

ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΣΕ ΜΝΗΜΕΙΑ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΕΠΙΧΩΣΗ. Η περίπτωση του Μακεδονικού Τύμβου.

Β. Θ. ΚΥΡΙΑΚΟΥ

MSc, Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των Κτιρίων,
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ.

Περίληψη

Ο τύμβος αποτελεί ένα σημαντικό χαρακτηριστικό στοιχείο των Μακεδονικών τάφων και τεράστιο τεχνικό δημιούργημα για την εποχή του. Μέχρι σήμερα δεν έχει ερευνηθεί συστηματικά ο τρόπος κατασκευής του και η σημασία ύπαρξης και διατήρησής του. Παρατηρήσεις πάνω στον τρόπο κατασκευής του τύμβου δείχνουν ότι αποτελεί σωστά σχεδιασμένο έργο με κατασκευαστική συνοχή και διαστρωμάτωση με εναλλαγή διαδοχικών στρώσεων ψιλόκοκου και χονδρόκοκκου υλικού ώστε να εξασφαλίζει απορροή των υδάτων προς την περιφέρειά του και να επιτυγχάνεται η ελάχιστη εισροή προς το μνημείο. Επιπλέον, ο όγκος του συσσωρευμένου χώματος με την τεράστια θερμοχωρητικότητά του, εξασφαλίζει σταθερότητα μικροκλιματικών συνθηκών στο εσωτερικό του μνημειακού τάφου, προστατεύοντάς το έτσι από τη φθορά.

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια πρώτη προσέγγιση της λειτουργίας του τύμβου σε σχέση με τα ταφικά κτίσματα που κάλυπτε. Η έρευνα, διάρκειας τριών χρόνων σε Μακεδονικούς τύμβους της περιοχής Πέλλας και Αγίου Αθανασίου Θεσσαλονίκης, με συνεχείς μετρήσεις εσωκλιματικών συνθηκών στους τάφους, έδειξε την άμεση συσχέτιση του τύμβου και της αποχωμάτωσής του με τις υγροθερμικές συνθήκες στο εσωτερικό των τάφων, καθώς και τη σημασία λήψης άμεσων μέτρων προστασίας.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σημαντικό χαρακτηριστικό στοιχείο των Μακεδονικών τάφων αποτελεί η τεχνητή κατάχωσή τους με χώμα, σε σχήμα κωνικού τύμβου. Ο λόγος της δημιουργίας του τύμβου ίσως να ήταν κάποιες θρησκευτικές δοξασίες και ταφικά έθιμα της εποχής. Αποτέλεσμα ήταν οι μνημειακοί τάφοι να μένουν εντελώς αθέατοι, προορισμένοι αποκλειστικά και μόνο για τους νεκρούς και τους χθόνιους θεούς, σύμφωνα με τις μεταφυσικές πεποιθήσεις των αρχαίων Μακεδόνων. [1]

Παρότι μέχρι σήμερα έχουν ανασκαφεί περίπου εκατό τύμβοι σε όλη τη Μακεδονία, το επιστημονικό, αρχαιολογικό, αλλά και τουριστικό ενδιαφέρον εντοπίζεται στη σημασία των κτισμάτων που αυτοί καλύπτουν, των Μακεδονικών

Υποβλήθηκε: 5.2.2007 Έγινε δεκτή: 10.6.2007

τάφων. Δεν έχει γίνει καμία συστηματική έρευνα για τον ίδιο τον τύμβο, τον τρόπο κατασκευής του και τη σημασία της ύπαρξης και διατήρησής του.

Αναφορές μόνο γίνονται στις αρχαιολογικές ανακοινώσεις, οι οποίες όμως πάντα είναι αποσπασματικές και σύντομες. Ο Μ. Ανδρόνικος, ανασκαφέας των βασιλικών τάφων της Βεργίνας, έγραψε ότι ο τύμβος αποτελεί «επιτύμβιο μνημείο μιας σημαντικής ταφής», χαρακτήρησε δηλαδή τον ίδιο τον τύμβο ως «μνημείο». Συγχρόνως, παρατήρησε ότι δεν είναι μια απλή συσσώρευση χωμάτων αλλά έχει κατασκευαστική δομή.

Ο Π. Χαρίσης το 1978 έγραψε το πρώτο τεχνικό σύγγραμμα με τίτλο «Κανόνες κατασκευής τύμβων πολλών τάφων», όπου επιχειρήσε να αναλύσει τον τύμβο ως γεωμετρικό στερεό και να εξηγήσει τη στατική δομή του[2]

Την τελευταία δεκαετία οι αρχαιολόγοι – ανασκαφείς Μακεδονικών τάφων κάνουν απλές αναφορές στην κατασκευή των τύμβων, υπήρξαν κάποιες σχεδιαστικές αποτυπώσεις των στρωματογραφικών τομών (τύμβος Αγ. Αθανασίου - σχέδιο Λ. Τοπαλίδης, τύμβος Πέλλας - σχέδιο Β. Κυριάκου), όμως δεν έγινε καμία περαιτέρω έρευνα για την δομή και το λόγο ύπαρξης του τύμβου. Εξακολουθεί να αντιμετωπίζεται ως ένας όγκος χωμάτων, που απομακρύνεται ώστε να αποκαλυφθεί ο «αρχαιολογικός θησαυρός» που βρίσκεται από κάτω.

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια πρώτη προσπάθεια να αποκωδικοποιηθεί το τεράστιο αυτό τεχνικό δημιούργημα, ο Μακεδονικός τύμβος, όχι τόσο για την κατασκευαστική του δομή που ανήκει σε άλλο επιστημονικό πεδίο, αλλά κυρίως όσον αφορά στη λειτουργία του σε σχέση με τα ταφικά κτίσματα που κάλυπτε. Η έρευνα, διάρκειας τριών χρόνων σε Μακεδονικούς τάφους της περιοχής Πέλλας και Αγίου Αθανασίου, με συνεχείς μετρήσεις των εσωκλιματικών συνθηκών σε Μακεδονικούς τάφους, έδειξε την άμεση συσχέτιση του όγκου του τύμβου και της ανασκαφικής διαδικασίας με τις υγροθερμικές συνθήκες μέσα στους τάφους.

2. Ο ΤΥΜΒΟΣ

2.1. Προέλευση – Γεωγραφικός εντοπισμός.

