



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

Τομέας Τεκτονικής, Ιστορικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας



ΤΣΙΤΕΝΙΔΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΟΙΚΟΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΠΟΔΙΩΝ ΜΕΓΑΛΟΣΩΜΩΝ
ΕΛΑΦΟΕΙΔΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΟΥ
ΕΛΛΑΔΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2023





ΤΣΙΤΕΝΙΔΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ
Φοιτητής Τμήματος Γεωλογίας, ΑΕΜ: 5979

ΟΙΚΟΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΠΟΔΙΩΝ ΜΕΓΑΛΟΣΩΜΩΝ
ΕΛΑΦΟΕΙΔΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΟΥ
ΕΛΛΑΔΑΣ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Τεκτονικής, Ιστορικής και
Εφαρμοσμένης Γεωλογίας

Επιβλέπων

Καθηγητής ΚΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

©Τσιτενίδης Ευάγγελος, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Τεκτονικής, Ιστορικής και
Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, 2023

Με επιφύλαξη ορισμένων δικαιωμάτων. ΟΙΚΟΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ
ΜΕΤΑΠΟΔΙΩΝ ΜΕΓΑΛΟΣΩΜΩΝ ΕΛΑΦΟΕΙΔΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ
ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ– *Διπλωματική Εργασία*

©Tsitenidis Evaggelos, School of Geology, Dept. of Tectonic, Historical and Applied
Geology, 2023

Some rights reserved.

ECOMORPHOLOGICAL COMPARISON OF METAPODIA OF LARGE-BODY
CERVIDS FROM THE PLEISTOCENE OF NORTHERN GREECE– *Bachelor
Thesis*

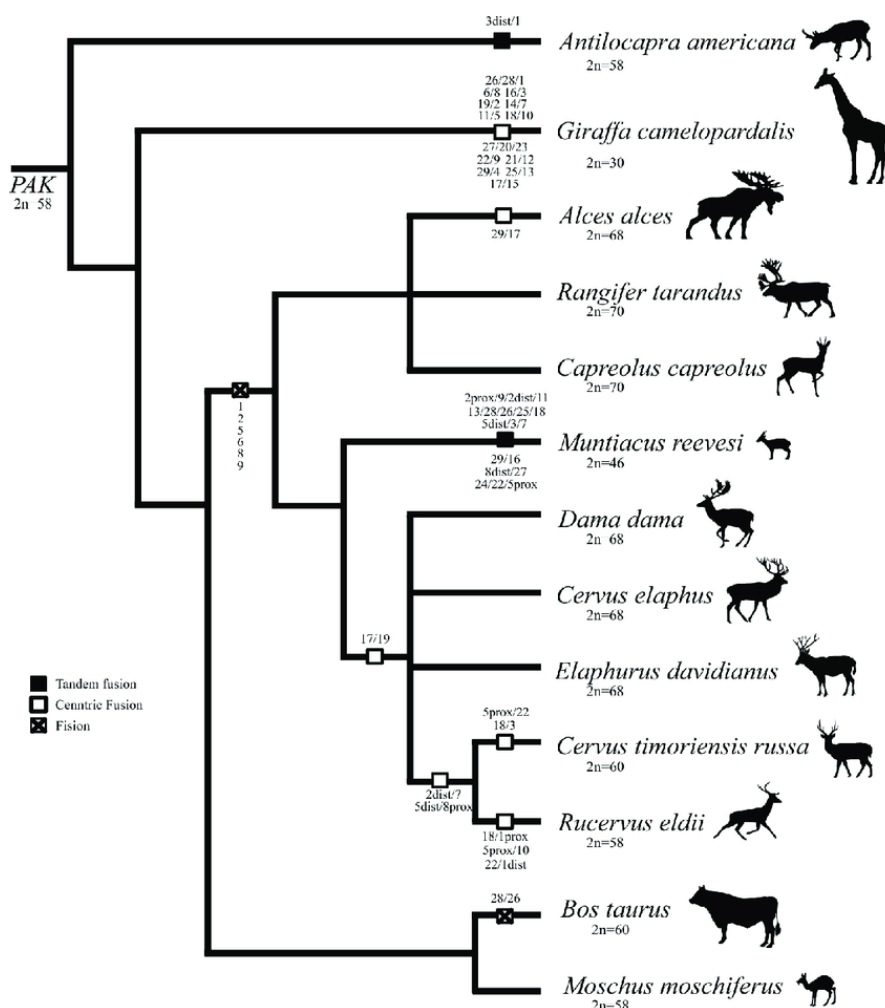


Περίληψη	σελ. 1
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή	σελ. 2
1.1 Γενικές πληροφορίες για τα ελάφια	σελ. 2
1.2 Ελάφια του Πλειστοκαίνου	σελ. 3
1.3 Οικομορφολογία	σελ. 6
Κεφάλαιο 2. Υλικό και μέθοδοι	σελ. 8
2.1 Περιοχές μελέτης και στρωματογραφικά χαρακτηριστικά	σελ. 8
2.2 Βιομετρία	σελ. 14
2.3 Υπολογισμός βάρους	σελ. 15
2.4 Μορφοοικολογικά ποιοτικά χαρακτηριστικά	σελ. 16
Κεφάλαιο 3. Αποτελέσματα	σελ. 18
3.1 Μετρήσεις μετακαρπικών και μεταταρσικών οστών	σελ. 18
3.2 Συγκριτική Βιομετρική Ανάλυση μετακαρπικών οστών	σελ. 25
3.3 Συγκριτική Βιομετρική Ανάλυση μεταταρσικών οστών	σελ. 29
3.4 Εκτίμηση βάρους	σελ. 34
3.5 Συσχέτιση βάρους/γραμμικής μεταβλητής	σελ. 36
3.6 Ποιοτική σύγκριση	σελ. 39
Κεφάλαιο 4. Συμπεράσματα – Συζήτηση	σελ. 41
Κεφάλαιο 5. Βιβλιογραφία	σελ. 43



Η οικογένεια των ελαφίδων (Cervidae, Mammalia) προέρχεται από την Ευρασία και περιλαμβάνει πολλά διαφορετικά είδη. Ωστόσο η ταξινόμησή τους δεν είναι εύκολη, λόγω του μη συμπληρωμένου αρχείου των απολιθωμάτων. Η πρώτη προσπάθεια ταξινόμησης, έγινε από τον Brooke, το 1878. Στην εποχή του Πλειστοκαίνου, υπήρχαν πολλά και διαφορετικά είδη ελαφιών, με πιο χαρακτηριστικά τα μεγαλόσωμα, όπως το *Megaloceros giganteus*. Οι εναλλαγές του κλίματος και οι παγετώδεις περίοδοι, ώθησαν αυτά τα ζώα να προσαρμόσουν τα μεταπόδια τους στα αντίστοιχα περιβάλλοντα, ώστε να επιβιώνουν και να αποφεύγουν τους θηρευτές τους. Αυτά μπορεί να ήταν, είτε ανοιχτές εκτάσεις, είτε δασώδη περιβάλλοντα. Στην Ελλάδα και πιο συγκεκριμένα στις περιοχές του Λίβακου, της Απολλωνίας, της Κρήμνης και των Πετραλώνων, βρέθηκαν δείγματα μεγαλόσωμων ελαφιών και στην παρούσα εργασία πραγματοποιείται σύγκριση μεταξύ τους, με βάση τα μεταπόδια τους. Ειδικότερα, από διαγράμματα σύγκρισης κάποιων χαρακτηριστικών, των μετακαρπικών και των μεταταρσικών οστών, καθώς και των βαρών τους, βγαίνει το συμπέρασμα ότι το είδος που ζούσε στον Λίβακο ήταν το πιο μικρό μορφολογικά. Αυτά που ζούσαν στην Κρήνη και στα Πετράλωνα παρουσιάζουν σημαντικές μορφομετρικές ομοιότητες μεταξύ τους. Ωστόσο πρόκειται για δύο διαφορετικά είδη, με αυτό των Πετραλώνων, να είναι πιθανόν λίγο μεγαλύτερο. Τέλος, το μεγαλύτερο από όλα τα μελετούμενα μεγαλόσωμα ελαφοειδή, ήταν αυτό που ζούσε στην Απολλωνία. Σε συνδυασμό της στρωματογραφίας των περιοχών, με τους τύπους των μεταποδίων, συνάγονται τα συμπεράσματα ότι στα Πετράλωνα είχε θερμό κλίμα, στέπες με διάσπαρτες δασώδεις εκτάσεις, ενώ στον Λίβακο, επικρατούσαν εκτάσεις με παρόχθια δάση σε ποταμολιμναία περιβάλλοντα. Στην Απολλωνία και στην Κρήνη, υπήρχαν πιο ανοιχτές εκτάσεις τύπου λειμώνων.

Η οικογένεια των ελαφίδων, ανήκει στο βασίλειο των ζώων, στην συνομοταξία των χορδωτών, στην ομοταξία των θηλαστικών, στην τάξη των αρτιοδακτύλων, στην υπόταξη των ευθηρίων, στην ανθυπόταξη pecora (Goldfuss, 1820, από <https://en.wikipedia.org/>). Είναι ευρασιατικής καταγωγής (Cap, 2002, Kokotini, 2020) και περιλαμβάνει μία μεγάλη ποικιλία ειδών, που είναι προσαρμοσμένη σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Σύμφωνα με τους Heckenberg and Wörheide (2019), στην ταξινόμιά τους, βοηθούν η μορφολογία των κεράτων τους, τα δόντια τους και τα μεταπόδιά τους. Σύμφωνα με μελέτες, τα ελάφια και τα βοοειδή είναι αδελφές ομάδες (Σχήμα 1). Τα βοοειδή είναι πιο κοντά στον μόσχο (Musk deer). Η μονοφυλία των παραπάνω, υποστηρίζεται από μοριακές έρευνες. Η ταξινόμηση των ελαφίδων, ήταν προβληματική, λόγω του μη συμπληρωμένου αρχείου των απολιθωμάτων. Η πρώτη προσπάθεια ταξινόμησης έγινε από τον Brooke, το 1878.



Σχήμα 1, Φυλογενετικό δέντρο, που απεικονίζει τις σχέσεις ελαφοειδών με τις υπόλοιπες ομάδες αρτιοδακτύλων και των βοοειδών (από Frohlich et al., 2017)

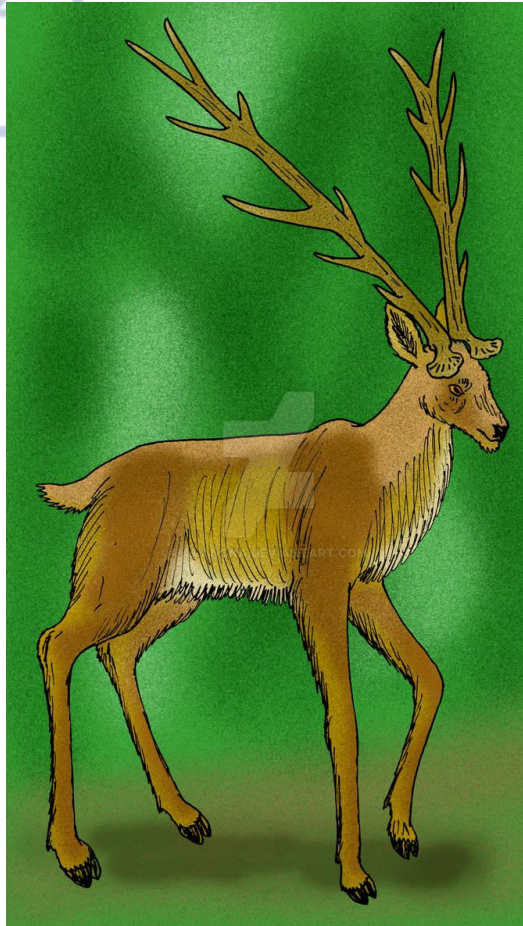
1.2 Τα Ελάφια του Πλειστοκαίνου

Σε αυτή την εργασία αναλύονται τα χαρακτηριστικά των μεγαλόσωμων ελαφιών του Πλειστοκαίνου, όσον αφορά τα μεταπόδια τους, (μετακαρπικά και μεταταρσικά οστά). Σύμφωνα με την Kokotini (2020), κάποια από τα μεγαλόσωμα ελάφια του Πλειστοκαίνου ήταν οι Μεγακερίνες όπως τα *Megaloceros giganteus*-**Σχήμα 2**, *Megaloceros savini*-**Σχήμα 3**, *Megaloceros megalocerooides*, αλλά και τα *Arvernoceros* HEITZ, 1970, *Eucladoceros* FALCONER, 1868, ο *Praemegaceros* PORTIS, 1920 και *Praedama* PORTIS, 1920.



Σχήμα 2, Αναπαράσταση του είδους *Megaloceros giganteus*,

https://www.google.com/search?q=Megaloceros+giganteus&sca_esv=567971749&tbm=isch&sxsrf=AM9HkKnQlcKANYCWzyH7NbYsk91rMagh-g1695547367659&source=Inms&sa=X&ved=2ahUKEwil7bGU9sKBAxUQR_EDHQQuA_MQ_AUoAXoECAIQAw&biw=1536&bih=715



Σχήμα 3, Αναπαράσταση του είδους *Megaloceros savini*,

https://www.google.com/search?q=Megaloceros+Savini&tbm=isch&ved=2ahUKEwjxKCV9sKBAXUi7rsIHWirBjkQ2-cCegQIABAA&oeq=Megaloceros+Savini&gs_lcp=CgNpbWcQAzIHCAAQExCABDoECCMQJzoICAAQBxAgEBM6CAgAEAUQHhATOggIABAIEB4QE1DfBFj_QWDNRGg

Σύμφωνα με τους Agustí and Antón (2002), κατά την διάρκεια του Κάτω Πλειστοκαίνου (1,8 εκατομμύρια χρόνια πριν), έλαβε χώρα μία ψυχρή περίοδος και η γύρη από την βόρεια Ευρώπη δείχνει ότι υπήρξε εξάπλωση της ψυχρής στέπας. Στην Αφρική πραγματοποιήθηκε εξάπλωση γρασιδιών και άλλων C₄ φυτών και έτσι υπήρχε μία τάση, προς την ξηρασία. Η επέκταση της στέπας και των ψυχρών συνθηκών οδήγησε στην ανάπτυξη κάποιων συγκεκριμένων ζώων, όπως του *Equus stenonis*, των μαμούθ, του *Eucladoceros senegensis*, των σαρκοφάγων και συνέβη μία διαφοροποίηση στα βοοειδή, όσον αφορά τη μορφολογία των κέρατων τους, καθώς τα κέρατά τους κατευθύνονταν προς τα μπροστά, σε αντίθεση με τα συνηθισμένα βοοειδή, στα οποία αυτά κατευθύνονται προς τα πίσω (Agustí and Antón, 2002). Αυτή την περίοδο εμφανίστηκαν στην Ευρώπη οι πρώτοι βίσωνες και οι αίγες με υποδοντικό τύπο δοντιών (Agustí and Antón, 2002). Εμφανίστηκε, ο *Megaloceros savini*, το οποίο εξαπλώθηκε από την Αγγλία έως την Γαλλία, ενώ βρέθηκε και στην Ισπανία, στην Ιταλία και στην Γερμανία (Agustí and Antón, 2002). Ήταν πιο μικρόσωμο από τα συγγενικά του είδη, με κέρατα που έφταναν τα 2 μέτρα από πλευρά σε

πλευρά, και ήταν ελαφρώς πεπλατυσμένα χωρίς το χαρακτηριστικό παλαμοειδές σχήμα του άκρου των κεράτων των συγγενικών του ειδών. Επίσης, πολύ σημαντική, ήταν η εμφάνιση του *Megaloceros giganteus*, του οποίου τα κέρατα φτάνανε τα 3,5 μέτρα από την μία πλευρά έως την άλλη. Αυτό το είδος, εξαφανίστηκε στο τέλος του Πλειστοκαίνου. Κατά Agustí and Antón (2002), κατά τους παγετώνες του Πλειστοκαίνου, η στάθμη της θάλασσας έπεσε και πολλά νησιά που ήταν απομονωμένα, ενώθηκαν με τις ηπείρους. Πολλά ζώα μετανάστευσαν σε αυτά, (Κύπρος, Σικελία, Μάλτα, Κρήτη) και έτσι πολλά ελάφια, ελέφαντες, ιπποπόταμοι και άλλες ομάδες ζώων παγιδεύτηκαν εκεί, όταν η στάθμη της θάλασσας ανέβηκε ξανά (Σχήμα 4). Το αποτέλεσμα ήταν να αλλάξουν κάποια μορφολογικά τους χαρακτηριστικά, να γίνουν πιο μικρόσωμα (τάση προς τον νανισμό), να παρουσιάσουν σμίκρυνση των άκρων, (όσον αφορά το μήκος τους), είχανε πιο στιβαρά και δυνατά άκρα, ώστε να μπορούν να μετακινούνται πιο εύκολα σε τραχιές επιφάνειες και σε πεδινά μέρη. Τέλος, κάποια ελάφια είχαν πολύ μικρά κέρατα.



Σχήμα 4, *Candiacervus*, εξαφανισμένο είδος ελαφιού, που βρέθηκε στην Κρήτη,

<https://palaeo-electronica.org/content/2018/468-834/2162-uniformity-in-variety-figures>

Κατά το ύστερο Πλειστόκαινο, υπήρξε μία μεσοπαγετώδης περίοδος και εξάπλωση της στέπας και της τούνδρας. Τότε εμφανίστηκε ο τάρανδος (Σχήμα 5), ο οποίος ήταν ένα αποδημητικό είδος και ζούσε σε τέτοιου είδους περιβάλλοντα (Agustí and Antón 2002).

