ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ:
"ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΚΑΙ ΧΕΡΣΑΙΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ"

Μεταπτυχιακή Διατριβή
του
Ζηδιανάκη Ιωάννη
Γεωπόνου

ΘΕΜΑ: Η απολιθωμένη χλωρίδα της λεκάνης των Βρυσών - Συνεισφορά στη γνώση του παλαιοκλίματος και του παλαιοπεριβάλλοντος του άνω Μειόκαινου της δυτικής Κρήτης

Μέλη εξεταστικής επιτροπής:

Αναπλ.. Καθηγητής, Μυλωνάς Μ.
Εντ. Επικ. Καθηγητής, Φασουλάς Χ.

ΗΡΑΚΛΕΙΟ
2002

Στην Ιερή Μνήμη
της Μητέρας μου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ …….. 1

ABSTRACT …….. 2

1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....4

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ……..8

2.1 Γενικά χαρακτηριστικά της Κρήτης…… 8

2.1.1 Γεωγραφία-Γεωμορφολογία……...…….. 8

2.1.2 Γεωλογικό υπόβαθρο …… 10

2.1.3 Γεωλογική δομή……15

2.1.4 Το κλίμα σήμερα……19

2.1.5 Σύγχρονη χλωρίδα…….. 22

2.2 Κλιματικές συνθήκες και χαρακτήρας της βλάστησης κατά τον Καινοφυτικό αιώνα…….…. 25

2.3 Η λεκάνη των Βρυσών…….. 30

2.3.1 Γεωγραφική θέση-Μορφολογία..……. 30

2.3.2 Ιζηματολογία..……. 33

2.3.3 Στρωματογραφία……. 35

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ…….. 37

3.1 Υλικά……37

3.2 Μέθοδοι …….…… 40

3.2.1 Μέθοδος ταξινόμησης των φυτικών απολιθωμάτων……. 40

3.2.2 Μέθοδοι ανάπλασης του κλίματος και της βλάστησης...……..…….. 41

3.2.2.1 Μέθοδος ανάλυσης των φύλλων κατά Wolfe (1979, 1985)…… 42

3.2.2.2 Μέθοδος πλησιέστερου ζωντανού αναλόγου…… 45

3.3 Σύστημα κλιματικής ταξινόμησης του Köppen ……. 47

3.4 Μέθοδος αναπαράστασης του μοντέλου βλάστησης……..……. 47

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ…….. 48

4.1 Περιγραφή της παλαιοχλωρίδας των Βρυσών ……... 48

4.2 Εκτίμηση των βασικών παραμέτρων του παλαιοκλίματος των Βρυσών….. 59

4.2.1 Εφαρμογή της μεθόδου ανάλυσης των φύλλων κατά Wolfe ……59

4.2.2 Εφαρμογή της μεθόδου του πλησιέστερου ζωντανού αναλόγου..….. 60

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ……..…… 63

5.1 Ταφονομικές διεργασίες…….…… 63

5.2 Αναπαράσταση του μοντέλου βλάστησης της απολιθωμένης χλωρίδας ….. 65

5.3 Χαρακτηρισμός του παλαιοκλίματος των Βρυσών…….…… 68

5.3.1 Εποχικότητα…….…… 69

5.3.2 Κατάταξη του παλαιοκλίματος με βάση το σύστημα του Köppen……. 70

5.4 Η ζωή στα δάση…….…… 72

5.5 Σύγκριση με άλλες Νεογενείς χλωρίδες της Κρήτης……. 74

5.6 Σύγκριση με Άνω Μειοκαινικές χλωρίδες της υπόλοιπης Ελλάδος..……. 77

6. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΑΠΟΛΙΘΩΜΑΤΩΝ..……..…… 86

6.1 Γυμνόσπερμα……. 87

6.2 Αγγειόσπερμα……. 88

6.2.1 Μονοκοτυλήδονα…….. 88

6.2.2 Δικοτυλήδονα…… 88

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ……...……..…… 107

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ…….…….. 109

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι Νεογενείς χλωρίδες της Κρήτης παρά το έντονο παλαιοβοτανικό ενδιαφέρον που παρουσιάζουν δεν έχουν μελετηθεί αρκετά μέχρι σήμερα. Για το λόγο αυτό αποφασίσαμε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας την πραγματοποίηση μιας συστηματικής διερεύνησης των ιζηματογενών στρωμάτων του νησιού με σκοπό την ανεύρεση νέων συναθροίσεων φυτικών μακρο-απολιθωμάτων. Αποτέλεσμα αυτής της προσπάθειας ήταν η ανακάλυψη στη Δυτική Κρήτη και συγκεκριμένα στην περιοχή των Βρυσών Αποκορώνου μιας πλούσιας απολιθωμένης χλωρίδας. Η εξέταση του φυτικού υλικού που ακολούθησε, αισιοδοξεί να προσφέρει μια όσο το δυνατόν πληρέστερη εικόνα της παλαιοχλωρίδας των Βρυσών αλλά και να συμβάλει στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για το κλίμα, τη βλάστηση και το φυσικό περιβάλλον του Νεογενούς της Κρήτης αλλά και της ευρύτερης περιοχής της Ανατολικής Μεσογείου.

Τα φυτικά λείψανα, αποτυπώματα φύλλων στην πλειονότητά τους, διατηρήθηκαν μέσα σε εναλλαγές μαργαϊκών και ασβεστολιθικών στρωμάτων που εναποτέθηκαν σε ρηχές θαλάσσιες λεκάνες κατά το ανώτερο Μειόκαινο πριν από 6 έως 7 εκατομμύρια έτη. Το μεγαλύτερο μέρος του απολιθωμένου υλικού συγκεντρώθηκε κατά τη διάρκεια των επισκέψεών μας στις απολιθωματοφόρες θέσεις. Μετά από κατάλληλη επεξεργασία και επιμελή καθαρισμό τα δείγματα μελετήθηκαν προσεκτικά και προσδιορίστηκαν ταξινομικά όπου αυτό κατέστη δυνατό.

Κατά την εξέταση του απολιθωμένου υλικού περί τα 50 διαφορετικά taxa αναγνωρίστηκαν. Οι περισσότερες απολιθωμένες μορφές προέρχονται από αγγειόσπερμα όπου τα φυλλοβόλα κυριαρχούν έναντι των δαφνόφυλλων, χωρίς ωστόσο να παραβλέπεται και η σημαντική συμμετοχή σκληρόφυλλων ξηροθερμικών στοιχείων. Στο σύνολό της η παλαιοχλωρίδα των Βρυσών παρουσιάζει θερμό-εύκρατο έως υποτροπικό χαρακτήρα και μπορεί να θεωρηθεί τυπική του Ευρωπαϊκού Νεογενούς.

Η εκτίμηση των βασικών παραμέτρων του παλαιοκλίματος της περιοχής των Βρυσών πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια των μεθόδων της ανάλυσης των φύλλων κατά Wolfe και των σύγχρονων ανάλογων ειδών. Διαπιστώθηκε ότι το κλίμα εκείνη

την εποχή ήταν θερμό και υγρό και παρουσίαζε περιοδική ξηρασία κατά τη διάρκεια του έτους, ,ασθενούς ωστόσο χαρακτήρα. Σύμφωνα με το σύστημα κλιματικής ταξινόμησης του Köppen το παλαιοκλίμα των Βρυσών τοποθετείται μεταξύ του κλίματος Cfa και Csa.

Η βλάστηση στη Δυτική Κρήτη κατά το άνω Μειόκαινο φαίνεται να περιελάμβανε κυρίως ξυλώδεις φυτοδιαπλάσεις (δάση κωνοφόρων, φυλλοβόλων και αειθαλών μορφών) που παρουσίαζαν χλωριδική διαφοροποίηση ανάλογα με το υψόμετρο και την υγρασία.

Από τη σύγκριση με άλλες απολιθωμένες χλωρίδες της Ελλάδος βρέθηκε ότι η παλαιοχλωρίδα των Βρυσών παρουσιάζει αρκετές ομοιότητες τόσο ως προς την φυσιογνωμία όσο και ως προς τη χλωριδική σύνθεση με την άνω Μειοκαινική χλωρίδα της Μακριλιάς στην ανατολική Κρήτη, με τη δεύτερη να εμφανίζεται πλουσιότερη χλωριδικά με περισσότερα τροπικά στοιχεία.

SUMMARY

In spite of great paleobotanical interest, the Neogene floras of Crete have not studied enough yet. Therefor a systematical investigation of Neogene sedimentary stones all over the island was undertaken in order to discover new assemblages of terrestrial plant macro-remains. Finally a rich late Miocene leaf flora was discovered near Vrysses village in the western part of Crete. The examination of the plant material allowed to yield a detailed picture of the Vrysses paleoflora and contributed to a better understanding of Neogene climate and vegetation in Crete and entire Eastern Mediterranean.

The plant remains were contained in an alternation of marl and limestone layers which embedded in shallow marine plains 6-7 million years ago. The main part of the fossil material was collected during our excursions at the fossiliferous sites. After proper handle and careful cleaning the samples were studied and identified.

About 50 different taxa of macroscopic plant remains (only impressions) have been identified. The majority of Vrysses paleoflora indicates a subtropical to warm temperate affinity and is considered as typical of the European Neogene. Most of the

samples come from angiosperms where the deciduous taxa dominate on laurophyllous while a remarkable amount of sklerophyllous xeromorphic elements is identified.

In order to estimate the basic parameters of paleoclimate two different methods have been applied· leaf margin analysis and nearest living relatives. The results indicate that Vrysses climate in the upper Miocene was warm and humid while arid phases weakly developed were periodically presented. Using the climatic classification of Köppen Vrysses paleoclimate is arranged between Cfa and Csa climate.

In addition considering the locality-specific characteristics of modern plant associations which are related to the fossil Vrysses flora, a regional vegetation model is developed. Vrysses plant assemblage indicated that the area was covered mainly by wood plant bioms (forests) and characterized by a floristic differentiation based on altitude and water efficiency.

A comparison of published Neogene Greek floras indicates that the paleoflora of Vrysses is in matter of physiognomy and floristic composition very close to the Upper Miocene flora of Makrilia in Eastern Crete, although Makrilia flora is richer with more tropical elements.

1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το νησί της Κρήτης λόγω γεωλογικής ιστορίας και γεωγραφικής θέσης παρουσιάζει ιδιαίτερο παλαιοβοτανικό ενδιαφέρον.

Από τη στιγμή της ανάδυσής της από το πυθμένα του ωκεανού της Τηθύος, η Κρήτη αποτελεί τμήμα μιας ευρύτερης περιοχής αρκετά ταραγμένης γεωλογικά. Τεκτονικές πλάκες συγκρούονται, ηφαίστεια ενεργοποιούνται, ορογενέσεις, κατακερματισμοί και υποβυθίσεις πλακών λαμβάνουν χώρα. Τέτοιου είδους διεργασίες είχαν ως αποτέλεσμα τη συνεχή διακύμανση της έντασης του νησιώτικου χαρακτήρα και του αναγλύφου της, τη διαρκή μεταβολή της συνολικής της έκτασης καθώς και την περιοδική αποκατάσταση χερσαίας επικοινωνίας με τις γειτονικές ηπειρωτικές περιοχές.

Ταυτόχρονα, εντοπισμένη στο νότιο άκρο της Ευρωπαϊκής ηπείρου συγκροτούσε και συνεχίζει να συγκροτεί το όριο της γεωγραφικής εξάπλωσης πλήθους φυτικών οργανισμών, αλλά και ύστατο καταφύγιο απόσυρσης πολλών άλλων κατά τη διάρκεια των ψυχρών κλιματικών επεισοδίων που διαδραματίστηκαν ανά τους γεωλογικούς αιώνες. Εξαιτίας δε της άμεσης γειτνίασης με τρεις διαφορετικές ηπείρους δέχθηκε πλήθος επιδράσεων οι οποίες την προίκισαν με ένα ιδιότυπο χαρακτήρα βλάστησης, ενώ την ίδια στιγμή υπήρξε σημαντικός ενδιάμεσος σταθμός μεταναστευτικών γραμμών. Στο μεταξύ, καθώς οι κλιματικές ζώνες του πλανήτη μετακινούνταν, η Κρήτη συχνά βίωσε σημαντικές αλλαγές στο κλίμα της.

Όλα τα παραπάνω συνθέτουν ένα σκηνικό ιδιαίτερα ενδιαφέρον, πλούσιο σε εναλλαγές και ποικιλία που βέβαια δεν μπορούσε να αφήσει ανεπηρέαστη τη χλωρίδα που η Κρητική γη φιλοξένησε. Τα ίχνη όλων αυτών των συμβάντων έχουν αποτυπωθεί ανεξίτηλα στις φυτοκοινωνίες του νησιού και στην εξέλιξή τους.

Η εμπεριστατωμένη λοιπόν μελέτη της βλάστησης της Κρήτης μέσα από απολιθωμένες παλαιοχλωρίδες είναι βέβαιο ότι θα συμβάλει καθοριστικά στη συμπλήρωση του ψηφιδωτού που συνθέτει την πολυκύμαντη διαδρομή τόσο της Κρήτης όσο και της ευρύτερης περιοχής της ανατολικής Μεσογείου. Θεωρούμε μάλιστα ότι το νησί της Κρήτης ουσιαστικά αποτέλεσε ένα πρότυπο φυσικό πειραματικό χώρο ανά τους γεωλογικούς αιώνες, που η εξέτασή του μπορεί να

προσφέρει πληθώρα στοιχείων γεωλογικών, κλιματολογικών, οικολογικών και φυτογεωγραφικών.

Παρόλα αυτά, η μελέτη απολιθωμένου υλικού φυτικής προέλευσης ιδιαίτερα του Τριτογενούς της νήσου δεν έχει προχωρήσει αρκετά. Η ερευνητική προσπάθεια εξαντλείται σε ελάχιστες μόνο εργασίες επί φυτικών μακρο-απολιθωμάτων, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν πρόσφατα στην περιοχή της Μακριλιάς στην ανατολική Κρήτη καθώς και σε ελάχιστες παλυνολογικές αναλύσεις που δεν ξεπερνούν στο σύνολο τις δέκα.

Διαπιστώνοντας αυτή την ελλιπή γνώση γύρω από την εξέλιξη της χλωρίδας και βλάστησης του νησιού κατά τη διάρκεια του Νεογενούς, αποφασίσαμε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας να επικεντρώσουμε τις προσπάθειές μας στην ανεύρεση τυχόν φυτικών μακρο-υπολειμμάτων αυτής της εποχής. Έτσι τον Οκτώβριο του 2000 ξεκίνησε μια προσπάθεια σε συνεργασία με το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας της Κρήτης για τον εντοπισμό απολιθωματοφόρων Νεογενών στρωμάτων σε ολόκληρη την έκταση του νησιού. Μετά από συνεχή αναζήτηση μέσα από βιβλιογραφικές πηγές, τοπικούς φορείς και επιτόπιες παρατηρήσεις γεωλογικών σχηματισμών, ανακαλύψαμε στη βόρειο-δυτική Κρήτη ένα ιζηματογενές στρώμα πλούσιο σε φυτικά λείψανα αρκετά καλής διατήρησης. Συγκεκριμένα κοντά στον οικισμό Βρύσες Αποκορώνου βρέθηκαν εναλλαγές μαργαϊκών και ασβεστολιθικών αποθέσεων που χρονολογούνται από το άνω Μειόκαινο και φιλοξενούν πολυάριθμα απολιθώματα κυρίως φύλλων και βλαστών.

Το Άνω Μειόκαινο κατά το οποίο αναπτύχθηκε η παλαιοχλωρίδα των Βρυσών, θεωρείται μια ιδιαίτερα ταραγμένη γεωλογικά και κλιματικά περίοδος. Το παγκόσμιο κλίμα αλλάζει, οι παγετώνες του Βορείου ημισφαιρίου επεκτείνονται, η αλπική ορογένεση ολοκληρώνεται, ενώ εκτεταμένοι παγετώνες εμφανίζονται και στην Ανταρκτική.

Στο χώρο του Αιγαίου οι έντονες τεκτονικές διαταραχές επιτείνουν τον κατακερματισμό της Αιγηίδας και τη διαμόρφωση του νησιώτικου χαρακτήρα της Κρήτης. Τέλος, λίγο πριν την ολοκλήρωση αυτής της περιόδου, η επικοινωνία της Μεσογείου με τον ατλαντικό ωκεανό διακόπτεται προσωρινά, με αποτέλεσμα τη μετατροπή της Μεσογείου σε κλειστή λίμνη, η στάθμη της οποίας πέφτει δραματικά (Salinity Crisis). Η βλάστηση που καλύπτει τη χέρσο προσαρμόζεται στα νέα δεδομένα που δημιουργούν οι παραπάνω εξελίξεις με την επικράτηση νέων φυτοδιαπλάσεων και την εμφάνιση νέων χλωριδικών στοιχείων.

Σε τούτο το γενικό πλαίσιο η παρούσα εργασία εξετάζοντας την απολιθωμένη χλωρίδα των Βρυσών πιστεύουμε ότι θα συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση των γεγονότων της εποχής αυτής και στην αναζήτηση απαντήσεων σε ερωτήματα που απασχολούν χρόνια τους παλαιοντολόγους όπως, η εκτίμηση του χρόνου της διαμόρφωσης του μεσογειακού κλίματος και εμφάνισης των πρώτων ξηροθερμικών στοιχείων στην λεκάνη της Μεσογείου, η διερεύνηση του τρόπου και του χρόνου εμφάνισης νέων φυτοδιαπλάσεων ποώδους μορφής, κ.ά.

Στους βασικούς στόχους της παρούσας μελέτης περιλαμβάνονται:

-η περιγραφή και ο ταξινομικός προσδιορισμός των χλωριδικών στοιχείων που απαρτίζουν τη συνάθροιση των φυτικών μακρο-απολιθωμάτων που εντοπίσαμε στις Βρύσες,
-η σκιαγράφηση των γενικών χαρακτηριστικών της χλωρίδας των Βρυσών,
-η αναπαράσταση της βλάστησης στην ευρύτερη περιοχή της Δυτικής Κρήτης κατά το Άνω Μειόκαινο,
-η εκτίμηση των βασικών παραμέτρων που παλαιοκλίματος εκείνης της εποχής,
-και τέλος η σύγκριση της χλωρίδας των Βρυσών με άλλες Μειοκαινικές χλωρίδες που έχουν περιγραφεί στην Κρήτη αλλά και την υπόλοιπη Ελλάδα.

Για την ολοκλήρωση της εργασίας αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τους επιβλέποντες καθηγητές μου **Μωϋσή Μυλωνά** και **Μπάμπη Φασουλά** για την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν και την πολύπλευρη υποστήριξή τους.
Επίσης, ευχαριστώ θερμά τη Δρ. **Barbara Mohr** από το **Μουσείο Φυσικής Ιστορίας του Βερολίνου** για την πολύτιμη βοήθεια της στον ταξινομικό προσδιορισμό του υλικού, για την καθοδήγησή της στη δόμηση της εργασίας, για την προμήθεια σχετικής βιβλιογραφίας και για τις από κοινού εξορμήσεις που πραγματοποιήσαμε στις πιο σημαντικές απολιθωματοφόρες περιοχές της Κρήτης.
Ευχαριστώ ακόμη, τους υπεύθυνους του **Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης** για την φιλοξενία που μου πρόσφεραν καθώς και όλο το προσωπικό για την συμπαράσταση και τη συνεργασία τους. Ιδιαίτερα ευχαριστώ το βιολόγο Δρ. **Πέτρο**

Λυμπεράκη για το έντονο ενδιαφέρον του και την υπεύθυνη της βιβλιοθήκης του Μουσείου **Μίνα Τρικάλη** για τη σημαντική βοήθειά της στη βιβλιογραφική έρευνα.

Για την ευγενή παραχώρηση άδειας φωτογράφησης και εξέτασης της συλλογής που διατηρεί το **Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων** ευχαριστώ το Διευθυντή του Δρ. **Αλκίνοο Νικολαΐδη**, καθώς και τον εκεί τεχνικό κο **Στέλιο Χατζηδάκη** για τις σημαντικές πληροφορίες που μου έδωσε.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω το Διευθυντή του **Μουσείου Φυσικής Ιστορίας του απολιθωμένου Δάσους της Λέσβου** Δρ. **Νίκο Ζούρο** και τον παλαιοβοτανολόγο Δρ. **Markus Sachse** για τη βιβλιογραφική υποστήριξη, την περιβαλλοντολόγο **Άννα Καγιαμπάκη** που με τις εποικοδομητικές συζητήσεις και πολύτιμες υποδείξεις της με βοήθησε στην αρτιότερη παρουσία της εργασίας μου καθώς και τη γεωπόνο Δρ. **Μαρία Βασαρμιδάκη** για τις χρήσιμες συμβουλές της.

Τέλος, ιδιαίτερα ευχαριστώ την εκπαιδευτικό **Μαλαματένια Αυγενάκη** για την ολόθερμη στήριξη και τη συνεργασία της σε όλες τις φάσεις της εργασίας.

Χωρίς τη βοήθειά όλων η ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας θα ήταν αδύνατη.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

2.1 Γενικά χαρακτηριστικά της Κρήτης

2.1.1 Γεωγραφία -Γεωμορφολογία

Η Κρήτη είναι το μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας και το πέμπτο σε έκταση νησί της Μεσογείου μετά τη Σικελία, Σαρδηνία, Κύπρο και Κορσική. Έχει έκταση 8.258 Km^2 που μαζί με τα μικρά νησιά τα οποία την περιβάλλουν φτάνει τα 8.336 Km^2.

Βρίσκεται στην ανατολική λεκάνη της Μεσογείου μεταξύ των συντεταγμένων:

φ = 34° 54’ έως 35° 41’ βόρειο γεωγραφικό πλάτος

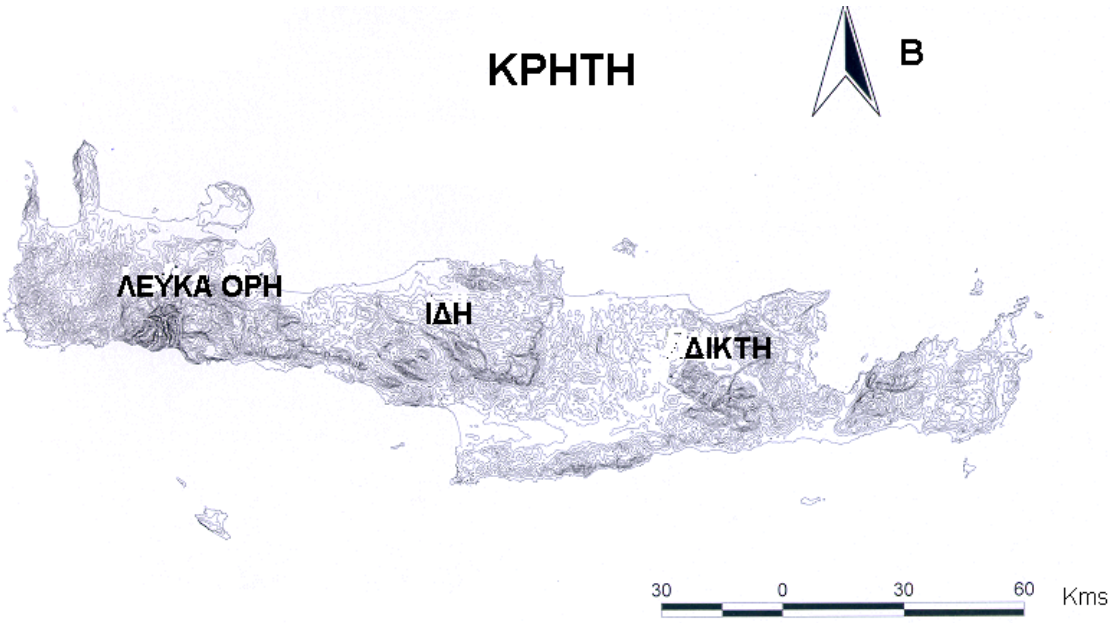
λ = 23° 30’ έως 26° 20’ ανατολικό γεωγραφικό μήκος

Βόρεια βρέχεται από το Κρητικό Πέλαγος και νότια από το Λιβυκό. Απέχει 100 Km από την Πελοπόννησο, 300 Km από την Αφρικανική ήπειρο και 175 Km από τη Μικρά Ασία. Το σχήμα της Κρήτης είναι επίμηκες με προσανατολισμό από δυτικά προς ανατολικά. Έχει μέγιστο μήκος 254 Km και πλάτος που κυμαίνεται από 12 έως 60 Km.

Το νησί χαρακτηρίζεται γενικά ορεινό αφού διασχίζεται σε όλο σχεδόν το μήκος του από μία οροσειρά που περιλαμβάνει τρία ορεινά συγκροτήματα τα οποία υπερβαίνουν το υψόμετρο των 2.000 μέτρων: τα Λευκά Όρη (2.452 m), η Ίδη ή Ψηλορείτης (2.456 m) και η Δίκτη ή Λασηθιώτικα (2.148 m). Από τους ορεινούς αυτούς όγκους ξεκινούν προς όλες τις κατευθύνσεις διακλαδώσεις οι οποίες σχηματίζουν χαμηλότερα βουνά (Σχ. 2.1).

Η πεδινή ζώνη καταλαμβάνει περίπου τα 2/5 της συνολικής έκτασης του νησιού και εκτείνεται κυρίως στις παραλιακές περιοχές. Ωστόσο, συχνά οι πεδιάδες

απομακρύνονται από τα παράλια και εισχωρούν στο εσωτερικό ανάμεσα στους ορεινούς όγκους διακόπτοντας τη συνέχειά τους. Τέτοιες χαρακτηριστικές περιπτώσεις αποτελούν ο «παλαιοϊσθμός» της Ιεράπετρας στο Νομό Λασιθίου και η πεδιάδα της Μεσσαράς στο Νομό Ηρακλείου. Τα 3/5 της επιφάνειας του νησιού καταλαμβάνει η ημιορεινή ζώνη που οριοθετείται μεταξύ 300 και 800 μέτρων από την επιφάνεια της θάλασσας και η ορεινή στην οποία ανήκουν περιοχές με υψόμετρο μεγαλύτερο των 800 μέτρων.



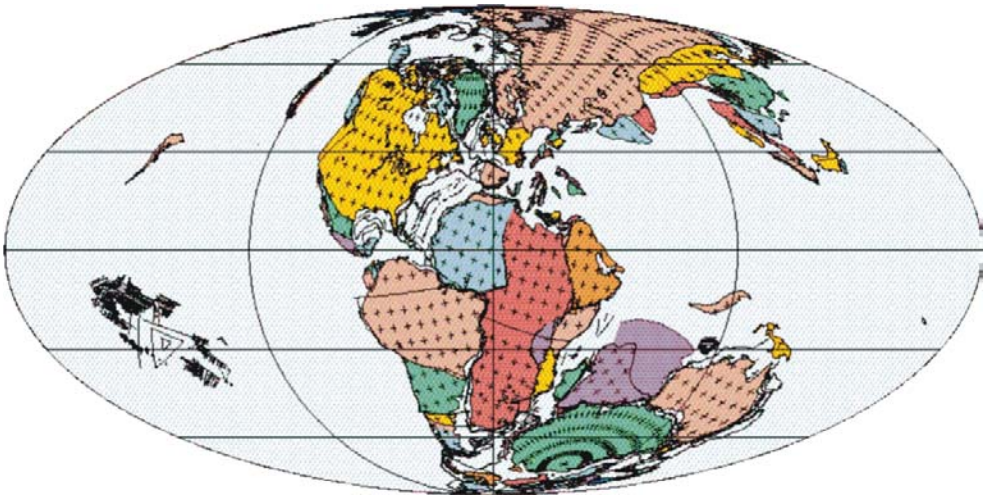
Σχήμα 2.1. *Οι κυριότεροι ορεινοί όγκοι της Κρήτης*

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του Κρητικού τοπίου είναι το πλήθος των φαραγγιών με ψηλές και απόκρημνες πλευρές, ιδίως στη Δυτική Κρήτη καθώς και ο μεγάλος αριθμός σπηλαίων. Λόγω του απότομου ανάγλυφου σχηματίζονται αρκετοί χείμαρροι οι οποίοι αποχετεύουν με ταχύτητα τα επιφανειακά νερά στη θάλασσα. Ελάχιστοι από αυτούς διατηρούν νερό κατά τους θερινούς μήνες.

2.1.2 Γεωλογικό Υπόβαθρο

Ο σχηματισμός και η εξέλιξη της Κρήτης χαρακτηρίζεται από πολυάριθμες και πολύπλοκες γεωλογικές διεργασίες που έλαβαν χώρα κατά τη διάρκεια των πρόσφατων γεωλογικών αιώνων (Φυτρολάκης 1980, Fassoulas 1999).

Πριν από 200 εκατομμύρια έτη αρχίζει η σταδιακή διάσπαση της Παγγαίας στις σημερινές λιθοσφαιρικές πλάκες. Το πρώτο βήμα πραγματοποιείται όταν η αρχέγονη θάλασσα που κάλυπτε όλη την υπόλοιπη επιφάνεια του πλανήτη, η Πανθάλασσα, εισχωρεί εντός της εκτεταμένης ξηράς (Σχ 2.2). Εκείνη την εποχή ανάμεσα στις πλάκες της Αφρικής και Ευρασίας άρχισε να διαμορφώνεται η Τηθύς, η θάλασσα που αργότερα θα σχηματίσει τη Μεσόγειο. Κάπου στον πυθμένα της θάλασσας της Τηθύος συνθλιβόμενο από τους όγκους των μεγαηπείρων βρισκόταν ένα κομμάτι γης που έμελλε να εξελιχθεί σε αυτό που σήμερα ονομάζουμε νησί της Κρήτης.

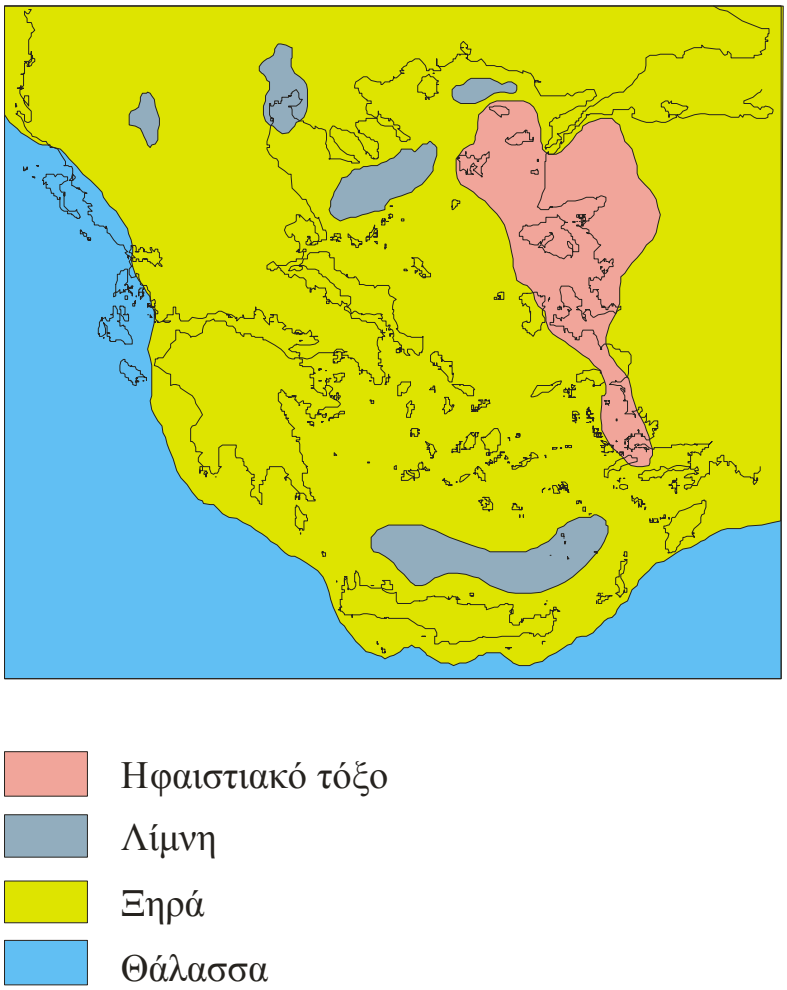


Σχήμα 2.2. *Η εικόνα της γης πριν από 160 εκατομμύρια χρόνια κατά το Μέσο Ιουρασικό (Lawver et al. 2001).*

Οι γεωλογικές εποχές κατά τις οποίες διαδραματίστηκαν τα σπουδαιότερα γεγονότα της γεωιστορίας της νήσου είναι το Τριτογενές και το Τεταρτογενές.

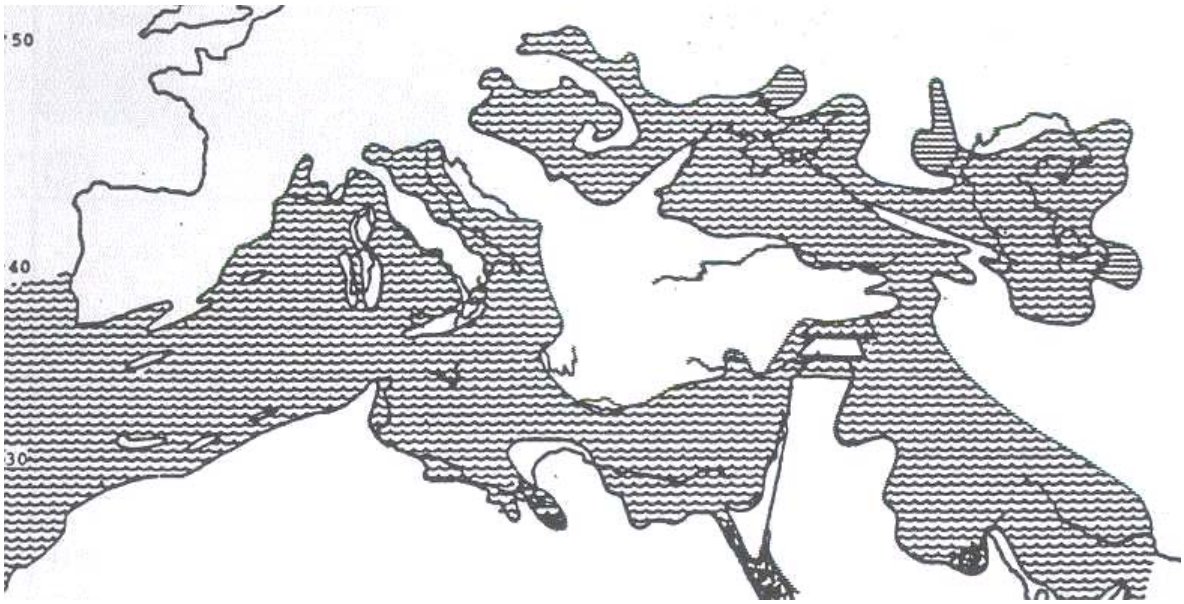
Η πρώτη ξηρά στο χώρο της Κρήτης εμφανίστηκε στο τέλος Ολιγοκαίνου-αρχές Μειόκαινου πριν από 23 εκατομμύρια χρόνια (Creutzburg 1963, Dermitzakis & Papanikolaou 1981, Seidel et al. 1982) ως αναπόσπαστο κομμάτι μιας εκτενούς

ηπειρωτικής χέρσου της Αιγηίδας που απλωνόταν σε ολόκληρο το νότιο Αιγαίο ενώνοντας τη σημερινή ηπειρωτική Ελλάδα με τη Μικρά Ασία (Σχ. 2.3). Η ανάδυση της Αιγηίδας ήταν αποτέλεσμα των ορογενετικών διεργασιών που έλαβαν χώρα την εποχή αυτή.



Σχήμα 2.3. *Η εκτεταμένη ξηρά της Αιγηίδας στο Κατώτερο Μειόκαινο κατά Philippson (Παπαπέτρου-Ζαμάνη και Ψαριανός 1978).*

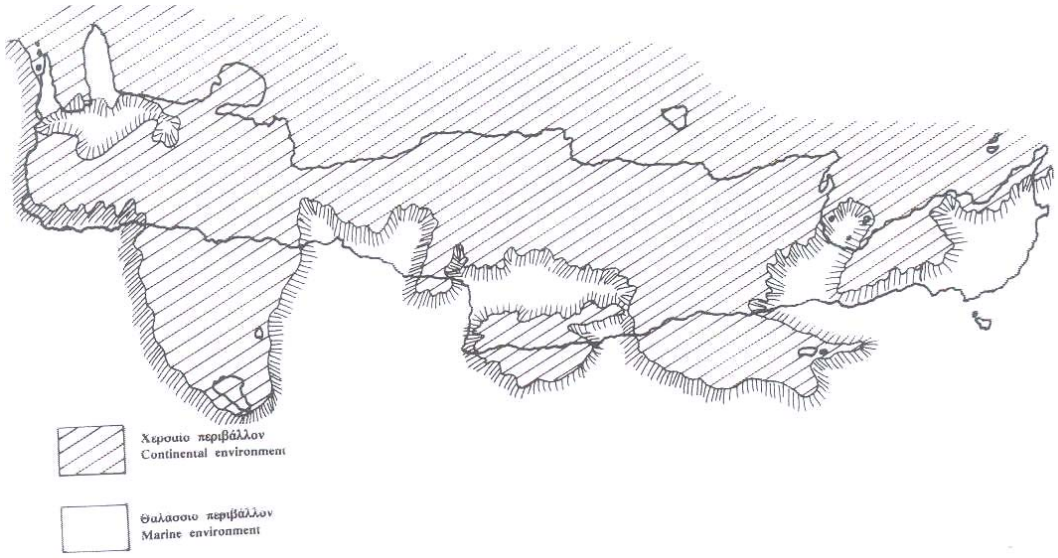
Παράλληλα σχηματίζεται η Μεσόγειος θάλασσα ως απομεινάρι της θάλασσας της Τηθύος η οποία μέχρι και το μέσο Μειόκαινο επικοινωνεί τόσο με τον Ατλαντικό ωκεανό μέσω Γιβραλτάρ, όσο και με τον Ινδο-Ειρηνικό μέσω της Ερυθράς Θάλασσας (Σχ. 2.4).