Η πρακτική της δημιουργίας τύμβων ως ταφικών σημάτων έχει μια μακράιωνη παρουσία στο χώρο της Βαλκανικής Χερσονήσου. Τύμβοι συγκεντρωμένοι κατά συστάδες έχουν εντοπιστεί και στην αρχαία Θράκη, όπως και στον χώρο της αρχαίας Ιλλυρίας. Στην Ελλάδα το πιο αντιπροσωπευτικό παράδειγμα είναι η νεκρόπολη της Βεργίνας, με τύμβους οι οποίοι χρονολογούνται από το 1000-700 π.χ. έως τον 2^ο αι. π.χ. Κάποια αλληλεπίδραση μεταξύ των τριών περιοχών πρέπει να θεωρείται βέβαιη και αναμενόμενη. Είναι πολύ δύσκολο να προσδιοριστεί πότε, υπό ποιές συνθήκες και από ποιά γεωγραφική περιοχή ξεκίνησε και πως υιοθετήθηκε από τη Μακεδονία η πρακτική της δημιουργίας τύμβων. [3]

Εκτός από την περιοχή των Βαλκανίων, αντίστοιχου τύπου ταφικά μνημεία έχουν μελετηθεί σε όλο τον κόσμο. Στη διεθνή βιβλιογραφία βρίσκουμε αναφορές για τους Ετρουσκικούς τάφους στην Ταρκίνια της Ιταλίας, τους τάφους των αυτοκρατόρων της Ιαπωνίας, τεραστίων διαστάσεων ταφικούς τύμβους στην Τουρκία.

2.2. Λόγοι κατασκευής του τύμβου.

Ο τύμβος αποτελεί, σύμφωνα με τον Όμηρο, “τηλεφανές” σήμα (το σημάδι που φαίνεται απο μακριά), σύμφωνα δε με τον Μ. Ανδρόνικο, είναι το “επιτύμβιο μνημείο” μιας σημαντικής ταφής. Δεν είναι μέχρι τώρα επιβεβαιωμένο εάν στην κορυφή του τύμβου τοποθετούνταν επιτύμβιες στήλες, παρότι ο ίδιος ήταν αρκετός για να σημάνει τον χώρο της ταφής. Εκτός απο τη λειτουργία της σήμανσης υπήρχαν σίγουρα και πρακτικοί λόγοι που οδήγησαν στη συνήθεια της τεχνητής κατάχωσης. Αυτοί ήταν:

1. η προστασία του τάφου και των πολύτιμων ταφικών προσφορών από τους σύγχρονους και μεταγενέστερους τυμβωρύχους, και
2. η προστασία του ίδιου του κτίσματος του Μακεδονικού τάφου απο τη φθορά, λόγω των συνθηκών του περιβάλλοντος. [4]

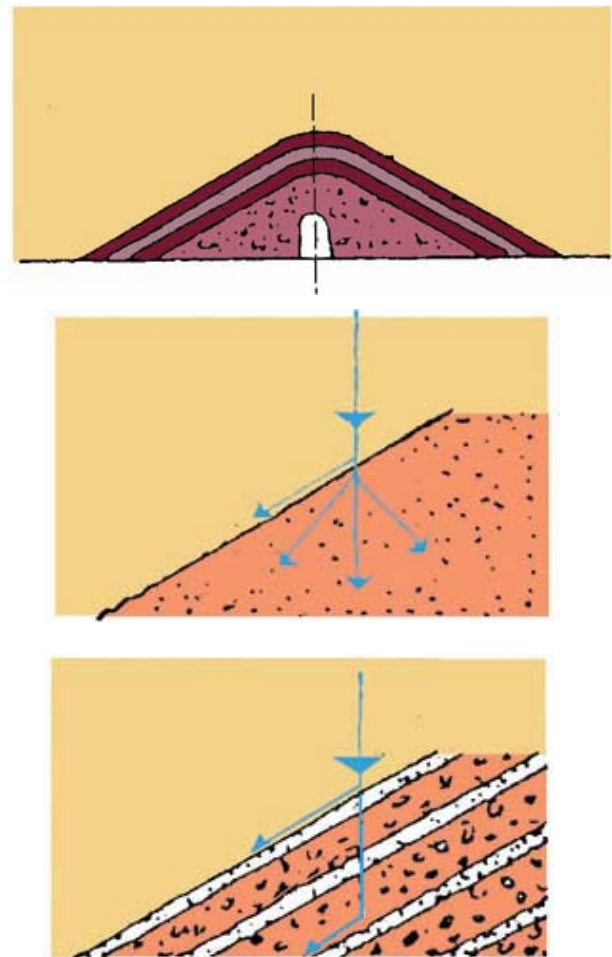
Επομένως, με την κατασκευή του τύμβου οι αρχαίοι φρόντιζαν για την προστασία της ταφής από τη βεβήλωση και του αρχιτεκτονήματος από τη φθορά.

2.3. Έρευνα για τον τρόπο κατασκευής. Ο τύμβος ως τεχνικό έργο.

Ο τύμβος πρέπει να αντιμετωπιστεί ως τεχνικό επίτευγμα για την εποχή εκείνη, αν λάβει κανείς υπόψη του τις τεράστιες ποσότητες των χωμάτων που έπρεπε να μεταφερθούν και

να διαστρωθούν, με χρήση μεταφορικών και ανυψωτικών μηχανών και επίπονη εργασία εκατοντάδων ανθρώπων.

Οι αρχαίοι κατασκευαστές γνώριζαν πολύ καλά τα χαρακτηριστικά του χώματος και της διάστρωσής του. Παρατηρήσεις πάνω στον τρόπο κατασκευής του τύμβου οδηγούν στο συμπέρασμα ότι όχι μόνο δεν είναι τυχαία συσσώρευση χωμάτων, αλλά αποτελεί σωστά σχεδιασμένο έργο με κατασκευαστική συνοχή, ώστε να αντέξει στον χρόνο και διαστρωμάτωση τέτοια, ώστε να εξασφαλίζει απορροή των υδάτων προς την περιφέρειά του και να γίνεται έτσι κατά το δυνατόν ελάχιστη κατακράτηση νερού και ελάχιστη εισροή προς τον τάφο. (εικ.1)



Εικ. 1. : Σχηματική αναπαράσταση της ροής νερού ως αποτέλεσμα της διαστρωμάτωσης του τύμβου. Πηγή: [2] Επεξεργασία: Πρωτότυπη.

Fig. 1. : Representation of the water fluxes due to the different construction layers of the tumulus. Source: [2]

Αυτό επιτυγχάνεται με την εναλλαγή διαδοχικών στρώσεων ψιλόκοκκου και χονδρόκοκκου υλικού. Η συμπυκνωμένη ψιλόκοκκη στρώση έχει μικρό βαθμό υδροπερατότητας, επομένως δεν επιτρέπει το νερό της βροχής να εισχωρήσει σε βάθος, έτσι ώστε αυτό συγκεντρώνεται στην πάνω επιφάνειά της. Η στρώση του χονδρόκοκκου υλικού επιτρέπει την ελεύθερη

ροή των νερών, τα οποία πριν προλάβουν να εισχωρήσουν στα χαμηλά στρώματα, απορρέουν, λόγω της κλίσης, προς την περίμετρο του τύμβου, μακριά από τον τάφο. [2] Επιπλέον, ο όγκος του συσσωρευμένου χώματος με την τεράστια θερμοχωρητικότητά του, εξασφαλίζει σταθερότητα θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας στο εσωτερικό του μνημείου, αφού το απομονώνει από τις συνθήκες του εξωτερικού χώρου. [5]

2.4. Εικασίες για τον τρόπο κατασκευής του τύμβου.