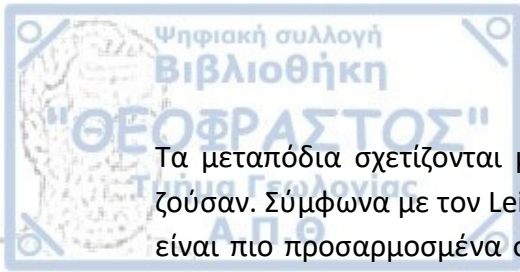


Σχήμα 5, Τάρανδος (από ecozen.gr, 2021)

1.3 Οικομορφολογία

Η οικομορφολογία ασχολείται πρωτίστως με αναλύσεις της προσαρμοστικότητας των μορφολογικών χαρακτηριστικών και όλων των εξαρτημένων, συσχετιζόμενων θεμάτων, όπως οι συγκρίσεις προσαρμογών διαφόρων οργανισμών, τροποποιήσεις προσαρμοστικών χαρακτηριστικών λόγω ανταγωνισμού και άλλων αιτιών, δομή οικολογικών κοινοτήτων, ποικιλότητα εντός ταξινομικών ειδών (Bock, 1990). Οι σύγχρονοι οικομορφολόγοι επικαλούνται τη φυσική επιλογή και την προσαρμογή για να εξηγήσουν την προσαρμογή των μορφών στο περιβάλλον (Ferry-Graham & Gibb 2018). Ο στόχος της οικομορφολογίας είναι να προσδιορίσει τη μορφολογική παραλλαγή που σχετίζεται με την οικολογία (π.χ. διατροφικές προτιμήσεις ή κινητικές συνήθειες), με στόχο να συναχθούν οικολογικά χαρακτηριστικά από μορφολογικά χαρακτηριστικά (Barr, 2018).

Σύμφωνα με την Kokotini (2020), το κύριο διαχωριστικό χαρακτηριστικό των μεγαλόσωμων ελαφιών, βρίσκεται στα κέρατα, καθώς αυτά μπορεί να εμφανίζουν διαφορετικούς αριθμούς κλάδων, παλαμοειδές άκρο ή μη, διαφορές στο μήκος της ακτίνας του κέρατος και στην συνθετότητα των κεράτων. Σύμφωνα με τους Κωστόπουλος & Κουφός (2015), άλλα ταξινομικά χαρακτηριστικά, εντοπίζονται στη δομή των δοντιών και των μεταποδίων. Τα δόντια, μπορούν να δώσουν πληροφορίες σχετικά με το είδος της τροφής των ελαφιών.



Τα μεταπόδια σχετίζονται με την κίνησή τους και το περιβάλλον στο οποίο αυτά ζούσαν. Σύμφωνα με τον Leinders (1979), τα ελάφια που ζουν στις ανοιχτές εκτάσεις είναι πιο προσαρμοσμένα σε τρέξιμο με άλματα, αλλά κατά την Köhler (1993) πιο συχνά συναντάται αυτός ο τύπος κίνησης σε δασώδεις εκτάσεις, παρά σε ανοιχτές. Σύμφωνα με την Vislobokona (2012), τα περισσότερα ελάφια κινούνται με άλματα. Τα ελάφια, που ζουν σε ανοιχτές εκτάσεις είναι γρήγοροι δρομείς, δηλαδή τρέχουν γρήγορα για να ξεφύγουν από τους θηρευτές τους, ενώ αυτά που ζουν σε δασώδεις εκτάσεις, κινούνται με τρέξιμο και άλματα (Vislobokona 2012).

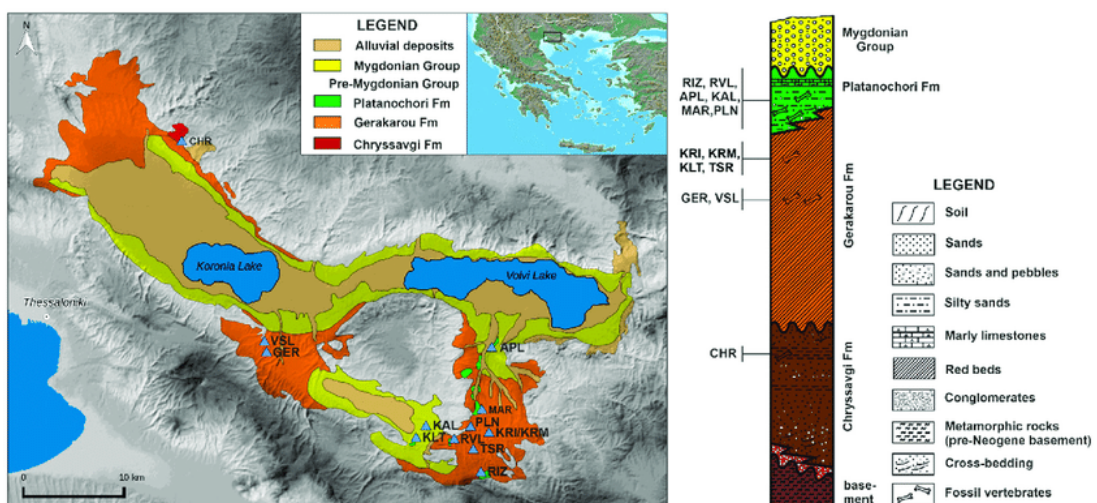
Κεφάλαιο 2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Περιοχές μελέτης και στρωματογραφικά τους χαρακτηριστικά

Οι θέσεις από όπου προήλθε το υλικό της παρούσας μελέτης ήταν οι εξής τέσσερις : Λίβακος (λεκάνη Γρεβενών-Καστοριάς), Κρήμνη και Απολλωνία (Μυγδονία λεκάνη) και Σπήλαιο Πετραλώνων (Χαλκιδική).

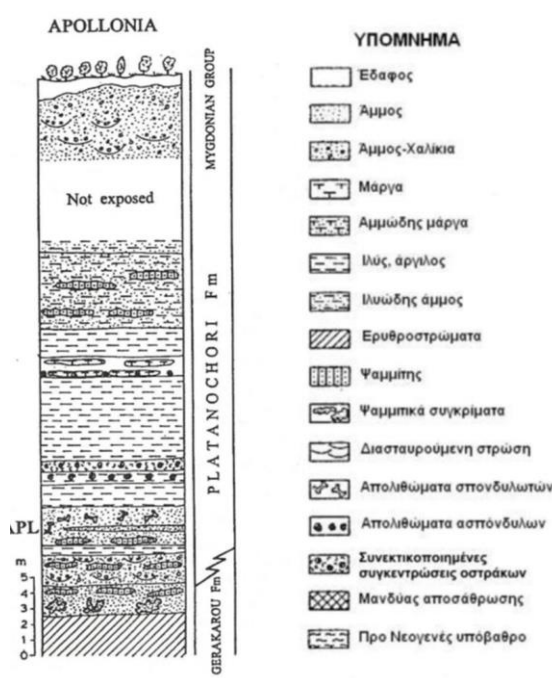
Η Μυγδονία λεκάνη βρίσκεται στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Μακεδονίας και στην λεκάνη αυτή κατά το Πλειστόκαινο, λειτουργούσε ένα ποτάμιο σύστημα σε συνδυασμό με λιμναίο περιβάλλον (Konidaris, et al., 2021, Κουφός, 2008). Υπήρχαν εναλλαγές ξηρών και θερμών περιόδων, με εποχικές βροχοπτώσεις (Konidaris, et al., 2021, Κουφός, 2008). Τα ιζήματα του Πλειστοκαίνου, που οδηγούν στα παραπάνω συμπεράσματα είναι οι κοκκινωπές άμμοι, ιλιώδεις αποθέσεις, κροκαλοπαγή, ερυθροστρώματα και οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι (Σχήμα 6), (Konidaris et al., 2021). Είναι μία από τις σημαντικότερες απολιθωματοφόρες θέσεις της Ελλάδας, στην οποία έχουν βρεθεί απολιθώματα από πολλές και διαφορετικές οικογένειες ζώων, όπως ελαφίδες, βοοειδή, προβοσκιδωτά και άλλες.

Επίσης, σύμφωνα με τους Gkeme et al., (2021), οι εναλλαγές στο υποτροπικό κλίμα της Αφρικής, οδήγησαν στην αντικατάσταση των πρωτόγονων αλόγων (*Equus stenorhis*, *Equus mygdoniensis*), από μεσαίου προς μεγάλου μεγέθους άλογα, με μικρότερο ρύγχος και λεπτότερα μεταπόδια (*Equus apolloniensis*), τα οποία είχαν προσαρμοστεί σε ανοιχτά περιβάλλοντα. Αυτή η αντικατάσταση παρατηρήθηκε και στην Μυγδονία. Επομένως συνάγεται το συμπέρασμα ότι σε αυτήν την λεκάνη υπήρχαν ανοιχτές εκτάσεις.



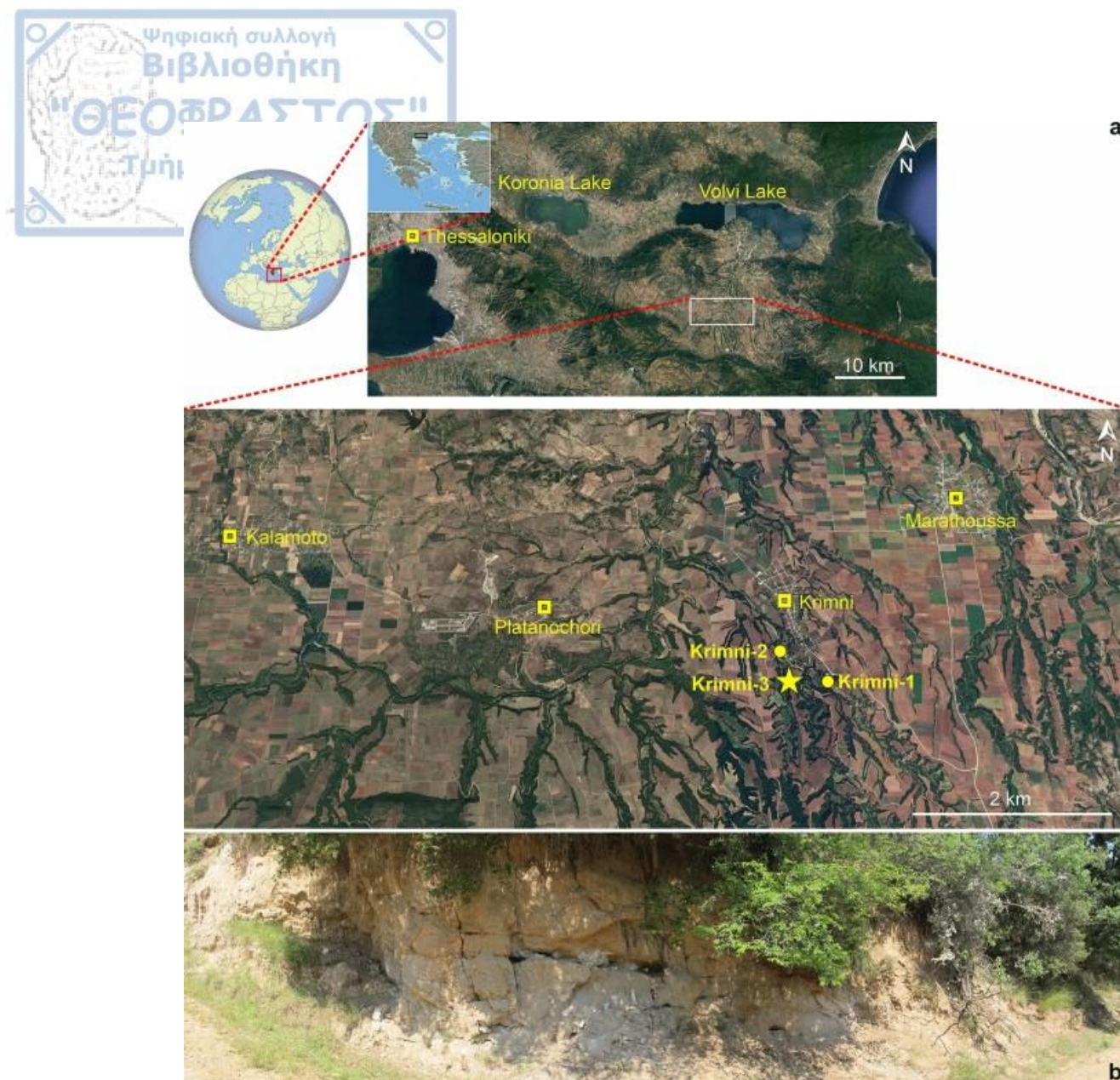
Σχήμα 6, γεωλογικός χάρτης, που απεικονίζει τα πετρώματα και τις αποθέσεις της Μυγδονίας λεκάνης και στρωματογραφική στήλη, που απεικονίζει την στρωματογραφία της περιοχής, με τα αντίστοιχα πετρώματα και αποθέσεις, (από Konidaris et al., 2021)

Η περιοχή της Απολλωνίας βρίσκεται κοντά στην λίμνη Βόλβη, στην δημοτική ενότητα Μαδύτου και αποτελείται από Νεογενείς και Τεταρτογενείς αποθέσεις. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά τη στρωματογραφία της περιοχής, βρέθηκαν άμμοι, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, ιλύς, άργιλος, τα οποία υποδεικνύουν ένα ποτάμιο περιβάλλον που εναπόθεσε τα παραπάνω ιζήματα στο Κάτω Πλειστόκαινο. Επιπλέον, βρέθηκαν μάργες, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι και ασβεστόλιθοι, οι οποίοι παραπέμπουν σε ένα λιμναίο περιβάλλον (**Σχήμα 7**, Koufos et al., 1995, Κουφός 2008).



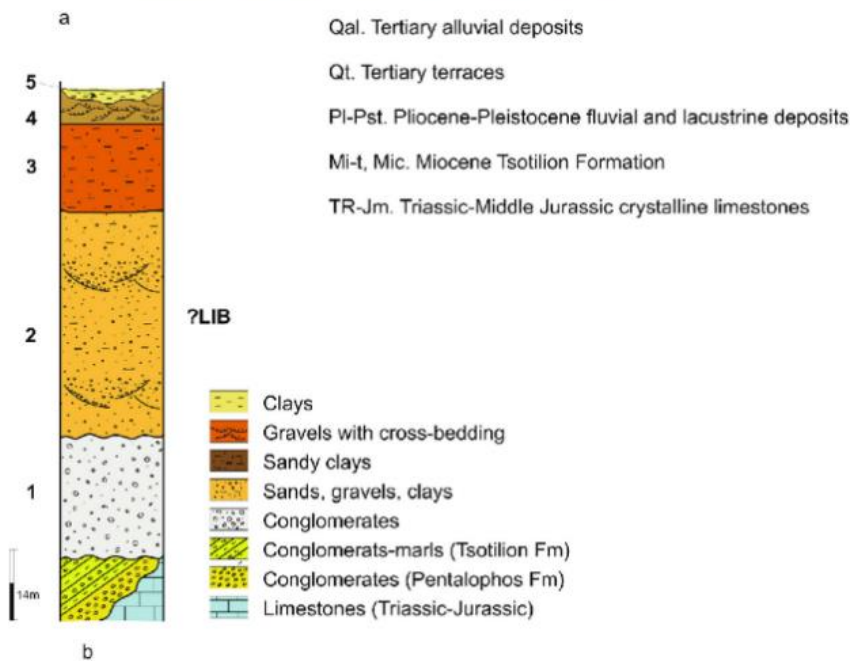
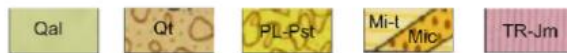
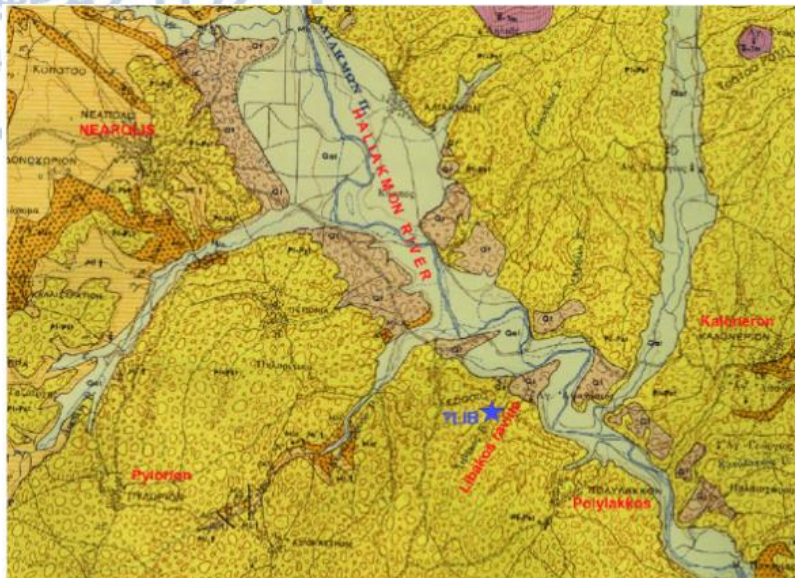
Σχήμα 7, Στρωματογραφική στήλη, που απεικονίζει τις αποθέσεις στην περιοχή της Απολλωνίας (από Koufos et al., 1995)

Σύμφωνα με τους Konidaris et al., (2022), στην περιοχή της Κρήμνης, η οποία βρίσκεται κοντά στην λίμνη Κορώνεια, στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Μακεδονίας (**Σχήμα 8**) βρέθηκαν τέσσερα στρώματα, τα οποία από το παλαιότερο προς το νεότερο, είναι 1) χαλικώδεις, χονδρόκοκκες άμμοι με παράλληλες ελασματοειδείς στρώσεις, 2) σκούρες, κιτρινωπές έως κοκκινωπές άμμοι, 3) ιλυώδεις άμμοι, με κοκκινωπό χρώμα και 4) χαλίκια και χονδρόκοκκη άμμος. Όλα αυτά τα στρώματα υποδεικνύουν ένα χερσοποτάμιο περιβάλλον, πολύ πιθανόν με επίδραση χειμάρρων και με ξηρό κλίμα (λόγω των κιτρινωπών/κοκκινωπών άμμων, που βρέθηκαν μέσα στα στρώματα, Κουφός 2008).



