

# Google Earth επανεξέταση: Εφαρμογή στην πεδιάδα της Λάρισας

Δημήτριος Καϊμάρης<sup>1</sup>, Όλγα Γεωργούλα<sup>2</sup>, Πέτρος Πατιάς<sup>2</sup>

*1* Λέκτορας, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας και Ανάπτυξης

*2* Καθηγητής, Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών

Πολυτεχνική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

kaimaris@plandevl.auth.gr

**Περίληψη:** Στην εργασία παρουσιάζεται η κατ' αρχήν φωτοερμηνευτική μελέτη εικόνων του Google Earth, η οποία επέτρεψε τον "τυχαίο" εντοπισμό (αποτέλεσμα μη συστηματικής έρευνας) ιχνών καλυμμένων κατασκευών στην ευρύτερη περιοχή της πόλης της Λάρισας (Θεσσαλία, Ελλάδα). Ταυτόχρονα, αξιοποιούνται ορθοανηγμένες εικόνες του Κτηματολογίου και το ψηφιακό μοντέλο εδάφους των θέσεων και της ευρύτερης περιοχής, ενώ πραγματοποιείται οπτική βελτίωση των ιχνών με τη χρήση ψηφιακών φίλτρων. Από την πληθώρα των ιχνών, η εργασία εστιάζει σε τρεις θέσεις, όπου τα θετικά ίχνη βλάστησης, κυκλικά ή/και γραμμικά, αποκαλύπτουν και περιγράφουν σε ικανοποιητικό βαθμό καλυμμένες κατασκευές μεγάλων διαστάσεων. Η μέχρι σήμερα ερευνητική δραστηριότητα της συντακτικής ομάδας, αλλά και η παρούσα εργασία, αναδεικνύει τα οφέλη των εικόνων του Google Earth ως προς τον "τυχαίο" εντοπισμό άγνωστων καλυμμένων κατασκευών, επισημαίνοντας ότι δεν μπορεί να χαρακτηριστεί το Google Earth -και κατ' επέκταση οι εικόνες του- ως εργαλείο αρχαιολογικής πρόβλεψης.

