

ΨΗΦΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΝΑΣΚΑΦΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

του καθ. Προϊστορικής Αρχαιολογίας ΑΠΘ και διευθυντή Πανεπιστημιακής Ανασκαφής Παλιαμπέλων Κολινδρού, Κώστα Κωτσάκη



Σε μεγάλο βαθμό η ανασκαφική έρευνα και η ανακάλυψη θεωρούνται από το ευρύ κοινό συνώνυμες με την αρχαιολογία. Αν και αυτή η ταύτιση είναι υπερβολική, είναι γεγονός ότι οι μεγάλες ανασκαφές του παρελθόντος συγκίνησαν και εντυπωσίασαν την κοινή γνώμη με τα ευρήματά τους και εμπέδωσαν την αντίληψη ότι στόχος της ανασκαφής είναι να ανακαλύψει πολύτιμα και σπάνια ευρήματα. Ωστόσο, η πραγματικότητα, όπως συχνά συμβαίνει, δεν είναι ακριβώς έτσι. Η σύγχρονη ανασκαφή δεν κληνιά «θησαυρούς», αλλά επιδιώκει τη σχολαστική και εξαντλητική συγκέντρωση στοιχείων για την ανθρώπινη δραστηριότητα του παρελθόντος που έχει αποτυπωθεί σε έναν συγκεκριμένο τόπο, αυτόν που ονομάζουμε «αρχαιολογική θέση», είτε αυτή είναι μεγάλη, είτε μικρή και άσημη.

Ο λόγος που η ανασκαφή εξακολουθεί να αποτελεί απαραίτητο βήμα της αρχαιολογικής έρευνας είναι ότι τα υλικά κατάλοιπα της ανθρώπινης δραστηριότητας βρίσκονται σχεδόν πάντα θαμμένα σε επάλληλα στρώματα ιζημάτων. Η δημιουργία αυτών των ιζημάτων, των «στρωμάτων», όπως τα αποκαλούν οι αρχαιολόγοι, είναι σταδιακή και αντιπροσωπεύει ένα συνδυασμό γεωλογικών και πολιτισμικών διαδικασιών, είναι δηλαδή το αθέλητο ή το ηθελμένο αποτέλεσμα των διαδοχικών ανθρώπινων παρεμβάσεων στο χώρο σε συνδυασμό με φυσικές παραμέτρους. Η αρχαιολογική θέση με τη στρωματογραφία, καθώς και τα ευρήματα κάθε κατηγορίας που βρίσκονται εμπεδωμένα στα στρώματά της, διαμορφώνουν ένα εξαιρετικά πολύπλοκο αρχείο του παρελθόντος, το οποίο η ανασκαφή καλείται, καταρχήν να τεκμηριώσει, και στη συνέχεια να κατανοήσει και να ερμηνεύσει. Οι συνάφειες και οι συναρτήσεις των ευρημάτων κάθε κατηγορίας, συνάφειες χωρικές που αντιστοιχούν σε χρονικές, είναι το κλειδί αυτού του συνολικού αρχείου. Για το λόγο αυτό η ακρίβεια και η μεθοδικότητα της τεκμηρίωσης είναι εκείνη που θα καθορίσει τη δυνατότητα της τελικής ερευνητικής κατανόησης. Μια βιαστική ανασκαφή που δεν παίρνει υπόψη της αυτές τις προϋποθέσεις καταλήγει

σε καταστροφή της αρχαιολογικής μαρτυρίας. Θα πρέπει πάντα να θυμόμαστε ότι, όπως έχει ειπωθεί, η ανασκαφή είναι «ένα πείραμα που δεν επαναλαμβάνεται»¹ και επομένως κάθε καταστροφή στο πεδίο σημαίνει οριστική απώλεια που είναι αδύνατο να αναπληρωθεί.

