

# ΒΙΟΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΔΟΜΗΣ ΤΩΝ ΑΠΟΛΙΘΩΜΕΝΩΝ ΧΑΥΛΙΟΔΟΝΤΩΝ\*

**A. Αθανασίου<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Υπουργείο Πολιτισμού, Εφορεία Παλαιοανθρωπολογίας–Σπηλαιολογίας Ν. Ελλάδος

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ευρεία γεωγραφική εξάπλωση των Ελεφάντων στην Ευρασία κατά το πρόσφατο γεωλογικό παρελθόν, καθώς και η γενικά υψηλή συχνότητα διατήρησης και εύρεσης απολιθωμένων λειψάνων τους, καθιστά τα απολιθώματα αυτά χρήσιμα για βιοστρωματογραφικές συσχετίσεις. Μία σχετικά νέα μέθοδος που βοηθά στον προσδιορισμό χαυλιοδόντων είναι η μελέτη της μικροδομής τους, όπως εκφράζεται από τη μορφολογία των γραμμών Schreger. Οι γραμμές αυτές χαρακτηρίζουν την οδοντίνη των Προβοσκιδωτών και είναι ορατές σε εγκάρσιες τομές ως δεξιόστροφες και αριστερόστροφες σπείρες. Η εφαρμογή της μεθόδου σε μη προσδιορίσιμα δείγματα χαυλιοδόντων μπορεί να οδηγήσει στην απόδοσή τους σε κάποιο τάξον και, συνακολούθως, στην άντληση βιοστρωματογραφικών πληροφοριών από αυτά. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται η εφαρμογή της μεθόδου σε δείγματα προερχόμενα από ελληνικές θέσεις, καθώς και τα νέα ταξινομικά και βιοστρωματογραφικά δεδομένα που προκύπτουν από αυτήν.

## ABSTRACT

Fossil elephants of Eurasia are very useful for biostratigraphical correlations, as they were widespread geographically and they are generally common and well preserved as fossils. A relatively new method that contributes to the taxonomic identification of proboscidean tusks is the study of their microstructure, as it is expressed in their Schreger pattern. This pattern is characteristic of the proboscidean dentine. It is visible in tusk cross sections as intersecting spiral lines. The method can be applied in small, otherwise not determinable, tusk fragments to help with their taxonomic identification, making subsequently possible to come to biostratigraphical conclusions. The present study presents the application of this method in Greek samples, as well as the resulting taxonomic and biostratigraphic data.

## 1. Εισαγωγή

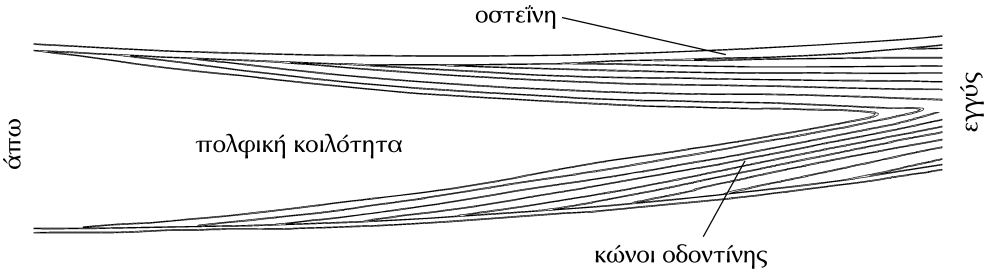
Η τάξη των Προβοσκιδωτών περιλαμβάνει Θηλαστικά γενικώς μεγάλου μεγέθους και βαριάς κατασκευής που εμφάνισαν μεγάλη ταξινομική ποικιλομορφία και ευρύτατη γεωγραφική εξάπλωση, κυρίως κατά τη διάρκεια του

Νεογενούς. Σήμερα η τάξη βρίσκεται στα πρόθυρα της εξαφάνισης, καθώς αντιπροσωπεύεται από μία μόλις οικογένεια (Elephantidae), δύο γένη (*Elephas* και *Loxodonta*) και δύο ή τρία είδη με μικρό αριθμό ατόμων, και περιορίζεται γεωγραφικώς σε μικρής

\*BIOSTRATIGRAPHICAL IMPLICATIONS OF THE FOSSIL TUSKS' STRUCTURE

A. Athanassiou

Hellenic Ministry of Culture, Department of Palaeoanthropology–Speleology



**Εικ. 1.** Σχηματική διαμήκης τομή χαυλιόδοντα όπου φαίνεται η διάταξη των διαδοχικών κοίλων κώννων της οδοντίνης και το περιφερειακό στρώμα οστεΐνης.

