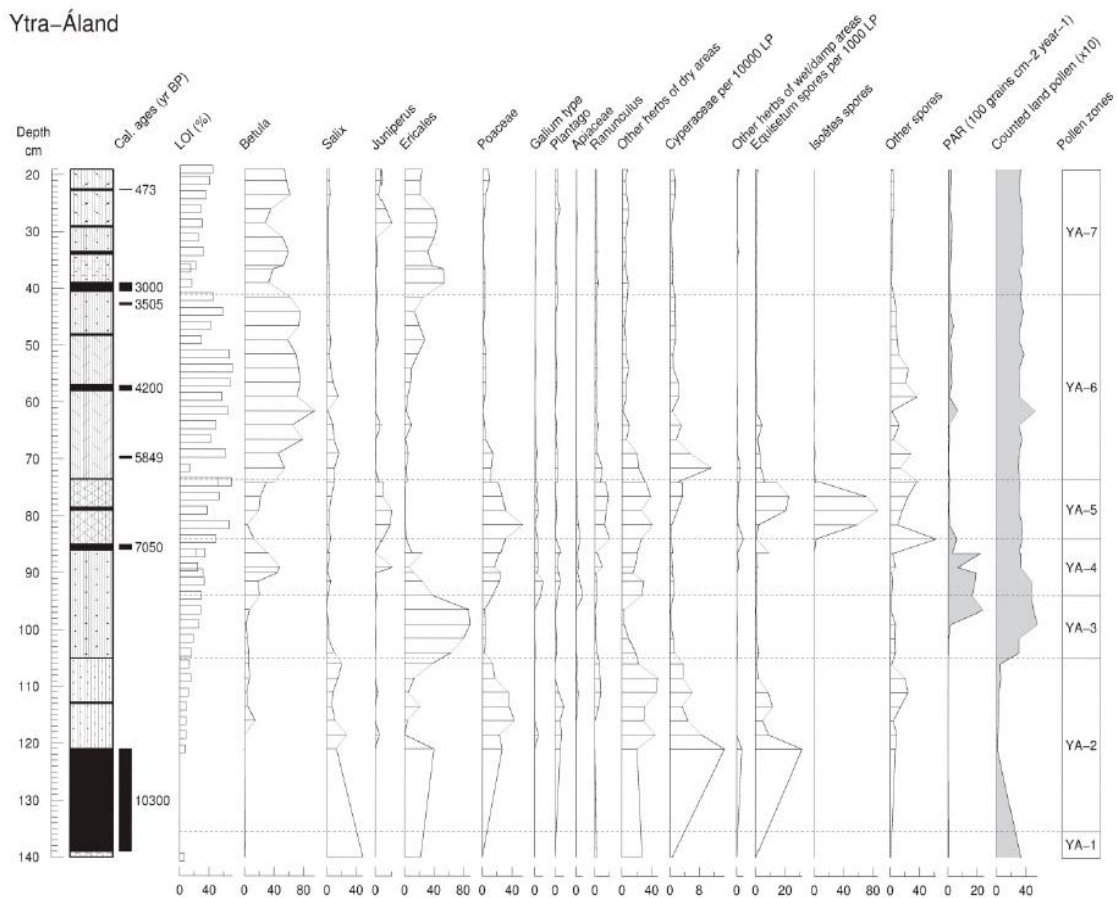
Γ. ΙΣΛΑΝΔΙΑ

Στην Ισλανδία ελήφθησαν δείγματα τύρφης από μια τάφρο σε ένα βοσκότοπο στο αγρόκτημα Ytra-Aland της Thistilfjordur, στην βορειοανατολική Ισλανδία.¹²⁶ Εφόσον

¹²⁵ Overballe-Petersen et al. 2012, σελ. 250

¹²⁶ Karlsdottir et al. 2014, σελ. 97

λήφθηκαν τα δείγματα, ακολούθησε η επεξεργασία και η ανάλυση τους με την χρήση του οπτικού μικροσκοπίου. Κάθε δείγμα περιείχε περίπου τριακόσιους γυρεόκοκκους με εξαίρεση επτά δείγματα βάθους 106-121 cm, στα οποία η συγκέντρωση γύρης ήταν χαμηλή.¹²⁷ Το διάγραμμα στην εικόνα 25 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της ανάλυσης και διακρίνεται σε επτά ζώνες που αντιπροσωπεύουν τις συγκεντρώσεις γύρης κατά την Ολόκαινο περίοδο.



Εικόνα 25. Παλυνολογικό διάγραμμα από το Ytra-Åland της βορειοανατολικής Ισλανδίας. (Karlsdottir et al. 2014, σελ.100)

Στην ζώνη YA-1, εμφανίζεται άφθονη γύρη *Salix* μαζί με γύρη *Silene-type*, *Caryophyllaceae* και *Empetrum*, τα οποία υποδηλώνουν αρκτική και χερσαία βλάστηση.¹²⁸ Αξιοσημείωτη φυσικά, υπήρξε η παρουσία της γύρης *Koenigia*. Για την περίοδο 10.800-8.800 cal Ka (ζώνη YA-2) η συγκέντρωση της γύρης ήταν σε χαμηλά

¹²⁷ Karlsdottir et al. 2014, σελ. 97

¹²⁸ Karlsdottir et al. 2014, σελ. 101

επίπεδα. Ετούτοις, από αυτή τη χαμηλή συγκέντρωση γύρης που μετρήθηκε διαπιστώθηκε ότι την περίοδο αυτή η γή ήταν αραιοκατοικημένη με θάμνους, χόρτα και ερεικωδη φυτά.¹²⁹

Την περίοδο 8.800 με 7.700 cal Ka (ζώνη YA-3), έχουμε υψηλή συγκέντρωση ερεικωδων φυτών, ενώ βρέθηκαν και μερικοί κόκκοι από υδρόβια φυτά, όπως *Isoetes spores* και *Mygiorhyllum*¹³⁰ και προς το τέλος, διακρίνεται μια αύξηση στη γύρη *Betula*. Στην τέταρτη ζώνη (YA-4, 7.700-6.800 cal Ka), η συγκέντρωση γύρης είναι σε υψηλά επίπεδα. Χαρακτηριστική είναι η αύξηση της γύρης *Juniperus* και της *Betula*, (αν και η συγκεκριμένη μειώνεται αργότερα) και η γύρη των ερεικωδων φυτών ακολουθεί μια καθοδική πορεία.

Στην πέμπτη ζώνη (YA-5, 6.800-6.100 cal Ka) υπάρχει παρουσία σπόρων *Isoetes* καθώς και μια αύξηση των αγρωστωδών, όπως *Ranunculus* (κυρίως *Ranunculus aqualitis* L.) και *Apiaceae* (πιθανώς *Angelica*).¹³¹ Στην έκτη ζώνη (YA-6, 6.100-3.100 cal Ka) την κυριαρχία στη περιοχή την κατέχουν δέντρα μικτής σημύδας και θαμνότοποι, καθώς οι γυρεόκοκκοι *Betula* και *B. pubescens*.¹³²

Τέλος, στη έβδομη ζώνη (YA-7) καλύπτει τα τελευταία 1.000 χρόνια της Ολόκαινου περιόδου, χωρίς κάποια αλλαγή στη βλάστηση να συνδεθεί με τον ανθρώπινο οικισμό στην περιοχή 1.100 χρόνια πριν.¹³³ Αξιοσημείωτη, υπήρξε η αύξηση της γύρης *Roaceae* και συνεχόμενη μείωση της σημύδας.

2.1.4 ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΕΥΡΩΠΗ

A. ΙΣΠΑΝΙΑ

Την άνοιξη του 2008 πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία στο έλος Las Lanchas της Ισπανίας. Η περιοχή αυτή αποτελεί « ειδικό προστατευόμενο βίοτοπο, σύμφωνα με το

¹²⁹ Karlsdottir et al. 2014, σελ. 101

¹³⁰ Karlsdottir et al. 2014, σελ. 101

¹³¹ Karlsdottir et al. 2014, σελ. 102

¹³² Karlsdottir et al. 2014, σελ. 102

¹³³ Karlsdottir et al. 2014, σελ. 102

νόμο 9/1999 της Castilla-La Mancha». ¹³⁴ Η περιοχή βιώνει ένα μεσογειακό κλίμα με ξηρά και ζεστά καλοκαίρια και επηρεάζεται από Ατλαντικούς ανέμους από τα νοτιοδυτικά. ¹³⁵



Εικόνα 26. Στον χάρτη απεικονίζεται η εξεταζόμενη περιοχή της Ισπανίας, Castilla- La Mancha. (Πηγή: <https://www.spanish-web.com/castilla-la-mancha/>)

Στο παλυνολογικό διάγραμμα (εικόνα 27) αντικατοπτρίζεται η συγκέντρωση της γύρης σε πέντε ζώνες (LL-I έως LL-V) που καλύπτουν χρονολογικά τις περιόδους 1640 μ.Χ. έως το 2008 και περιλαμβάνουν στο σύνολο κυρίως δενδρική γύρη, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν βρέθηκαν σε μικρότερο βαθμό και άλλου τύπου γυρεόκοκκοι.

Στην πρώτη ζώνη (LL-I), η οποία αφορά το 1640 με 1675 μ.Χ., η ανθρώπινη δραστηριότητα είναι φανερή, όπως αποκαλύπτουν οι κόκκοι *Cerealia* -type και *Asteraceae*, αλλά σε όχι μεγάλο βαθμό. Το τοπίο κυριαρχείται από αιθαλή δάση

¹³⁴ Luelmo-Lautenschlaeger et al. 2017, σελ. 1

¹³⁵ Luelmo-Lautenschlaeger et al. 2017, σελ. 1

(*Quercus-ilex* type), από φυλλοβόλα (*Q. pyrenaica*-type), από δάση δρυός που συνοδεύονται από *Q.suber*-type, *Acer*, *Arbutus unedo*, *Cistus ladanifer*-type, *Cytisus/Genista* – type, *Erica*-type και *Poaceae* με υποκείμενη ανάπτυξη ferns (*Pteridium aquilinum*).¹³⁶ Στη συνέχεια, παρατηρείται η μικρή παρουσία της γύρης *Betula*, όπου σε συνδυασμό με την εμφάνιση της γύρης *Byssothecium circinans*, ίσως να σημαίνει ότι η υπό εξέταση περιοχή να διένυσε μια ξηρή περίοδο. Χαρακτηριστική είναι και η παρουσία υδρόφιλων φυτών (*Cyperaceae*, *Osmunda regalis*), καθώς και παρόχθιων ειδών (*Taxus baccata*, *Betula*, *Plex aquifolium*). Στην αμέσως επόμενη ζώνη (LL-II), που καλύπτει την περίοδο 1675 με 1870 μ.Χ, δεν αλλάζει κάτι στην βλάστηση. Η μόνη διάφορα είναι η σχετική αύξηση της γύρης *Betula* και η συνεχής παρουσία ανθρωπογενών δεικτών (κυρίως *Cerealia*-type).

Στην τρίτη ζώνη (LL-III), καταλαβαίνουμε ότι το 1870 με 1900 μ.Χ, η βλάστηση του τοπίου διαφέρει από τις προηγούμενες ζώνες. Τώρα το δάσος κυριαρχείται από ένα δάσος δρυός (*Quercus ilex*-type), αν και το *Q. pyrenaica*-type και *Q. Suber*-type είναι ακόμα σε αφθονία.¹³⁷ Το 1875 με 1895 ήταν μια περίοδος σημαντικής ξηρασίας, καθώς φανερώνεται μείωση των παρόχθιων ειδών, όπως *Salix*, *Osmunda regalis*, *Fraxinus*) και μια αντίστοιχη αύξηση των θερμόφιλων ειδών, όπως *Arbutus unedo*, *Byssothecium circinans* κ.α. Η τέταρτη ζώνη (LL-IV), που αφορά τη περίοδο 1900-1940, η βλάστηση της περιοχής αυτής δεν παρουσιάζει καμία διάφορα με αυτήν της δεύτερης ζώνης.

Στην πέμπτη και τελευταία ζώνη, (LL-V), διακρίνονται κάποιες αλλαγές μεταξύ του 1940 με 2008. Οι αξιοσημείωτες αλλαγές είναι καταρχήν η μείωση των *Q. Suber*-type, *Salix*, *Betula*, *Acer* και *Q. Pyrenaica*-type και η αύξηση του *Pinus pinaster*, λόγω της αναδάσωσης μεταξύ του 1950-1980.¹³⁸

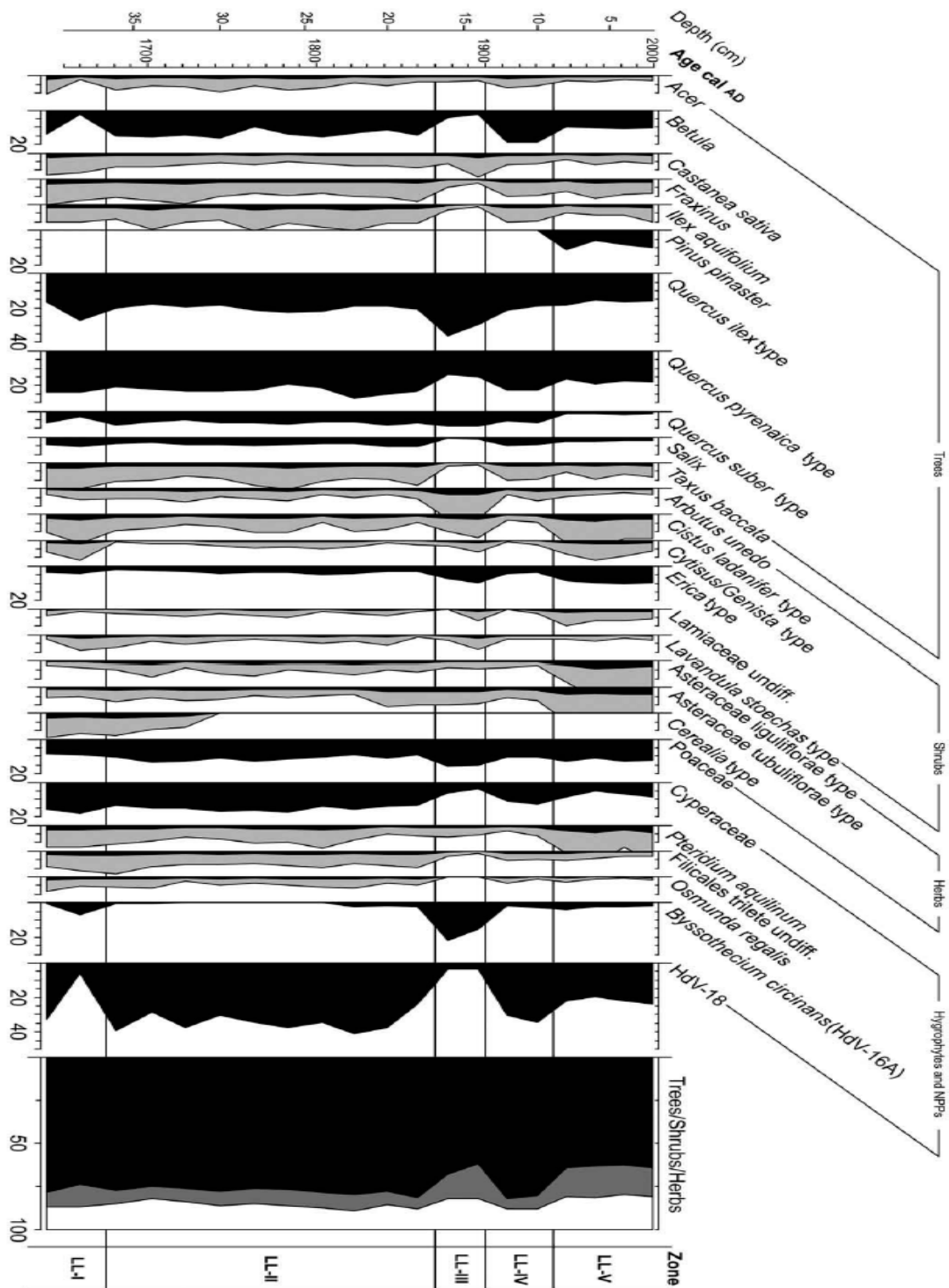
Ως αποτέλεσμα αυτών των γεγονότων, το τοπίο είναι πλούσιο σε θάμνους που χαρακτηρίζονται από βαθμίδες δασών (*Cistus ladanifer*-type, *Cytisus/Genista* type, *Erica*-type).¹³⁹ Τέλος, η παρουσία αυξημένης γύρης *Asteraceae* υποδηλώνει την ανθρώπινη παρουσία στη περιοχή, στην διάρκεια αυτής της περιόδου.