■ Ένα σύστημα ανασκαφικής τεκμηρίωσης

Σε αντίθεση με την αυθόρμητη αντίληψη που αξιολογεί την ανασκαφή με βάση την ανακάλυψη, η ανασκαφή μιας αρχαιολογικής θέσης κρίνεται από την τεκμηρίωση των μαρτυριών της ανθρώπινης δραστηριότητας. Η τεκμηρίωση αυτή όμως είναι επίσημη και εξαιρετικά χρονόβόρα, ενώ, για να μπορεί να αξιοποιηθεί ερμηνευτικά, είναι απαραίτητο να περιλαμβάνει δεδομένα πολλών και διαφορετικών κατηγοριών. Στην πράξη τα δεδομένα αυτά περιλαμβάνουν συμβατικά τεκμήρια, όπως σχέδια και φωτογραφίες, αλλά και τα φυσικά χαρακτηριστικά των αρχαιολογικών επικώσεων, τα χαρακτηριστικά των ακινήτων ευρημάτων (αρχιτεκτονική, μόνιμες κατασκευές, τάφοι, κλπ) και των κινητών (κεραμικά, εργαλεία, γλυπτά, έργα τέχνης, κοσμήματα και μικροαντικείμενα, κλπ) και όλων των κατηγοριών των δειγμάτων που λαμβάνονται για μελλοντική ειδική εργαστηριακή ανάλυση, βιοαρχαιολογική, γεωαρχαιολογική, αρχαιομετρική, κ.ά. Περιλαμβάνει προπαντός τις σχέσεις όλων των κατηγοριών δεδομένων με τα βήματα της ανασκαφής, καταγράφει δηλαδή τις αποφάσεις της/του αρχαιολόγου και τα αποτελέσματά τους, καταγραφή απαραίτητη για να ανασυντεθεί εκ των υστέρων η ανασκαφική διαδικασία και να εξαχθούν τα τελικά, αξιότιστα συμπεράσματα.

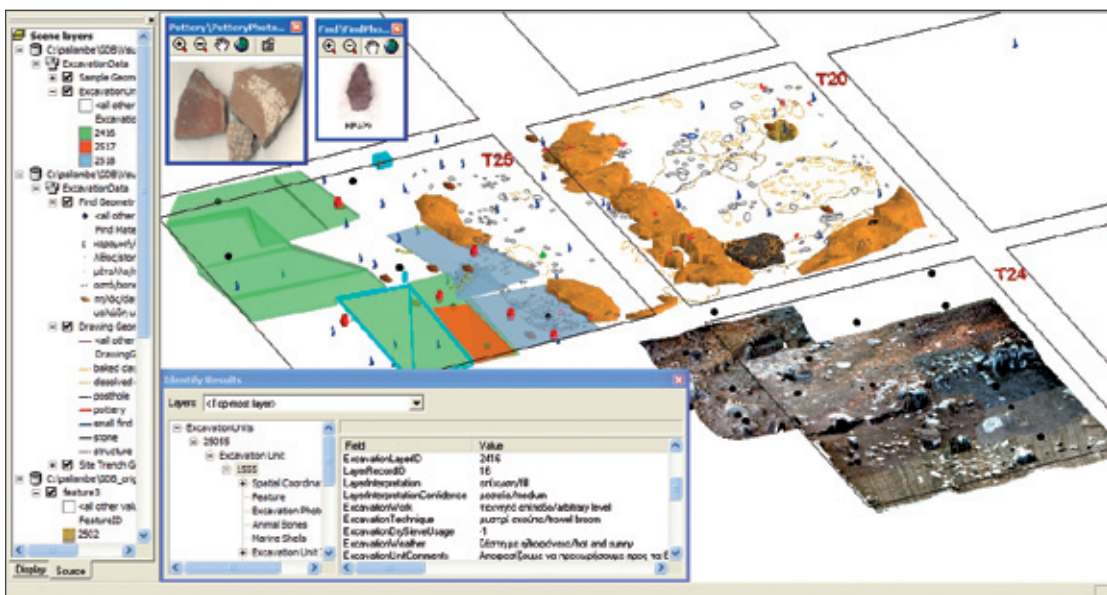
Είναι προφανές ότι η παραπάνω περιγραφή προδιαγράφει ένα σχεσιακό σύστημα διαχείρισης πολυδιάστατης πληροφορίας. Πράγματι, ανασκαφείς είχαν ήδη αναπτύξει χειροκίνητα συστήματα διαχείρισης, αλλά είναι αυτονόητο ότι η ψηφιακή τεχνολογία είναι το ιδανικό εργαλείο για να απαντήσει σε πρόβλημα διαχείρισης πληροφορίας, καθώς όχι μόνο μειώνει δραματικά το χρόνο που απαιτείται για τη συμβατική τεκμηρίωση, αλλά προσφέρει