Τεχνικά ο τρόπος κατασκευής του τύμβου παραμένει άγνωστος. Δεν έχουν βρεθεί - ή πιθανώς δεν έχουν γίνει αντιληπτά - στοιχεία που να δίνουν ενδείξεις για τις μεθόδους κατασκευής. Σίγουρα κάποια εργαλεία και μηχανήματα της εποχής χρησιμοποιήθηκαν για την ανύψωση των χωμάτων, τη διάστρωση, τη συμπύκνωση των στρώσεων, την επίτευξη του κώλου ως γεωμετρικού στερεού.

2.4.1. Το παράδειγμα των σύγχρονων κατασκευών.

Η τεχνολογία της εποχής μας απέχει πολύ από την αντίστοιχη των αρχαίων προγόνων μας. Υπάρχουν όμως κάποια στοιχεία στην πρακτική μεθοδολογία τα οποία είναι τόσο απλά και ουσιαστικά, που ίσως δεν έχουν αλλάξει πολύ από την αρχαιότητα. Αν παρατηρήσει κανείς τον τρόπο κατασκευής κυκλικών κτισμάτων σήμερα, πέρα από την εικόνα των σύγχρονων υλικών και μηχανημάτων, βλέπει ότι βασίζεται στην αναφορά στο κέντρο του κύκλου. Ένα μηχάνημα – γερανός τοποθετείται στο σημείο του κέντρου και η κατασκευή γίνεται περιμετρικά, από τη βάση προς την κορυφή. Το σκεπτικό είναι πολύ απλό και οδηγεί στο ερώτημα: μήπως κατά παρόμοιο τρόπο κατασκευαζόταν ο τύμβος;

2.4.2. Το παράδειγμα των παραδοσιακών κυκλικών κτισμάτων από πηλό.

Αντίστοιχους τρόπους δόμησης βρίσκει κανείς στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική, στην κατασκευή θόλων. Κεντρικός κατακόρυφος οδηγός χρησιμεύει ως σημείο αναφοράς, ενώ οριζόντιο στέλεχος του εξασφαλίζει την σωστή διάστρωση. [6]

2.4.3. Παράδειγμα από τη ανασκαφική έρευνα σε τύμβο της Τουρκίας.

Το μόνο παράδειγμα όπου έχει αναφερθεί λεπτομερής ανασκαφή τύμβου κατά στρώματα και μάλιστα από την κο-

ρυφή του τύμβου με κατεύθυνση προς τα κάτω, είναι η περίπτωση τύμβου, όπου αναλυτική περιγραφή της ανασκαφής του τύμβου κατά στρώσεις αποκαλύπτει την ύπαρξη ξύλινου κατακόρυφου οδηγού στο κέντρο του τύμβου. [7]

2.4.4. Παράδειγματα τύμβων μακεδονικών τάφων.

Η ανασκαφική διαδικασία με χρήση εκσκαφικών μηχανημάτων, που εφαρμόστηκε και εξακολουθεί να αποτελεί την αποδεκτή μέθοδο έρευνας στους τύμβους των μακεδονικών τάφων, οδήγησε παλαιότερα σε ολοσχερή εξαφάνιση του τύμβου και μετατροπή του σε όγκο χωμάτων, τις περισσότερες φορές χωρίς σχεδιαστική αποτύπωση. Σήμερα, μετά την ευαισθητοποίηση πάνω στο θέμα αυτό, η έρευνα διενεργείται με δοκιμαστικές τομές και καθοδηγούμενη από αρχαιολογικές ενδείξεις εκσκαφή, με στόχο την ελάχιστη δυνατή αποχωμάτωση προς εντοπισμό του αρχαίου μνημείου.

Δεν έχει αναφερθεί μέχρι στιγμής - όσο είναι γνωστό από τη βιβλιογραφία - διεξοδική έρευνα της στρωματογραφίας, με ακριβείς αποτυπώσεις και αναλύσεις υλικών. Όμως, ακόμα κι αν έχει χρησιμοποιηθεί ανάλογος κατακόρυφος οδηγός στους τύμβους των μακεδονικών τάφων, ίσως να μη βρεθεί ποτέ, διότι πιθανότατα θα ήταν από ξύλο, το οποίο δεν είναι δυνατό να διατηρήθηκε. Αποτυπώματα πάνω σε συμπαγείς στρώσεις πρέπει να ερευνηθούν.

2.5. Η υγροθερμική συμπεριφορά των μνημείων.

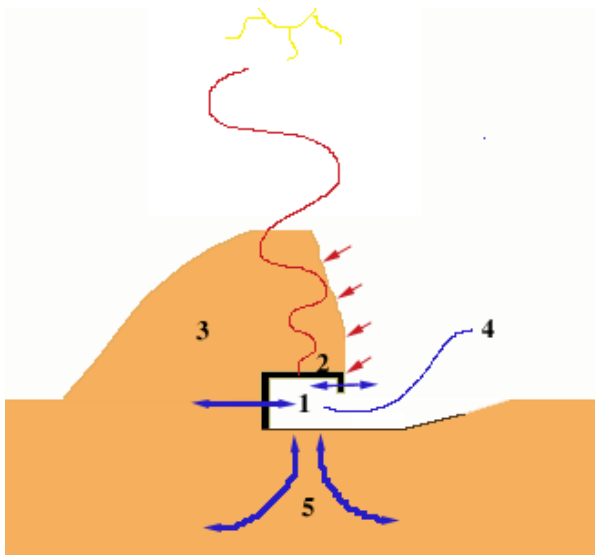
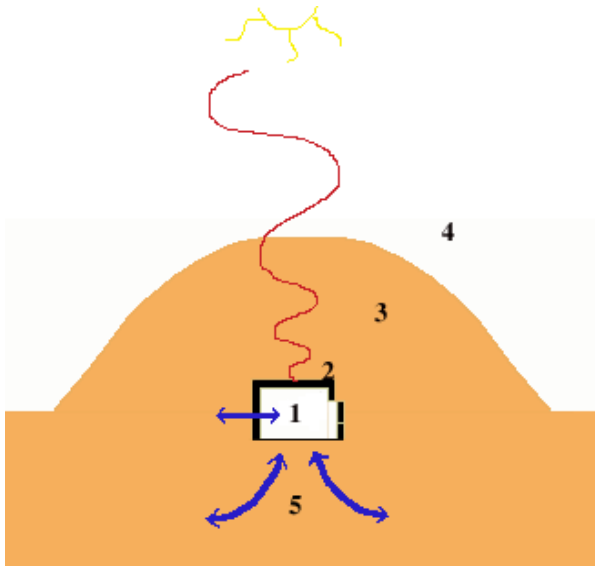
Από άποψη φυσική, μια κατασκευή τύπου υπόγειου μπορεί να θεωρηθεί ένα περιβάλλον “κλειστό”, αλλά όχι “μονωμένο”, τέτοιο που να επηρεάζεται από τους εποχιακούς κύκλους, αλλά όχι από τους ημερήσιους. [8]