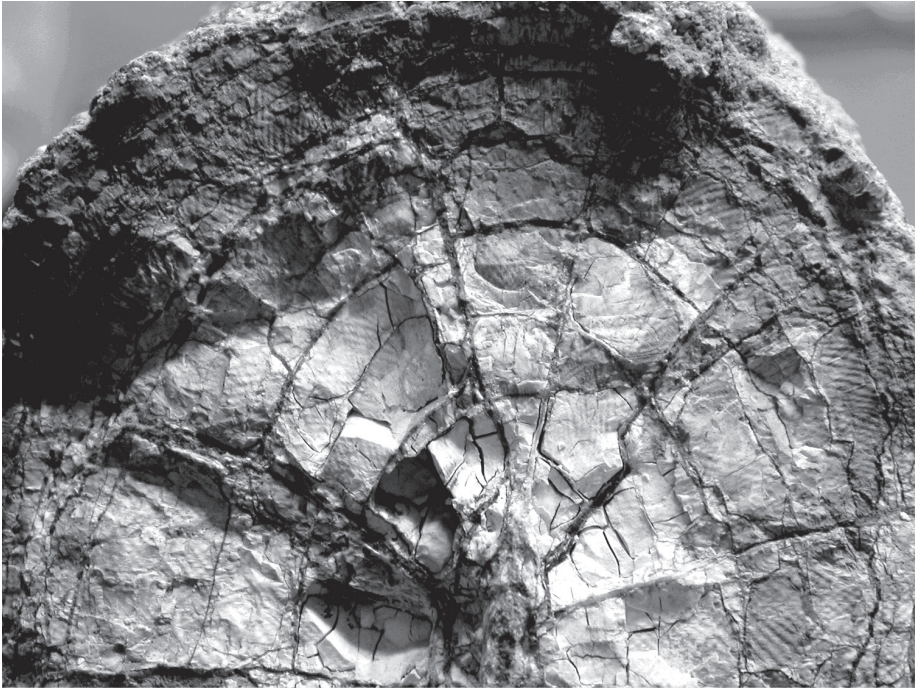
εκτάσεως θύλακες της Αφρικής και της Ασίας. Ο μεγάλος όμως αριθμός των απολιθωμένων γενών και ειδών που έχουν περιγραφεί μέχρι σήμερα, αλλά και η συγκριτικά υψηλή συχνότητα διατήρησης των σκελετικών στοιχείων τους, λόγω μεγάλου μεγέθους, έχουν καταστήσει τα Προβοσκιδωτά ιδιαίτερα χρήσιμα για βιοστρωματογραφικές μελέτες. Μία νέα μέθοδος που αφορά τη μελέτη της μικροδομής των χαυλιόδοντων, και ειδικότερα τη μορφολογία των γραμμών Schreger, συμβάλλει στον προσδιορισμό σε επίπεδο γένους ακόμη και πολύ μικρών θραυσμάτων χαυλιόδοντων, με αποτέλεσμα τη δυνατότητα άντλησης σημαντικών ταξινομικών και συνακολούθως βιοστρωματογραφικών στοιχείων ακόμη και από ελλειπώς διατηρημένα απολιθώματα.

Οι χαυλιόδοντες των Προβοσκιδωτών είναι διαφοροποιημένοι, επιμηκυσμένοι τομείς της άνω ή και της κάτω γνάθου που αποτελούνται κυρίως από οδοντίνη, η οποία περιβάλλεται από λεπτό στρώμα οστεΐνης. Σε πρώιμους αντιπροσώπους της τάξεως είναι δυνατόν να υπάρχει πλευρικά διαμήκης λωρίδα αδαμαντίνης. Στους Ελέφαντες (οικογένεια Elephantidae), σε πρώιμο οντογενετικό στάδιο, παρατηρείται λεπτό στρώμα αδαμαντίνης κοντά στο

εγγύς άκρο του χαυλιόδοντα, το οποίο σύντομα αποτριβείται με τη χρήση. Οι χαυλιόδοντες αναπτύσσονται καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του ατόμου, με απόθεση οδοντίνης στη βάση του χαυλιόδοντα από ειδικά κύτταρα, τους οδοντοβλάστες. Τα διαδοχικά στρώματα οδοντίνης έχουν μορφή κοίλου κώννου, με αποτέλεσμα ο χαυλιόδοντας να δομείται από διαδοχικούς κώννους που εφαρμόζουν ο ένας μέσα στον άλλο (Εικ. 1).