ασύγκριτα ανώτερες δυνατότητες διαχείρισης. Επιπλέον, οι σύγχρονες εξελίξεις της ψηφιακής απεικόνισης διαθέτουν εργαλεία οπτικοποίησης της πληροφορίας που μέχρι πριν από μερικά χρόνια ήταν πολύ πέρα από τις δυνατότητες-ή ακόμη και τις επιθυμίες- της αρχαιολογίας. Για μια εφαρμογή στην οποία η εικόνα και η μορφή παίζει τόσο κεντρικό ρόλο, η συγκεκριμένη δυνατότητα είναι πολύ σημαντική για να μείνει αναξιοποίητη.

Οι πειραματισμοί με τις δυνατότητες της ψηφιακής τεχνολογίας ξεκίνησαν στην πανεπιστημιακή ανασκαφή της Τούμπας Θεσσαλονίκης του ΑΠΘ ήδη τη δεκαετία του 1980². Το πρώτο εκείνο σύστημα, γραμμένο σε DOS, έδινε τη δυνατότητα χωρικής επεξεργασίας κάποιων από τα πολλά ανασκαφικά δεδομένα. Η πανεπιστημιακή ανασκαφή του ΑΠΘ στα Παλιάμπελα Κολινδρού³, όμως, που ξεκίνησε το 2000 με τη διεύθυνση του υπογράφοντα και του καθ. Ρ. Halstead του πανεπιστημίου του Sheffield της Βρετανίας, έθεσε εξαρχής στους στόχους της την ανάπτυξη ενός σύγχρονου, ανανεωμένου και ισχυρού ψηφιακού συστήματος πλήρους και ενοποιημένης διαχείρισης της ανασκαφικής πληροφορίας. Σε πρώτη φάση, και με βάση την ήδη υπάρχουσα εμπειρία, σχεδιάστηκε ένα πλήρες αναλογικό σύστημα με προδιαγραφές μετατροπής του σταδιακά σε ψηφιακό. Η ανάπτυξη του συστήματος μέχρι την τελική, σημερινή του μορφή έγινε με συγκεκριμένα βήματα, που κατέληξαν τελικά στο πλήρες ανεπτυγμένο σύστημα. Για παράδειγμα, εισήχθησαν πρώτα οι ψηφιακές φωτογραφίες, παράλληλα με τις αναλογικές, στη συνέχεια, σε συνεργασία με τον καθ. Πέτρο Πατιά του ΑΠΘ, η ψηφιακή φωτογραμμετρία, η οποία ενσωματώθηκε στις σταθερές πρακτικές της ανασκαφής, αντικαθιστώντας σταδιακά τις συμβατικές, αναλογικές αποτυπώσεις των ανασκαφικών ευρημάτων. Η τελική μορφή του ψηφιακού συστήματος, είναι το αποτέλεσμα του ερευνητικού έργου «Ψηφιακό Σύστημα Διαδραστικής Ερμηνείας και Χωροχρονικής Οπτικοποίησης Αρχαιολογικών Δεδομένων», το οποίο ξεκίνησε το Νοέμβριο του 2005 και ολοκληρώθηκε στις αρχές του 2009⁴. Στο έργο αυτό εκπροσώπηκαν δύο διδακτορικές διατριβές από τους Μ. Κασιάνη (Τμήμα Ιστορίας-Αρχαιολογίας) και Σ. Τσιπίδη (Τμήμα Αγρονόμων-Τοπογράφων Μηχανικών) που σχεδίασαν, επεξεργάστηκαν και υλοποίησαν την τελική μορφή του ψηφιακού συστήματος.