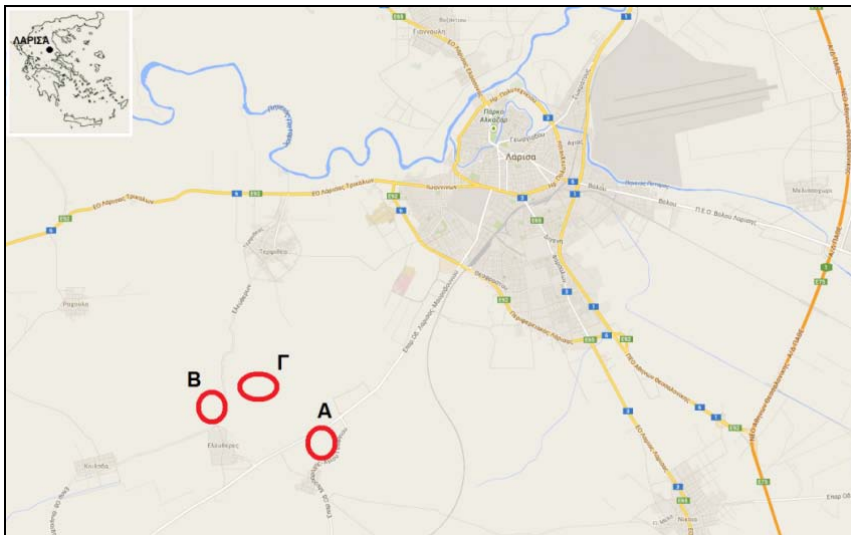
## 1. Εισαγωγή

Το Google Earth δεν είναι εργαλείο αρχαιολογικής πρόβλεψης, όμως είναι δυνατό να θεωρηθεί ως μια επιπλέον εν δυνάμει πηγή πληροφορίας, η οποία μπορεί να περιληφθεί στην πληθώρα των δεδομένων, τα οποία μεθοδολογικά αξιοποιούνται για τον εντοπισμό καλυμμένων αρχαιολογικών δομών από την Εναέρια και Δορυφορική αρχαιολογία (Kaimaris et al. 2011). Πιο συγκεκριμένα, στον τομέα της Αρχαιολογίας η κύρια και προφανής χρήση των εικόνων του Google Earth, είναι η παρατήρηση και μελέτη γνωστών αρχαιολογικών θέσεων. Αναφερόμενοι σε μελέτες εντοπισμού νέων θέσεων στα πλαίσια της Εναέριας και Δορυφορικής Αρχαιολογίας, σε μερικές περιπτώσεις οι εικόνες του επέτρεψαν τον "τυχαίο" εντοπισμό άγνωστων καλυμμένων κατασκευών, δίνοντας το έναυσμα για περαιτέρω συστηματική έρευνα, η οποία μπορεί να ολοκληρωθεί με ανασκαφικές τομές, προκειμένου να χαρακτηριστεί η θέση ως Αρχαιολογικού ενδιαφέροντος. Όμως, στη διεθνή βιβλιογραφία, αναφέρονται και μελέτες όπου οι εικόνες του Google Earth δεν παρείχαν επαρκείς ή καθόλου πληροφορίες σε θέσεις γνωστών ιχνών καλυμμένων

αρχαιολογικών δομών, όπου η μεθοδολογική διαδικασία χρήσης εργαλείων αρχαιολογικής πρόβλεψης αποκάλυψαν (Kaimaris et al. 2011, Palmer 2005, Thomas et al. 2008, Myers and Camp 2010, Myers 2010, Cowley and Palmer 2009, Jia and Nie 2009, Micle et al. 2009, Jacobs 2013, Handwerk 2006). Προς τη κατεύθυνση του “τυχαίου” εντοπισμού ίχνών άγνωστων καλυμμένων δομών με τη χρήση εικόνων του Google Earth Pro (GEP) στρέφεται αυτή η εργασία. Παράλληλα, αξιοποιούνται στις ίδιες θέσεις οι ορθοαναγμένες εικόνες του Κτηματολογίου (ΚΤ), το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (ΨΜΕ), και πραγματοποιείται οπτική βελτίωση των εικόνων με τη χρήση ψηφιακών φίλτρων.

## 2. Περιοχή μελέτης

Νοτιοδυτικά της πόλης της Λάρισας (Θεσσαλία, εικ. 1), και συγκεκριμένα βορειοανατολικά του οικισμού Μεσορράχη (θέση Α) και βόρεια-βορειοανατολικά του οικισμού Ελευθέρης (θέση Β και Γ), εντοπίστηκαν στις εικόνες του GEP, ίχνη καλυμμένων δομών μεγάλων διαστάσεων.



**Εικόνα 1** Οι θέσεις (Α, Β και Γ) των καλυμμένων κατασκευών στην ευρύτερη περιοχή της Λάρισας.

Πρόκειται για θετικά ίχνη βλάστησης, που υποδηλώνουν συγκράτηση υγρασίας και ύπαρξη καλυμμένης, ίσως, τάφρου. Τέλος, καμία θέση δεν συνοδεύεται από ΦΕΚ αρχαιολογικής προστασίας.

### 3. Δεδομένα

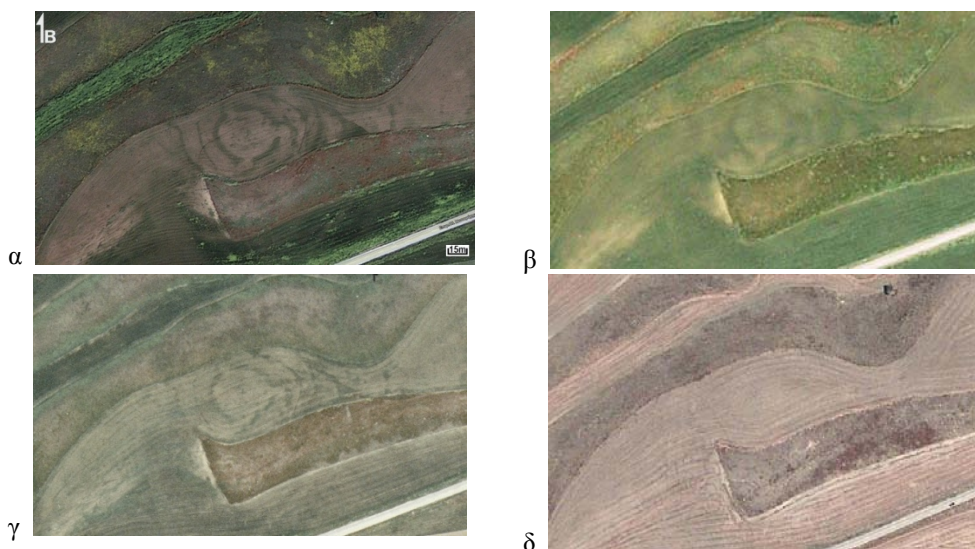
Τα δεδομένα της εργασίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