## 2. Περιγραφή και ιστορικό της μεθόδου

Οι γραμμές Schreger είναι ένα οπτικό φαινόμενο που χαρακτηρίζει την οδοντίνη των Προβοσκιδωτών και κυρίως αυτή των χαυλιόδοντων (Owen, 1845: 627, Trapani & Fisher, 2003). Είναι ορατές δια γυμνού οφθαλμού σε φυσικές ή λειασμένες εγκάρσιες τομές, κάθετα στον διαμήκη άξονα του χαυλιόδοντα (Εικ. 2). Πρόκειται για καμπύλες γραμμές που διατρέχουν την επιφάνεια της τομής δεξιόστροφα και αριστερόστροφα, τεμνόμενες μεταξύ τους. Το οπτικό αυτό φαινόμενο προκαλείται από τη διάταξη στο χώρο των σωληνίσκων οδοντίνης, η οποία είναι κυματοειδής. Η κάθε γραμμή Schreger σχηματίζεται από διαδοχικούς σω-



**Εικ. 2.** Φυσική εγκάρσια τομή χαυλιόδοντα του γένους *Mammuthus* από την περιοχή Επανομής, όπου διακρίνονται οι διασταυρούμενες γραμμές Schreger. Διάμετρος τομής: 11 cm.

ληνίσκους που βρίσκονται στην ίδια φάση στην επιφάνεια της εγκάρσιας τομής (Εικ. 3). Όσο πυκνότερη είναι η κύμανση των σωληνίσκων (δηλαδή, όσο μικρότερο το μήκος κύματος αυτής), τόσο μικρότερη η ακτίνα καμπυλότητας των γραμμών. Η μορφή και η πυκνότητα των γραμμών εξαρτώνται επίσης από την απόσταση μεταξύ των σωληνίσκων. Αυτός είναι πιθανότατα ο λόγος που ο αριθμός των γραμμών γενικά μειώνεται προς τον άξονα του χαυλιόδοντα.

Αν και οι γραμμές Schreger περιγράφηκαν για πρώτη φορά από τον Bernhard Schreger ήδη το 1800 και η χαρακτηριστική ύπαρξή τους στην οδοντίνη των Προβοσκιδωτών αναφερόταν σχετικά συχνά σε μεταγενέστερες δημοσιεύσεις (π.χ. Owen, 1845), η συστηματική μελέτη της μορφολογίας τους για ταξινομικούς λόγους

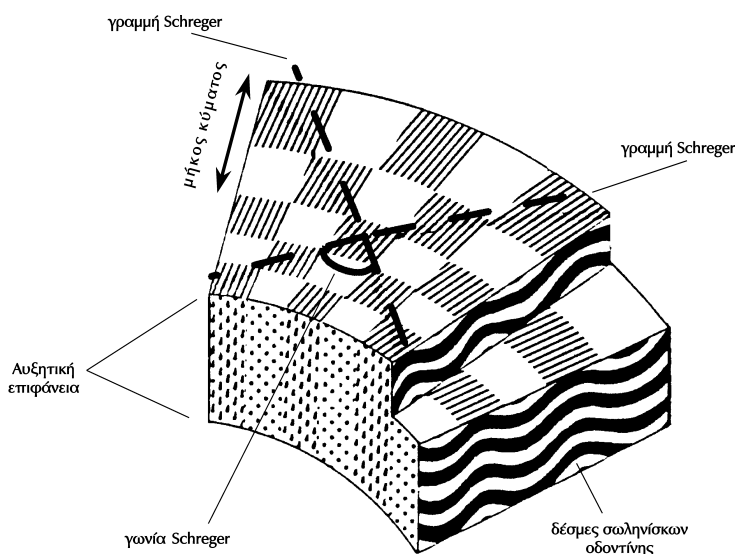
άρχισε μόλις κατά τη δεκαετία του 1990 (Espinoza & Mann, 1993). Η αιτία μάλιστα ήταν νομική, καθώς μετά το 1989 απαγορεύτηκε σε πολλές χώρες του κόσμου η εισαγωγή ελεφαντόδοντος προερχομένου από τα απειλούμενα αρτίγονα είδη ελεφάντων, ενώ παράλληλα επιτρεπόταν η εισαγωγή ελεφαντόδοντος από μαμούθ που προερχόταν από τα εκτεταμένα και πλούσια ανωπλειστοκαινικά κοιτάσματα της Β. Σιβηρίας. Έπρεπε λοιπόν να βρεθεί τρόπος διαχωρισμού ακόμη και μικρών τεμαχίων του σύγχρονου από το απολιθωμένο ελεφαντόδοντο.