Η υδρο-θερμική εξέλιξη μέσα σ' αυτό το εσωτερικό, σχετίζεται με τους παρακάτω παράγοντες:

1. Τη θερμική ενέργεια που μεταφέρεται διαμέσου του χώματος στα δομικά στοιχεία του χώρου (δάπεδο, τοίχοι, οροφή) και στη συνέχεια από τα δομικά στοιχεία στον αέρα του εσωτερικού χώρου. Αυτή η θερμική ενέργεια σχετίζεται με ημερήσιους και εποχιακούς κύκλους.
2. Τις ανταλλαγές νερού (σε όλα τα στάδια της συγκέντρωσής του), κατά αντίστοιχο τρόπο μεταξύ χώματος και εσωτερικού αέρα. Αυτές οι τελευταίες, εξάλλου, είναι σε στενή σύνδεση με τις ανταλλαγές θερμικής ενέργειας. [9]

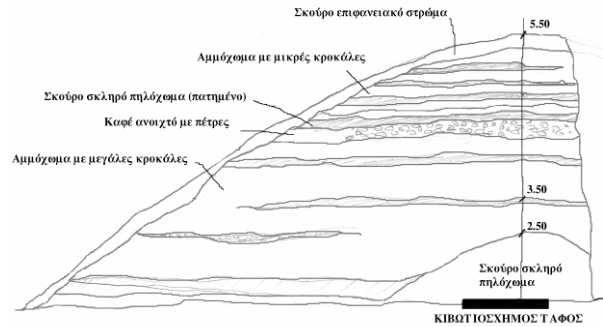
Παρακάτω αναφέρονται παρατηρήσεις πάνω στην στρωματογραφία διαφόρων τύμβωνΜ τάφων. Η κατασκευή με στρώσεις που εναλλάσσονται είναι φανερή στα κατακόρυφα πρηνή των τύμβων που έχουν ανασκαφεί. Έγινε σχεδιαστική αποτύπωση της στρωματογραφίας τύμβου της Πέλλας, (εικ.3) ο οποίος στη συνέχεια αποχωματώθηκε πλήρως. Παρατηρήθηκε η ύπαρξη στρώσης συμπαγούς πηλού ακριβώς πάνω από την οροφή του κιβωτίοσχημου τάφου. Η ίδια

στρώση πηλού εντοπίστηκε επίσης πάνω απο την καμάρα του Μακεδονικού τάφου Λαγκαδά.



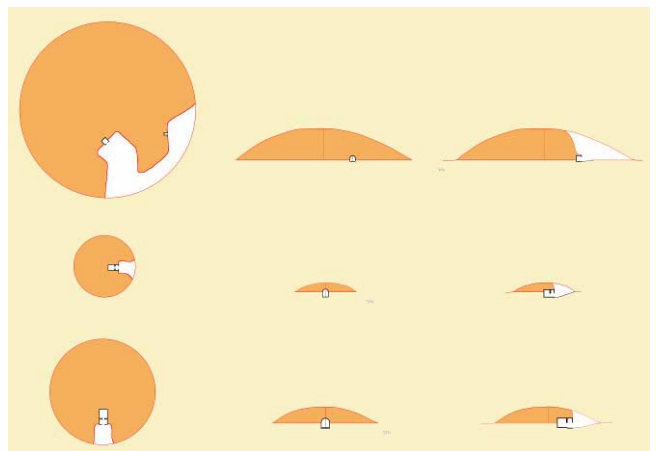
Εικ. 2 : Σχηματική αναπαράσταση της αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον. Πηγή: Πρωτότυπο.
 Fig. 2 : Exchanges with the surroundings. Source: Original.

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν αναφορές για μεθόδους υγρομόνωσης τάφων, όχι μόνο στους Μακεδονικούς. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση του τύμβου στο Gordion της Φρυγίας, όπου στρώση πηλού προσεκτικά συμπίεσμένη και λειασμένη πάνω απο τον ξύλινο τάφο, ήταν ικανή να κρατήσει το σχήμα της ακόμα και μετά την κατάρρευση της οροφής του τάφου. [7] Η χρησιμοποίηση αυτού του υλικού αποδίδεται στην πρόθεση υγρομόνωσης του τάφου, αλλά και τη στατική ενίσχυση της οροφής.



Εικ. 3 : Τύμβος Πέλλας. Αποτύπωση τομής. Πηγή: Πρωτότυπο.
 Fig. 3 : Tumulus of Pella. Vertical section. Source: Original.

3. Η ΕΡΕΥΝΑ: ΤΡΕΙΣ ΤΥΜΒΟΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΕΛΛΑΣ ΚΑΙ ΑΓ. ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ.



Εικ. 4 : Σχηματικές τομές στους τρεις τύμβους. Πηγή: Πρωτότυπο.
 Fig. 4 : Cross-sections to the three tumuli. Source: Original.

3.1. Το φυσικό περιβάλλον. Κλιματικές συνθήκες στην υπο μελέτη περιοχή.

Τα μνημεία που μελετήθηκαν βρίσκονται γεωγραφικά στο βορειοανατολικό όριο της πεδιάδας της Θεσσαλονίκης ΒΔ από το σημερινό κόλπο της Θεσσαλονίκης, στο μυχό του Θερμαϊκού κόλπου.

Το κλίμα της πεδιάδας της Θεσσαλονίκης παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά του μεσογειακού κλίματος. Η θερμοκρασία του αέρα παρουσιάζει κατά τη διάρκεια του έτους μια απλή κύμανση με μέγιστο τον Ιούλιο και ελάχιστο τον Ιανουάριο. Οι βροχές πέφτουν συνήθως αργά το φθινόπωρο και την άνοιξη. Έτσι, κατά μεν τους χειμερινούς και εαρινούς μήνες

δημιουργείται πρόβλημα απομάκρυνσης των πλεοναζόντων νερών και υπερβολική υγρασία, το δε καλοκαίρι συνθήκες έντονης εξάτμισης.