¹³⁶ Luelfmo-Lautenschlaeger et al. 2017, σελ. 2

¹³⁷ Luelfmo-Lautenschlaeger et al. 2017, σελ. 3

¹³⁸ Luelfmo-Lautenschlaeger et al. 2017, σελ. 3

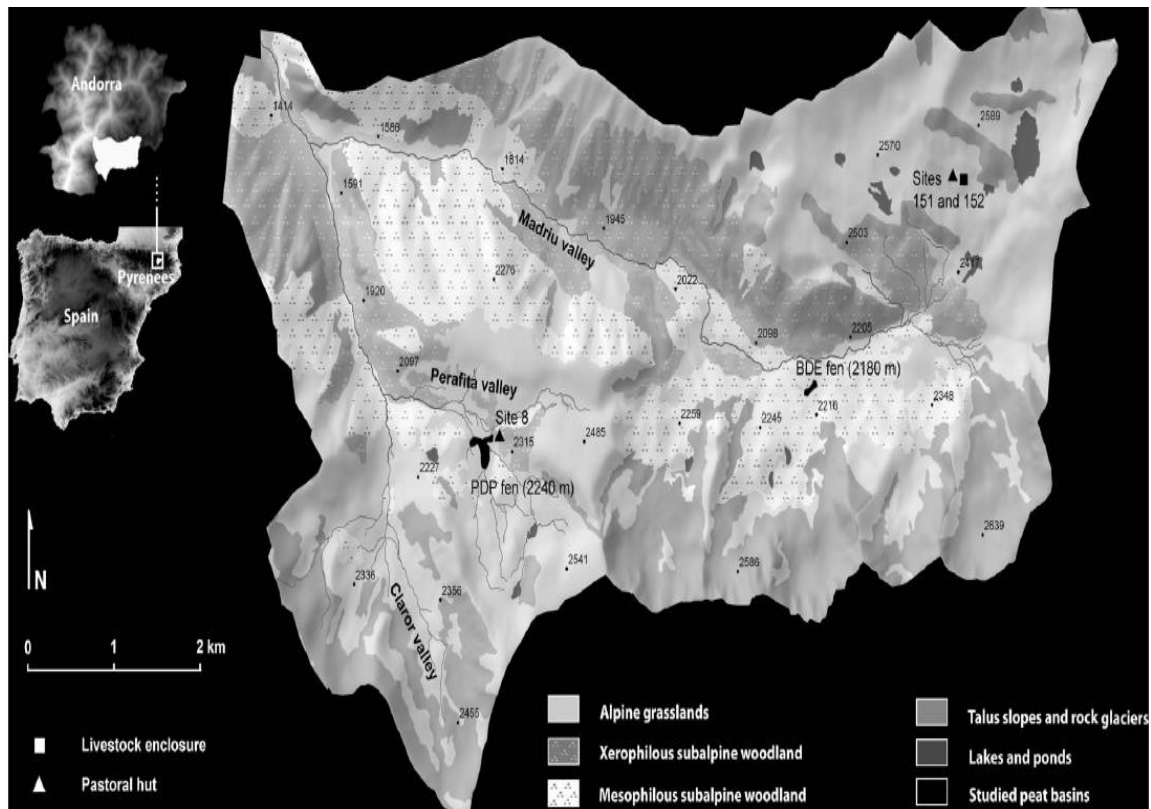
¹³⁹ Luelfmo-Lautenschlaeger et al. 2017, σελ. 3



Εικόνα 27. Παλυνολογικό διάγραμμα από το έλος Las Lanchas στην Ισπανία. (Luelmo-Lautenschlaeger et al. 2017, σελ.2)

B. ΑΝΔΟΡΡΑ

Στην νοτιοανατολική Ανδόρρα εντοπίζουμε την κοιλάδα Perafita, η οποία περιλαμβάνεται στον κατάλογο κληρονομιάς της UNESCO.¹⁴⁰ Τον Σεπτέμβριο του 2005 διεξήχθη από την περιοχή αυτή, πυρήνας 220 cm βάθους και αποθηκεύτηκε από το Πανεπιστήμιο της Βαρκελώνης για δειγματοληψία και παλαιοπεριβαλλοντική ανάλυση.¹⁴¹



Εικόνα 28. Χάρτης που υποδεικνύει την περιοχή έρευνας στην νοτιοανατολική Ανδόρρα. (Miras et al. 2010, σελ.925)

Το διάγραμμα που προκύπτει από τις αναλύσεις της γύρης (εικόνα 29) χωρίζεται σε τρεις κύριες ζώνες (PDP-A ως PDP-C) και τρεις υποζώνες (PDP-B1 ως PDP-B3).

Στη πρώτη ζώνη (PDP-A), η οποία καλύπτει τη περίοδο 8030 με 6970 cal π.Χ, το κυρίαρχο δέντρο είναι το *Pinus*. Βέβαια, η ζώνη περιλαμβάνει και είδη μη δενδρικής

¹⁴⁰ Miras et al. 2010, σελ. 924

¹⁴¹ Miras et al. 2010, σελ. 926

γύρης, όπως Poaceae, Rumex, Asteroideae, Artemisia και Apiaceae (βότανο). Αυξητική παρουσία διακρίνουμε στους γυρέοκοκκους φυλλοβόλων δέντρων, για παράδειγμα το δέντρο Corylus, αλλά και στα κωνοφόρα δέντρα (Juniperus).

Η ζώνη PDP- B διακρίνεται σε τρεις επιμέρους υποζώνες και αφορά την περίοδο 6800 με 1025 cal π.Χ. Στην υποζώνη PDP-B1, σηματοδοτείται η αύξηση των δέντρων Quercus, (τα οποία σχετικά μειώνονται μαζί με τα Pinus το 6400-6100 cal π.Χ) την επέκταση μεσοθερμόφιλων φυτών (Ulmus, Tilia) και μεσογειακών φυτών (Olea, Pistacia). Στο 2^ο μισό της ζώνης αυξάνονται διάφορα φυτά, όπως Plantago sp., Plantago lanceolata -type, Urtica dioica-type, Urtica, Rumex acetosa-type, R. Acetosella -type, Chenopodiaceae, Asteroideae, Campanulaceae, Brassicaceae, Valium type και Genista/Cytisus type.¹⁴²

Στην υποζώνη PDP-B2, το 5300 cal π.Χ χαρακτηρίζεται από την παρουσία δεικτών που φανερώνουν ανθρώπινη δραστηριότητα, όπως Cerealia-type, Plantago, Lamium-type, Asteroideae κ.α. Επιπλέον, διακρίνονται για πρώτη φορά τα ερεϊκόδη φυτά. Η τρίτη υποζώνη (PDP-B3), γενικά χαρακτηρίζεται από την μείωση της δενδρικής γύρης, όπως Pinus, Quercus, σε σχέση με την μη δενδρική γύρη, όπως Poaceae. Υψηλές τιμές παρουσιάζουν και οι δείκτες βοσκής, όπως Artemisia, Rumex, Chenopodiaceae, Plantago lanceolata -type, Cirsium-type, Carduus-type και Bellis-type.¹⁴³

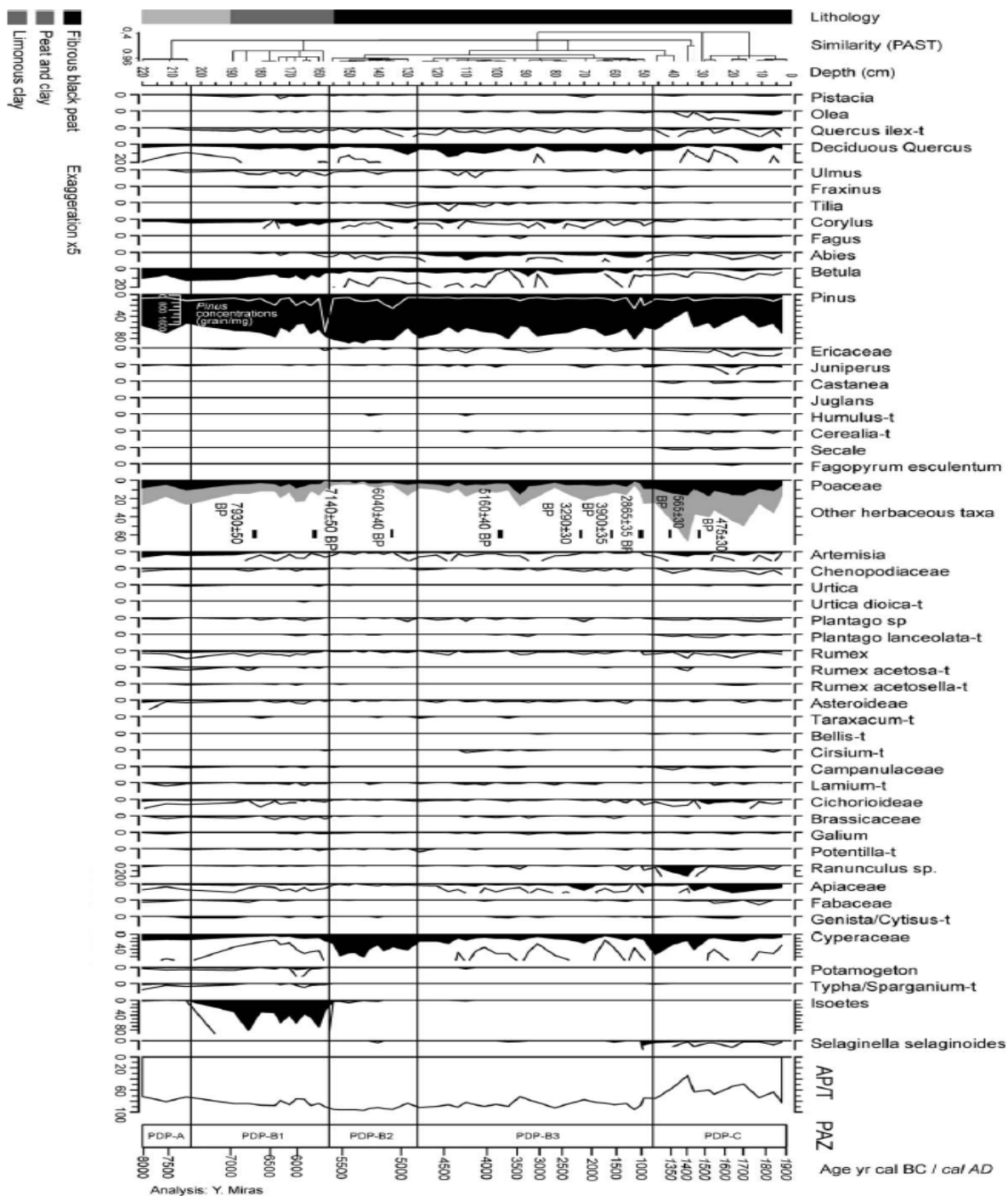
Η τρίτη και τελευταία ζώνη (PDP-B3), καλύπτει την περίοδο 1350 cal μ.Χ μέχρι και το παρόν. Η βλάστηση κυριαρχείται από λιβάδια, χόρτα και βότανα (Ranunculus-type, Artemisia) και τα η δενδρική γύρη είναι μειωμένη.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες στη περιοχή φανερώνονται από την ύπαρξη υψηλών τιμών στα Plantaginaceae, Rumex, Secale, Cerealia-type κ.α, οι οποίες όμως δραστηριότητες φαίνεται ότι μειώνονται το 1550 cal μ.Χ. Παρόλα αυτά, η γεωργία φαίνεται να παραμένει σταθερή στο κάτω μέρος της κοιλάδας και φαίνεται να είναι πιο διαφοροποιημένη, περιλαμβάνοντας Olea, Castanea και Juglans, καθώς και Fagopyrum από το 1650 cal μ.Χ¹⁴⁴

¹⁴² Miras et al. 2010, σελ. 928

¹⁴³ Miras et al. 2010, σελ. 929

¹⁴⁴ Miras et al. 2010, σελ. 929



Εικόνα 29. Διάγραμμα γύρης από την κοιλάδα Perafita της νοτιοανατολικής Ανδόρρας. (Miras et al. 2010, σελ.928)

Γ. ΡΩΣΙΑ

Το 1998 συλλέχθηκαν πυρήνες για δειγματοληψία από την λίμνη Vankavad της Ρωσίας. Η λίμνη βρίσκεται 10 χλμ. βόρεια από τον ποταμό Kos'yu και πρόκειται για μια πεδινή περιοχή με άφθονα έλη.¹⁴⁵ Σε αυτό το σημείο θα αναφερθούν συνοπτικά τα κυριότερα χαρακτηριστικά που εντοπίζονται στα δυο παλυνολογικά διαγράμματα.