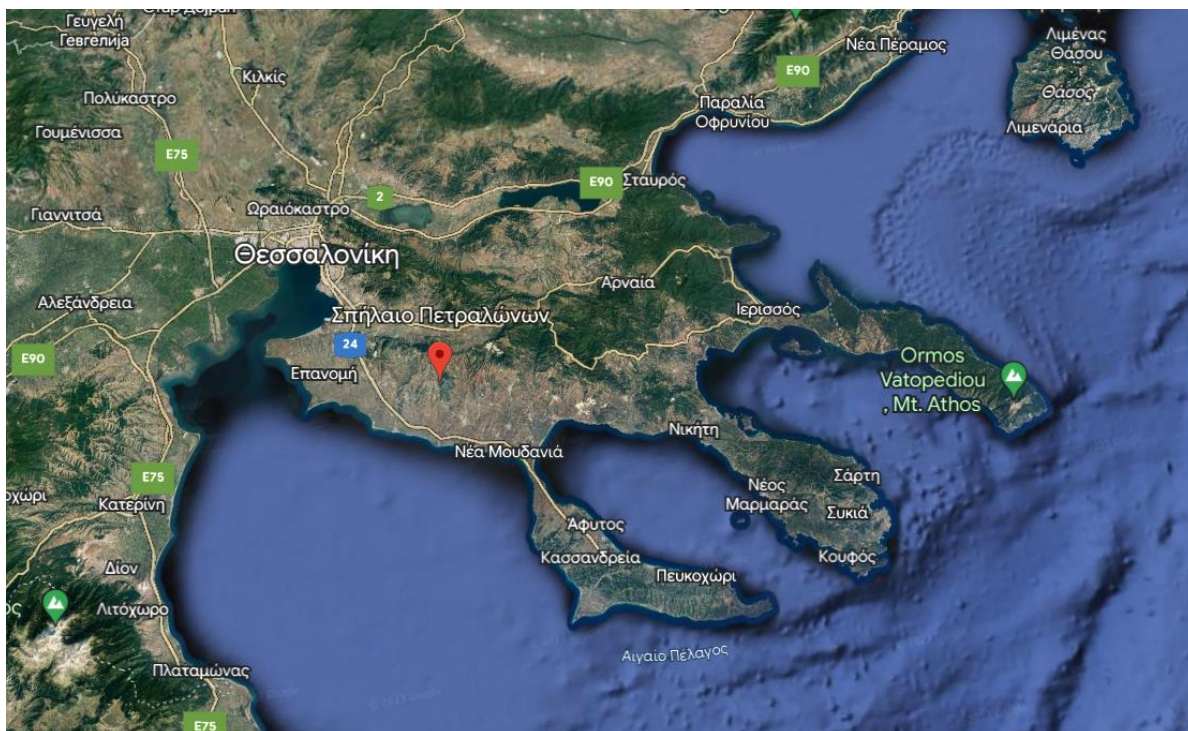
Σχήμα 8, Χάρτης που απεικονίζει τη θέση της περιοχής της Κρήμνης, καθώς και κάποιες ιζηματογενείς αποθέσεις από αυτήν την τοποθεσία (από Kostopoulos et al., 2023)

Σύμφωνα με τους Gkeme et al., (2021), όσον αφορά τη στρωματογραφία της περιοχής του Λίβακου, ο οποίος βρίσκεται κοντά στο χωριό Πολύλακος, στην περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας, βρέθηκαν κροκαλοπαγή, χαλίκια και κοκκινωπές άμμοι, με διασταυρούμενες στρώσεις (**Σχήμα 9**). Όλα αυτά τα ιζήματα, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι στην περιοχή του Λίβακου κατά το Πλειστόκαινο λειτουργούσε ένα χερσοποτάμιο περιβάλλον με ξηρό κλίμα, (λόγω των κοκκινωπών άμμων – οξειδία του σιδήρου, Κουφός 2008). Σύμφωνα με τους Gkeme et al., (2017), τα μεταπόδια των ιπποειδών της θέσης, υποδεικνύουν ένα τοπίο που μοιάζει με σαβάννα. Επιπλέον, η άφιξη του *Equus altidens* στην Ευρώπη συμπίπτει με την επέκταση ανοιχτών τοπίων με γρασίδι προς τα δυτικά, μεταξύ 1,8 Ma - 1,2 Ma, επιτρέποντας στα μεγάλα θηλαστικά και στους πρώτους ανθρώπους να διασκορπιστούν.



Σχήμα 9, γεωλογικός χάρτης, που απεικονίζει τα πετρώματα και τις αποθέσεις στην ευρύτερη περιοχή, κοντά στον Λίβακο, καθώς και στρωματογραφική στήλη, με την στρωματογραφία της περιοχής, τα πετρώματα και τις αντίστοιχες αποθέσεις (από Gkeme et al., 2021)

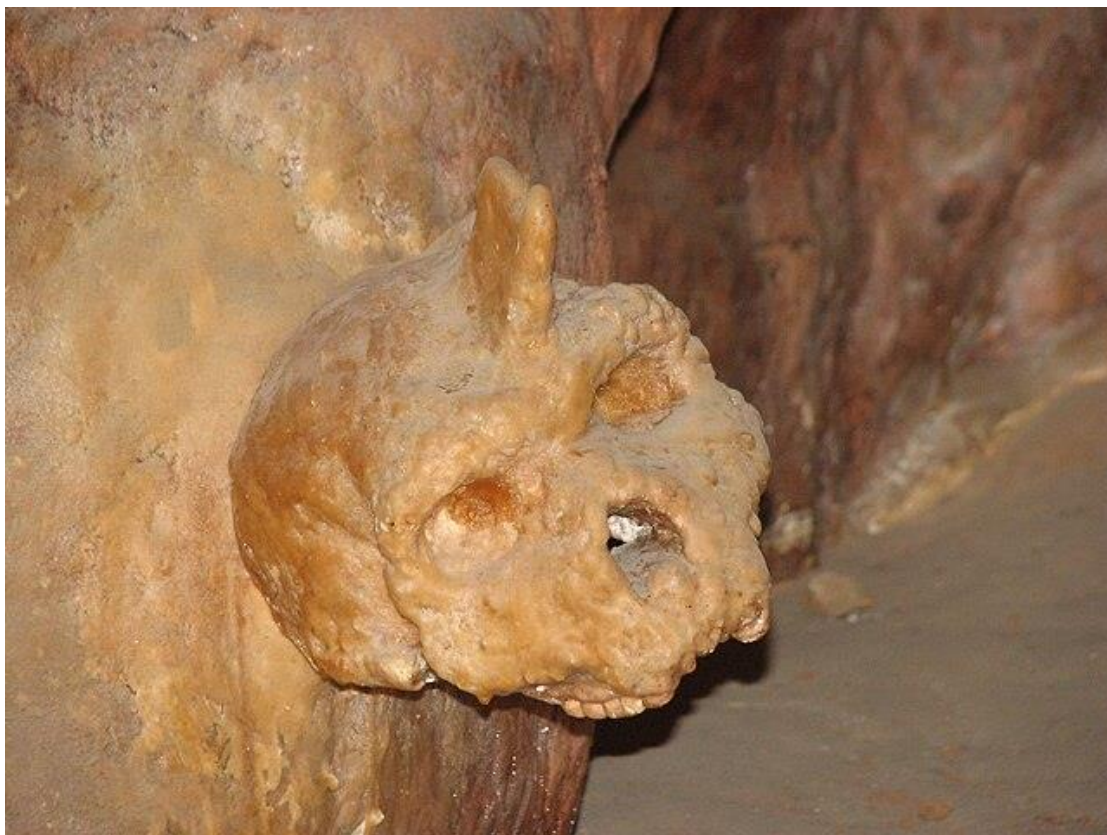
Στην περιοχή των Πετραλώνων, η οποία βρίσκεται κοντά στον ημιορεινό οικισμό Ροδόκη της Χαλκιδικής (Σχήμα 10), πολύ σημαντικό ρόλο έπαιξε το σπήλαιο των «Κόκκινων Πετρών» (Σχήμα 11) καθώς εκτός από το κρανίο του *Homo heidelbergensis* (Σχήμα 12), βρέθηκαν πολλά απολιθώματα ζώων, τα οποία παρέχουν μία πιο ολοκληρωμένη εικόνα για την περιοχή στην εποχή του Πλειστοκαίνου. Σύμφωνα με τους Τσουκαλά, (1989), Tsoukala, (1991), Tsoukala, (1992), Cregut-Bonnoure & Tsoukala, (2005), Baryshnikov & Tsoukala, (2010), βρέθηκαν απολιθώματα ζώων, από τις οικογένειες των αρκτίδων, των κυνίδων, των αιλουρίδων, των ιππίδων, των ρινοκερίδων, των ελαφίδων, των χοιροειδών και των βοοειδών. Ωστόσο, πολύ σημαντικά ήταν τα απολιθώματα των *Ursus arctos*, *Felis silvestris*, *Capra ibex* και *Dama dama*. Αυτά παραπέμπουν σε ένα μεικτό περιβάλλον με θερμό κλίμα. Ήταν στεπώδες με διακοπές από δασώδεις, θαμνώδεις και πετρώδεις εκτάσεις (Τσουκαλά, 1989, Tsoukala, 1991, Tsoukala, 1992, Cregut-Bonnoure & Tsoukala, 2005, Baryshnikov & Tsoukala, 2010). Βρέθηκαν πλούσιες πανίδες του Πλειστοκαίνου, οι οποίες χωρίζονται σε μία του Μέσου Πλειστόκαινου, νεότερη των 700.000 χρόνων και σε μία δεύτερη, που φτάνει μέχρι το Ανώτερο Πλειστόκαινο. Αυτές οι πανίδες, βρέθηκαν ανακατωμένες μεταξύ τους. Αυτό, μάλλον συνέβη λόγω της επίδρασης της ροής του νερού ενός ποταμού, που έρρεε επιφανειακά μέσα στο σπήλαιο (Τσουκαλά, 1989, Tsoukala, 1991, Tsoukala, 1992, Cregut-Bonnoure & Tsoukala, 2005, Baryshnikov & Tsoukala, 2010). Επίσης αυτό φαίνεται και από τις αλλοιώσεις επάνω στα οστά, στα άφθονα μεμονωμένα δόντια και στους διασκορπισμένους σκελετούς, που βρέθηκαν εκεί.



Σχήμα 10, γεωγραφικός χάρτης, που απεικονίζει την θέση των Πετραλώνων (από GoogleEarth.com)



Σχήμα 11, Σπήλαιο των Πετραλώνων με τον εσωτερικό του σπηλαιόκοσμο,
<https://www.visit-halkidiki.gr/el/portfolio-view/petralona-cave/>



Σχήμα 12, το κρανίο του *Homo heidelbergensis*, που βρέθηκε μέσα
στο σπήλαιο των Πετραλώνων (από <https://en.wikipedia.org/>)

2) Υλικό και μέθοδοι

2.2 Βιομετρία

Το σύστημα, που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία, είναι αυτό των γραμμικών μετρήσεων στα οστά των μεταποδίων από Scott (2004) (Πίνακας 1). Οι μετρήσεις των μεταποδίων έγιναν με παχύμετρο και σε μονάδες χιλιοστών, mm). Από τους παρακάτω πίνακες χρησιμοποιήθηκαν κάποιες μετρήσεις (1,3,4,5,6,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,23,24,25,26 και 27), για να εξαχθούν συμπεράσματα και συγκρίσεις μεταξύ των διαφόρων μερών των μεταποδίων, τόσο ως προς την μορφή του είδους του ελαφοειδούς σε κάθε θέση (Λίβακος, Απολλωνία, Κρήμνη και Πετράλωνα), όσο και για το περιβάλλον, το οποίο επικρατούσε σε κάθε μία από αυτές τις θέσεις.

Πίνακας 1, Μετρικά χαρακτηριστικά από Scott (2004)

Αριθμός μέτρησης	Περιγραφή μέτρησης	Συντομογραφία μέτρησης	Βασικές αναφορές
Κοινές μετρήσεις			
1	Μέγιστο μήκος	MLEN	1, 2
2	Λειτουργικό μήκος	FLEN	1, 2
3	Μέγιστη προσθιο-οπίσθια διάμετρος της εγγύς επίφυσης	PAP	1, 2
4	Μέγιστη εγκάρσια διάμετρος εγγύς επίφυσης	PML	1, 2
5	Προσθιο-οπίσθια διάμετρος της μέσης διάφυσης*	MAP	1, 2
6	Εγκάρσια διάμετρος της μέσης διάφυσης*	MML	1, 2
7	Εγκάρσια διάμετρος της διάφυσης στο επίπεδο του εγγύς (0,25) τεταρτημορίου του μήκους	PQML	2
8	Προσθιο-οπίσθια διάμετρος της διάφυσης στο επίπεδο του εγγύς (0,25) τεταρτημορίου του μήκους	PQAP	2
9	Εγκάρσια διάμετρος της διάφυσης στο επίπεδο του περιφερικού (0,75) τεταρτημορίου του μήκους	DQML	2
10	Προσθιο-οπίσθια διάμετρος της διάφυσης στο επίπεδο του περιφερικού (0,75) τεταρτημορίου του μήκους	DQAP	2
11	Προσθιο-οπίσθια διάμετρος του «εξωτερικού» χειλούς (της ακραίας προς τα έξω αρθρικής επιφάνειας του κονδύλου) της εσωτερικής τροχιάς	EMAP	2
12	Μέγιστη προσθιο-οπίσθια διάμετρος της εσωτερικής τροχιάς	MVAP	2
13	Προσθιο-οπίσθια διάμετρος του «εσωτερικού» χειλούς (κεντρικής αρθρικής επιφάνειας) της εσωτερικής τροχιάς	IMAP	1, 2
14	Προσθιο-οπίσθια διάμετρος του «εξωτερικού» χειλούς (της ακραίας προς τα έξω αρθρικής επιφάνειας του κονδύλου) της εξωτερικής τροχιάς	ELAP	2
15	Μέγιστη προσθιο-οπίσθια διάμετρος της εξωτερικής τροχιάς	LVAP	2
16	Προσθιο-οπίσθια διάμετρος του «εσωτερικού» χειλούς (κεντρικής αρθρικής επιφάνειας) της πλευρικής τροχιάς	ILAP	2
17	Εγκάρσια διάμετρος της διπλής τροχιάς μεταξύ των πρόσθιων χειλών της (ραχιαία όψη)	AVML	2

18	Εγκάρσια διάμετρος της διπλής τροχλίας μεταξύ των περιφερικών χειλών της (κατώτερη όψη)	IVML	2
19	Εγκάρσια διάμετρος της διπλής τροχλίας μεταξύ των οπίσθιων χειλών της (πλευματιαία όψη)	PVML	2
20	Εγκάρσια διάμετρος της πρόσθιας όψης της περιφερικής επίφυσης	ADML	2
21	Μέγιστη εγκάρσια διάμετρος της κατώτερης (περιφερικής) όψης της περιφερικής επίφυσης	IDML	1, 2
22	Εγκάρσια διάμετρος της οπίσθιας όψης της περιφερικής επίφυσης	PDML	2
23	Εγκάρσια διάμετρος της περιφερικής διάφυσης (επίπεδο της μετάφυσης)	DDML	2
24	Προσθιο-οπίσθια διάμετρος της περιφερικής διάφυσης (επίπεδο της μετάφυσης)	DDAP	2
25	Μέγιστη προσθιο-οπίσθια διάμετρος της περιφερικής επίφυσης	DEAP	1, 2
26	Μέγιστη εγκάρσια διάμετρος της εσωτερικής τροχλίας	TMLMAX	1
27	Μέγιστη εγκάρσια διάμετρος της εξωτερικής τροχλίας	TLLMAX	1
Αποκλειστικοί χαρακτήρες ανά οστό			
28	Εγκάρσια διάμετρος της αρθρικής επιφάνειας για το πολυγωνοτραπέζοειδές (Mc)	MGML	1, 2
29	Εσω-πλευρική διάμετρος της οπίσθιας αρθρικής επιφάνειας για το σκαφοκυβοειδές (Mt)	PRONGML	1, 2
30	Προσθιο-οπίσθια διάμετρος της οπίσθιας αρθρικής επιφάνειας για το σκαφοκυβοειδές (Mt)	PRONGAP	1
31	Περιφερικό πλάτος πρόσθιας της μέσης σάλακας (Mt)	W sulcus	π.ε.

2.3 Υπολογισμός βάρους

Η εκτίμηση του βάρους των απολιθωμένων ελαφοειδών που εξετάζονται στην παρούσα μελέτη έγινε με την χρήση διαφόρων εξισώσεων που αναφέρονται στην βιβλιογραφία και οι οποίες λαμβάνουν υπόψη διάφορες γραμμικές διαστάσεις των μεταποδίων.