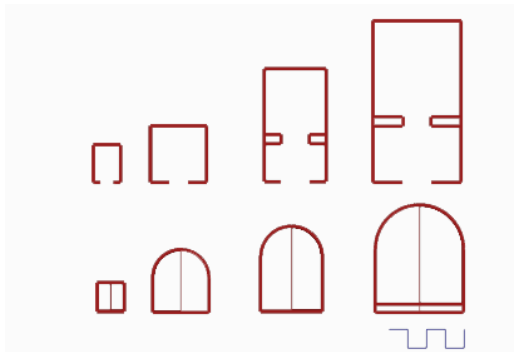
3.2. Τάφοι Πέλλας.

Δεκαέξι ταφικοί τύμβοι βρίσκονται στην περιοχή της Πέλλας. [10] [11] Οι δύο από αυτούς απετέλεσαν αντικείμενο αυτής της έρευνας.

- A. Ο τέταρτος τύμβος στο ανατολικό νεκροταφείο της Πέλλας έχει διάμετρο 60μ. και ύψος 9μ. Βρέθηκε διθάλαμο ταφικό κτίσμα με δωρική πρόσοψη, στο νότιο άκρο του τύμβου, σε βάθος 4.30 από την κορυφή του. Ο τάφος χρονολογείται στο τέλος του 4^{ου} αι. π.Χ.
- B. Ο πέμπτος τύμβος του νεκροταφείου της Πέλλας, βρίσκεται νότια του δρόμου Θεσ/νίκης – Γιαννιτών, σε απόσταση 3,3 χλμ. από αυτήν. Διαστάσεις τύμβου: ύψος 5μ. και διάμετρος 35μ. Βρέθηκε διθάλαμο ταφικό κτίσμα με ιωνική πρόσοψη και δρόμο, σε βάθος από την κορυφή του τύμβου 5μ. Προσανατολισμός πρόσοψης προς τα ανατολικά. Ο τάφος χρονολογείται αρχή του 3^{ου} αι. π.Χ.

3.3. Τάφοι Αγίου Αθανασίου ν. Θεσσαλονίκης.

Τα νεκροταφεία της περιοχής του Αγ. Αθανασίου σχετίζονται με τον οικισμό στη γειτονική τούμπα Τόπσιν, στην ανατολική όχθη του Αξιού, όπου υπάρχουν ενδείξεις κατοίκησης από τα ύστερα νεολιθικά μέχρι τα όψιμα ελληνιστικά χρόνια, που με αρκετές πιθανότητες μπορεί να ταυτιστεί με την αρχαία Χαλάστρα.



Εικ. 5 : Σύγκριση του μεγέθους των τεσσάρων τάφων σε κάτοψη και τομή. Πηγή: Προτότυπο.

Fig. 5 : Relationship of the four tombs. Plan and vertical section. Source: Original.

Ο μεγάλος τύμβος είναι διαμέτρου 100μ. και ύψους 18μ. Η επικείμενη επέκταση του πολεοδομικού σχεδίου του Αγίου Αθανασίου προς ανατολάς, προέβλεπε την οικοπεδοποίηση ως και των παρυφών του τύμβου. [12]

Μετά από ανασκαφική έρευνα στον τύμβο βρέθηκαν δύο

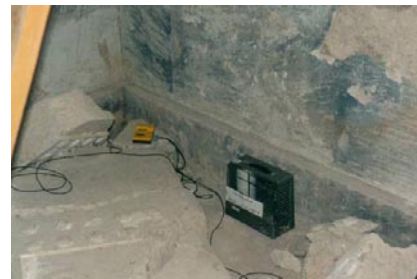
σημαντικοί τάφοι, ένας μνημειακός κιβωτιόσχημος με είσοδο και ένας Μακεδονικός. Ο κιβωτιόσχημος έχει εσωτερικές διαστάσεις 2.00 X 1.45μ. με ύψος περίπου 1.50μ. Χρονολογείται στα τέλη 4^{ου}, με αρχές 3^{ου} αι. π.Χ. Ο Μακεδονικός τάφος αποτελεί μονοθάλαμο κτίσμα και χρονολογείται στον 4^ο αι. π.Χ. Χαρακτηρίζεται από τις τοιχογραφίες της πρόσοψης, σημαντικό δείγμα της ζωγραφικής στη Μακεδονία. [13]

3.4. Καταγραφή του μικροκλίματος στους τάφους.

Η ακριβής υδροθερμική κατάσταση του δομικού οργανισμού έπρεπε να μελετηθεί ύστερα από έρευνα, όσον αφορά στις επιφανειακές θερμοκρασίες στο εσωτερικό του μνημείου, δηλαδή πάνω στους τοίχους που έρχονται σε επαφή με το χώμα, καθώς και στον αέρα του εσωτερικού χώρου. Συγκεκριμένα, καταγράφηκαν οι μεταβολές της θερμικής κατάστασης των μνημείων σε ημερήσια και ετήσια βάση, ως προς την οριζόντια διεύθυνση (πρόσοψη-προθάλαμος-θάλαμος) και ως προς την κατακόρυφη διεύθυνση (δάπεδο-μεσαία στάθμη-καμάρα). [14] [5]

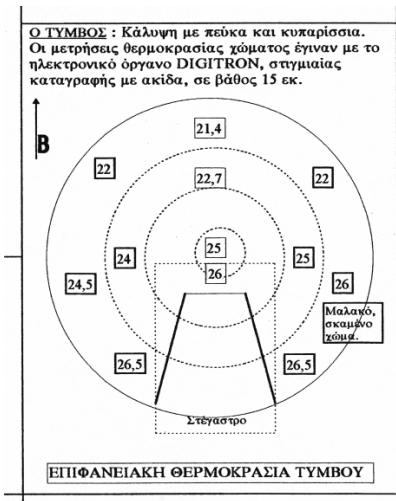
Οι καταγραφές έγιναν με δύο τρόπους (εικ.6):

1. Στιγμαίεις καταγραφές μία φορά τον μήνα, σε όλη την εσωτερική επιφάνεια των μνημείων και στην πρόσοψη, με όργανο απλής ένδειξης της θερμοκρασίας.
2. Συνεχόμενη ηλεκτρονική καταγραφή με τοποθέτηση αισθητηρίων σε συγκεκριμένα σημεία των τοίχων, με χρονικό βήμα μιας ώρας.