*Πίνακας 1 Δεδομένα*

Προέλευση	Φασματική ανάλυση	Χωρική ανάλυση (m)	Ημερομηνία
Εικόνες Google Earth Pro (GEP)	R,G,B	0.5-1.0	3/5/2004, 4/5/2010, 27/4/2012, 8/7/2013
Εικόνες Κτηματολογίου (ΚΤ)	R,G,B	0.5	2007-2009
ΨΜΕ Κτηματολογίου	BW	2.5-5.0	2007-2009

### 4. Θέση Α

Ομόκεντρα θετικά κυκλικά ίχνη βλάστησης με διάμετρο από 40 έως 100m και πλάτος από 5 έως 10m, με διαστήματα κενών που ίσως αποδίδονται σε διόδους, παρατηρούνται στην εικόνα του GEP (εικ. 2α) του 2010. Η ένταση παρατήρησής



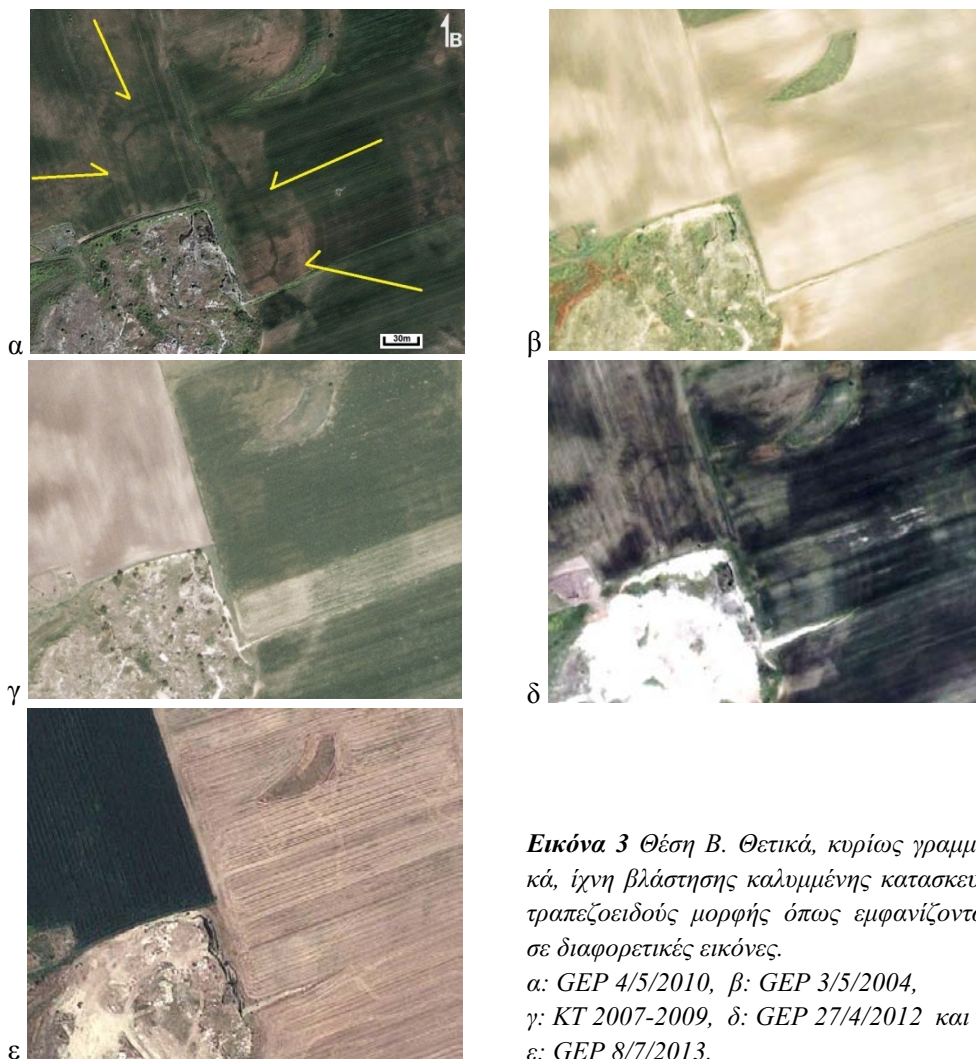
**Εικόνα 2** Θέση Α. Ομόκεντρα θετικά κυκλικά ίχνη κατασκευών όπως εμφανίζονται σε διαφορετικές εικόνες.