Το βάρος του ζώου με βάση τα μετακαρπικά υπολογίστηκε από τις σχέσεις:

$\text{Log BW} = 2.3765 * (\text{log(IDML)}) + 0.7443$	Mc	Scott (1983)
$\text{Log BW} = 2.6495 * (\text{log(PML)}) + 0.6016$	Mc	Scott (1983)
$\text{Log BW} = 2.8291 * (\text{log(PAP)}) + 1.0620$	Mc	Scott (1983)
$\text{Log BW} = (\text{log(MAP)} - \text{log}(3.6)) / 0.35$	Mc	Alexander (1979)

Το βάρος του ζώου με βάση τα μεταταρσικά υπολογίστηκε από τις σχέσεις:

$\text{Log BW} = 2.7421 * (\text{log(IDML)}) + 0.5614$	Mt	Scott (1983)
$\text{Log BW} = 2.9220 * (\text{log(PML)}) + 0.6162$	Mt	Scott (1983)
$\text{Log BW} = 3.0306 * (\text{log(PAP)}) + 0.5755$	Mt	Scott (1983)
$\text{Log BW} = (\text{log(MAP)} - \text{log}(4.8)) / 0.33$	Mt	Alexander (1979)

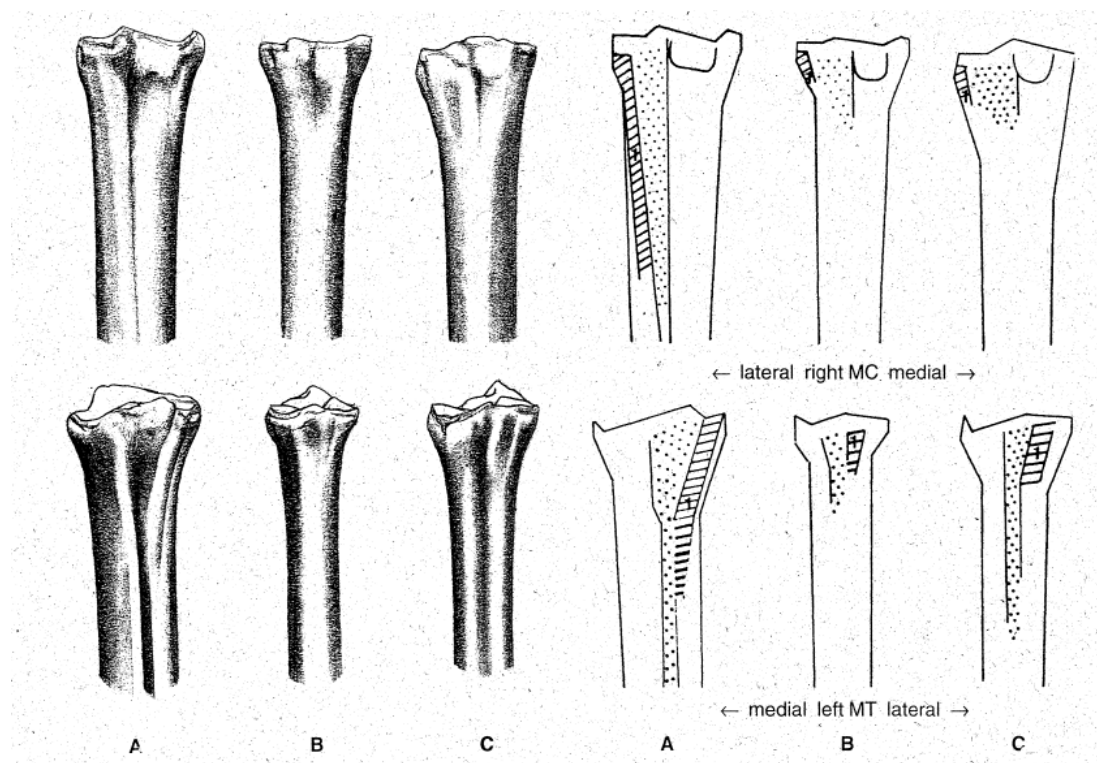
Ο τύπος του Alexander (1979) δείχνει τα αποτελέσματα σε kg, ενώ οι υπόλοιποι τρεις σε gr.

2.4 Μορφοοικολογικά ποιοτικά χαρακτηριστικά

Υπάρχουν διάφορα χαρακτηριστικά, που μπορούν να δώσουν πληροφορίες για το μέρος στο οποίο ζούσε το ζώο. Η Köhler (1933) διαχωρίζει οικομορφολογικά τα μηρυκαστικά σε 3 τύπους ανάλογα με την διεύθυνση του ακροποδίου τους. Από τους διάφορους χαρακτήρες, που περιγράφονται από την Köhler (1933), εδώ εξετάζονται αυτοί που αφορούν τις αποφύσεις των μεταποδίων (**Σχήμα 13**). Πιο συγκεκριμένα : Τύπος A, στον οποίο το σημείο από το οποίο περνούσε ο τένοντας είναι πιο μακρύ και υποδηλώνει δασώδη ενδιαιτήματα.

Ο τύπος B, έχει πιο κοντό και στενό τενόντιο αυλάκι ή δεν έχει καθόλου και υποδηλώνει πιο ανοιχτούς οικότοπους.

Ο τύπος C, έχει πολύ κοντό τενόντιο αυλάκι στα Mc και ένα αδύναμο, αλλά ελαφρώς μακρόστενο αυλάκι στα Mt. Υποδηλώνουν ορεινές περιοχές.



Σχήμα 13, απεικόνιση των οικομορφολογικών τύπων στα οστά των μεταποδίων A, B, C, (από Köhler 1993)

Όσον αφορά τις τροχηλίες, η Köhler (1993) διακρίνει επίσης τρεις τύπους (Σχήμα 14):

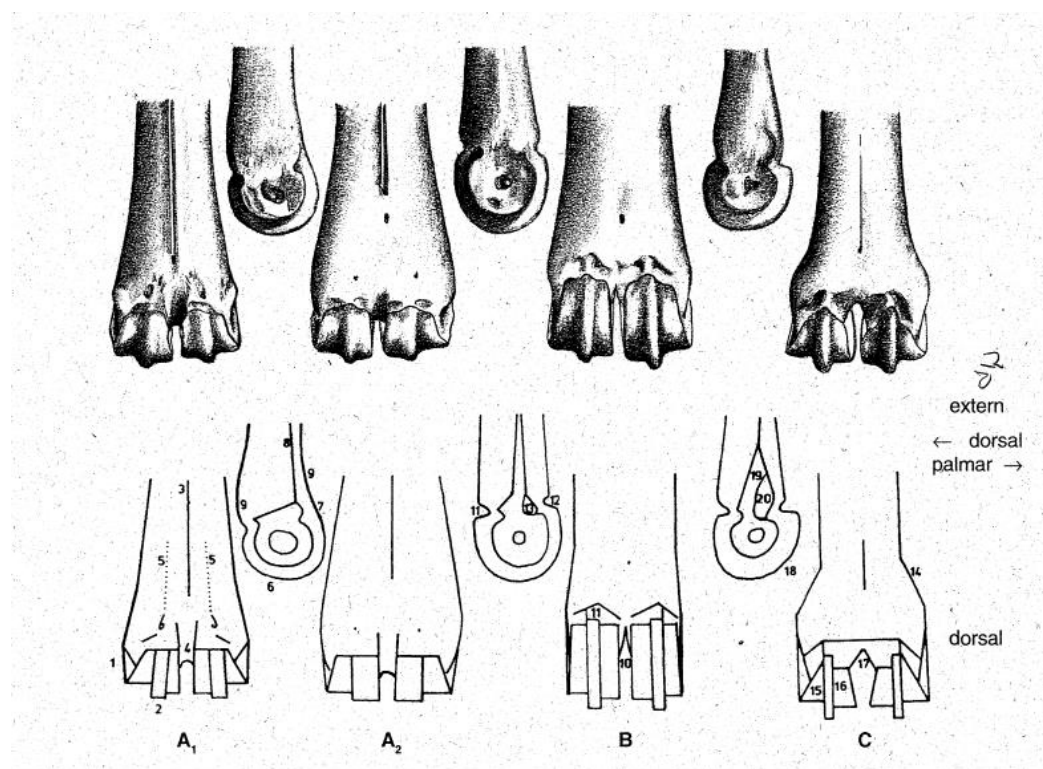
Α τύπος :

A1 τύπος, που υποδηλώνει δασώδεις και μέτρια υγρούς βιότοπους. Σε αυτόν τον τύπο, οι τροχηλίες είναι μακριές και στενές. Στα Mc υπάρχουν μακριές, βαθιές και στενές προεξοχές, ενώ στα Mt, είναι τριγωνικές και ελαφρά κυρτές προς την εσωτερική μεριά. Τέλος, δημιουργείται μία εμβάθυνση του οστού, που φαίνεται σε πλάγια όψη, πάνω από τις τροχηλίες. Η οβελιαία αύλακα «ανοίγει» προς τα πάνω.

A2 τύπος, που υποδηλώνει δασώδεις και από πολύ έως μέτρια υγρούς οικότοπους. Παρουσιάζεται μία μεγάλη διόγκωση πάνω από τις χαμηλές αρθρικές επιφάνειες και στις τροχηλίες οι αύλακες είναι κυρτές προς τα μέσα.

B τύπος, υποδηλώνει ανοιχτούς, επίπεδους και ξηρούς βιότοπους. Στα Mt, υπάρχει μία μικρή εγκοπή (sulcus), και συνοδεύεται μερικές φορές από πλευρικές προεξοχές. Σχηματίζει ένα ανάποδο V στις τροχηλίες και υπάρχουν βαθιές αυλακώσεις πάνω από τις αρθρικές επιφάνειες. Επίσης, υπάρχει μία προεξοχή πλευρικά.

C τύπος, που υποδηλώνει ορεινούς βιότοπους. Τα μεταπόδια είναι κοντά, με απότομες και «ανοιχτές» προεξέχουσες επιφάνειες και αιχμηρές απολήξεις, με τις εξωτερικές να είναι τριγωνικές και τις εσωτερικές να είναι τραπεζοειδείς. Δεν υπάρχει σε αυτόν τον τύπο η οβελιαία αύλακα. Το sulcus, βρίσκεται σε απομακρυσμένη θέση και υπάρχουν βαθιές εγκοπές πάνω από τις αρθρικές επιφάνειες. Η πλευρική κορυφή είναι πολύ φουσκωμένη.



Σχήμα 14, Απεικόνιση οικομορφολογικών τύπων των μεταποδίων A1, A2, B, C κατά Köhler (1993)

Κεφάλαιο 3. Αποτελέσματα

3.1 Μετρήσεις μετακαρπικών και μεταταρσικών οστών

Γραμμικές μετρήσεις στα οστά των μεταποδίων από Scott (2004)

Πίνακας 2, Μετρήσεις στα μετακαρπικά οστά της θέσης Λίβακος. Τα γράμματα L και R, αντιστοιχούν σε αριστερό και δεξί μεταπόδιο, αντίστοιχα

Mc		LIB-124	LIB-127	LIB-122	LIB-123	LIB-130	LIB-177	LIB-136	LIB-131	LIB-126	LIB-125	LIB-137	LIB-129
		R	R	R	R	L	L	L	R	L	R	R	R
1	MLEN	300	305	300.5	310.7				295				
3	PAP	36.5	35.5	34.5	39.58			35.82	35.01	49.84	35.7	36.63	
4	PML	49.9	46.6	47.96	53.86			49.73	52.05	38.29	50.8	47.93	
5	MAP	30.47	29.4	29.02	33.09			27.02		31.4	32.18		
6	MML	27.86	27.2	26.94	30.49			27.08		31.64	29.25		
11	EMAP	25.58	25.2	24.62	26.78	24.99			24				24.02
12	MVAP	31.32	32.3	32.22	34.86	33.58			35.26				33.3
13	IMAP	30.96	28.4	28.61	31.36	32.73			31.08				31.07
14	ELAP	25.3	23.3	24.12	25.99	25.48			25.64				26.23
15	LVAP	32.84	32.5	31.38	35.13	34.83			33.88				34.17
16	ILAP	31.17	29.6	29.76	32.44	31.5			31.56				31.04
17	AVML	20.97	21.6	20.72	23.75				24.35				22.53
18	IVML	23.64	23.5	21.86	27.26	26.04			27.4				25.21
19	PVML	26.58	24.7	25.27	29.41	21.74			29.3				26.12
20	ADML	28.72	35.3	33.81	33.44	32.86			28.33				37.97
21	IDML	47.19	47.8	42.54	53.31	51.04			50.96				52.37
23	DDML	46.62	45.2	45.22	51.82	50.25			50.67				50.89
24	DDAP	26.5	28.7	28.31	33.6	50.68			32.34				24.13
25	DEAP	32.31	32.5	32.13	36.02	34.89			35.1				32.98
26	TMLMAX	22.72	22.8	21.57	20.72	22.3			21.15				16.14
27	TLLMAX	22.01	22.7	21.12	21.71	20.15			21.12				17.26

Πίνακας 3, Μετρήσεις στα μετακαρπικά οστά της θέσης της Απολλωνίας

Mc		APL-385	APL-334	APL-376	APL-895	APL-896
		L	L	L	R	L
1	MLEN	371	377	376	366	370
3	PAP	48.24	34.6	45.31	47.6	44.44
4	PML	65.82	66.88	64.65	66.5	68.08
5	MAP	38.91	40.12	40.92	42.34	38.54
6	MML	38.35	38.23	39.76	37.12	40.24
11	EMAP	32.42	33.86	30.11		30.82
12	MVAP	44.6	42.57	42.36	40.01	43.92
13	IMAP	42.94	38.25	40.46	38.67	41.74
14	ELAP	35.57	30.2	33.49		33.98
15	LVAP	45.05	42.46	43.6	42.2	43.76
16	ILAP	42.11	39.72	39.96	40.07	40.34
17	AVML	34.04	32.35	34.02	33.98	33.73
18	IVML	32.61	30.74	30.38	30.37	32.23
19	PVML	28.67	31.36	33.23	34.4	33.63
20	ADML	37.91	40.12	39.88	38.26	37.42
21	IDML	67.35	64.31	65.52	63.68	67.5
23	DDML	65.04	62.71	65.42	64.12	66.14
24	DDAP	33.49	38.65	36.03	37.61	39.58
25	DEAP	44	42.22	42.96	41.6	43.69
26	TMLMAX	33.74	30.04	30.07	28.42	31.45
27	TLLMAX	30.78	29.81	29.07	31.78	31.24

Πίνακας 4, Μετρήσεις στα μετακαρπικά οστά της θέσης Πετράλωνα

Mc		PEC1456	PEC1457	PEC1458
		R	L	L
1	MLEN	295	292	291
3	PAP	40.02	40.34	38.56
4	PML	58.44	59.5	54.59
5	MAP	36.58	31.47	31.65
6	MML	35.84	35.71	33.79
11	EMAP	28.37	25.77	26.02
12	MVAP	37.61	36.94	35.86
13	IMAP	34.71	34.62	33.24
14	ELAP	26.95	29.28	27.92
15	LVAP	37.43	38.3	36.07
16	ILAP	35.18	34.27	32.56
17	AVML	30.48	29.94	29.2
18	IVML	30.09	29.19	28.16
19	PVML	30.07	30.97	29.03
20	ADML	46.87	34.39	30.45
21	IDML	60.03	58.6	56.95
23	DDML	58.78	58.5	54.32
24	DDAP	35.71	29.25	24.03
25	DEAP	37.62	38.24	35.28
26	TMLMAX	28.3	30.08	27.64
27	TLLMAX	29.01	28.37	27.4

Από την θέση Κρήμνη, δεν διατηρούνται μετακαρπικά οστά (Mc).

Πίνακας 5, Μετρήσεις στα μεταταρσικά οστά της θέσης Λίβακος

Mt		LIB-166	LIB-134	LIB-128	LIB-135	LIB-133
		R				L
1	MLEN	327				
3	PAP	47.91				47.3
4	PML	38.3				41.96
5	MAP	25.84				32.96
6	MML	26.85				27.53
11	EMAP	23.36				
12	MVAP	33.52				
13	IMAP	32.15				
14	ELAP	26.07				
15	LVAP	34.74				
16	ILAP	30.71				
17	AVML	24.5				
18	IVML	24.28				
19	PVML	24.51				
20	ADML	35.44				
21	IDML	47.42				
23	DDML	42.15				
24	DDAP	31.73				
25	DEAP	34.22				
26	TMLMAX	20.99				
27	TLLMAX	20.08				

Πίνακας 6, Μετρήσεις στα μεταταρσικά οστά της θέσης Κρήμνη-3

Mt		KMN-32F	KMN-81a
		R	L
1	MLEN	332	322
3	PAP	48.18	47.86
4	PML	47.2	46.52
5	MAP	37.61	41.83
6	MML	33.17	34.08
11	EMAP	27.37	24.42
12	MVAP	37.57	36.52
13	IMAP	33.14	33.95
14	ELAP	24.59	27.27
15	LVAP	36.41	38.04
16	ILAP	34.03	33.19
17	AVML	28	29.31
18	IVML	26.35	27
19	PVML	27.5	29.15
20	ADML	46.99	47.86
21	IDML	53.7	56.02
23	DDML	56.88	56.83
24	DDAP	34.67	36.03
25	DEAP	37.26	38.02
26	TMLMAX	25.6	26.07
27	TLLMAX	25.29	25.87

Πίνακας 7, Μετρήσεις στα μεταταρσικά οστά της θέσης της Απολλωνίας

Mt		APL-199	APL-354
		R	R
1	MLEN	378	398
3	PAP	52.85	55.34
4	PML	47.55	48.09
5	MAP	31.06	40.01
6	MML	31.42	33.22
11	EMAP	30.75	30.36
12	MVAP	41.93	41.88
13	IMAP	38.11	38
14	ELAP	30	28.81
15	LVAP	41.87	40.95
16	ILAP	38.61	39.42
17	AVML	31.05	30.38
18	IVML	32.61	31.62
19	PVML	32.47	30.98
20	ADML	48.85	47.24
21	IDML	47.53	61.51
23	DDML	54.9	65.1
24	DDAP	37.22	37.25
25	DEAP	42.26	42.26
26	TMLMAX	25.27	28.76
27	TLLMAX	24.13	11.54

Πίνακας 8, Μετρήσεις στα μεταταρσικά οστά της θέσης Πετράλωνα

Mt		PEC1450
		R
1	MLEN	314
3	PAP	41.37
4	PML	40.11
5	MAP	30.57
6	MML	34.47
11	EMAP	28.15
12	MVAP	37.53
13	IMAP	32.3
14	ELAP	25.24
15	LVAP	35.61
16	ILAP	33.2
17	AVML	30.81
18	IVML	30.16
19	PVML	32.29
20	ADML	46.94
21	IDML	58.2
23	DDML	57.94
24	DDAP	34.33
25	DEAP	38.58
26	TMLMAX	28
27	TLLMAX	27.38

3.2 Συγκριτική Βιομετρική Ανάλυση μετακαρπικών οστών

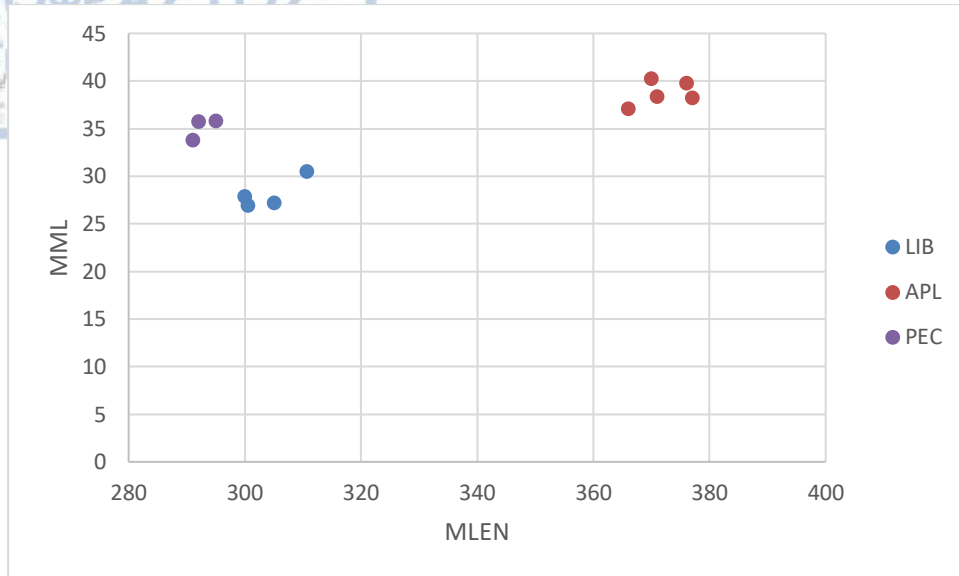
Η βιομετρική σύγκριση των ματαποδίων βασίστηκε σε ορισμένες γραμμικές διαστάσεις. Από τις μετρήσεις, χρησιμοποιήθηκαν αυτές του μέγιστου μήκους – MLEN, της εγκάρσιας διαμέτρου της μέσης διάφυσης – MML, της μέγιστης εγκάρσιας διαμέτρου της κατώτερης (περιφερειακής) όψης της περιφερικής επίφυσης – IDML, της εγκάρσιας διαμέτρου της περιφερικής διάφυσης (επίπεδο της μετάφυσης) – DDML, της μέγιστης προσθιο-οπίσθιας διαμέτρου της εγγύς επίφυσης – PAP και τέλος της μέγιστης εγκάρσιας διαμέτρου εγγύς επίφυσης – PML. Η σύγκριση υλοποιήθηκε με διαγράμματα διασποράς.