Στην τελική του μορφή το ψηφιακό σύστημα περιλαμβάνει δύο κύρια μέρη. Το πρώτο μέρος περιλαμβάνει μια λεπτομερή βάση δεδομένων, η οποία αποτέλεσε το κύριο ερευνητικό αντικείμενο της διατριβής του κ. Μ. Κασιάνη. Η βάση συγκροτήθηκε σε περιβάλλον MSAccess με βάση τα αναλογικά δελτία καταγραφών τα οποία συμπληρώνονται κατά την πορεία της ανασκαφής από τους ίδιους τους ανασκαφείς, και επεξεργάστηκε λεπτομερώς την οντολογία και τη σημαντική των αρχαιολογικών κατηγοριών και τάξεων. Η βάση δεδομένων είναι σχεδιασμένη κατά το διεθνές πρότυπο CIDOC-CRM (ISO 21127) που εξασφαλίζει την εξαγωγή των δεδομένων σε μορφή XML, χωρίς απώλεια νοήματος, όπως π.χ. οι χρονικές ή χωρικές συνάφειες κλπ. Περιέχει επίσης φωτογραφίες, ψηφιακά σχέδια και 3D φωτογραφίες των ανασκαφικών ενοτήτων. Στις συλλογές των χωρικών δεδομένων έχουν προστεθεί γεωγραφικά μεταδεδομένα που ακολουθούν το πρότυπο ISO19115 επιτρέποντας τη μελλοντική δημοσιοποίηση του περιεχομένου του ανασκαφικού αρχείου σε αποθήκες γεωγραφικών δεδομένων στο διαδίκτυο ή αλλού.

Το δεύτερο μέρος του συστήματος, που επεξεργάστηκε ο κ. Σ. Τσιπίδης, επιτρέπει την απεικόνιση των ανασκαφικών ενοτήτων και χαρακτηριστικών και περιλαμβάνει



Paliambela1

Παλιάμπελα Κολινδρού. Τρισδιάστατη φωτογραμμετρική απεικόνιση αρχιτεκτονικών λειψάνων (τμήμα οικήματος του τέλους της 7ης χιλιετίας π.Χ.) σε συνδυασμό με τρισδιάστατη ορθοφωτογραφία και κατανομή ευρημάτων. Με χρώμα εικονίζονται ανασκαφικές ενότητες. Στα παράθυρα ευρήματα επιλεγμένης ενότητας και τα καταγεγραμμένα χαρακτηριστικά της ενότητας 1555.



ένα πλήρες μοντέλο της ανασκαφικής διαδικασίας. Το μοντέλο προέκυψε από εξαντλητική μελέτη στο πεδίο, προσομοιώνει την αρχαιολογική ερμηνευτική διαδικασία, και διαχειρίζεται την 3D χωρική πληροφορία μέσω ενός ΣΓΠ. Ο σχεδιασμός των 3D ενοτήτων πραγματοποιήθηκε με αυτοματοποιημένη μεθοδολογία που στηρίζεται σε ρουτίνες MS Visual Basic στο περιβάλλον ESRI ArcGIS. Η υλοποίηση του μοντέλου δεδομένων ακολουθεί την αρχιτεκτονική της προσωπικής γεωβάσης (Personal Geodatabase) του ArcGIS στο πλαίσιο της MS Access. Στη βάση αποθηκεύεται το σύνολο της γεωμετρικής, περιγραφικής και χρονικής ανασκαφικής πληροφορίας. Η συγκέντρωση της πληροφορίας γίνεται κατά τη διάρκεια της ανασκαφής με τη χρήση ενός σταθμού μετρήσεων, μιας ψηφιακής κάμερας υψηλής ανάλυσης, δύο φορητών υπολογιστών και ενός σταθμού εργασίας.