Εικόνα 30. Στον χάρτη αποτυπώνεται η περιοχή δειγματοληψίας στην Ρωσία. (Sarmaja-Korjonen et al. 2003, σελ.416)

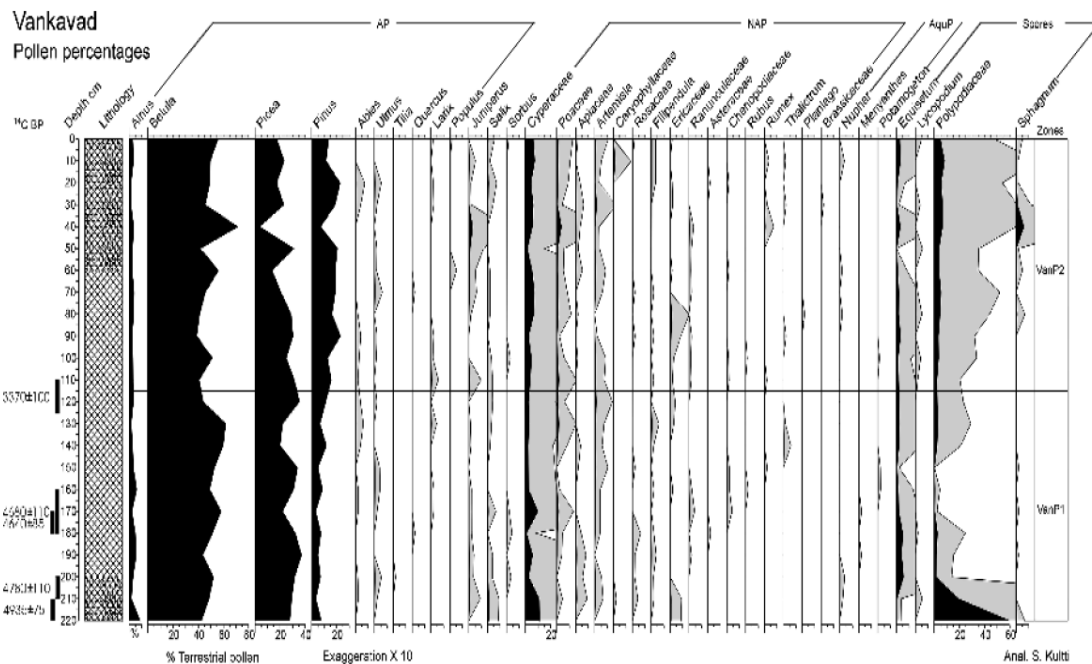
Το πρώτο διάγραμμα (εικόνα 31) διακρίνεται σε δύο ζώνες (VanP1-VanP2) που χρονολογούνται περί το 2600-2800 cal BP, η βλάστηση κυριαρχείται από *Betula*, *Pinus*

¹⁴⁵ Sarmaja-Korjonen et al. 2003, σελ. 416

και *Picea*. Χαμηλές τιμές εμφανίζει η γύρη *Alnus*, ενώ η γύρη *Cyperaceae* φαίνεται να είναι πιο αυξημένη. Η καταγραφή γύρης έδειξε και πλούσια γύρη από βότανα, όπως *Artemisia*, *Ariaceae*, *Filipendula*, *Ranunculaceae*, *Chenopodiaceae*, *Rumex*, *Thalictrum*, *Polypodiaceae*, *Equisetum*, *Menyanthes* και *Nyphar*.¹⁴⁶

Το δεύτερο διάγραμμα (εικόνα 32) χωρίζεται και αυτό σε δύο ζώνες (VanM1-VanM2) που χρονολογούνται περί το 4600-5400 cal BP και χαρακτηρίζονται από πλούσια δενδρική γύρη. Δεν πρέπει να λησμονείται η παρουσία και της μη δενδρικής γύρης, όπως *Poaceae*, *Cicuta virosa*, *Menyanthes trifoliata*, *Carex*, *Equisetum*, *Nyphar* και *Potentilla palustris*. Μια αλλαγή, όμως, εμφανίστηκε το 4600-5400 με τα περισσότερα είδη να εξαφανίζονται ή να σπανίζουν.¹⁴⁷

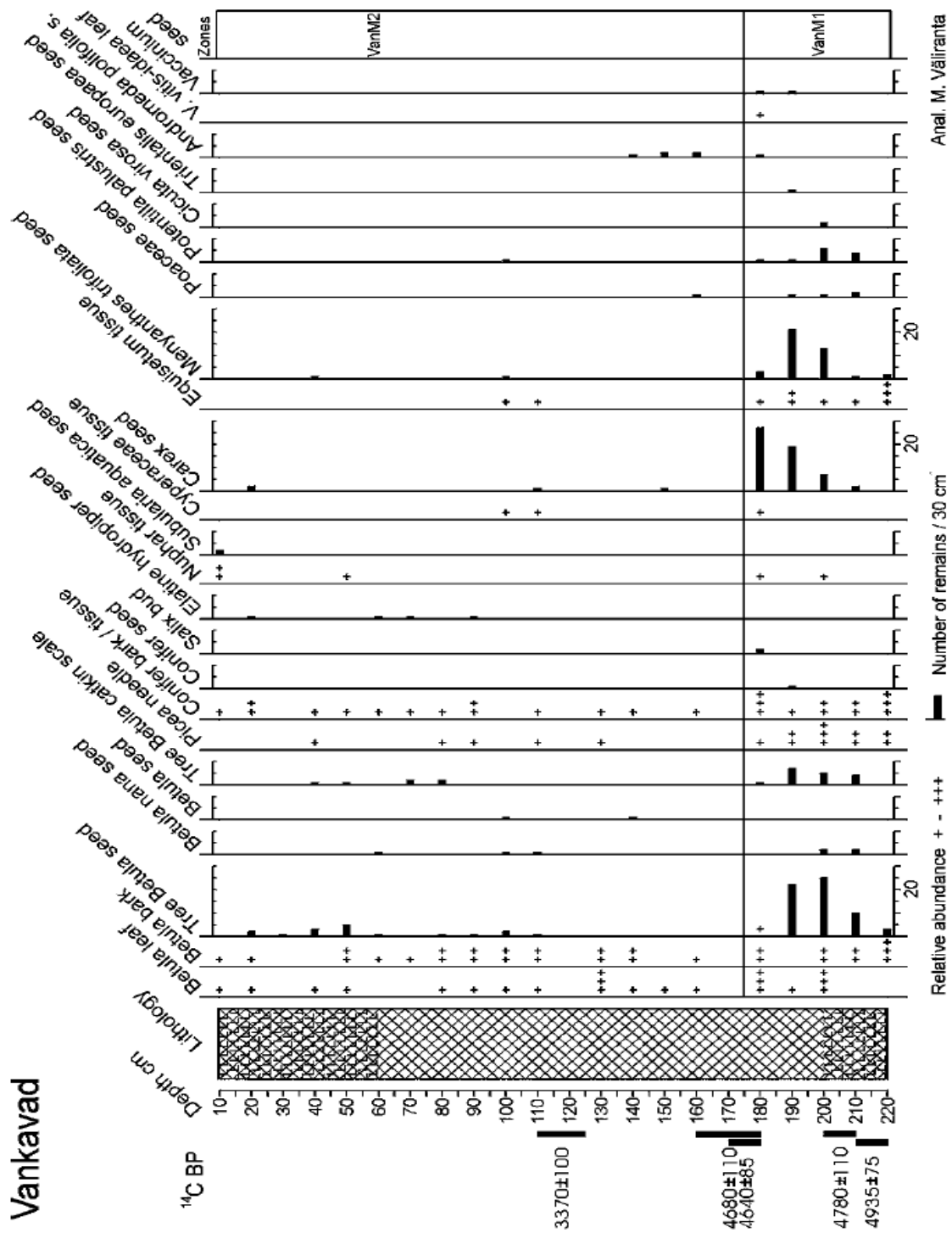
Με βάση τα αποτελέσματα των δύο αυτών παλυνολογικών διαγραμμάτων, είναι δυνατή η ανασύσταση της βλάστησης και της ιστορίας της περιοχής στη λίμνη Vankavad της Ρωσίας, της οποίας η δασική σύνθεση δεν αποκλείει από την σημερινή (σύμφωνα με τα δεδομένα γύρη η δημιουργία της ξεκίνησε περί το 5600 cal BP).



Εικόνα 31. Παλυνολογικό διάγραμμα από την λίμνη Vankavad της Ρωσίας. (Sarmaja-Korjonen et al. 2003, σελ.419)

¹⁴⁶ Sarmaja-Korjonen et al. 2003, σελ. 419

¹⁴⁷ Sarmaja-Korjonen et al. 2003, σελ. 419



Εικόνα 32. Παλυνολογικό διάγραμμα από την λίμνη Vankavud της Ρωσίας. (Sarmaja-Korjonen et al. 2003, σελ.420)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΠΑΛΥΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Η ανασυγκρότηση της ιστορίας της γης και της εξέλιξης της ζωής απαιτεί ένα ευρύ φάσμα γεωλογικών και παλαιοντολογικών δεδομένων.¹⁴⁸ Συχνά, εμφανίζονται στις ανασκαφές προβλήματα και μπορούν να μελετηθούν μόνο με μικροσκοπική έρευνα, όπως η παλυνολογία.¹⁴⁹ Χρήσιμες βιοστρωματογραφικές και παλαιοπεριβαλλοντικές πληροφορίες ανακτήθηκαν από παλυνολογικά διαγράμματα.¹⁵⁰ Η παλυνολογία αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για την αρχαιολογία για να απαντηθούν αρκετά ερωτήματα που αφορούν την περιγραφή αλλαγών στον πληθυσμό των δέντρων με τον χρόνο¹⁵¹, την δομή, την σύνθεση και τις μεταβολές της βλάστησης, τις κλιματολογικές αλλαγές και την ανθρώπινη δραστηριότητα και επίδραση στο προϊστορικό περιβάλλον. Πριν γίνει λόγος για την συμβολή της παλυνολογίας στον τομέα της αρχαιολογίας, συνετό είναι να αναφερθούν οι εφαρμογές της για την επίλυση παλαιών και σύγχρονων προβλημάτων.

3.2 Εφαρμογές της Παλυνολογίας στη σύγχρονη εποχή

3.2.1 Μελισσοπαλυνολογία

Μια σύγχρονη εφαρμογή της παλυνολογίας αποτελεί η Μελισσοπαλυνολογία, η οποία ανήκει σε έναν ευρύτερο κλάδο της παλυνολογίας. Ασχολείται με την βοτανική και γεωγραφική προέλευση του μελιού μέσω της μικροσκοπικής ανάλυσης του ιζήματος του, δηλαδή των γυρεόκοκκων και των σπορίων.¹⁵² Η ανάλυση του μελιού ξεκινάει από το 1895, όταν ο Pfister ανέφερε την δυνατότητα της δημιουργίας της γεωγραφικής προέλευσης των μελιών προσδιορίζοντας τους κόκκους γύρης.¹⁵³ Μετά την τοποθέτηση αυτή του Pfister, διεκπεραιώθηκαν αρκετές παλυνολογικές αναλύσεις σε δείγματα μελιού, η οποία ανάλυση κρίθηκε ένα σημαντικό εργαλείο για την εξακρίβωση της γεωγραφικής προέλευσης του μελιού. Το 1978 αποτελεί καθοριστική ημερομηνία,

¹⁴⁸ Bercovici & Vellekoop 2017, σελ.141

¹⁴⁹ J.Kooistra & I. Kooistra 2003, σελ.603

¹⁵⁰ Garzon et al. 2012, σελ.131

¹⁵¹ Birx 2005, σελ.1820

¹⁵² Δήμου 2006, σελ. 1

¹⁵³ Seijo, Aura & Mendez 2003, σελ.183

καθώς τότε τέθηκαν τα θεμέλια του κλάδου της μελισσοπαλυνολογίας, μετά την μεθοδολογική δημοσίευση των Louveaux et al.¹⁵⁴

Η μέλισσα θεωρείται το πιο σημαντικό ον και ο ρόλος της κρίνεται εξαιρετικά σημαντικός για τον πλανήτη. Είναι το μοναδικό έντομο το οποίο δεν φέρει κανενός τύπου παθογένεια, μύκητα, ιό ή βακτήριο.¹⁵⁵ Η μέλισσα συνεισφέρει στην αναπαραγωγή των φυτών, καθώς προσγειώνεται από φυτό σε φυτό, με γνώμονα το κύριο οσφρητικό τους όργανο, δηλαδή τις κεραίες τους (στην εργαζόμενη μέλισσα υπάρχουν περίπου 48 χιλιάδες οσφρητικοί νευρώνες στην κεραία),¹⁵⁶ συλλέγοντας τους γυρεόκοκκους, οι οποίοι αποτελούν πηγή πλούσιων και συνάμα θρεπτικών συστατικών για την διατροφή των μελισσών. Με την χρήση του νέκταρ και του σάλιου της τους μετατρέπει σε μικρούς σβόλους, τους οποίους βάζει σε καλάθια γύρης που βρίσκονται στα πόδια της.¹⁵⁷ Μετά την «είσπραξη» της γύρης θα την επιστρέψει με ασφάλεια στην κυψέλη.



Εικόνα 33. Απεικονίζεται η μέλισσα που συλλέγει γύρη, την οποία αφού την μετατρέπει σε μικρούς σβόλους την τοποθετεί στα πόδια της. (πηγή: <https://melissokomianet.gr/diatrofi-ton-melission/>)

Η ανάλυση, λοιπόν, του μελιού βασίζεται στο γεγονός της ποικιλίας των γυρεόκοκκων σε συνάρτηση με την βοτανική τους προέλευση. Τα τελευταία χρόνια η

¹⁵⁴ Seijo, Aura & Mendez 2003, σελ.183

¹⁵⁵ ypaithros.gr

¹⁵⁶ Reinhard & Srivivasan 2009, σελ. 156

¹⁵⁷ melissokomianet.gr

μελισσοπαλυνολογική ανάλυση αφορά το σύνολο των προϊόντων που παράγει η μέλισσα (γύρη, πρόπολη, βασιλικό πολτό) μέσω της εξέτασης των γυρεόκοκκων που εμπεριέχονται σε αυτά.¹⁵⁸ Η συλλογή της γύρης είναι εφικτή με την χρήση των γυρεοπαγίδων, οι οποίες τοποθετούνται είτε στην είσοδο είτε στον πυθμένα της κυψέλης. Στην ουσία η γυρεοπαγίδα είναι μια σήτα με μικροσκοπικές τρύπες από τις οποίες η μέλισσα πρέπει να περάσει για να εισχωρήσει στην κυψέλη. Οι τρύπες αυτές είναι διαμορφωμένες με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτρέπεται η είσοδος της μέλισσας, ενώ η γύρη που βρίσκεται στα πόδια της να σπρώχνεται και να πέφτει σε ένα ειδικό μέρος κάτω από την σήτα. Τέλος, οι γυρεοπαγίδες πρέπει να είναι εύκολες στην τοποθέτησή τους, να απομακρύνουν «σκουπιδάκια», όπως τμήματα μέλισσας, κηρόσκορο κτλ, και να προστατεύουν την γύρη από την απευθείας έκθεση στον ήλιο και την υγρασία.¹⁵⁹



Εικόνα 34. Κομμάτι της γυρεοπαγίδας, όπου συλλέγεται η γύρη από τις μέλισσες. (πηγή: <http://1.bp.blogspot.com/-8vJEp5bsVCE/UWLxOINVzHI/AAAAAAAAAB0Y/HHbJK-5rJLA/s1600/imagesCAJ9X3X8.jpg>)



Εικόνα 35. Δείγμα γυρεοπαγίδας (πηγή: https://www.melissokomiki.com/index.php?route=product/product&product_id=338#&gid=1&pid=1)

¹⁵⁸ Δήμου 2006, σελ. 1

¹⁵⁹ Attikimelisoskomia 2014

3.2.2 Αεροπαλυνολογία & Αλλεργίες

Η αεροπαλυνολογία αποτελεί έναν ειδικό ερευνητικό τομέα στην εφαρμοσμένη παλυνολογία ¹⁶⁰ και αφορά την μελέτη των αερομεταφερόμενων γυρεόκοκκων, εξετάζοντας τις διαδικασίες της αποδέσμευσης, της απελευθέρωσης και της διασποράς τους. ¹⁶¹ Οι γυρεόκοκκοι κυκλοφορούν στην ατμόσφαιρα και η πορεία της διαδρομής εξαρτάται από τον μηχανισμό επικονίασης (π.χ μεγαλύτερη ποσότητα γύρης από ανεμοφιλα φυτά), τον χρόνο, τον τόπο, την ποσότητα της παραγόμενης γύρης, τους μετεωρολογικούς παράγοντες, την τοπογραφία της περιοχής, την τοπική βλάστηση κ.α