Από τα παρακάτω διαγράμματα διασποράς φαίνεται ότι υπάρχουν τρία διαφορετικά είδη ελαφιών, τα οποία αντιπροσωπεύονται από τα διαφορετικά χρώματα των σημείων, με τα ονόματα των περιοχών, που βρέθηκαν (**Σχήμα 15**).



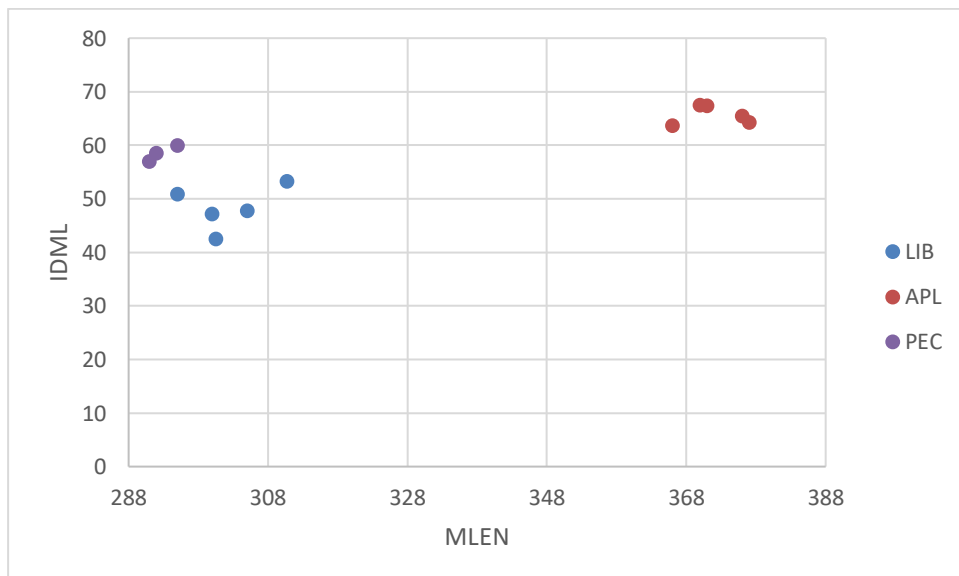
Σχήμα 15, Κάθε χρώμα αντιστοιχεί σε διαφορετική θέση - Μπλε → Λίβακος, Κόκκινο → Απολλωνία και Μωβ → Πετράλωνα

Σε αυτά γίνεται σύγκριση των διαφορετικών μετρικών τους χαρακτηριστικών. Τα διαγράμματα διασποράς (**Σχήματα 16, 17, 18, 19, 20**) αντιπροσωπεύουν τα μετακαρπικά οστά και είναι τα εξής :



Σχήμα 16, MLEN – MML διάγραμμα διασποράς για τα μετακαρπικά οστά

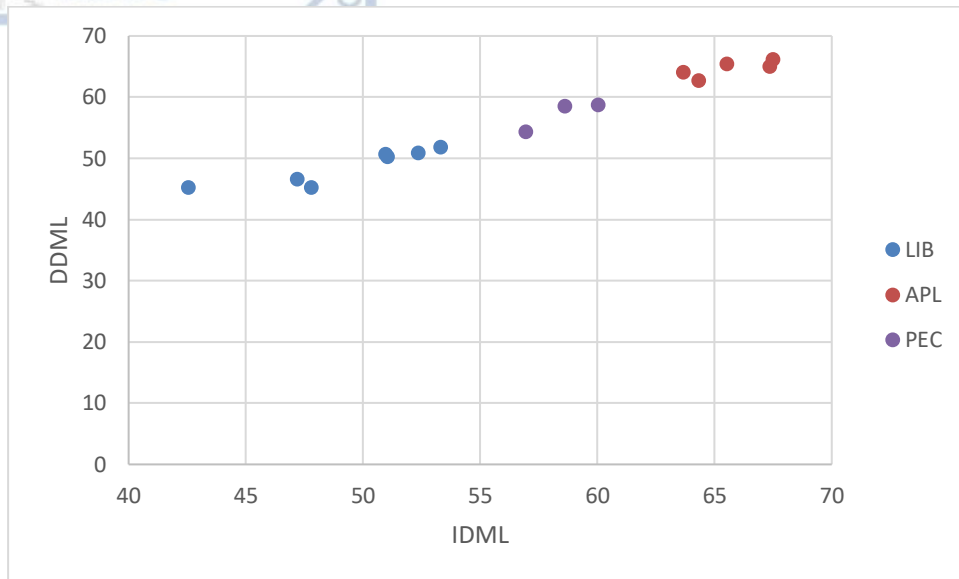
Συγκρίνοντας το μέγιστο μήκος, με την εγκάρσια διάμετρο της μέσης διάφυσης (**Σχήμα 16**), φαίνεται ότι τα μετακαρπικά της Απολλωνίας χαρακτηρίζονται από πολύ μεγαλύτερο μήκος σε σχέση με εκείνα των Πετραλώνων και του Λίβακου. Τα ελαφοειδή των Πετραλώνων και του Λίβακου είναι αρκετά όμοια μεταξύ τους αλλά τα πρώτα ελαφρώς πιο εύρωστα και τα δεύτερα ελαφρώς πιο επιμήκη.



Σχήμα 17, MLEN – IDML διάγραμμα διασποράς για τα μετακαρπικά οστά

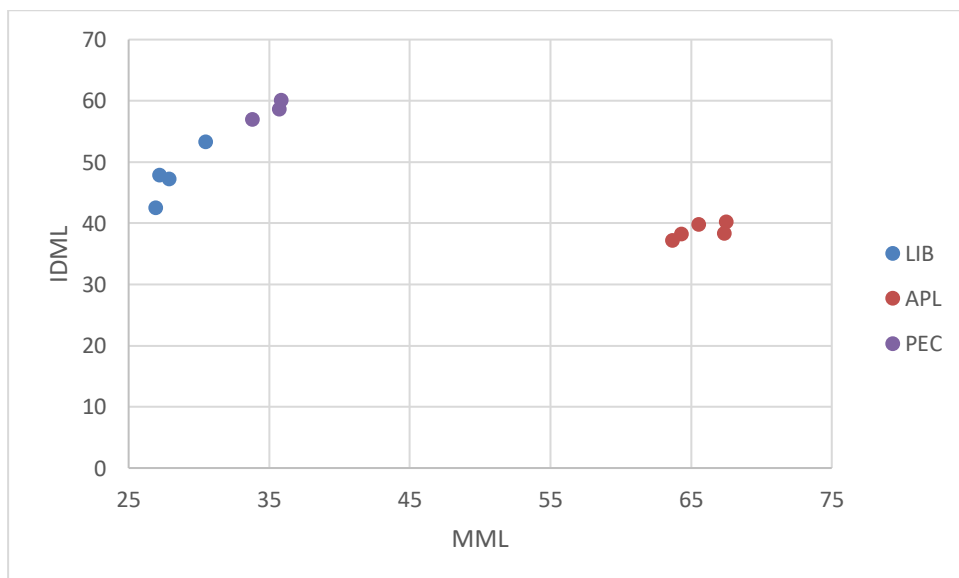
Συγκρίνοντας την μέγιστη εγκάρσια διάμετρο της κατώτερης (περιφερειακής) όψης της περιφερικής επίφυσης (IDML), με το μέγιστο μήκος (MLEN) (**Σχήμα 17**) φαίνεται ότι τα μετακαρπικά της Απολλωνίας χαρακτηρίζονται από πολύ μεγαλύτερο μήκος σε σχέση με εκείνο των Πετραλώνων και του Λίβακου. Τα ελαφοειδή των Πετραλώνων

και του Λίβακου μοιάζουν αρκετά. Ωστόσο αυτά των Πετραλώνων είναι πιο εύρωστα και αυτά του Λίβακου λίγο πιο επιμήκη.



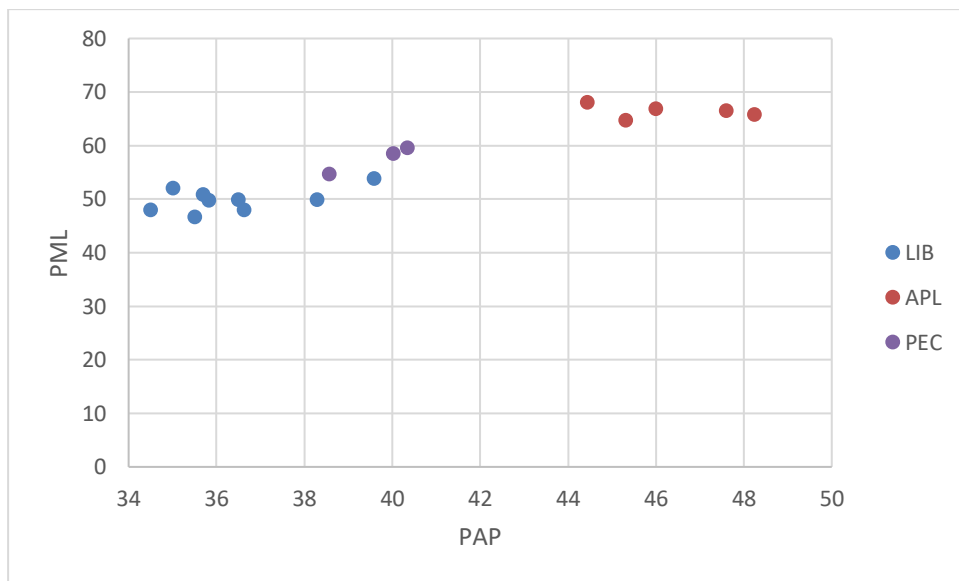
Σχήμα 18, IDML - DDML διάγραμμα διασποράς για τα μετακαρπικά

Συγκρίνοντας την μέγιστη εγκάρσια διάμετρο της κατώτερης (περιφερειακής) όψης της περιφερικής επίφυσης (IDML), με την εγκάρσια διάμετρο της περιφερικής διάφυσης (επίπεδο της μετάφυσης, DDML) (**Σχήμα 18**), φαίνεται ότι τα οστά από τα ελαφοειδή της Απολλωνίας είναι τα πιο εύρωστα. Στη συνέχεια τα οστά των Πετραλώνων είναι λιγότερο εύρωστα από αυτά, αλλά περισσότερο από αυτά της θέσης του Λίβακου. Τα τελευταία έχουν το μικρότερο μέγεθος από όλες τις προηγούμενες θέσεις.



Σχήμα 19, MML – IDML διάγραμμα διασποράς για τα μετακαρπικά οστά

Συγκρίνοντας την μέγιστη εγκάρσια διάμετρο της κατώτερης περιφερειακής όψης της περιφερικής επίφυσης (IDML), με την εγκάρσια διάμετρο της μέσης διάφυσης (MML) (Σχήμα 19), φαίνεται ότι τα μετακαρπικά της θέσης των Πετραλώνων έχουν μεγαλύτερη εγκάρσια διάμετρο της μέσης διάφυσης από αυτά της θέσης του Λίβακου και μικρότερη από αυτά της θέσης της Απολλωνίας. Επίσης έχουν την μεγαλύτερη μέγιστη εγκάρσια διάμετρο της κατώτερης (περιφερικής) όψης της περιφερικής επίφυσης από όλες τις υπόλοιπες θέσεις. Τα μετακαρπικά της θέσης της Απολλωνίας έχουν το μεγαλύτερο MML και το μικρότερο IDML από όλες τις προηγούμενες θέσεις. Αυτά της θέσης του Λίβακου έχουν μικρότερο MML και μεγαλύτερο IDML από εκείνα της θέσης της Απολλωνίας.

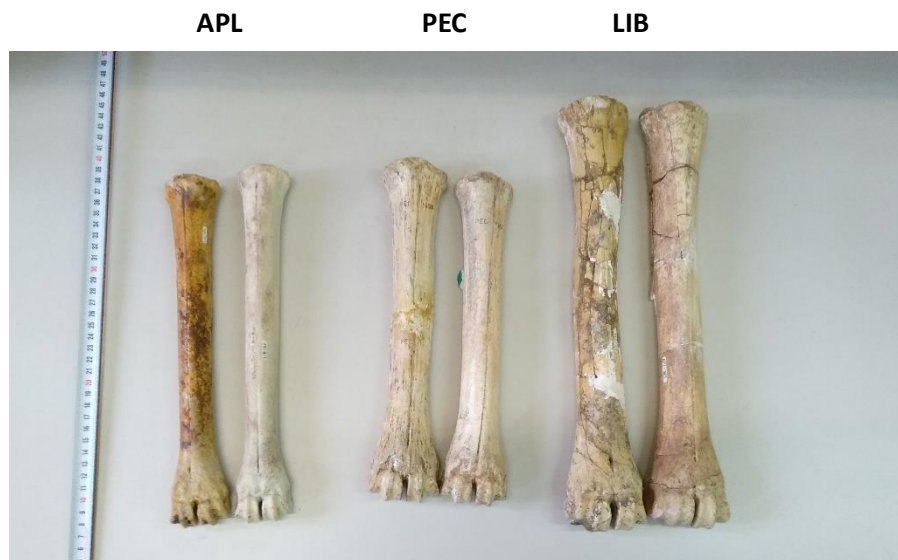


Σχήμα 20, PAP – PML διάγραμμα διασποράς για τα μετακαρπικά οστά

Συγκρίνοντας την μέγιστη πρόσθιο-οπίσθια διάμετρο της εγγύς επίφυσης (PAP), με την μέγιστη εγκάρσια διάμετρο εγγύς επίφυσης (PML) (Σχήμα 20), παρατηρείται ότι και πάλι το ελαφοειδές της Απολλωνίας διακρίνεται από τις μεγαλύτερες διαστάσεις του και τις σχετικά αυξημένες τιμές PAP σε σχέση με PML, γεγονός που δηλώνει την μεγαλύτερη εμπροσθοπίσθια ανάπτυξη των μετακαρπικών αυτής της θέσης σε σχέση με τις άλλες δύο. Τα μετακαρπικά των θέσεων του Λίβακου και των Πετραλώνων μοιάζουν μεταξύ τους. Ωστόσο, αυτά της περιοχής του Λίβακου, έχουν μικρότερη εμπροσθοπίσθια ανάπτυξη σε σύγκριση με αυτά των Πετραλώνων, καθώς τα δεύτερα έχουν ελαφρώς μεγαλύτερες τιμές PAP και PML.

Από αυτά τα είδη, ενώ οι τέσσερις μορφές διαφοροποιούνται, συμπεραίνεται ότι αυτά των θέσεων του Λίβακου και των Πετραλώνων είναι πολύ κοντά μετρικά. Όσον αφορά το είδος της Απολλωνίας, διακρίνεται ξεκάθαρα η διαφοροποίηση από αυτά, σε μεγαλύτερο βαθμό.

Όπως φαίνεται στην παρακάτω φωτογραφία (**Σχήμα 21**) τα δείγματα της Απολλωνίας, (τα δύο απολιθώματα στα δεξιά της εικόνας), διαφοροποιούνται, όσον αφορά τις τροχηλίες, το πάχος και τις επιφύσεις (πιο μεγάλα), από τα υπόλοιπα, που αντιστοιχούν στον Λίβακο (τα δύο απολιθώματα στα αριστερά) και στα Πετράλωνα, (τα δύο απολιθώματα στο κέντρο της εικόνας). Τα μετακαρπικά του Λίβακου είναι σχετικά πιο επιμήκη και λιγότερο εύρωστα από εκείνα των Πετράλωνων.