■ Η εφαρμογή του συστήματος

Από τη μεριά του μη ειδικού χρήστη, με περιορισμένες τεχνικές γνώσεις, όπως συνήθως οι αρχαιολόγοι που πραγματοποιούν τις ανασκαφές, το σύστημα επιτρέπει την πλήρη 3D απεικόνιση της πορείας της ανασκαφής, καλύπτοντας καταρχήν πλήρως την ανάγκη τεκμηρίωσης. Ήδη αυτό αποτελεί μια σημαντική βοήθεια, αλλά το σύστημα αποβλέπει σε κάτι περισσότερο. Δεν πρόκειται απλά για την καταγραφή δεδομένων, αλλά για την πλήρη - κατά το δυνατόν - μοντελοποίηση της ανασκαφής, που περιλαμβάνει και τις συλλογιστικές που εφαρμόζουν οι αρχαιολόγοι, ώστε να μπορεί να διαχειρίζεται θέματα όπως η χρονική ακολουθία, η ενοποίηση ανασκαφικών στρωμάτων σε φάσεις και επεισόδια ανθρωπίνης παρέμβασης, η στρωματογραφική ακεραιότητα των ανασκαφικών ενοτήτων και πολλά άλλα που στηρίζουν τις αποφάσεις της/του ανασκαφέα. Στην πραγματικότητα κατασκευάζει ένα συνολικό virtual ομοίωμα της ανασκαφής, που είναι προσβάσιμο από πολλές διαφορετικές πλευρές, κάθε στιγμή. Στο βαθύτερο επίπεδο, το σύστημα αντιλαμβάνεται την ανασκαφή ως μια διαδικασία νοηματοδότησης, που αποδίδει σημασίες στα ανασκαφικά ευρήματα μέσω των ενεργειών των ανασκαφών.

Οι 3D απεικονίσεις που παράγονται δεν αποτελούν επομένως απλή εικονογράφηση της ανασκαφής, κατάλληλη για δημόσιες παρουσιάσεις και δημοσιεύσεις. Πολύ περισσότερο από μια εικόνα, αποτελούν ένα ερευνητικό εργαλείο με το οποίο ο/οι αρχαιολόγος μπορεί να αξιολογήσει αν οι επεμβάσεις και οι αποφάσεις της/του στο πεδίο ήταν προς τη σωστή κατεύθυνση, να αντιληφθεί τι αντιπροσωπεύει το συγκεκριμένο σύνολο που απεικονίζεται, ή να διαπιστώσει κατανομές αντικειμένων, κινήτων και ακινήτων στο χώρο και το χρόνο. Με άλλα λόγια, μέσω του ΓΣΠ δίνεται η δυνατότητα διαφορετικών αλλη-

λεπιδραστικών ερωτημάτων προς τα δεδομένα που χειρίζονται τους δύο κεντρικούς άξονες της ανασκαφής, το χώρο και το χρόνο. Αυτή η ερευνητική δυνατότητα είναι πολύτιμη, τόσο στη διάρκεια της ανασκαφής, λειτουργώντας ως βοήθημα για ανασκαφικές αποφάσεις, όσο και μετά την ανασκαφή, στο στάδιο της μελέτης. Η πλήρης εφαρμογή του συστήματος στα Παλιάμπελα Κολινδρού απέδωσε εξαιρετικά ερευνητικά αποτελέσματα σε εντυπωσιακά σύντομο διάστημα, τα οποία, με τη συμβατική τεχνολογία, είτε θα χρειάζονταν πολύ περισσότερο χρόνο είτε θα ήταν πρακτικά αδύνατο να παραχθούν.