Σχήμα 2.4. *Παλαιογεωγραφικός χάρτης της Μεσογείου κατά το Μέσο Μειόκαινο κατά Steininger & Rogl (1984)*

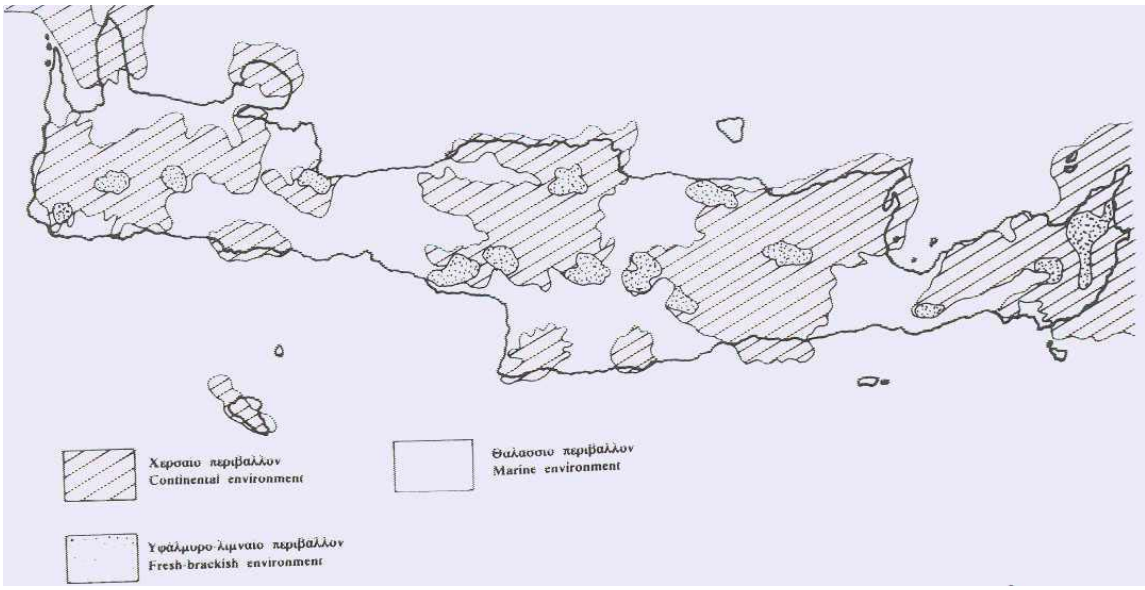
Κατά το Μέσο Μειόκαινο, πριν από 12 εκ. χρόνια περίπου (Angelier et al. 1982), η κατάσταση αυτή αλλάζει ριζικά καθώς η Αιγηίδα αρχίζει να διαμελίζεται και να κατακρημνίζεται τμηματικά. Οι συνέπειες για την ξηρά που καλύπτει την Κρήτη είναι δραματικές αφού σταδιακά μετατρέπεται σε ένα σύμπλεγμα νησίδων του ευρύτερου νησιωτικού τόξου του Αιγαίου, όπως φαίνεται στους παλαιογεωγραφικούς χάρτες εκείνης της εποχής (Σχ. 2.5, 2.6). Ο αριθμός, το μέγεθος και το σχήμα των νησιών του συμπλέγματος μεταβαλλόταν διαρκώς. Ο Creutzburg (1963) αποδίδει αυτή την εξέλιξη αφενός στις ευστατικές μεταβολές της στάθμης της θάλασσας και αφετέρου στις κατακόρυφες μετακινήσεις τεκτονικού χαρακτήρα που έλαβαν χώρα.

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι οι παλαιογεωγραφικοί χάρτες παρότι δίνουν μια πολύ καλή προσέγγιση της κατανομής ξηράς-θάλασσας εκείνης της γεωλογικής περιόδου, ωστόσο δεν απεικονίζουν πάντοτε με ακρίβεια το μέγεθος και το σχήμα των νησίδων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι περισσότεροι χάρτες αυτού του είδους βασίζονται στην καταγραφή θαλάσσιων Νεογενών ιζημάτων τα οποία και αποδεικνύουν την ύπαρξη θαλάσσιου περιβάλλοντος. Έτσι καθώς εκατομμύρια χρόνια έχουν μεσολαβήσει ως τις μέρες μας, είναι πιθανόν πολλά από τα Νεογενή ιζήματα να έχουν εξαφανιστεί μέσω διεργασιών όπως η διάβρωση, ιδιαίτερα σε περιοχές τόσο ενεργές γεωλογικά όπως η Κρήτη (Welter-Schultes 2000). Έτσι, η έκταση των θαλασσών και των λιμνών στους παλαιογεωγραφικούς χάρτες υποεκτιμάται, ιδιαίτερα δε όσο μετακινούμαστε παλιότερα στο γεωλογικό παρελθόν.



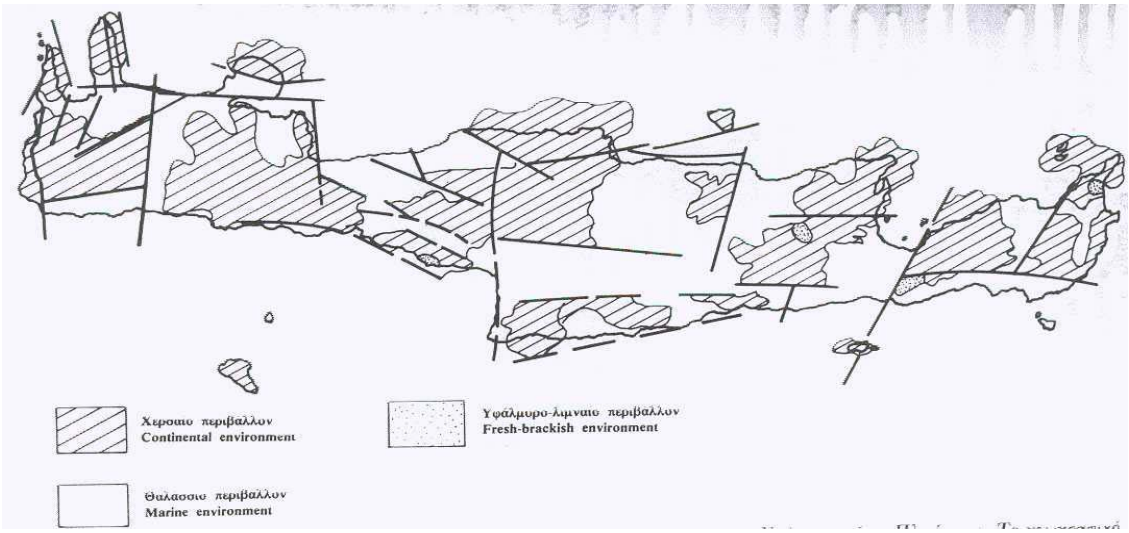
Σχήμα 2.5. *Παλαιογεωγραφικό σκαρίφημα της Κρήτης κατά το Σερραβάλλιο (Δερμιτζάκης 1986).*

Κατά το ανώτερο Μειόκαινο η επικοινωνία της Μεσογείου με τον Ατλαντικό ωκεανό αποκόπτεται. Καθώς το κλίμα γίνεται όλο και πιο θερμό η Μεσόγειος παύει να τροφοδοτείται από τον Ατλαντικό και σταδιακά μετατρέπεται σε μία λίμνη που διαρκώς συρρικνώνεται με τη στάθμη της να σημειώνει δραματική μείωση. Διανύουμε την περίοδο «κρίσης της αλατότητας» που χρονικά τοποθετείται στο Μεσήνιο πριν 5 περίπου εκατομμύρια έτη που χαρακτηρίζεται από την εναπόθεση μεγάλων ποσοτήτων γύψου και ανυδριτών (Δερμιτζάκης 1986).



Σχήμα 2.6. *Παλαιογεωγραφικό σκαρίφημα της Κρήτης κατά το ανώτερο Τορτόνιο -Μεσήνιο πριν 6-7 περίπου εκ. χρόνια (Δερμιτζάκης 1986).*

Με την έναρξη του Πλειόκαινου έλαβε χώρα η Πλειοκαινική επίκληση, η οποία πλήρωσε με νερό τις αποξηρανθείσες κατά το Μεσήνιο λεκάνες και δημιούργησε σε αδρές γραμμές τη νέα Μεσόγειο θάλασσα (Δερμιτζάκης 1986). Αυτή την περίοδο στην Κρήτη ο νησιωτισμός έφτασε στη μέγιστή του ανάπτυξη με τη δημιουργία μικρών και μεγαλύτερων νησιών, καθώς η Πλειοκαινική θάλασσα εισχωρεί παντού και μόνο τα πιο υψηλά σημεία βρίσκονται εκτός θαλάσσης (Παπαπέτρου –Ζαμάνη 1973) (Σχ. 2.7.). Ταυτόχρονα ο έντονος κατακερματισμός των πετρωμάτων που ξεκίνησε στην περιοχή του Αιγαίου κατά το Μέσο Μειόκαινο συνεχίζεται, με αποτέλεσμα την πρόκληση σημαντικών ανυψωτικών κινήσεων από την ενεργοποίηση μεγάλων ρηξιγενών περιοχών. Σύμφωνα με τους Meulenkamp et al. (1994) και με βάση βιοστρωματογραφικές αναλύσεις που πραγματοποίησαν στην κεντρική Κρήτη, το μέγιστο των ανοδικών Πλειοκαινικών κινήσεων καταγράφεται κατά το κατώτερο Πλειόκαινο με ρυθμό ανόδου της τάξης των 125 cm / Kyr.

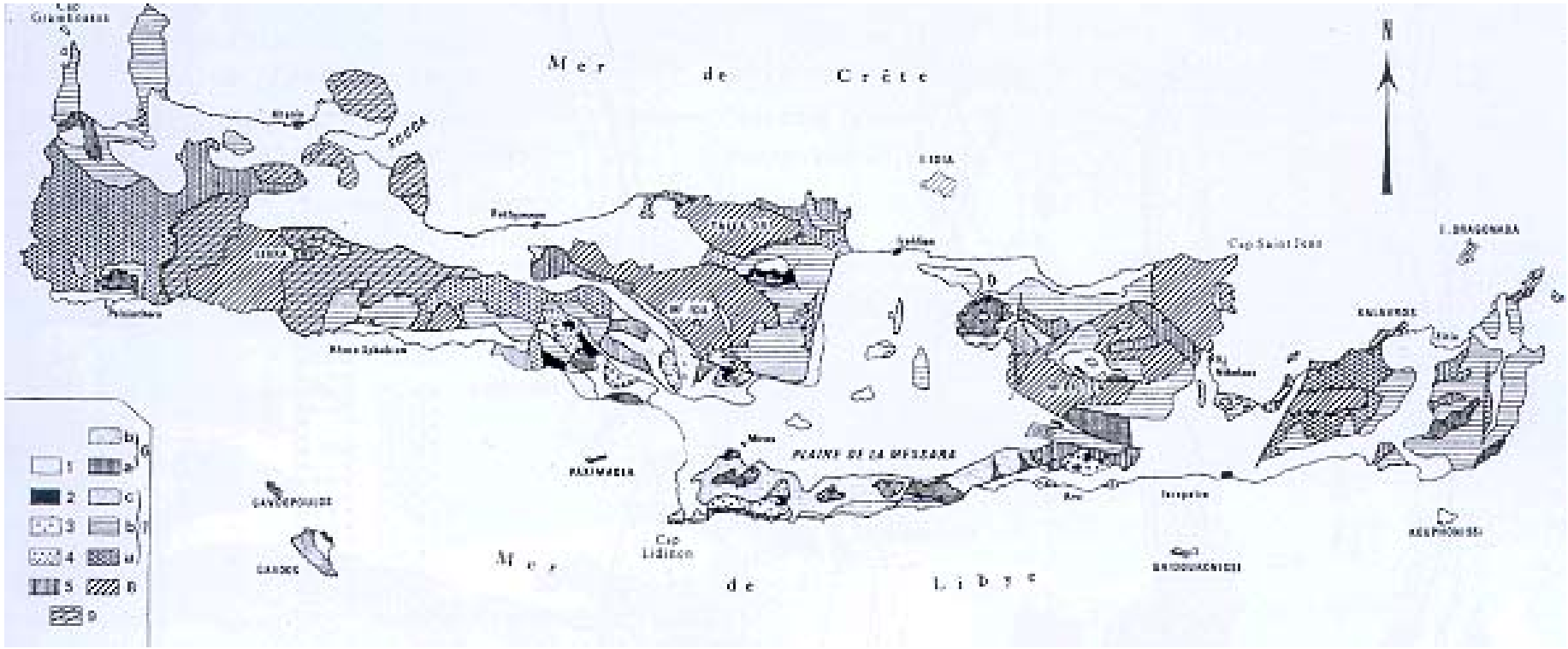


Σχήμα 2.7. *Παλαιογεωγραφικό σκαρίφημα της Κρήτης κατά το Πλειόκαινο (Δερμιτζάκης 1986).*

Κατά το Πλειστόκαινο λόγω νέων εκτεταμένων ανυψωτικών κινήσεων, η Κρήτη απέκτησε το σχήμα και τη μορφή που έχει και σήμερα, ενώ όπως και ολόκληρος ο πλανήτης εισέρχεται στην εποχή των παγετώνων.

2.1.3 Γεωλογική Δομή της Κρήτης

Η γεωλογική δομή της Κρήτης χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη κυρίως αλπικών και προ-αλπικών πετρωμάτων, τα οποία συνθέτουν ένα πολύπλοκο οικοδόμημα τεκτονικών καλυμμάτων. Τα τεκτονικά αυτά καλύμματα μετακινήθηκαν στο χώρο της Κρήτης από την περιοχή του Αιγαίου εξαιτίας έντονων συμπιεστικών δυνάμεων που έδρασαν μέχρι το Ολιγόκαινο σχηματίζοντας το Νησιωτικό τόξο του νοτίου Αιγαίου (Φυτρολάκης 1980). Στη συνέχεια εφελκυστικές δυνάμεις που ακολούθησαν οδήγησαν στον κατακερματισμό ολόκληρου του νότιου Αιγαίου και της Κρήτης, σχηματίζοντας τις πρώτες Νεογενείς λεκάνες μέσα στις οποίες αποτέθηκαν τα μετα-αλπικά ιζήματα (Fasoulas 1995). Οι λεκάνες αυτές σήμερα καλύπτουν σχεδόν το 30% της συνολικής επιφάνειας της νήσου και βρίσκονται κατεσπαρμένες σε όλη την έκτασή της. (Σχ. 2.8)



Σχήμα 2.8. *Γεωλογικός χάρτης της Κρήτης τροποποιημένος από τον Bonneau, 1976. Στο υπόμνημα: 1. Νεογενή και τεταρτογενή ιζήματα, 2. Οφιόλιθοι, 3. Καλύμμα Αστερουσίων, 4. Καλ. Βάτου, 5. Καλ. Σπηλίου και Πρέβελης, 6. Καλ Πίνδου(a. Ασβεστόλιθοι και Ραδιολαρίτες b. Φλύσχης), 7. Καλ. Τρίπολης (b. Ασβεστόλιθοι, c. Φλύσχης), 7^{α} Καλ. Φυλλιτών-Χαλαζιτών, 8. Καλ. Πλακωδών Ασβεστόλιθων, 9. Καλ. Τρυπαλίου (Φασουλάς Χ. 2000).*

Τα τεκτονικά καλύμματα, ανάλογα με την στρωματογραφική τους θέση και την μεταμορφική τους ιστορία διακρίνονται σε κατώτερα και ανώτερα. Τα κατώτερα καλύμματα κατά το ανώτερο Ολιγόκαινο – κατώτερο Μειόκαινο υπέστησαν μεταμόρφωση υπό συνθήκες υψηλών πιέσεων και χαμηλών θερμοκρασιών (Fassoulas et al. 1994).

Τα Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα της Κρήτης σύμφωνα με τους Meulenkamp et al. (1979) είναι δυνατόν να ταξινομηθούν σε έξι ενότητες, οι περισσότερες από τις οποίες μπορούν να αναγνωριστούν σε ολόκληρη την έκταση του νησιού (Σχ. 2.9).

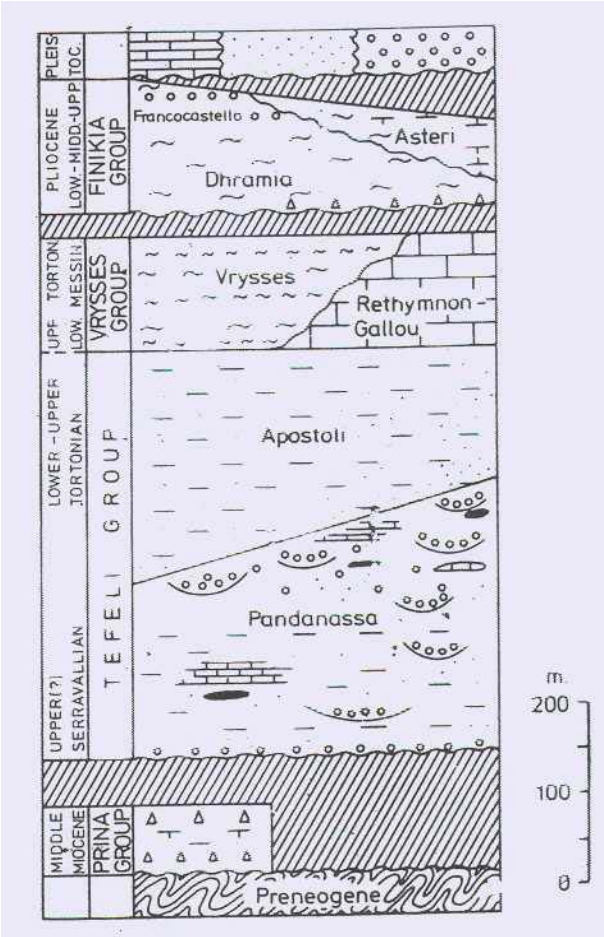
1. Η ενότητα της Πρίνας, που αποτελείται από μεγάλου πάχους σκουρόχρωμα ασβεστολιθικά λατυποπαγή και κροκάλες που εναποτέθηκαν κατά το Σερραβάλλιο.

2. Τα ιζήματα της ενότητας του Τεφελίου, τα οποία περιλαμβάνουν κυρίως κροκαλοπαγή, άμμους και αργίλους που αποτέθηκαν κατά το ανώτερο Σερραβάλλιο – κατώτερο Τορτόνιο.

3. Η ενότητα των Βρυσών η οποία συγκροτείται από βιοκλαστικούς ασβεστόλιθους σε εναλλαγές με ταινιωτές μάργες ρηχής θάλασσας. Οι ασβεστόλιθοι είναι πλούσιοι σε πανίδα από *Ostrea*, Μαλάκια και *Heterostegina* ενώ οι μάργες έχουν λευκότεφρο χρωματισμό και φιλοξενούν απολιθώματα από Μαλάκια, Εχινόδερμα, Σπόγγους, λείψανα ψαριών και υπολείμματα φυτών. Τα πετρώματα της ενότητας των Βρυσών σχηματίστηκαν κατά τη διάρκεια του Τορτονίου και κατώτερου Μεσηνίου και βρίσκονται σε συμφωνία πάνω στα ιζήματα της ενότητας του Τεφελίου και σε ορισμένες περιπτώσεις σε ασυμφωνία πάνω στα πετρώματα του υποβάθρου. Στα ιζηματογενή υλικά αυτής της ενότητας βρέθηκαν τα φυτικά μακρο-απολιθώματα που μελετήσαμε.

4. Η ενότητα του Ελληνικού, η οποία σχηματίστηκε στο τέλος του Μεσηνίου από μη-θαλάσσια ιζήματα, κροκαλοπαγή και γύψους.

4. Τα πετρώματα της ενότητας της Φοινικιάς που αποτελούνται κυρίως από λευκές μάργες και αργίλους ανοικτής θάλασσας που αποτέθηκαν στο κατώτερο και μέσο Πλειόκαινο.
5.
6. Τέλος η ενότητα της Αγίας Γαλήνης η οποία σχηματίστηκε κατά το ανώτερο Πλειόκαινο και περιλαμβάνει κοκκινωπά, μη-θαλάσσια κροκαλοπαγή και άμμους.



Σχήμα 2.9. *Τεκτονο-στρωματογραφική στήλη των Νεογενών ιζημάτων της Δυτικής Κρήτης (Meulenkamp et al. 1979).*

2.1.4 Το κλίμα σήμερα

Στην Κρήτη, το κλίμα σήμερα χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό και θεωρείται μεταβατικός τύπος μεταξύ των κλιμάτων της Εύκρατης και της Τροπικής ζώνης. Εμφανίζει θερμό καλοκαίρι και ήπιο χειμώνα με ιδιαίτερα στοιχεία την ύπαρξη μιας βροχερής περιόδου κατά τη διάρκεια των ψυχρών μηνών και από μίας ξηρής περιόδου κατά το θέρος. Σύμφωνα με την κλιματική ταξινόμηση του Köppen κατατάσσεται στην κατηγορία Csa-κλίμα μεσογειακό. Η Κοτίνη-Ζαμπάκα (1983) σημειώνει ότι οι βιοκλιματικοί δείκτες της ελιάς και των εσπεριδοειδών ευδοκιμούν παραγωγικά σε όλη την έκταση της πεδινής και ημιορεινής Κρήτης.

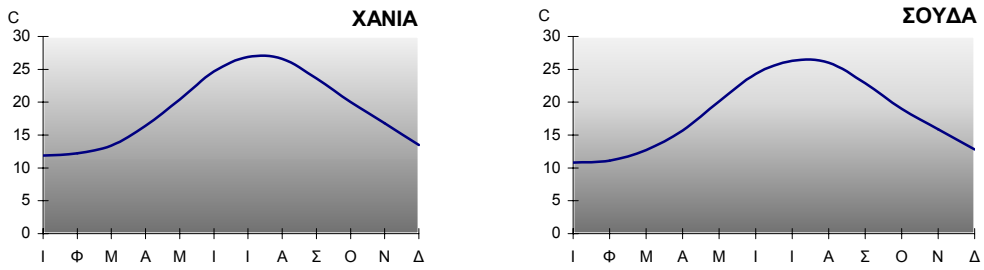
Οι ψυχρότεροι μήνες του χρόνου είναι ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος, ενώ οι θερμότεροι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος (Πέννας 1977). Η μέση θερμοκρασία του έτους κυμαίνεται από 13°C στο σταθμό Τζερμιάδω (υψόμετρο 850 μ.) έως 20°C στο σταθμό της Παλαιόχωρας Χανίων (υψόμετρο 10 μ.) (Πιν. 2.1). Στους σταθμούς Χανίων και Σούδας που μας ενδιαφέρουν περισσότερο λόγω της άμεσης γειτνίασης με την υπό μελέτη περιοχή των Βρυσών, η μέση ετήσια θερμοκρασία ανέρχεται στους 18,9 ^{o}C και 18,1 ^{o}C αντίστοιχα (Σχ. 2.10). Η μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα στο σύνολο του νησιού αγγίζει τους 18,5 ^{o}C (Πέννας 1977).

Σταθμός	Υψό μετρο	Έτη παρ/σης	Μέση μέγιστη θερμοκρασία	Μέση θερμ.	Μέση Ελάχιστη θερμοκρασία	Μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα
Χανιά	62	50	22,5	18,9	14,6	8,7
Σούδα	140	17	22,3	18,1	15,3	7,2
Ρέθυμνο	41	19	22,7	19,6	15,1	9,0
Ηράκλειο	39	49	22,2	19,0	14,6	8,8
Σητεία	26	37	22,7	19,4	15,3	9,2
Παλαιόχωρα	8	16	23,5	20,0	16,1	9,8
Τυμπάκι	6	15	23,5	19,2	13,5	7,7
Ιεράπετρα	14	37	23,6	20,0	15,0	8,6
Ανώγεια	740	55	19,1	15,2	11,7	4,6
Τζερμιάδω	820	13	18,2	13,1	7,0	2,4
Γόρτυνα	180	37	24,3	19,0	12,9	6,7

Πίνακας 2.1. *Μέσες μηνιαίες και ετήσιες τιμές της θερμοκρασίας του αέρα 11 μετεωρολογικών σταθμών της Κρήτης για την περίοδο 1915-1975 (Πέννας 1977).*

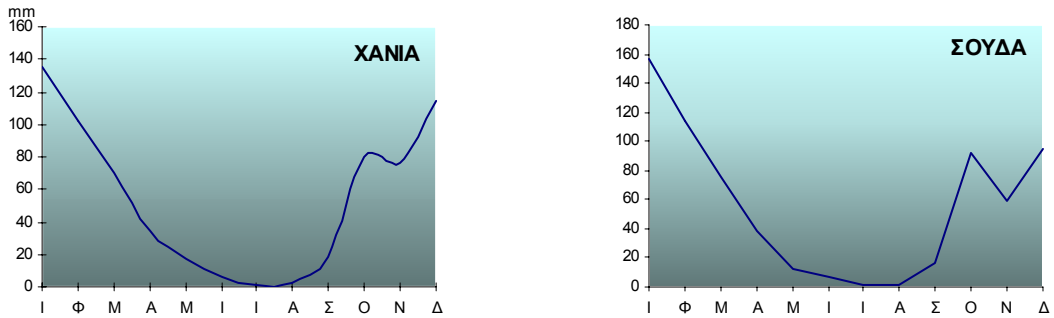
Ως προς την γεωγραφική κατανομή της θερμοκρασίας του αέρα, η νότια πλευρά του νησιού εμφανίζεται θερμότερη κατά ένα βαθμό περίπου από τη βόρεια. Αυτό αποδίδεται στην παρουσία θερμών, νότιας κατεύθυνσης ανέμων κατά τη διάρκεια του χειμώνα και την ανάπτυξη βόρειων δροσερών ανέμων που δεσπόζουν σε ολόκληρο το Αιγαίο και το Κρητικό πέλαγος κατά τη θερμή περίοδο. Οι θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ δυτικής και ανατολικής Κρήτης είναι μικρές.

Στα ορεινά συγκροτήματα του νησιού, λόγω της αύξησης του υψομέτρου, επικρατούν χαμηλότερες θερμοκρασίες από ότι στις πεδινές περιοχές και οι ισόθερμες καμπύλες παρουσιάζονται περισσότερο κλειστές.



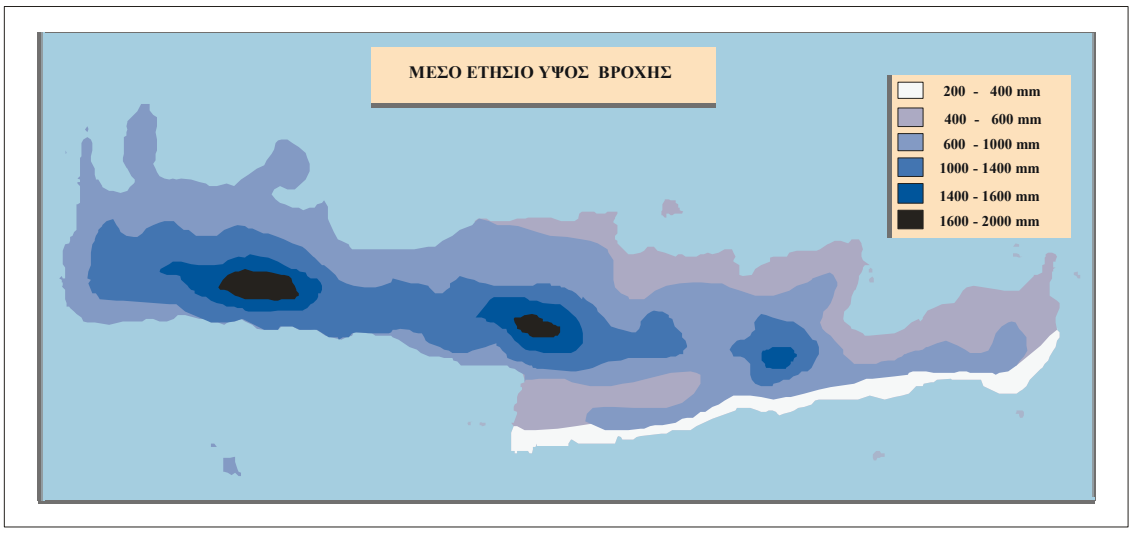
Σχήμα 2.10. *Διαγράμματα της θερμοκρασίας του αέρα για τους σταθμούς των Χανίων και της Σούδας (1915-1975).*

Η μέση ετήσια βροχόπτωση στην Κρήτη υπολογίζεται στα 893 mm (Μάρκου-Ιακωβίδου 1979). Η πορεία των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του έτους ακολουθεί κανονική κατανομή με μέγιστο τον Ιανουάριο και ελάχιστο το δίμηνο Ιούλιο-Αύγουστο. Η ξηρή περίοδο στο νησί διαρκεί από τον Απρίλιο έως τον Σεπτέμβριο. Στους σταθμούς των Χανίων και της Σούδας το ετήσιο ύψος βροχοπτώσεων είναι 656 mm και 669 mm αντίστοιχα. Στο σχήμα 2.11 δίνεται το βροχομετρικό διάγραμμα για τους σταθμούς των Χανίων και της Σούδας.



Σχήμα 2.11. *Διαγράμματα υετού για τους σταθμούς Χανίων και Σούδας (1915-1975).*

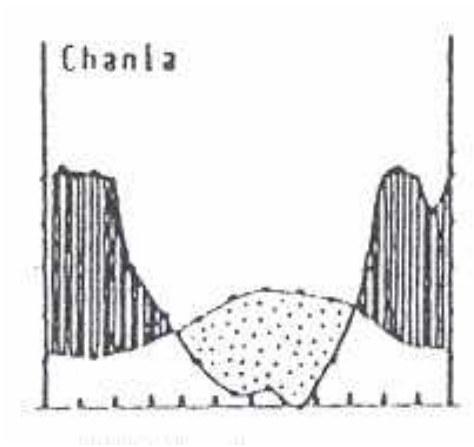
Από το βροχομετρικό χάρτη του νησιού (Σχ. 2.12) είναι εμφανές ότι η δυτική πλευρά του νησιού δέχεται τα περισσότερα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα. Κατά τη βροχερή περίοδο, οι υφέσεις που αποτελούν το κυριότερο αίτιο των βροχοπτώσεων ακολουθούν τροχιά από δυτικά προς ανατολικά με αποτέλεσμα η ορεινή δυτική Κρήτη την οποία συναντούν πρώτη να ωφελείται βροχομετρικά. Οι ανατολικοί ορεινοί όγκοι λόγω του φράγματος που σχηματίζουν τα δυτικά όρη αλλά και του μικρότερου συνολικά ύψους τους δέχονται λιγότερες βροχές.



Σχήμα 2.12. *Βροχομετρικός χάρτης της Κρήτης (Πέννας 1977)*

Τα επίπεδα των βροχοπτώσεων στο νησί της Κρήτης αυξάνουν σημαντικά με το ανάγλυφο. Το ύψος των βροχοπτώσεων στις παραλιακές περιοχές κυμαίνεται μεταξύ 483 mm και 656 mm, ενώ στους ορεινούς όγκους υπερβαίνει τα 2000 mm (Πέννας 1977).

Τέλος, για το σχηματισμό μιας συνολικότερης κλιματικής εικόνας της Β.Δ. Κρήτης κατασκευάσαμε και παραθέτουμε τα ομβροθερμικά διαγράμματα για τους σταθμούς των Χανίων και της Σούδας (Σχ. 2.13) όπως αυτά προκύπτουν από τα αντίστοιχα διαγράμματα θερμοκρασίας και υετού.



Σχήμα 2.13. *Ομβροθερμικά διαγράμματα για το σταθμό των Χανίων και της Σούδας (1915-1975).*

2.1.5 Σύγχρονη χλωρίδα

Στη σύγχρονη Κρήτη διακρίνονται 4 ζώνες βλάστησης που χαρακτηρίζονται από την ανάπτυξη συγκεκριμένων φυτοκοινωνιών και μια σχετική κατά ύψος διάταξη. Ωστόσο εξ' αιτίας των μικροκλιματικών ιδιαιτεροτήτων του νησιού, τα όρια των ζωνών αυτών δεν είναι πάντοτε ευδιάκριτα.

Ακολουθεί η συνοπτική περιγραφή και η διάκριση των ζωνών βλάστησης με βάση κυρίως τις μελέτες των Zohary και Orshan (1966), Greuter (1975), Ντάφη (1973) και Barbero & Quezel (1980).

Α. Θερμομεσογειακή ζώνη βλάστησης (Oleo-ceratonion)

Το κλίμα σε αυτή τη ζώνη χαρακτηρίζεται από μέση ετήσια θερμοκρασία μεγαλύτερη των 16 ^{o}C, μεγάλη ξηροθερμική περίοδος που διαρκεί 4 έως 6 μήνες και ετήσιο βροχομετρικό ύψος 300-550 mm. Το ανώτερο υψομετρικό όριο βρίσκεται γύρω στα 400 μ. στη βόρεια πλευρά του νησιού και φτάνει τα 600 μ. στη νότια. Διαιρείται σε δύο υποζώνες, οι οποίες διαφέρουν μεταξύ τους οικολογικά, χλωριδικά και φυσιογνωμικά.

α. Κατώτερη-θερμότερη υποζώνη (Oleo ceratonietum)

Εμφανίζεται στις πλέον ξηρές και θερμές περιοχές του νησιού που καλύπτονται σχεδόν αποκλειστικά από φρύγανα, ως προϊόν υποβάθμισης της αρχικής μακκίας βλάστησης της χαρουπιάς (*Ceratonia siliqua*) και αγριελιάς (*Olea europaea* var. *sylvestris*).

β. Ανώτερη-ψυχρότερη υποζώνη (Oleo lentiscetum)

Χαρακτηρίζεται από την παρουσία μακκίας ή υπολειμμάτων μακκίας βλάστησης και διακρίνεται σε δύο τύπους: το ξηρόθερμο, στην ανατολική Κρήτη με κυρίαρχα είδη το σχίνο (*Pistacia lentiscus*), την αειθαλή βελανιδιά (*Quercus coccifera*) και το θαμνοκυπάρισσο (Juniperus phoenicea), και τον υγρόθερμο στη δυτική Κρήτη, όπου επικρατούν οι κουμαριές (*Arbutus unedo, Arbutus andrachne*) και το ρείκι (*Erica arborea*).

Στη θερμομεσογειακή ζώνη εμφανίζονται επίσης αραιά δάση ή συστάδες της τραχείας πεύκης (*Pinus brutia*) που εκτείνονται μέχρι το επίπεδο της θάλασσας, όπως και οι περισσότερες καλλιέργειες ελιάς και εσπεριδοειδών.

Β. Μεσογειακή ζώνη βλάστησης (Quercion illicis)

Το κλίμα σε αυτή τη ζώνη είναι υγρότερο, με ετήσιες βροχοπτώσεις μεταξύ 600 και 1000 mm και μέση ετήσια θερμοκρασία 13-16°C. Υψομετρικά οριοθετείται από τις ισοϋψείς των 600 και 1000 μέτρων. Εδώ κυριαρχούν ο πρίνος (*Quercus coccifera*) και η τραχεία πεύκη (*Pinus brutia*) τα οποία καλύπτουν τη θέση της αριάς (*Quercus ilex*), ενός είδους που χαρακτηρίζει τη μεσογειακή ζώνη σε άλλες περιοχές της Ελλάδας.

Γ. Ορομεσογειακή ζώνη βλάστησης

Η Ορομεσογειακή ζώνη εμφανίζεται σε υψηλότερες περιοχές (1000-1400 μ.) και παρουσιάζει ηπειρωτικό μεσογειακό κλίμα, με δριμύτερους χειμώνες και καλοκαιρινή ξηρασία μικρότερης διάρκειας (1-2 μήνες). Η ζώνη αυτή χαρακτηρίζεται από τα δάση κυπαρισσιού (*Cupressus sempervirens*).

Δ. Ύψομεσογειακή (Υποαλπική) ζώνη βλάστησης

Απαντάται στο ανώτερο υψόμετρο των ορεινών όγκων, αμέσως μετά το τέλος της δασική βλάστησης (δασοόριο). Εδώ επικρατούν ποώδη και χαμηλά θαμνώδη είδη όπως *Berberis cretica, Prunus prostrata, Astragalus angustifolius* καθώς και αγρωστώδη των γενών *Festuca* και *Poa*.

Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι στην Κρήτη είναι συχνή η παρουσία αζωνικής βλάστησης στην οποία υπάγονται οι μορφές βλάστησης των παραθαλάσσιων περιοχών (*Matthiola tricuspitata, Ammophila arenaria* κ.α.), των βραχωδών οικοσυστημάτων (*Centaurea argentea, Staehelina petiolata* κ.α.) και των παραποτάμιων περιοχών (*Platanus orientalis, Nerium oleander,* κ.α.).

Με φυσιογνωμικά κριτήρια, ο επικρατέστερος τύπος φυσικής βλάστησης που συναντάται στο νησί της Κρήτης είναι τα **φρύγανα** που καλύπτουν περίπου το 25 %

της επιφάνειάς του (Κυπριωτάκης 1998). Αναπτύσσονται από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι την ορεινή ζώνη. Στους Κρητικούς φρυγανότοπους κοινά φυτικά είδη είναι τα *Sarcopoterium spinosum* (αστοιβή), *Coridothymus capitatus* (θυμάρι), *Cistus* spp. (λαδανιές), *Euphorbia acanthothamnos* (γαλαστοιβίδα), *Phlomis lanata* (αγγάραθος), *Genista acanthoclada* (αχινοπόδι), *Salvia* spp. (φασκομηλιές), *Ebenus cretica* (πλουμί), *Erica manipuliflora* (ρείκι).

Ακολουθεί η **μακκία βλάστηση**, η οποία έχει περιοριστεί δραματικά και καλύπτει λιγότερο από το 8% της πεδινής και ημιορεινής επιφάνειας της Κρήτης. Τα κυριότερα είδη που συνθέτουν αυτό το τύπο βλάστησης είναι τα *Quercus coccifera* (πρίνος), *Pistacia lentiscus* (σχίνος), *Ceratonia siliqua* (χαρουπιά), *Olea europaea* var. *sylvestris* (αγριελιά), *Arbutus adrachne-A. unedo* (κουμαριές), *Erica arborea* (ρείκι*), Juniperus* spp. (κέδροι) και *Laurus nobilis* (δάφνη).

Τέλος οι **δασικές εκτάσεις** καταλαμβάνουν το 6% της συνολικής επιφάνειας του νησιού και εντοπίζονται κυρίως στους ορεινούς όγκους. Τα είδη δένδρων που συμμετέχουν στο σχηματισμό των Κρητικών δασών είναι τα *Pinus brutia* (τραχεία πεύκη), *Cupressus sempervirens* (κυπαρίσσι), *Quercus coccifera* (πρίνος) και δευτερευόντως τα *Acer sempervirens* (κρητικό σφενδάμι), *Quercus ilex* (αριά), *Zelkova abelicea* (αμπελιτσιά), *Phoenix theophrastii* (φοίνικας Θεόφραστου) καθώς και οι φυλλοβόλες βελανιδιές *Quercus pubescens* και *Q. macrolepis*.

2.2 Κλιματικές συνθήκες και χαρακτήρας της βλάστησης κατά τον Καινοφυτικό αιώνα

Κατά τη διάρκεια του Κρητιδικού επήλθε η μεγαλύτερη αλλαγή του φυτοτάπητα της γης με την αιφνίδια εμφάνιση των αγγειοσπέρμων και τη σταδιακή υποχώρηση των μέχρι τότε κυρίαρχων γυμνοσπέρμων. Παρότι ο χρόνος εμφάνισης των πρώτων αγγειοσπέρμων δεν έχει προσδιοριστεί επακριβώς, το βέβαιο είναι ότι πολύ γρήγορα επικράτησαν σε όλες τις περιοχές της γης, λόγω της υψηλής προσαρμοστικής τους ικανότητας και της ποικιλίας μορφών που ανέπτυξαν (Takhtajan 1969).

Οι αρχικές χλωρίδες των αγγειοσπέρμων αναπτύχθηκαν σε ένα θερμό και υγρό κλίμα που επικρατούσε εκείνη την εποχή. Στην κατακερματισμένη από τη θάλασσα της παρατηθύος Ευρώπη η πρώτη χλωρίδα αγγειοσπέρμων εμφανίστηκε κατά το ανώτερο Κρητιδικό με τη συμμετοχή σημαντικών οικογενειών όπως Mastixiaceae, Theaceae, Sabiaceae, Saurauiaceae και Pentaphylaceae (Mai 1989).