Σχήμα 21, απολιθώματα μετακαρπικών οστών από την Απολλωνία (APL), από τον Λίβακο (LIB) και από τα Πετράλωνα (PEC)

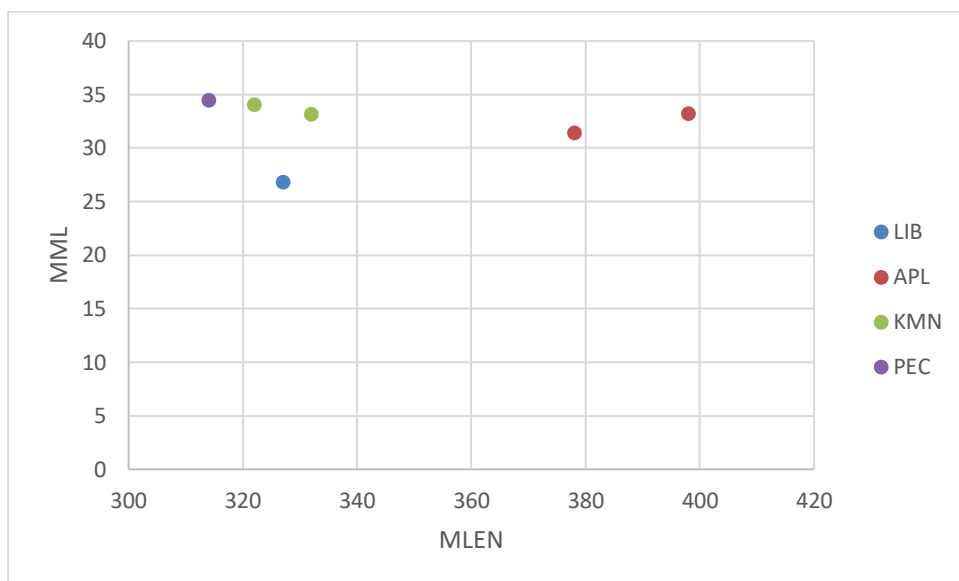
3.3 Συγκριτική Βιομετρική Ανάλυση μεταταρσικών οστών

Από τα παρακάτω διαγράμματα διασποράς διακρίνονται τέσσερα διαφορετικά είδη ελαφιών, τα οποία αντιπροσωπεύονται από τα διαφορετικά χρώματα των σημείων, με τα ονόματα των περιοχών, που βρέθηκαν (**Σχήμα 22**).



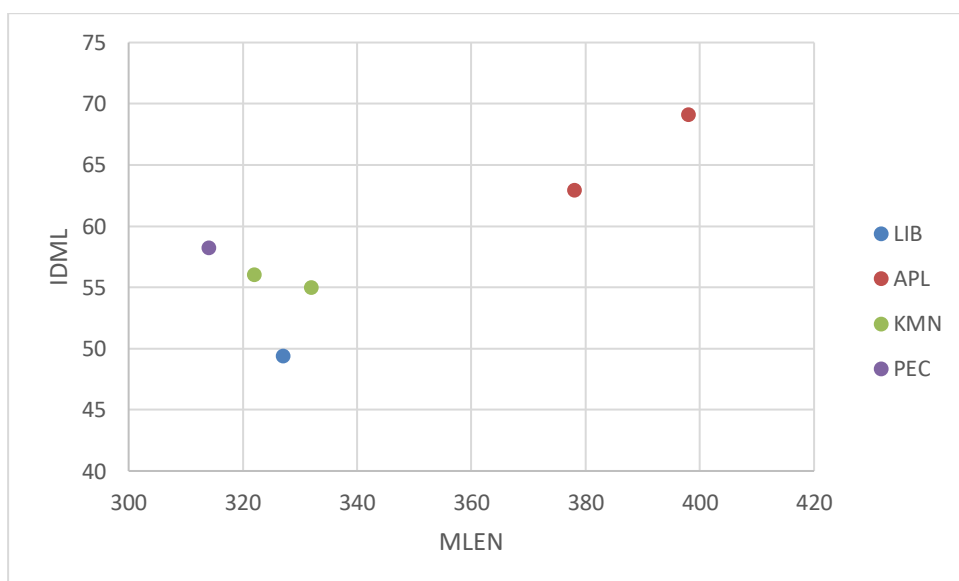
Σχήμα 22, κάθε χρώμα αντιστοιχεί σε διαφορετική θέση - Μπλε → Λίβακος, Κόκκινο → Απολλωνία, Πράσινο → Κρήμη και Μωβ → Πετράλωνα

Σε αυτά γίνεται σύγκριση των διαφορετικών μετρικών τους χαρακτηριστικών. Τα διαγράμματα διασποράς (23, 24, 25, 26, 27), αντιπροσωπεύουν τα μεταταρσικά οστά και είναι τα εξής :



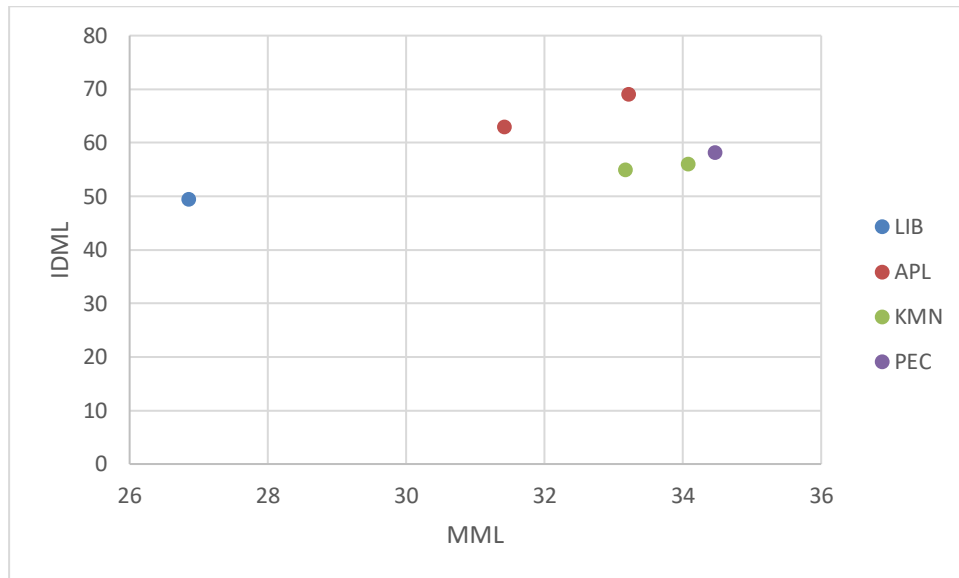
Σχήμα 23, διάγραμμα διασποράς MLEN – MML για τα μεταταρσικά οστά

Συγκρίνοντας το μέγιστο μήκος, με την εγκάρσια διάμετρο της μέσης διάφυσης (Σχήμα 23), φαίνεται ότι τα μεταταρσικά της Απολλωνίας έχουν το μεγαλύτερο μήκος και αυτά της θέσης της Κρήμνης έχουν μικρότερο μήκος αλλά είναι σχεδόν το ίδιο εύρωστα με αυτά της Απολλωνίας. Για τα μεταταρσικά οστά της θέσης του Λίβακου φαίνεται ότι έχουν παρόμοιο μήκος με αυτά της θέσης της Κρήμνης και αυτά των Πετραλώνων έχουν το μικρότερο μήκος, αλλά είναι τα πιο εύρωστα σε σχέση με τις υπόλοιπες θέσεις.



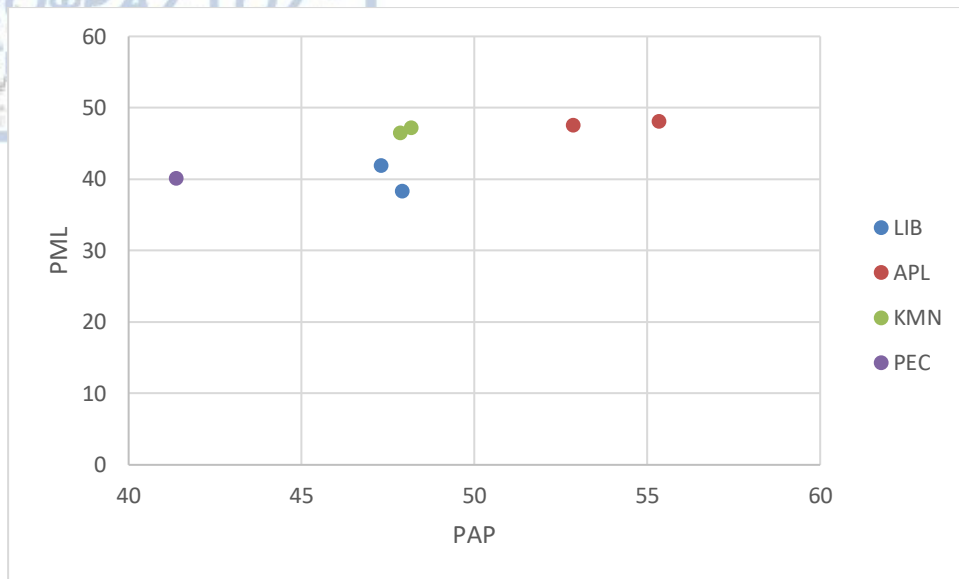
Σχήμα 24, διάγραμμα διασποράς MLEN – IDML για τα μεταταρσικά οστά

Συγκρίνοντας το μέγιστο μήκος, με την μέγιστη εγκάρσια διάμετρο της κατώτερης (περιφερικής) όψης της περιφερικής επίφυσης (**Σχήμα 24**), φαίνεται ότι τα μεταταρσικά οστά της θέσης της Απολλωνίας έχουν το μεγαλύτερο μήκος. Στη συνέχεια, τα οστά της θέσης της Κρήμνης έχουν μικρότερο μήκος και είναι λιγότερο εύρωστα από τα προηγούμενα. Για τα μεταταρσικά της θέσης του Λίβακου, το μήκος τους μοιάζει πολύ με αυτό της Κρήμνης, αλλά είναι λιγότερο εύρωστα και αυτά των Πετραλώνων έχουν το μικρότερο μήκος, σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες θέσεις, ωστόσο είναι τα δεύτερα πιο εύρωστα μετά από αυτά της Απολλωνίας.



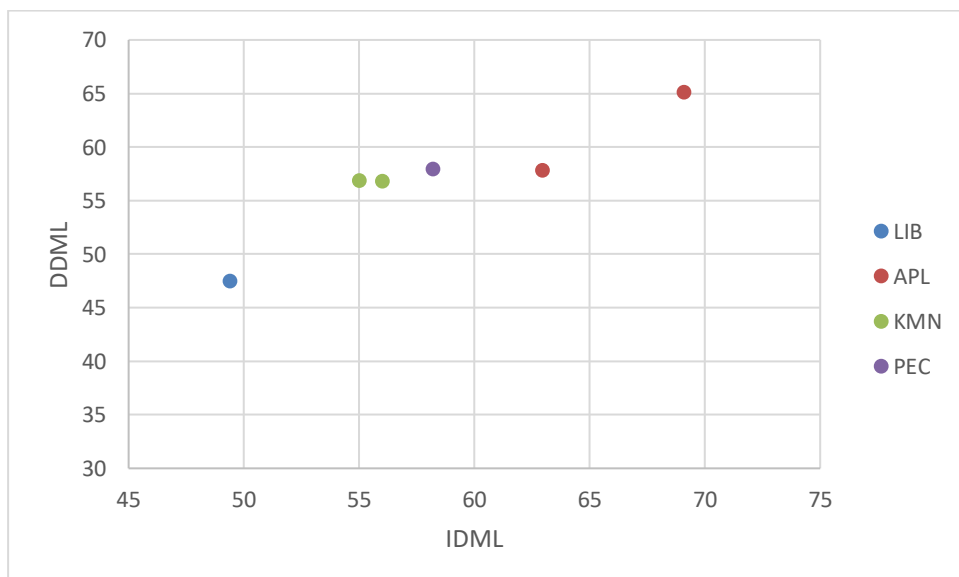
Σχήμα 25, διάγραμμα διασποράς MML - IDML για τα μεταταρσικά οστά

Συγκρίνοντας τη μέγιστη εγκάρσια διάμετρο της κατώτερης (περιφερικής) όψης της περιφερικής επίφυσης με την εγκάρσια διάμετρο της μέσης διάφυσης (**Σχήμα 25**), φαίνεται ότι τα μεταταρσικά οστά της θέσης του Λίβακου έχουν σχετικά μεγάλη μέγιστη εγκάρσια διάμετρο της κατώτερης (περιφερικής) όψης της περιφερικής επίφυσης και την μικρότερη εγκάρσια διάμετρο της μέσης διάφυσης σε σύγκριση με τις υπόλοιπες θέσεις. Αυτά της θέσης της Απολλωνίας έχουν μεγαλύτερο IDML από της θέσης της Κρήμνης, αλλά μοιάζουν όσον αφορά το MML. Τέλος, τα μεταταρσικά των Πετραλώνων μοιάζουν με αυτά της Κρήμνης, όσον αφορά το IDML, αλλά το MML τους είναι μεγαλύτερο σε σχέση με τις υπόλοιπες θέσεις.



Σχήμα 26, διάγραμμα διασποράς PAP - PML για τα μεταταρσικά οστά

Συγκρίνοντας τη μέγιστη πρόσθιο-οπίσθιο διάμετρο της εγγύς επίφυσης με την μέγιστη εγκάρσια διάμετρο της εγγύς επίφυσης (**σχήμα 26**) φαίνεται ότι τα μεταταρσικά οστά της Απολλωνίας, έχουν την μεγαλύτερη μέγιστη πρόσθιο-οπίσθια διάμετρο της εγγύς επίφυσης και όσον αφορά την μέγιστη εγκάρσια διάμετρο της εγγύς επίφυσης είναι παρόμοια με αυτήν των μεταταρσικών οστών της Κρήμνης, τα οποία έχουν μικρότερο PAP. Τα μεταταρσικά οστά του Λίβακου, μοιάζουν ως προς το PAP, με τα μεταταρσικά οστά της Κρήμνης, αλλά έχουν μικρότερο PML. Τέλος, τα μεταταρσικά οστά των Πετραλώνων, έχουν το μικρότερο PAP, αλλά μοιάζουν πολύ ως προς το PML, με αυτά του Λίβακου.



Σχήμα 27, διάγραμμα διασποράς IDML – DDML για τα μεταταρσικά

Συγκρίνοντας την μέγιστη εγκάρσια διάμετρο της κατώτερης (περιφερικής) όψης της περιφερικής επίφυσης με την εγκάρσια διάμετρο της περιφερειακής διάφυσης (επίπεδο της μετάφυσης) (**Σχήμα 27**) φαίνεται ότι τα μεταταρσικά οστά της Απολλωνίας έχουν σχετικά την μεγαλύτερη μέγιστη εγκάρσια διάμετρο της κατώτερης (περιφερικής) όψης της περιφερικής επίφυσης, σε σχέση με τα υπόλοιπα μεταταρσικά οστά των άλλων θέσεων και μεγαλύτερη εγκάρσια διάμετρο της περιφερειακής διάφυσης (επίπεδο της μετάφυσης). Τα μεταταρσικά οστά της θέσης των Πετραλώνων έχουν παρόμοιο και ελαφρώς μεγαλύτερο IDML και DDML με αυτά της Κρήμνης. Τέλος, αυτά της θέσης του Λίβακου, έχουν το μικρότερο IDML και DDML, συγκριτικά με τις υπόλοιπες θέσεις.

Από αυτά τα διαγράμματα, εξάγεται το συμπέρασμα ότι σε κάθε θέση από αυτές που μελετήθηκαν εμφανίζεται διαφορετικό είδος ελαφοειδούς. Ωστόσο, τα δείγματα των απολιθωμάτων, από τις θέσεις της Κρήμνης και των Πετραλώνων, βρίσκονται πολύ κοντά στα διαγράμματα, άρα είναι και μορφολογικά κοντά. Τα απολιθώματα του Λίβακου, απομακρύνονται λίγο από των δύο προηγούμενων θέσεων. Επιπλέον της Απολλωνίας, είναι αρκετά απομακρυσμένα από όλα τα προηγούμενα. Αυτό σημαίνει ότι παρατηρείται μία μικρή μετρική διαφοροποίηση στα είδη, που ζούσαν στον Λίβακο και η διαφοροποίηση μεγαλώνει αρκετά για τα είδη της περιοχής της Απολλωνίας. Εκεί εντοπίζεται το μεγαλύτερο, μετρικά είδος, συγκριτικά με τα υπόλοιπα ελάφια.