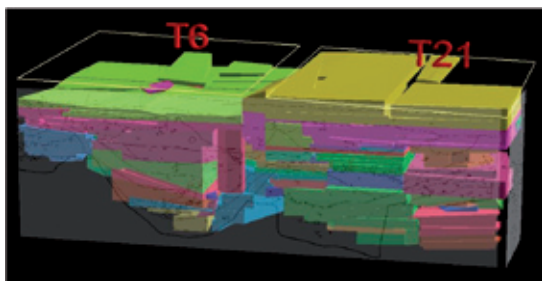
■ Προοπτικές εφαρμογές

Είναι προφανές ότι το σύστημα ανασκαφικής τεκμηρίωσης και χωροχρονικής οπτικοποίησης που περιγράφηκε, μπορεί να εξοικονομήσει πολύ από το χρόνο, τον κόπο και τη δαπάνη που επενδύεται στις ανασκαφικές έρευνες, ιδιαίτερα τις σωστικές που συνοδεύουν συχνά τα τεχνικά έργα, μεγάλα ή μικρά, ιδιωτικά ή δημόσια, και στα οποία ο παράγων κόστος και χρόνος αντιπροσωπεύουν εξαιρετικά κρίσιμα μεγέθη, ενώ απαιτούνται γρήγορα και αξιόπιστα αποτελέσματα. Από την πλευρά της αρχαιολογικής έρευνας είναι γνωστό ότι ο όγκος των ευρημάτων και των πληροφοριών των ανασκαφών μπορεί να είναι τόσο μεγάλος ώστε να καθιστά τη μελέτη και τη δημοσίευσή τους εξαιρετικά δύσκολη και χρονοβόρα. Η πραγματικότητα αυτή στερεί από το κοινωνικό σύνολο την πλουσιότερη και βαθύτερη γνώση του παρελθόντος, γνώση που, αν επιστρέφονταν στο κοινό, θα δικαιολογούσε και τους πόρους που δαπανώνται στη σχετική έρευνα. Η εφαρμογή του ψηφιακού συστήματος θα μπορούσε να βοηθήσει σημαντικά τόσο στην άμεση διαχείριση των ανασκαφικών δεδομένων όσο και της ερμηνείας τους με αποτέλεσμα την ευκολότερη και έγκαιρη δημοσίευσή τους. Μπορεί επίσης, εφόσον χρησιμοποιηθεί ευρύτερα, να συνεισφέρει και στην ενοποίηση δεδομένων μικρότερων ανασκαφών. Η τελευταία δυνατότητα είναι ιδιαίτερα ελκυστική στις περιπτώσεις ανασκαφών που προέρχονται από ενιαία σύνολα, όπως για παράδειγμα τη ρωμαϊκή Θεσσαλονίκη, αλλά πραγματοποιούνται αποσπασματικά και σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Αλλά το τελευταίο αυτό σημείο θέτει το πολύ σοβαρό ζήτημα των ενιαίων προδιαγραφών με τις οποίες πρέπει να πραγματοποιούνται οι ανασκαφές, σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική, ζήτημα που η Αρχαιολογική Υπηρεσία του ΥΠΠΟΤ δεν έχει καν θέσει ακόμη. Το πρόγραμμα του ΑΠΘ που περιγράφηκε εδώ, συνεισφέρει και προς αυτήν την κατεύθυνση.