Οι Espinoza & Mann (1993) χρησιμοποίησαν τις γωνίες που σχηματίζονται μεταξύ των γραμμών Schreger (ακριβέστερα των εφαπτομένων τους) στην περιοχή της οδοντίνης κοντά στην επαφή με την οστέινη (Εικ. 3) για να

διαχωρίσουν δείγματα συγχρόνων και απολιθωμένων χαυλιόδοντων. Παρατήρησαν ότι οι γωνίες αυτές (γωνίες Schreger) είναι γενικά οξείες στο *Mammuthus primigenius* και αμβλείες στα αρτίγονα είδη, παρέχοντας ένα άμεσο οπτικό κριτήριο διαχωρισμού. Οι ίδιοι συγγραφείς μέτρησαν σε δείγματα από *Gomphotherium* και *Mammut* γωνίες Schreger συγκρίσιμες με αυτές του *Mammuthus*.

Σε ανάλογα συμπεράσματα κατέληξαν και μεταγενέστεροι ερευνητές όπως

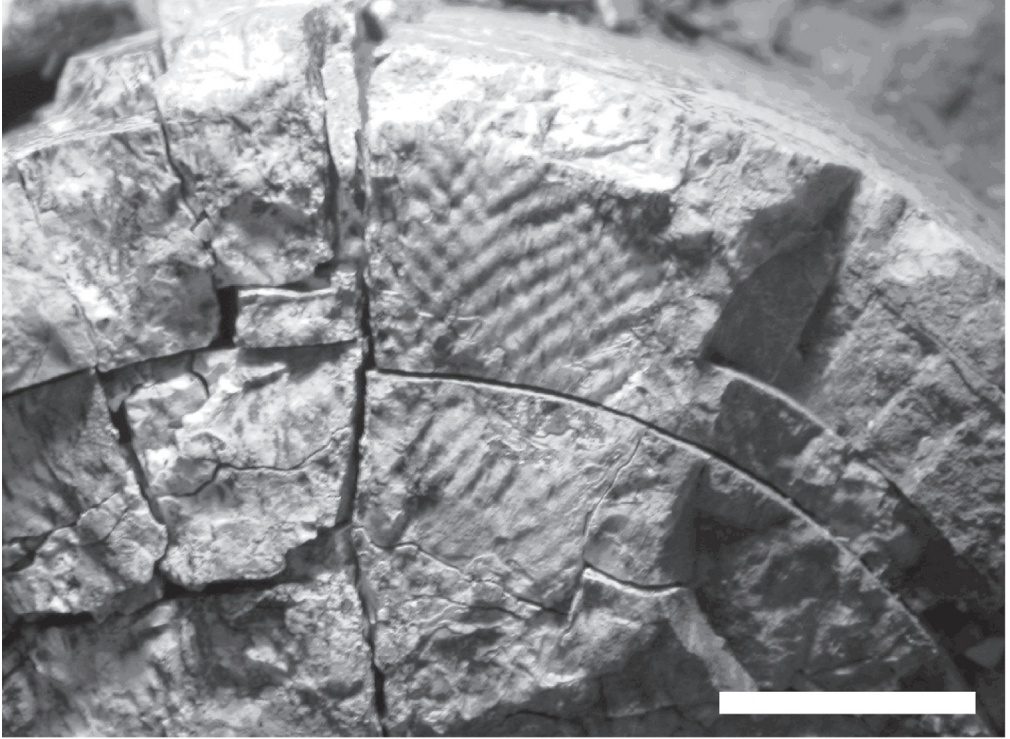
οι Palombo & Villa (2001) και Trapani & Fisher (2003), παρατηρώντας όμως μικρές μεταβολές της γωνίας Schreger ανάλογα με τη θέση της τομής στον χαυλιόδοντα. Οι Palombo & Villa (2001) μελέτησαν και δείγματα από *Anancus*, *Stegodon* και ενδημικούς ελέφαντες (Εικ. 4). Οι Trapani & Fisher, (2003), προκειμένου να διαχωρίσουν τάξα που εμφανίζουν παρόμοιες γωνίες Schreger, ανέπτυξαν ένα προκαταρκτικό στατιστικό σύστημα για την απόδοση δειγμάτων χαυλιόδοντων στα γένη *Elephas*,



**Εικ. 3.** Στερεοδιάγραμμα χαυλιόδοντα όπου σημειώνονται τα κυριότερα χαρακτηριστικά των γραμμών Schreger. Κατά Trapani & Fisher (2003).