α: GEP 4/5/2010, β: GEP 3/5/2004, γ: ΚΤ 2007-2009, και δ: GEP 8/7/2013.

τους μειώνεται στις εικόνες του 2004 (εικ.2β), και αυξάνεται στις ορθοαναγμένες εικόνες του ΚΤ (2007-2009, εικ. 2γ). Τα ίχνη απουσιάζουν από τις εικόνες του GEP του 2013.

## 5. Θέση Β

Θετικά, κυρίως γραμμικά, ίχνη βλάστησης που αποκαλύπτουν μια καλυμμένη κατασκευή σχεδόν τραπεζοειδούς μορφής, μέσης διάστασης 40x90m, παρατηρούνται στην εικόνα του GEP (εικ. 3α) του 2010. Τα ίχνη σχεδόν απουσιάζουν από την εικόνα του GEP του 2004 (εικ. 3β) και στην ορθοαναγμένη εικόνα του ΚΤ (εικ. 3γ). Επαναλαμβάνονται στην εικόνα του GEP του 2012 (εικ. 3δ), και απουσιάζουν καθολικά από την εικόνα του GEP του 2013 (εικ. 3ε).



**Εικόνα 3** Θέση Β. Θετικά, κυρίως γραμμικά, ίχνη βλάστησης καλυμμένης κατασκευής τραπεζοειδούς μορφής όπως εμφανίζονται σε διαφορετικές εικόνες.

α: GEP 4/5/2010, β: GEP 3/5/2004,  
γ: ΚΤ 2007-2009, δ: GEP 27/4/2012 και  
ε: GEP 8/7/2013.

## 6. Θέση Γ

Θετικά, κυρίως γραμμικά ίχνη βλάστησης, που αποδίδονται σε καλυμμένες κατασκευές ορθογωνικής σχεδόν μορφής διαστάσεων από 30x60 έως 45x80m, παρατηρούνται στην εικόνα του GEP (εικ. 4α) του 2010. Τα ίχνη απουσιάζουν στην εικόνα του 2004 (εικ. 4β), διατηρούνται στην ορθοαναηγμένη εικόνα του ΚΤ (εικ. 4γ) στις θέσεις όπου η κατασκευή καλύπτεται με βλάστηση. Τα ίχνη εμφανίζονται στην εικόνα του GEP του 2012 (εικ. 4δ), και απουσιάζουν καθολικά από την εικόνα του GEP του 2013 (εικ. 4ε).



**Εικόνα 4** Θέση Γ. Θετικά, κυρίως γραμμικά, ίχνη βλάστησης καλυμμένων ορθογωνικών κατασκευών όπως εμφανίζονται σε διαφορετικές εικόνες.

α: GEP 4/5/2010, β: GEP 3/5/2004, γ: ΚΤ 2007-2009, και δ: GEP 8/7/2013.

## 7. Ψηφιακή επεξεργασία

Για την οπτική βελτίωση των ιχνών πραγματοποιήθηκε διόρθωση της αντίθεσης και της φωτεινότητας των εικόνων (εικ. 5).