162



Εικόνα 36. Ειδικοί ερευνητές χρησιμοποιούν παγίδα αερομεταφερόμενης γύρης. (πηγή: https://sfb.univie.ac.at/fileadmin/processed/csm_pollenfalle_07_32ef4ee96f.jpg)



Εικόνα 37. Δείγμα παγίδας αερομεταφερόμενης γύρης. (πηγές: https://sfb.univie.ac.at/fileadmin/processed/csm_pollenfalle_27_38ca5f2318.jpg, https://sfb.univie.ac.at/fileadmin/processed/csm_klimastation_20_ad588c4d7e.jpg)

¹⁶⁰ Universitas Wien, Division of structural & functional Botany, Aeropalynology

¹⁶¹ Rogers 1993, σελ.133

¹⁶² Δαμιαλης 2010, σελ. 28

Οι ειδικοί ερευνητές για μελετήσουν τους αερομεταφερόμενους κόκκους γύρης χρησιμοποιούν ειδικά όργανα δειγματοληψίας, στα οποία προσκολλάται η γύρη και έπειτα η καταμέτρηση της πραγματοποιείται μικροσκοπικά. Όπως έχει αποδειχθεί, οι συγκεντρώσεις γύρης παρουσιάζονται υψηλότερες κατά τη διάρκεια της ημέρας και χαμηλότερες τη νύχτα, λόγω του ηλιακού φωτός, των επιδράσεων της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της ταχύτητας του ανέμου.¹⁶³

Η αερόφερτη γύρη κρίνεται σημαντική για τις αλλεργίες που επηρεάζουν μια σημαντική αναλογία του πληθυσμού.¹⁶⁴ Σε αρκετές Ευρωπαϊκές περιοχές υπάρχει μια αύξηση στην ευαισθησία των ανθρώπων στην γύρη, καθώς η εισπνοή συγκεκριμένων ειδών γυρεόκοκκων προκαλεί αλλεργικές παθήσεις. Για παράδειγμα, στην Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη παρατηρείται ευαισθησία στην γύρη Birch (Σημύδα), σε Μεσογειακές περιοχές παρατηρείται στη γύρη Olea (Ελιά) και σε αστικές περιοχές εμφανίζεται ευαισθησία κυρίως στη γύρη Taxaceae.¹⁶⁵ Για αυτόν τον λόγο κρίνεται απαραίτητη η γνώση των διαφόρων τύπων αερομεταφερόμενης γύρης στην ατμόσφαιρα.



Εικόνα 38. Εποχιακή αλλεργία. (πηγή: <https://yourteenmag.com/wp-content/uploads/2016/04/girl-sneeze-flowers.jpg>)

Μέσα από μελέτες της γύρης, επιτυγχάνεται η καταγραφή των γυρεόκοκκων της ατμόσφαιρας σε δεδομένο χώρο και χρόνο, έχει ως στόχο την ευρύτερη δυνατή

¹⁶³ Rogers 1993, σελ.136

¹⁶⁴ Rojo et al. 2015, σελ. 673

¹⁶⁵ Scharring et al. 2006, σελ. 32

πρόβλεψη της κατάστασης, ώστε να ενημερώνονται οι ευαίσθητες πληθυσμιακές ομάδες.¹⁶⁶ Όπως και γίνεται, αφού σε αρκετές περιοχές της Ευρώπης διατίθεται ενημέρωση σχετικά με την ατμοσφαιρική κυκλοφορία των γυρεόκοκκων. Σύμφωνα με την Amelia Heathman, διατίθεται στο Ηνωμένο Βασίλειο, το Allergy Alert , και μπορεί κάποιος να το κατεβάσει στο κινητό του από την εφαρμογή Play Store. Η εφαρμογή αυτή παρέχει ακριβείς προβλέψεις για διαφορετικού τύπου αλλεργίες, είτε πρόκειται για δέντρα είτε για κάποιο είδος λουλουδιού.¹⁶⁷ Η συγκεκριμένη εφαρμογή δεν είναι διαθέσιμη στην χώρα μας, όμως υπάρχουν φυσικά άλλες αντίστοιχες, όπως η Pollen Alert Europe.

Από τα μέσα του 20^{ου} αιώνα, μέχρι και σήμερα, υπάρχει όλο και μεγαλύτερη ανησυχία για την ποιότητα του αέρα της ατμόσφαιρας.¹⁶⁸ Η κλιματική αλλαγή αποδεικνύεται ένας σημαντικός παράγοντας, ο οποίος επηρεάζει την υγεία των ανθρώπων. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες, η αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα μπορούν να αυξήσουν την εποχική ένταση του φορτίου της γύρης¹⁶⁹ Επιπροσθέτως, εξαιτίας της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι δυνατό να αλλάξει η αλλεργικότητα των γυρεόκοκκων, καθώς επηρεάζεται κυρίως η δομή της εξίνης προκαλώντας την ελάττωση της σποροπολενίνης και την αναδιοργάνωση της διάρθρωσης των ανοιγμάτων.¹⁷⁰ Οι παραμορφώσεις αυτές έχουν την ικανότητα να μετατρέπουν μη αλλεργιογόνους κόκκους γύρης σε αλλεργιογόνους.¹⁷¹ Αυτές οι αλλαγές καταλαβαίνουμε ότι έχουν άμεσες επιπτώσεις στην υγεία, ιδιαίτερα με τις αλλεργικές παθήσεις, όπως η αλλεργική ρινίτιδα και το άσθμα.¹⁷²

¹⁶⁶ Δαμιαλης 2010, σελ. 31

¹⁶⁷ Heathman 2020

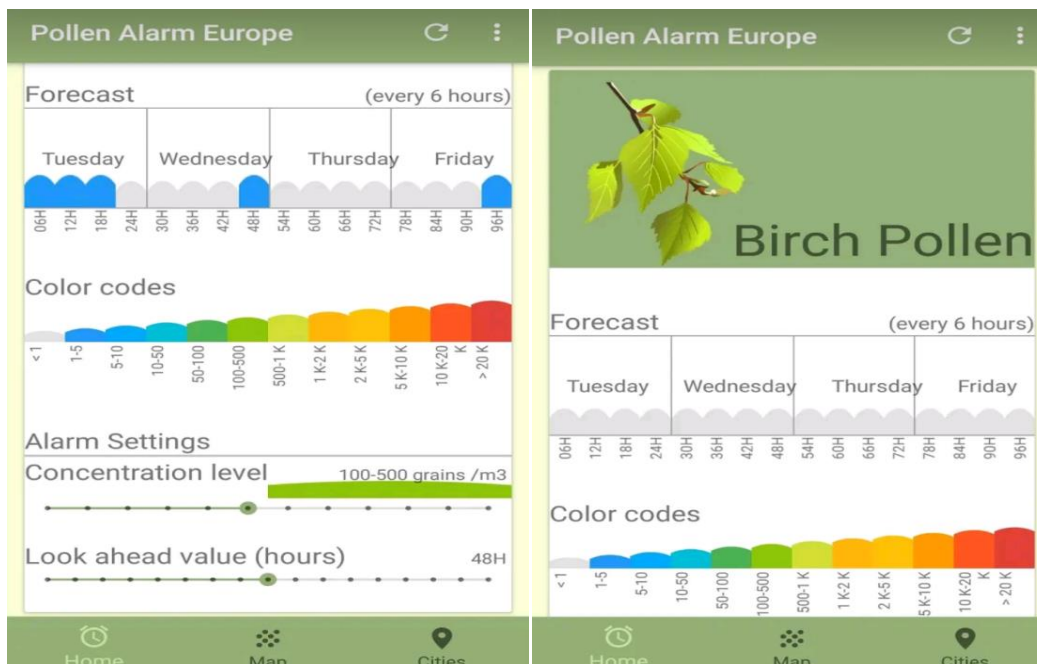
¹⁶⁸ Scharring et al. 2006, σελ. 31

¹⁶⁹ Ziska et al. 2019, σελ. 124

¹⁷⁰ Melician et al. 1996, σελ. 252

¹⁷¹ Melician et al. 1996, σελ. 252

¹⁷² Ziska et al. 2019, σελ. 130



Εικόνα 39. Μια ειδική εφαρμογή που παρέχει ακριβείς προβλέψεις για την αερομεταφερόμενη γύρη που προκαλεί αλλεργίες σε ευαίσθητες πληθυσμιακές ομάδες. (πηγή:

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bluesula.allergylarmeurope&hl=en_US,
https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bluesula.allergylarmeurope&hl=en_US

3.2.3 Ιατροδικαστική Παλυνολογία

Η ιατροδικαστική /εγκληματολογική παλυνολογία αναφέρεται στην μελέτη των παλυνόμορφων για την απόκτηση αποδεικτικών στοιχείων σε ποινικές υποθέσεις¹⁷³ και για την επίλυση εγκληματικών ζητημάτων, αποδεικνύοντας ή διαψεύδοντας τις σχέσεις μεταξύ ανθρώπων και σκηνών εγκλήματος.¹⁷⁴ Η Αυστρία θεωρείται πρωτοπόρος σε θέματα εγκληματολογικής ανάλυσης γύρης.¹⁷⁵ Από το 1950 και έπειτα, η ιατροδικαστική / εγκληματολογική παλυνολογία χρησιμοποιείται ευρέως για την διαλεύκανση εγκλημάτων. Αυτό συμβαίνει γιατί οι γυρέοκοκκοι είναι εξαιρετικά

¹⁷³ Εγκληματολογική εργαλειοθήκη, Euro4science 2.0, 2019, σελ. 80

¹⁷⁴ Alataibi et al. 2020, σελ. 1

¹⁷⁵ Naftemporiki.gr 2018

αδιαπέραστοι σε χημικές ουσίες και μπορούν να παραμείνουν σε μια σκηνή εγκλήματος για μεγάλο χρονικό διάστημα.¹⁷⁶



Εικόνα 40. Η γύρη ως μοναδικό εργαλείο για την ιατροδικαστική επιστήμη.
<https://oreinomeli.files.wordpress.com/2018/11/pollen2.jpg>

Στην ουσία η γύρη λειτουργεί όπως το δακτυλικό αποτύπωμα, δηλαδή κάθε είδος γύρης αντιστοιχεί σε ένα είδος φυτού.¹⁷⁷ Τα παλυνόμορφα έχουν την ικανότητα να προσκολλώνται σε αρκετές επιφάνειες, όπως τα ρούχα, την ρινική κοιλότητα, το στομάχι, τα υποδήματα κ.τ.λ. και μέσω αναλύσεων και συγκρίσεων να εξακριβωθεί ο τόπος ή ακόμα και η χρονική εκτίμηση ενός εγκλήματος. Οι γυρεόκοκκοι είναι τόσο ανθεκτικοί που συχνά αποκαλούνται «αόρατοι μάρτυρες». Βέβαια, δεν πρέπει να λησμονείται το γεγονός ότι αν τα φυτά είναι πολύ συνηθισμένα και έχουν πολύ μεγάλη περιοχή διασποράς ή μακρά περίοδο ανθοφορίας, υπάρχει περίπτωση αυτό να περιπλέξει κάπως τα πράγματα.¹⁷⁸ Παρόλα αυτά, δεν παύει να είναι ένα εξαιρετικό εργαλείο για αυτόν τον κλάδο. Σύμφωνα με τον εγκληματολόγο Μαρκ Μπενεκε: « Η ιατροδικαστική ανάλυση της γύρης είναι μια εξαιρετικά λεπτομερής και τεκμηριωμένη μέθοδος όταν γίνεται από τους κατεξοχήν ειδικούς και αποτελεί μια σημαντική συνεισφορά της βοτανικής στην εγκληματολογία».¹⁷⁹

Υπάρχουν πολλά παραδείγματα που δείχνουν την αξία που έχει η ανάλυση της γύρης στον ιατροδικαστικό/εγκληματικό τομέα. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί μια

¹⁷⁶ Alataibi et al. 2020, σελ. 2

¹⁷⁷ Εγκληματολογική εργαλειοθήκη, Euro4science 2.0, 2019, σελ. 91

¹⁷⁸ Εγκληματολογική εργαλειοθήκη, Euro4science 2.0, 2019, σελ. 91

¹⁷⁹ naftemporiki.gr 2018

εξιχνίαση εξαφάνισης στην Βαυαρία πριν από αρκετά χρόνια, χάρη σε ίχνη γύρης. Με την ανάλυση γυρεόκοκκων ταυτοποιήθηκε μεταξύ άλλων το πτώμα της μικρής Πέγκυ, το οποίο βρέθηκε τυχαία σε δάσος της Θουριγγίας επειδή βρέθηκαν εκεί ίχνη γύρης.¹⁸⁰ Ακόμη ένα σημαντικό παράδειγμα αποτελεί ο άνθρωπος των Πάγων, Ότζι. Ο Ότζι ανακαλύφθηκε από δύο οδοιπόρους το 1991¹⁸¹ ψηλά στις Ιταλικές Άλπεις μαζί με συλλογή όπλων, όπως ένα τόξο, ένα χάλκινο πέλεκυ, μια φαρέτρα με βέλη, ένα μαχαίρι από πυριτόλιθο και ένα μικρότερο κοφτερό μαχαίρι.¹⁸² Τα ρούχα του ήταν φτιαγμένα από δέρμα προβάτου, κασίικας, αγελάδας και είχε στο σώμα εξήντα ένα τατουάζ που δημιουργήθηκαν από ένα μείγμα ξυλάνθρακα και βοτάνων.¹⁸³ Στον Ότζι πραγματοποιήθηκαν αρκετές αναλύσεις για να ξεδιπλωθεί το μυστήριο της ιστορίας του. Αρκετά ενδιαφέρουσα ήταν η ανάλυση γύρης από τα ρούχα του και από υπολείμματα στο κωλον¹⁸⁴, η οποία ανάλυση υπέδειξε τον χρόνο του θανάτου του. Σύμφωνα με τη γύρη αυτή, που ανήκε σε φυτά με συγκεκριμένη περίοδο άνθισης, ο θάνατος του Ότζι τοποθετείται κατά το τέλος της άνοιξης. Στα ρούχα του το περιεχόμενο του κόκκου γύρης λυκίσκου ήταν ανέπαφο, υποδηλώνοντας ότι προσκολλήθηκε στα ρούχα του Ότζι λίγο πριν τον θάνατο του.¹⁸⁵



Εικόνα 41. Ο άνθρωπος των Πάγων, Ότζι. (πηγή: https://www.in.gr/wp-content/uploads/2000/12/216307_b.jpg)

¹⁸⁰ naftemporiki.gr 2018

¹⁸¹ Κουλτουροσουπα 2016

¹⁸² Λυριτζής 2007, σελ. 476

¹⁸³ Κουλτουροσουπα 2016

¹⁸⁴ Λυριτζής 2007, σελ. 480

¹⁸⁵ Λυριτζής 2007, σελ. 480

3.2.4 Μορφολογία παλυνόμορφων

Άλλη μια εξαιρετικά χρήσιμη σύγχρονη εφαρμογή της παλυνολογίας αποτελεί η Μορφολογία των παλυνόμορφων, η οποία στοχεύει στην ταξινόμηση των παλυνόμορφων σε βιολογικές ομάδες βάσει της μορφολειτουργίας τους.¹⁸⁶ Η ταξινομική αναγνώριση των παλυνόμορφων και η ομαδοποίηση τους συνήθως δεν είναι εύκολο για έναν ερευνητή. Όμως, αυτή η ταυτοποίηση και η ομαδοποίηση κρίνονται απαραίτητες, διότι αντανακλούν την βλάστηση και την οικολογική δυναμική.¹⁸⁷ Για μια σωστή και έγκυρη παλυνολογική έρευνα κρίνεται αναγκαίο να μπορούμε να διακρίνουμε τους γυρεόκοκκους ανάμεσα στα χιλιάδες είδη που υπάρχουν στον κόσμο. Αναγκαίες για τον σκοπό αυτό είναι οι μελέτες των διαμέτρων των πόρων, του πλάτους και του πάχους, καθώς και το σχήμα του κόκκου και η θέση του πόρου, όπως και οι μελέτες της εξινης¹⁸⁸ με την χρήση εργαστηριακών μικροσκοπίων.