SPECIES	Variability range of Schreger outer angles																							
	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	180	
<i>L. africana</i>																								
<i>M. primigenius</i>																								
<i>M. meridionalis</i>																								
<i>M. trogontheri</i>																								
<i>E. maximus</i>																								
<i>E. antiquus</i>																								
<i>E. falconeri</i>																								
<i>A. arvernensis</i>																								
<i>S. triosonoccephalus</i>																								

**Εικ. 4.** Εύρος τιμών των γωνιών Schreger κοντά στην επαφή οδοντίνης–οστέινης σε διάφορα είδη Προβοσκιδωτών. Κατά Palombo & Villa (2001).



**Εικ. 5.** Φυσική τομή του χαυλιόδοντα REG-2 του είδους *Mammuthus cf. meridionalis* από το Πεγγίλιο Φθιώτιδος, όπου διακρίνονται οι γραμμές Schreger. Από Athanassiou (2006). Κλίμακα: 10 mm.

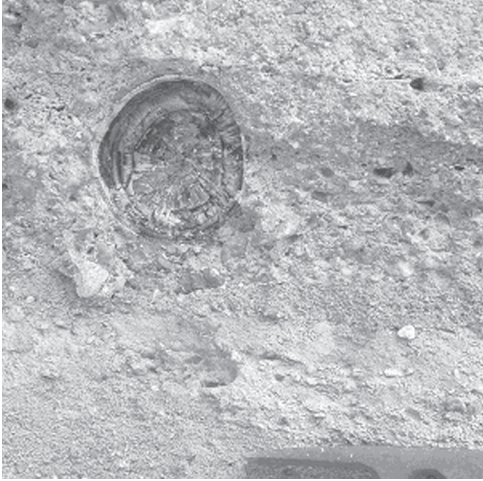
*Loxodonta*, *Mammuthus* και *Mammut*, λαμβάνοντας υπ' όψιν το εύρος των γωνιών Schreger, το μήκος κύματος των σωληνίσκων οδοντίνης, την επικρατούσα γεωμετρική εμφάνιση της μορφής Schreger και τη θέση του δείγματος εντός του χαυλιόδοντα. Η διαγνωστική αξία του συστήματος μένει ωστόσο να επιβεβαιωθεί με περαιτέρω παρατηρήσεις, καθώς βασίζεται σε πολύ περιορισμένο στατιστικό δείγμα.

### **3. Εφαρμογή της μεθόδου στον Ελλαδικό χώρο**

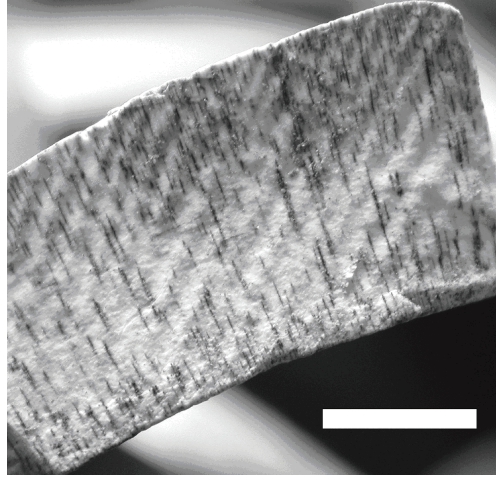
Παρά τον περιορισμένο διεθνώς αριθμό δημοσιεύσεων σχετικά με τις γραμμές Schreger, στον Ελλαδικό χώρο έχουν ήδη μελετηθεί αρκετά δείγματα χαυλιόδοντων ως προς αυτό το χαρακτη-

ριστικό. Οι πρώτες μελέτες άρχισαν στα πλαίσια διπλωματικής εργασίας (Αγιάδη 2003, υπό την επίβλεψη του Αν. Καθ. Γ. Θεοδώρου) και τα αποτελέσματά τους έχουν επίσης ανακοινωθεί σε διεθνή συνέδρια (Agiadi, 2001, Theodorou & Agiadi, 2001, Agiadi & Theodorou, 2005).