α



β



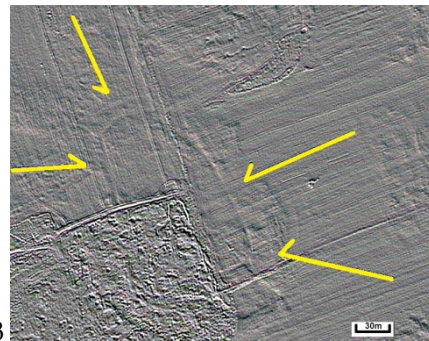
γ

**Εικόνα 5** Βελτίωση της αντίθεσης και της φωτεινότητας των εικόνων στις οποίες εμφανίζονται αρχικά τα ίχνη.

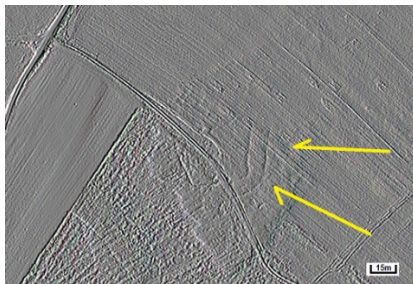
α: Θέση Α, GEP 3/5/2004, β: Θέση Β, GEP 4/5/2010, και γ: Θέση Γ, GEP 4/5/2010.



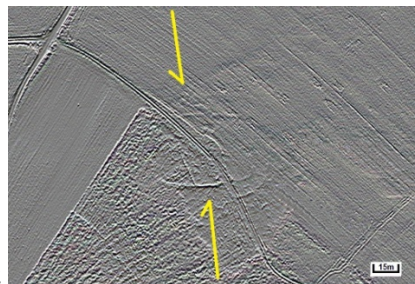
α



β



γ1



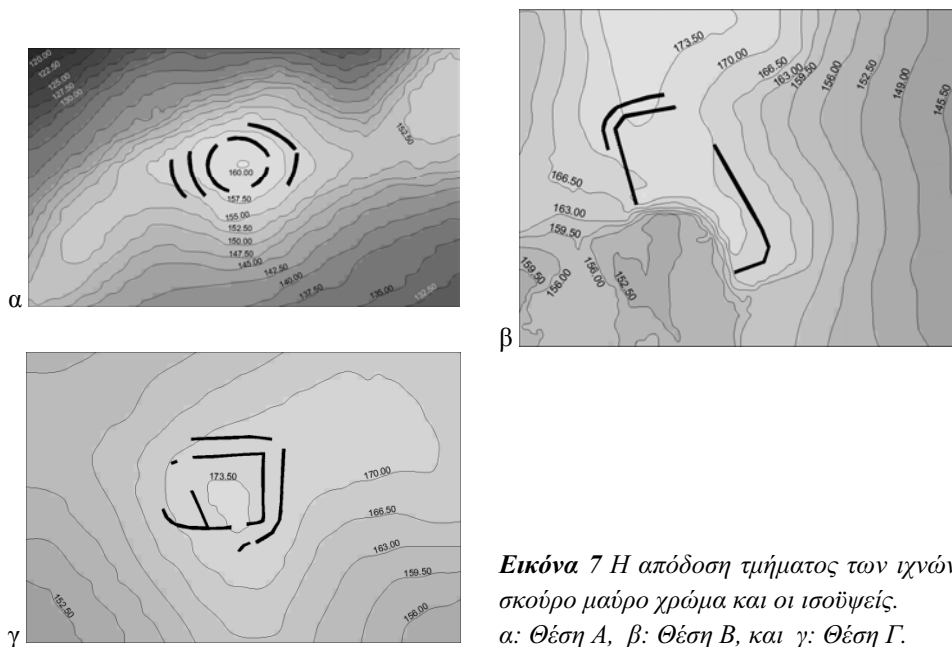
γ2

**Εικόνα 6** Εφαρμογή φίλτρου Emboss.

α: Θέση Α, 20°, GEP 3/5/2004, β: Θέση Β, 70°, GEP 4/5/2010, γ1: Θέση Γ, 0° (ενίσχυση των κατακόρυφων ιχνών), GEP 4/5/2010, και γ2: Θέση Γ, 90° (ενίσχυση των οριζόντιων ιχνών), GEP 4/5/2010.

Αρκετά ψηφιακά φίλτρα χρησιμοποιήθηκαν (Edge Detect, Horizontal, Vertical, Cross Edge, Laplacian Edge Detection, etc) χωρίς αποτέλεσμα, ίσως λόγω της μέτριας φασματικής και ραδιομετρικής ανάλυσης των αρχικών εικόνων. Στην εικόνα 6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του φίλτρου Emboss.