Στο Παλαιόκαινο, που ξεκινά πριν από 64 εκατομμύρια χρόνια, η διαμόρφωση της γης τείνει ολοένα και περισσότερο προς τη σημερινή κατάσταση. Η Ευρώπη χωρίζεται γεωγραφικά από την Αφρικάνικη ήπειρο με τη θάλασσα της Τηθύος και από την Ασία με το στενό του Turgai. Ωστόσο, η επικοινωνία της με τη Βόρεια Αμερική διατηρείται μέσω της Γροιλανδίας, γεγονός που επιτρέπει την ανταλλαγή χλωριδικών στοιχείων μεταξύ τους (Janis 1993). Το κλίμα της Ευρώπης κατά το Παλαιόκαινο είναι θερμό, με τροπικό και εν μέρη υποτροπικό χαρακτήρα, χωρίς έντονες θερμοκρασιακές μεταβολές ακόμη και στις σημερινές εύκρατες περιοχές. Στην κεντρική Ευρώπη η μέση ετήσια θερμοκρασία υπολογίζεται γύρω στους 22°C. Αυτές οι κλιματικές συνθήκες επέτρεψαν την ανάπτυξη αειθαλών βροχερών και δαφνοειδών δασών τα οποία ο Engler χαρακτηρίζει συνολικά ως **Παλαιοτροπική Γεωχλωρίδα** (Mai 1989). Τα στοιχεία που συνθέτουν τα αειθαλή δάση της εποχής εκείνης είναι είδη των οικογενειών Lauraceae *(Cinnamomum, Daphnogene, Litsea κ.α.),* Moraceae *(Morus, Ficus* κ.α.), πολλά φοινικοειδή των γενών *Sabal* και *Nipa* καθώς και άλλα φυτικά είδη οικογενειών που σήμερα απουσιάζουν παντελώς από την Ευρωπαϊκή ήπειρο (Βελιτζέλος 1990). Η βλάστηση

χαρακτηρίζεται σε γενικές γραμμές πιο πυκνή από εκείνη του Κρητιδικού με πιο κλειστή οροφή (Janis 1993).

Την ίδια εποχή, στις πολικές περιοχές του Βόρειου ημισφαιρίου, αναπτύσσεται μια χλωρίδα πλούσια σε φυλλοβόλα και κωνοφόρα, με μέτριες απαιτήσεις σε υψηλές θερμοκρασίες, η οποία είναι γνωστή ως **Αρκτοτριτογενής**. Στα κυρίαρχα στοιχεία αυτής της χλωρίδας περιλαμβάνονται είδη από τα γένη *Fagus, Populus, Ulmus, Betula, Quercus, Acer, Salix, Vitis, Fraxinus, Pinus, Platanus, Picea, Taxodium, Sequoia,* κ.α. Πολλά από τα στοιχεία αυτά αποτελούν το βασικό κορμό και της σημερινής Ευρωπαϊκής χλωρίδας.

Ο χαρακτήρας της βλάστησης στην Ευρώπη αρχίζει να μεταβάλλεται σημαντικά κατά το τέλος του Ηωκαίνου όπου το δραματικότερο κλιματικό γεγονός του Τριτογενούς, το **«terminal Eocene event»** όπως αναφέρεται από τον Wolfe (1978) έλαβε χώρα. Εκείνη την εποχή η Αυστραλία αποσπάται από την Ανταρτική και η Γροιλανδία χωρίζεται από τη Νορβηγία, με αποτέλεσμα την αλλαγή στην κυκλοφορία των θαλάσσιων ρευμάτων (Janis et al. 2000). Ταυτόχρονα σημαντικές ορογενέσεις βρίσκονται σε εξέλιξη παγκοσμίως ώστε τεράστιες ποσότητες ατμοσφαιρικού CO_2 να εγκλωβίζονται στα πετρώματα, γεγονός που επέδρασε στην αξιοσημείωτη εξασθένηση της δράσης του φαινομένου του θερμοκηπίου (Press & Siever 1997). Οι αλλαγές αυτές οδήγησαν στην ταχεία και έντονη ελάττωση της μέσης θερμοκρασίας του παγκόσμιου κλίματος με την ταυτόχρονη αύξηση των εποχιακών θερμοκρασιακών διακυμάνσεων. Κλιματικές μεταβολές τέτοιου μεγέθους δεν ήταν δυνατόν να αφήσουν ανεπηρέαστη την παγκόσμια βλάστηση. Έτσι σταδιακά επήλθε η υποχώρηση της τροπικής βλάστησης στα μικρότερα γεωγραφικά πλάτη και η επέλαση και επικράτηση της Αρκτοτριτογενούς χλωρίδας των βόρειων περιοχών.

Κατά το Νεογενές, το κλίμα μεταβάλλεται παγκοσμίως προς το ψυχρότερο και η μεταβολή αυτή του κλίματος κορυφώνεται με την εμφάνιση των παγετώνων του Τεταρτογενούς. Τούτη την εποχή, λόγω των έντονων τεκτονικών διαταραχών, συντελείται η ανύψωση των οροσειρών των Άλπεων και των Ιμαλαΐων και η αποξήρανση μεγάλων θαλάσσιων και λιμναίων υδάτινων μαζών, με αποτέλεσμα τη διαμόρφωση του ηπειρωτικού κλίματος και την επικράτησή του σε μεγάλες περιοχές. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι κατά το Μειόκαινο της Κεντρικής Ευρώπης η μέση

ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται γύρω στους 16° C (Βελιτζέλος 1990). Λόγω της σταδιακής ψύξης, παρατηρούνται οι πρώτες εξαφανίσεις στα δαφνόφυλλα στοιχεία αλλά και σε αρκετά θερμόφιλα Αρκτοτριτογενή είδη, ώστε κατά το Πλειόκαινο μόνο υπολείμματα τους εντοπίζονται στις Ευρωπαϊκές χλωρίδες.

Παράλληλα, στις περιοχές όπου παλαιότερα υπήρχαν βυθίσματα και λίμνες, λόγω της επικράτησης του ηπειρωτικού κλίματος σχηματίζονται εκτεταμένα λιβάδια, στέπες και σαβάνες όπου κυριαρχούν ποώδεις μορφές των οποίων ο ρόλος μέχρι τότε φαίνεται να ήταν περιορισμένος (Janis et al. 2000).

Σύμφωνα με τους Velitzelos και Gregor (1990), το κλίμα στη Μεσογειακή λεκάνη και στις χώρες της Παρατηθύος την ίδια εποχή εμφανίζεται υγρό και θερμό, υποτροπικού χαρακτήρα (Cfa-κλίμα κατά Köppen), το οποίο διατηρείται καθ' όλη τη διάρκεια του Νεογενούς με μόνη εξαίρεση την περίοδο του Μεσήνιου, όπου παρατηρείται πτώση των επιπέδων της υγρασίας.

Η Μεσογειακή βλάστηση κατά το πρώιμο Νεογενές διατηρεί ένα σαφή υποτροπικό χαρακτήρα. Υπάρχουν εκτεταμένα μεικτά μεσοφυτικά δάση με τα δαφνόφυλλα να κυριαρχούν αλλά και με αυξημένη συμμετοχή των κωνοφόρων και των φυλλοβόλων πλατύφυλλων δένδρων και θάμνων. Παρόμοια δάση αειθαλών και κωνοφόρων απλώνονται σήμερα σε πολλές περιοχές της Ν.Α. Ασίας. Χαρακτηριστικά χλωριδικά στοιχεία αυτής της εποχής είναι τα *Seguoia, Pinus, Tetraclinis, Cypressus,* Fagaceae, Lauraceae, Betulaceae, Myricaceae, Leguminosae, κ.α. (Βελιτζέλος et al. 1997).

Κατά το όψιμο Νεογενές, οι παλαιοχλωρίδες της Μεσογείου διαφοροποιούνται. Σταδιακά επικρατούν πλατύφυλλα φυλλοβόλα δένδρα και κωνοφόρα όπως Taxodiaceae, Pinaceae*, Sassafras, Alnus, Fagus, Quercus, Populus, Zelkova, Ulmus, Acer* αλλά και χαρακτηριστικές αειθαλείς βελανιδιές όπως *Q. drymeja* και *Q. mediterranea*. Τα δάση αυτής της εποχής είναι συγκρίσιμα με τα σύγχρονα μεικτά μεσοφυτικά δάση της Β. Αμερικής.

Το θερμό και υγρό κλίμα (Cfa-κλίμα κατά Köppen) που επικρατεί στη Μεσογειακή λεκάνη κατά το τριτογενές δε φαίνεται να αλλάζει σημαντικά μέχρι το μέσο Πλειστόκαινο (Velitzelos και Gregeor 1990). Κατόπιν, μια κλιματική αλλαγή προς το μεσογειακό κλίμα (Cs-κλίμα κατά Köppen) λαμβάνει χώρα. Αντίστοιχα, η βλάστηση της Μεσογείου με τα μικτά μεσοφυτικά δάση δε μεταβάλλεται σημαντικά

μέχρι την πρώτη παγετώδη περίοδο, ενώ η σύγχρονη μεσογειακή χλωρίδα φαίνεται να αναπτύχθηκε πολύ αργότερα.

Ωστόσο, ο χρόνος διαμόρφωσης του μεσογειακού κλίματος και της αντίστοιχης μεσογειακής σκληρόφυλλης βλάστησης δεν έχει μέχρι σήμερα προσδιοριστεί επακριβώς (Sachse & Mohr 1996).

Οι πρώτοι πρόγονοι των σύγχρονων σκληρόφυλλων ξηλωδών μεσογειακών φυτών φαίνεται να εμφανίστηκαν στο δεύτερο μισό του Ηωκαίνου. Κατά τον Mai (1989) τα φυτικά γένη *Cupressus* L.*, Nerium* L.*, Olea* L.*, Punica L., Pyracantha* M. J. Roem.*, Tetraclinis* Mast. και η ομάδα *Pinus pinaster*, αποτελούν μέλη της δαφνόφυλλης χλωρίδας του Ηωκαίνου, ενώ τα *Ceratonia* L., *Cercis* L., *Phillyrea* L., *Pistacia* L., *Quercus ilex* συμμετέχουν στο σχηματισμό των μικτών μεσοφυτικών δασών του Ολιγοκαίνου. Τα είδη αυτά, είχαν δευτερεύοντα ρόλο στις φυτοδιαπλάσεις του Παλαιογενούς και περιοριζόταν σε περιοχές με σχετικά χαμηλή εδαφική υγρασία και ξηροθερμικά μικροκλίματα (Palamarev 1989).

Συμπερασματικά η μεσογειακή ξηρομορφική χλωρίδα έλκει την καταγωγή της από την τριτογενή δαφνόφυλλη βλάστηση. Ωστόσο, τα στοιχεία αυτά ως ξηρομορφικά εμφανίστηκαν αργότερα και απέκτησαν ισχυρή παρουσία μετά το μέσο Μειόκαινο. Πιθανόν αυτή η εξέλιξη σε τυπικά μεσογειακά taxa να οφείλεται στην πτώση των επιπέδων της υγρασίας ως αποτέλεσμα του περιορισμού της θάλασσας της Παρατηθύος και της εξάλειψης του ωκεανού της Τηθύος που ουσιαστικά ολοκληρώθηκε κατά το Μεσήνιο. Εκείνη την εποχή το όριο της προς Βορρά εξάπλωσης των «παλαιομεσογειακών» ειδών προσέγγιζε τις 49° γεωγραφικό πλάτος.

Παρόλα αυτά, ακόμη και μετά την κρίση αλατότητας της Μεσογείου, δεν έχουμε καμιά απόδειξη για απολιθώματα από τη βλάστηση της ζώνης Oleo-ceratonion, εκτός ορισμένων taxa που εμφανίζονται στα μεσοφυτικά δάση που ακόμη και τότε επικρατούν. Έτσι, θα πρέπει να θεωρήσουμε ότι τα γνήσια μεσογειακά μέσο-ξηρομορφικά σκληρόφυλλα δάση της Μεσογείου με τη σημερινή τους μορφή είναι πολύ πιο πρόσφατα. Στις πολύ νέες εμφανίσεις του Τεταρτογενούς (τοφίττες Σαντορίνης και Νισύρου) βρέθηκαν πραγματικά μεσογειακά στοιχεία όπως *Pistacea lentiscus*, *Olea europea*, *Tamarix* sp., *Chamaerops humilis*, *Phoenix theophrastii*. Η συγκεκριμένη χλωρίδα, ηλικίας 50-60.000 χρόνων, αποτελεί την πρώτη παρουσία των φυτών αυτών στην περιοχή του Αιγαίου (Velitzelos 1991).

2.3 Η λεκάνη των Βρυσών

2.3.1 Γεωγραφική θέση-Μορφολογία

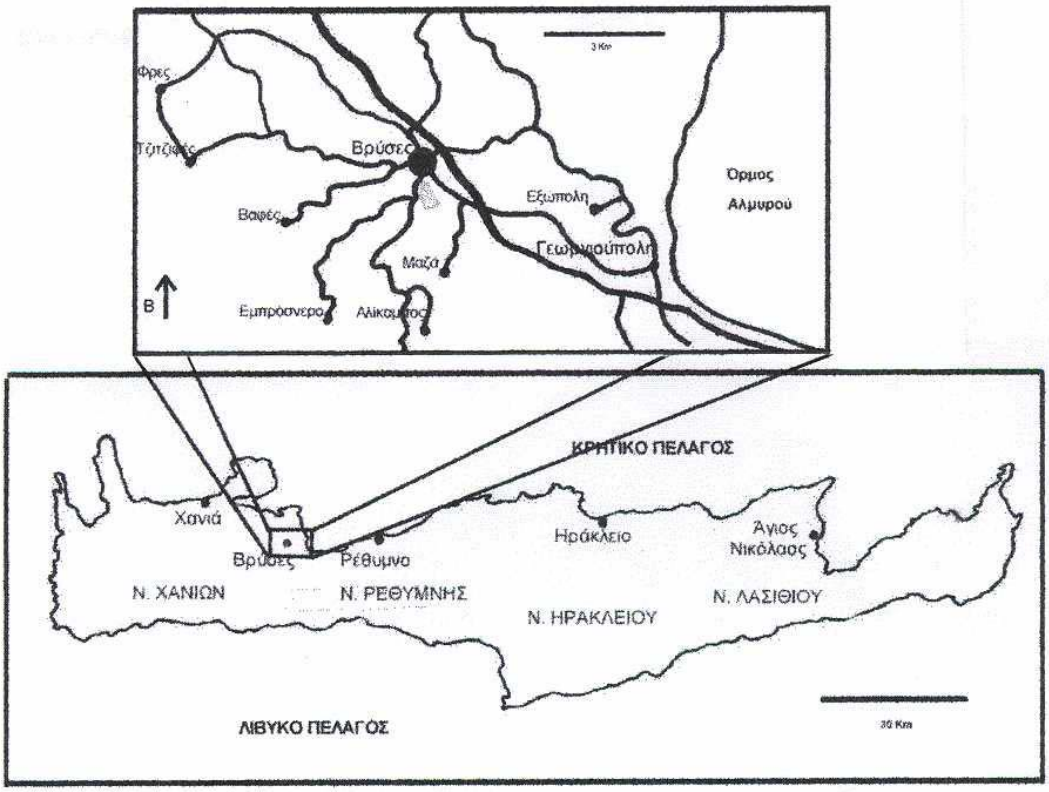
Τα φυτικά απολιθώματα που περιγράφονται στην παρούσα εργασία, προέρχονται από Νεογενείς σχηματισμούς ιζημάτων της λεκάνης των Βρυσών η οποία βρίσκεται στη Β.Δ. πλευρά της νήσου Κρήτης, στα όρια μεταξύ των Νομών Χανίων και Ρεθύμνης (Σχ. 2.14).

Η λεκάνη των Βρυσών χωροταξικά αποτελεί ένα αυτοτελές τμήμα της ευρύτερης λεκάνης των **Καλυβών**. Η νότια πλευρά της οριοθετείται από πλακώδεις και συμπαγείς κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους και δολομίτες (μάρμαρα) που συγκροτούν προεκτάσεις του ορεινού συγκροτήματος των Λευκών Ορέων. Ανατολικά γειτνιάζει με τη λεκάνη της **Επισκοπής,** ενώ εν μέρει βρέχεται από το Κρητικό πέλαγος και συγκεκριμένα από τα νερά του όρμου της Αλμυρίδας. Βόρειο-Ανατολικά απλώνεται η λεκάνη του **Βάμου,** ενώ βόρειο-δυτικά υψώνεται το όρος Δρέπανο το οποίο αποτελείται κυρίως από μάρμαρα. Τέλος, η δυτική πλευρά της λεκάνης συνορεύει άμεσα με τη λεκάνη των **Αρμένων**.

Τα ιζήματα που πληρούν τη λεκάνη των Βρυσών είναι Νεογενούς και Τεταρτογενούς προέλευσης και αποτελούνται κυρίως από μάργες, ασβεστόλιθους, αργιλοαμμώδη υλικά και κροκαλολατύπες (ΙΓΜΕ 1993 φύλλο Βρύσες).

Το ανάγλυφό της είναι σχετικά ομαλό και διακόπτεται από ρεματιές που σχηματίζονται από αρκετούς χειμάρους, οι οποίοι τροφοδοτούνται από τα Λευκά Όρη και διασχίζουν την περιοχή. Το νερό που μαζεύουν πριν καταλήξει στη θάλασσα σχηματίζει τον ξηροπόταμο της Αλμυρίδας.

Σήμερα το μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής έχει δοθεί στην ελαιοκαλλιέργεια. Η φυσική βλάστηση που έχει διατηρηθεί συνίσταται κυρίως σε φρύγανα, μακκί και ορισμένες συστάδες από κατακερματισμένα δάση κυπαρισσιού και βελανιδιάς τα οποία παλαιότερα κυριαρχούσαν.



Σχήμα 2.14. *Η λεκάνη Νεογενών ιζημάτων στις Βρύσες Αποκορώνου.*

Στη νότια πλευρά της λεκάνης, κοντά στον ομώνυμο οικισμό των Βρυσών και σε μια έκταση αρκετών στρεμμάτων εμφανίζονται επιφανειακά ιζήματα τα οποία ανακαλύψαμε ότι φιλοξενούν σημαντικά ευρύματα φυτικών μακρο-απολιθωμάτων (Κεφ. 3). Η ανασκαφική εργασία για την ανεύρεση των φυτικών λειψάνων πραγματοποιήθηκε σε δύο θέσεις με απόσταση 100 μέτρων μεταξύ τους, περίπου ένα χιλιόμετρο νότια του οικισμού, στην περιοχή που εκτείνεται ανατολικά του επαρχιακού οδικού δικτύου που οδηγεί στα Σφακιά (Εικ. 2.1, 2.2). Η υψομετρική απόσταση των θέσεων από την επιφάνεια της θάλασσας είναι περίπου 100 μέτρα.

Εικόνες 2.1, 2.2. Οι *απολιθωματοφόρες θέσεις στην λεκάνη των Βρυσών Αποκορώνου.*

2.3.2 Ιζηματολογία

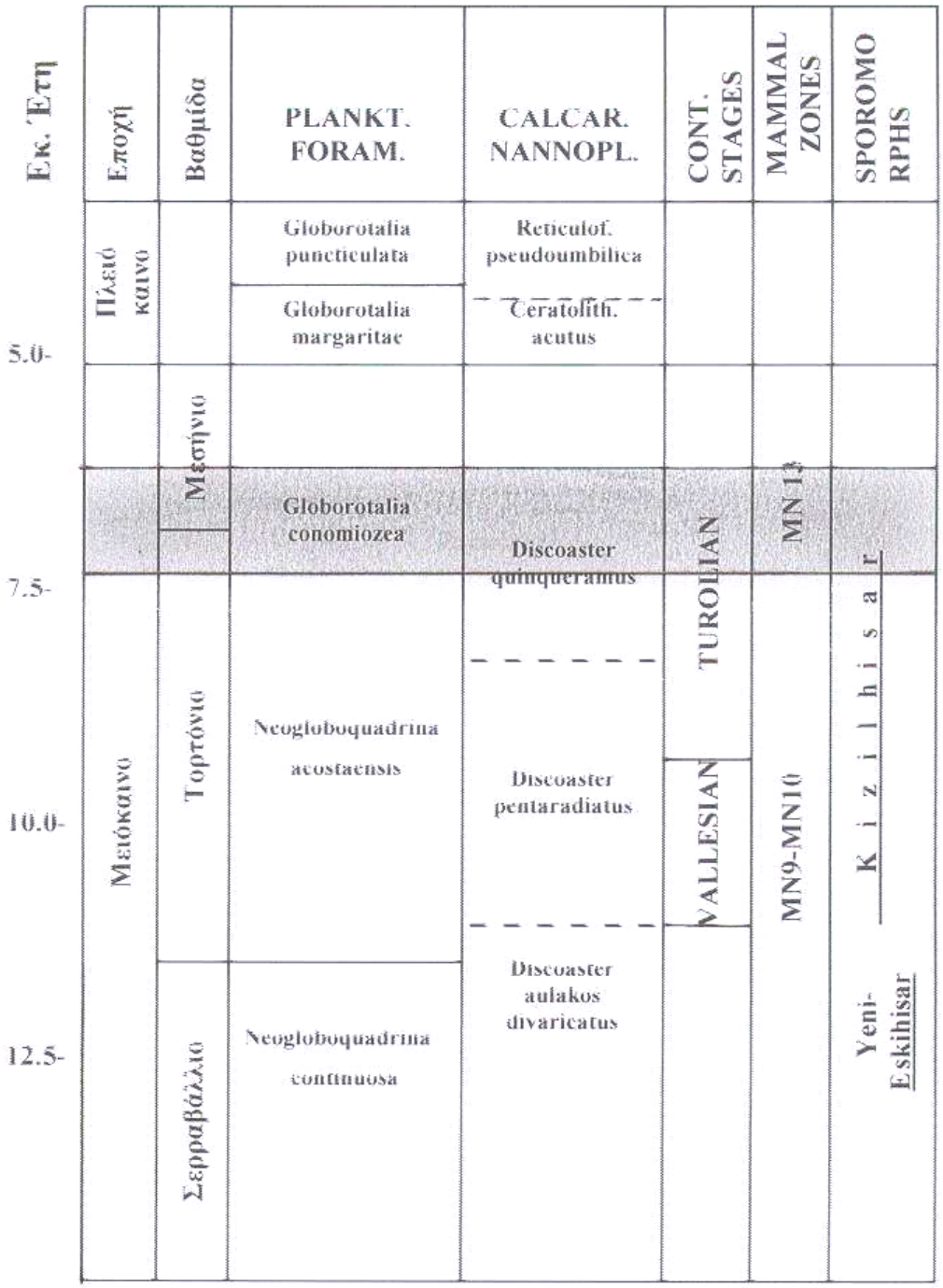
Τα πετρώματα που φιλοξενούν τα φυτικά μακρο-απολιθώματα κατατάσσονται στην **ενότητα των Βρυσών** και σχηματίζουν αλληλουχίες μαργαϊκών και ασβεστολιθικών Νεογενών ιζημάτων.

Οι Meulenkamp et. al στον οδηγό που εξέδωσαν το 1979 για τα Νεογενή ιζήματα της Κρήτης, περιέγραψαν στη λεκάνη των Βρυσών στρωματοποιημένα μαργαϊκά υλικά, όμοια με εκείνα στα οποία βρέθηκε η απολιθωμένη χλωρίδα των Βρυσών, που όπως αναφέρουν χαρακτηριστικά, είναι πλούσια σε φυτικά απολιθώματα και βελόνες από σπόγγους. Στρωματογραφικά τα κατέταξαν στη βιοζώνη του πλαγκτονικού τρηματοφόρου ***Globorotalia conomiozea*** που αντιστοιχεί στο **Άνω Τορτόνιο-Κάτω Μεσήνιο** (Σχ. 2.15). Το τρηματοφόρο αυτό αποτελεί μέχρι σήμερα τον καλύτερο βιοστρωματικό δείκτη για τον προσδιορισμό του ορίου Τορτόνιο/Μεσήνιο στη λεκάνη της Μεσογείου (Negri & Villa 2000).

Συνεπώς, τα μαργαϊκά ιζήματα καθώς και τα φυτικά λείψανα που φιλοξενούν χρονολογούνται γύρω στα **6-7 εκατομμύρια χρόνια** από σήμερα, εποχή που αντιστοιχεί στη βιοζώνη θηλαστικών 13 (MN 13).

Σε αυτές τις εκτιμήσεις συμφωνούν και οι γεωλογικοί χάρτες που έχει εκδώσει το Ινστιτούτο Γεωλογικών Μελετών Ελλάδος (ΙΓΜΕ 1993 φύλλο Βρύσες), οι οποίοι κατατάσσουν τα πετρώματα της περιοχής των Βρυσών στο άνω Μειόκαινο.

Σύμφωνα με τον Meulenkamp και τους συνεργάτες του, η απόθεση του ιζηματογενούς υλικού πραγματοποιήθηκε σε ρηχές θαλάσσιες λεκάνες που πλαισιωνόταν από νησίδες και ύφαλους.



Σχήμα 2.15. *Συσχέτιση των Νεογενών ιζημάτων (σκουρόχρωμη ζώνη) των Βρυσών με τη διεθνή στρωματογραφική κατάταξη (Meulenkamp et al. 1979).*

2.3.3 Στρωματογραφία

Στην περιοχή μελέτης, τα Νεογενή ιζηματογενή πετρώματα συγκροτούν αλληλουχίες από πέντε (5) εμφανώς διακριτά στρώματα, που διαφέρουν τόσο ως προς τη σύστασή τους όσο και ως προς την προέλευση και τα χαρακτηριστικά τους (Σχ. 2.16).

Αναλυτικότερα, παρατηρείται το στρώμα Μ1 το οποίο είναι το κατώτερο εμφανές στρώμα στις απολιθωματοφόρες θέσεις και αποτελείται από συμπαγή λευκό **ασβεστόλιθο**, μη στρωματοποιημένο, αρκετά σκληρό, με χαρακτηριστικό ακανόνιστο, κογχώδη θραυσμό. Το πάχος του κυμαίνεται από μισό έως ένα (0,5-1) μέτρο και περιέχει μικρό αριθμό μεμονωμένων απολιθωμένων φύλλων πολύ καλής διατήρησης.

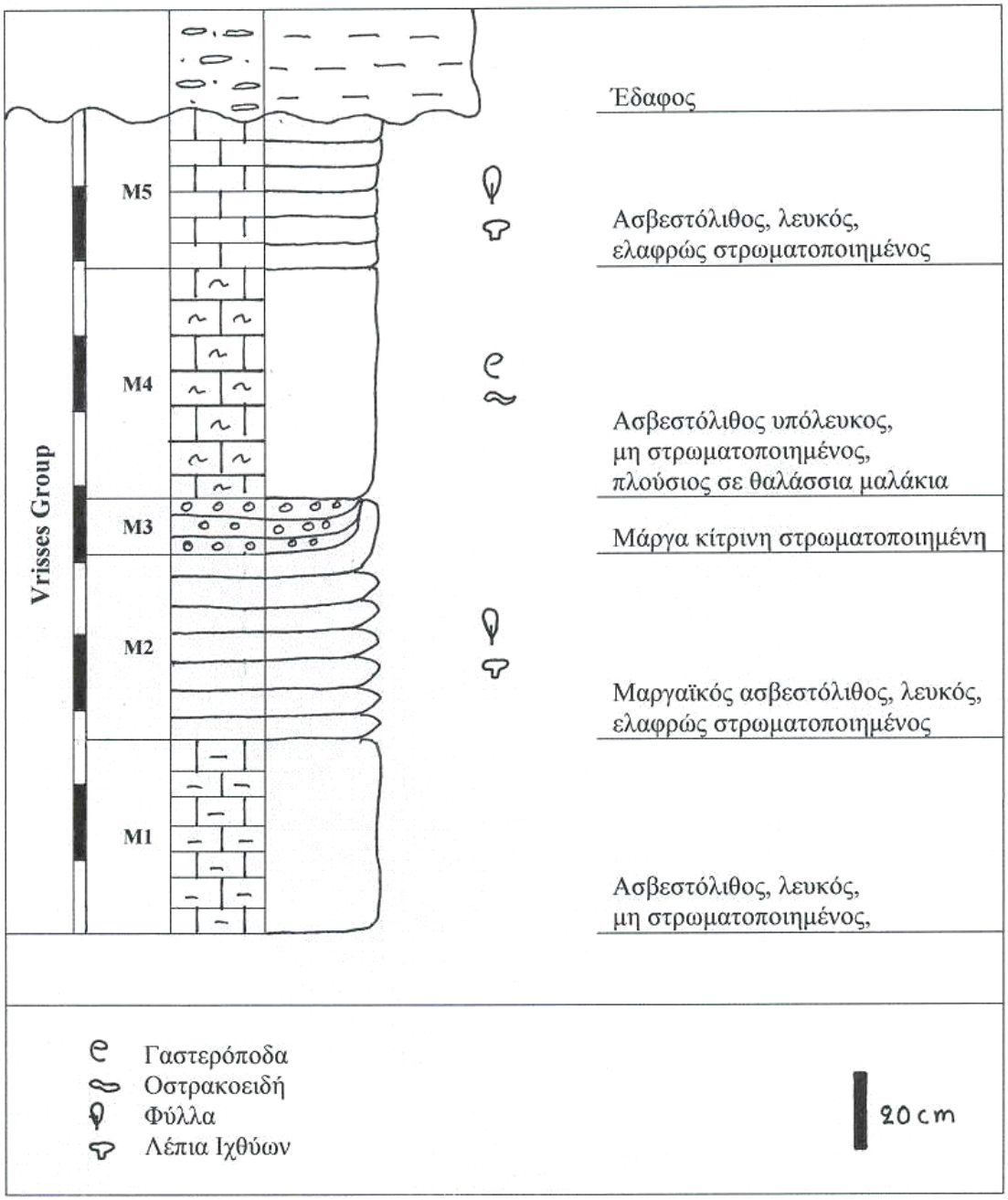
Το υπερκείμενο στρώμα Μ2 αποτελείται από λευκοκίτρινο έως λευκότεφρο **μαργαϊκό υλικό**, καλά στρωματοποιημένο, σε στρώσεις πάχους μέχρι 15 εκατοστών ποικίλης σκληρότητας. Στο σύνολό του παρουσιάζει ένα πάχος που δεν ξεπερνά το μισό (0,5) μέτρο. Οι στρώσεις του μαργαϊκού ασβεστόλιθου φιλοξενούν το μεγαλύτερο τμήμα του φυτικού υλικού που πραγματεύεται η παρούσα εργασία, καθώς και σημαντικό αριθμό από βελόνες σπόγγων και υπολείμματα ιχθύων (λέπια).

Ακολουθεί το λεπτό στρώμα Μ3 πάχους μερικών εκατοστών, το οποίο εμφανίζεται κατά θέσεις στην περιοχή και συνίσταται από κίτρινη **μάργα** ισχυρά στρωματοποιημένη. Το υλικό αυτό είναι σαθρό, πλούσιο σε οργανικά στοιχεία.

Το επόμενο στρώμα Μ4 αποτελείται από αμμούχο, **μαργαϊκό ασβεστόλιθο** υπόλευκου χρώματος, που περιέχει πλήθος από θαλάσσια μαλάκια (κυρίως οστρακοειδή και γαστερόποδα). Το στρώμα αυτό, που έχει πάχος περί το ένα μέτρο, παρουσιάζει τραχιά επιφάνεια, μικρή σχετικά σκληρότητα και ομαλό θραυσμό.

Το ανώτερο τμήμα της τομής Μ5 βρίσκεται σε επαφή με το εδαφικό στρώμα και είναι επίσης **ασβεστολιθικής σύστασης**, λευκού χρώματος, αμμούχο, ελαφρά

στρωματοποιημένο. Ορισμένα από τα δείγματα φύλλων που βρέθηκαν σε αυτό το στρώμα συμπληρώνουν τη συλλογή των απολιθωμάτων.



Σχήμα 2.16. *Λιθο-στρωματογραφία του απολιθωματοφόρου ιζηματογενή σχηματισμού των Βρυσών.*

Όλα τα ασβεστολιθικά στρώματα των Βρυσών που περιγράφηκαν παραπάνω, εξορύσσονται και χρησιμοποιούνται ως δομικό υλικό στην ευρύτερη περιοχή.

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 Υλικά

Το μεγαλύτερο μέρος του απολιθωμένου υλικού που εξετάσαμε συλλέχθηκε κατά τη διάρκεια αυτής της εργασίας, ενώ 12 δείγματα παραχωρήθηκαν από τη συλλογή που διατηρεί το Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων (ΜΑΙΧ).

Η ανεύρεση του υπό εξέταση υλικού επιτεύχθηκε μετά από αναζήτηση μέσω της υπάρχουσας βιβλιογραφίας και με τη συνδρομή τοπικών φορέων και ιδιωτών. Κάθε πληροφορία που συλλέχθηκε αξιολογήθηκε και ελέγχθηκε για την ακρίβειά της. Στα πλαίσια αυτής της αναζήτησης που ξεκίνησε το φθινόπωρο του 2000 και διήρκεσε πάνω από 6 μήνες είχαμε την ευκαιρία να επισκεφτούμε αρκετές περιοχές της Κρήτης και να εξετάσουμε μεγάλο αριθμό απολιθωματοφόρων γεωλογικών στρωμάτων.

Ορισμένες από τις πληροφορίες που έφτασαν σε εμάς ανέφεραν την σημαντική παρουσία απολιθωμένων φύλλων σε διάφορα σημεία της ευρύτερης περιοχής των Βρυσών Χανίων, καθώς και για την ύπαρξη μιας μικρής συλλογής από αυτά στο ΜΑΙΧ. Κατά την επίσκεψή μας στις εγκαταστάσεις του Ινστιτούτου είχαμε την ευκαιρία να εξετάσουμε τα δείγματα που διατηρούσαν, να τα φωτογραφήσουμε και να ενημερωθούμε για την προέλευσή τους. Αξιοσημείωτο ήταν το πλήθος των λεπτομερειών του φυτικού υλικού που είχε αποτυπωθεί στο πέτρωμα. Σύμφωνα με το Διευθυντή του Ινστιτούτου, τα απολιθώματα αυτά βρέθηκαν στην πρώτη ύλη την οποία εκείνη την εποχή χρησιμοποιούσαν για την κατασκευή νέου πετρόχτιστου κτιριακού συγκροτήματος και μας παρέπεμψε στον υπεύθυνο των οικοδομικών εργασιών.

Ο έμπειρος τεχνίτης της πέτρας μας ενημέρωσε για το απολιθωματοφόρο υλικό και μας υπέδειξε τη θέση εξόρυξής του. Διαπιστώσαμε ότι επρόκειτο για στρώματα λευκού, σκληρού ασβεστόλιθου τα οποία προερχόταν από κάποιο λατομείο λίγο έξω από το χωριό Βρύσες Αποκορώνου. Η λεπτόκοκκη σύστασή του επέτρεπε τη διατήρηση φυτικών μακροαπολιθωμάτων σε άριστη κατάσταση.

Ακολούθησαν αρκετές επισκέψεις στην θέση που μας υπέδειξε ο τεχνίτης αλλά και στην ευρύτερη περιοχή. Παρατηρήσαμε ότι το σκληρό ασβεστολιθικό

πέτρωμα εναλλασσόταν με στρώματα λευκότεφρης έως λευκοκίτρινης μάργας τα οποία επίσης φιλοξενούσαν φυτικά μακρο-απολιθώματα και μάλιστα με μεγαλύτερη συχνότητα.

Με τη συστηματική διερεύνηση της περιοχής, εντοπίσαμε απολιθωμένο υλικό σε αρκετά σημεία της λεκάνης των Βρυσών. Ωστόσο αναγνωρίστηκαν δύο θέσεις σε απόσταση όχι μεγαλύτερη των 100 μέτρων μεταξύ τους που παρουσίαζαν το μεγαλύτερο πλούτο, τις οποίες και αποφασίσαμε να ανασκάψουμε.

Το καλοκαίρι του 2001 ξεκίνησε η συλλογή των δειγμάτων. Η ανεύρεση και απόσπαση των απολιθωμάτων από τα ιζηματογενή στρώματα αποδείχτηκε μια αρκετά επίπονη εργασία η οποία πραγματοποιήθηκε σχεδόν εξ ολοκλήρου στην ύπαιθρο. Για το διαχωρισμό των στρωμάτων του σκληρού ασβεστολιθικού υλικού χρησιμοποιήθηκε σφυρί, συχνά μαζί με ειδικό εγχειρίδιο που διέθετε λεπτό και ευρύ άκρο για το διαχωρισμό του υλικού στα στρώματα που έφεραν τα φυτικά αποτυπώματα. Τα ίδια εργαλεία χρησιμοποιήθηκαν και για τα μαργαϊκά ιζήματα. Ωστόσο σε αρκετές περιπτώσεις και όπου το πέτρωμα ήταν πιο μαλακό η απολέπιση του μαργαϊκού υλικού επιτυγχανόταν με οξύ εγχειρίδιο, χωρίς να απαιτείται η χρήση σφυριού, γεγονός που διευκόλυνε την εργασία. Οι χειρισμοί του μαλακού υλικού έπρεπε να γίνονται με ιδιαίτερη προσοχή αφού εξαιτίας της χαλαρότητάς του τα δείγματα πολύ εύκολα κομματιάζονταν με αποτέλεσμα την καταστροφή τους.

Επιπλέον, η επεξεργασία του μαργαϊκού υλικού έπρεπε να γίνει άμεσα στον χώρο ανασκαφής, όπου και διατηρούσε ακόμη την υγρασία του. Από τη στιγμή της εξόρυξή του, πολύ γρήγορα έχανε την υγρασία του και μετατρεπόταν σε ιδιότροπο υλικό το οποίο δύσκολα μπορούσαμε να χειριστούμε.

Τα δείγματα που ήρθαν στο φως τυλίχτηκαν προσεκτικά σε κόλλες χαρτί και συσκευάστηκαν σε κιβώτια για τη μεταφορά τους στο εργαστήριο. Εκτός από αυτά τα δείγματα, στο εργαστήριο μεταφέραμε και μεγάλα κομμάτια κυρίως ασβεστολιθικού πετρώματος για τα οποία είχαμε την υποψία ότι έκρυβαν στο εσωτερικό τους μεγάλο αριθμό απολιθωμάτων, ώστε να γίνει η εξαγωγή τους με μεγαλύτερη άνεση και προσοχή.

Συνολικά η ανασκαφική εργασία ξεπέρασε τις 10 ημέρες κατά τις οποίες συγκεντρώθηκαν περίπου 300 δείγματα φύλλων, βλαστών, καρπών και σπερμάτων, αριθμός που θεωρήθηκε ικανοποιητικός για τη μελέτη της παλαιοχλωρίδας και την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για τον χαρακτήρα της, όπως και για το κλίμα και το παλαιοπεριβάλλον γενικότερα, στο οποίο αναπτύχθηκε. Θα πρέπει να

σημειώσουμε ότι στη συντριπτική πλειοψηφία των δειγμάτων δεν έχει διατηρηθεί καθόλου οργανική ουσία παρά μόνο το αποτύπωμα του φυτικού ιστού. Τα φυτικά απολιθώματα ήταν διάσπαρτα μέσα στο στρώμα, μεμονωμένα χωρίς να παρουσιάζουν συγκεκριμένο προσανατολισμό ή διάταξη. Σε γενικές γραμμές το απολιθωματοφόρο στρώμα μπορεί να θεωρηθεί σχετικά πλούσιο.