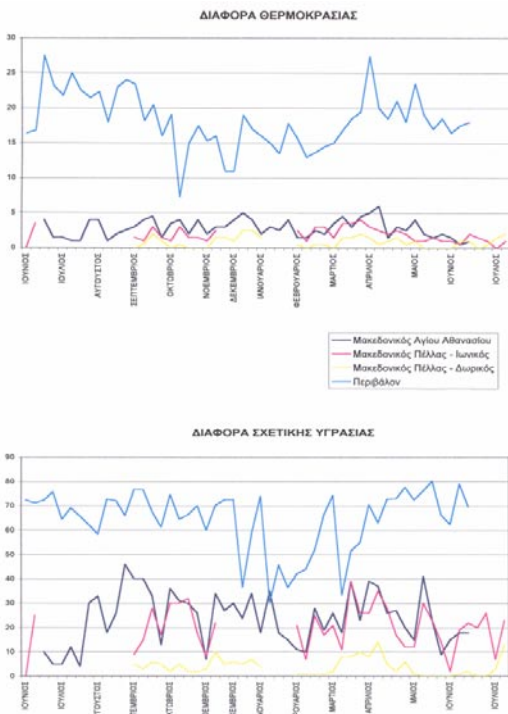
Εικ. 6 : Καταγραφές με ηλεκτρονικά όργανα στο εσωτερικό του δωρικού τάφου και στον τύμβο. Πηγή: Προτότυπο.

Fig. 6 : Electronic data were obtained inside the doric tomb and the tumulus. Source: Original.

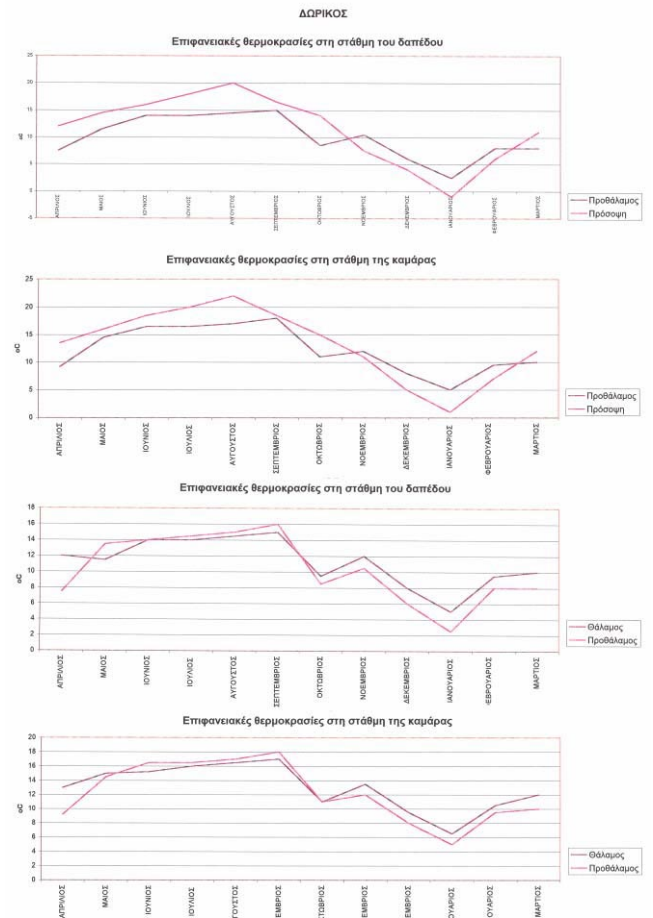


Εικ. 7 : Επιφανειακές θερμοκρασίες στον τύμβο. Πηγή: Πρωτότυπο.
 Fig. 7 : Temperatures on the tumulus surface. Source: Original.

4. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ - ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ



Εικ. 8 : Διαγράμματα θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας. Η σχέση μεταξύ τριών τάφων και του περιβάλλοντος. Πηγή: Πρωτότυπο.
 Fig. 8 : Diagrams of temperature and rel. humidity. Relationship between three tombs and the environment. Source: Original.



Εικ. 9 : Διαγράμματα επιφανειακής θερμοκρασίας στο εσωτερικό των τάφων. Η σχέση μεταξύ διαφορετικών επιπέδων. Πηγή: πρωτότυπο.

Fig. 9 : Diagrams of surface temperature inside the tomb. Relationship between different levels. Source: Original.

4.1. Παρατηρήσεις.

Από τις παρατηρήσεις στα τέσσερα μνημεία στη διάρκεια τριών ετών, προκύπτει ότι:

- A. Όλοι οι τάφοι παρουσιάζουν μειωμένο εύρος κύμανσης της θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας στον εσωτερικό τους χώρο και χρονική καθυστέρηση φάσης, σε σχέση με τις εξωτερικές συνθήκες του περιβάλλοντος, λόγω της αυξημένης θερμοχωρητικότητας των υλικών κατασκευής τους και της επίχωσης του τύμβου.
- B. Η πιο σταθερή κατάσταση εσωκλίματος επικρατεί στο δωρικό τάφο Πέλλας. Σε σχέση με τους υπόλοιπους τάφους είναι ο μεγαλύτερος σε διαστάσεις και καλύπτεται από το δεύτερο σε μέγεθος τύμβο. Η αποκάλυψη του

δομικού οργανισμού του έχει γίνει μόνο στο επίπεδο της όψης. Για την προστασία του κατασκευάστηκε πρόχειρο ξύλινο κλειστό στέγαστρο με λαμαρίνες και νάυλον.

Γ. Δεύτερος σε σειρά σταθερότητας εσωκλίματος έρχεται ο ιωνικός τάφος Πέλλας. Είναι ο δεύτερος σε διαστάσεις και καλύπτεται από το μικρότερο τύμβο. Η αποκάλυψη του δομικού οργανισμού του έχει γίνει μόνο στο επίπεδο της όψης. Για την προστασία του κατασκευάστηκε πρόχειρο ξύλινο κλειστό στέγαστρο με λαμαρίνες και νάυλον.

Δ. Τρίτος έρχεται ο Μακεδονικός τάφος Αγίου Αθανασίου. Είναι ο τρίτος κατά σειρά σε διαστάσεις και καλύπτεται από το μεγαλύτερο τύμβο. Μεγάλο μέρος του δομικού του οργανισμού έμεινε εκτεθειμένο στο περιβάλλον, αφού λόγω της κακής από στατική άποψη κατάστασης της καμάρας, έγινε αποχωμάτωση μεγάλου τμήματος του τύμβου πάνω από αυτήν. Έτσι, εκτός από την πρόσοψη έμεινε χωρίς προστασία και το μεγαλύτερο μέρος της οροφής. Για την προστασία του κατασκευάστηκε πρόχειρο ξύλινο κλειστό στέγαστρο με λαμαρίνες και νάυλον, το οποίο λίγο αργότερα ενισχύθηκε με διπλή είσοδο και φελιζόλ, με εμφανή αποτελέσματα στη μείωση του εύρους των κυμάνσεων.

Ε. Ο κιβωτιόσημος τάφος έχει το μικρότερο μέγεθος και καλύπτεται από τον μεγαλύτερο τύμβο. Σ' αυτόν παρατηρείται η μεγαλύτερη αστάθεια εσωκλιματικών συνθηκών. Η αποκάλυψη του δομικού οργανισμού του έχει γίνει μόνο στο επίπεδο της όψης. Για την προστασία του κατασκευάστηκε πρόχειρο ανοιχτό ξύλινο στέγαστρο με λαμαρίνες και νάυλον.