Τα δείγματα χαυλιοδόντων που μελετήθηκαν προέρχονται από παλαιότερο εν μέρει δημοσιευμένο υλικό από τις θέσεις Βλαχιώτη Λακωνίας, Αλιβέρι Ευβοίας, Νησί Ηλείας και Τήλο, που ανήκει στις συλλογές του Μουσείου Παλαιοντολογίας και Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών. Από αυτά, τα δείγματα από το Αλιβέρι δεν εμφάνισαν σαφείς γραμμές Schreger, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η εξαγωγή



**Εικ. 6.** Εγκάρσια τομή χαυλιόδοντα σε πρανές αγροτικής οδού στην περιοχή Νεαπόλεως Κοζάνης.



**Εικ. 7.** Θραύσμα οδοντίνης από την περιφέρεια του χαυλιόδοντα της εικ. 6, όπου διακρίνονται οι γραμμές Schreger. Κλίμακα: 5 mm.

συμπερασμάτων σχετικά με την συστηματική ταξινόμηση των ευρημάτων.

Οι γωνίες Schreger των δειγμάτων από τον Βλαχιώτη και το Νησί επιβεβαιώνουν ωστόσο παλαιότερους προσδιορισμούς, με βάση μακροσκοπικά μορφολογικά κριτήρια, ως *Mammuthus meridionalis* και *Elephas antiquus* αντίστοιχα (Συμεωνίδης & Θεοδώρου, 1986, Θεοδώρου προσ. επικοινων.).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίπτωση των νάνων ελεφάντων της Τήλου, των οποίων οι γωνίες Schreger κοντά στην επαφή οδοντίνης-οστείνης κυμαίνονται μεταξύ 120–145°, συνδέοντάς τους φυλογενετικά με το πλειστοκαινικό Ευρασιατικό γένος *Elephas* και αποκλείοντας στενή συγγένεια με την εξελικτική γραμμή του *Mammuthus*.

Καθοριστική ήταν η συμβολή της μελέτης των γραμμών Schreger στον προσδιορισμό τεμαχίων χαυλιόδοντα από το Ρεγγίνιο Φθιώτιδος (Athanasίου, 2006), αφού το μικρό μέγεθος των δειγμάτων δεν επέτρεπε την απόδοσή τους σε κάποιο τάξον βάσει μακρο-

σκοπικών μορφολογικών κριτηρίων.

Οι τιμές γωνιών που μετρήθηκαν είναι 80–92° (Εικ. 5), επιτρέποντας την απόδοση των ευρημάτων στο γένος *Mammuthus*, και συνεκτιμώντας την περιορισμένη κάμψη και συστροφή που εμφανίζουν τα τεμάχια, στο είδος *Mammuthus cf. meridionalis*.

Κατά τη διάρκεια πρόσφατης έρευνας υπαίθρου στην κοιλάδα του Αλιάκμονα (Παναγοπούλου *et al.* 2006) εντοπίστηκε χαυλιόδοντα σε πρανές αγροτικού δρόμου στην περιοχή Νεάπολης Κοζάνης (Εικ. 6-7). Λόγω του προσανατολισμού του χαυλιόδοντα κάθετα στο πρανές, αλλά και του πολύ μεγάλου πάχους και συνεκτικότητας των υπερκειμένων ποτάμιων ιζημάτων, η ανασκαφή και εξαγωγή του από το περιβάλλον πέτρωμα είναι αδύνατη. Ωστόσο, στην επιφάνεια της φυσικής τομής, η οποία τυχαίνει να είναι κάθετη στον διαμήκη άξονα του χαυλιόδοντα, είναι σαφώς ορατές οι γραμμές Schreger που σχηματίζουν μεταξύ τους γωνίες της τάξεως των 90° (Εικ. 7), ανάλογες

δηλαδή αυτών του γένους *Mammuthus* και των πλειοκαινικών μαστοδόντων. Η παρατήρηση αυτή, συνδυαζόμενη με την ηλικία της υπόλοιπης πανίδας της περιοχής που είναι κατωπλειστοκαινική (Steenisma 1988), οδηγούν στην απόδοση του ευρήματος στο είδος *Mammuthus meridionalis*.