Εκτός από φυτικά λείψανα στα απολιθωματοφόρα ιζήματα βρέθηκαν άφθονα μαλάκια και υπολείμματα ιχθύων (λέπια), καθώς και ορισμένα τμήματα χερσαίων αρθροπόδων (εντόμων).

Η επεξεργασία των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε στα εργαστήρια του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης, με κύριο μέλημα την απόκτηση κάθε δυνατής πληροφορίας καθώς και την επιμελή συντήρηση και διατήρησή τους.

Σε πρώτο στάδιο τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε ράφια για αρκετές ημέρες με σκοπό την απομάκρυνση της περίσσειας υγρασίας που το πέτρωμα διατηρούσε κατά την εξαγωγή του. Ιδιαίτερο χειρισμό απαιτούσαν τα δείγματα μαργαϊκής προέλευσης όπου η ταχεία αποξήρανσή τους ήταν δυνατόν να δημιουργήσει ρωγμώσεις στο υλικό υποβαθμίζοντας την ποιότητα των απολιθωμάτων. Έτσι τα δείγματα αυτά διατηρήθηκαν μέσα σε κόλλες χαρτί τις οποίες αντικαθιστούσαμε ανά τακτά χρονικά διαστήματα μέχρι την τελική αποξήρανσή τους.

Κάθε μορφολογική λεπτομέρεια που διατηρήθηκε στα δείγματα κατά την απολίθωση, μπορούσε να αποδειχθεί πολύτιμη για την ταυτοποίησή τους και την πραγματοποίηση σημαντικών παρατηρήσεων. Για αυτό το λόγο έμφαση δόθηκε στον καθαρισμό των δειγμάτων για την πλήρη αποκάλυψη όλων των χαρακτηριστικών που είχαν αποτυπωθεί. Η εργασία απαιτούσε ιδιαίτερη προσοχή, αφού αδέξιοι χειρισμοί μπορούσαν να καταστρέψουν τα δείγματα. Ο καθαρισμός του σκληρού υλικού πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ειδικού αεροσυμπιεζόμενου επικρουστήρα. Για το μαλακό μαργαϊκό υλικό χρησιμοποιήθηκαν ειδικές βελόνες. Ο καθαρισμός των απολιθωμάτων ολοκληρώθηκε με την προσεκτική χρήση ειδικών μαλακών πινέλων.

Για τη συντήρηση των φυτικών απολιθωμάτων η επάλειψη τους με ρητίνες ή άλλες κόλλες δεν κρίθηκε αναγκαία. Αντιθέτως η χρήση τέτοιων ουσιών ήταν πολύ πιθανό να προκαλούσε αλλοιώσεις στο υλικό και απώλεια σημαντικών μορφολογικών πληροφοριών (Lichter 1993).

Τα δείγματα στη συνέχεια πρωτοκολλήθηκαν, αρχειοθετήθηκαν και ακολούθως φωτογραφήθηκαν και σχεδιάστηκαν υπό κλίμακα.

Τέλος, όλα τα φυτικά λείψανα τοποθετήθηκαν μέσα σε ειδικά κιβώτια και φυλάχτηκαν σε χώρο με χαμηλή σχετική υγρασία, προφυλαγμένα από τη σκόνη μέχρι την εξέταση και την ταξινόμησή τους.

3.2 Μέθοδοι

3.2.1 Μέθοδος ταξινόμησης των φυτικών απολιθωμάτων

Η συστηματική ταξινόμηση των απολιθωμάτων που ακολούθησε, βασίστηκε αποκλειστικά στην μορφολογία των φύλλων και των καρπών και συγκεκριμένα στο πλέγμα των νευρώσεων, το περίγραμμα των φύλλων και το σχήμα των καρπών. Δυστυχώς, όπως αναφέραμε παραπάνω, η οργανική ουσία απουσιάζει από τα περισσότερα δείγματα. Η ανάλυση των υπολειμμάτων του οργανικού υλικού (Cuticular analysis) θα μας έδινε σημαντικά στοιχεία για τη δομή των επιδερμικών κυττάρων, των στοματίων και των επιδερμικών τριχιδίων των φύλλων τα οποία αποτελούν πολύτιμους διαγνωστικούς χαρακτήρες (Andrews 1961).

Για την πραγματοποίηση των ταξινομικών προσδιορισμών χρησιμοποιήθηκε η διεθνής βιβλιογραφία επί απολιθωμένων και σύγχρονων χλωρίδων, δείγματα απολιθωμάτων που συλλέξαμε από την περιοχή της Μακριλιάς στο Νομό Λασιθίου, καθώς και υλικό από το Herbarium του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης.

Τα απολιθώματα της Μακριλιάς είναι τα μοναδικά φυτικά λείψανα της Κρήτης που έχουν μέχρι σήμερα μελετηθεί. Την απολιθωματοφόρο θέση ανακάλυψε η Dr. B. Mohr, ερευνήτρια σήμερα παλαιοβοτανικής στο Μουσείου Φυσικής Ιστορίας του Βερολίνου κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού της στο νησί στις αρχές της δεκαετίας του `90 (Mohr et al. 1991). Αργότερα η Dr. B. Mohr ανέλαβε την επίβλεψη της διδακτορικής εργασίας του M. Sachse η οποία είχε ως βασικό αντικείμενο τη μελέτη της Άνω Μειοκαινικής χλωρίδας της Μακριλιάς (Sachse 1996).

Τον Οκτώβριο του 2001 η Dr. B. Mohr βρέθηκε στο Ηράκλειο καλεσμένη του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας της Κρήτης. Από την πρώτη στιγμή έδειξε ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τα φυτικά μακρο-απολιθώματα που ανακαλύψαμε στην περιοχή των Βρυσών, τα οποία και εξετάσαμε από κοινού στο εργαστήριο. Παράλληλα μαζί

επισκεφτήκαμε τόσο την απολιθωματοφόρο περιοχή των Βρυσών όσο και της Μακριλιάς. Μάλιστα, κατά τη διάρκεια της παραμονής μας στη Μακριλιά συλλέξαμε μεγάλο αριθμό απολιθωμένων φύλλων τα οποία μεταφέραμε και ταυτοποιήσαμε στο εργαστήριο.

Η δημιουργία συλλογής απολιθωμένου υλικού από την καλά μελετημένη περιοχή της Μακριλιάς κρίναμε ότι θα διευκόλυνε το έργο της ταυτοποίησης και ταξινόμησης των δειγμάτων της παλαιοχλωρίδας των Βρυσών για δύο κυρίως λόγους:

1. Οι δύο χλωρίδες ηλικιακά βρίσκονται πολύ κοντά και κατά συνέπεια έχουν πολλά κοινά χλωριδικά στοιχεία.

2. Μας δίνεται η δυνατότητα συγκρίσεως των δειγμάτων όχι μόνο μέσω φωτογραφικού υλικού αλλά και με πραγματικά απολιθώματα.

3.2.2 Μέθοδοι ανάπλασης του κλίματος

Από το ξεκίνημα της παλαιοβοτανικής ως σύγχρονη επιστήμη, τα φυτικά λείψανα χρησιμοποιήθηκαν ως δείκτες για τη διερεύνηση και την ανάπλαση του παλαιοκλίματος, αλλά και του παλαιοπεριβάλλοντος μέσα στο οποίο αναπτύχθηκαν γενικότερα. Από τότε μέχρι σήμερα αξιόλογες μεθοδολογίες αναπτύχθηκαν για το σκοπό αυτό, που σε συνδυασμό με τη διεύρυνση των γνώσεών μας γύρω από τα φυτικά απολιθώματα καθιέρωσαν την παλαιοβοτανική ως ένα από τα πιο αξιόπιστα εργαλεία που έχουμε για τη διενέργεια παλαιοκλιματικών εκτιμήσεων (Uhl & Mosbrugger 1999).

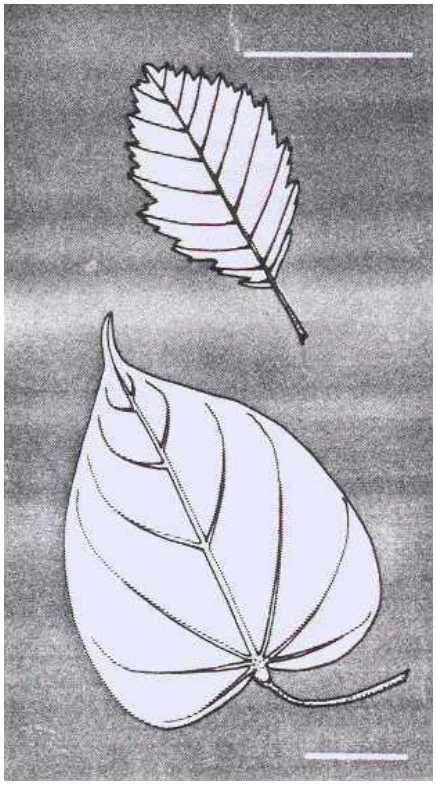
Για τη διαμόρφωση της εικόνας του παλαιοκλίματος της Άνω Μειοκαινικής Κρήτης από την παλαιοχλωρίδα των Βρυσών εργαστήκαμε πάνω σε δύο διαφορετικές προσεγγίσεις. Η πρώτη στηρίχτηκε στα φυσιογνωμικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν τα φύλλα της παλαιοχλωρίδας (μέθοδος ανάλυσης των φύλλων), ενώ η δεύτερη στην καταγραφή και επεξεργασία των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν στις περιοχές διάδοσης των σύγχρονων ανάλογων προς τα απολιθωμένα taxa (μέθοδος πλησιέστερου ζωντανού αναλόγου).

3.2.2.1 Μέθοδος ανάλυσης των φύλλων κατά Wolfe (1979, 1985)

Τα φυσιογνωμικά (μορφολογικά και ανατομικά) χαρακτηριστικά των απολιθωμένων φύλλων μιας συνάθροισης αποτελούν πολύ καλό δείκτη του παλαιοκλίματος, αφού οι φυτικοί οργανισμοί εξελικτικά διαμορφώνουν τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά με βάση τις συνθήκες κάτω από τις οποίες αναπτύσσονται (Wolfe 1978). Έτσι, αναμένουμε ένα τροπικό δαφνόφυλλο δάσος στην Ασία να έχει τον ίδιο φυσιογνωμικό χαρακτήρα με ένα τροπικό δαφνόφυλλο δάσος σε οποιαδήποτε άλλη περιοχή του πλανήτη. Ομοίως αναμένουμε ένα σύγχρονο τροπικό δάσος να έχει την ίδια φυσιογνωμία βλάστησης με εκείνα τα τροπικά δάση που επικρατούσαν κατά το Νεογενές.

Από την άλλη, ένα τροπικό δάσος στην Ινδονησία έχει χλωριδική σύνθεση αρκετά διαφορετική από ένα αντίστοιχο δάσος της Βραζιλίας, ως αποτέλεσμα μιας ποικιλίας ιστορικών γεγονότων, γεωγραφικών και εξελικτικών. Οι ίδιοι ιστορικοί παράγοντες είναι που οδηγούν σε σημαντικές διαφοροποιήσεις της χλωριδικής σύστασης ενός σημερινού τροπικού δάσους και ενός αντίστοιχου στο Νεογενές. Επομένως η εκτίμηση των παλαιοκλιματικών παραμέτρων είναι προτιμότερο να πραγματοποιείται με την ανάλυση των φυσιογνωμικών χαρακτηριστικών της βλάστησης παρά με τη μελέτη της χλωριδικής σύνθεσης.

Ανάμεσα στα πιο χρήσιμα για το σκοπό αυτό φυσιογνωμικά χαρακτηριστικά της πλατύφυλλης βλάστησης είναι το μέγεθος και το περίγραμμα του ελάσματος, η μορφή της κορυφής και της βάσης, η νεύρωση και ο μίσχος. Έτσι ένα τυπικό φύλλο των υγρών και θερμών ενδιαιτημάτων είναι συνήθως μεγάλου μεγέθους, λειόχειλο, με καρδιόσχημη βάση, επιμήκη κορυφή (drip tip) και πτερωτή-καμπτόδρομη ή παλαμοειδή νεύρωση (Σχ. 3.1). Αντίθετα, ένα τυπικό φύλλο που προέρχεται από τη βλάστηση που αναπτύσσεται στις ψυχρές περιοχές είναι μικρότερο, με οδοντωτό κράσπεδο, σφηνοειδή βάση και πτερωτή-κρασπερόδρομη νεύρωση.



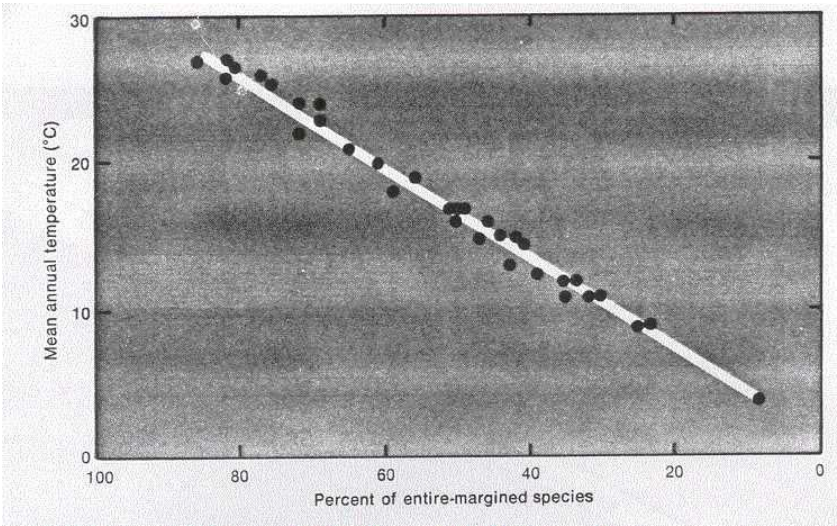
Σχήμα 3.1. *Χαρακτηριστικοί τύποι φύλλων που εμφανίζονται στις τροπικές (κάτω) και τις εύκρατες περιοχές (πάνω) κατά Wolfe (1978).*

Οι Bailey και Sinnot (1915, 1916) ήταν οι πρώτοι οι οποίοι χρησιμοποίησαν την μορφή της περιφέρειας των απολιθωμένων φύλλων για την τεκμηρίωση παλαιοκλιματικών προσεγγίσεων του Τριτογενούς. Η ιδέα τους βασίστηκε στην παρατήρηση ότι τόσο στην τροπική ζώνη, όσο και σε ξηρές περιοχές επικρατούν τα θαμνώδη και δενδρώδη στοιχεία με λειόχειλα φύλλα, ενώ στην εύκρατη κυριαρχούν στοιχεία με οδοντωτό έλασμα (Roth & Dilcher 1978). Από τότε μέχρι και σήμερα, αυτός ο μορφολογικός χαρακτήρας των φύλλων χρησιμοποιείται κατά κόρον από τους παλαιοβοτανικούς για παλαιοκλιματικές εκτιμήσεις.

Οι Mosbrugger και Roth (1996) στην προσπάθειά τους να εξηγήσουν αυτή τη διαφοροποίηση της μορφής των παρυφών των φύλλων ανάμεσα στις τροπικές και τις εύκρατες περιοχές παρατήρησαν ότι ο λειόχειλος χαρακτήρας είναι άμεσα συνδεδεμένος με την καμπτόδρομη νεύρωση, ενώ το οδοντωτό περίγραμμα με την κρασπερόδρομη. Διαπίστωσαν δε ότι η καμπτόδρομη νεύρωση είναι η πιο ενεργοβόρα για το φυτό, αλλά παράλληλα και η ασφαλέστερη και βέλτιστη δομή παροχής νερού στο φύλλο. Έτσι, τα λειόχειλα φύλλα κυριαρχούν στις τροπικές περιοχές όπου περισσότερη ενέργεια είναι διαθέσιμη, αλλά και μεγαλύτερη ανάγκη νερού εμφανίζεται στην εκεί αείφυλλη βλάστηση. Αντίθετα, τα φύλλα με οδοντωτές παρυφές και κρασπερόδρομη νεύρωση υπερισχύουν στις εύκρατες περιοχές όπου τα ενεργειακά επίπεδα είναι χαμηλότερα και η βλαστική περίοδος μικρή, με τα περισσότερα στοιχεία να αποβάλλουν τα φύλλα σε συνθήκες ανεπαρκής υγρασίας.

Ο Wolfe (1979, 1985) μελετώντας τις σύγχρονες χλωρίδες που αναπτύσσονται στα μεσόθερμα, υγρά κλίματα της Ανατολικής Ασίας προχώρησε στον καθορισμό μιας γραμμικής εξίσωσης, η οποία συσχετίζει άμεσα το ποσοστό των taxa της χλωρίδας μιας ευρείας περιοχής που φέρουν φύλλα με λεία περιφέρεια ελάσματος και της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας (ΜΕΘ) που παρουσιάζει αυτή η περιοχή. Η γραφική απεικόνιση της συσχέτισης αυτής φαίνεται στο σχήμα 3.2.

Τονίζουμε ότι η μέθοδος Wolfe εφαρμόζεται μόνο στα αγγειόσπερμα, ενώ για να υπάρξουν αξιόπιστα αποτελέσματα οι χλωρίδες πρέπει να αποτελούνται από τουλάχιστον 20 διαφορετικά taxa, γεγονός που αποκλείει κάποιες μικρές παλαιοχλωρίδες (Βελιτζέλος et al. 1999). Για χλωρίδες που απαρτίζονται από 20 έως 29 taxa η ακρίβεια της εκτίμησης ανέρχεται στο ± 10%, ενώ για εκείνες που έχουν πάνω από 29 taxa, η ακρίβεια αγγίζει το ± 5% (Spicer 1989). Επιπλέον, οι συναθροίσεις των φύλλων θα πρέπει να προέρχονται από βλάστηση που βρίσκεται σε κατάσταση κλίμακας αφού διαταραγμένα συστήματα περιέχουν υψηλό ποσοστό ειδών με οδοντωτές παρυφές φύλλων.



Σχήμα 3.2. *Συσχέτιση του ποσοστού των ειδών με λείο κράσπεδο φύλλου στα υγρά, μεσόθερμα, ευρύφυλλα δάση της Ανατολικής Ασίας με τη μέση ετήσια θερμοκρασία (ΜΕΘ) κατά Wolfe (1978).*

Τέλος, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι στις περισσότερες περιπτώσεις η εκτίμηση του κλίματος με τη χρήση ενός μόνο μορφολογικού χαρακτήρα των φύλλων κρίνεται ελλιπής. Για το λόγο αυτό, οι σύγχρονες μέθοδοι προσανατολίζονται στην κατασκευή ηλεκτρονικών προγραμμάτων που αξιοποιούν περισσότερα φυσιογνωμικά

χαρακτηριστικά και επιτρέπουν την προσέγγιση μεγαλύτερου αριθμού κλιματικών παραμέτρων (Wolfe 1989, 1995).

3.2.2.2 Μέθοδος πλησιέστερου ζωντανού αναλόγου

Η δεύτερη μέθοδος που εφαρμόσαμε για την εκτίμηση των βασικών παραμέτρων του παλαιοκλίματος των Βρυσών βασίζεται στην ιδέα του πλησιέστερου ζωντανού ανάλογου (Nearest Living Relative), όπου για κάθε απολιθωμένο είδος αντιστοιχίζεται ένα σύγχρονο, συγγενές ταξινομικά το οποίο επιλέγεται κυρίως με βάση τα μορφολογικά του γνωρίσματα. Λαμβάνοντας υπόψη τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής που ευδοκιμεί το ζωντανό ανάλογο, καθώς και τις λοιπές περιβαλλοντικές παραμέτρους, είναι δυνατόν να διαμορφωθεί μια εικόνα για τις συνθήκες κάτω από τις οποίες διαβιούσε το απολιθωμένο είδος.

Οι πληροφορίες για τη γεωγραφική κατανομή των σύγχρονων αναλόγων προέρχονται από τους χάρτες διάδοσης των Krussmann (1960-1962, 1972), Meusel et al. (1965-1978) Hutchinson (1973) και Hickey & King (1981). Στις περιπτώσεις που χρειάστηκε να ανατρέξουμε σε διαφορετική βιβλιογραφική πηγή, αυτή σημειώνεται στο κείμενο.

Για την εφαρμογή αυτής της μεθόδου επιλέγονται ορισμένα είδη-δείκτες από την απολιθωμένη χλωρίδα και προσδιορίζονται τα σύγχρονα ανάλογά τους, καθώς και οι κλιματικές τους προτιμήσεις. Στη συνέχεια, από το φάσμα των κλιματικών προτιμήσεων που προκύπτει, υπολογίζουμε τα στενότερα κλιματικά όρια τα οποία είναι κοινά για το μεγαλύτερο αριθμό των σύγχρονων ανάλογων, άρα και των ειδών-δεικτών της παλαιοχλωρίδας (Fauquette et al. 1999).

Τα αποτελέσματα αυτής της μεθόδου είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικά, απαιτείται ωστόσο ιδιαίτερη προσοχή, καθώς δεν είναι πάντα εφικτή η αντιστοίχιση κάθε απολιθωμένης χλωρίδας με μια σύγχρονη. Είναι γνωστά παραδείγματα απολιθωμένων χλωρίδων που αντιπροσωπεύουν μοναδικά οικοσυστήματα χωρίς τη δυνατότητα αντιστοίχισης με κάποιο σύγχρονο ανάλογο. Δεν θα πρέπει άλλωστε να μας διαφεύγει το γεγονός ότι ένα σημερινό ανάλογο είδος είναι πιθανό να έχει αλλάξει σε ένα βαθμό την οικολογία του.

Τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες για την ανάπτυξη βάσεων δεδομένων που θα περιλαμβάνουν μεγάλο αριθμό απολιθωμένων στοιχείων καθώς και πληροφοριών για τα σύγχρονα ανάλογά τους και τις κλιματικές τους προτιμήσεις.

Έτσι με την κατασκευή κατάλληλων αλγορίθμων είναι εφικτή η εκτίμηση πλήθους διαφορετικών κλιματικών παραμέτρων (Mosbrugger & Utescher 1997).

3.3 Σύστημα κλιματικής κατάταξης του Köppen

Για το χαρακτηρισμό του παλαιοκλίματος των Βρυσών το σύστημα κλιματικής κατάταξης του Köppen (1931) κρίθηκε το πιο κατάλληλο. Το σύστημα αυτό βασίζεται στην παρατήρηση ότι πολλά είδη φυτών παρουσιάζουν περιορισμό της εξάπλωσής τους κάτω από την επικράτηση συγκεκριμένων συνθηκών θερμοκρασίας και βροχόπτωσης. Οι δύο αυτές παράμετροι εξεταζόμενες χωριστά η καθεμιά και σε συνδυασμό, αποτελούν το κύριο κλιματικό πλαίσιο για τις διάφορες υποδιαιρέσεις του κλίματος (Φλόκας 1990).

Το σύστημα κατάταξης κατά Köppen επιλέχθηκε γιατί είναι απλό στην εφαρμογή του, χρησιμοποιεί κλιματικά δεδομένα που είναι διαθέσιμα από όλους τους μετεωρολογικούς σταθμούς και κυρίως γιατί η κατασκευή του στηρίχθηκε στη συσχέτιση του κλίματος με τη βλάστηση.

Ο Köppen, στην προσπάθειά του να προσδιορίσει τους κύριους κλιματικούς τύπους που επικρατούν στη γη, χρησιμοποίησε τρία σύνολα συμβόλων-γραμμάτων. Τα σύμβολα του πρώτου συνόλου είναι τα κεφαλαία γράμματα A, B, C, D, E του λατινικού αλφαβήτου και προσδιορίζουν γενικές θερμοκρασιακές καταστάσεις, παριστάνοντας τις πέντε βασικές κατηγορίες κλίματος. Τα σύμβολα του δεύτερου συνόλου F, f, m, s, T, w προσδιορίζουν τα βροχομετρικά χαρακτηριστικά ενώ τα σύμβολα a, b, c, d, h, k του τρίτου συνόλου ειδικότερες θερμοκρασιακές καταστάσεις.

3.4 Μέθοδος αναπαράστασης του μοντέλου βλάστησης

Στην προσπάθεια διαμόρφωσης του μοντέλου της βλάστησης των Βρυσών ελήφθησαν υπόψη οι οικολογικές απαιτήσεις των σύγχρονων ανάλογων ειδών, καθώς και οι ταφονομικές διεργασίες που επέδρασαν και διαμόρφωσαν την υπό εξέταση συνάθροιση.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Περιγραφή της παλαιοχλωρίδας των Βρυσών

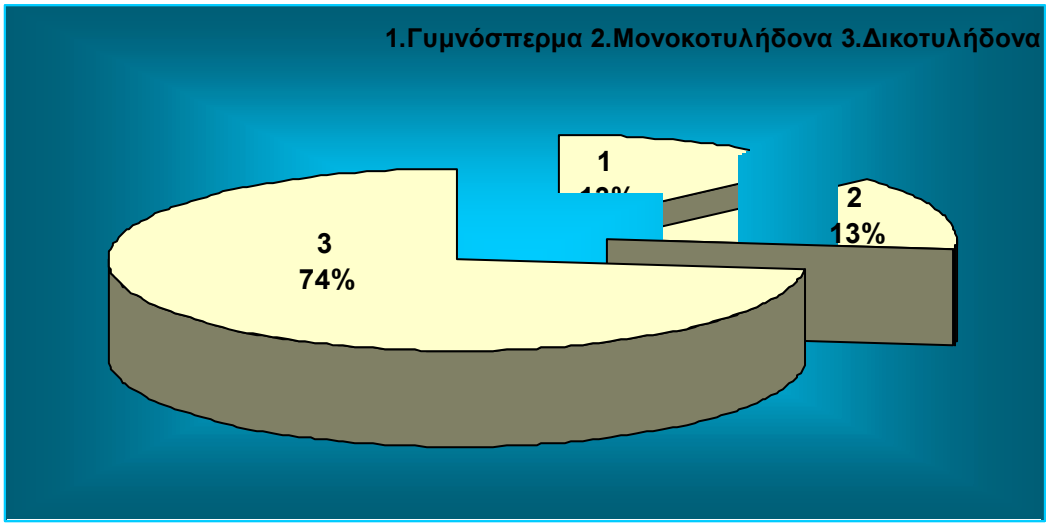
Από τις απολιθωματοφόρες θέσεις των Βρυσών συλλέχθηκαν και εξετάστηκαν πάνω από 210 δείγματα φύλλων, 30 περίπου δείγματα βλαστών και 10 καρπών-σπερμάτων. Σε αρκετές περιπτώσεις, η παρουσία μόνο μέρους των απολιθωμένων φύλλων, καθώς και η άσχημη διατήρησή τους, έκαναν την αναγνώριση και ταξινομική τους κατάταξη δύσκολη έως αδύνατη. Έτσι για ορισμένους προσδιορισμούς προκύπτει ένας σημαντικός παράγοντας αβεβαιότητας.

Από τα 45 περίπου διαφορετικά taxa Αγγειοσπέρμων και Γυμνοσπέρμων που αποτυπώνονται στη χλωρίδα, για τα 25 κατέστη δυνατή η ταξινόμησή τους σε επίπεδο είδους, γένους ή οικογένειας (Πιν 4.1). Στο κεφάλαιο 6 παρουσιάζεται λεπτομερώς η συστηματική ταξινόμηση των δειγμάτων.

Ξεκινώντας την περιγραφή των σπουδαιότερων στοιχείων που συνθέτουν το χαρακτήρα της παλαιοχλωρίδας των Βρυσών αξίζει να σημειωθεί ότι με εξαίρεση ορισμένες βελόνες και βραχυκλάδια των οικογενειών Pinaceae και Cupressaceae, η χλωρίδα συγκροτείται κυρίως από **Αγγειόσπερμα** (Σχ. 4.1). Σε αυτά κυριαρχούν τα δικοτυλήδονα, ενώ τα μονοκοτυλήδονα αντιπροσωπεύονται από ορισμένα υπολείμματα φύλλων και βλαστών των οικογενειών Poaceae και Cyperaceae (Εικ. 4.1).

Για τα δικοτυλήδονα, από τα δείγματα φύλλων που εξετάστηκαν, έγινε δυνατή η ταυτοποίηση 11 οικογενειών. Συγκεκριμένα αναγνωρίστηκαν οι οικογένειες Aceraceae, Buxaceae, Hamamelidaceae, Juglandaceae, Lauraceae, Ramnaceae, Rosaceae, Salicaceae, Ulmaceae, Leguminosae και Fagaceae, με τις δύο τελευταίες να αντιπροσωπεύονται τόσο με απολιθωμένα φύλλα όσο και με καρπούς.

Εικόνα 4.1. *Χλωριδικά στοιχεία της παλαιοχλωρίδας των Βρυσών. Μονοκοτυλήδονο (αριστερά), γυμνόσπερμο (πάνω δεξιά), δικοτυλήδονο (κάτω δεξιά).*



Σχήμα 4.1. *Χλωριδικά στοιχεία (οικογένειες) που συνθέτουν την παλαιοχλωρίδα των Βρυσών.*

Με βάση το μέγεθος του ελάσματος των φύλλων, 32 taxa που αντιστοιχούν στο 84% της χλωρίδας, χαρακτηρίζονται ως μικρόφυλλα (<20 cm^2), 5 taxa και ποσοστό 13% ως νοτόφυλλα (20-45 cm^2), ενώ μόλις 1 taxon ανήκει στα μεσόφυλλα (>45 cm^2) (Σχ.4.2a). Επειδή οι ταφονομικές διεργασίες ευνοούν την διατήρηση των μικρών φύλλων, όταν τα μεγέθη των φύλλων μιας ταξινομικής ομάδας αντιστοιχούν

σε δύο ή περισσότερες κατηγορίες, αυτή κατατάσσεται στη μεγαλύτερη κατηγορία (Spicer 1989).

Τα παραπάνω ποσοστά μας επιτρέπουν να κατατάξουμε τη χλωρίδα των Βρυσών στις **μικρόφυλλες**. Το μικρότερο φύλλο έχει μήκος κάτω από 2 cm, ενώ το πιο επίμηκες ξεπερνά τα 16 cm. Το ίδιο φύλλο εμφανίζει και τη μεγαλύτερη επιφάνεια ελάσματος (περίπου 50 cm^2).

Το 45 % της χλωρίδας των Βρυσών παρουσιάζει φύλλα με οδοντωτό έλασμα, το 50% έχουν λειόχειλο κράσπεδο, ενώ ένα μικρό ποσοστό της τάξης του 5% είναι έλλοβα (Σχ. 4.2b, Εικ. 4.2).

Εικόνα 4.2. *Οι τρεις βασικές μορφές που εμφανίζουν τα κράσπεδα των απολιθωμένων φύλλων στις Βρύσες: έλλοβα (πάνω αριστερά), οδοντωτά (κάτω αριστερά), λειόχειλα (δεξιά).*

Η μορφή φύλλων η οποία αντιπροσωπεύεται σε μεγαλύτερο ποσοστό είναι η επιμήκης, γεγονός που έρχεται σε συμφωνία με τις σύγχρονες ταφονομικές απόψεις (Εικ. 4.3). Σχήματα φύλλου που φέρουν ένα μεγάλο άξονα (επιμήκη) έχουν την τάση να περιστρέφονται γύρω από αυτό τον άξονα και έτσι να επιμηκύνεται ο χρόνος παραμονής τους στον αέρα κατά την φυλλόπτωση (Ferguson 1985). Αυξάνεται με αυτό τον τρόπο η πιθανότητα να βρεθούν στην περιοχή απολίθωσης, σε αντίθεση με

την πλειονότητα των φύλλων διαφορετικού σχήματος, που παρουσιάζουν μεγαλύτερη δυσκολία απομάκρυνσης από το μητρικό φυτό.

Εικόνα 4.3. *Τα επιμήκη φύλλα κυριαρχούν στην παλαιοχλωρίδα των Βρυσών.*

Πίνακας 4.1. *Συγκεντρωτικός πίνακας με τα taxa που αναγνωρίστηκαν στην παλαιοχλωρίδα των Βρυσών.*

Οικογένεια	**Γένος**	**Είδος/Τύπος /Σειρά**	**Φύλλα/βελόνες φυλλάρια**	**Καρπός/ σπέρματα**	**Κράσπεδο Φύλλου**	**Κατάταξη με βάση το μέγεθος του μεγαλύτερου φύλλου**	**Βασικός Μηχανισμός Διασποράς [a]**
ΓΥΜΝΟΣΠΕΡΜΑ							
Cupressaceae	*Tetraclinis*	sp.	4 βραχυκλάδια	-	-	-	Ανεμοχωρία
Pinaceae	*Pinus*	sp.	17 ζεύγη βελόνες	-	-	-	Ανεμοχωρία
ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΑ							
Δικοτυλήδονα							
Aceraceae	*Acer*	Ser. *Monspessulana*	16	-	Λειόχειλο	Μικρόφυλλο	Ανεμοχωρία
	?Acer	sp.	5	-	Λειόχειλο	Μικρόφυλλο	Ανεμοχωρία
Buxaceae	*Buxus*	sp.	1	-	Λειόχειλο	Μικρόφυλλο	Αυτοχωρία/ Μυρμηκοχωρία
Fagaceae	*Quercus*	*?mediterranea*	4	-	Οδοντωτό	Μικρόφυλλο	Δυσχωρία
	?Quercus	type 1	1	-	Οδοντωτό	Μικρόφυλλο	Δισχωρία
	?Quercus	sp.	-	1	-	-	Δισχωρία
Hamamelidaceae	*?Parrotia*	*pristina*	1	-	Οδοντωτό	Μικρόφυλλο	Αυτοχωρία
Juglandaceae	*?Juglans*	sp.	3 φυλλάρια	-	Λειόχειλο	Νοτόφυλλο	Δισχωρία
	gen. indet.	type 1	1 φυλλάριο	-	Λειόχειλο	Μικρόφυλλο	Ανεμοχωρία/ Δισχωρία
	gen. indet.	type 2	1 φυλλάριο	-	Οδοντωτό	Νοτόφυλλο	Ανεμοχωρία/ Δισχωρία
Lauraceae	*Cinnamomum*	*lanceolatum*	2	-	Λειόχειλο	Μικρόφυλλο	Ενδοζωοχωρία

Leguminosae	gen. indet.	type 1	2 φυλλάρια	-	Λειόχειλο	Μικρόφυλλο	-
	gen. indet.	type 2	1 φυλλάριο	-	Λειόχειλο	Μικρόφυλλο	-
	?gen. indet.	type 3	1 φυλλάριο	-	Λειόχειλο	Μικρόφυλλο	-
	gen. indet.	type 4	1 φυλλάριο	-	Λειόχειλο	Μικρόφυλλο	-
	gen. indet.	type 5	1 φυλλάριο	-	Λειόχειλο	Μικρόφυλλο	-
	gen. indet.	-	-	1	-	-	-

Πίνακας 4.1. *(Συνέχεια)*

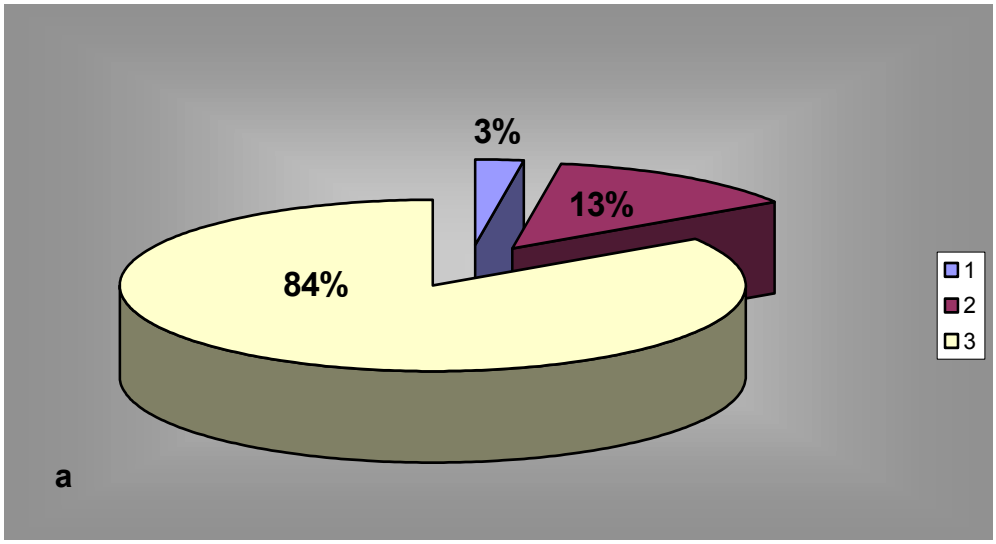
Οικογένεια	Γένος	Είδος/Τύπος/Σειρά	Φύλλα/βελόνες φυλλάρια	Καρπός/ σπέρματα	Κράσπεδο Φύλλου	Κατάταξη με βάση το μέγεθος μεγαλύτερου φύλλου	Βασικός Μηχανισμός Διασποράς
Rhamnaceae	*?Zizyphus*	sp.	8	-	Οδοντωτό	Μικρόφυλλο	Ενδοζωοχωρία
Rosaceae	*gen. indet.*	-	1	-	Οδοντωτό	Μικρόφυλλο	Ανεμοχωρία/ Επί/Ενδοζωοχωρία
Salicaceae	*Populus*	*?populina*	2	-	Οδοντωτό	Νοτόφυλλο	Ανεμοχωρία
	?Salix	sp.	1	-	Οδοντωτό	Μικρόφυλλο	Ανεμοχωρία
Ulmaceae	*Ulmus*	sp.	1	-	Οδοντωτό	Μικρόφυλλο	Ανεμοχωρία
	gen. indet.	-	2	-	Οδοντωτό	Μικρόφυλλο	-
Μονοκοτυλήδονα							
Poaceae/Cyperaceae	gen. indet.	type 1	17	-	-	-	Ανεμοχωρία/Υδροχωρία/ Επί/Ενδοζωοχωρία
	gen. indet.	type 2	2	-	-	-	Ανεμοχωρία/Υδροχωρία/ Επί/Ενδοζωοχωρία

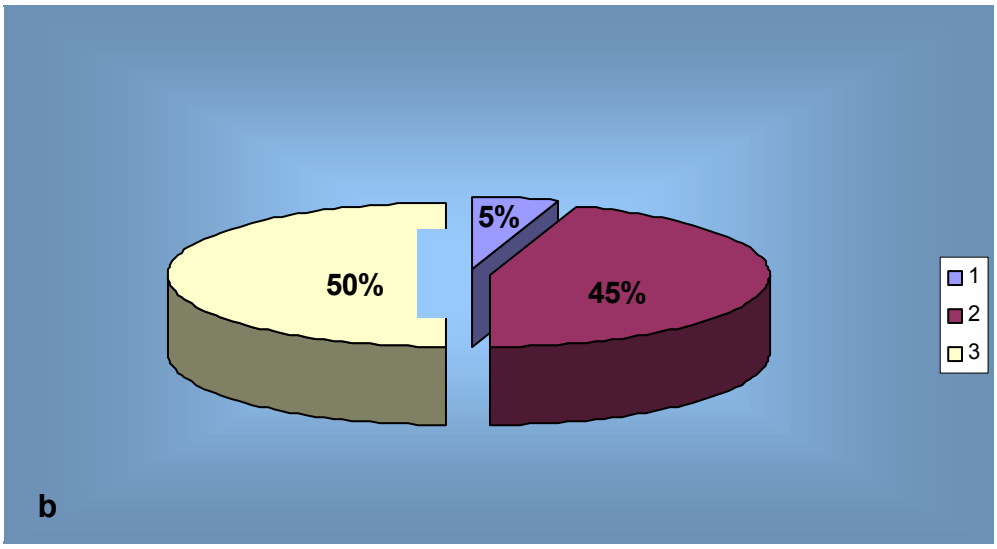
[a] Πηγές: Ferguson et al. (1998) και Hably & Kvacek (1998)

Επεξήγηση μηχανισμών διασποράς (Γκανιάτσας 1967, Gastaldo & Ferguson 1998):
- αυτοχωρία, η εξάπλωση των σπερμάτων γίνεται με ίδια μέσα
-επίζωοχωρία, οι καρποί ή τα σπέρματα φέρουν κατάλληλα εξαρτήματα για να προσκολλώνται στο τρίχωμα ή στο δέρμα του σώματος των ζώων
-ενδοζωοχωρία, οι καρποί τρώγονται από τα ζώα που μετά την πέψη αποβάλουν τα σπέρματα
-ανεμοχωρία, οι καρποί ή τα σπέρματα έχουν κατάλληλες διατάξεις ώστε να διευκολύνεται η μεταφορά τους από τον άνεμο
-δισχωρία, οι καρποί ή τα σπέρματα συλλέγονται από τα ζώα και θάβονται για μελλοντική τροφή
-μυρμηκοχωρία, τα σπέρματα συχνά μεταφέρονται από μυρμήγκια
-υδροχωρία, οι καρποί ή τα σπέρματα φέρουν κατάλληλα εξαρτήματα για να μεταφέρονται με το νερό

Το δικοτυλήδονο που αντιπροσωπεύεται με το μεγαλύτερο αριθμό φύλλων είναι το *Acer* Ser. *Monspessulana* με 16 φύλλα ή τμήματα φύλλων. Ακολουθεί το *Zizyphus* sp. με μόλις το μισό αριθμό δειγμάτων (8), ενώ κανένα άλλο taxon δεν υπερβαίνει τις 5 παρουσίες (Εικ. 4.4). Ωστόσο η σχετική αφθονία των ειδών στη συνάθροιση του απολιθωμένου υλικού δεν αντικατοπτρίζει τη σχετική τους αφθονία στην παλαιοχλωρίδα. Έχει αποδειχθεί ότι φυτά που αναπτύσσονται μακριά από τη θέση απολίθωσης παρουσιάζουν πιο φτωχή αντιπροσώπευση ακόμη και εάν σχηματίζουν όργανα ικανά να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις (Spicer και Wolfe 1987).