Μετά τις παραπάνω παρατηρήσεις και έχοντας υπόψη το μέγεθος των τάφων και τη θέση τους στον τύμβο (εικ. 4 και 5), μπορούμε να πούμε ότι η μείωση του εύρους κύμανσης στο εσωτερικό τους εξαρτάται από:

1. τις διαστάσεις του εσωτερικού χώρου
2. τον τρόπο ανασκαφής και τον βαθμό αποκάλυψης του δομικού οργανισμού και έκθεσής του στο εξωτερικό περιβάλλον
3. το είδος της επέμβασης προστασίας - στέγαστρο που έγινε άμεσα ή αργότερα.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η θέση του κάθε τάφου σε σχέση με τον τύμβο που τον καλύπτει και το μέγεθος του τύμβου δεν αποτελούν στοιχεία που καθορίζουν το μικροκλίμα, ενώ καθοριστικό στοιχείο αποτελεί ο τρόπος αποχωμάτωσης του τύμβου γύρω από την κατασκευή.

Μελετώντας τις επικρατούσες πρακτικές όσον αφορά στην ανασκαφική δραστηριότητα σε τύμβους, σε σχέση με την τελική διαμόρφωση του μικροκλίματος στα ταφικά μνημεία, μπορεί κανείς να εξάγει συμπεράσματα για την ανθρώπινη επέμβαση που οδηγεί σε φθορά τα μνημεία αυτά,

έτσι ώστε στο μέλλον να επανεξεταστεί η ίδια η ανασκαφική διαδικασία, καθώς και να διερευνηθούν μέθοδοι προστασίας πριν και κατά τη διάρκεια της αποχωμάτωσης.

Επομένως, ο τύμβος πρέπει να αποτελέσει αντικείμενο μεγαλύτερης προσοχής και διεξοδικής έρευνας. Η εκ των πραγμάτων διατάραξη της κατασκευαστικής ισορροπίας του τύμβου ως φυσικό στερεό σχήμα με εσωτερικές δυνάμεις συγκράτησης, καθώς επίσης η έκθεση των πρανών της ανασκαφής στην καταστροφική δράση του περιβάλλοντος (βροχές, άνεμοι, ηλιακή ακτινοβολία, διαδικασία ύγρανσης - ξήρανσης, σεισμικές δονήσεις, κ.α), αποτελούν σοβαρό κίνδυνο για μελλοντική σταδιακή κατάρρευση και τελική απώλεια στο μέλλον.

Μόνο εάν γίνει κατανοητό ότι το μνημειακό αυτό δημιούργημα, ο Μακεδονικός τύμβος, λειτουργεί ως ένα «χωρικό περιβαλλοντικό σύστημα» σε άμεση σχέση με τον τάφο που περιβάλλει, τότε θα είναι δυνατό να προστατευτεί από μελλοντική και μη αναστρέψιμη φθορά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Gossel, B., **“Makedonische Kammergraber”**, Berlin 1980, Διδακτορική διατριβή.
- [2] Χαρίσης, Β., **«Κανόνες κατασκευής τούμπας πολλών τάφων»** Εκδόσεις Εταιρείας Ηπειρωτικών Μελετών, Ιωάννινα, 1978
- [3] Γκούροβα, Ν. **«Κιμήρειος Βόσπορος – Οι μεγάλοι τύμβοι»** Περιοδικό Corpus – Αρχαιολογία και Ιστορία των Πολιτισμών, Τεύχος 7, 1999, σελ. 48-59
- [4] Κυριάκου, Β., **«Υγροπροστασία των κατασκευών κατά την αρχαιότητα»**, 1^ο Διεθνές Συνέδριο για την Αρχαία Ελληνική Τεχνολογία, Θεσσαλονίκη, Σεπτ. 1997
- [5] Kyriakou, V., Nakhla, A., **«Macedonian tombs. Microclimatic conditions and problems of their preservation»**, Firenze 2000, International Conference, Sept. 2000, CICOP - UNESCO.
- [6] Pearlmutter, D., **“The Thermal Performance of Vaulted Roofs in Hot Arid Zones”** 3rd International Conference Energy and Building in Mediterranean Area, p.295-302, April 8-10, 1992, Thessaloniki, Greece
- [7] Young, S.R. **“Three great early Tumuli”**, The Gordion Excavations. Final Reports. Volume I. The University Museum, Pennsylvania 1981
- [8] Accardo, G. - Cacace, C. - Rinaldi, R., **“La Tomba dei Rilievi in Cerveteri: Applicazione della Metodologia Climatica”**.
- [9] Massari, G., Massari, I., **“Damp Buildings, Old and New”**, Rome, 1993
- [10] Χρυσοστόμου, Π., **«Ανασκαφική έρευνα στους Μακεδονικούς τάφους της Πέλλας κατά το 1994»** ΑΕΜΘ 1994, No 8, σελ.53
- [11] Χρυσοστόμου, Π., **«Νέοι τύμβοι στην Πελαία χώρα»** ΑΕΜΘ 1, 1987, σελ.147-157
- [12] Τσιμπίδου, Μ., **«Ταφικός τύμβος στον Άγιο Αθανάσιο Θεσ/νίκης: Η ολοκλήρωση της έρευνας»**, ΑΕΜΘ 7, 1993, σελ.251-259
- [13] Τσιμπίδου, Μ., **«Άγιος Αθανάσιος 1994. Το χρονικό μιας αποκάλυψης»**, ΑΕΜΘ 8, 1994, σελ. 231
- [14] Κυριάκου, Β., Μπίκας, Κ.Δ., Παπαδόπουλος, Α.Μ., **“Μικροκλιματικές συνθήκες σε υπόγεια ταφικά μνημεία. Μετρήσεις τιμών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας στον Μακεδονικό τάφο του Αγίου Αθανασίου ν. Θεσσαλονίκης”**, περιοδικό Τεχνικά Χρονικά, 1995.
- [15] Kyriakou, V., **“Burial Tumuli in the Urban Context. Interventions and Management based on Environmental Aspects”**, 1st Specialty International Conference, “Monumental Cemeteries. Knowledge, Conservation, Restyling and Innovation”, Modena, Italy, 3-5 May 2006, CICOP - UNESCO.
- [16] Thomson, G., **“The Museum Environment”**, Butterworths.

- [17] Torraca Giorgio “**Porous Building Materials - Materials Science for Architectural Conservation**” ICRRROM 1982
- [18] Amoroso Giovanni - Fassina Vasco “**Stone decay and Conservation**” Elsevier 1983
- [19] Mora Paolo - Mora Laura - Phillipot Paul “**Conservation of Wall Paintings**” Butterworths

Βασιλική Θωμά Κυριάκου

Αρχιτέκτων Μηχανικός, Κολχίδος 4, 55131, Θεσσαλονίκη, τηλ. 6945 380388

Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των Κτιρίων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ.