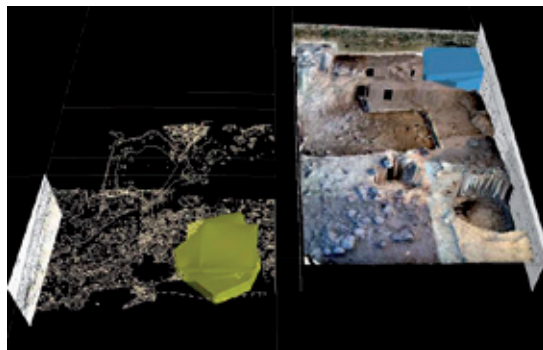
Βιβλιογραφία

- Κωτσάκης, Κ., Κασιάνης, Μ., Τσιπίδης, Σ. 2007. Ψηφιακή τεκμηρίωση αρχαιολογικών δεδομένων με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) στα Παλιάμπελα Κολινδρού, AEMO 2005, 309- 316.
Katsianis, M., Tsiplidis, S., Kotsakis, K., Koussoulakou, A., 2008 A 3D Digital Workflow for Archaeological Intra-site Research Using GIS, Journal of Archaeological Science, 35 (3), 655-667
Tsiplidis, S., Koussoulakou, A. Kotsakis, K. Geovisualization and Archaeology: Supporting Excavation Site Research, ICC2011
Katsianis, M., Tsiplidis, S., Kotsakis, K., Koussoulakou, A., Manolopoulos, Y. 2006. Integrating excavation recording, data management and object representation through GIS, International Congress "Cultural Heritage And New Technologies" Workshop 10 - Archdologie Und Computer, 7- 10/11/2005, Vienna
Περισσότερες πληροφορίες: <http://archaeogdb.web.auth.gr/>

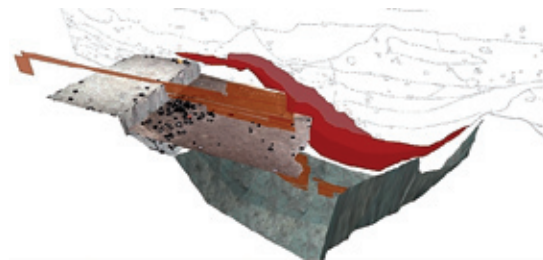
- 1 Philip Barker, *Techniques of Archaeological Excavation*, Batsford, London, 1982.
- 2 Kostas Kotsakis, "RUNSECT, A Computer Program for the Analysis of Excavation Data" *Journal of Field Archaeology*, 16, 3 (1989), σσ. 369-375
- 3 Πληροφορίες: <http://temper.web.auth.gr>
- 4 Το έργο χρηματοδοτήθηκε από το Υπουργείο Ανάπτυξης - Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας, στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού προγράμματος «Ανταγωνιστικότητα», Μέτρο 8.3, Δράση 8.3.1: «Πρόγραμμα Ενίσχυσης Ερευνητικού Δυναμικού (ΠΕΝΕΔ) 2003». Το έργο αποτέλεσε μια διατηρησιακή σύμπραξη του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ), με επιστημονικό υπεύθυνο τον Καθ. Κώστα Κωτσάκη (Τμ. Ιστορίας και Αρχαιολογίας) και συμμετέχοντες την Αν. Καθ. Αλεξάνδρα Κουσουλάκου (Τμ. Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, ΑΠΘ) και τον Καθ. Ιωάννη Μανωλόπουλο (Τμ. Πληροφορικής, ΑΠΘ). Στο πρόγραμμα συμμετείχε επίσης το Ινστιτούτο Αρχαιολογίας του Λονδίνου. Τεχνική υποστήριξη παρέχει η εταιρεία Voyager Mobile Technologies.



Paliambela 2
Παλιάμπελα Κολινδρού. Φωτογραμμετρική αποτύπωση λίθινων περιβόλων της 5ης χιλιετίας π.Χ. Με χρώμα εικονίζονται επιλεγμένες ανασκαφικές ενότητες που ανήκουν σε μεταγενέστερους λάκκους σκαμμένους στα νεολιθικά στρώματα.



Paliambela 3
Παλιάμπελα Κολινδρού. Απεικόνιση τάφρου των αρχών της 6ης χιλιετίας π.Χ. σε συνδυασμό με την ανασκαφική στρωματογραφία. Με καφέ χρώμα το ίχνος επιλεγμένων ανασκαφικών ενοτήτων.



Paliambela 4
Οι ανασκαφικές ενότητες (ανασκαφικές επεμβάσεις των αρχαιολόγων στα στρώματα της θέσης) της τάφρου των αρχών της 6ης χιλιετίας π.Χ. σε προβολή πάνω στη στρωματογραφία. Η συγκεκριμένη προβολή επιτρέπει την αξιολόγηση της ακρίβειας της ανασκαφικής διαδικασίας