#### 4. Συμπεράσματα

Η μελέτη των γραμμών Schreger προσφέρει ένα πρόσθετο μορφολογικό χαρακτήρα των χαυλιοδόντων Προβοσκιδωτών που βοηθά στον προσδιορισμό ακόμη και μικρών θραυσμάτων, επιτρέποντας σε πολλές περιπτώσεις ακριβέστερη χρονολόγηση απολιθωμένων πανίδων.

Επιπροσθέτως, η ομοιότητα στη γεωμετρία των γραμμών Schreger μεταξύ διαφορετικών τάξεων μπορεί να αξιοποιηθεί ως επιπλέον στοιχείο στην ανίχνευση φυλογενετικών σχέσεων, όπως π.χ. στην ανεύρεση των πλειστοκαινικών ηπειρωτικών ειδών που έδωσαν γένεση στους ενδημικούς νησιωτικούς πληθυσμούς ελεφάντων της Μεσογείου και άλλων αρχιπελάγων.

Η εφαρμογή της μεθόδου σε μεγαλύτερο αριθμό δειγμάτων, ευρύτερης ταξινομικής προελεύσεως, αναμένεται να βελτιώσει τις γνώσεις μας για την ιστολογία της οδοντίνης και άλλων αντιπροσώπων των Προβοσκιδωτών, και να προσφέρει έτσι ένα βιοχρονολογικό εργαλείο με ευρύτερο πεδίο εφαρμογής.

#### 5. Βιβλιογραφία

Agiadi, K., 2001: Comparative observations on fossil tusks from three Quaternary Greek localities using scanning electron microscopy. *Proceedings of the 1st International Congress "The World of Elephants"*

(Rome, 2001): 523-528.

Αγιάδη, Κ., 2003: Εισαγωγή στην παλαιοϊστολογική μελέτη απολιθωμένων χαυλιοδόντων του Ελλαδικού χώρου. *Διπλωματική εργασία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας*. Αθήνα.

Agiadi, K., Theodorou, G., 2005: Tusk paleohistology as a tool in the discrimination of fossil tusks from Greece. *Proceedings of the International Symposium "Insular Vertebrate Evolution: the Palaeontological Approach"* (Palma de Mallorca, 2003). *Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 12: 1-8.

Athanassiou, A., 2006: Reghínió, a new mammal locality from the Plio-Pleistocene of Central Greece. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte*, 2006 (2): 116-228.

Espinoza, E.O.N., Mann, M.-J., 1993: The history and significance of the Schreger pattern in proboscidean ivory characterization. *Journal of the American Institute for Conservation*, 32 (3): 241-248.

Owen, R., 1845: *Odontography; a treatise on the comparative anatomy of the teeth their physiological relations, mode of development, and microscopic structure in the vertebrate animals*. H. Bailliere, London.

Palombo, M.-R., Villa, P., 2001: Schreger lines as support in the Elephantinae identification. *Proceedings of the 1st International Congress "The World of Elephants"*, 656-660.

Παναγοπούλου, Ε., Χαρβάτη, Κ., Καρκάνας, Π., Αθανασίου, Α., Ελεφάντη, Π., Frost, S.R., 2006: Η έρευνα της Πρώιμης Παλαιολιθικής στην περιοχή του Αλιάκμονα, Νομού Γρεβενών.

- Το Αρχαιολογικό Έργο στη Μακεδονία και στη Θράκη*, 18: 631-640.
- Steensma, K.J., 1988: Plio-/Pleistozäne Großsäugetiere (Mammalia) aus dem Becken von Kastoria / Grevena, südlich von Neapolis – NW Griechenland. *Inaugural-Dissertation, Technische Universität Clausthal*. Clausthal.
- Συμεωνίδης, Ν.Κ., Θεοδώρου, Γ.Ε., 1986: Περί μιας νέας εμφάνισης Προβοσκιδωτών του Κάτω Πλειστοκαίνου στη Νότια Πελοπόννησο. *Annales Géologiques des Pays Helléniques*, 33 (1): 251-261.
- Theodorou, G.E., Agiadi, K., 2001: Observations on the microstructure of fossil tusks from the Charkadio cave (Tilos, Dodekanese, Greece). *Proceedings of the 1st International Congress "The World of Elephants"*, 563-567.
- Trapani, J., Fisher, D.C., 2003: Discriminating proboscidean taxa using features of the Schreger pattern in tusk dentin. *Journal of Archaeological Science*, 30 (4): 429-438.