MSc Περιβαλλοντικός σχεδιασμός πόλεων και κτιρίων.

Extended summary

MICROCLIMATIC CONDITIONS IN SUBTERRANEAN MONUMENTS

The case of the Macedonian Tumulus

V. TH. KYRIAKOU
Architect eng., MSc.

Abstract

Macedonian tombs are subterranean monuments of great importance, because they are ancient buildings that have been preserved since the 2nd and 4th centuries B.C. in the region of Macedonia in northern Greece. They were built with large blocks of stone, with a vaulted roof, and are characterised by an artificial covering of earth, called a "tumulus". Most of them have been preserved under a stable microclimate in excellent condition and their cultural value is just as high as their educational value. A systematic research into the hydrothermal behaviour of these underground buildings showed that the tumulus protected the tombs and the inside treasures against the deterioration processes. The tumulus, sometimes 12 metres in height, is a very important technical achievement for this era, not only because of its great mass, but also because of the artificial covering by different layers of earth, with different consistencies, which allowed the drainage of rainwater. This paper describes a study of the micro-environment inside these tombs, based on a scientific examination and measurement of the variations of temperature and relative humidity inside four Macedonian tombs. Estimations according to the measured data led to conclusions that are presented.

1. INTRODUCTION

The tumulus is a very important technical achievement for its era, not only because of its great mass (sometimes 12 m. high), but also because of the artificial packing of different layers of earth, with different consistencies, which allowed the drainage of rainwater. Systematic research into the hydrothermal behaviour of these underground buildings showed that the tumulus protected the tombs and the inside treasures against the deterioration processes. Having scientifically examined and measured the variations of temperature and relative humidity inside four Macedonian tombs, under three tumuli in the area of Pella and Agios Athanasios, we here present estimations based on the measured data.

Submitted: Feb. 5, 2007 Accepted: June 10, 2007

2. THE TUMULUS

The tumulus was a "far seen sign" of an important person's burial. Structurally, a tumulus is a big mass of artificial earth, covering a monumental tomb, the "Macedonian tomb". The tumuli date between the 4th and 2nd centuries B.C. There are many tumuli in the Macedonia region of northern Greece,. They may be related to similar monuments in other places in the Balkans, such as ancient Thrace and Illyria.

Tumuli were constructed through the artificial packing of different layers of earth, with different consistencies. These layers created a perfect drainage system. In this way, the rainwater was directed to the periphery of the cone-shaped tumulus, and not to the tombs. Because of the thermal inertia of the surrounding soil, temperature fluctuations had a narrower range inside the tombs than outside. The tombs were preserved under stable microclimate conditions.

3. THE MONUMENTS

3.1. Climatic conditions in the area of Pella and Agios Athanasios.

The monuments included in this research are geographically situated at the northeastern end of the plain of the Axios River, in the cove of the Thermaikos Gulf. The climate in the plain is of the Mediterranean type. Air temperature has a simple fluctuation during the year, having the highest temperature in July and the lowest in January. Rain usually falls late in autumn and spring. Thus, during the winter and spring there is a problem regarding the extreme moisture and overflowing water, but during the summer there is a high rate of evaporation.

3.2. Pella. The tombs.

In the spring of 1994, during archaeological research at the tumuli of Pella, two Macedonian tombs were discovered. The tombs had been pillaged in antiquity.

- a. Macedonian tomb (Ionian): It was found at a depth measuring 5 metres from the top of the tomb. It is an underground construction built with two chambers, having a temple-like front of Ionic rhythm and a road. The tomb dates from the beginning of the 3rd century B.C. and seems to have been constructed for some important lady of Pella. It is built from local limestone and founded directly on the ground. The walls of the chamber and antechamber have paintings with pictorial architectural decoration.
- b. Macedonian tomb (Doric): A tomb with two chambers was found, being one of the largest Macedonian tombs discovered until now. It must have been created by a local workshop. It dates from the end of the 4th century B.C. It is built with local limestone and has a temple-like front of Doric rhythm. The interior surface of the walls has architectural decorations and inscriptions from two different time periods.

3.3. Agios Athanasios. The tombs.

The cemeteries of Agios Athanasios are related to the Topsin settlement, which may be the ancient Halastra. The big tumulus near the contemporary village of Agios Athanasios is covered by high trees and vegetation. Two significant tombs were excavated in that tumulus:

- a. A monumental “kivotioshimos”, a pre-Macedonian type of tomb, with a flat roof. That one had not been pillaged, so it is a very important finding. It dates from around the end of the 4th and the beginning of the 3rd century B.C. Structurally, the tomb was in bad condition. The roof was cracked by the weight of the covering earth.
- b. A Macedonian tomb, with only one chamber, that had been pillaged in antiquity. It dates from the 4th century B.C. The tomb was found in a bad condition. The structural body needed to be supported immediately. The great importance of this tomb was the fact that the facade was decorated with excellent paintings, especially the drawing of an ancient Macedonian symposium.

4. DOCUMENTATION

4.1. Monitoring the climatic conditions inside the tombs.

Instruments were placed immediately after the excavation of the tombs, in order to estimate the original condition. Thereafter, systematic measurements were made continually over three years, inside the burial chamber and the antechamber at different levels (ground-middle-upper), and just outside of the entrance door of the tomb.

Two kinds of data were obtained from the wall surface of the tombs:

- a. Constant digital data, by placing electronic sensors on selected points of the walls.
- b. Instant electronic data, by checking several points all over the walls of the tomb.

5. OBSERVATIONS

After three years' monitoring, the following observations were made:

- a. As a result of the thermal inertia of the structure and the surrounding soil, temperature fluctuations had a narrower range inside the tombs than outside.
- b. The Doric tomb of Pella presented the most stable interior microclimate of all the tombs, followed by the Ionic tomb of Pella, and the tombs of Agios Athanasios (more unstable the smaller tomb).

The microclimate stability inside the tombs is due to the volume of the interior space, the rate of exposure to the external climate, and the protection measures after excavation.

6. CONCLUSIONS

The tumulus should be considered as a technical achievement for the era of the 2nd - 4th century B.C. Its structure provided protection against deterioration processes for the covered Macedonian tombs and the treasures inside. As a result of the thermal inertia of the surrounding soil, temperature fluctuations had a narrower range inside the tombs than outside. The tombs were preserved under a stable microclimate in a very good state. Other factors that affected the microclimate stability inside the tombs were the volume of the interior space, the rate of exposure to the external climate, and the protection measures after the excavation.

Vanta-Vasiliki Th. Kyriakou

Architect MSc. - Ph.D. cand. A.U.Th.

4th Kolhidos str., 55131, Thessaloniki, Greece

Tel. 6945 380388