Ερευνώντας και αναλύοντας το σχήμα, την δομή, το ανάγλυφο κ.α από τον κάθε κόκκο γύρης, και γενικά από κάθε παλυνόμορφο, μπορούμε να τα ταξινομήσουμε ανάλογα το γένος, το είδος, την οικογένεια, την τάξη, το βασίλειο, την τάξη και το φύλο. Κάθε γυρεόκοκκος είναι μοναδικός και αντιστοιχεί σε ένα είδος φυτού. Στο πίνακα δίνεται ως παράδειγμα η ταξινόμηση του γυρεόκοκκου ενός πεύκου (*Pinus*).

Βασίλειο	Plantae
Φύλο	Tracheophyta
Κλάση	Gymnospermae
Τάξη	Coniferales
Οικογένεια	Pinaceae
Γένος	<i>Pinus</i>
Είδος	<i>Halepensis</i>

Πίνακας 3. Η ταξινόμηση του γυρεόκοκκου *Pinus*. (Εγχειρίδιο Βοτανικής, Πήλιου 2007, σελ.14)

¹⁸⁶ Κυρίκου 2019

¹⁸⁷ Adojoh et al. 2019, σελ. 188

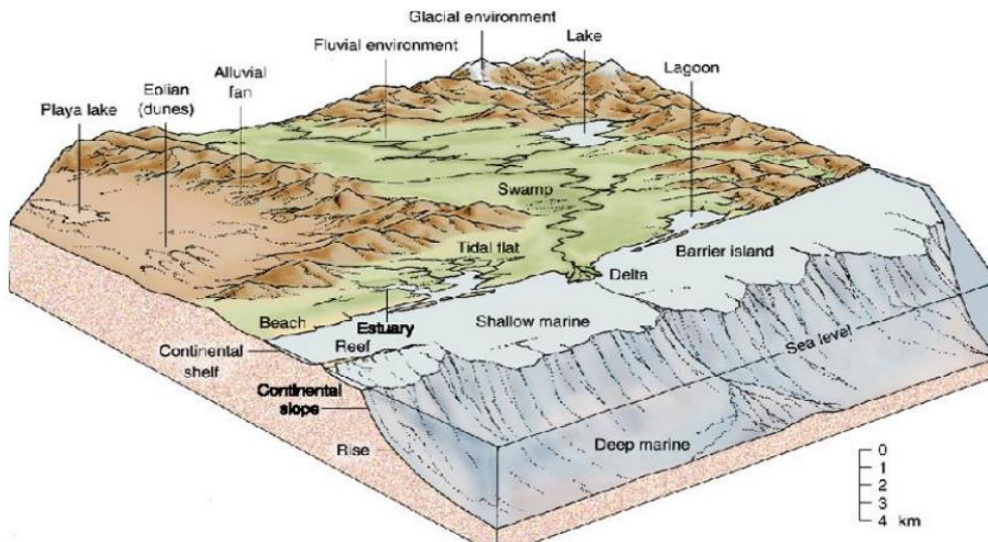
¹⁸⁸ Kohler & Lange 1979, σελ.133

3.3 Εφαρμογές της Παλυνολογίας σε ότι αφορά το παρελθόν

3.3.1 Στρωματογραφική Παλυνολογία

Σε μια αρχαιολογική και ανασκαφική έρευνα του εδάφους, οι ερευνητές έχουν στην διάθεση τους μια σειρά μεθόδων χρονολόγησης (για σχετική & απόλυτη χρονολόγηση) για να μελετήσουν τα αρχαιολογικά στρώματα του υπεδάφους που έχουν δημιουργηθεί από φυσικές διαδικασίες, αλλά και από ανθρωπογενείς δραστηριότητες.¹⁸⁹ Μια από τις μεθόδους σχετικής χρονολόγησης είναι η στρωματογραφία. Η στρωματογραφία ορίζεται ως η μελέτη και η επαλήθευση του σχηματισμού των στρωμάτων, δηλαδή της ανάλυσης κατατομών εδαφών στην κάθετη διάσταση του χρόνου και σειρών κατά την οριζόντια διάσταση του χώρου.¹⁹⁰

Περιβάλλοντα απόθεσης



Εικόνα 42. Οι θέσεις που τα ιζήματα είναι δυνατόν να συσσωρευτούν. (Δρ Ηλιόπουλος, Ανοικτά μαθήματα ΠΠ, Στρωματογραφία-Ιστορική Γεωλογία, σελ.5)

Με άλλα λόγια, συσσωρεύονται στο έδαφος ιζήματα (το ιζημα αναφέρεται σε όλα τα υλικά που συσσωρεύονται και αποτίθενται πάνω στην επιφάνεια της γης με φυσικές,

¹⁸⁹ Μερλη 2018, σελ. 23

¹⁹⁰ Λυριτζής 2005, σελ. 54

χημικές ή βιολογικές διαδικασίες)¹⁹¹, τα οποία από τη φύση τους ενδέχεται να έχουν διαταραχθεί συνδυάζοντας ένα μίγμα υλικών από διαφορετικές πηγές¹⁹² (τέχνηρα, οστά), δημιουργώντας ένα στρώμα . Με το πέρασμα του χρόνου αυτό το στρώμα επικαλύπτεται με άλλα στρώματα ιζημάτων, με αποτέλεσμα την διαστρωμάτωση του εδάφους. Συχνά, το περιεχόμενο των κατώτερων και βαθύτερων στρωμάτων είναι μεγαλύτερης ηλικίας ενώ το περιεχόμενο των ανώτερων στρωμάτων είναι πιο πρόσφατο (αρχή της υπέρθεσης).¹⁹³



Εικόνα 43. Η Αρχή της υπέρθεσης, όπου τα κατώτερα στρώματα είναι χρονολογικά παλαιότερα σε σχέση με τα νεώτερα. (Δρ Ηλιόπουλος, Ανοικτά μαθήματα ΠΠ, Στρωματογραφία – Ιστορική Γεωλογία, σελ.8)

Αντικείμενο της στρωματογραφικής παλυνολογίας αποτελεί ο προσδιορισμός των παλυνόμορφων μέσα σε ένα ιζηματογενές πέτρωμα, ο οποίος προσδιορισμός συμβάλει στην προσέγγιση της ηλικίας των πετρωμάτων αυτών.¹⁹⁴ Η παλυνολογία είναι ένα στρωματογραφικό εργαλείο, ιδιαίτερα χρήσιμο στη μελέτη αυτών των πετρωμάτων και συγκεκριμένα, αυτών που βρίσκονται σε ηπειρωτικές, παράκτιες ή θαλάσσιες

¹⁹¹ Λυριτζής & Ζαχαριάς 2010, σελ. 365

¹⁹² Edwards et al. 2015, σελ. 120

¹⁹³ Λυριτζής 2005, σελ. 51

¹⁹⁴ Κυρίκου 2019

περιοχές.¹⁹⁵ Με γεωτρήσεις γίνεται η ανάκτηση των παλυνόμορφων από το υπέδαφος και έπειτα, ακολουθεί η ανάλυση τους μικροσκοπικά. Τα σπόρια και η γύρη από διαφορετικά στρωματογραφικά επίπεδα δίνουν πληροφορίες για την βλάστηση σε συγκεκριμένες περιόδους στο παρελθόν¹⁹⁶ και γενικά, αυτή η παλυνολογική μελέτη καθορίζει με μεγάλη ακρίβεια την εποχή του σχηματισμού του στρώματος,¹⁹⁷ δίνοντας μια σχετική χρονολόγηση των αρχαιολογικών αποθέσεων.

3.3.2 Παλυνολογία τεταρτογενούς

Από την ίδρυση της, η παλυνολογία του τεταρτογενούς έχει δείξει μια εντυπωσιακή εξέλιξη.¹⁹⁸ Πρωτοπόρος και δημιουργός της θεωρείται ο Lennart Von Post, ο οποίος την χρησιμοποίησε αρχικά ως στρωματογραφικό εργαλείο στην Σκανδιναβία,¹⁹⁹ και αναγνωρίζεται ως ο «πατέρας» αυτής.²⁰⁰ Από την άλλη, ο Firbas μεταξύ άλλων ίσως ήταν ο μεγαλύτερος ερμηνευτής διαγραμμάτων γύρης που αφορούν το τεταρτογενές παλαιοπεριβάλλον.²⁰¹ Οι παλυνολόγοι του τεταρτογενούς μέσα από την μελέτη της σύνθεσης της βλάστησης, της γύρης και των συνθηκών που επικρατούν την παρούσα περίοδο, είναι σε θέση να ανασυνθέσουν και να ανοικοδομήσουν το παλαιοπεριβάλλον και την παλαιοβλάστηση. Επιπροσθέτως, στη σημερινή εποχή τα παλυνολογικά δεδομένα του τεταρτογενούς έχουν θεμελιώδη συμβολή στις μελέτες που αφορούν την δημιουργία και την δοκιμή υποθέσεων, όπως το πως η ατμοσφαιρική κυκλοφορία και το κλίμα έχουν ανταποκριθεί σε προηγούμενες αλλαγές.²⁰²

Η παλυνολογία, λοιπόν, είναι μια από τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται ευρέως στην παλαιοοικολογία του τεταρτογενούς,²⁰³ αλλά και του παλαιοκλίματος. Ως παλαιοκλίμα ορίζουμε το κλίμα που επικρατούσε έναν τόπο στον παρελθόν και

¹⁹⁵ Ogbahon et al. 2019

¹⁹⁶ Macdonald 1987, σελ.29

¹⁹⁷ Breuer et al. 2005, σελ. 7

¹⁹⁸ Joosten & De Klerk 2002, σελ. 29

¹⁹⁹ Walker 1990, σελ.13

²⁰⁰ Macdonald 1987, σελ.29

²⁰¹ Walker 1990, σελ.14

²⁰² Huntley 1990, σελ.53

²⁰³ Macdonald 1987, σελ.29

περιλαμβάνει τον τύπο των κλιματολογικών συνθήκων, όπως υγρό (υγρασία), ξηρό (ξηρασία), κρύο (παγετώνας) ή θερμό (υψηλή θερμοκρασία).²⁰⁴ Από τις μετρήσεις της συγκέντρωσης γύρης μπορεί να προσδιοριστεί το παλαιοκλίμα. Αποτελεί το πιο αξιόπιστο και κατάλληλο εργαλείο για έναν ερευνητή και αυτό χάρις στα παλυνόμορφα, τα οποία εξαιτίας της δομής τους, διατηρούνται σε καλή κατάσταση σε αποθέσεις λιμνών, θαλασσών, πάγων κτλ. Την πιο σπουδαία θέση αναμεσα στα παλυνόμορφα κατέχουν οι γυρεόκοκκοι εξαιτίας κάποιων χαρακτηριστικών τους. Αυτά είναι το ανθεκτικό στην αποσύνθεση εξωτερικό τους περίβλημα, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους και η τεράστια παραγωγή και διασπορά τους. Επιπλέον, οι κόκκοι γύρης αντανakλούν την φυσική βλάστηση στο χρόνο της απόθεσης της γύρης,²⁰⁵ παρέχοντας αρκετές πληροφορίες. Καταληκτικά, μέσω αυτών των παλυνόμορφων μπορούν να προσδιοριστούν οι κλιματικές μεταβολές του τεταρτογενούς, χωρίς όμως να προσεγγίζουν το πότε έγιναν αυτές οι αλλαγές στο κλίμα ²⁰⁶ τονίζοντας την σπουδαιότητα της τεταρτογενούς παλυνολογίας.

3.3.3 Αρχαιολογία και Παλυνολογία

Η αρχαιολογία είναι η επιστήμη που ανακαλύπτει και μελετά τα υλικά και τα αντικείμενα του παρελθόντος. Στην ουσία, ο όρος αρχαιολογία ερμηνεύεται ως η συστηματική μελέτη των αρχαίων πραγμάτων. Το 1948 ο Walter Taylor σημειώνει ότι η επιστήμη αυτή είναι αυτόνομη, με δική της μεθοδολογία και τεχνικές, και με πρωταρχικούς στόχους την περισυλλογή, την καταγραφή, την ανάλυση, την ταξινόμηση του αρχαιολογικού υλικού ή της αρχαιολογικής μαρτυρίας, την περιγραφή και την ερμηνεία των ευρημάτων.²⁰⁷ Χάρις στην επιστήμη αυτή, είμαστε σε θέση να ανακαλύψουμε, να κατανοήσουμε και να γνωρίσουμε κρυμμένες πτυχές του

²⁰⁴ Λυριτζής 2005, σελ. 23

²⁰⁵ Λυριτζής 2005, σελ. 25

²⁰⁶ Κυρίκου 2019

²⁰⁷ science.gr 2010

παρελθόντος μας, οι οποίες με την συνδρομή του αναδύονται στην επιφάνεια και έρχονται στο φως.