Εικ. 4.4. *Τα δικοτυλήδονα στοιχεία που απαντώνται πιο συχνά στην παλαιοχλωρίδα των Βρυσών: Acer Ser. Monspessulana (αριστερά) και Zizyphus sp. (δεξιά).*





Σχήμα 4.2. *Ταξινόμηση των απολιθωμένων φύλλων με βάση*

a. το μέγεθος του ελάσματος. 1. μεσόφυλλα, 2. νοτόφυλλα, 3. μικρόφυλλα

b. το κράσπεδο του ελάσματος. 1. έλλοβα, 2. οδοντωτά, 3. λειόχειλα

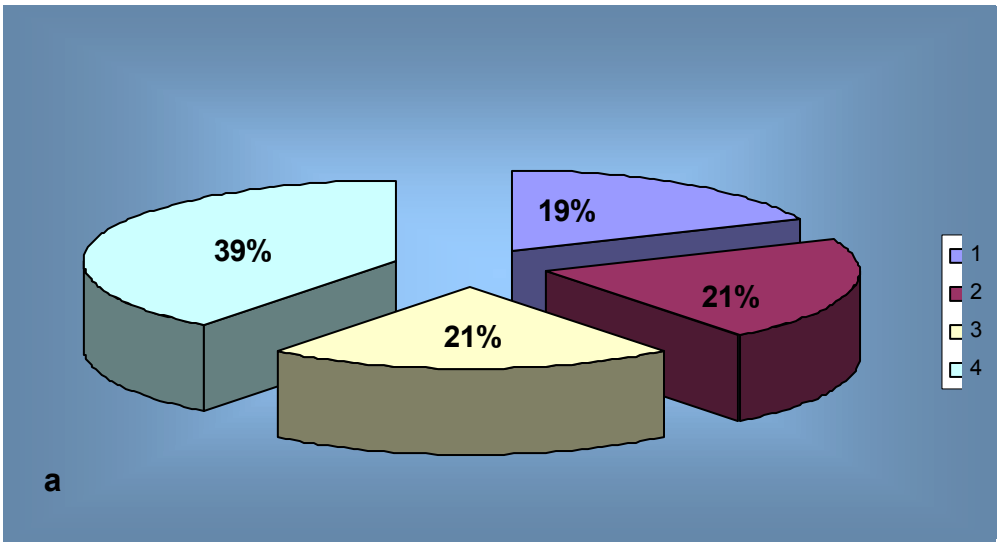
Η απολιθωμένη χλωρίδα των Βρυσών με βάση τη μορφολογία των φύλλων της χαρακτηρίζεται ως τυπική του **Νεογενούς**. Οι τρεις βασικοί τύποι φύλλων (Berger 1954), εκείνοι των Betulaceae (Φυλλοβόλων), των Lauraceae (Δαφνιϊδών) και των Leguminosae (Ψυχανθών) εμφανίζονται (Πίν. 4.2, Σχ. 4.3a). Στον τύπο Betulaceae, που κυριαρχούν στη χλωρίδα με ποσοστό 39,5%, ταξινομούνται τα φύλλα που προέρχονται από φυλλοβόλα (σπάνια αειθαλή) και παρουσιάζουν περισσότερο ή λιγότερο έλλοβα ή οδοντωτά κράσπεδα. Στον τύπο Lauraceae κατατάσσονται οι αειθαλείς λειόχειλες μορφές που είναι προσαρμοσμένες σε υγρές και θερμές

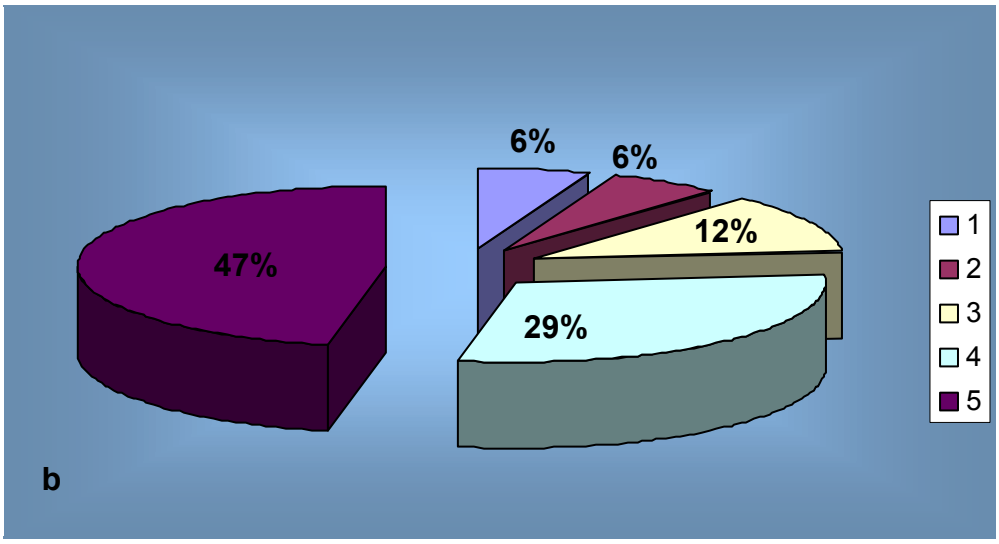
συνθήκες. Στον τύπο αυτό αντιστοιχεί το 21% της χλωρίδας, γεγονός που αποδεικνύει τη σημαντική υπεροχή των φυλλοβόλων έναντι των Λαυρόφυλλων. Ακολουθεί με 18,5% ο τύπος των Leguminosae στον οποίο ανήκουν τα περισσότερα μικρόφυλλα με ασύμμετρη βάση. Τέλος αξιοσημείωτη είναι η ύπαρξη αρκετά μεγάλου αριθμού σκληρόφυλλων στοιχείων (21%).

Φυσιογνωμία φύλλου	**Taxa**	**Ποσοστό συμμετοχής στη χλωρίδα**
Φυλλοβόλα	*Acer* sp, *Junglans*, *Zizyphus*, *Populus populina*, *Parrotia*, Juglandaceae type 1,2, *Salix*, *Ulmus*, Rosaceae, Ulmaceae *Dicotylophyllum* No 6,8,9,17	39,5%
Λαουρόφυλλα	*Cinnamomum lanceolatum*, *Buxus*, *Dicotylophyllum* No 1,7,10,11,13,15	21%
Σκληρόφυλλα	*Acer* Ser. *Monspessulana*, *Quercus mediterranea*, *Quercus* type 1, *Dicotylophyllum* No 3,4,5,12,14	21%
Ψυχανθή	Leguminosae type 1,2,3,4,5, *Dicotylophyllum* No 2,16	18,5%

Πίνακας 4.2. *Σύσταση της παλαιοχλωρίδας των Βρυσών με βάση τη φυσιογνωμία των φύλλων.*

Από τα στοιχεία που αναγνωρίστηκαν στην απολιθωμένη χλωρίδα, τα γένη *Pinus* και *Salix* παρουσιάζουν σήμερα κοσμοπολίτικο χαρακτήρα και μπορεί κανείς να τα συναντήσει στα περισσότερα γεωγραφικά μήκη και πλάτη της γης. Ωστόσο, η πλειοψηφία των taxa εξαπλώνεται στο Βόρειο Ημισφαίριο, ενώ ορισμένα ευδοκιμούν μόνο στις παραμεσόγειες περιοχές (*Acer* Ser. *Monspessulana, Tetraclinis*). Αξιοσημείωτη είναι και η παρουσία φυτικών γενών που τα σύγχρονα ανάλογά τους εξαπλώνονται αποκλειστικά στα δάση της Ν.Α. Ασίας και της Β. Αμερικής (*Cinnamomum, Parrotia*) (Πίν. 4.3, Σχ.4.3b).





Σχήμα 4.3. a. Σύσταση της απολιθωμένης χλωρίδας των Βρυσών με βάση τη φυσιογνωμία των φύλλων. 1.Ψυχανθή, 2.Σκληρόφυλλα, 3.Δαφνόφυλλα, 4.Φυλλοβόλα. **b**. Γεωγραφική εξάπλωση των σημερινών ανάλογων taxa της χλωρίδας των Βρυσών. 1. Ασία, 2. Β. Αμερική & Ασία, 3. Μεσόγειος, 4. Κοσμοπολίτικα, 5. Β. Ημισφαίριο

Οι σύγχρονες ταξινομικές ομάδες που αντιστοιχούν στα στοιχεία της παλαιοχλωρίδας των Βρυσών απαντώνται σε ένα εύρος κλιματικών ζωνών, από την εύκρατη-θερμή εύκρατη έως την τροπική (Πιν. 4.3).

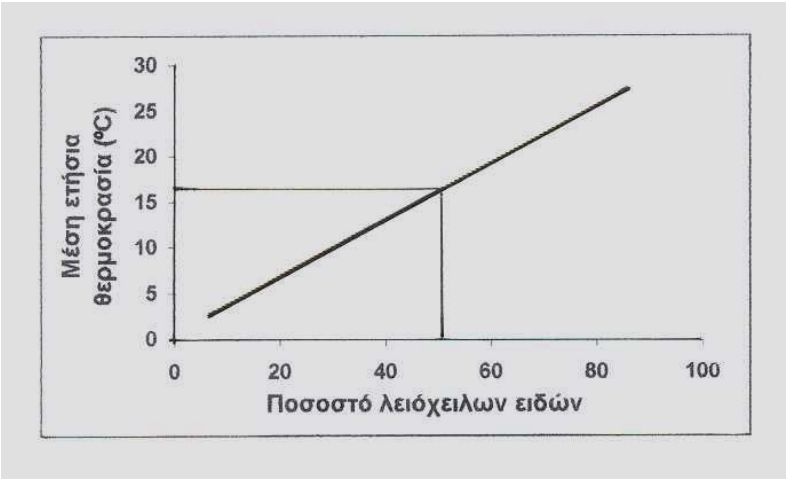
Taxa	Αριθ.	Περιοχή εξάπλωσης	Κλιματική ζώνη εξάπλωσης
Pinus, Salix, Leguminosae, Poaceae, Cyperaceae	5	Κοσμοπολίτικα	Κοσμοπολίτικα
Populus, Acer, Ulmus, Rosaceae, *Juglans*	5	Βόρειο Ημισφαίριο	Εύκρατη έως υποτροπική
Quercus sect. *ilex*	1	Βόρειο Ημισφαίριο	Θερμή εύκρατη έως υποτροπική με ξηρή περίοδο (καλοκαίρι ή χειμώνα)
Buxus, Zizyphus	2	Βόρειο Ημισφαίριο	Θερμή εύκρατη έως τροπική
Cinnamomum	1	Ν.Α. Βόρεια Αμερική και Ν.Α. Ασία	Θερμή εύκρατη έως τροπική
Parrotia	1	Ασία	Εύκρατη έως υποτροπική
Tetraclinis	1	Μεσόγειος	Υποτροπική με ξηρά καλοκαίρια
Acer Ser. *Monspessulana*	1	Μεσόγειος έως Μέση Ανατολή	Θερμή εύκρατη με ξηρά καλοκαίρια

Πίνακας 4.3. *Γεωγραφική εξάπλωση και κλιματικές προτιμήσεις των σημερινών ανάλογων taxa της παλαιοχλωρίδας των Βρυσών.*

4.2 Εκτίμηση των βασικών παραμέτρων του παλαιοκλίματος των Βρυσών

4.2.1 Εφαρμογή της μεθόδου ανάλυσης των φύλλων κατά Wolfe

Η απολιθωμένη χλωρίδα των Βρυσών, όπως προκύπτει από την περιγραφή που έγινε στο κεφάλαιο 4.1, παρουσιάζει ένα ποσοστό σε λειόχειλα taxa της τάξης του 50%. Σε αυτό το ποσοστό, με βάση τη γραμμική συσχέτιση του Wolfe, αντιστοιχεί μια μέση ετήσια θερμοκρασία περίπου 16-17°C (Σχ. 4.4).



Σχήμα 4.4 *Εκτίμηση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας για την παλαιοχλωρίδα των Βρυσών με βάση το ποσοστό των ειδών με λείο κράσπεδο φύλλου.*

Στην εκτίμηση των τιμών της ΜΕΘ θα πρέπει να λάβουμε υπόψη την ύπαρξη ενός σφάλματος το οποίο προέρχεται από το γεγονός ότι η γραμμική συσχέτιση που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της, αναφέρεται στα μέσα υγρά κλίματα της Ανατολικής Ασίας, όπου δεν παρατηρείται κατά τη διάρκεια του έτους κάποια ξηρή φάση. Αντιθέτως στην περίπτωση της παλαιοχλωρίδας των Βρυσών, η σημαντική παρουσία (21%) σκληρόφυλλων αείφυλλων στοιχείων σηματοδοτεί την ύπαρξη μιας χειμερινής ή καλοκαιρινής περιόδου ξηρασίας.

Μέγεθος φύλλου

Το μέγεθος των φύλλων της βλάστησης είναι σημαντική παράμετρος και καλός δείκτης του κλίματος αφού αντικατοπτρίζει τη διαθεσιμότητα και επάρκεια νερού στο περιβάλλον. Έτσι, φύλλα με μεγάλη επιφάνεια υποδηλώνουν ότι το νερό δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου (Spicer 1989). Αντίθετα, μικρόφυλλα στοιχεία χαρακτηρίζουν ξηρά και συνήθως ψυχρά κλίματα (Ferguson 1985).

Βέβαια η αντιστοιχία αυτή είναι σχετική, αφού και άλλοι παράγοντες όπως τα επίπεδα των θρεπτικών στοιχείων, το φως και ο ανταγωνισμός σίγουρα μπορούν να επηρεάσουν το μέγεθος των φύλλων. Επιπλέον, η εκλογή αυτού του μορφολογικού χαρακτήρα και η αξιοποίησή του στις απολιθωμένες χλωρίδες για την εκτίμηση του παλαιοκλίματος κρίνεται προβληματική, αφού φύλλα με διαφορετικό μέγεθος παρουσιάζουν διαφορετική δυνατότητα απολίθωσης. Έτσι, ενώ η χλωρίδα των Βρυσών αποτελείται κατά 84% από μικρόφυλλα αγγειόσπερμα, είναι επικίνδυνο να επιχειρήσουμε με βάση αυτό το στοιχείο οποιαδήποτε εκτίμηση κλιματικών παραμέτρων αφού το υψηλό ποσοστό μικρών φύλλων είναι αποτέλεσμα κυρίως της μεγαλύτερης ικανότητας που έχουν να διασπείρονται και να φτάνουν στο χώρο απολίθωσης.

4.2.2 Εφαρμογή της μεθόδου του πλησιέστερου ζωντανού αναλόγου

Για ορισμένα από τα σπουδαιότερα taxa της απολιθωμένης χλωρίδας των Βρυσών αναγνωρίσαμε τα σύγχρονα ανάλογα και προσδιορίσαμε τις τιμές των παρακάτω κλιματικών παραμέτρων που επικρατούν στις γεωγραφικές περιοχές εξάπλωσής τους :

- *Ελάχιστη Μέση Ετήσια Θερμοκρασία* (ΜΕΘ min)
- *Μέγιστη Μέση Ετήσια Θερμοκρασία* (ΜΕΘ max)
- *Ελάχιστη Μέση Θερμοκρασία του πιο Ψυχρού Μήνα (ΜΘΨΜ* min*)*
- *Μέγιστη Μέση Θερμοκρασία του πιο Ψυχρού Μήνα (ΜΘΨΜ* max*)*

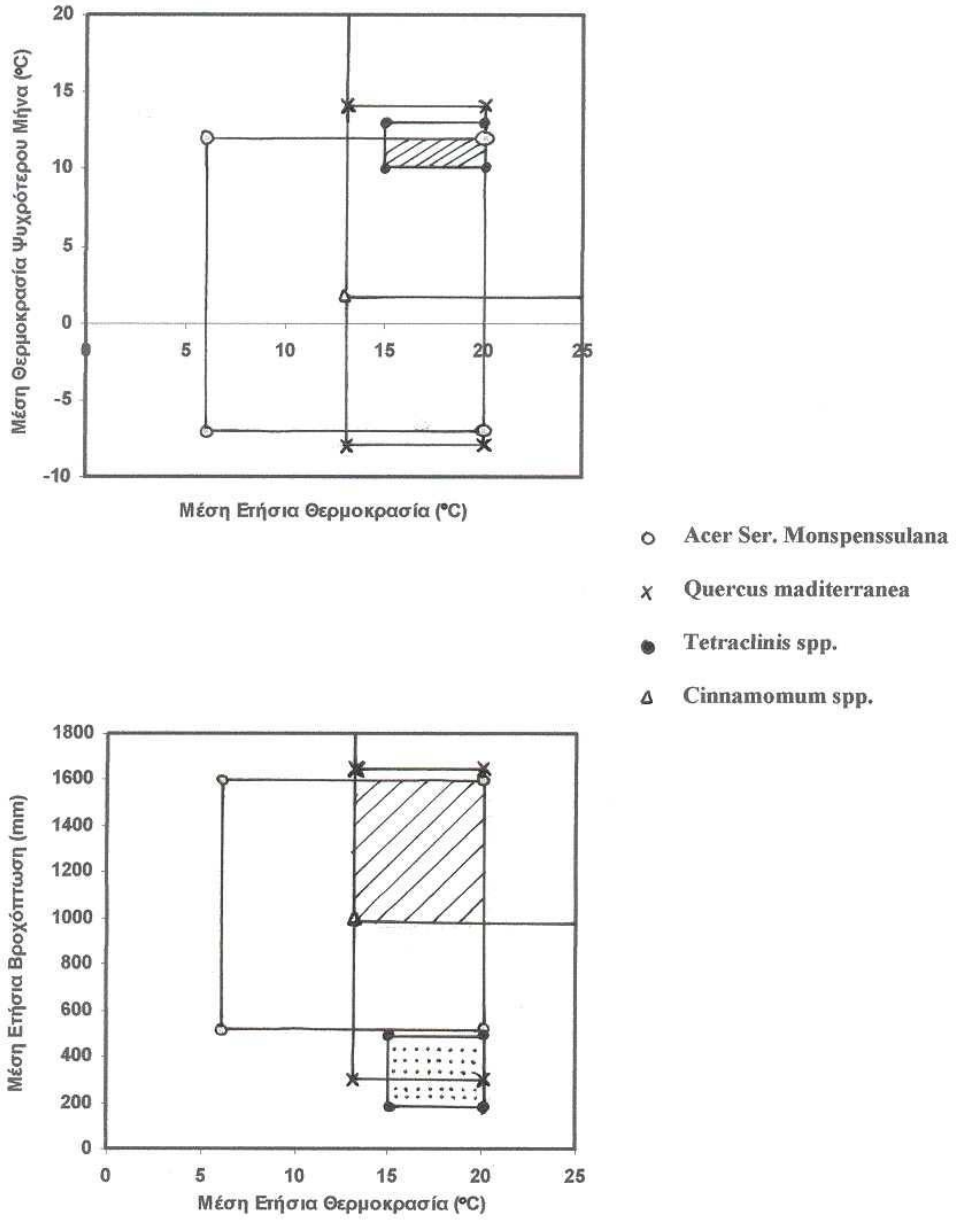
- *Ελάχιστη Μέση Ετήσια Βροχόπτωση* (MEB min)
- *Μέγιστη Μέση Ετήσια Βροχόπτωση* (MEB max) *(Πιν. 4.5)*

Χλωρίδα Βρυσών	Σύγχρονα Ανάλογα	ΜΕΘ min	ΜΕΘ max	MEBmin	MEBmax	ΜΘΨΜ min	ΜΘΨΜ max
Acer* Ser. *Monspessulana	*A. monspessulanum, A. orientale*	6[a]	20	515	1595	-7[b]	12
Quercus* sect. *Ilex	*Quercus* Sect. *Ilex*	13	20[c]	300[d]	1650[d]	-8[e]	14
Tetraclinis articulata	Tetraclinis articulata	15	20	190	500	10	13
Cinnamomum	*Cinnamomum* spp.	13[f]	@	?1000[g]	@	2	@

Πίνακας 4.5 *Κλιματικές παράμετροι των σύγχρονων ανάλογων για τα* taxa *της παλαιοχλωρίδας των Βρυσών με βάση τους Walter & Lieth (1967).Όπου* **@** *δεν βρέθηκε όριο.* ***a*** *Achhal et al. (1980),* ***b*** *Quezel (1988),* ***c*** *Zohary (1947),* ***d*** *Jahn & Schonfelder (1995),* ***e*** *Barbero et al. (1992),* ***f*** *Hantke (1954)* ***g*** *Kloetzli (1998).*

Στο σχήμα 4.5 παρουσιάζονται τα όρια των κλιματικών παραμέτρων, εντός των οποίων αναπτύσσονται τα σύγχρονα ανάλογα taxa που επιλέξαμε. Παρατηρούμε ότι ένα μεγάλο ποσοστό των ταξινομικών ομάδων εμφανίζουν ένα κοινό εύρος που για τη μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 15 και 20° C, ενώ για τη μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα μεταξύ 10 και 12° C.

Με τον ίδιο τρόπο, η μέση ετήσια βροχόπτωση εκτιμάται από 1000 έως 1600 mm. Παρατηρούμε ωστόσο ότι το *Tetraclinis articulata* εντοπίζεται εκτός αυτών των ορίων και αποτελεί τη μοναδική παραφωνία. Είναι πολύ πιθανό οι οικολογικές απαιτήσεις του μοναδικού σύγχρονου *T. articulata* να έχουν μετατοπιστεί και να μη σχετίζονται με εκείνες του είδους που εντοπίσαμε στη λεκάνη των Βρυσών. Ωστόσο, η ανυπαρξία άλλων σύγχρονων ειδών του γένους *Tetraclinis* δε μας επιτρέπει διαφορετική αντιστοίχιση.



Σχήμα 4.5. *Σχηματική παράσταση των κλιματικών απαιτήσεων ορισμένων σύγχρονων ανάλογων ταξινομικών ομάδων της παλαιοχλωρίδας των Βρυσών.*

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 Ταφονομικές διεργασίες

Η ως τώρα επεξεργασία των δεδομένων συνδέεται με ένα σημαντικό παράγοντα αβεβαιότητας, ο οποίος οφείλεται στην επιλεκτική διατήρηση ορισμένων στοιχείων της παλαιοχλωρίδας ως αποτέλεσμα της ταφονομικής διαδικασίας, η οποία λειτουργεί σαν φίλτρο. Έτσι από το σύνολο της χλωρίδας που κάλυπτε την περιοχή των Βρυσών, απολιθώθηκαν και τελικά διατηρήθηκαν τα στοιχεία εκείνα που έδειξαν θετική ανταπόκριση σε όλα τα στάδια αυτής της διαδικασίας.

Στη συνέχεια παραθέτουμε ορισμένες βασικές ταφονομικές παραμέτρους που επηρέασαν και τελικά καθόρισαν την χλωριδική σύσταση του απολιθωμένου υλικού.

Για την **πτώση του φυλλώματος**, μία ποσοστιαία σχέση ευρέως αποδεκτή μεταξύ αειθαλών και φυλλοβόλων δεν υπάρχει. Οι περισσότεροι δε συγγραφείς συμφωνούν ότι τα αειθαλή αποβάλουν την πλειοψηφία των φύλλων κατά τους ανοιξιάτικους μήνες, ενώ η φυλλόπτωση των φυλλοβόλων λαμβάνει χώρα κυρίως το χειμώνα και σε περιοχές με λιγότερο δριμύ χειμώνα, μέχρι την άνοιξη.

Η μεταφορά των φύλλων στο χώρο απολίθωσης επιτυγχάνεται με κάποιο φυσικό μέσο (άνεμος ή νερό). Σε αυτό το στάδιο σημαντικοί παράγοντες αναδεικνύονται:

-Η **ικανότητα αιώρησης** που καθορίζεται κατά κύριο λόγο από την φυσιογνωμία του φύλλου (μέγεθος, μορφή, βάρος, κ.α.). Η διάρκεια της αιώρησης κυμαίνεται από μερικές ώρες έως εβδομάδες.

-Η **αντοχή στην αποσύνθεση**. Τα φυλλοβόλα παρουσιάζουν ταχύτερη βιολογική αποσύνθεση των φύλλων, εξαιτίας της έλλειψης προστατευτικού στρώματος κηρού (Sachse 1996). Επιπλέον, η αντοχή των φύλλων επηρεάζεται από τη διάρκεια έκθεσής τους στους παράγοντες αποσύνθεσης, τη φύση του υποστρώματος και το κλίμα της περιοχής (Ferguson 1985).

Καθώς επιμηκύνεται ο χρόνος μεταφοράς ταυτόχρονα αυξάνει και ο **φυσικός κατακερματισμός** του φύλλου έτσι ώστε στο χώρο απόθεσης να φτάνουν τελικά τμήματα αυτού.

Με τη βοήθεια του νερού, τα φύλλα μπορούν να διανύσουν αποστάσεις της τάξης των δεκάδων χιλιομέτρων, ανάλογα με την ταχύτητα του ρεύματος και το

χρονικό διάστημα αιώρησης. Σύμφωνα με τον Spicer (1991), τα φύλλα των φυλλοβόλων μπορούν να επιπλεύσουν μέχρι δύο μέρες στην ταραγμένη επιφάνεια του νερού. Επομένως, αν παρασυρθούν από ένα ρεύμα που κινείται με την ταχύτητα των 10 μέτρων το δευτερόλεπτο, τότε τα φύλλα μπορούν να διανύσουν αποστάσεις της τάξεως των 10-20 χιλιομέτρων. Ορισμένα λοιπόν από τα φύλλα της λεκάνης των Βρυσών που εξετάζουμε, είναι δυνατόν να προέρχονται από τις πλαγιές των Λευκών Ορέων που μεταφέρθηκαν στο χώρο απολίθωσης με τη βοήθεια τρεχούμενου νερού.

Ωστόσο, από σύγχρονες εδαφικές μελέτες προκύπτει ότι άρτια φύλλα δεν είναι δυνατόν να φτάσουν από μεγάλες αποστάσεις ανεξαρτήτως του μέσου μεταφοράς. Ο Gastaldo et al. (1987) μελετώντας τη λεκάνη Mobile-Deltas στην Alabama των ΗΠΑ εντόπισε φυτικό υλικό που προέρχεται από περιοχές που βρίσκονται σε αποστάσεις οι οποίες ξεπερνούν τα 13 χλμ. Παρατήρησε εντούτοις ότι τα υπολείμματα φύλλων από τις πιο απομακρυσμένες περιοχές παρουσιάζονται ισχυρά κατακερματισμένα σε μεγέθη σχεδόν αποκλειστικά κάτω των 2 εκ.

Παρόμοια ο Rabold (1990) στο Δέλτα Orinoco της Βενεζουέλας τα μόνα φυτικά υλικά που κατάφερε να ανακαλύψει διατηρημένα σε καλή κατάσταση προερχόταν από τη γειτονική αυτόχθονη βλάστηση. Παραυτόχθονα υπολείμματα φύλλων είχαν υποστεί προχωρημένου σταδίου αποσύνθεση, ενώ αλλόχθονα υλικά είχαν κατακερματισθεί τόσο ισχυρά, που δεν ήταν δυνατή η ταυτοποίησή τους.

Το υλικό που συλλέξαμε για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης, παρουσιάζει σχετικά καλή διατήρηση με ποσοστό κατακερματισμένων φύλλων που δεν ξεπερνά το 36%. Αξιοσημείωτο ωστόσο είναι το γεγονός ότι ακόμη και για τα δείγματα που έχουν τεμαχιστεί, αυτό δεν έχει συμβεί σε τέτοιο βαθμό, που να καθιστά απαγορευτική την αναγνώριση των περισσοτέρων από αυτά. Κατά συνέπεια και σύμφωνα με τα παραπάνω, ένα μεγάλο ποσοστό του απολιθωμένου υλικού φαίνεται να είναι **αυτόχθονης** προέλευσης, ενώ μικρότερο αλλά αρκετά σημαντικό ποσοστό πιθανόν να προέρχεται από **παραυτόχθονη** και **αλλόχθονη** βλάστηση. Σε αυτή τη διαπίστωση συνηγορεί και το γεγονός ότι σημαντικός αριθμός των απολιθωμένων φύλλων διατηρεί τα μορφολογικά γνωρίσματα των παρυφών του ελάσματος.

Η μεταφορά των φύλλων από τις γύρω πεδινές περιοχές στην παραλιακή ζώνη και τελικά στις ρηχές θαλάσσιες λεκάνες απολίθωσης πρέπει να πραγματοποιήθηκε κυρίως με το τρεχούμενο νερό ενός αρχαίου ποταμού, ο οποίος εκείνη την εποχή διέσχιζε την περιοχή καταλήγοντας στη θάλασσα. Ταυτόχρονα η μεταφορά υλικού με τη δράση δυνατών ανέμων οι οποίοι παρέσυραν φύλλα από τα γειτονικά βουνά

(Λευκά Όρη) και τα εναπόθεσαν στην επιφάνεια της θάλασσας δεν μπορεί να αποκλειστεί, αφού φυλλοβόλα στοιχεία μεγάλου υψομέτρου έχουν έντονη παρουσία στην απολιθωμένη χλωρίδα.

Ωστόσο θα πρέπει να επισημάνουμε ότι μέχρι σήμερα οι συνθήκες μεταφοράς, επιλογής και απολίθωσης σε θαλάσσιες περιοχές δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς (Sachse 1996).

5.2 Αναπαράσταση του μοντέλου βλάστησης της απολιθωμένης χλωρίδας

Με βάση τις κλιματικές ζώνες εξάπλωσης των σύγχρονων ανάλογων ειδών, όπου αυτά αναγνωρίστηκαν, στη χλωρίδα των Βρυσών συμμετέχουν κυρίως θερμά εύκρατα και υποτροπικά-τροπικά στοιχεία (Πιν. 4.3). Τη χλωρίδα συμπληρώνουν ορισμένα κοσμοπολίτικα είδη. Ωστόσο, λόγω των παραγόντων που επηρεάζουν και τελικά καθορίζουν το χαρακτήρα της συνάθροισης του απολιθωμένου υλικού, τα ευρήματα δεν μπορούν να θεωρηθούν πλήρως αντιπροσωπευτικά. Επομένως θα πρέπει να είμαστε προσεκτικοί στις εκτιμήσεις μας ώστε να μην οδηγηθούμε σε λανθασμένα συμπεράσματα.

Από τα στοιχεία της βλάστησης που εντοπίστηκαν στην απολιθωμένη χλωρίδα των Βρυσών :

- τα **λαουρόφυλλα**, κυριαρχούν σε τοποθεσίες της ευρύτερης περιοχής όπου οι τιμές τόσο της θερμοκρασίας όσο και των βροχοπτώσεων κυμαίνονται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους περίπου στα ίδια επίπεδα,
- τα **σκληρόφυλλα**, σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από εποχιακή ξηρασία και ως επί το πλείστον ηλιόλουστες
- και τα **φυλλοβόλα** αναπτύσσονται σε θέσεις με υψηλή ετήσια διακύμανση της θερμοκρασίας (όπως ορεινές περιοχές) και δευτερευόντως σε πεδινές εκτάσεις καθώς και κοντά στις όχθες ποταμών και λιμνών.

Έτσι μπορούμε να διακρίνουμε 5 ζώνες βλάστησης (βιότυποι) που έχουν σχέση κυρίως με το υψόμετρο, τη θερμοκρασία και την υγρασία (Πιν. 5.1).

Οι **υγρές πεδινές περιοχές** καλύπτονται από λαουρόφυλλα αειθαλή δάση όπου κυριαρχούν υποτροπικά είδη όπως το *Cinnamomum lanceolatum*. Στον υπώροφο αυτών των δασών είναι πιθανό να υπάρχουν στοιχεία τροπικού χαρακτήρα (*Buxus*), όπως συμβαίνει σήμερα στην υποτροπική βλάστηση της Νότιας Κίνας. Στις πιο **ξηρές και μεσημβρινής εκθέσεως τοποθεσίες** μια βλάστηση θαμνώδους (κυρίως αειθαλείς βελανιδιές και σφενδάμια) και πιθανόν ποώδους μορφής επικρατεί, ενώ περιορισμένα ξηροφυτικά δάση με δένδρα χαμηλού ύψους των οικογενειών Pinaceae και Cupressaceae εμφανίζονται σποραδικά. Τα ξηροθερμικά αυτά στοιχεία σήμερα τα συναντάμε σε πολλές περιοχές της Μεσογείου και της Ανατολικής Ασίας. Σε ξηρές περιοχές και άγονα εδάφη των πεδινών περιοχών είναι πιθανή η ανάπτυξη φυλλοβόλων στοιχείων που συνήθως τα συναντάμε σε μεγαλύτερα υψόμετρα (π.χ. *Ulmus, Quercus*).

Θέση	**Φυτοκοινότητα**	**Taxa**
Παραποτάμιες και παραλίμνιες περιοχές	Υδρόφιλα δάση	*Populus, Salix,* Poaceae, Cyperaceae
Ηλιόλουστες περιοχές χαμηλού υψομέτρου και πλαγιές με μεσημβρινή έκθεση	Μεσοξηροφυτικά και ξηροφυτικά δάση και θαμνότοποι	*Acer ser. Monspessulana, Quercus sect. Ilex,* Leguminosae, Pinaceae*, Tetraclinis*
Πεδιάδες προστατευμένες από την ξηρασία	Τροπικά-υποτροπικά λαυρόφυλλα δάση	*Cinnamomum, Buxus*
Πλαγιές χαμηλού υψομέτρου	Μικτά μεσοφυτικά δάση	Στοιχεία φυλλοβόλων και αειθαλών δασών με τα φυλλοβόλα να κυριαρχούν, με σαφή τάση μείωσης των θερμόφιλων αειθαλών στοιχείων με την αύξηση του υψομέτρου.
Πλαγιές μεγάλου υψομέτρου	Φυλλοβόλα δάση	*Ulmus,, Juglans, Parrotia, Acer,* Rosaceae*, Zizyphus*

Πίνακας 5.1 *Αναπαράσταση της βλάστησης με βάση την απολιθωμένη χλωρίδα των Βρυσών*

Οι **χαμηλές πλαγιές** των βουνών και οι λόφοι καλύπτονται από μεικτά μεσοφυτικά δάση, με στοιχεία τόσο αειθαλή όσο και φυλλοβόλα, ενώ στις

βουνοπλαγιές μεγάλου υψομέτρου αναπτύσσονται φυλλοβόλα δάση με κύριους εκπροσώπους τα γένη *Ulmus, Quercus, Juglans, Parrotia*.

Τέλος στις **παραποτάμιες και παραλίμνιες θέσεις** αναπτύσσεται η αζωνική βλάστηση. Σε αυτές τις υγρές περιοχές ευδοκιμούν φυλλοβόλα υγρόφιλα δένδρα (*Populus, Salix*), καθώς και ποώδη (Poaceae, Cyperaceae).

Από τα μέχρι τώρα ευρήματα φυτικών απολιθωμάτων, δεν έγινε εφικτή η τεκμηρίωση της ύπαρξης στη μελετηθείσα περιοχή **ανοικτών φυτοδιαπλάσεων** με ποώδη βλάστηση. Σύμφωνα με τον Ferguson (1985) τα μονοκοτυλήδονα και τα ποώδη δικοτυλήδονα παρουσιάζουν μικρή παραγωγικότητα φύλλων ανά φυτό σε σχέση με τις δενδρώδεις και τις θαμνώδεις μορφές, ενώ τα φύλλα που σχηματίζουν κατά τη ξήρανσή τους παραμένουν προσκολλημένα στο βλαστό. Τα παραπάνω σε συνδυασμό με το χαμηλό ύψος ανάπτυξής τους από το έδαφος, στερούν στα ποώδη φυτά την δυνατότητα ισχυρής αντιπροσώπευσης στην απολιθωμένη συνάθροιση. Έτσι τα υπολείμματα αγρωστωδών που αναγνωρίστηκαν στη λεκάνη των Βρυσών φαίνεται ότι προέρχονται από υγρές παραποτάμιες περιοχές ακριβώς δίπλα στο τρεχούμενο νερό το οποίο τα μετέφερε στο χώρο απολίθωσης. Ωστόσο, παρότι οι παραπάνω ταφονομικοί παράγοντες δεν μας επιτρέπουν να διαγνώσουμε την παρουσία ανοικτών φυτοδιαπλάσεων, τούτο θα πρέπει να θεωρείται μάλλον σίγουρο. Απόδειξη αποτελούν και τα υπολείμματα της **πανίδας των ιππαρίων** που έχουν βρεθεί σε Μειοκαινικά στρώματα της Κρήτης (Γεωργιάδου-Δικαιούλια καί Δεμιτζάκης 1990).

5.3 Χαρακτηρισμός του παλαιοκλίματος των Βρυσών

Στον Πίνακα 5.2 παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της εκτίμησης του παλαιοκλίματος των Βρυσών όπως αυτά προέκυψαν από την εφαρμογή των μεθόδων της ανάλυσης των φύλλων και του πλησιέστερου ζωντανού ανάλογου στο κεφάλαιο 4.2.