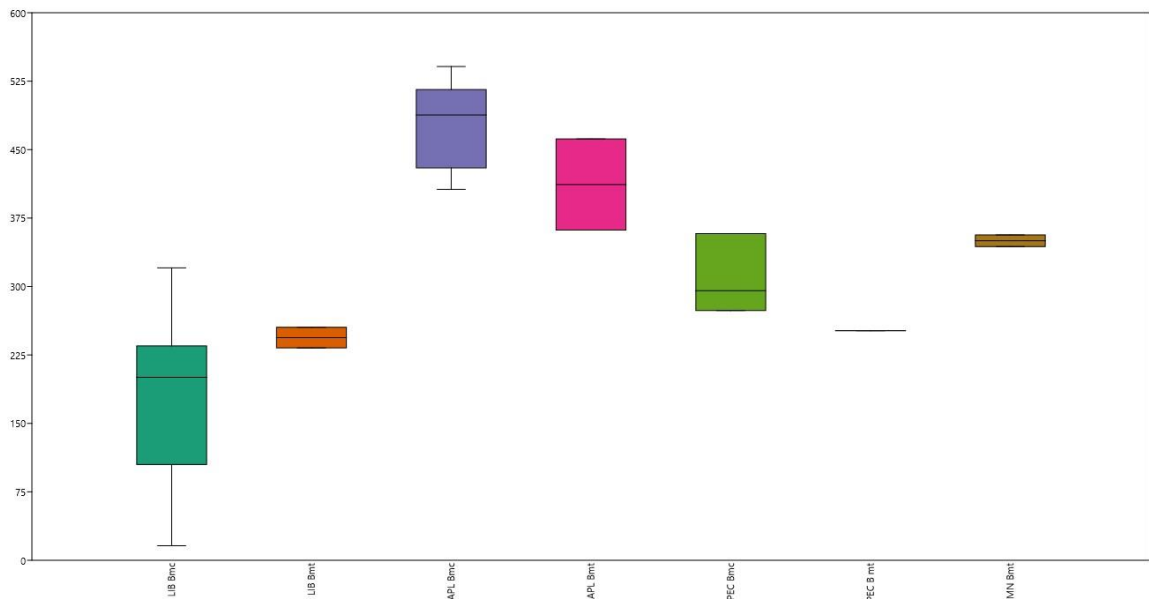
Αντίστοιχα, στην παρακάτω φωτογραφία (**Σχήμα 28**) φαίνεται ότι τα μεταταρσικά της Απολλωνίας (τα δύο απολιθώματα στα αριστερά της εικόνας) διαφοροποιούνται σημαντικά όσον αφορά τις απόλυτες διαστάσεις τους αλλά και κάποιες αναλογίες, όσον αφορά τις τροχηλίες, το πάχος και τις επιφύσεις. Τα μεταταρσικά που αντιστοιχούν στον Λίβακο, (τα δύο απολιθώματα στα δεξιά), στα Πετράλωνα (το απολίθωμα στο κέντρο και δεξιά της εικόνας) και στην Κρήμνη-3 (το απολίθωμα στο κέντρο και αριστερά) εμφανίζουν σχετικά παρόμοια μήκη αλλά εκείνα του Λίβακου είναι σαφώς πιο λεπτά και με διαφορετικές αναλογίες της κάτω επίφυσης. Των Πετραλώνων και της Κρήμνης, μοιάζουν περισσότερο μεταξύ τους μετρικά, αν και διαφοροποιούνται στις αναλογίες της κάτω επίφυσης.



Σχήμα 28, απολιθώματα από μεταταρσικά οστά από την Απολλωνία, (APL), από τον Λίβακο, (LIB), από τα Πετράλωνα, (PEC) και από την Κρήμνη, (KMN-3)

3.4 Εκτίμηση βάρους

Με βάση τους τύπους που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση του βάρους κατασκευάστηκε το θηκόγραμμα του **Σχήματος 29**, στο οποίο φαίνεται η διακύμανση των βαρών των ειδών. Το είδος με το μικρότερο βάρος είναι αυτό της θέσης Λίβακος και συνεχίζοντας, το βάρος αυξάνει με αυτό της θέσης Κρίμνη-3 να είναι το αμέσως επόμενο. Έπειτα ακολουθεί το είδος των Πετραλώνων και τέλος, το είδος με το μεγαλύτερο βάρος είναι αυτό της θέσης της Απολλωνίας.



Σχήμα 29, Θηκόγραμμα, που απεικονίζει τα βάρη των ελαφιών, που βρέθηκαν στον Λίβακο, στην Απολλωνία, στην Κρήμη-3 και στα Πετράλωνα, με βάση τα μεταταρσικά και τα μετακαρπικά οστά

Συγκρίνοντας τα βάρη των οστών των ειδών του Λίβακου, της Απολλωνίας και των Πετράλωνων, συνάγεται το συμπέρασμα ότι το είδος της Απολλωνίας εμφανίζει όπως ήταν αναμενόμενο το μέγιστο βάρος με Μ.Ο. = 475,925 Kg και 411,716 Kg, (από μετακαρπικά και μεταταρσικά οστά αντίστοιχα). Ακολουθεί σε βάρος η μορφή της Κρήμης-3 (ΜΟ= 350,090 Kg, αλλά βασισμένο μόνο σε ένα Μt, **Πίνακας 10**) και των Πετράλωνων με ΜΟ= 309,054 Kg και 251,534 Kg, (από μετακαρπικά και μεταταρσικά οστά αντίστοιχα). Τέλος η μορφή του Λίβακου 160,874 Kg και 97,607 Kg, (από μετακαρπικά και μεταταρσικά οστά αντίστοιχα).

Οι μέσοι όροι των βαρών μεταβάλλονται, αλλά όχι με τον ίδιο τρόπο. Πιο συγκεκριμένα, ο Μ.Ο. των Μt του Λίβακου είναι μεγαλύτερος από τον Μ.Ο. των Μc, ενώ οι Μ.Ο. των Μc της Απολλωνίας και των Πετράλωνων είναι μικρότεροι από τους Μ.Ο. των Μt. Τέλος, για την θέση της Κρήμης, επειδή στο θηκόγραμμα εμφανίζεται μόνο ο Μ.Ο. των Μt, δεν μπορούν να εξαχθούν ανάλογα συμπεράσματα.

Πίνακας 9, Μέσο βάρος κάθε είδους μεγαλόσωμου ελαφοειδούς, στις θέσεις του Λίβακου (LIB), της Απολλωνίας (APL) και των Πετραλώνων (PEC), υπολογισμένο από τα μετακαρπικά οστά

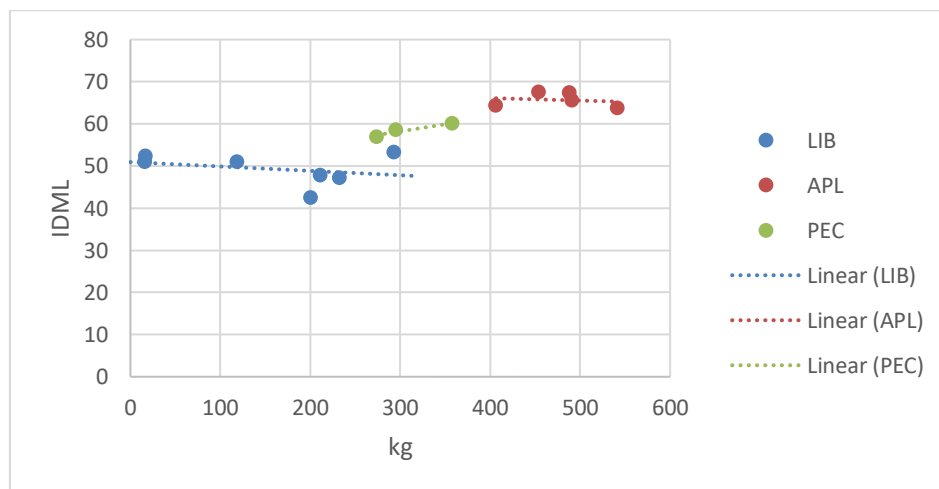
mean LIB (kg)	mean APL (kg)	mean PEC (kg)
160.874973	475.925829	309.054973

Πίνακας 10, Μέσο βάρος κάθε είδους μεγαλόσωμου ελαφοειδούς, στις θέσεις του Λίβακου (LIB), της Απολλωνίας (APL), της Κρήμνης-3 (KMN) και των Πετραλώνων, (PEC), υπολογισμένο από τα μετακαρπικά οστά

mean LIB (kg)	mean APL (kg)	mean KMN (kg)	mean PEC (kg)
97.60704965	411.7164998	350.0905862	251.5343583

3.5 Συσχέτιση βάρους/γραμμικής μεταβλητής

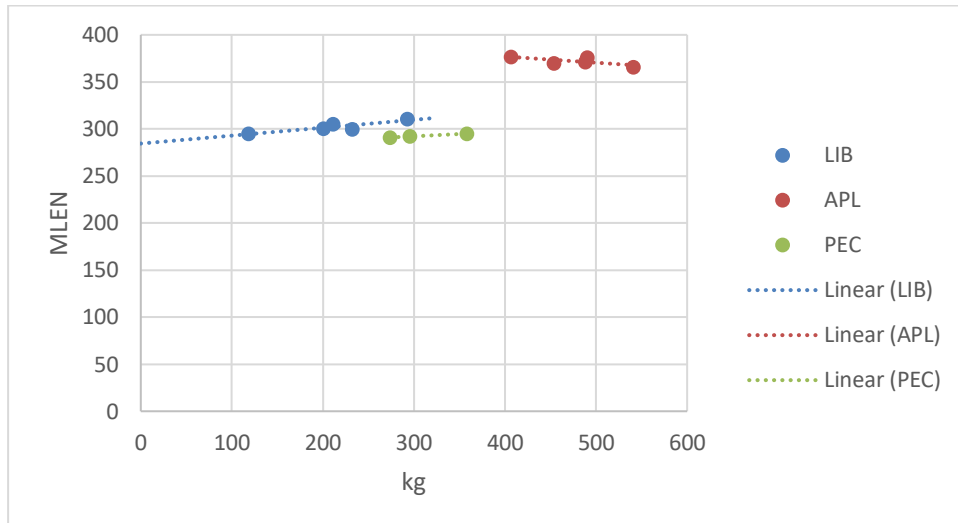
Προκειμένου να ελέγξουμε τη σχέση του εκτιμούμενου βάρους με γραμμικές μεταβλητές κατασκευάστηκαν τα διαγράμματα διασποράς των **Σχήματων 28, 29**, για τα μετακαρπικά οστά (mc).



Σχήμα 30, διάγραμμα διασποράς kg – IDML, που απεικονίζεται η γραμμική μεταβολή των βαρών των μεγαλόσωμων ελαφοειδών του Λίβακου (LIB), της Απολλωνίας (APL) και των Πετραλώνων (PEC), σε σχέση με την μέγιστη εγκάρσια διάμετρο της κατώτερης (περιφερικής) όψης της περιφερικής επίφυσης (IDML) ως προς τα μετακαρπικά οστά

Από τη σύγκριση του βάρους με την μέγιστη εγκάρσια διάμετρο της κατώτερης (περιφερικής) όψης της περιφερικής επίφυσης (IDML) (**Σχήμα 30**) φαίνεται ότι τόσο στην μορφή της Απολλωνίας όσο και στην μορφή του Λίβακου η συσχέτιση είναι

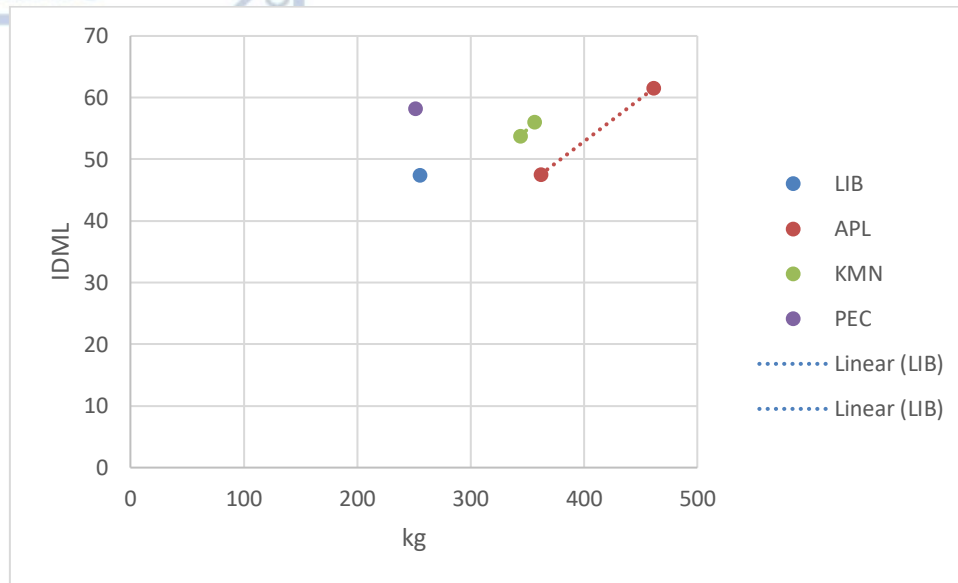
ελαφρώς αρνητική έως μηδενική, δηλαδή η εγκάρσια διάμετρος της κάτω επίφυσης (IDML) μειώνεται ελαφρώς ή μένει σταθερή με την αύξηση του βάρους. Αντίθετα στην μορφή των Πετραλώνων, αν και τα δεδομένα είναι λιγότερα, παρατηρείται ελαφρά γραμμική αύξηση του IDML σε σχέση με το βάρος.



Σχήμα 31, διάγραμμα διασποράς kg – MLEN, που απεικονίζεται η γραμμική μεταβολή των βαρών στις περιοχές του Λίβακου (LIB) της Απολλωνίας (APL) και των Πετραλώνων (PEC), με βάση τα μετακαρπικά οστά

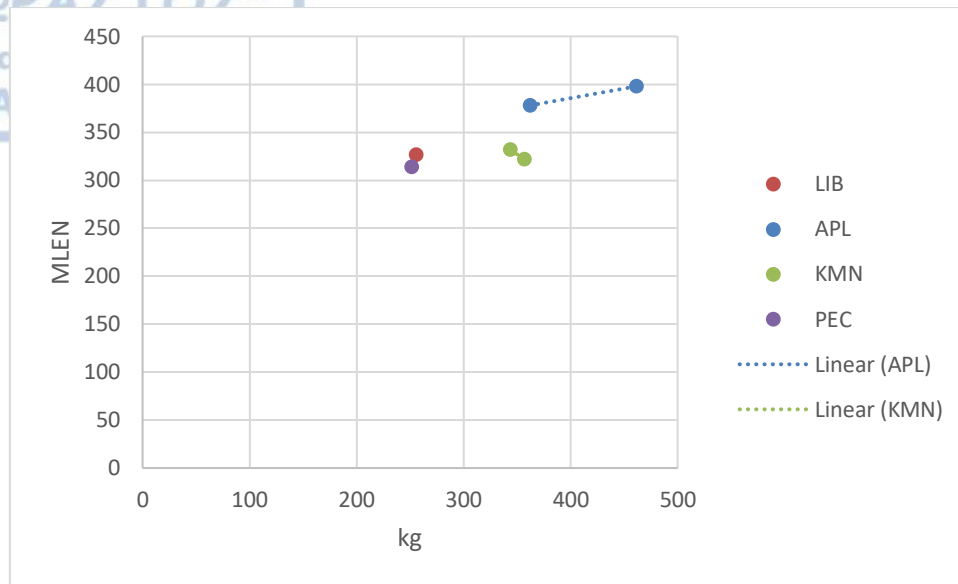
Από τη σύγκριση του βάρους με το μέγιστο μήκος (MLEN) (**Σχήμα 31**) φαίνεται ότι στην μορφή της Απολλωνίας η συσχέτιση είναι ελαφρώς αρνητική έως μηδενική, δηλαδή το μέγιστο μήκος (MLEN) μειώνεται ελαφρώς ή μένει σταθερό με την αύξηση του βάρους. Αντίθετα τόσο στην μορφή της Κρήμνης, όσο και στην μορφή των Πετραλώνων παρατηρείται ελαφρά γραμμική αύξηση του MLEN σε σχέση με το βάρος. Δηλαδή το μέγιστο μήκος αυξάνει ελαφρώς, όσο αυξάνει το βάρος (kg).

Για την συσχέτιση βάρους/γραμμικής μεταβλητής στα μεταταρσικά οστά (mt), εξήχθησαν τα διαγράμματα διασποράς των **Σχημάτων 32, 33**.



Σχήμα 32, διάγραμμα διασποράς kg – IDML, που απεικονίζεται η γραμμική μεταβολή των βαρών στις περιοχές του Λίβακου (LIB), της Απολλωνίας (APL), Κρήμνης (KMN) και των Πετραλώνων (PEC), σε σχέση με την μέγιστη εγκάρσια διάμετρο της κατώτερης (περιφερικής) όψης της περιφερικής επίφυσης (IDML), ως προς τα μεταταρσικά οστά

Από τη σύγκριση του βάρους με την μέγιστη εγκάρσια διάμετρο της κατώτερης (περιφερικής) όψης της περιφερικής επίφυσης (IDML) (**Σχήμα 32**) φαίνεται ότι τόσο στην μορφή της Απολλωνίας όσο και στην μορφή της Κρήμνης η συσχέτιση παρουσιάζει αύξηση, δηλαδή το IDML, αυξάνει με την αύξηση του βάρους (kg). Για τα είδη του Λίβακου και των Πετραλώνων υπάρχει μόνο ένα σημείο για την κάθε θέση, οπότε δεν μπορούν να εξαχθούν τέτοιου είδους συμπεράσματα.



Σχήμα 33, διάγραμμα διασποράς kg – MLEN, που απεικονίζεται η γραμμική μεταβολή των βαρών στις περιοχές του Λίβακου (LIB), της Απολλωνίας (APL), Κρήμνης (KMN) και των Πετραλώνων (PEC), με βάση τα μεταταρσικά οστά

Από τη σύγκριση του βάρους με το μέγιστο μήκος (MLEN) (**Σχήμα 33**) φαίνεται ότι στην μορφή της Απολλωνίας η συσχέτιση παρουσιάζει αύξηση, δηλαδή το MLEN αυξάνεται όσο αυξάνεται το βάρος (kg), ενώ στην μορφή της Κρήμνης μειώνεται με την αύξηση του βάρους. Για τις μορφές του Λίβακου και των Πετραλώνων, υπάρχει μόνο ένα σημείο για την κάθε θέση και επομένως δεν μπορούν να εξαχθούν τέτοιου είδους συμπεράσματα.

3.6 Ποιοτική σύγκριση

Κάθε μεταπόδιο εξετάσθηκε ποιοτικά σε σχέση με τους οικομορφολογικούς χαρακτήρες της Köhler (1993) που επιλέχθηκαν και τα αποτελέσματα δίνονται στον πίνακα 11 για τα Mc & Mt αντίστοιχα.