Εικόνα 44. Πηγή: https://cdn.pixabay.com/photo/2016/11/11/10/12/hat-1816219_960_720.jpg

Σύμφωνα με την αρχαιολόγο κ.Βιγλακη: «Όταν γνωρίζουμε τον πολιτισμό και την ιστορία μας, έχουμε ένα πολύ σημαντικό υπόβαθρο και για την εξέλιξη μας. Ξέρουμε πολύ καλά ότι μόνο όταν γνωρίζουμε την προϊστορία μας μπορούμε να προχωρήσουμε στη συνέχεια και να δημιουργήσουμε πράγματα». Η πληθώρα αρχαιολογικών ερευνών αποτελούν, λοιπόν, κύρια πηγή γνώσης της προϊστορικής και εξαφανισμένης αρχαίας κουλτούρας.²⁰⁸

Ένας αρχαιολόγος παρουσιάζεται, πρωτίστως, ως ένας περιγραφικός εργάτης, μέσω της ανασκαφής, και μετά ως ένας ιστορικός με στόχο την ερμηνευτική περιγραφή του ανθρώπινου παρελθόντος.²⁰⁹ Μέσα από την μελέτη των υπολειμμάτων, καλείται να αναδημιουργήσει και να προσφέρει μια εικόνα για την εξελικτική πορεία του ανθρώπου. Η στιγμή που ανακαλύπτεται και εξέρχεται του εδάφους κάποιο αρχαιολογικό εύρημα (κατά την διάρκεια της ανασκαφής ή της φυσικής αναζήτησης), μπορεί να χαρακτηριστεί μαγική. Αν και πολλές φορές, τα στοιχεία που προκύπτουν από τις ανασκαφές είναι ελλιπή, ο αρχαιολόγος με την μελέτη ιστορικών πηγών

²⁰⁸ Glyn Edmund Daniel, 2020

²⁰⁹ Glyn Edmund Daniel, 2020

επιδιώκει να αποκαταστήσει την χαμένη σύνδεση μεταξύ των στοιχείων που έχει στα χέρια του, προσφέροντας έτσι μια πιο σαφή εικόνα.²¹⁰



Εικόνα 45. Αρχαιολόγος καταγράφει πληροφορίες σχετικά με τα ευρήματα της ανασκαφής. (πηγή: https://cdn.pixabay.com/photo/2012/10/03/19/56/archaeology-59150_960_720.jpg)

Η αρχαιολογία σε αρκετές περιπτώσεις για να μπορέσει να κατανοήσει και να μελετήσει τα αρχαιολογικά ευρήματα από τις ανασκαφές, απαιτείται η συνεργασία με ανθρώπους άλλων επιστημονικών κλάδων. Είναι απαραίτητη, δηλαδή, μια διεπιστημονική προσέγγιση στη μελέτη αυτών.²¹¹ Σε μια αρχαιολογική έρευνα, έκτος από τον αρχαιολόγο, αναγκαία κρίνεται η συνεισφορά των θετικών επιστημών, των βιοεπιστημών και των τεχνοεπιστημών όπου σε συνδυασμό με τις πολιτιστικές προσεγγίσεις μπορεί να επιτευχθεί η ανασύσταση του περιβάλλοντος, μέσα στο οποίο εξελίσσονταν οι αρχαίες κοινωνίες.²¹²

Οι αρχαιολόγοι, λοιπόν, στην προσπάθειά τους να ερμηνεύσουν και να δώσουν απαντήσεις σε αρκετά ερωτήματα που αφορούν ένα μνημείο ή μια αρχαιολογική περιοχή, έρχονται αντιμέτωποι με εμπόδια και δεν δύναται να τα αντιμετωπίσουν μόνοι

²¹⁰ Τσουμενη 2018

²¹¹ Λυριτζής & Ζαχαριάς 2010, σελ. 642

²¹² Ambafrance.org

τους. Ένας σημαντικός τομέας που έχει την ικανότητα να επιλύσει σφάλματα που προκύπτουν από ελλιπή στοιχεία είναι η παλυνολογία, η οποία έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως στην αρχαιολογία για τη συλλογή χρονολογικών και παλαιοπεριβαλλοντικών πληροφοριών²¹³ και είναι αυτή που μπορεί να προσφέρει πολλά για την κατανόηση των αρχαιολογικών θέσεων και της ανθρώπινης συμπεριφοράς.²¹⁴

Στην Ευρώπη η χρήση της γύρης στην χρονολόγηση αρχαιολογικών μνημείων άρχισε στις αρχές του 1900,²¹⁵ ενώ από το 1970 τα περισσότερα αρχαιολογικά έργα περιλαμβάνουν την ανάλυση γύρης ως εργαλείο για την εξαγωγή συμπερασμάτων.²¹⁶ Και αυτό συμβαίνει εξαιτίας της γύρης, η οποία μπορεί να δώσει απτές απαντήσεις σε ερωτήσεις που συχνά δεν μπορούν να απαντηθούν μόνο από τις αρχαιολογικές καταγραφές²¹⁷ ή από ευρήματα που δεν καλύπτουν μια συγκεκριμένη χρονολογική περίοδο. Κύριοι δείκτες για την έρευνα αποτελούν τα παλυνόμορφα, που εντοπίζονται σε αποθέσεις κοντά σε αρχαιολογικούς χώρους. Τα παλυνόμορφα αυτά, χάρις στο σχεδόν αδιαπέραστο εξωτερικό κέλυφος τους, διατηρούνται σε αρκετά καλή κατάσταση σε θαλάσσιες, λιμναίες ή χερσαίες αποθέσεις. Παρέχουν, δηλαδή, μια συνεχή χρονική κάψουλα που ανοίγει με κατάλληλες μεθοδολογίες.²¹⁸ Οι μεθοδολογίες περιλαμβάνουν κυρίως την κοκκομετρία, την εξαγωγή και την ανάλυση της γύρης και απαιτούν μια εξειδικευμένη τεχνογνωσία.²¹⁹ Τα αποτελέσματα των αναλύσεων γύρης αντικατοπτρίζονται στα παλυνολογικά διαγράμματα, των οποίων η ερμηνεία αντανακλά την γνώση των αναλυτών για την βλάστηση και την γεωμορφολογία των περιοχών δειγματοληψίας.²²⁰ Γενικά, οι παλυνολόγοι έχουν βοηθήσει σημαντικά τους αρχαιολόγους σε πολλά ερωτήματα που αφορούν το παρελθόν. Είναι γεγονός, ότι η χρήση της παλυνολογικής έρευνας μπορεί εύκολα να αποκαλύψει πολιτιστικές και περιβαλλοντικές πτυχές που είναι δύσκολο να εκτιμηθούν με συμβατικά αρχαιολογικά μέσα.²²¹

²¹³ Macdonald 1987, σελ.40

²¹⁴ Edwards et al. 2015, σελ. 117

²¹⁵ Κούτουλα 2005, σελ. 19

²¹⁶ Geib & Smith 2008, σελ. 2085

²¹⁷ Vaughn et al. 1983, σελ.217

²¹⁸ Whittington & J. Edward 1994, σελ. 56

²¹⁹ Schoenwetter, σελ.3,4

²²⁰ Geib & Smith 2008, σελ. 2086

²²¹ Whittington & J. Edward 1994, σελ. 64

Με την γύρη και την ανάλυση άλλων παλυνόμορφων, δύναται να ανασυσταθούν άγνωστες πτυχές της αρχαιότητας. 1) Προσδιορίζονται οι τροφές που περιλαμβάνονταν στις αρχαίες διατροφικές συνήθειες των ανθρώπων. Όσον αφορά την Ελλάδα, από τις μέχρι τώρα πληροφορίες παρατηρούμε ότι η αρχαία ελληνική κουζίνα ήταν πλούσια σε δημητριακά, λαχανικά, φρούτα, γαλακτοκομικά, λάδι, μέλι, καρπούς, κρέας κλπ.²²² Συνάμα μέσω της αρχαίας διατροφής, είναι εμφανής η ύπαρξη ανθρώπινων δραστηριοτήτων, όπως η καλλιέργεια του εδάφους, η κτηνοτροφία, η συλλογή καρπών, η γεωργία, η μελισσοκομία κ.α. Για παράδειγμα, σε μια ανασκαφή σε ένα ταφικό χώρο αποκαλύφθηκε η παρουσία μιας καλά αναπτυγμένης μελισσοκομίας, μέσω παλυνολογικής ανάλυσης σε απολιθωμένο μέλι που βρισκόταν μέσα σε κεραμικά αγγεία.²²³ 2) Αποκαλύπτονται αρχαίες ταφικές πρακτικές και τελετουργίες για την τιμήση των νεκρών και υπάρχουν πολλές αναφορές που τις απεικονίζουν. Παραδείγματος χάριν, μια ταφική τελετουργία των αρχαίων Ελλήνων ήταν η τοποθέτηση ενός μαξιλαριού από λουλούδια κάτω από το κεφάλι του νεκρού.²²⁴ Οι ερευνητές, λοιπόν, μέσω από την ανάλυση καρπών και σπορίων ταυτοποιούν τα είδη των λουλουδιών που χρησιμοποιούνταν στις ταφές. 3) Φανερόνεται η πηγή της πρώτης ύλης σε διάφορα εργαλεία²²⁵ που εξυπηρετούσαν τις ανάγκες των ανθρώπων. Λόγου χάριν, το ξύλινο άροτρο αποτελείται κυρίως από σκληρό ξύλο βελανιδιάς και χρησιμοποιούταν ως γεωργικό εργαλείο. 4) Είναι δυνατή η ανασύσταση του παλαιοπεριβάλλοντος. Ουσιαστικά είναι μορετό να διαπιστωθεί το πώς οι ασχολίες του προϊστορικού ανθρώπινου παράγοντα έχουν επηρεάσει την βλάστηση της εκάστοτε αρχαιολογικής περιοχής. Με την βοήθεια των παλυνολογικών διαγραμμάτων αντιλαμβανόμαστε σαφέστερα ότι ο άνθρωπος εκμεταλλεύεται συνεχώς την φύση με απώτερο σκοπό την επιβίωση του. Η κοπή δέντρων για την κατασκευή καλυβών ή εργαλείων, η συστηματική καλλιέργεια δημητριακών και σιτηρών, η κτηνοτροφία, η βόσκηση των ζώων, η γεωργία και άλλες ασχολίες φαίνεται να αλλοιώνουν την εικόνα του περιβάλλοντος, το οποίο σημειώνει ανάκαμψη μετά την εγκατάλειψη του από τον άνθρωπο.

²²² Δαλάτση 2017

²²³ Knavadge 2006, σελ.595

²²⁴ Μηχανή του χρόνου, Η Ταφή στην αρχαία Ελλάδα

²²⁵ Johnston 2019

Συνοψίζοντας, είναι μπορετό να συνειδητοποιήσουμε την σπουδαιότητα και την τεράστια συμβολή των παλυνολογικών διαγραμμάτων, και γενικότερα της παλυνολογίας στην αρχαιολογική έρευνα, δεδομένου ότι αποτελεί σημαντικό αρωγό για την εξαγωγή πληροφοριών για τις προηγούμενες περιβαλλοντικές αλλαγές, για τη χρήση φυσικών και καλλιεργούμενων φυτών, για τη χρήση της γης, για τις προϊστορικές διατροφικές συνήθειες και τελετουργίες, για την εκμετάλλευση των πηγών πρώτων υλών και γενικά, για τις ανθρώπινες δραστηριότητες και τον αντίκτυπό τους στο φυσικό τοπίο.²²⁶

²²⁶ Vaughn et al. 1983, σελ.217

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Συνοψίζοντας, μέσα από τα παλυνολογικά διαγράμματα της Ευρώπης που μελετήθηκαν και παρουσιάστηκαν, εξακριβώνεται η σπουδαιότητα της χρήσης της παλυνολογίας στην αρχαιολογική έρευνα. Δεν πρέπει να λησμονείται, όμως και η ευρεία χρήση της και σε τομείς που δεν αφορούν μόνο την αρχαιολογία, πχ η εγκληματολογία.

Είναι εμφανές ότι η ανάλυση της γύρης μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο, το οποίο εδώ και αρκετά χρόνια δίνει απαντήσεις σε ερωτήματα που σήμερα ταλανίζουν αρκετά τους αρχαιολόγους. Αξιοσημείωτη είναι η δύναμη που διακατέχει τη γύρη, όπου αφού πραγματοποιηθεί η περισυλλογή της από ιζήματα και η ανάλυση της μικροσκοπικά σε κατάλληλα εργαστήρια, δίνει πληροφορίες για την διακύμανση της παλαιοβλάστησης, του κλίματος του παρελθόντος και για την επιρροή και τη δράση του προϊστορικού ανθρώπου στο υπό εξέταση τοπίο.

Όλες οι πληροφορίες αυτές απορρέουν από την μελέτη των γυρεόκοκκων και των σπορίων. Γενικά, οι γυρεόκοκκοι διαθέτουν μεγάλη ποικιλομορφία και είναι δεδομένο ότι κάθε κόκκος γύρης αντιστοιχεί σε ένα είδος φυτού, πράγμα που διευκολύνει την διεκπεραίωση της έρευνας. Στα διαγράμματα αυτά, η συγκέντρωση των γυρεόκοκκων και των σπορίων αντανακλώνεται με την μορφή καμπυλών. Οι ειδικοί ερευνητές επικεντρώνονται στις διακυμάνσεις των καμπυλών αυτών και εξάγουν τα συμπεράσματά τους.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται ξεκάθαρο ότι η Ευρώπη πριν την εγκατάσταση του ανθρώπου στην επιφάνεια της, αποτελείται από πλούσια δασική επίστρωση, η οποία καταλάμβανε σημαντική έκταση. Συνεπώς, με την αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού ακολούθησε η μείωση και η σταδιακή καταστροφή σημαντικού μέρους της χλωρίδας για διάφορους λόγους. Κύριος και καταλυτικός παράγοντας, λοιπόν, κρίνεται ο άνθρωπος, ο οποίος για να κατορθώσει να επιβιώσει χρησιμοποιεί και εκμεταλλεύεται συστηματικά τα δάση για την κατασκευή σπιτιών, εργαλείων, όπλων, για θέρμανση και για την άσκηση δραστηριοτήτων, όπως η γεωργία, η καλλιέργεια, η κτηνοτροφία, η μελισσοκομία κ.α. Στον πίνακα 4 παρουσιάζονται χαρακτηριστικοί τύποι γυρεόκοκκων από συγκεκριμένες περιοχές της Ευρώπης (Βουλγαρία, Ελλάδα,

Γερμανία, Σουηδία, Ανδόρρα και Πολωνία) ώστε να γίνει εύκολα κατανοητή η αυξομείωση των φυτικών ειδών τόσο εξαιτίας του ανθρώπου, όσο και των κλιματικών συνθηκών που επικρατούσαν στην εκάστοτε χρονική περίοδο.

ΠΕΡΙΟΔΟΙ	PINUS (Πεύκο)	BETULA (Σημύδα)	CEREALES (Δημητριακά)	OLEA (Ελιά)	ULMUS (Φτελιά)	PLANTAGO (Ψυλλόχορτο)	QUERCUS (Δρύς)	TILIA (Φλαμο υριά)	CORYLUS (Φουντουκιά)	ALNUS (Σκλήθρα)
Μεσολιθική ή (Βουλγαρία)	ΠΧ	ΚΘ	ΚΘ	ΚΘ	ΠΧ	ΚΘ	ΠΥ	ΠΥ	ΠΥ	ΚΘ
Νεολιθική (Γερμανία)	ΚΘ	ΠΥ	ΠΥ	ΚΘ	ΜΕ	ΠΥ	ΜΕ	ΠΧ	ΠΧ	ΜΕ
Χαλκολιθική (Δανία)	ΠΧ	ΠΧ	ΠΥ	ΚΘ	ΠΧ	ΠΥ	ΠΥ	ΠΧ	ΠΧ	ΠΧ
Εποχή Χαλκού (Ελλάδα, Πελ/σος)	ΜΕ	ΚΘ	ΚΘ	ΜΕ	ΚΘ	ΚΘ	ΠΥ	ΜΕ	ΚΘ	ΚΘ
Εποχή Σιδήρου (Σουηδία)	ΜΕ	ΜΕ	ΠΥ	ΚΘ	ΚΘ	ΠΥ	ΜΕ	ΚΘ	ΜΕ	ΜΕ
Σκοτεινοί αιώνες/ Κλασική/ Ελληνιστική ή (Ανδόρρα)	ΠΧ	ΠΧ	ΠΥ	ΜΕ	ΠΧ	ΠΥ	ΠΧ	ΠΧ	ΠΧ	ΚΘ
Ρωμαϊκή/ Βυζαντινή (Ελλάδα, Πελ/σος)	ΠΥ	ΠΧ	ΜΕ	ΜΕ	ΠΧ	ΠΥ	ΠΥ	ΚΘ	ΠΧ	ΚΘ
Νεότερη (Πολωνία)	ΠΧ	ΠΧ	ΜΕ	ΚΘ	ΠΧ	ΚΘ	ΠΥ	ΠΧ	ΠΧ	ΠΧ

Πίνακας 4. Παρουσίαση αυξομείωσης χαρακτηριστικών γυρεόκοκκων σε συγκεκριμένες περιοχές της Ευρώπης ανά περίοδο. Η ποσοτική συγκέντρωση για κάθε γυρεόκοκκο δίνεται με ΠΥ (Πολύ Υψηλή), με ΠΧ (Πολύ Χαμηλή), με ΜΕ(Μέτρια) και με ΚΘ (Καθόλου).