	Βρύσες Άνω Μειόκαινο		**Πεδινές περιοχές Β.Δ. Κρήτης σήμερα[a]**
	Μορφολογία φύλλου	**Σύγχρονα ανάλογα taxa**	
ΜΕΘ (°C)	16-17	15-20	18-19
ΜΘΨΜ (°C)	---	10-12	11-12
ΜΕΒ (mm)	---	1000-1600	650

Πίνακας 5.2 *Αποτελέσματα των διαφόρων μεθόδων απόκτησης παλαιοκλιματικών πληροφοριών που χρησιμοποιήθηκαν για τη χλωρίδα των Βρυσών και σύγκριση με σύγχρονες τιμές των κλιματικών παραμέτρων από την Β.Δ. πεδινή Κρήτη. ΜΕΘ: Μέση Ετήσια Θερμοκρασία, ΜΘΨΜ: Μέση Θερμοκρασία Ψυχρότερου Μήνα, ΜΕΒ: Μέση Ετήσια Βροχόπτωση.* **a** *Πέννας (1977)*

Διαπιστώνουμε ότι:

- οι **τιμές των θερμοκρασιακών παραμέτρων** που επικρατούσαν κατά το ανώτερο Μειόκαινο στην περιοχή των Βρυσών δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις από τα σημερινά επίπεδα τιμών,

- η **βροχόπτωση** ήταν σαφώς μεγαλύτερη από εκείνη της σύγχρονης Δυτικής Κρήτης κατά ένα παράγοντα 1,5 έως 2,5.

Επομένως η απολιθωμένη χλωρίδα των Βρυσών φαίνεται ότι αναπτύχθηκε σε κλίμα θερμό και σχετικά υγρό, πλούσιο σε βροχοπτώσεις, το οποίο μπορούμε να κατατάξουμε στα θερμά-εύκρατα έως υποτροπικά κλίματα με ένα ωστόσο αδύναμο χαρακτήρα εποχικότητας.

5.3.1 Εποχικότητα

Στην παλαιοχλωρίδα των Βρυσών συμμετέχει σημαντικό ποσοστό σκληρόφυλλων αείφυλλων ειδών (21%) που μαζί με τα μικρόφυλλα ψυχανθή αγγίζει το 40%. Η παρουσία των ξηροθερμικών αυτών στοιχείων υποδηλώνει την ανομοιόμορφη κατανομή της ετήσιας βροχόπτωσης και συγκεκριμένα την ύπαρξη μιας **ξηρής περιόδου**. Μάλιστα τα σύγχρονα taxa *Acer Ser. Monspessulana, Quercus Sect. Ilex* και *Tetraclinis articulata* αναπτύσσονται και ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο μόνο σε γεωγραφικές περιοχές, όπου μια ξηρή περίοδος λαμβάνει χώρα κατά τους θερμούς μήνες.

Η εποχιακή αυτή ξηρασία δεν θα μπορούσε ωστόσο να είναι μακράς διάρκειας και υψηλής έντασης, αφού αυτό θα ήταν απαγορευτικό για την επιβίωση των λαουρόφυλλων ειδών, τα οποία επίσης αντιπροσωπεύονται με μεγάλο ποσοστό στη βλάστηση των Βρυσών. Ωστόσο, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η συνύπαρξη των τροπικών λαυρόφυλλων με τα ξηροθερμικά στοιχεία είναι εφικτή, δεδομένου ότι ακόμη και τα μέλη της οικογένειας Lauraceae μπορούν να αντέξουν μια μικρής διάρκειας ξηρασία.

Επιπρόσθετα, αυτή η συνύπαρξη που σήμερα φαίνεται αντιφατική, πιθανόν να οφείλεται σε εξελικτικές προσαρμογές ή και σε άλλους παράγοντες όπως ο αυξημένος ανταγωνισμός, η ύπαρξη μικροκλιμάτων μεγάλης διαφοροποίησης και η μετακίνηση των κλιματικών ζωνών (Sachse 1996).

Επομένως, η ύπαρξη μιας ξηρής-θερμής περιόδου πρέπει να θεωρείται δεδομένη, η ανάπτυξη της οποίας είχε μάλλον ασθενή χαρακτήρα.

5.3.2 Κατάταξη του παλαιοκλίματος με βάση το σύστημα του Köppen

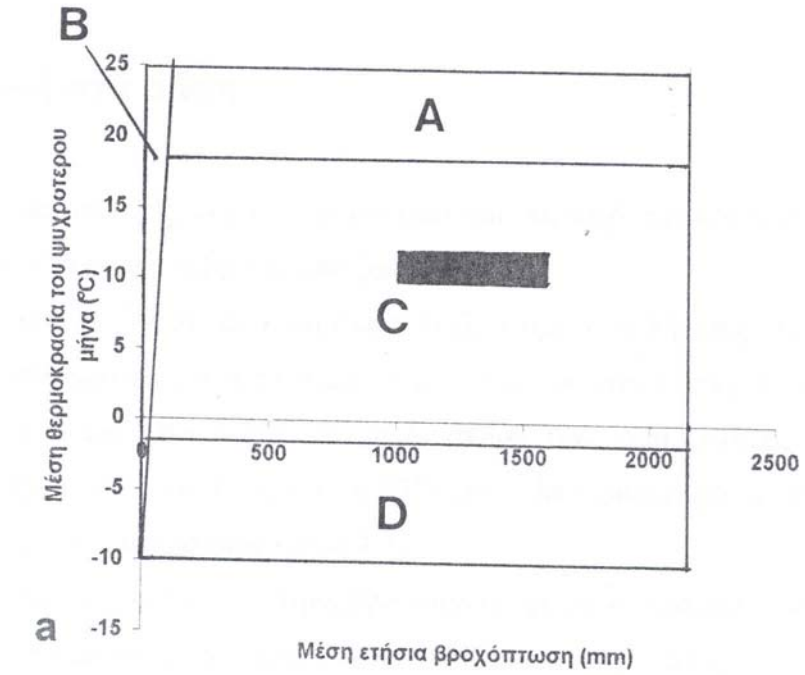
Στο κεφάλαιο αυτό θα επιχειρήσουμε την ταξινόμηση του παλαιοκλίματος των Βρυσών στηριζόμενοι στο σύστημα κλιματικής κατάταξης κατά Köppen.

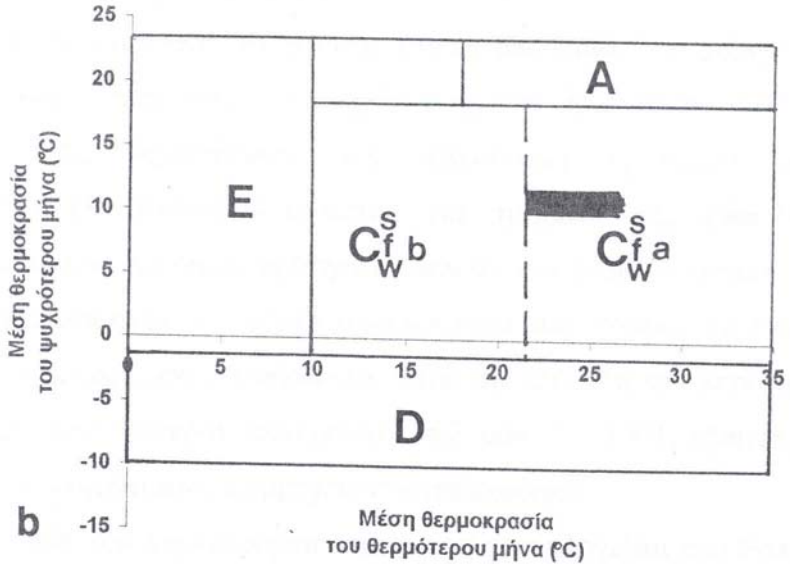
Από το σχήμα 5.1a είναι φανερό ότι το παλαιοκλίμα των Βρυσών με μέση ετήσια βροχόπτωση (ΜΕΒ) 1000 έως 1600 mm και μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα (ΜΘΨΜ) 10-12° C, αντιστοιχεί στο κεφαλαίο γράμμα **C** του πρώτου συνόλου. Τα κλίματα C χαρακτηρίζονται από τον Köppen ως μεσόθερμα ή θερμά εύκρατα, υγρά, με ήπιους χειμώνες.

Όσον αφορά το δεύτερο σύνολο, τρία γράμματα συνδυάζονται με το βασικό κλιματικό τύπο C. Το f που αναφέρεται σε υγρά κλίματα όπου η βροχή κατανέμεται ομοιόμορφα σ' όλη τη διάρκεια του έτους, το s που αναφέρεται σε κλίματα με ξηρή περίοδο κατά το θέρος και το w σε κλίματα με ξηρή περίοδο το χειμώνα. Ωστόσο, με βάση τα όσα έχουμε αναφέρει για την ύπαρξη εποχικότητας στο κλίμα των Βρυσών, τα πιο πιθανά σύμβολα είναι το **f** και το **s**.

Τέλος, το σχήμα 5.1b μας επιτρέπει να προσδιορίσουμε το γράμμα του τρίτου συνόλου. Με τη μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα (ΜΘΘΜ) να υπερβαίνει σαφώς τους 22° C, στο κλίμα των Βρυσών αντιστοιχεί το γράμμα **a** που χαρακτηρίζει κλίματα με θερμό θέρος.

Επομένως το παλαιοκλίμα των Βρυσών καλύπτει ένα πιθανό **φάσμα από Cfa έως Csa**. Κατ' επέκταση φαίνεται να βρισκόμαστε σε μια μεταβατική κλιματικά περίοδο, όπου το υγρό κλίμα-Cfa που επικρατούσε για εκατομμύρια έτη σταδιακά δίνει τη θέση του σε ένα κλίμα-Csa με εποχιακές διακυμάνσεις της υγρασίας.





Σχήμα 5.1. *Χαρακτηρισμός του παλαιοκλίματος των Βρυσών (σκουρόχρωμη ζώνη) χρησιμοποιώντας το σύστημα κλιματικής κατάταξης του Köppen (όρια τιμών κατά Strahler & Strahler 1992).*

5.4 Η ζωή στα δάση

Οι δασοσκεπείς εκτάσεις γύρω από την περιοχή της λεκάνης των Βρυσών κατά το Άνω Μειόκαινο έβριθαν από ζωή.

Αν και τα ζωικά υπολείμματα που βρήκαμε στις Βρύσες περιορίζονται σε μερικά αποτυπώματα από πτέρυγες εντόμων, ένας μεγάλος αριθμός φυτικών ειδών της παλαιοχλωρίδας που εξαρτούν τη διασπορά τους από ζωικούς οργανισμούς-φορείς, αναγνωρίστηκαν. Περίπου το 23% των ειδών διασπείρονται με τη βοήθεια των πουλιών ή των θηλαστικών (Πιν. 4.1).

Επίσης, η ανεύρεση παραμορφωμένων φύλλων αποτελεί σαφή απόδειξη εντομολογικών προσβολών κατά τα νεαρά στάδια ανάπτυξής τους.

Από την αξιοποίηση αυτών των αποσπασματικών δεδομένων είναι δυνατή η απόκτηση πλήθους πληροφοριών και η διαμόρφωση μιας λεπτομερέστερης εικόνας για τη ζωή στο Νεογενές των Βρυσών.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι σε απόσταση δύο χιλιομέτρων από την απολιθωματοφόρο θέση και εντός της λεκάνης των Βρυσών το 1968 η Benda και οι συνεργάτες της δημοσίευσαν την ανακάλυψη ορισμένων **υπολειμμάτων μαστόδοντου** (*Mastodon*). Επρόκειτο για τμήματα της οδοντοστοιχίας των θηλαστικών αυτών, τα οποία βρέθηκαν μέσα σε ένα στρώμα λιγνίτη, στην περιοχή «Μαζά», εκεί που σήμερα έχει κατασκευαστεί ο νέος κόμβος της εθνικής οδού. Τα ζωικά αυτά υπολείμματα εντοπίστηκαν κατά την εξόρυξη του λιγνίτη που ξεκίνησε στη διάρκεια του δευτέρου παγκοσμίου πολέμου. Το 1961, εξαιτίας της χαμηλής ποιότητας του κοιτάσματος το ορυχείο εγκαταλείφθηκε.

Η ηλικία του λιγνιτοφόρου στρώματος χρονολογείται στο Βαλέσιο (MN 9 ή MN10) (Benda et al. 1974). Επομένως πριν από 7 έως 8 εκ. χρόνια, εκείνη περίπου την εποχή που η χλωρίδα την οποία εξετάζουμε κάλυπτε την περιοχή των Βρυσών, ομάδες από μαστόδοντα διαβιούσαν εκεί και τρέφονταν από την υπάρχουσα βλάστηση.

Ταυτόχρονα σε ιζηματογενείς ακολουθίες, που αντιστοιχούν στην ίδια περίπου γεωλογική περίοδο, βρέθηκαν στα Καστελλιανά Ηρακλείου οστά από ιππάριο (Γεωργιάδου-Δικαιούλια & Δερμιτζάκης 1990), στον Πετρέ Ρεθύμνου

υπολείμματα χοίρων και στον Πλακιά Ρεθύμνου απολιθώματα αμφίβιων και ερπετών (Kotsakis 1990).

Σύμφωνα με τον Kuss (1977) και με βάση τα ευρήματα ζωικών υπολειμμάτων, κατά το Νεογενές μια πανίδα πλούσια σε θηλαστικά επικρατούσε στην Κρήτη η οποία παρουσιάζει αρκετές ομοιότητες με τις αντίστοιχες πανίδες της ηπειρωτικής Ευρώπης.

Ο Δερμιτζάκης (1989) υποστηρίζει ότι καθ' όλη τη διάρκεια του Άνω Τορτόνιου και Μεσήνιου, λάμβανε χώρα, έστω και περιοδικά, μετανάστευση θηλαστικών από τη Μικρά Ασία προς την Κρήτη, καθώς αρκετά θηλαστικά ασιατικής προέλευσης έχουν βρεθεί σε Άνω Μειοκαινικά ιζήματα της Κρήτης.

5.5 Σύγκριση με άλλες Νεογενείς χλωρίδες της Κρήτης

Η μοναδική παλαιοχλωρίδα μακρο-απολιθωμάτων που έχει μελετηθεί μέχρι σήμερα στην Κρήτη προέρχεται από την Ανατολική πλευρά του νησιού, και συγκεκριμένα από μία περιοχή 8 χιλιόμετρα βόρεια της Ιεράπετρας, κοντά στο χωριό Μακριλιά. Η περιγραφή της **παλαιοχλωρίδας της Μακριλιάς** αποτέλεσε αντικείμενο της διδακτορικής διατριβής του M. Sachse η οποία εκπονήθηκε στο πανεπιστήμιο της Ζυρίχης και ολοκληρώθηκε το 1996.

Στο γεωλογικό σχηματισμό της Μακριλιάς ανάμεσα σε ημιπελαγικά μαργαϊκά και αμμώδη στρώματα, εντοπίστηκαν λεπτά φύλλα αργίλου, πλούσια σε φυτικά μακρο-απολιθώματα. Με την βοήθεια της βιοστρωματογραφικής ανάλυσης του νανοπλαγκτόν και των δινοκυστών που φιλοξενούσαν τα ιζήματα αυτά, έγινε εφικτός ο προσδιορισμός της ηλικίας των απολιθωμάτων. Βρέθηκε ότι επρόκειτο για Άνω Μειοκαινικά ιζήματα ηλικίας 7,7 έως 8,6 εκατομμυρίων ετών (Άνω Τορτόνιο).

Από την επεξεργασία και τον ταξινομικό προσδιορισμό των απολιθωμένων φύλλων και καρπών-σπερμάτων της Μακριλιάς αναγνωρίστηκαν περίπου 60 διαφορετικά taxa (Πιν. 5.3).

Η παλαιοχλωρίδα της Μακριλιάς κατατάσσεται στις μικρόφυλλες, αφού το 94% των στοιχείων της παρουσιάζει μικρόφυλλο ή νανόφυλλο χαρακτήρα. Μάλιστα στην πλειοψηφία των δειγμάτων, το μέγεθος του φύλλου δεν ξεπερνά τα 2 εκ.

Με βάση τα στοιχεία που απαρτίζουν τη χλωρίδα, τα δαφνόφυλλα είναι εκείνα που επικρατούν με ένα ποσοστό που αγγίζει το 43%. Ακολουθούν με αρκετά υψηλό ποσοστό τα φυλλοβόλα (37%), ενώ αξιοσημείωτη είναι και η παρουσία των σκληρόφυλλων με ένα ποσοστό της τάξης του 20%.

Τα περισσότερα σύγχρονα ανάλογα taxa της παλαιοχλωρίδας εξαπλώνονται στις εύκρατες, υποτροπικές και τροπικές περιοχές.

Από τις εκτιμήσεις των κλιματικών παραμέτρων που πραγματοποιήθηκαν στην εργασία του M. Sachse, προκύπτει για την περιοχή της Μακριλιάς ένα υγρό και θερμό κλίμα με μια ασθενή εποχιακή ξηρασία, συμπέρασμα στο οποίο καταλήξαμε και εμείς από την αξιοποίηση των στοιχείων της χλωρίδας των Βρυσών.

Πίνακας 5.3 *Η σύσταση της παλαιοχλωρίδας της Μακριλιάς (Sachse et al. 1999)*

Οικογένεια	**Γένος Είδος/Τύπος/Σειρά**	**Φύλλα/βελόνες φυλλάρια**	**Καρπός/ σπέρματα**
ΓΥΜΝΟΣΠΕΡΜΑ			
Cupressaceae	*Tetraclinis salicornoides*	-	1
Cupressaceae	*Tetraclinis*	-	5
Taxodiaceae	*Taxodium dubium*	-	1
Pinaceae	*Pinus* cf *hampeana*	1	-
	Pinus cf *hepios*	1	-
	Pinus spp.	1,2,3	-
	Indet.	-	1
ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΑ **Δικοτυλήδονα**			
Aceraceae	*Acer* Ser. *Monspessulana*	14	-
	Acer sp.	-	3
Anacardiaceae	*Pistacia* type *lentiscus*	?1 φυλλάριο	-
Aquifoliaceae	*Ilex* type *aquifolium*	?1	-
Berberidaceae	*Berberis, Mahonia*	?2	-
Betulaceae	cf. *Alnus*	1	-
Buxaceae	*Buxus* cf. *egeriana*	2	-
	Buxus pliocenica	2	-
Caprifoliaceae	*Lonicera* type *etrusca*	-	-
Corylaceae	*Carpinus*	3-8	-
	Carpinus type *orientalis*	-	2
Ericaceae or Myrtaceae	Indet.	1	-
Fagaceae	*Fagus* type *attenuata*	3	-
	Fagus type *gussonii*	10	-
	Quercus cf. *mediterranea*	4	-
	Quercus kubinyi	1	-
	cf. *Quercus rhenana*	1	-
	Quercus	-	1
Juglandaceae	*Engelhardieae*	6	1
	Carya	-	1
Lauraceae	*Laurophyllum* spp.	6-10	-
Lauraceae	*Cinnamomophyllum* spp.	3	-
Leguminosae			

Πίνακας 5.3 *(Συνέχεια)*

Οικογένεια	Γένος Είδος/Τύπος/Σειρά	Φύλλα/βελόνες φυλλάρια	Καρπός/ σπέρματα
Magnoliaceae	*Magnolia*	?1	-
	Illicum rhenanum	?1	-
Myricaceae	*Myrica* type *lignitum*	8	-
Myrtaceae	Indet.	3	-
Oleaceae	*Phillyrea*	?1	-
Ranunculaceae	Indet.	-	?1
Rutaceae	cf. *Toddalia*	-	1
Salicaceae	*Populus*	-	1
	Salix spp.	7	-
	Salix type *purpurea*	1	-
Symplocacea	*Symplocos*	?1	-
Thymeliaceae	*Aquilaria*	1	-
Tiliaceae	*Tilia*	-	2 βράκτια
Ulmaceae	*Ulmus plurinerva*	?3	-
	Aff. *Ulmus*	-	1
	gen. indet.	-	-
	Zelkova zelkovaefolia	1	-
Vitaceae	*Ampelopsis* or *Vitis*	1	-
Γυμνόσπερμα			
Cyperaceae	indet.	-	4
Potamogetonaceae	*Cymodocea* or *Posidonia*	-	2 ριζώματα
Ruppiaceae	cf. *Ruppia*	-	1
Smilacaceae	cf. *Smilax*	2	-

Σε γενικές γραμμές οι χλωρίδες της Μακριλιάς και των Βρυσών (η οποία πιθανά είναι μεταγενέστερη) παρουσιάζουν παρόμοιο χαρακτήρα. Πάνω από το 75% των γενών που αναγνωρίστηκαν στην συνάθροιση των Βρυσών συμμετέχουν και στην παλαιοχλωρίδα της Μακριλιάς. Έτσι τροπικά γένη όπως τα *Buxus, Cinnamomum*, φυλλοβόλα όπως τα *Quercus, Ulmus*, *Populus, Salix, Zizyphus*, γυμνόσπερμα όπως τα *Tetraclinis* και *Pinus* αλλά και σκληρόφυλλα είδη όπως τα *Acer* Ser. *Monspessulana* και *Quercus mediterranea* είναι κοινά και στις δύο χλωρίδες. Ωστόσο, στην χλωρίδα της Μακριλιάς βρέθηκαν αρκετά αποτυπώματα φύλλων από τα γένη *Fagus* (13 δείγματα), *Carpinus* (3-8 δείγματα) και *Myrica* (8 δείγματα) τα οποία απουσιάζουν παντελώς από τις Βρύσες.

Με βάση τον αριθμό των ειδών που συμμετέχουν στις δύο παλαιοχλωρίδες και τις κλιματικές τους προτιμήσεις, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι εκείνη της Μακριλιάς είναι πλουσιότερη χλωριδικά, αλλά και με σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό τροπικών στοιχείων. Αυτό έρχεται σε συμφωνία με τις γεωλογικές και κλιματικές συγκυρίες εκείνης της εποχής, καθώς το κλίμα από το Τορτόνιο προς το Μεσήνιο μεταβάλλεται προς το ξηρότερο με αποτέλεσμα τον αποδεκατισμό των τροπικών στοιχείων και τη μείωση της βιοποικιλότητας γενικότερα.

5.6 Σύγκριση με Άνω Μειοκαινικές χλωρίδες της υπόλοιπης Ελλάδος

Η γεωλογική δομή του Ελλαδικού χώρου ευνόησε το σχηματισμό πολλών ενδοηπειρωτικών λεκανών κατά τον Καινοφυτικό αιώνα, στις οποίες εναποτέθηκαν λιμναία, ποτάμια και υφάλμυρα ιζήματα δημιουργώντας πλούσια λιγνιτοφόρα στρώματα. Μέσα σε αυτά τα ιζήματα, την ίδια χρονική περίοδο πραγματοποιήθηκε η απολίθωση σημαντικών χλωρίδων, ενώ σε πολλές περιοχές, λόγω της έντονης ηφαιστειακής δραστηριότητας, ολόκληρα απολιθωμένα δάση διατηρήθηκαν (Βελιτζέλος et al. 1999).

Για αυτό το λόγο ήδη από τον προηγούμενο αιώνα, πολλές περιοχές της Ελλάδας είχαν προσελκύσει το ενδιαφέρον κορυφαίων παλαιοβοτανολόγων. Από τότε μέχρι σήμερα αρκετές χλωρίδες Νεογενούς προέλευσης έχουν μελετηθεί συστηματικά οι

οποίες έχουν φέρει στο φως σημαντικά στοιχεία για τη βλάστηση, την οικολογία και το κλίμα εκείνης της εποχής (Σχ. 5.2).

Σχήμα 5.2. *Γεωγραφική κατανομή των σημαντικότερων Άνω Μειοκαινικών χλωρίδων της Ελλάδας. 1.Προσήλιο, 2.Λάβα, 3.Λικούδι, 4.Βεγόρα, 5.Κέρκυρα, 6.Χίος, 7. Πικέρμι, 8.Μακρυλιά.*

Πριν καταπιαστούμε με την σύντομη περιγραφή των Μειοκαινικών χλωρίδων της Ελλάδος οι οποίες παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον συσχέτισης με εκείνη των Βρυσών θα πρέπει να τονίσουμε ότι οποιαδήποτε σύγκριση πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή, αφού οι περισσότερες από τις παλαιοχλωρίδες έχουν αναπτυχθεί σε διαφορετικές οικολογικές συνθήκες. Ενδεικτικό είναι το γεγονός ότι στην πλειοψηφία τους οι χλωρίδες της Ελλάδας έχουν διατηρηθεί σε στρώματα τύρφης, μάργας και διατομιτών που εναποτέθηκαν σε μεσογειακές λεκάνες γλυκού ή υφάλμυρου νερού. Επίσης σημειώνουμε ότι τα ποσοστά συμμετοχής των διαφόρων

φυτικών στοιχείων στις ελληνικές χλωρίδες που παρουσιάζουμε παρακάτω, αναφέρονται μόνο στα taxa εκείνα που αναγνωρίστηκαν σε επίπεδο είδους, γένους και οικογένειας, και όχι στο σύνολο της παλαιοχλωρίδας.

Τα περισσότερα στοιχεία που παρουσιάζονται παρακάτω για τις Νεογενείς παλαιοχλωρίδες της Ελλάδος προέρχονται από τις εργασίες των Knobloch & Velitzelos (1987), Velitzelos & Gregor (1990) και Βελιτζέλος et al.1999

Στη Βόρεια Ελλάδα, κοντά στην Κοζάνη έχουν βρεθεί δύο άνω Μειοκαινικές χλωρίδες ηλικίας 8 έως 9,5 εκατομμυρίων ετών στις περιοχές **Λάβα** και **Προσήλιο**. Στα λιγνιτοφόρα στρώματα τόσο της λεκάνης του Προσήλιου όσο και της Λάβας εντοπίστηκαν υπολείμματα καρπών και σπερμάτων, ενώ οι υπερκείμενες μάργες και διατομίτες φιλοξενούσαν περιορισμένες συναθροίσεις απολιθωμένων φύλλων (Πιν. 5.4 και 5.5).

Τα φυτικά μακρο-απολιθώματα αποδεικνύουν την ύπαρξη μιας βαλτώδους βλάστησης με χαρακτηριστικό γένος το *Glyptostrobus,* καθώς και μιας δασικής βλάστησης στην οποία επικρατούν τα φυλλοβόλα πλατύφυλλα και τα κωνοφόρα, όπως συμβαίνει στα σύγχρονα μικτά δάση της Β. Αμερικής. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η παρουσία του σκληρόφυλλου *Qurecus mediterranea.*

Περιοχή Λάβα	
Χλωρίδα φύλλων	**Χλωρίδα καρπών-σπερμάτων**
Acer tricuspidatum	
Betula cf. *longisquamosa*	*Actinidia faveolata*
Carpinus cf. *betulus*	*Ceratophyllum* sp.
Engelhartia sp.	*Glyptostrobus europaea*
Glyptostrobus europaea	*Meliosma* sp.
Pinus sp.	*Menyanthes* sp.
Pteris sp.	
Quercus cf. *mediterranea*	
Salix sp.	

Πίνακας 5.4. *Λίστα με τα taxa που αναγνωρίστηκαν στην παλαιοχλωρίδα της Λάβας.*

Περιοχή Προσήλιο		
Χλωρίδα φύλλων		**Χλωρίδα καρπών-σπερμάτων**
Acer integrilobum	*Phragmites oeningensis*	*Ceratophyllum* sp.
Acer cf. *tricuspidatum*	*Populus* sp.	Nymphaeaceae
Ceratophyllum vosendorfense	*Quercus* cf. *mediterranea*	*Stratiotes kaltennordheimensis*
Coniferae indet.	*Quercus pseudocastanea*	*Stratiotes intermedius*
?Buxus sp.	*Quercus sp.*	
Fagus sp.	*Salix* cf. *lavateri*	
Paleocarya orsbergensis	*Zelkova zelkovaefolia*	

Πίνακας 5.5. *Λίστα με τα taxa που αναγνωρίστηκαν στην παλαιοχλωρίδα του Προσηλίου.*

Στο **Πικέρμι** Αττικής εκτός από τα σημαντικά ζωϊκά λείψανα που βρέθηκαν εκεί, αναφέρονται και ορισμένα φυτικά απολιθώματα που χρονολογούνται 7 έως 8 εκατομμύρια χρόνια. Πρόκειται για 5 διαφορετικά taxa που στοιχειοθετούν την ύπαρξη μιας βλάστησης υγρών περιοχών:

Batrachium sp.

Ceratophyllum sp.

Cladium sp.

Decodon globosus

Glyptostrobus europaea

Κοντά στη Γριδιά της νήσου **Χίος** και κατά μήκος της παραλίας, απλώνονται τα απολιθωματοφόρα στρώματα της ενότητας Νενίτα, ο σχηματισμός των οποίων υπολογίζεται ότι έλαβε χώρα κατά το Σερραβάλλιο και Τορτόνιο. Τα ιζήματα αυτά φιλοξενούν μια χλωρίδα πλούσια σε φυλλοβόλα στοιχεία (πάνω από 50%), αλλά και με σημαντική συμμετοχή τροπικών και ξηροθερμικών ειδών (Πιν 5.6).

Χλωρίδα νήσου Χίου (φύλλα)	
Acer cf. *monspessulanum*	*Gleditsia lyelliana*
Acer cf. *pseudoplatanus*	*Laurus* sp.
Acer sp.	Leguminosae
?*Betula* sp.	*Parrotia pristina*
?*Buxus* sp.	*Platanus* sp.
Carpinus cf. *granais*	*Populus* sp.
Carpinus cf. *pyramidalis*	*Quercus* sp.
?*Cinnamomum* sp.	*Salix varians*
Fagus sp.	*Typha* sp.

Πίνακας 5.6. *Λίστα με τα taxa που αναγνωρίστηκαν στην παλαιοχλωρίδα της νήσου Χίου.*

Στο Παγκί της **Κέρκυρας** εντοπίστηκε μια πλούσια απολιθωμένη χλωρίδα που χρονολογείται στο Μεσήνιο η οποία μελετήθηκε από τον Heiman το 1975. Στον πίνακα 5.7 δίδονται τα στοιχεία που συνθέτουν τη χλωρίδα όπως αυτά αναθεωρήθηκαν από τους Velitzelos και Gregor. Παρατηρούμε ότι επικρατούν τα φυλλοβόλα και τα κωνοφόρα χωρίς ωστόσο να απουσιάζουν τα δαφνόφυλλα και τα ξηροθερμικά στοιχεία.

Χλωρίδα νήσου Κέρκυρας (φύλλα)	
Abies sp.	*Pinus* sp.
Acer tricuspidatum	*Platanus academiae*
Cupressaceae indet.	*Quercus mediterranea*
Lauraceae	*Salix massalongi*
Laurophyllum princeps	*Salix* sp.
Libocedrites salicornoides	*Taxodium dubium*
Matudaea	*Tsuga europaea*
Ostrya sp.	*Zanthoxylum europaeum*

Πίνακας 5.7. *Λίστα με τα taxa που αναγνωρίστηκαν στην παλαιοχλωρίδα της νήσου Κέρκυρας.*

Λιγότερο καλά χρονολογημένες είναι οι χλωρίδες που ανευρέθηκαν στο Λικούδι και τη Βεγόρα της Μακεδονίας. Η προέλευσή τους είναι άνω Μειοκαινική και μπορούν να χαρακτηριστούν ως τυπικές Νεογενείς χλωρίδες με φυλλοβόλα, λαυρόφυλλα και σκληρόφυλλα στοιχεία.

Ειδικότερα σε λιγνιτωρυχείο κοντά στη **Βεγόρα** της Μακεδονίας βρέθηκε εντός των λιγνιτικών στρωμάτων μια καρποχλωρίδα που προέρχεται από βαλτώδη βλάστηση και μια συνάθροιση απολιθωμένων φύλλων στα υπερκείμενα ιζήματα διατομιτών και μαργών (Πιν. 5.8).

Στο σύνολό της, η παλαιοχλωρίδα των φύλλων ανήκει σε ένα μεικτό δάσος κωνοφόρων και αγγειοσπέρμων με πολύ λίγα πτεριδόφυτα. Τα στοιχεία που επικρατούν είναι τα φυλλοβόλα με ποσοστό 70% περίπου και ακολουθούν τα λαυρόφυλλα και τα κωνοφόρα με μικρότερα ποσοστά. Αξιοσημείωτη είναι η ύπαρξη του ξηροφυτικού *Quercus mediterranea* και σε αυτή τη χλωρίδα.

Περιοχή Βεγόρα		
Χλωρίδα φύλλων		**Χλωρίδα καρπών-σπερμάτων**
Acer cf. *brachyphyllum*	*Juglans acuminata*	*Aldrovandia praevesiculosa*
Acer cf. *trilobatum*	*Pinus* cf. *brutia*	*Brasenia* sp.
Alnus hoernesii	*Platanus aceroides*	*Ceratophyllum* sp.
Byttneriophyllum cf. *Tiliaefolium*	*Quercus pseudocastanea*	*Cladium* sp.
Chamaerops humilis	*Quercus Kubinyi*	*Decodon globosus*
Cinnamomum polymorphum	*Quercus mediterranea*	*Glyptostrobus europaea*
Fagus cf. *orientalis*	*Quercus pontica-miocenica*	*Potamogeton* sp.
Fagus cf. *silvatica*	*Quercus* cf. *capperi*	*Spirematospermum wetzleri*
Glyptostrobus europaea	*Sassafras ferretianum*	

Πίνακας 5.8. *Λίστα με τα taxa που αναγνωρίστηκαν στην παλαιοχλωρίδα της Βεγόρας.*

Η περιοχή κοντά στο **Λικούδι** είναι γνωστή για τα πλούσια απολιθωματοφόρα στρώματα διατομιτών που εμφανίζει. Στην παλαιοχλωρίδα του Λικουδίου κυριαρχούν τα είδη *Alnus ducalis* και *Fagus gussoni* (Πιν 5.9). Τα περισσότερα

ωστόσο στοιχεία που αναγνωρίστηκαν είναι φυλλοβόλα, ενώ υπάρχει και μικρός αριθμός από τροπικά και γυμνόσπερμα.

Από την παραπάνω ανάλυση των Άνω Μειοκαινικών χλωρίδων της Ελλάδας γίνεται φανερό ότι με εξαίρεση τις υγρές βαλτώδεις φυτοδιαπλάσεις, η παλαιοχλωρίδα των Βρυσών εξεταζόμενη στο σύνολό της παρουσιάζει σημαντικές ομοιότητες με αυτές.

Όλες οι απολιθωμένες χλωρίδες εμφανίζουν παρόμοιο χαρακτήρα, με τα φυλλοβόλα να κυριαρχούν. Σημαντική ωστόσο είναι η παρουσία τροπικών και ορισμένων ξηροθερμικών στοιχείων.

Από το σύνολο των φυτικών συναθροίσεων γίνεται φανερή μία σταδιακή υποχώρηση των τροπικών στοιχείων του πρώιμου Μειόκαινου και η αντικατάστασή τους από φυλλοβόλα στοιχεία. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει τη σταδιακή πτώση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας κατά το Νεογενές σε ολόκληρο τον Ελλαδικό χώρο με αποτέλεσμα το θερμό Cfa-κλίμα που επικρατούσε να δίνει τη θέση του σταδιακά σε ένα ψυχρότερο Cfa-κλίμα. Παρόμοιες τάσεις παρατηρήθηκαν αυτή την περίοδο σε ολόκληρη τη Μεσόγειο (Gregor 1990), αλλά και στη Μεσευρώπη (Kovar 1987). Ταυτόχρονα, καθώς τα σκληρόφυλλα δειλά-δειλά κάνουν την εμφάνισή τους σηματοδοτούν την έναρξη μιας ανομοιόμορφης κατανομής των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του έτους και συγκεκριμένα την εμφάνιση ξηρής περιόδου. Αναμφισβήτητα όμως η εποχικότητα είναι αποτυπωμένη με μεγαλύτερη ένταση στην απολιθωμένη χλωρίδα των Βρυσών.

Χλωρίδα Λικουδίου (φύλλα)	
Acer integerrimum	*Ostrya atlantidis*
Acer palaeosaccharinum	*Phragmites oeningensis*
Acer cf. *subcampestre*	*Platanus leucophylla*
Acer tricuspidatum	*Pterocarya paradisiaca*
Alnus ducalis	*Quercus dubia*
Betula insignis	*Quercus licudensis*
Cathaya bergeri	*Quercus* cf. *drymeja*
Cercis miochinensis	*Salix massalongii*
Fagus gusoni	*Salix* aff. *moravica*

Gingo adiantoides	*Sassafras* cf. *ferretianum*
Laurophyllum princeps	*Trapa* sp.
Ostrya licudensis	*Zelkova zelkovaefolia*

Πίνακας 5.9. *Λίστα με τα taxa που αναγνωρίστηκαν στην παλαιοχλωρίδα Λικουδίου.*

Ταυτόχρονα αξιοσημείωτο είναι και το υψηλό ποσοστό χλωριδικής ομοιότητας που συναντάμε μεταξύ των απολιθωμένων χλωρίδων. Ενδεικτικά αναφέρουμε τα γένη *Quercus, Acer, Populus*, *Salix* που αντιπροσωπεύονται σε όλες τις χλωρίδες.

Ωστόσο, με βάση τη φυσιογνωμία αλλά και τη χλωριδική τους σύσταση, φαίνεται ότι η χλωρίδα της Χίου είναι εκείνη που βρίσκεται πιο κοντά στην παλαιοχλωρίδα των Βρυσών.

Πριν ολοκληρώσουμε το κεφάλαιο αυτό, πρέπει να τονίσουμε την έντονη διαφοροποίηση που παρουσιάζουν οι κλιματικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες από περιοχή σε περιοχή και το ρόλο που διαδραματίζουν στη διαμόρφωση του χαρακτήρα της βλάστησης, γεγονός που μοιραία απομακρύνει ακόμη περισσότερο τις χλωρίδες.

6. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΑΠΟΛΙΘΩΜΑΤΩΝ

Η ταξινόμηση των δειγμάτων που πραγματοποιείται σε αυτό το κεφάλαιο, ακολουθεί τις σύγχρονες βιολογικές απόψεις που επικρατούν για την κατάταξη των ειδών.

Σε περιπτώσεις δειγμάτων των οποίων η ταυτοποίηση και κατάταξή τους εντός ενός ταξινομικού επιπέδου δεν είναι ασφαλής ή ακριβής, ο προσδιορισμός τους συνοδεύεται από το πρόθεμα ΄΄**cf.**΄΄. Όταν μάλιστα δεν είναι δυνατόν να βρεθούν άλλα συγκρίσιμα taxa του αυτού ταξινομικού επιπέδου, η περιγραφή συνοδεύεται από τον όρο ΄΄**type**΄΄(= τύπος).

Ωστόσο ορισμένα δείγματα για τα οποία με βάση τις γνώσεις που έχουμε μέχρι σήμερα δεν μπορούμε να αποφανθούμε που ανήκουν ταξινομικά, χαρακτηρίζονται με το πρόθεμα ΄΄**fgen.**΄΄ (formgenus = μορφή γένους) ή ανάλογα με ΄΄**fsp.**΄΄ (formspecies= μορφή είδους).

Απολιθωμένο υλικό αγγειοσπέρμων το οποίο μας επιτρέπει τουλάχιστο εικασίες για μια χονδρική κατάταξη ή δείχνει ιδιαίτερους μορφολογικούς χαρακτήρες μνημονεύεται ως ΄΄**Απροσδιόριστα Δείγματα**΄΄ και δεν παραλείπεται από την περιγραφή της χλωρίδας ώστε να επιτευχθεί μια κατά το δυνατόν ολοκληρωμένη εικόνα.