Πίνακας 11, Οικομορφολογικός τύπος A, B, C μετακαρπικών με βάση την μορφολογία των μεταποδίων κατά Köhler (1993)

Distal																			
Mc	LIB-124	LIB-127	LIB-122	LIB-123	LIB-130	LIB-131	LIB-129	APL-385	APL-334	APL-376	APL-895	APL-896	PEC1456	PEC1457	PEC1458				
A, B, C	A1	A1	A2	A2	A2	A1	A1	B	A2	B	B	B	B	A2	A2				
Mt	LIB-166	PEC1450							APL-199	APL-354			PEC1450				KMN-32F	KMN-81a	
A, B, C	B	B							A1	A2			B				B	B	
Proximal																			
Mc	LIB-124	LIB-127	LIB-122	LIB-123	LIB-136	LIB-131	LIB-126	LIB-125	LIB-137	PEC1456	PEC1457	PEC1458	APL-385	APL-334	APL-376		APL-895	APL-896	
A, B, C	A	A	B	A	A	A	C	B	C	B	A	A	B	A2	B		B	B	
Mt	LIB-166	LIB-135	LIB-133								PEC1450		APL-199	APL-354					KMN-32F
A, B, C	A	C	A							A			A	A				A	B

Η επεξεργασία των δεδομένων του πίνακα 11 ως προς την ποσοστιαία εκπροσώπηση κάθε τύπου (A, B, και C, κατά Köhler 1993) ανά χαρακτήρα και θέση δείχνει ότι:

Τα μετακαρπικά οστά της θέσης Λίβακος χαρακτηρίζονται ως τύπου A (100%) ως προς την κάτω επίφυση και ως πλειοψηφικά τύπου A (55,5%) ως προς την άνω επίφυση.

Από τα παραπάνω παρατηρείται ότι η μεγαλόσωμη μορφή ελαφοειδούς της θέσης Λίβακος παρουσιάζει μετακαρπικά ανάλογα με εκείνα των ειδών που ζουν σε δασώδη ενδιαιτήματα με υγρούς βιότοπους.

Τα μετακαρπικά της θέσης της Απολλωνίας χαρακτηρίζονται ως τύπου B τόσο ως προς την κάτω επίφυση (80%) όσο και ως προς την άνω (80%). Επομένως παρουσιάζουν ομοιότητες με είδη που ζουν σε ανοιχτούς, επίπεδους και ξηρούς βιότοπους.

Τα μετακαρπικά της θέσης των Πετραλώνων χαρακτηρίζονται ως τύπου A τόσο ως προς την κάτω επίφυση (66,6%) όσο και ως προς την άνω (66,6%). Επομένως παρουσιάζουν ομοιότητες με είδη που ζουν σε δασώδη ενδιαιτήματα με υγρούς βιότοπους.

Τα μετακαρπικά της θέσης Λίβακος χαρακτηρίζονται ως τύπου B ως προς την κάτω επίφυση (100%) και A ως προς την άνω (66,6%). Επομένως παρουσιάζουν ομοιότητες με είδη που ζουν σε δασώδη ενδιαιτήματα με υγρούς βιότοπους, αλλά και με αυτά που ζουν σε ανοιχτούς, επίπεδους και ξηρούς βιότοπους.

Τα μετακαρπικά της θέσης των Πετραλώνων χαρακτηρίζονται ως τύπου B ως προς την κάτω επίφυση (100%) και A ως προς την άνω (100%). Επομένως παρουσιάζουν ομοιότητες με είδη που ζουν σε δασώδη ενδιαιτήματα με υγρούς βιότοπους, αλλά και με αυτά που ζουν σε ανοιχτούς, επίπεδους και ξηρούς βιότοπους.

Τα μετακαρπικά της θέσης της Απολλωνίας χαρακτηρίζονται ως τύπου A ως προς την κάτω επίφυση (100%) και A ως προς την άνω (100%). Επομένως παρουσιάζουν ομοιότητες με είδη που ζουν σε δασώδη ενδιαιτήματα με υγρούς βιότοπους.

Τα μετακαρπικά της θέσης Κρήνη χαρακτηρίζονται ως τύπου B ως προς την κάτω επίφυση (100%) και B ως προς την άνω (50%). Επομένως παρουσιάζουν ομοιότητες με είδη που ζουν σε ανοιχτούς, επίπεδους και ξηρούς βιότοπους.

Κεφάλαιο 4. Συμπεράσματα – Συζήτηση

Η οικογένεια των ελαφίδων περιλαμβάνει πολλά και διαφορετικά είδη ελαφιών, τα οποία δεν είναι εύκολο να ταξινομηθούν, λόγω του μη συμπληρωμένου αρχείου των απολιθωμάτων. Στο Πλειστόκαινο της Ευρώπης παρουσιάστηκαν διάφορα είδη μεγαλόσωμων ελαφιών που ανήκουν σε διαφορετικά γένη και είδη. Κατ' αντιστοιχία και στο Ελληνικό Πλειστόκαινο εντοπίζονται διάφορα είδη μεγαλόσωμων ελαφοειδών. Συνδυάζοντας τα μετρικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά των μεταποδίων από τις θέσεις Λίβακος, Κρήμνη-3, Απολλωνία, Πετραλώννα οι οποίες καλύπτουν το χρονικό πλαίσιο ~1,5-0,5 Ma, μπορούν να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα ως προς τα εμφανιζόμενα είδη και την οικολογία τους.

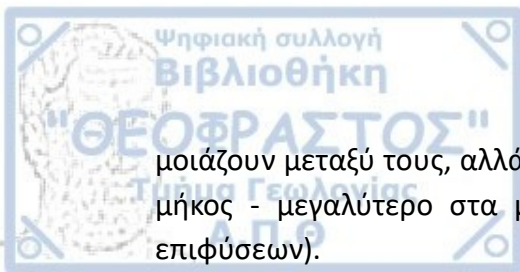
Στην παλαιότερη θέση Λίβακος της ΒΔ Ελλάδας, εντοπίζεται ένα μεγαλόσωμο είδος ελαφοειδούς. Τα μετρικά του χαρακτηριστικά δείχνουν ότι αποτελεί την μικρότερη από τις εξεταζόμενες μορφές με βάρος περί τα 129 Kg (Μ.Ο. από τα βάρη που εξήχθησαν από τα μετακαρπικά και τα μεταταρσικά οστά) και με επιμήκη, λεπτά μεταπόδια, τα οποία ανταποκρίνονται καλύτερα σε ένα δασώδη τύπο ενδιαιτήματος.

Στην επόμενη χρονολογικά θέση Κρήμνη-3 εντοπίζεται ένα μεγαλόσωμο είδος ελαφοειδούς, του οποίου το βάρος έγκειται περί τα 350 Kg (αλλά το βάρος είναι βασισμένο μόνο σε ένα Mt), έχοντας λιγότερο επιμήκη και λεπτά μεταπόδια, τα οποία ανταποκρίνονται καλύτερα σε ανοιχτούς, επίπεδους και ξηρούς βιότοπους.

Στην θέση Απολλωνία που χρονολογείται περίπου στα 1,2 Ma εντοπίζεται ένα μεγαλόσωμο είδος ελαφοειδούς, του οποίου τα μετρικά χαρακτηριστικά δείχνουν ότι αποτελεί την μεγαλύτερη από τις εξεταζόμενες μορφές με βάρος περί τα 443.675 Kg (Μ.Ο. από τα βάρη που εξήχθησαν από τα μετακαρπικά και τα μεταταρσικά οστά) και με επιμήκη, παχύτερα μεταπόδια, τα οποία ανταποκρίνονται καλύτερα σε ένα μεικτό τύπο ενδιαιτήματος με δασώδεις, υγρούς βιότοπους και με ανοιχτούς, επίπεδους, ξηρούς βιότοπους.

Τέλος, στο Σπήλαιο των Πετραλώνων εντοπίζεται ένα μεγαλόσωμο είδος ελαφοειδούς, του οποίου το βάρος έγκειται περί τα 280.294 Kg (Μ.Ο. από τα βάρη που εξήχθησαν από τα μετακαρπικά και τα μεταταρσικά οστά), με μήκος μεταποδίων, που μοιάζουν με αυτά της Κρήμνης-3 και με μικρό πάχος αυτών, τα οποία ανταποκρίνονται καλύτερα σε ένα μεικτό τύπο ενδιαιτήματος με δασώδεις και υγρούς βιότοπους, αλλά και με ανοιχτούς, επίπεδους και ξηρούς βιότοπους.

Από τις 4 μορφές που μελετήθηκαν ως προς τα μεταπόδια, εκείνες του Λίβακου και της Απολλωνίας διακρίνονται σαφώς μεταξύ τους αλλά και από τις υπόλοιπες. Με βάση τα μετρικά και μορφολογικά τους χαρακτηριστικά ανταποκρίνονται η κάθε μία σε ένα ξεχωριστό είδος. Όσον αφορά τις μορφές της Κρήμνης-3 και των Πετραλώνων



μοιάζουν μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν σε κάποια μετρικά χαρακτηριστικά (μέγιστο μήκος - μεγαλύτερο στα μεταπόδια της Κρήμνης-3 και σε χαρακτηριστικά των επιφύσεων).

Στην Βόρεια Ελλάδα, η σύγκριση των μετακαρπικών και των μεταταρσικών οστών, οδηγεί σε κάποια συμπεράσματα σχετικά με την μορφολογία των παραπάνω θέσεων.

Στην θέση Λίβακος, υπήρχαν δασώδη ενδιαιτήματα.

Στην θέση Απολλωνία, υπήρχε ένας μεικτός τύπος ενδιαιτήματος με δασώδεις, υγρούς βιότοπους αλλά και ανοιχτούς, επίπεδους, ξηρούς βιότοπους.

Στην θέση Κρήμνη-3, υπήρχαν ανοιχτοί, επίπεδοι και ξηροί βιότοποι.

Τέλος, στην θέση Πετράλωνα υπήρχε ένας μεικτός τύπος ενδιαιτήματος με εναλλαγές δασωδών, υγρών και ανοιχτών, επίπεδων, ξηρών βιοτόπων.

Από τους χαρακτήρες A, B και C, κατά Köhler (1993), οι οποίοι χαρακτηρίζουν τα μεταπόδια, γίνεται κατανοητό ότι τα ελάφια που ζούσαν στον Λίβακο και στα Πετράλωνα, ήταν αυτά που κυρίως ζούσαν σε δασώδεις εκτάσεις. Άρα, σύμφωνα με την Vislobokova (2012), κατά την κίνησή τους, συνδύαζαν το τρέξιμο με άλματα. Τα ελάφια που ζούσαν στην Απολλωνία και στην Κρήμνη, ήταν κυρίως προσαρμοσμένα σε λίγο πιο ανοιχτές εκτάσεις. Επομένως, κατά την κίνησή τους ήταν γρήγοροι δρομείς.



Κεφάλαιο 5. Βιβλιογραφία

- Agustí, J., and M. Antón. (2002). Mammoths, Sabertooths, and Hominids: 65 Million Years of Mammalian Evolution in Europe. Columbia University Press, New York, 313 pp.
- Barr A., W. (2018). Ecomorphology. In: Croft, D., Su, D., Simpson, S. (eds) Methods in Paleoeology. Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology. Springer, Cham.
- Baryshnikov, G. F., & Tsoukala, E. (2010). New analysis of the Pleistocene carnivores from Petralona Cave (Macedonia, Greece) based on the Collection of the Thessaloniki Aristotle University. *Geobios*, 43(4), 389-402.
- Bock, W.J. (1990). From Biologische Anatomie to Ecomorphology. *Neth. J. Zool.* 40.: 254-277
- Cap, H., Aulagnier, S., & Deleporte, P. (2002). The phylogeny and behaviour of Cervidae (Ruminantia Pecora). *Ethology Ecology & Evolution*, 14(3), 199-216.
- Crégut-Bonnoure, E., & Tsoukala, E. (2005). *The Pleistocene bovids from the Petralona Cave (Macedonia, Greece): new interpretations and biogeographical implications* (No. RefW-15-14792). Aristotle University of Thessaloniki.
- Croitor, R. (2014). Deer from Late Miocene to Pleistocene of Western Palearctic: matching fossil record and molecular phylogeny data. *Zitteliana*, 32, 115-153.
- Ferry-Graham, L. A., & Gibb, A. C. (2018). Ecophysiology. In *Encyclopedia of ecology* (pp. 346-349). Elsevier.
- Frohlich, J., Kubickova, S., Musilova, P., Cernohorska, H., Muskova, H., Vodicka, R., & Rubes, J. (2017). Karyotype relationships among selected deer species and cattle revealed by bovine FISH probes. *PLoS One*, 12(11), e0187559.
- Gkeme AG, Koufos GD, Kostopoulos DS. (2021). Reconsidering the Equids from the Early Pleistocene Fauna of Apollonia 1 (Mygdonia Basin, Greece). *Quaternary*. 4(2):12. <https://doi.org/10.3390/quat4020012>
- Gkeme, A., Koufos, G. D., & Kostopoulos, D. S. (2017). The Early Pleistocene stenonoid horse from Libakos (Western Macedonia, Greece): Biochronological and palaeoecological implications and dispeal events. In *15th RCMNS Congress (Athens)*.
- Heckeberg NS, Wörheide G. (2019). A comprehensive approach towards the systematics of Cervidae. *PeerJ Preprints* 7:e27618v1 <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.27618v1>
- Köhler, M. (1993). Skeleton and habitat of recent and fossil ruminants. *Munch. Geowiss. Abh*, 25, 1-88.
- Kokotini, M. (2020). *The Cervidae (Artiodactyla, Mammalia) from the Lower Pleistocene fossil site of Tsiotra Vryssi (Mygdonia Basin)* (Doctoral dissertation, Master Thesis, Interinstitutional Program of Postgraduate Studies in Palaeontology-Geobiology. School of Geology, Aristotle University of Thessaloniki).
- Konidaris, G. E., Amanatidou, M., Chitoglou, K., Fragkioudakis, E., Gerakakis, N., Giannakou, V., Gkeme, A., Kalaitzi, C., Ladas, A., Tsakalidis, C., Tsatsalis, V., & Kostopoulos, D. S. (2022). Krimni-3: A New Lower Pleistocene Vertebrate Site in Mygdonia Basin. *Our Earth Our Home*, Volume: Bulletin of the Geological Society of Greece, Sp. Publ. 10

Konidarīs, G. E., Kostopoulos, D. S., Maron, M., Schaller, M., Ehlers, T. A., Aidona, E., & Harvati, K. (2021). Dating of the Lower Pleistocene vertebrate site of Tsiotra Vryssi (Mygdonia Basin, Greece): Biochronology, magnetostratigraphy, and cosmogenic radionuclides. *Quaternary*, 4(1), 1.

Kostopoulos, D.S., Konidarīs, G.E., Amanatidou, M. *et al.*, (2023). The new fossil site Krimni-3 in Mygdonia Basin and the first evidence of a giant ostrich in the Early Pleistocene of Greece. *PalZ* 97, 147–161

Koufos, G. D., & Tamvakis, A. (2022). Revising the Villafranchian carnivoran fauna from Libakos (Macedonia, Greece) with some implications for its age. *Historical Biology*, 34(8), 1399-1412. DOI: 10.1080/08912963.2021.2024179

Koufos, G. D., Syrides, G. E., Kostopoulos, D. S., & Koliadimou, K. K. (1995). Preliminary results about the stratigraphy and the palaeoenvironment of Mygdonia Basin, Macedonia, Greece. *Geobios, Volume 28, Supplement 1*, 243-249

Leinders, J. J. M. (1979). On osteology and function of digits some ruminants and their bearing on taxonomy. *Zeitschrift für Saugetierkunde*, 44(5), 305-318.

Tsoukala, E. S. (1992). The Pleistocene large mammals from the Agios Georgios cave, Kilikis (Macedonia, N. Greece). *Geobios*, 25(3), 415-433.

Vislobokova, I. A. (2013). Morphology, taxonomy, and phylogeny of megacerines (Megacerini, Cervidae, Artiodactyla). *Paleontol. J.* 47, 833–950.

Vislobokova, I.A. (2012) Giant deer: Origin, evolution, role in the biosphere. *Paleontol. J.* 46, 643–775

Κουφός, Γ. (2008). Μαθήματα Στρωματογραφίας, University Studio Press

Κωστόπουλος, Δ., & Κουφός, Γ. (2015). *Η εξέλιξη του έμβιου κόσμου: χορδωτά* [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές

Μανιάκας, Ι. (2019). *Συμβολή στη μελέτη των χωροχρονικών μεταβολών της παλαιοοικολογίας των πλειστοκαινικών Bovini της Ευρώπης με χρήση μορφολογικών και γεωμορφομετρικών μεθόδων* (Doctoral dissertation, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ). Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Γεωλογίας. Τομέας Γεωλογίας. Εργαστήριο Γεωλογίας και Παλαιοντολογίας).

Τσουκαλά, Ε. (1989). *ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΠΑΛΑΙΟΠΑΝΙΔΑΣ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΣΠΟΝΔΥΛΩΤΩΝ (CARNIVORA, PERISSODACTYLA, ARTIODACTYLA) ΤΟΥ ΣΠΗΛΑΙΟΥ ΤΩΝ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΤΗΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ* (Doctoral dissertation, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ). Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Γεωλογίας).

Τσουκαλά, Ε. Σ. (1991). A coelodonta antiquitatis praecursor (mammalia, rhinocerotidae, zone 24) from the lower Axios valley deposits (Gephyra, Macedonia, N. Greece)= Coelodonta antiquitatis praecursor (θηλαστικά, ρινοκερατοειδή, ζώνη 24) από την κατώτερη κοιλάδα του Αξιού (Γέφ. *Δελτίον της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας*, 25(2), 473-485.



Φωτογραφίες :

<https://ecozen.gr/2021/01/oi-tarandoi-kindyneyoyn-tin-klimatiki-allagi/>

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BB%CE%AC%CF%86%CE%B9#/media/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:Family_Cervidae_five_species.jpg

<https://naturerules1.fandom.com/wiki/Megaloceros><https://palaeo-electronica.org/content/2018/468-834/2162-uniformity-in-variety-figures>

<https://prehistoric-fauna.com/Megaloceros-giganteus>

<https://www.deviantart.com/avancna/art/Megaloceros-savini-58809130>

21/10/2018 – Διάλεξη: Πετράλωνα – Ένα σπήλαιο, μια προϊστορία. – ΕΛΛΕΠΕΤ – Ελληνική Επιστημονική Εταιρεία (ellepet.gr)