Ειδικότερα, παρατηρούμε ότι πριν την νεολιθική κατοίκηση η βλάστηση είναι πυκνή και αποτελείται πλούσια δάση. Από την Νεολιθική περίοδο και έπειτα, εμφανίζεται μείωση στα δενδρικά είδη, όπως το πεύκο, η ελιά, η φλαμουριά, και αύξηση σε ανθρωπογενείς δείκτες, όπως τα δημητριακά, το ψυλλόχορτο και τα ζιζάνια. Γενικά, η χλωρίδα της Ευρώπης για να καταλήξει στην σημερινή της μορφή, έχει διαβεί ορισμένα στάδια. Σύμφωνα με τον Πίνακα 4, αρχικά η χλωρίδα αντανακλά μια αρκετά πλούσια βλάστηση, η οποία με το πέρασμα του χρόνου μειώνεται λόγω αποψίλωσης των δέντρων, της δημιουργίας καλλιεργήσιμων εκτάσεων και των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Στο τέλος, μετά την εγκατάλειψη της περιοχής από τον άνθρωπο αρχίζει η σταδιακή αναγέννηση και αποκατάσταση του φυτικού κόσμου.

Εν κατακλείδι, ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν διττός. Αφενός, ήταν η διαπίστωση της τεράστιας συμβολής που κατέχουν τα παλυνολογικά διαγράμματα για την αρχαιολογία και αφετέρου, ήταν η ανάδειξη της παλυνολογίας, μιας επιστήμης με εξαιρετικά έντονο ενδιαφέρον, που δίνει απαντήσεις σχετικά με ερωτήματα του παρελθόντος και αξίζει κάποιος φοιτητής/τρια να ασχοληθεί περαιτέρω με το αντικείμενο της.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΩΝ

Ο πίνακας που ακολουθεί αφορά τα κυριότερα δείγματα από γυρέοκοκκους και εντοπίζονται στο 2^ο κεφάλαιο. Οι πληροφορίες για την ταξινόμηση τους αντλήθηκαν από την ιστοσελίδα GBIF (Global Biodiversity Information Facility).

Είδος	Γένος	Οικογένεια	Βασίλειο	Τάξη	Φύλο
-	Acer (Σφένδαμος)	Sapindaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Artemisia (Αψιθιά)	Asteraceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Abies (Ελάτη)	Pinaceae	Plantae	Pinopsida	Tracheophyta
Arbutus unedo	Arbutus (Κουμαριά)	Ericaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Alisma (Άλισμα)	Alismataceae	Plantae	Liliopsida	Tracheophyta
Alnus glutinosa	Alnus (Σκλήθρα)	Betulaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Betula pubescens	Betula (Σημύδα)	Betulaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Buxus (Πυξός)	Buxaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Bellis (Μπελίζ)	Asteraceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Castanea (Καστανιά)	Fagaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta

Corylus avellana	Corylus (Φουντουκιά)	Betulaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Carex (Κάρεξ)	Cyperaceae	Plantae	Liliopsida	Tracheophyta
Cicuta virosa	Cicuta (Κικούτα)	Apiaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Cirsium (Κίρσιο)	Asteraceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Carpinus betulus	Carpinus (Γάυρος)	Betulaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Centaurea cyanus	Centaurea (Κεντάυριο)	Asteraceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Centaurea jacea	Centaurea (Κεντάυριο)	Asteraceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Carduus (Κάρδος)	Asteraceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Crataegus monogyna	Crataegus (Μουρτζιά)	Rosaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Ceratophyllum (Κερατόφυλλο)	Ceratophyllaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Calluna vulgaris	Calluna (Πείκι)	Ericaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Cistus Ladanifer	Cistus (Κίστος)	Cistaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta

-	Campanula (Καμπανούλα)	Campanulaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Ephedra (Εφέδρα)	Ephedraceae	Plantae	Gnetopsida	Tracheophyta
-	Elodea (Ελωδία)	Hydrocharitaceae	Plantae	Liliopsida	Tracheophyta
-	Erica (Ερείκι)	Ericaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Fraxinus excelsior	Fraxinus (Φράξινος)	Oleaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Fraxinus ornus	Fraxinus (Φράξιμος)	Oleaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Frangula (Φραγκούλη)	Rhamnaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Fagus Sylvatica	Fagus (Φηγός ή Οξιά)	Fagaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Filipendula (Φιλιπέντουλα)	Rosaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Fagopyrum (Φαγόπυρο)	Polygonaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Hordeum (Ορδεον ή Κριθή)	Poaceae	Plantae	Liliopsida	Tracheophyta
Humulus lupulus	Humulus (Χούμουλος)	Cannabaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Hedera helix	Hedera (Κισσός)	Araliaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta

-	Hipporphae (Ιπποφαές)	Elaeagnaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Hypericum perforatum	Hypericum (Υπερικό)	Hypericaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Plex aquifolium	Πlex (Ίληξ)	Aquifoliaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Isoetes (Ισοετές)	Isoetaceae	Plantae	Lycopodiopsida	Tracheophyta
-	Juniperus (Άρκευθος)	Cupressaceae	Plantae	Pinopsida	Tracheophyta
-	Juglans (Καρυδιά)	Juglandaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Lamium (Λάμιο)	Lamiaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Myriophyllum spicatum	Myriophyllum (Μυριόφυλλο)	Haloragaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Malva (Μολόχα)	Malvaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Melampyrum (Μελάμπυρο)	Orobanchaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Menyanthes trifoliata	Menyanthes (Μηνουανθές)	Menyanthaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Nymphaea (Νυμφαία)	Nymphaeaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta

Osmunda regalis	Osmunda (Φτέρη)	Osmundaceae	Plantae	Polypodiopsida	Tracheophyta
-	Olea (Ελιά)	Oleaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Ostrya (Οστράα)	Betulaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Pinus pinaster	Pinus (Πεύκη)	Pinaceae	Plantae	Pinopsida	Tracheophyta
Pinus sylvestris	Pinus (Πεύκη)	Pinaceae	Plantae	Pinopsida	Tracheophyta
Populus salix	Populus (Λεύκη)	Salicaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Plantago lanceolata	Plantago (Ψυλλόχορτο)	Plantaginaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Polygonum aviculare	Polygonum (Πολύgono)	Polygonaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Polygonum persicaria	Polygonum (Πολύgono)	Polygonaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Potamogeton (Ποταμογείτονας)	Potamogetonaceae	Plantae	Liliopsida	Tracheophyta
Pteridium aquilinum	Pteridium (Φτέρη)	Dennstaedtiaceae	Plantae	Polypodiopsida	Tracheophyta
Potentilla palustris	Potentilla (Ποτεντίλλα)	Rosaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta

Quercus cerris	Quercus (Δρύς)	Fagaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Quercus Ilex	Quercus (Δρύς)	Fagaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Quercus pubescens	Quercus (Δρύς)	Fagaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Quercus pyrenaica	Quercus (Δρύς)	Fagaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Quercus robur	Quercus (Δρύς)	Fagaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Rumex acetosa	Rumex (Λάπαθο)	Polygonaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Rumex acetosella	Rumex (Λάπαθο)	Polygonaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Ranunculus acris	Ranunculus (Ρεναγκούλα)	Ranunculaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Ranunculus aquatilis	Ranunculus (Ρεναγκούλα)	Ranunculaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Sparganium (Σπαργάνιο)	Typhaceae	Plantae	Liliopsida	Tracheophyta
-	Sedum (Πετρόχορτο)	Crassulaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Spergula arvensis	Spergula (Σπέργουλα)	Caryophyllaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta

-	Spinacia (Σπανάκι)	Amaranthaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Sorbus (Σούρβο)	Rosaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Secale (Σίκαλη)	Poaceae	Plantae	Liliopsida	Tracheophyta
Staphylea pinnata	Staphylea (Σταφυλέα)	Staphyleaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Tilia Cordata	Tilia (Φλαμουριά)	Malvaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Triticum (Σιτάρι)	Poaceae	Plantae	Liliopsida	Tracheophyta
Taxus baccata	Taxus (Ίταμος)	Taxaceae	Plantae	Pinopsida	Tracheophyta
-	Ulmus (Φτελιά)	Ulmaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
Urtica doica	Urtica (Τσουκνίδα)	Urticaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Vitis (Άμπελος)	Vitaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta
-	Viscum (Ιξός)	Santalaceae	Plantae	Magnoliopsida	Tracheophyta

(Πηγή: <https://www.gbif.org/species/6>)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσσα :

- Ασλανίδης Α., Ζαφειρακίδης Γ.& Καλαϊτζήδης Δ. (2010), *Γεωλογία-Γεωγραφία Β' Γυμνασίου, Μάθημα 24*, Αθήνα: Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων
- Δάμιαλης Α.(2010), *Πρότυπα Παραγωγής και Ατμοσφαιρικής Κυκλοφορίας Γυρεόκοκκων στην Ευρύτερη Περιοχή της Θεσσαλονίκης*, διδακτορική διατριβή, Θεσσαλονίκη
- Δημου Μ. Δ. (2006), *Μέθοδοι μελισσοπαλυνολογικού ποσοτικού και ποιοτικού προσδιορισμού χλωρίδας μιας περιοχής*, διδακτορική διατριβή, Θεσσαλονίκη
- Ζαμπετάκη-Ζέτα κ.α. (2015), *Η Μικροπαλαιοντολογία και οι Εφαρμογές της*, Αθήνα: Εκδόσεις Κάλλιπος
- Θεοδορίδου Κ. (2017), *Οι Εναλλαγές της βλάστησης τα τελευταία εξήντα χρόνια στη Αττική βάσει παλυνολογικών αναλύσεων σε ιζήματα του Σαρωνικού κόλπου*, διπλωματική εργασία, Αθήνα
- Κούλη Κ. & Δερμιτζάκης Μ. Δ. (2006), *Πέρα από τους γυρεόκοκκους: Τα παλυνόμορφα και η σημασία τους στην ερμηνεία του παλαιοπεριβάλλοντος*, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, τόμος 39, σελ.87-99
- Κούλη Κ. (2008), *Βλάστηση και άνθρωπος: Η εξέλιξη του παλαιοπεριβάλλοντος του λιμναίου οικισμού του Δισπηλιού από την οπτική της παλυνολογίας*, Ανάσκαμμα, τεύχος 1, σελ.143-156
- Κούτουλα Μαργαρίτα (2005), *Συμβολή στη δημιουργία γεωλογικού άτλαντα της χλωρίδας της Πανεπιστημιούπολης Πατρών*, μεταπτυχιακή εργασία, Πάτρα
- Κωστόπουλος Δ. & Κουφός Δ. (2015), *Η εξέλιξη του έμβιου κόσμου: χορδωτά*, 1^η έκδοση, Αθήνα: Εκδόσεις Κάλλιπος
- Λυριτζής Ι. & Ζαχαριάς Ν. (2010), *Αρχαιο-υλικά (αρχαιολογικές, αρχαιομετρικές και πολιτισμικές προσεγγίσεις)*, επιστ. επιμ.: Λυριτζής Ι. & Ζαχαριάς Ν., Αθήνα: Παπαζήση

- Λυριτζής Ι. (2007), *Φυσικές επιστήμες στην αρχαιολογία*, 2^η έκδοση, Αθήνα: Τυπωθήτω -Γιώργος Δαρδανός
- Λυριτζής Ι.(2005), *Αρχαιολογία και περιβάλλον*, 2^η έκδοση, Αθήνα: Ινστιτούτο του βιβλίου - Α. Καρδαμίτσα
- Μερλή Ασημούλα Παναγιώτα (2018), *Μέθοδοι Χρονολόγησης στην Αρχαιολογία: Μια επιθεώρηση*, διπλωματική εργασία, Θεσσαλονίκη
- Μυλωνά Γ. (2005), *Μικροπαλαιοντολογική μελέτη του πυρήνα Ζ1 από το Ιόνιο, Παλαιοκλιματικά- Παλαιοοικολογικά συμπεράσματα*, μεταπτυχιακή διατριβή, Πάτρα
- Πηλίου Μ. (2007), *Εγχειρίδιο Βοτανικής (Βασικές γνώσεις-Φύλλα εργασίας)*, συγγραφή-επιμέλεια: Κολτσιδόπουλος Ε., Αθήνα: Εκδοτική Παραγωγή Επτάλοφος Α.Β.Ε.Ε
- Σαρπάκη Α. (1996), *Το περιβάλλον κατά τη διάρκεια της Πλειστόκαινου περιόδου: Τα φυτά της φύσης*, Αρχαιολογία & Τέχνες, τεύχος 58, σελ.38-44
- Τάντσης Χ. (2011), *Περιγραφή και Ταξινόμηση γυρεόκοκκων δασικών ειδών Ελλάδας*, μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Θεσσαλονίκη
- Χριστοδούλου Α. (2015), *Ιστορική εξέλιξη της δασικής βλάστησης της ορεινής περιοχής Τροόδου Κύπρου*, διδακτορική διατριβή, Θεσσαλονίκη
- Renfrew C. & Bahn P. (2013), *Αρχαιολογία: θεωρίες, μεθοδολογία και πρακτικές εφαρμογές*, μτφ. Λίλιαν Καραλή-Γιαννακοπούλου, επιμέλεια: Αντουανέττα Καλλέγια, 3^η έκδοση, Αθήνα: Ινστιτούτο του βιβλίου-Α. Καρδαμίτσα

Ξενόγλωσση:

- Adojoh O. et al. (2019), *Taxonomy and phytoecology of palynomorphs and non-pollen palynomorphs: a refined compendium from the West Africa Margin*, Biodiversity, Vol.3, Biodiversity Int J., pp.188-200
- Atherden M., Hall J. & Wright J. C. (1993), *A pollen diagram from the northeast Peloponnese, Greece: implications for vegetation history and archaeology*, The Holocene, Vol.3, Issue 4, pp.351-356