Η παρουσίαση των ταξινομικών ομάδων (οικογένεια, γένος, είδος) γίνεται με αλφαβητική σειρά. Για να περιορίσουμε την έκταση του παρόντος κεφαλαίου παραιτούμαστε από μια εκτενή μορφολογική περιγραφή των δειγμάτων, ενώ στο Παράρτημα που συνοδεύει την εργασία παραθέτουμε εικόνες και σχήματα για τα περισσότερα από τα δείγματα που παρουσιάζουν κάποιο ενδιαφέρον.

Οι πληροφορίες για την βιολογία, τα ενδιαιτήματα και την κατανομή των φυτικών ειδών, εκτός αν αναφέρεται διαφορετικά μέσα στο κείμενο, προέρχονται από τις εξής βιβλιογραφικές πηγές:

Browics (1982-94), Hutchinson (1973), Krussmann (1960-62, 1972), Mai (1995), Meusel et al. (1965-1978), Wang (1961), Sachse (1996), Unger (1867), Βελιτζέλος (1990), Αραμπατζής (1998, 2001), Hickey & King (1981).

6.1 Γυμνόσπερμα

Cupressaceae

Tetraclinis sp.

Πίν. 1, Εικ. 1,2

Δείγματα: Αναγνωρίστηκαν τέσσερα δείγματα τα οποία απεικονίζουν **βελόνες** του γένους *Tetraclinis*. Σύμφωνα με τους Mai & Walter (1985) όλα τα Νεογενή υπολείμματα αυτού του γένους που κατά καιρούς έχουν περιγραφεί, ανήκουν σε ένα απολιθωμένο είδος το οποίο παρουσιάζει ευρύ οικολογικό φάσμα και συνήθως εμφανίζεται με δύο κύριους οικότυπους. Σε αυτό διαφωνούν οι Kovar-Eder & Kvacek (1995), οι οποίοι υποστηρίζουν την ύπαρξη δύο διαφορετικών ειδών του *T. salicornoides* (Unger) Kvacek 1986 και *T. brachyodon* (Brongniart) Mai & Walter 1985. Την άποψή τους αυτή τη βασίζουν στις σημαντικές διαφορές που παρουσιάζουν οι δύο μορφές στη δομή της επιδερμίδας τους και στη διαφορετική στρωματογραφική τους κατανομή. Σημειώνουν δε ότι το μοναδικό σύγχρονο *T. articulata* εμφανίζει μεγάλη ομοιότητα με το *T. brachyodon*.

Για τα δείγματα που ανακαλύψαμε στις Βρύσες δεν κατέστη δυνατή η κατάταξή τους σε κανένα από τα δύο γνωστά απολιθωμένα είδη.

Ενδιαίτημα - Εξάπλωση: Σύμφωνα με τον Kvacek (1986) το *T. brachyodon* που παρουσιάζει ξηρομορφική δομή φύλλου συμμετείχε στο σχηματισμό δασών κυρίως κατά μήκος των θαλάσσιων ακτών, ενώ *T. salicornoides* υπήρξε στοιχείο υποτροπικών και τροπικών δασών. Το σύγχρονο *T. articulata* εμφανίζεται αποκλειστικά στη Μεσόγειο και συγκεκριμένα στην Ν.Α. Ισπανία και το Μαρόκο όπου αποτελεί στοιχείο της μακκίας βλάστησης της θερμής μεσογειακής ζώνης (Kovar-Eder et al. 1995).

Pinaceae

Pinus sp.

Πίν. 1, Εικ. 3

Δείγματα: Βρέθηκαν δέκα επτά δείγματα από **βραχυκλάδια** τα οποία φέρουν ανά δύο λεπτές σχετικά βελόνες μήκους τουλάχιστο 5 εκ. Πιθανόν ορισμένα από τα βραχυκλάδια να ανήκουν στο *Pinus hepios* (Unger) Heer 1855, του οποίου συγκρίσιμες σημερινές μορφές είναι τα μεσογειακά *P. halepensis* Mill. και *P. pinaster* Ait.

Ενδιαίτημα - Εξάπλωση: Κοσμοπολίτικο γένος. Περιλαμβάνει κυρίως ξηροθερμικά στοιχεία με προτίμηση στα ξηρά ασβεστώδη ενδιαιτήματα.

6.2 Αγγειόσπερμα

6.2.1 Μονοκοτυλήδονα

Poaceae/Cyperaceae

Poaceae/Cyperaceae

Πίν. 1, Εικ. 4

Δείγματα: Ανακαλύψαμε πολυάριθμα (19) **φύλλα αγροστωδών** παράλληλης νεύρωσης αλλά και αρκετά τμήματα (5) από στελέχη. Τα περισσότερα δείγματα φύλλων είναι επιμήκη, στενά, πλάτους μικρότερου από δύο εκ. (type 1). Ωστόσο βρέθηκαν και δύο δείγματα με ευρύ έλασμα πλάτους μεγαλύτερου από 4 εκ. (type 2). Όλα τα παραπάνω είναι πιθανόν να ανήκουν στις οικογένειες Poaceae και Cyperaceae.

6.2.2 Δικοτυλήδονα

Aceraceae

cf. *Acer* sp.

Πίν. 1, Εικ. 5 - Πίν. 5, Σχ. 10,15,22 - Πίν. 6, Σχ. 18

Φύλλα: Δύο ολόκληρα πεντάλοβα φύλλα καθώς και τρία τμήματα φύλλων αρχικού μήκους 2,5 έως 4 εκ. και μέγιστου πλάτους 4 έως 5 εκ. Οι λοβοί του ελάσματος είναι ακέραιοι και η κορυφή του αμβλεία έως αποστρογγυλεμένη. Ο κεντρικός λοβός εμφανίζεται μεγαλύτερος από τους πλευρικούς. Από τις κύριες νευρώσεις εξέρχονται σε οξείες γωνίες πολυάριθμες νευρώσεις 2^{ης} τάξης. Με βάση τα φυσιογνωμικά χαρακτηριστικά τους, τα αποτυπωμένα φύλλα κατατάσσονται στο γένος *Acer*. Ωστόσο, η πιθανότητα ορισμένα δείγματα να προέρχονται και από το γένος *Liquidambar* δεν μπορεί να αποκλειστεί.

Ενδιαίτημα - Εξάπλωση: Στοιχεία φυλλοβόλων αλλά και μικτών μεσοφυτικών δασών, με υψηλά ποσοστά φυλλοβόλων. Δευτερευόντως εμφανίζονται σε αειθαλή δάση υποτροπικών έως τροπικών περιοχών.

Acer Ser. *Monspessulana* Pojark

Πίν. 1, Εικ. 6,7,8 – Πιν. 5, Σχ. 1-9,11-14,16,17 – Πιν. 6, Σχ. 15

Φύλλα: Δέκα έξι ολόκληρα φύλλα ή τεμάχια φύλλων, παλαμοειδώς τρίλοβα, μήκους 2,5 έως 5 εκ. και πλάτους 4 έως 8 εκ. με ακέραιους λοβούς. Ο κεντρικός λοβός εμφανίζεται λιγότερο ή περισσότερο μεγαλύτερου μεγέθους από τους πλευρικούς, ενώ σε ορισμένα δείγματα οι λοβοί είναι ισομεγέθεις. Η κορυφή στην πλειοψηφία των φύλλων είναι αμβλεία ή αποστρογγυλεμένη (type *A. pseudomonspessulanum* Unger), ενώ σε πέντε δείγματα είναι οξεία (type *A. decipiens* Braun). Τα περισσότερα αποτυπωμένα φύλλα έχουν καρδιοειδή βάση, αν και υπάρχουν ορισμένα που εμφανίζουν βάση αποστρογγυλεμένη έως αμβλεία. Οι δύο πλάγιες νευρώσεις στα δείγματα είναι ισχυρές καμπυλόδρομες και σχηματίζουν οξείες έως ορθές γωνίες με την κύρια νεύρωση. Οι νευρώσεις $2^{ης}$ τάξης σε πολλά δείγματα διατηρούνται σε πολύ καλή κατάσταση, είναι δε ευθύγραμμες και στο κράσπεδο του ελάσματος διχοτομούνται.

Επειδή η μορφολογία του φύλλου στο γένος *Acer* παρουσιάζει μεγάλη παραλλακτικότητα και δεν έχει μελετηθεί επαρκώς, η αναγνώριση σε επίπεδο είδους κρίνεται επισφαλής και δεν επιχειρείται. Θα υιοθετηθεί ο χαρακτηρισμός Series *Monspessulana* με τον οποίο αναφέρονται τα δύο σημερινά συγκρίσιμα είδη *A. monspessulanum* L. και *A. sempervirens* L.

Ενδιαίτημα - Εξάπλωση: Τα σύγχρονα ανάλογα είδη αποτελούν στοιχεία των ξηροθερμικών μεικτών φυλλοβόλων δασών της υπομεσογειακής ζώνης που εξαπλώνονται στο χώρο της Μεσογείου έως το Ιράν αλλά και σε ξηρές περιοχές της Ρηνίας. Στην περιοχή της Κρήτης αναπτύσσονται σε υψόμετρο από 300 έως 1700 μέτρα (Turland et al. 1993). Στην Κύπρο απαντάται το *A. obtusifolium* που είναι ομοίως αειθαλές τρίλοβο, ποικιλία ουσιαστικά του *A. sempervirens* (Meikle 1977).

Buxaceae

Buxus sp.

Πίν. 6, Σχ. 3

Φύλλα: Βρέθηκε ένα ολόκληρο φύλλο μήκους 4 εκ. και μέγιστου πλάτους 1,5 εκ. στο μέσο του ελάσματος. Το κράσπεδο είναι λειόχειλο και το σχήμα του ελάσματος επίμηκες, ελλειψοειδές, με σφηνοειδή βάση και αποστρογγυλεμένη κορυφή. Από την κεντρική νεύρωση που είναι ευθύγραμμη εξέρχονται σε οξείες γωνίες πολυάριθμες, λεπτές, παράλληλες νευρώσεις 2^{ης} τάξης που χαρακτηρίζουν τα φύλλα του γένους *Buxus*.

Ενδιαίτημα - Εξάπλωση: Το γένος *Buxus* περιλαμβάνει θαμνώδεις και δενδρώδεις μορφές, συνήθως αειθαλείς, που απαντώνται στο Βόρειο Ημισφαίριο. Στα σύγχρονα είδη συγκαταλέγεται και το *B. sempervirens* που αποτελεί στοιχείο της Μεσογειακής σκληρόφυλλης βλάστησης. Ταυτόχρονα όμως υπάρχει και πλήθος άλλων σημερινών ειδών που συμμετέχουν στο σχηματισμό μεσοφυτικών μεικτών ή φυλλοβόλων δασών καθώς και τροπικών δαφνόφυλλων.

Fagaceae

cf. *Quercus* sp.

Πίν. 6, Σχ. 16

Καρπός: Ένας καρπός (βάλανος) που πιθανόν να προέρχεται από κάποιο είδος βελανιδιάς.

Quercus cf.*mediterranea* Unger 1847

Πίν. 1, Εικ. 10,11 – Πιν. 4, Σχ. 2,4,28

Φύλλα: Ένα ολόκληρο, πλατύ-ελλειψοειδές φύλλο άριστης διατήρησης, λιγότερο ή περισσότερο συμμετρικό, οξέως οδοντωτό έως αγκαθωτό, μήκους 4 εκ. και πλάτους μικρότερου από 3 εκ. Η βάση εμφανίζεται αποστρογγυλεμένη, ενώ η κορυφή μικρή και οξεία. Από την κύρια νεύρωση που είναι ισχυρή εξέρχονται 5 ζεύγη λεπτών νεύρων 2^{ης} τάξης σε γωνίες των 45 περίπου μοιρών. Οι νευρώσεις αυτές, αφού διατρέξουν μία σχετικά ανώμαλη διαδρομή καταλήγουν χωρίς να διακλαδίζονται στις οδοντώσεις που σχηματίζουν οι παρυφές του φύλλου (κρασπερόδρομη νεύρωση).

Επιπρόσθετα, βρέθηκαν τρία τμήματα φύλλων με παρόμοια μορφολογικά χαρακτηριστικά τα οποία επίσης κατατάσσονται στο είδος *Quercus mediterranea*.

Τα φυσιογνωμικά στοιχεία των φύλλων που περιγράψαμε παραπάνω βρίσκονται πολύ κοντά σε εκείνα των μεσογειακών ειδών *Q. suber*, *Q. coccifera*, *Q.*

ilex αλλά και ειδών της Βορείου Αμερικής (*Q. agrifolia*, *Q. wislizenii*) και της Ασίας (*Q. spinosa*) που επίσης φέρουν αγκαθωτά φύλλα.

Ενδιαίτημα - Εξάπλωση: Το *Quercus mediterranea* κατατάσσεται στο υπογένος *Heterobalanus* και θεωρείται πρόδρομο είδος των μεσογειακών ειδών *Q. Coccifera* και *Q. ilex*. Και τα δύο έχουν θαμνώδη ή και δενδρώδη μορφή και αναπτύσσονται κυρίως στο χώρο της Μεσογείου αλλά και σε ξηρές περιοχές των Ατλαντικών ακτών της Νότιας Γαλλίας και της Μαύρης Θάλασσας. Σύμφωνα με τους Barbero et al. (1992) το *Q. ilex* εξαπλώνεται σε ένα πολύ ευρύ κλιματικό φάσμα (από ημίξηρο έως σχετικά υγρό και από εύκρατο έως υποτροπικό), διαμέσου πολυάριθμων μορφολογικών προσαρμογών που αφορούν κυρίως τη φυσιογνωμία των φύλλων. Στις βόρειες περιοχές της Μεσογειακής λεκάνης, το *Q. ilex* συμμετέχει σε φυτοκοινωνίες με μάλλον δαφνόφυλλα στοιχεία όπως *Arbutus, Hedera, Ilex και Viburnum tinus*, ενώ στις νότιες ημίξηρες περιοχές αναπτύσσεται μαζί με στοιχεία όπως *Juniperus, Phillyrea, Genista, Ephedra* και *Buxus*. Στην ανατολική Μεσόγειο αντικαθίσταται από το *Q. coccifera*.

Το *Quercus mediterranea* κατά το Τριτογενές ευδοκιμούσε στη θερμή εύκρατη έως την υποτροπική ζώνη, σε περιοχές που επικρατούσε περιοδική ξηρασία κατά τη θερμή ή τη ψυχρή περίοδο του έτους. Εκεί σχημάτιζε σκληρόφυλλα δάση αλλά συχνά αναπτυσσόταν και σε μεταβατικές περιοχές μεταξύ φυλλοβόλων και αειθαλών δασών. Ορισμένοι ερευνητές διατυπώνουν διαφορετική άποψη και ισχυρίζονται ότι πρόκειται για υγρό-μεσοφυτικό στοιχείο το οποίο εξελικτικά προσαρμόστηκε στο σημερινό μεσογειακό κλίμα. Σε αυτό συνηγορεί κατά τους Kvacek και Walther (1989) το γεγονός ότι κατά την εξέταση της εφημενίδας των απολιθωμένων φύλλων του *Q. mediterranea* αυτή εμφανίζεται εξαιρετικά λεπτή.

cf. *Quercus* type 1

Πίν. 1, Εικ. 9 –Πιν. 4, Σχ. 19

Φύλλα: Ένα ολόκληρο φύλλο μήκους 4 εκ. και μέγιστου πλάτους 1,5 εκ. με σχήμα επίμηκες-ωοειδές έως λογχοειδές. Το έλασμα είναι οξυκόρυφο, με βάση στρογγυλεμένη έως ελαφρώς καρδιόσχημη και κράσπεδο λεπτά οδοντωτό μέχρι οξέως οδοντωτό. Η κεντρική νεύρωση είναι ευθεία ευδιάκριτη και διακλαδίζεται με οξείες γωνίες στις νευρώσεις $2^{ης}$ τάξης οι οποίες είναι ευθύγραμμες και συνήθως διχοτομούνται πριν καταλήξουν στις οδοντώσεις των παρυφών. Το δείγμα αυτό πιθανόν να προέρχεται από αειθαλή βελανιδιά με ισχυρά ξηροθερμικό χαρακτήρα.

Ενδιαίτημα: Το γένος *Quercus* παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία, με πολλά είδη που στρωματογραφικά εμφανίζονται από το άνω Ηώκαινο (Kvacek & Walther 1989). Οι αειθαλείς βελανιδιές χαρακτηρίζονται ως ξηροθερμικά στοιχεία των θερμών εύκρατων έως υποτροπικών κλιμάτων.

Hamamelidaceae

cf. *Parrotia pristina* (Ettingshausen 1851) Stur 1867

Πίν. 2, Εικ. 1 – Πιν. 4, Σχ. 18

Φύλλα: Ένα ολόκληρο φύλλο με καλή κατάσταση διατήρησης, μήκους 5 εκ. και μέγιστου πλάτους 3εκ. Το έλασμα είναι ευρύ, αντωοειδές με αποστρογγυλεμένη βάση, ακρότομο. Το κράσπεδο από τη βάση μέχρι το μέσο του φύλλου είναι λειόχειλο ενώ κατόπιν γίνεται πριονωτό με 3 έως 4 μεγάλα δόντια. Η κύρια νεύρωση είναι ελαφρώς καμπυλωτή και διακλαδίζεται με γωνίες μικρότερες των 45° σε 4 ζεύγη νευρώσεων $2^{ης}$ τάξης. Αυτές είναι ευδιάκριτες, ευθείες και χωρίς να διακλαδίζονται καταλήγουν στις οδοντώσεις των παρυφών του ελάσματος. Σύμφωνα με τους Kovar-Eder et al. (1995) ο τρόπος διακλάδωσης των νευρώσεων δεύτερης τάξης με την κύρια νεύρωση αποτελεί το βασικό ταξινομικό χαρακτήρα για την ταυτοποίηση του γένους *Parrotia*.

Ενδιαίτημα - Εξάπλωση: Τα σύγχρονα μέλη του γένους *Parrotia* είναι φυλλοβόλα και απαντώνται στην Ασιατική ήπειρο όπου λαμβάνουν μέρος στο σχηματισμό μεροφυτικών δασών.

Junglandaceae

Ενδιαίτημα - Εξάπλωση: Πρόκειται για δένδρα φυλλοβόλα, σπάνια αειθαλή (π.χ. *Engelhartia*). Περιλαμβάνει 8 γένη και 70 είδη των ευκράτων έως υποτροπικών περιοχών της Ευρασίας και της Αμερικής.

Η οικογένεια Juglandaceae είχε πολύ μεγάλη εξάπλωση στο Τριτογενές της Ευρώπης και της Αμερικής με σημαντικότερη παρουσία κατά το Ολιγόκαινο.

cf. *Juglans* sp.

Πίν. 2, Εικ. 2,3 – Πίν. 4, Σχ. 27 – Πίν. 6, Σχ. 1

Φύλλα: Ένα σχεδόν ολόκληρο φυλλάριο πολύ καλής διατήρησης από το οποίο απουσιάζει η κορυφή. Το μήκος του δείγματος φτάνει τα 9 εκ. (αρχικό μήκος 10-11 εκ.) και το μέγιστο πλάτος τα 4 εκ. Η μορφή του ελάσματος είναι επιμήκως ελλειψοειδή, οι παρυφές λείες και η βάση πλατιά σφηνοειδή έως αμβλεία. Η νεύρωση του ελάσματος είναι πτερωτή με το κεντρικό νεύρο να είναι σχεδόν ευθύ, ισχυρό και να διακλαδίζεται σε περισσότερα από 8 ζεύγη νευρώσεων 2^{ης} τάξης. Οι νευρώσεις αυτές παρουσιάζουν τοξωτή διάταξη, ενώ είναι χαρακτηριστική η ένωσή τους ανά δύο σε ανοικτά τόξα κοντά στην περιφέρεια του ελάσματος. Αρκετά ευδιάκριτο είναι και το πλέγμα των νευρώσεων ανώτερου βαθμού. Με βάση τα παραπάνω μορφολογικά γνωρίσματα, το δείγμα ταξινομείται στο γένος *Juglans*.

Επιπλέον βρέθηκαν δύο τμήματα φύλλων τα οποία επίσης προέρχονται από το ίδιο γένος.

Ενδιαίτημα - Εξάπλωση: Σήμερα υπάρχουν 15 είδη στην Αμερική και την Ευρασία που ευδοκιμούν από την υποτροπική έως την ψυχρή εύκρατη ζώνη. Το μόνο στοιχείο που απαντάται αυτοφυές στην Ευρώπη είναι το *Juglans regia,* το οποίο έχει ιδιαίτερη πατρίδα τη Βαλκανική χερσόνησο και τη Ν.Δ. Ασία. Αποτυπώματα φύλλων του γένους Juglans εμφανίζονται στην Ευρώπη από το Κρητιδικό.

cf. Juglandaceae type 1

Πίν. 2, Εικ. 5 – Πίν. 4, Σχ. 20

Φύλλα: Ένα ακέραιο φύλλο δερματώδους υφής, με αρχικό μήκος 7 εκ και μέγιστο πλάτος 2 εκ. περίπου. Πρόκειται για φύλλο πλατύ, επίμηκες, ασύμμετρο με λειόχειλο κράσπεδο. Από την κύρια νεύρωση που είναι ευθεία και ισχυρή, ξεκινούν σε οξείες γωνίες ζεύγη δευτερευόντων πλάγιων νεύρων τα οποία δεν διακρίνονται εύκολα. Από τα μορφολογικά γνωρίσματα του ελάσματος το πιο πιθανό είναι να πρόκειται για φυλλάριο το οποίο προέρχεται από σύνθετο φύλλο της οικογένειας Juglandaceae χωρίς ωστόσο να μπορούμε να προχωρήσουμε σε πιο λεπτομερή ταξινόμηση.

Juglandaceae type 2

Πίν. 2, Εικ. 4 – Πίν. 6, Σχ. 12

Φύλλα: Τμήμα ασύμμετρου φύλλου από το οποίο απουσιάζει η κορυφή και η βάση. Το αρχικό του μήκος είναι γύρω στα 10 εκ. ενώ το μέγιστο πλάτος ξεπερνά τα 3 εκ.

Το έλασμα είναι επίμηκες με περιφέρεια μάλλον πριονωτή. Η κεντρική νεύρωση είναι κυρτή, ενώ οι δευτερεύουσες νευρώσεις είναι πυκνές, ευθύγραμμες και καταλήγουν στις παρυφές του φύλλου.

Lauraceae

Ενδιαίτημα - Εξάπλωση: Πρόκειται για θάμνους και δένδρα με 30 σύγχρονα γένη και περίπου 3.500 είδη διαδεδομένα από την τροπική έως τη θερμή εύκρατη ζώνη όλων των Ηπείρων, σε δάση δαφνόφυλλα αλλά και μεικτά μεσοφυτικά. Το είδος *Laurus nobilis* L. που φύεται σε υγρές και θερμές περιοχές της Μεσογείου, ανήκει σε τούτη την οικογένεια.

Τα σύγχρονα είδη της οικογένειας Lauraceae παρουσιάσουν έντονη ποικιλομορφία φύλλου με αποτέλεσμα την αντιμετώπιση δυσχερειών στην ταξινόμηση των απολιθωμένων φύλλων. Για το λόγο αυτό ο Mai (1995) υποστήριξε τη χρησιμοποίηση τριών «τύπων» taxa: *Cinnamomophyllum, Laurophyllum* και *Laurophyllites*, κάθε ένας από τους οποίους περιλαμβάνει σύνολο διαφορετικών βιολογικά ειδών που ο διαχωρισμός τους είναι επισφαλής.

Στις απολιθωμένες χλωρίδες του Ελλαδικού χώρου έχουν βρεθεί μέχρι σήμερα πάρα πολλά είδη της Οικογένειας Lauraceae.

Cinnamomum lanceolatum Unger

Πίν. 4, Σχ. 23,24

Φύλλα: Ένα ολόκληρο φύλλο καθώς και τμήμα φύλλου με αρχικό μήκος 4 έως 5 εκ. και μέγιστο πλάτος 1 εκ. Το έλασμα εμφανίζεται στενό, γραμμοειδές, με στρογγυλεμένη κορυφή και σφηνοειδή βάση. Η νεύρωση είναι ακρόδρομη, με ένα κύριο ζεύγος λεπτών νευρώσεων 2^{ης} τάξης που ξεκινά από τη βάση και κοντές δευτερεύουσες νευρώσεις στο ανώτερο τμήμα του ελάσματος. Η κεντρική νεύρωση είναι ευθύγραμμη και σχετικά λεπτή. Η χαρακτηριστική νεύρωση των δύο αυτών δειγμάτων, μας επιτρέπει να τα κατατάξουμε στον τύπο Cinnamomophyllum και πιο συγκεκριμένα στο είδος, που πρώτος ο Unger περιέγραψε στην απολιθωμένη χλωρίδα της Κύμης τον προηγούμενο αιώνα ως *Cinnamomum lanceolatum* (Velitzelos et al. 1992).

Ενδιαίτημα-Εξάπλωση: Το γένος *Cinnamomum* αποτελείται από αειθαλή στοιχεία που αναπτύσσονται από τη θερμή εύκρατη έως την τροπική ζώνη της Βορείου Αμερικής και της Ν.Α. Ασίας.

Leguminosae

Ενδιαίτημα - Εξάπλωση: Κοσμοπολίτικη οικογένεια με αντιπροσώπους στις περισσότερες κλιματικές ζώνες και φυτοδιαπλάσεις. Μικρόφυλλα στοιχεία της οικογένειας έχουν ευρεία διάδοση στη Μεσογειακή λεκάνη και αποτελούν δείκτες παλαιοπεριβάλλοντος με εποχιακή ξηρασία (Berger 1954).

Leguminosae

Πίν. 6, Σχ. 17

Καρπός: Ένα αποτύπωμα από καρπό χέδρωπα μικρού μεγέθους (μήκος 2 εκ.) της οικογένειας των ψυχανθών.

Leguminosae type 1

Πίν. 4, Σχ. 9 – Πιν. 6, Σχ. 5

Φύλλα: Δύο ολόκληρα φύλλα μήκους 4-6 εκ. και μέγιστου πλάτους 1,5 εκ. Έλασμα λειόχειλο, επίμηκες-αντωοειδές, δερματώδες, ελαφρά ασύμμετρο με αποστρογγυλεμένη κορυφή και σφηνοειδή βάση. Η κεντρική νεύρωση είναι ευθεία ενώ νευρώσεις κατώτερης τάξης δεν διακρίνονται. Η μορφολογία που έχουν τα δείγματα, μας επιτρέπει να τα κατατάξουμε στην οικογένεια Leguminosae χωρίς ωστόσο να είμαστε σε θέση να αναγνωρίσουμε το γένος από το οποίο προέρχονται.

Leguminosae type 2

Πίν. 2, Εικ. 6 – Πίν. 4, Σχ. 11

Φύλλα: Ένα ολόκληρο αποτύπωμα φύλλου επιμήκως ελλειψοειδές, ελαφρά ασύμμετρο, μήκους 4 εκ. και μέγιστου πλάτους 1εκ. Η κορυφή του ελάσματος είναι αμβλεία και η βάση σφηνοειδής. Εκτός από την κεντρική νεύρωση που εμφανίζεται ευθύγραμμη, νευρώσεις κατώτερης τάξης δεν διακρίνονται, καθιστώντας τον λεπτομερέστερο ταξινομικό προσδιορισμό του δείγματος αρκετά δύσκολο.

cf. Leguminosae type 3

Πίν. 4, Σχ. 3

Φύλλα: Ένα ακέραιο φύλλο, μήκους 4 εκ και μέγιστου πλάτους περίπου στο μέσο 1,5 εκ. Η μορφή του ελάσματος είναι επιμήκως ελλειψοειδής, ασύμμετρη, με σχετικά οξεία κορυφή και αμβλεία έως αποστρογγυλεμένη βάση. Το κράσπεδο του ελάσματος είναι λειόχειλο. Οι νευρώσεις 2^{ης} τάξεις, οι οποίες είναι καμπυλόδρομες και σε αντίθεση με την κύρια νεύρωση δεν παρουσιάζουν καλή διατήρηση. Σε ορισμένα σημεία του ελάσματος οι νευρώσεις ανώτερου βαθμού είναι αρκετά εμφανείς. Το πιο πιθανό είναι να πρόκειται για φυλλάριο από σύνθετο φύλλο της οικογένειας των Ψυχανθών.

Leguminosae type 4

Πίν. 2, Εικ. 7 – Πίν. 5, Σχ. 24

Φύλλα: Ένα ολόκληρο φύλλο, μήκους 2,5 εκ. και μέγιστου πλάτους 1 εκ. Το έλασμα είναι ωοειδής έως λογχοειδής, οξυκόρυφο, με λειόχειλες παρυφές και πλατιά, ασύμμετρη, έως αποστρογγυλεμένη βάση. Η ασυμμετρία της βάσης αποτελεί το χαρακτηριστικό εκείνο που επιτρέπει την ταξινόμηση του δείγματος στην οικογένεια των Leguminosae. Από τις νευρώσεις του ελάσματος μόνο η κεντρική είναι εμφανής κοντά στη βάση του φύλλου.

Leguminosae type 5

Πίν. 2, Εικ. 8 – Πίν. 6, Σχ. 2

Φύλλα: Ένα ολόκληρο φύλλο του οποίου τα μορφολογικά χαρακτηριστικά διατηρούνται σε άριστη κατάσταση. Έχει μήκος 3,5 εκ. και μέγιστο πλάτος 1,5 εκ. περίπου. Το σχήμα του ελάσματος είναι ωοειδές και το κράσπεδο λειόχειλο. Η βάση εμφανίζεται αρκετά ασύμμετρη ενώ η κορυφή είναι αποστρογγυλεμένη. Η νεύρωση είναι καμπτόδρομη με το κεντρικό νεύρο σχεδόν ευθύγραμμο και τις δευτερεύουσες νευρώσεις να σχηματίζουν, ανά δύο, τόξα στις παρυφές του ελάσματος.

Rhamnaceae

cf. *Zizyphus* sp.

Πίν. 2, Εικ. 9,10 – Πίν. 4, Σχ. 22 – Πίν. 5, Σχ. 19,20 – Πίν. 6, Σχ. 4,14

Φύλλα: Η οικογένεια Rhamnaceae αντιπροσωπεύεται στη συνάθροιση των Βρυσών από τέσσερα ολόκληρα απολιθωμένα φύλλα και τέσσερα τμήματα φύλλων του γένους *Zizyphus*. Το μήκος του ελάσματος κυμαίνεται από 4 έως 6 εκ. και το μέγιστο πλάτος από 2 έως 4 εκ. Πρόκειται για φύλλα επιμήκη, ωοειδή, αμβλυκόρυφα, με βάση πλατιά, σφηνοειδή ή αποστρογγυλεμένη. Το κράσπεδο χαρακτηρίζεται λιγότερο ή περισσότερο ως οδοντωτό. Από τη βάση της κύριας νεύρωσης εξέρχεται ένα ζεύγος βασικών νευρώσεων οι οποίες σχηματίζουν ανοικτά τόξα παράλληλα προς την περιφέρεια του ελάσματος. Σε ορισμένα δείγματα διατηρούνται λεπτομέρειες από τις νευρώσεις ανώτερου βαθμού. Η μορφολογία των φύλλων και κυρίως η χαρακτηριστική νεύρωση επιτρέπουν την κατάταξή των δειγμάτων στο γένος *Zizyphus*. Το γένος αυτό βρέθηκε και από τον Βελιτζέλο (1990) σε άνω Μειοκαινικά στρώματα της Κρήτης και σε Ολιγοκαινικές αποθέσεις της ανατολικής Θράκης.

Ενδιαίτημα - Εξάπλωση: Περιλαμβάνει περίπου 50 είδη φυλλοβόλων δένδρων και θάμνων με ευρεία εξάπλωση στις θερμότερες περιοχές της γης και ιδιαίτερα στις τροπικές περιοχές της Ασίας και της Αμερικής. Στοιχεία του γένους *Zizyphus* απαντώνται και στη Μεσογειακή λεκάνη.

Rosaceae

Rosaceae

Πίν. 4, Σχ. 8

Φύλλα: Ένα τμήμα (κάτω μισό) δερματώδους φύλλου, μήκους 2,5 εκ. και πλάτους μικρότερου από 1,5 εκ. με έλασμα μορφής στενής ελλειψοειδής μέχρι λογχοειδής. Οι παρυφές είναι πριονωτές και η βάση ελαφρά ασύμμετρη, στρογγυλεμένη. Η κεντρική νεύρωση είναι ισχυρή και ευθεία. Με βάση τα ιδιαίτερα γνωρίσματα που έχουν διατηρηθεί σε αυτό το δείγμα μάλλον πρόκειται για φυλλάριο σύνθετου φύλλου της οικογένειας Rosaceae.

Ενδιαίτημα - Εξάπλωση: Περιλαμβάνει περί τα 110 γένη με 3250 κοσμοπολίτικα είδη εκ των οποίων τα περισσότερα σήμερα φύονται στην Ανατολική Ασία, στη

Βόρεια Αμερική και στην Ευρώπη. Είναι δένδρα ή θάμνοι συνήθως με σύνθετα φύλλα, φυλλοβόλα, σπάνια αειθαλή. Απολιθώματα της οικογένειας αυτής είναι γνωστά σαν αποτυπώματα φύλλων από το Κρητιδικό.

Salicaceae

Populus cf. *populina* (Brongniart 1822*) Knobloch 1964

Πίν. 3, Εικ. 1 – Πιν. 5, Σχ. 23

*1822 Phyllites populina Brongniart: 237

Φύλλα: Ένα ολόκληρο φύλλο άριστης διατήρησης και ένα τμήμα φύλλου που ανήκουν στο γένος *Populus*. Το έλασμα είναι ευρύ, κυκλικό, πεπλατυσμένο, μέγιστου πλάτους 5 εκ. και μήκους 4 εκ. με αποστρογγυλεμένη βάση και μικρή απεξυσμένη κορυφή. Οι παρυφές είναι οδοντωτές έως πριονωτές με το εξωτερικό άκρο των οδοντώσεων ελαφρά κεκαμένο. Από την κύρια νεύρωση εξέρχονται 5 ζεύγη λεπτών νευρώσεων 2^{ης} τάξης με τοξοειδή διάταξη. Οι νευρώσεις αυτές πριν καταλήξουν στις οδοντώσεις των παρυφών, διακλαδίζονται. Τα δείγματα διατηρούν πολλές λεπτομέρειες από τις νευρώσεις ανώτερου βαθμού.

Με βάση τα παραπάνω μορφολογικά χαρακτηριστικά, τα δείγματα είναι πιθανόν να ανήκουν στο είδος *populina*.

Ενδιαίτημα - Εξάπλωση: Το γένος *Populus* περιλαμβάνει περίπου 40 είδη της εύκρατης ζώνης του Βορείου Ημισφαιρίου. Φύονται σε υγρές τοποθεσίες, κυρίως σε όχθες ποταμών και λιμνών και αποτελούν δείκτες υγρού παλαιοπεριβάλλοντος. Στον Ελλαδικό χώρο το γένος είχε μεγάλη εξάπλωση από το ανώτερο Ολιγόκαινο έως το Πλειόκαινο με πολυάριθμα είδη. Το είδος *P. populina* συναντάται κυρίως στις Άνω Μειοκαινικές χλωρίδες (Kovar-Eder & Krainer 1990).

cf. *Salix* sp.

Πίν. 3, Εικ.2 – Πιν. 4, Σχ. 13

Φύλλα: Ένα τμήμα φύλλου (κάτω μισό) μήκους 3,5 εκ. Αρχικό μήκος 7-8 εκ. και μέγιστο πλάτος 2 εκ. Το αποτυπωμένο φύλλο είναι επίμηκες-ελλειπτικό με σχετικά

οξεία βάση. Το κράσπεδο του ελάσματος φέρει μικρές οδοντώσεις με κατεύθυνση προς τα πάνω. Η κύρια νεύρωση είναι ισχυρή, τοξοειδής και ακολουθεί το σχήμα του φύλλου ενώ νευρώσεις κατώτερης τάξης δεν διακρίνονται. Το δείγμα παρουσιάζει μέτρια διατήρηση και δεν μπορεί να αποκλειστεί η πιθανότητα να ανήκει στο γένος *Engelhardia* της οικογένειας Juglandaceae.

Ενδιαίτημα - Εξάπλωση: Το γένος *Salix* περιλαμβάνει περίπου 500 είδη κοσμοπολίτικων, φυλλοβόλων, σπάνια αειθαλών θάμνων και δένδρων που αναπτύσσονται σε όλες τις κλιματικές ζώνες με πιο έντονη παρουσία στις εύκρατες περιοχές. Ευδοκιμούν σε θέσεις υγρές κοντά σε ποτάμια ή λίμνες. Απολιθωμένα φύλλα του γένους αυτού είναι γνωστά στα τριτογενή στρώματα της Ευρώπης.

Ulmaceae

Ulmaceae

Πίν. 3, Εικ. 3 – Πίν. 4, Σχ. 15,16

Φύλλα: Ένα ολόκληρο αποτύπωμα φύλλου, μήκους 5 εκ. και μέγιστου πλάτους 3 εκ. περίπου. Το έλασμα είναι πλατύ ωοειδές έως ρομβοειδές με μάλλον πριονωτή περιφέρεια πτερωτή νεύρωση και στρογγυλεμένη, ελαφρώς ασύμμετρη βάση. Η κύρια νεύρωση είναι ευθύγραμμη, ισχυρή και διακλαδίζεται σε 8 ζεύγη κρασπερόδρομων νευρώσεων $2^{ης}$ τάξης οι οποίες καταλήγουν στις οδοντώσεις του ελάσματος. Η μορφολογία του φύλλου μας επιτρέπει την κατάταξη του δείγματος στην οικογένεια Ulmaceae.

Επίσης αναγνωρίστηκε ένα τμήμα φύλλου μήκους 2 εκ. (αρχικό μήκος περίπου 4 εκ.) και πλάτους 2,5 εκ που ανήκει στο ίδιο taxon.

Ενδιαίτημα - Εξάπλωση: Η οικογένεια Ulmaceae περιλαμβάνει δένδρα και θάμνους, φυλλοβόλα ή αειθαλή με 150 είδη που κατανέμονται σε 15 γένη. Συναντώνται κυρίως στην εύκρατη ζώνη ενώ υπάρχουν και ορισμένα είδη που αναπτύσσονται σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές του Β. Ημισφαιρίου. Απολιθώματα της οικογένεια αυτής αναφέρονται από το ανώτερο Κρητιδικό, με μεγαλύτερη συχνότητα στο Τριτογενές.

Ulmus sp.

Πίν. 3, Εικ. 4 – Πίν. 4, Σχ. 17

Φύλλα: Ένα ολόκληρο φύλλο δερματώδες, μικρού μεγέθους με μήκος λιγότερο από 2 εκ. και μέγιστο πλάτος 1 εκ. Παρουσιάζει σχήμα αντωοειδές με έντονα ασύμμετρη βάση, μορφολογικό γνώρισμα που παραπέμπει στην οικογένεια Ulmaceae. Η κορυφή του ελάσματος δεν διακρίνεται. Το κράσπεδο του φύλλου είναι πριονωτό έως αδρά οδοντωτό, η δε κεντρική νεύρωση ευδιάκριτη και ισχυρή, καμπυλόγραμμη. Οι νευρώσεις 2^{ης} τάξης αποτελούνται από 5 ζεύγη, είναι ευδιάκριτες, τοξωτές, σπάνια διακλαδισμένες και καταλήγουν στις οδοντώσεις του περιθωρίου.

Ενδιαίτημα - Εξάπλωση: Συμμετέχουν στο σχηματισμό φυλλοβόλων και μεικτών μεσοφυτικών δασών του Β. Ημισφαιρίου.

Απροσδιόριστα Δείγματα

Fgen. *Dicotylophyllum* type 1

Πίν. 3, Εικ. 5 – Πίν. 4, Σχ. 12

Φύλλα: Ένα ολόκληρο φύλλο, άριστης διατήρησης, νεφροειδές, μήκους 2,5 εκ και πλάτους 4 εκ., λειόχειλο, με καρδιοειδή βάση. Η νεύρωση του ελάσματος είναι ευδιάκριτη, διχοτομική. Με βάση τα μορφολογικά του χαρακτηριστικά, πιθανόν το φύλλο να ανήκει στο γένος *Aristolochia*.

Fgen. *Dicotylophyllum* type 2

Πίν. 3, Εικ. 6 – Πίν. 6, Σχ. 8

Φύλλα: Ένα ολόκληρο φύλλο αρχικού μήκους 3,5 εκ. και μέγιστου πλάτους 2 εκ. στο μέσο του ελάσματος. Η βάση του φύλλου είναι στρογγυλεμένη, ελαφρώς ασύμμετρη, ενώ η κορυφή δεν έχει διατηρηθεί. Οι παρυφές του ελάσματος είναι μάλλον λείες. Από την κεντρική νεύρωση που είναι ισχυρή και καμπυλόδρομη εξέρχονται έξι ζεύγη νευρώσεων 2^{ης} τάξης που στο κράσπεδο του ελάσματος διχοτομούνται. Η ταξινόμηση

του δείγματος είναι δύσκολη. Πιθανόν να ανήκει στο γένος *Quercus* ή στην οικογένεια Leguminosae.

Fgen. *Dicotylophyllum* type 3

Πίν. 6, Σχ. 9

Φύλλα: Ένα φύλλο έντονα ασύμμετρο, αρκετά καλής διατήρησης. Το μήκος του είναι 4 εκ. και το μέγιστο πλάτος του 2 εκ. Η περιφέρεια του ελάσματος είναι οδοντωτή. Από την κεντρική νεύρωση που είναι έντονα καμπυλωτή διακλαδίζονται δευτερεύουσες νευρώσεις, ευθύγραμμες που καταλήγουν στις οδοντώσεις του φύλλου. Πιθανόν να προέρχεται από τις οικογένειες Ulmaceae ή Leguminosae.

Fgen. *Dicotylophyllum* type 4

Πίν. 4, Σχ. 10

Φύλλα: Ένα ολόκληρο φύλλο μήκους 4 εκ. και μέγιστου πλάτους 1,5 εκ. Το έλασμα είναι λειόχειλο, επίμηκες-αντωοειδές, δερματώδες, με αποστρογγυλεμένη κορυφή και σφηνοειδή βάση. Η κεντρική νεύρωση είναι ευθεία, ενώ νευρώσεις κατώτερης τάξης δεν διακρίνονται. Η μέτρια διατήρηση του δείγματος δεν επιτρέπει την ασφαλή ταξινόμησή του. Είναι πιθανό να ανήκει στην οικογένεια των Leguminosae.

Fgen. *Dicotylophyllum* type 5

Πίν. 4, Σχ. 6,7 - Πίν. 5, Σχ. 18

Φύλλα: Τρία αποτυπώματα φύλλων, μήκους 4-5 εκ. και πλάτους κάτω από 2 εκ. στενά, επιμήκη-ελλειψοειδή, ασθενώς ασύμμετρα. Η βάση εμφανίζεται ελαφρώς καρδιοειδής, η κορυφή στρογγυλεμένη ενώ το περίγραμμα του ελάσματος είναι λεπτά-πριονωτό. Η κεντρική νεύρωση διακρίνεται έντονα, είναι ευθεία και πριν καταλήξει στην κορυφή κάμπτεται ελαφρώς. Οι νευρώσεις ανώτερης τάξης είναι δυσδιάκριτες. Τα δείγματα αυτά πιθανόν να ανήκουν στην οικογένεια Ramnaceae ή σε αειθαλή μορφή του γένους *Quercus*.

Fgen.* Dicotylophyllum *type 6

Πίν. 6, Σχ. 11,13

Φύλλα: Δύο φύλλα αντωοειδούς μορφής, αρχικού μήκους 7-9 εκ και μέγιστου πλάτους 2-3 εκ. με κυματοειδώς οδοντωτές παρυφές. Η βάση του ελάσματος χαρακτηρίζεται αμβλεία, ενώ η κορυφή δεν διατηρήθηκε. Τόσο η κεντρική νεύρωση όσο και νευρώσεις ανώτερης τάξης δεν διακρίνονται δυσχεραίνοντας την ταξινομική κατάταξη του δείγματος.

Fgen. *Dicotylophyllum* type 7

Πίν. 3, Εικ. 7 - Πίν. 4, Σχ. 21

Φύλλα: Ένα αποτύπωμα ολόκληρου φύλλου, μήκους 6 εκ. και μέγιστου πλάτους 2 εκ. Το έλασμα είναι επίμηκες-ελλειψοειδές, λειόχειλο, με αποστρογγυλεμένη κορυφή και αμβλεία βάση, σχετικά ασύμμετρη. Η νεύρωση είναι πτερωτή. Από το κεντρικό νεύρο που είναι καμπυλόγραμμο και ευδιάκριτο, ξεκινούν έξι ζεύγη λεπτών νευρώσεων 2^{ης} τάξης, τοξοειδείς που σχηματίζουν με την κύρια νεύρωση οξείες γωνίες.

Fgen. *Dicotylophyllum* type 8

Πίν. 6, Σχ. 6

Φύλλα: Ένα αποτύπωμα φύλλου το οποίο έχει διατηρηθεί σε πολύ καλή κατάσταση. Το έλασμα είναι καρδιόσχημο, αρχικού μήκους 7 εκ. και μέγιστου πλάτους 4 εκ. με απεξυσμένη κορυφή και καρδιοειδής βάση. Η περιφέρεια του ελάσματος φέρει οδοντώσεις ποικίλου μεγέθους. Το πλέγμα των νευρώσεων διατηρείται αρκετά καλά. Η κεντρική νεύρωση είναι ελαφρώς κεκαμένη και διακλαδίζεται κατ' εναλλαγή σε δευτερεύουσες νευρώσεις καμπυλόδρομες οι οποίες πριν τις παρυφές του ελάσματος διχοτομούνται.

Fgen. *Dicotylophyllum* type 9

Πίν. 4, Σχ. 29

Φύλλα: Ένα αποτύπωμα σχεδόν ολόκληρου φύλλου (η κορυφή απουσιάζει). Φύλλο ευρύ, ωοειδές-επίμηκες, μακρόμισχο, με βάση καρδιόσχημη. Το μέγιστο πλάτος του ελάσματος ξεπερνά τα 3 εκ. ενώ το αρχικό μήκος κυμαίνεται από 5 έως 6 εκ. Το

κράσπεδο του ελάσματος είναι ελαφρώς κυματοειδές. Από την κύρια νεύρωση η οποία είναι ισχυρή και ευδιάκριτη, εξέρχονται πυκνές νευρώσεις 2^{ης} τάξης ελαφρώς τοξοειδείς που καταλήγουν στο κράσπεδο του ελάσματος. Οι γωνίες έκφυσης των νευρώσεων 2^{ης} τάξης στο κάτω μέρος του φύλλου είναι σχεδόν ορθές, ενώ καθώς προσεγγίζουμε την κορυφή μετατρέπονται σε οξείες. Νευρώσεις κατώτερης τάξης δεν διακρίνονται.

Fgen. *Dicotylophyllum* type 10

Πίν. 4, Σχ. 25,26

Φύλλα: Ένα ακέραιο φύλλο και ένα τμήμα φύλλου μήκους 6 έως 7 εκ. και μέγιστου πλάτους 1,5 έως 2 εκ. Το σχήμα του ελάσματος είναι επίμηκες, με αμβλεία κορυφή, σφηνοειδής βάση και λειόχειλη περιφέρεια. Η κύρια νεύρωση είναι ευδιάκριτη, ευθεία και ισχυρή. Λόγω της κακής διατήρησης του πλέγματος των νευρώσεων δεν είναι δυνατός ο ταξινομικός προσδιορισμός των δειγμάτων. Πιθανόν να ανήκουν στο γένος *Myrica*.

Fgen. *Dicotylophyllum* type 11

Πίν. 3, Εικ. 8 - Πίν. 6, Σχ. 10

Φύλλα: Ένα δείγμα από φύλλο επίμηκες-ελλειψοειδές του οποίου η κορυφή δεν διατηρήθηκε. Το αρχικό μήκος του φύλλου ξεπερνά τα 8 εκ. ενώ το μέγιστο πλάτος είναι περίπου 2 εκ. στο μέσο του φύλλου. Το κράσπεδο του ελάσματος είναι λειόχειλο, με βάση που μπορεί να χαρακτηριστεί ως σφηνοειδής. Από τις νευρώσεις του φύλλου μόνο η κύρια νεύρωση έχει αποτυπωθεί η οποία είναι ισχυρή και ευθύγραμμη.

Fgen. *Dicotylophyllum* type 12

Πίν. 5, Σχ. 21

Φύλλα: Ένα μικρό φύλλο, μήκους κάτω από 3 εκ. και πλάτους 1,5 εκ. Το σχήμα του ελάσματος είναι ωοειδές, με αποστρογγυλεμένη βάση που καταλήγει σε κοντό μίσχο. Οι παρυφές του φύλλου είναι πριονωτές ενώ η κεντρική νεύρωση είναι ισχυρή,

ευδιάκριτη και ευθύγραμμη. Τα φυσιογνωμικά χαρακτηριστικά του φύλλου αυτού παραπέμπουν σε είδη του γένους *Quercus* ή της οικογένειας Rosaceae.

Fgen. *Dicotylophyllum* type 13

Πίν. 4, Σχ. 1

Φύλλα: Ένα αποτύπωμα φύλλου μήκους 5 εκ και μέγιστου πλάτους, περίπου στο μέσο του ελάσματος, 2 εκ. Το σχήμα του φύλλου είναι επιμήκως ελλειψοειδές με οξεία βάση, ελαφρώς ασύμμετρη και κράσπεδο λειόχειλο. Το κορυφαίο τμήμα του ελάσματος δεν διασώθηκε. Η νεύρωση είναι πτερωτή. Από την κεντρική νεύρωση, η οποία είναι ευδιάκριτη και ισχυρή, εξέρχονται ζεύγη νεύρων 2^{ης} τάξης σε οξείες γωνίες μικρότερες των 45° που ανά δύο συνδέονται σε ανοικτά τόξα στην περιφέρεια του φύλλου.

Fgen. *Dicotylophyllum* type 14

Πίν. 4, Σχ. 14

Φύλλα: Ένα ολόκληρο φύλλο στενό, επίμηκες-ελλειψοειδές, με οξεία βάση και ελαφρώς απεξυσμένη κορυφή. Μήκος φύλλου 5 περίπου εκ. και μέγιστο πλάτος 1 εκ. Το κράσπεδο του ελάσματος είναι μάλλον λειόχειλο. Η κύρια νεύρωση είναι ισχυρή, ευδιάκριτη, ελαφρά κεκαμένη, ενώ οι νευρώσεις κατώτερης τάξης δεν διακρίνονται. Η κακή διατήρηση του πλέγματος των νευρώσεων δεν μας επιτρέπει να προσδιορίσουμε ακριβώς την ταξινομική ομάδα από την οποία προέρχεται το δείγμα. Τα γένη *Salix* και *Olea* είναι τα πιο πιθανά.

Fgen. *Dicotylophyllum* type 15

Πίν. 6, Σχ. 7

Φύλλα: Πρόκειται για το αποτύπωμα φύλλου που έχει τη μεγαλύτερη επιφάνεια ελάσματος που εντοπίσαμε στη λεκάνη των Βρυσών. Το μήκος του ξεπερνά τα 16 εκ. ενώ το μέγιστο πλάτος τα 4 εκ. Το σχήμα του είναι επίμηκες-ελλειψοειδές, ευρύ με λείες παρυφές. Η κορυφή είναι αποστρογγυλεμένη ενώ η βάση σχετικά σφηνοειδής. Δυστυχώς εκτός από την κύρια νεύρωση η οποία είναι ευθύγραμμη και πολύ ισχυρή, οι νευρώσεις ανώτερης τάξης δεν διατηρήθηκαν γεγονός που δυσχεραίνει την ταυτοποίηση του δείγματος.

Fgen. *Dicotylophyllum* type 16

Πίν. 4, Σχ. 5

Φύλλα: Ένα ολόκληρο αποτύπωμα φύλλου, σπατουλοειδές, μήκους 3,5 εκ. και μέγιστου πλάτους 1εκ. Οι παρυφές του ελάσματος είναι λείες, η κορυφή στρογγυλεμένη και η βάση σφηνοειδής. Η κύρια νεύρωση εμφανίζεται ευθύγραμμη και ευδιάκριτη σε αντίθεση με τις νευρώσεις κατώτερης τάξης που δεν διακρίνονται. Πιθανόν να ανήκει στην οικογένεια Leguminosae.

Fgen. *Dicotylophyllum* type 17

Πίν. 5, Σχ. 25

Φύλλα: Ένα ολόκληρο, μεγάλο φύλλο, μήκους 7 εκ. και μέγιστου πλάτους 4,5 εκ. πλατύ, ωοειδές έως ελλειψοειδές, ελαφρά ασύμμετρο. Το κράσπεδο του ελάσματος είναι αδρά οδοντωτό έως πριονωτό, ωστόσο δεν έχει διατηρηθεί επαρκώς ώστε να μας δώσει την δυνατότητα να προβούμε σε ακριβή ταξινόμηση. Το έλασμα παρουσιάζει αποστρογγυλεμένη έως καρδιοειδή βάση και στρογγυλεμένη κορυφή. Η κύρια νεύρωση είναι ευδιάκριτη και ισχυρή, διαγράφει δε καμπυλωτή διαδρομή εκ της οποίας εξέρχονται τουλάχιστο 7 ζεύγη νευρώσεων δεύτερης τάξης, χωρίς διακλαδώσεις, που καταλήγουν στις οδοντώσεις του ελάσματος. Νευρώσεις ανώτερης τάξης δεν διακρίνονται. Το δείγμα είναι πιθανό να ανήκει στο γένος *Alnus*.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η απολιθωμένη χλωρίδα των Βρυσών εντοπίστηκε μέσα σε εναλλαγές μαργαϊκών και ασβεστολιθικών στρωμάτων της ενότητας των Βρυσών, ένα χιλιόμετρο νότια του ομώνυμου οικισμού. Τα ιζηματογενή αυτά στρώματα χρονολογούνται στο ανώτερο Τορτόνιο-κατώτερο Μεσήνιο πριν από 6-7 εκατομμύρια χρόνια.

Η απολίθωση πραγματοποιήθηκε σε κλειστές, ρηχές θαλάσσιες λεκάνες, ενώ το φυτικό υλικό προήλθε από τη βλάστηση που κάλυπτε τη γύρω πεδινή παραλιακή περιοχή των Βρυσών, αλλά και τους πρόποδες των Λευκών Ορέων. Η μεταφορά τους στο χώρο απολίθωσης πραγματοποιήθηκε κυρίως με τη βοήθεια ενός ποταμού που εκείνη την εποχή διέσχιζε την περιοχή χωρίς ωστόσο να παραβλέπεται και η συμβολή ισχυρών ανέμων.

Η παλαιοχλωρίδα των Βρυσών η οποία απαρτίζεται κυρίως από αγγειόσπερμα, χαρακτηρίζεται μικρόφυλλη αφού η πλειοψηφία των φύλλων που βρέθηκαν παρουσιάζουν μέγεθος ελάσματος κάτω των 20 cm^2. Από τη συστηματική μελέτη των χλωριδικών της στοιχείων, γίνεται φανερή η επικράτηση των φυλλοβόλων (40%) με τη σημαντική ωστόσο παρουσία δαφνόφυλλων (21%) και σκληρόφυλλων (21%) στοιχείων. Ως εκ τούτου η χλωρίδα των Βρυσών μπορεί να θεωρηθεί αντιπροσωπευτική του Ευρωπαϊκού Νεογενούς.

Από τα απολιθωμένα φυτικά υπολείμματα αναγνωρίστηκαν τα παρακάτω taxa:

cf. *Acer* sp.
Acer Ser. *Monspessulana*
Buxus sp.
Quercus cf. *mediterranea*
Quercus sp.
cf. *Parrotia pristina*
cf. *Juglans* sp.
Juglandaceae
Cinnamomum lanceolatum
Leguminosae
cf. *Zizyphus* sp.
Rosaceae
cf. *Salix* sp.
Populus cf. *populina*
Ulmus
Ulmaceae
Poaceae/Cyperaceae
Tetraclinis sp.
Pinus sp.

Η πλειονότητα των σύγχρονων ανάλογων ειδών της απολιθωμένης χλωρίδας αναπτύσσεται στη θερμή Εύκρατη έως Υποτροπική κλιματική ζώνη του Βορείου Ημισφαιρίου.

Η άνω Μειοκαινική βλάστηση της Δυτικής Κρήτης με βάση τα φυτικά ευρήματα διαρθρώνεται σε πέντε (5) ζώνες με βάση κυρίως το υψόμετρο και την υγρασία.

Από την εξέταση της φυσιογνωμίας και της χλωριδικής σύστασης της απολιθωμένης συνάθροισης, διαπιστώνουμε ότι το κλίμα που επικρατούσε στη Δυτική Κρήτη πριν από 6-7 εκατομμύρια χρόνια ήταν θερμό και υγρό με ασθενή εποχιακή ξηρασία κατά τους θερμούς μήνες. Οι τιμές των θερμοκρασιακών παραμέτρων του παλαιοκλίματος των Βρυσών δεν διαφοροποιούνται σημαντικά από τα σημερινά επίπεδα, ενώ το ύψος των βροχοπτώσεων ήταν 1,5 έως 2,5 φορές μεγαλύτερο. Με βάση την κλιματική κατάταξη του Köppen το παλαιοκλίμα των Βρυσών ορίζεται μεταξύ Cfa και Csa.

Η χλωρίδα των Βρυσών παρουσιάζει παρόμοιο χαρακτήρα με εκείνη της Μακριλιάς, η οποία είναι η μοναδική συνάθροιση μακρο-απολιθωμάτων της Κρήτης που έχει μέχρι σήμερα μελετηθεί. Ωστόσο, η χλωρίδα των Βρυσών χαρακτηρίζεται φτωχότερη με σχετικά λιγότερα τροπικά στοιχεία.

Συγκρινόμενη με τις Νεογενείς χλωρίδες της λοιπής Ελλάδας εμφανίζει επίσης αρκετές ομοιότητες, χλωριδικά όμως βρίσκεται πλησιέστερα στην άνω Μειοκαινική χλωρίδα της Χίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Achhal A., Akabli O., Barbero M., Benabid A., M'Hirit A., Peyre C., Quezel P. & Rivas-Martinez S. 1980. A propos de la valeur bioclimatique et dynamique de quelques essences forestieres au Maroc. Ecol. Medit. **4**: 211-248.

Andrews H. N. 1961. Studies in Paleobotany. John Wiley and sons, New York and London. 487 S.

Angelier J., Lymberis N., Le Pichon X., Berrier E. & Huchon P. 1982. The tectonic development of the Hellenic arc and Sea of Crete: A synthesis. Tectonophysics **86**: 159-196.

Αραμπατζής Θ. Ι. 1998, 2001. Θάμνοι και δένδρα στην Ελλάδα. Τ.Ε.Ι. Καβάλας. Τόμος **Ι** σελ. 292, Τόμος **ΙΙ** σελ.435.

Bailey I. W. & Sinnott E.W. 1915. A botanical index of Cretaceous and Tertiary climates. Science **41**: 831-834 Washington, New York..

Bailey I. W. & Sinnott E.W. 1916. The climatic distribution of certain types of angiosperm leaves. Am. J. Bot. **3**: 24-39 Washington.

Barbero M., Loisel R. & Quezel P. 1992. Biogeography, ecology and history of Mediterranean *Quercus ilex* ecosystem. In: Romane F. & Tarradas J.: *Quercus ilex* L. ecosystems: function, dynamics and management: 19-34 Dordrecht (Kluwer).

Barbero M. et Quezel P. 1980. La vegetation de Crete. Ecol. Medit. **5**: 175-210.

Benda L., Hiltermann H., Kuss S. E. & Symeonidis N. K. 1968. Der erste Mastodon-fund der insel Kreta. Ann. Geol. des pays Hellen. **21**: 167-177.

Benda L., Meulenkamp J. E. & Zachariasse W. J. 1974. Biostratigraphic correlations in the eastern Mediterranean Neogene. 1. Correlation between planktonic foraminiferal, uvigerinid, sporomorphal and mammal zonations of the Cretan and Italian Neogene. Newsl. Stratigr. **3**: 205-217.

Berger V.W. 1954. Flora und Klima in Jungtertiar des wiener Beckens. Z. Deutsch. Geol. Gesellsch **105(2)**: 228-233.

Bonneau M. 1976. Esquisse structurale de la Crete alpine. Rapp. 5, Coll. Regions Egeennes, Orsey. Bull. Geol. Soc. France **2**: 155-157.

Browics K. (1982-94).Chorology of trees and shrubs in Southwest Asia and adjusent regions. Warzawa (Polish Scientific Publishers).

Creutzburg N. 1963. Η παλαιογεωγραφική εξέλιξις της νήσου Κρήτης από της Μειοκαίνου μέχρι σήμερον. Κρητικά Χρονικά **15/1**6: 336-342.

Δερμιτζάκης Μ. Δ. 1986. Στρωματογραφικά συμβάντα και γεωλογική εξέλιξη της Κρήτης κατά τον ανώτερο Καινοζωικό αιώνα. Δελτίο Σπηλ. Εταιρ. **19(2)**: 185-222.

Δερμιτζάκης Μ. Δ. 1989. Ο αποικισμός των νησιών του Αιγαίου σε σχέση με την παλαιογεωγραφική του εξέλιξη. Biologia Gallo-hellenica **14(2)**: 99-121.

Dermitzakis M.D. & Papanikolaou D. 1981. Paleogeography and geodynamics of the Aegean region during the Neogene. Ann. Geol. Pays Hellen Hors, serie fasc. **3**: 246-290.

Φυτρολάκης Ν. 1980. Η γεωλογική δομή της Κρήτης: προβλήματα, παρατηρήσεις και συμπεράσματα. Θέση επί Υφηγεσία, Ε.Μ.Π. Αθήνα, σελ. 143.

Fassoulas C. 1995. Kinematics and deformation of the nappes in central crete, Greece. Ph.D. thesis. Aristotle University, Thessaloniki.

Fassoulas C. 1999. The structural evolution of central Crete: insight into the tectonic evolution of the south Aegean. J. Geodynamics **27**: 23-43.

Φασουλάς Χ. 2000. Οδηγός υπαίθρου για τη γεωλογία της Κρήτης. Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης. Ηράκλειο σελ. 103.

Fassoulas C., Kilias A. & Mountrakis D. 1994. Post-nappe stacking extension and exhumation of the HP/LT rocks in the island of Crete, Greece. Tectonics **13**: 127-138.

Ferguson D. K. 1985. The origin of leaf-assemblages, new light on an old problem. Rev. of Palaeob. and Palyn. **46**: 117-188.

Ferguson D. K., Pingen M. Zetter R. & Hofmann C. 1998. Advances in our Knowledge of the Miocene plant assemblage from Kreuzau, Germany. Rev. of Palaeob. and Palyn. **101**: 147-177.

Fauquette S., Suc J., Guiot J., Diniz F., Feddi N., Zheng Z., Bessais E. & Drivaliari A. 1999. Climate and biomes in the West Mediterranean area during the Pliocene. Palaeo **152**: 15-36.

Φλόκας. Α. Α. 1990. Μαθήματα Μετεωρολογίας και κλιματολογίας. Α.Π.Θ. σελ. 465. Θεσ/νίκη.

Gastaldo R.A., Douglas D. P. & Mc Carroll S. M. 1987. Origin, characteristics and provenance of plant macrodetritus in a Holocene crevasse splay, Mobile Delta, Alabama. Palaios **2**: 229-240.

Gastaldo R. A. & Ferguson D. K. 1998. Reconstructing Tertiary communities: introductory remarks. Rev. of Palaeob. and Palyn. **101**: 3-6.

Γεωργιάδου-Δικαιούλια Ε. & Δερμιτζάκης Μ. Δ. 1990 .Συμβολή στη γνώση του παλαιοκλίματος της νήσου Κρήτης κατά τον ανώτερο Καινοζωικό. 163-170.

Γκανιάτσας Κ. 1967. Φυτογεωγραφία. Α.Π.Θ., σελ. 620. Θεσ/νίκη.

Gregor H. J. 1990. Contributions to the late Neogene and early Quaternary floral History of the Mediterranean. Rev. of Palaeob. and Palyn. **62**: 309-338.

Greuter W. 1975. Die insel Kreta – Eine geobotanische Skizze. Veroff. Geobt. Inst. ETH Etiftung Rubel **55**: 141-197.

Hably L. & Kvacek Z. 1998. Pliocene mesophytic forests surrounding crater lakes in western Hungary. Rev. of Palaeob. and Palyn. **101**: 257-269.

Hantke R. 1954. Die fossile Flora der obermiozanen Oehninger Fundstelle Schrotzburg. Denksch. Schweizer. Naturforsch. Ges. **80** : 27-118.

Hickey M. & King C. 1981. 100 families of flowering plants. Cambridge University Press.

Hutchinson J. (1973). The families of flowering plants. 968 S. Oxford (Clarendon Press).

ΙΓΜΕ 1993. Γεωλογική χαρτογράφηση της Ελλάδας σε κλίμακα 1:50.000. Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών, Αθήνα.

Jahn R. & Schonfelder P. 1995. Exkursionsflora fur Kreta. 446 S. Stuttgart (Ulmer).

Janis C. M. 1993. Tertiary mammal evolution in the context of changing climates, vegetation and tectonic events. Annu. Rev. Ecol. Syst. **24**: 467-500.

Janis C. M., Damuth J. & Theodor J. M. 2000. Miocene ungulates and terrestrial primary productivity: Where have all the browsers gone? Proc. Nat. Acad. Sci. USA **97**: 7899-7904.

Κυπριωτάκης Ζ. 1998. Συμβολή στη μελέτη της χασμοφυτικής χλωρίδας της Κρήτης. Διδακτορική διατριβή. Πανεπ. Πατρών, σελ. 197.

Kloetzli F. 1998. On the global position of the evergreen board-leaved (non-omprohilous) forest in the subtropical and temperate zones. Veroff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rubel **98** : 169-195.

Knobloch E. & Velitzelos E. 1987. New leaf floras in the Neogene of Greece. Vestnik Ustredniho Ustava Geologickeho **62(3)**: 157-164.

Köppen W. 1931. Grundriss der klimakunde. 230 S. Berlin (Walter de Gruyter and Co.).

Κοτίνη-Ζαμπάκα Σ. 1983. Συμβολή στην κατά μήνα μελέτη του κλίματος στην Ελλάδα. Διδακτορική διατριβή, τμ. Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

Kotsakis T. 1990. Insular and non Insular Vertebrate fossil Faunas in the Eastern Mediterranean islands. Biogeographical aspects in insularity. Ac. Naz. Lincei **85**: 283-334.

Kovar-Eder J. 1987. Pannonian (Upper Miocene) vegetational character and climatic inferences in the central Paratethys Area. Ann. Naturhist. Mus. Wien **88**: 117-129.

Kovar-Eder J., Hably L. & Derek T. 1995. Neuhaus/Klausenbach-eine miozane (pannone) pflanzenfundstelle aus dem sudlichen Burgenland. Jb. Geol. B. **138(2)**: 321-347.

Kovar-Eder J. & Krainer B. 1990. Faziesentwicklung und Florenabfolge des Aufschlusses worth bei Kirchberg/Raab. Ann. Naturhist. Mus. Wien **91A**: 7-38.

Kovar-Eder J. & Kvacek Z. 1995. Der Nachweis eines fertilen Zweiges von *Tetraclinis brachyodon* (Brongniart) Mai et Walter from Rodoboy, Croatia (Middle Miocene). Flora **190**:261-264.

Kovar-Eder J., Kvacek Z., Zastawniak E., Givulescu R., Halby L., Mihajlovic D., Teslenko J. & Walter H. 1995. Floristic trends in the vegetation of the Paratethys surrounding areas during Neogene time. In: Bernor R. & Fahlbusch V. Later Neogene European Biotic Evolution and Stratigraphic Correlation, Columbia Press.

Krussmann G. 1960-1962. Handbuch der Laubgeholze. Band **1**: 495 S., Band **2**: 605S., Berlin (Paul Parey).

Krussmann G. 1972. Handbuch der Nadelgeholze. 366S., Berlin (Paul Parey).

Kuss S. E. 1977. Fossil mammals of Southern Aegean islands and their relations to geodynamics of the Aegean area. Ber. Naturf. Ges. Freiburg I. Br. **67**: 143-146.

Kvacek Z. 1986. Fosilni Tetraclinis mast. (Cupressaceae). Cas. Narod. Muz. Praze **155(1-2)**: 45-56.

Kvacek Z. & Walther H. 1989. Paleobotanical studies in Fagaceae of the European Tertiary. Pl. Syst. Evol. **162**: 213-229.

Lawver L. A., Coffin M. F., Dalziel I. W. D., Gahagan L. M., Campbell D. A. & Schmitza R. M. 2001. Global Plate Tectonics, Jurassic to Present Day. University of Texas.

Lichter G. 1993. Fossil collector's Handbook. Sterling Publishing Co., Inc. New York P. 160.

Mai D. H. 1989. Development and regional differentiation of the European vegetation during the Tertiary. Pl. Syst. and. Evol. **162**: 79-91.

Mai D. H. 1995. Tertiate Vegetationsgeschichte Europas. 691 S. Jena (Gustaf Fischer).

Mai D. H. & Walther H. 1985. Die obermiozanen Floren des Weiselster-Beckens und seiner Randgebiete. Abh. Staatl. Mus. Min. Geol. Dresden **33**: 1-260.

Μάρκου-Ιακωβίδου Π. 1979. Ο υετός εις τη νήσο Κρήτη. Διατριβή επί διδακτορία. Πανεπ. Αθηνών.

Meikle R. D. 1977. Flora of Cyprus. Vol. 1. 832 S. Kew (Royal Botanical Gardens)

Meulenkamp J. E., Dermitzakis M., Georgiadou-Dikeoulia E., Jonkers H.A. & Beoger H. 1979. Field guide to the Neogene of Crete. Pubs Geol. and Paleont. Dep., Univ. Athens, Series A, **32**, Athens.

Meulenkamp J. E., Van der Zwaan G. J. & Van Wamel W. A. 1994. On late Miocene to Recent vertical motions in the Cretan segment of the Hellenic arc. Tectonophysics **234**: 53-72.

Meusel H., Jager E., Rauschert S. & Weinert T. 1965-1978. Vergleichende chorologieder zentraleuropaischen flora. S. Jena (VEB Fisher).

Μισοπολινός Ν. Δ. 1990. Γεωλογία-Πετρογραφία. Α.Π.Θ. (Γιαχούδη-Γιαπούλη), Θες/νίκη σελ.198.

Mohr B., Kohler J. & Adamek-Jacobs E. 1991. A late Miocene leaf flora from southern Crete (Greece). Paneurop. Palaeob. Conf. 26S. Wien.

Mosbrugger V. & Roth A. 1996. Biomechanics in fossil. Plant Biology Review **90**: 195-207.

Mosbrugger V. & Utescher T. 1997. The coexistence approach – a method for quantitative reconstructions of Tertiary terrestrial palaeoclimate data using plant fossils. Palaeo **134**: 61-86.

Negri A. & Villa G. 2000. Calcareous nannofossil biostratigraphy, biochronology and paleoecology at the Tortonian/Messinian boundary of the Faneromeni Section (Crete). Palaeo **156**: 195-209.

Ντάφης Σ. 1973. Ταξινόμησις της δασικής βλαστήσεως της Ελλάδος. Επιστ. Επετηρίς Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής Πανεπ. Θεσ/νίκης **15/2**: 75-91.

Palamarev E. 1989. Paleobotanical evidences of the Tertiary history and origin of the Mediterranean sclerophyll dendroflora. Pl. Syst. and Evol. **162**: 93-107.

Παπαπέτρου-Ζαμάνη Α. 1973. Φυσικογεωγραφικαί μελέται επί της νήσου Κρήτης. Διατριβή επί Υφηγεσία. Αθήναι.

Παπαπέτρου-Ζαμάνη Α. & Ψαριανός Π. 1978. Απόψεις περί της παλαιογεωγραφικής εξέλιξης της Αιγαΐδος. Annls Geol. Pays Hell. 29: 187-194

Πέννας Π. 1977. Το κλίμα της Κρήτης. Διατριβή επί διδακτορία. Α.Π.Θ., σελ. 115.

Press F. & Sevier R. 1997. Understanding Earth. P. 682.

Ψαριανός Π. Σ. Μανωλέσσου Ν. Ι. 1966. Εγχειρίδιον Παλαιοντολογίας. Πανεπ. Αθηνών.

Quezel P. 1988. Esquisse phytogeographique de la vegetation climatique potentielle das grandes iles Mediterraneennes. Bull. Ecol. **19(2-3)**: 121-127.

Rabold J. M. 1990. Das Orinoco Delta, Venezuela: Ein Modellgebiet fur die Pflanzentaphonomie und das Erhaltungspotential in fluviodeltaischen Ablagerungsraumen der Tropen. Diss. Ruprecht-Karls-Univ. 171S. Heidelberg.

Roth J. L. & Dilcher D. L. 1978. Some considerations in leaf size and leaf margin analysis of fossil leaves. Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg **30**: 165-171.

Sachse M. 1996. Die Makrilia-flora (Kreta, Griechenland) – Ein Beitrag zur Neogenen Klima- und vegetations geschichtedes ostrichen Mittelmeergebietes. Doctor der Naturwissenschaften der eidgenossischen Technischen Hochschule Zurich. 312 S.

Sachse M., Mohr B. & Suc J.-P. 1999. The Makrilia-Flora – A contribution to the Neogene History of the climate and vegetation of the Eastern Mediterranean. Acta Palaeobot. Suppl. **2**: 365-372.

Sachse M. & Mohr B.A.R. 1996. Eine obermiozane Makro- and Mikroflora aus SudKreta (Griechenland), und deven palaoklimatische Interpretation-Vorlaufige Betrachtungen. N. Jb. Geol. Palaont. Abh. **200 ½** : 149-182.

Seidel E., Kreuzer H. & Harre W. 1982. A late Oligocene/early Miocene High Pressure Belt in the external Hellenides. Geol. Jb. **E23**: 165-206.

Spicer R.A. 1989. Physiological characteristics of land plants in relation to environment through time. Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Earth Sciences **80**: 321-329.

Spicer R.A. 1991. Plant taphonomic processes, In: Allison P.A. & Briggs D.E.G. Taphonomy. Releasing the data locked in the fossil record: 71-113 New York (Plenum Press).

Spicer R. A. & Wolfe J. A. 1987. Plant taphonomy of late Holocene deposits in Trinity (Clair Engle) Lake, northern California. Paleobiology **13(2)**: 227-245.

Steininger F.F. & Rogl F. 1984. Paleogeography and palinspastic reconstruction of the Neogene of the Mediterranean and Paratethys. Special publication of the Geological society **17**: 659-668 Oxford.

Strahler A. H. & Strahler A. N. 1992. Modern physical geography. 638 S. New York (Wiley & Sons).

Takhajan A. 1969. Flowering plants, origin and dispersal. P. 310 Edinburgh.

Turland N. J., Chilton L. & Press J. R. 1993. Flora of the Cretan area. 439S. London (Natural History Museum).

Uhl D. & Mosbrugger V. 1999. Leaf venation density as a climate and environmental proxy: a critical review and new data. Palaeo **149**: 15-26.

Unger F. 1867 Fossile Flora von Kumi auf Insel Euboea. Denkschr. K. Akad. Wiss. **27**: 27-90 Wien

Βελιτζέλος Ε. 1990. Κεφάλαια παλαιοβοτανικής-εξέλιξη φυτών. Πανεπ. Αθηνών, σελ. 310.

Velitzelos E. 1991. Neue palaofloristische daten zur entwicklungsgeschichte der pflanzen im Agaisraum. Doc. Nat. **61**: 22-29.

Velitzelos E., Buzek C. & Kvacek Z. 1992. Contributions to the Miocene flora of Aliveri. Doc. Nat. **74**: 10-25.

Velitzelos E. & Gregor. H. J. 1990. Some Aspects of the Neogene Floral History in Greece. Rev. of Palaeob. and Palyn. **62**: 291-307.

Βελιτζέλος Ε., Kvacek Z. & Βελιτζελος Δ. 1999. Καινοφυτικές χλωρίδες της Ελλάδος. Πρακτικά συνεδρίου για τις προστατευόμενες περιοχές και την περιβαλλοντική εκπαίδευση. σελ. 12.

Βελιτζέλος Ε., Βελιτζέλος Δ., Παπαγιάννης Γ. & Διαμαντοπούλου Ε. 1999. Η συμβολή των Taxodiaceae–Ταξοδιΐδες στον Καινοφυτικό Ελλάδος. Πρακτικά 3ου Διεθνούς Συμποσίου διαχείρισης προστατευόμενων περιοχών και μνημείων της φύσης, σελ. 272-291.

Wang C. W. (1961). The forests of China with a survey of grassland and desert vegetation. 313 S. Cambridge (Maria Moors Cabot Found., Publ. No. 5, Harvard Univ.).

Walter H. & Lieth H. 1967. Klimadiagramm-Weltatlas. Jena (VEB Gustav Fischer).

Welter-Schultes F. W. 2000. The paleogeography of late Neogene central Crete inferred from the sedimentary record combined with *Albinaria* land snail biogeography. Palaeo **157**: 27-44.

Wolfe J. A. 1978. A Paleobotanical interpretation of Tertiary climates in the Northern Hemisphere, American Scientist **66**: 694-703.

Wolfe J. A. 1979. Temperature parameters of humid to mesic forests of Eastern Asia and relation to forests of other regions of the Northern Hemisphere and Australasia. Geol. Surv. Prof. Pap. **1106**: 1-37.

Wolfe J. A. 1985. Distribution of major vegetational types during the Tertiary. Geophys. Monogr. **32**: 357-375 Washington.

Wolfe J. A. 1989. Paleobotanical evidence for a marked temperature increases following the Cretaceous/Tertiary boundary. Nature **343**: 153-156.

Wolfe J. A. 1995. Paleoclimatic estimates from Tertiary leaf assemblages. Annu. Earth Planet. Sci. **23**: 119-142.

Zohary M. & Orshan G. 1966. An outline of the Geobotany of Crete. Israel, Journ. Bot. **14** Supel: 1-49.

Zohary M. 1947. A vegetation map of Western Palestine. J. Ecol. **13**: 1-19.