- Alotaibi S. S. et al. (2020), *Pollen molecular biology: Applications in the forensic palynology and future prospects: A review*, Saudi Journal of Biological Sciences, Vol.27, Elsevier B. V., pp.1-6
- Bakrac K. et al. (2015), *First palynological results from the archaeological site of Sopot, Croatia*, Geologia Croatica, Vol.68, No.3, pp.303-311
- Bradshaw R. & Hannon G. (1992), *Climatic Change, Human Influence and Disturbance Regime in the Control of Vegetation Dynamics Within Fiby Forest, Sweeden*, Journal of Ecology, Vol.80, No.4, British Ecological Society, pp.625-632
- Bryant V. M., JR. & Holloway R. G. (1983), *The Role of Palynology in Archaeology*, Advances in Archaeological and Theory, Vol.6, Academic Press, pp.191-224
- Bercovici A. & Vellekoop J. (2017), *Methods in Paleopalynology and Palynostratigraphy: An Application to the K-Pg Boundary*, Terrestrial Depositional Systems, Deciphering Complexities Through Multiple Stratigraphic Methods, Elsevier Inc, pp.127-164
- Breuer P. et al. (2005), *Stratigraphic palynology of Devonian boreholes from northern Saudi Arabia*, Pre-Cambrian to Palaeozoic Palaeopalynology and Palaeobotany, Notebooks on Geology, pp. 3-9
- Djamali M. & Cilleros K. (2020), *Statistically significant minimum pollen count in Quaternary pollen analysis; the case of pollen-rich lake sediments*, Review of Palaeobotany and Palynology, Vol.275, Elsevier B. V., pp.1-6
- Edwards K. J. et al. (2015), *Moving forwards? Palynology and the human dimension*, Vol.56, Elsevier Ltd, pp.117-132
- Filipova-Marinova et al. (2014), *24.Varna Lake (north-eastern Bulgaria): vegetation history and human impact during the last 8000 years*, publisher: Taylor & Francis, Grana, pp.1-3
- Garzon S., Bart P. & Warny S. (2012), *A Palynological and Sequence-Stratigraphic Study of Santonian—Maastrichtian Strata from the Upper Magdalena Valley Basin in Central Colombia*, Palynology, Vol.36, Taylor & Francis, pp.112-133

- Geib P. R. & Smith J. S. (2008), *Palynology and archaeological inference: bridging the gap between pollen washes and past behavior*, Journal of Archaeological Science 35, Elsevier, pp.2085-2101
- Hesse M. et al (2009), *Pollen Terminology_ An Illustrated handbook*, New York: Springer Wein
- Huntley B. (1990), *Studying global change: the contribution of Quaternary palynology*, Global and Planetary Change Section, Vol.82, Elsevier B.V., pp.53-61
- Joosten H. & De Klerk P. (2002), *What's in a name? Some thoughts on pollen classification, identification, and nomenclature in Quaternary palynology*, Review of Palaeobotany and Palynology, Vol.122, Elsevier Science B.V., pp.29-45
- Karlsdottir L. et al. (2014), *Birch hybridization in Thistilfjordur, North-east Iceland during the Holocene*, Icelandic Agricultural Sciences, Vol.27, pp.95-109
- Kohler E. & Lange E. (1979), *A contribution to distinguishing cereal from wild grass pollen grains by LM and SEM*, Grana, Vol.18, Taylor & Francis, pp.133-140
- Kooistra M. J. & Kooistra L. I. (2003), *Integrated research in archaeology using soil micromorphology and palynology*, Catena, Vol.54, Issue 3, Elsevier B. V., pp.603-617
- Kvavadze E. V. (2006), *The Use of Fossilized Honey for Paleoecological Reconstruction: A Palynological Study of Archeological Material from Georgia*, Paleontological Journal, Vol.40, Pleiades Publishing, pp.595-603
- Luelmo-Lautenschlaeger R. Lopez-Saez J. A. & Perez-Diaz S. (2017), *39. Las Lanchas, Toledo Mountains (Central Spain)*, Grana, Vol.57, pp.1-3
- Macdonald G. M. (1987), *Methods in Quaternary Ecology #2, Palynology*, Geoscience Canada, Vol.15, No.1, pp.29-42

- Magyari E. et al (2001), *Retarded Wetland Succession: Anthropogenic and Climatic signals in a Peat Bog Profile from North-East Hungary*, Journal of Ecology, Vol.89, No.6, British Ecological Society, pp.1019-1032
- Meyer-Melician N., Severova E. & Polevova S. (1996), *Pollen Grains as a Cause of Pollinosis*, Journal of Aerosol Science, Vol.27, Elsevier Science Ltd, pp.251-252
- Miras Y. et al. (2010), *Prehistoric impact on landscape and vegetation at high altitudes: An integrated palaeoecological and arhaeological approach in the eastern Pyrenees (Perafita Valley, Andorra)*, Plant Biosystems, Vol.144, No.4, Taylor & Francis, pp.924-939
- Mitchell J. G. & Cole E. (1998), *Reconstruction of Long-Term Successional Dynamics of Temperate Woodland in Bialowieza Forest, Poland*, Journal of Ecology, Vol.86, No.6, British Ecological Society, pp.1042-1059
- Odgaard V. B. & Rasmussen P. (2000), *Origin and Temporal Development of Macro-Scale Vegetation Patterns in the Cultural Landscape of Denmark*, Journal of Ecology, Vol.88, No.5, British Ecological Society, pp.733-748
- Ogbahon OA., Fola-Dara AO, Enweliku DS (2019), *Palynostratigraphy, Paleoclimate and Paleoenvironment of a Segment of GBO-04 Well, Onshore Western Niger Delta Basin, Nigeria*, Journal of Geology & Geophysics, Vol.8, Issue 5, No.463, pp.1-13
- Overballe-Petersen M. V. et al. (2012), *Long-Term forest dynamics at Gribskov, eastern Denmark with early-Holocene evidence for thermophilous broadleaved tree species*, The Holocene, Vol.23, Issue 2, pp.243-254
- Rogers C. A. (1993), *Application of Aeropalynological principles in palaeoecology*, Review of Palaeobotany and Palynology, Vol.79, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, pp.133-140
- Rojo J. et al. (2015), *Effect of land uses and wind direction on the contribution of local sources to airborne pollen*, Science of the Total Environment, Vol.538, Elsevier Science Publishers B. V, pp.672-682

- Sinopoli G. et al. (2018), *Pollen-based temperature and precipitation changes in the Ohrid Basin (western Balkans) between 160 and 70 ka*, *Climate of the Past Discussion*, pp.1-31
- Romero I. C., Urban M. A. & Punyasena S. W. (2020), *Airyscan superresolution microscopy: A high-throughput alternative to electron microscopy for the visualization and analysis of fossil pollen*, *Review of Palaeobotany and Palynology*, Vol.276, Elsevier B. V., pp.1-9
- Reinhard J. & Srinivasan M. V. (2009), *The Role of Scents in Honey Bee Foraging and Recruitment*, *Food exploitation by Social Insects: An Ecological, Behavioral, and Theoretical Approach*, CRC-Press Boca Raton, pp.155-172
- Sadori L. et al. (2016), *Pollen-based paleoenvironmental and paleoclimatic change at Lake Ohrid (south-eastern Europe) during the past 500 ka*, *Biogeosciences*, Vol.13, pp.1423-143
- Sadovnik M. et al. (2012), *Can the period of Dolmens construction be seen in the pollen record? Pollen analytical investigations of Holocene settlement and vegetation history in the Westensee area, Schleswig-Holstein, Germany*, *Landscape Archaeology between Art and Science*, chapter 2.3, , Amsterdam University Press, pp.197-209
- Sarmaja-Korjonen K. et al. (2003), *Mid-Holocene palaeoclimatic and palaeohydrological conditions in northeastern European Russia: a multi-proxy study of Lake Vankavad*, *Journal of Paleolimnology*, Vol.30, Kluwer Academic Publishers, pp.415-426
- Scharring S. et al. (2006), *Online Monitoring of Airborne Allergenic Particles (OMNIBUSS)*, *Biophotonics: Visions for Better Health Care*, Chapter 2, Weinheim: Wiley-VCH, pp.31-86
- Seijo M. C., Aira M. J. & Mendez J. (2003), *Palynological differences in the pollen content of Eucalyptus honey from Australia, Portugal and Spain*, *Grana*, Vol.42, No.3, Taylor & Francis, pp.183-190
- Tinner W. et al. (1999), *Long-Term Forest Fire Ecology and Dynamics in Southern Switzerland*, *Journal of Ecology*, Vol.87, No.2, British Ecological Society, pp.273-289

- Tonkov S., Bozhilova E. & Panovska H. (2007), *Cerealia pollen evidence from pollen diagrams and palaeoethnobotany in Bulgaria*, Bulg. Acad. Sci., pp. 311-317
- Vaughn et al. (1983), *the Role of Palynology in Archaeology*, Advances in Archaeological Method and Theory, Vol.6, Academic Press
- Walker D. (1990), *Purpose and Method in Quaternary palynology*, Review of Palaeobotany and Palynology, Vol.64, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, pp.13-27
- Whittington G. & Edwards J. K. (1994), *Palynology as a predictive tool in archaeology*, Proceedings of the Society of Antiquaries of Scotland, Vol.24, pp.55-65
- Zinderen Bakker (1951), *Archaeology and Palynology*, The South African Archaeological Bulletin, vol.6, No.23, pp. 80-87
- Ziska L. H. et al. (2019), *Temperature-related changes in airborne allergenic pollen abundance and seasonality across the northern hemisphere: a retrospective data analysis*, The Lancet Planetary Health, Vol.3, Elsevier Ltd, pp.124-131

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ:

- *Η γύρη ως εργαλείο ιατροδικαστικής* (2018), διαθέσιμο στην πηγή: <https://www.naftemporiki.gr/story/1404347/i-guri-os-ergaleio-iatrodikastikis>
- *Aeropalynology*, Universitat Wien, Division of Structural and Functional Botany, Research, , Διαθέσιμο στην πηγή: <https://sfb.univie.ac.at/en/research/aeropalynology/>
- *Pollen Analysis* (2020), Encyclopedia, Earth and the Environment, Ecology and Environmentalism, Environmental Studies, διαθέσιμο στην πηγή:

<https://www.encyclopedia.com/earth-and-environment/ecology-and-environmentalism/environmental-studies/pollen-analysis#B>

- Κουλτουροσούπα (2016), Ότζι: <<Ο άνθρωπος των πάγων>> μίλησε μετά από 5.300 χρόνια, διαθέσιμο στην πηγή: <http://www.kulturosupa.gr/anthrwpos-kai-koinwnia/-5.300-15864/>
- Glyn E. D. , *Archaeology*, Encyclopedia Britannica 2020, διαθέσιμο στην πηγή: <https://www.britannica.com/science/archaeology>
- Owen J. (2014), *What is Archaeology?*, διαθέσιμο στην πηγή: <https://www.livescience.com/44448-what-is-archaeology.html>
- Encyclopedia Britannica (2020), *Plant Life Major vegetation zones*, διαθέσιμο στην πηγή: <https://www.britannica.com/place/Europe/Plant-life>
- Εγκληματική Εργαλειοθήκη (2019), Euro4science 2.0, Forensic, Toolbox, Student guide, διαθέσιμο στην πηγή: <http://euro4science2.eu/wp-content/uploads/2019/10/Euro4Science-2.0-Forensic-Toolbox-Students-Guide-EL.pdf>
- Επιστημονική Διαδικτυακή Πύλη (2010), *Αρχαιολογία*, διαθέσιμο στην πηγή: <https://www.science.gr/main/arthra/epistimes/archeology> (τελευταία ενημέρωση:2013)
- Τσουμένη Μ. (2018), *Τι είναι Αρχαιολογία*, Αθηνοδρόμιο, επιμέλεια: Ουρανός Κ., διαθέσιμο στην πηγή: <http://www.athinodromio.gr/%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CE%B1%CF%81%CF%87%CE%B1%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1/#.XrVzIkQza70>

- Σύλλογος Αττική Μελισσοκομία (2014), *Συλλογή Γύρης-Γυρεοπαγίδες*, διαθέσιμο στην πηγή: <http://attikimelisosokomia.gr/index.php/2014-05-20-01-49-17/49-2014-06-01-06-52-11.html>
- *Γύρη: Συλλογή, Επεξεργασία και Διατήρηση*, διαθέσιμο στην πηγή: <https://melissokomianet.gr/gyrh-sullogi-epeksergasia-diatirisi/>
- Birx J. H. (2005), *Palynology*, Encyclopedia of Anthropology, Thompson M. J., p.1820, διαθέσιμο στην πηγή: <https://books.google.gr/books?id=R2Y5DQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=el#v=snippet&q=palynology&f=true>
- Κυρίκου Σ. (2019), *Παλαιοβοτανική, η επιστήμη που μελετά τα προϊστορικά φυτά. Η Παλυνολογία*, Αθηνοδρόμιο, επιμ .Ουρανός Κ., διαθέσιμο στην πηγή: <http://www.athinodromio.gr/%CE%B2%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82-%CE%B1%CF%81%CF%87%CE%AD%CF%82-%CF%80%CE%B1%CE%BB%CF%85%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1%CF%82/#.XrV6qUQza70>
- Newsroom (2019), *Η μέλισσα ανακηρύχθηκε το πιο σημαντικό έντομο στον πλανήτη*, διαθέσιμο στην πηγή: <https://www.yraithros.gr/melissa-anakiryxthike-pio-simantiko-embio-on-planiti/>
- Heathman A. (2020), *Best pollen apps to help you manage and track hayfever*, διαθέσιμο στην πηγή: <https://www.standard.co.uk/tech/best-pollen-apps-manage-hayfever-2020-a4418766.html>
- Jarzen D. M., *Palynology*, διαθέσιμο στην πηγή: <https://www.floridamuseum.ufl.edu/paleobotany/palynology/> (τελευταία ενημέρωση: 2018)

- Δαλάτση Α. (2017), *Η διατροφή στην αρχαία Ελλάδα*, διαθέσιμο στην πηγή: <https://nutritiouslife.gr/diatrofi-stin-archea-ellada/>
- Μηχανή του Χρόνου, *Η ταφή στην αρχαία Ελλάδα. Η περιποίηση του νεκρού, οι μοιρολογίστρες και τα νεκρόδειπνα. Γιατί έκαναν βράδυ τις κηδείες*, διαθέσιμο στην πηγή: <https://www.mixanitouxronou.gr/i-tafi-stin-archea-ellada-i-peripiisi-tou-nekrou-i-mirologistres-i-vradines-kidies-ta-nekrodipna/>
- Johnston G. (2019), *Palynology*, Archaeology Expert, διαθέσιμο στην πηγή: <http://www.archaeologyexpert.co.uk/palynology.html>
- Κουτσοκόστας Γ. , *Το ξύλινο άροτρο*, διαθέσιμο στην πηγή: <http://www.kanalialamias.gr/index.php/features/afigiseis-laografia/300-%CF%84%CE%BF-%CE%BE%CF%8D%CE%BB%CE%B9%CE%BD%CE%BF-%CE%AC%CF%81%CE%BF%CF%84%CF%81%CE%BF>
- Global Biodiversity Information Facility, *Free and open access to biodiversity data*, διαθέσιμο στην πηγή: <https://www.gbif.org/species/search>
- *How does palynology update old environmental reconstruction?* (2019): <https://www.greelane.com/el/%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B7-%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1-%CE%BC%CE%B1%CE%B8%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC/%CE%BA%CE%BF%CE%B9%CE%BD%CF%89%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82-%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B5%CF%82/palynology-archaeological-study-of-pollen-172154/>