Αξιοποιώντας το ΨΜΕ και την απόδοση μέρους των ιχνών (εικ. 7), προκύπτει ότι τα ίχνη της θέσης Α και Γ αναπτύσσονται στις κορυφές λόφων. Ιδιαίτερα τα ίχνη της θέσης Α ακολουθούν τη γεωμορφολογία της περιοχής. Νοτιοδυτικά της θέσης Β δεν παρατηρούνται ίχνη λόγω των έντονων σύγχρονων ανθρωπογενών επεμβάσεων. Επίσης, είναι εμφανές από τη γεωμορφολογία της περιοχής, ότι το σύνολο των ιχνών (διατηρημένα ή μη) αυτής της θέσης αναπτύσσονταν αρχικά σε ένα προϋπάρχον πλάτωμα της περιοχής (όχι στη κορυφή του λόφου).



**Εικόνα 7** Η απόδοση τμήματος των ιχνών με σκούρο μαύρο χρώμα και οι ισοϋψείς.  
α: Θέση Α, β: Θέση Β, και γ: Θέση Γ.

## 8. Συμπεράσματα

Το Google Earth είναι ένα πολύτιμο εργαλείο παρατήρησης και μελέτης γνωστών επιφανειακών μνημείων και συνόλων. Η μεθοδολογική διαδικασία χρήσης εργαλείων αρχαιολογικής πρόβλεψης όπως μελέτη ιστορικών κειμένων, ψηφιακή επεξεργασία χαρτών, φωτογραμμετρική επεξεργασία διαχρονικών αεροφωτογραφιών και δορυφορικών εικόνων αρχείου, σε συνδυασμό με την επεξεργασία εικόνων ημερομηνιών λήψεων οι οποίες προκύπτουν από μελέτη για τον υπολογισμό του βέλτιστου χρονικού παραθύρου εντοπισμού ιχνών, είναι αυτή η οποία θα οδηγήσει σε ασφαλέστερα συμπεράσματα σχετικά με τον εντοπισμό άγνωστων καλυμμένων

δομών (Georgoula et al. 2003, Kaimaris et al. 2009, Kaimaris et al. 2012). Έτσι, το Google Earth και κατ' επέκταση οι εικόνες του, με ημερομηνίες λήψης οι οποίες δεν προέκυψαν από μια συστηματική έρευνα Εναέριας και Δορυφορικής αρχαιολογίας, αλλά από τις ανάγκες άλλων μελετών (υποδομές, πολεοδομία, χωροταξία, περιβάλλον, κ.ά.), δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως εργαλείο αρχαιολογικής πρόβλεψης το οποίο οδηγεί σε ασφαλή συμπεράσματα. Παρόλα αυτά, σε ορισμένες περιπτώσεις όπως και στην παρούσα εργασία, “τυχαία” δίνεται το έναυσμα στην ερευνητική ομάδα για περαιτέρω συστηματική μελέτη. Στη συγκεκριμένη εργασία η χρήση ψηφιακών φίλτρων δεν βοήθησε την οπτική βελτίωση των ιχνών, ενώ το ΨΜΕ έδωσε ιδιαίτερες πληροφορίες για τη γεωμορφολογία των περιοχών εμφάνισής τους.

## Βιβλιογραφία

- Cowley, D. and Palmer, R., 2009. Education in aerial remote sensing for archaeology, Occasional Publication of the Aerial Archaeology Research Group 1.
- Georgoula, O., Kaimaris, D., Karadedos, G. and Patias, P., 2003. *Photogrammetry and Archaeology: A case study in the archaeological site of Philippos in N.Greece*, Proceedings CAA (Computer applications and quantitative methods in archaeology) Congress Enter the Past. The E-way into four Dimensions of Cultural Heritage, April 8-12, City Hall Vienna, Austria, pp. 409-413.
- Jacobs, Q. J., 2013. Ancient Monuments Placemarks, Available at: <http://www.jqjacobs.net/archaeo/sites/>.
- Handwerk, B. 2006. Google Earth, Satellite Maps Boost Armchair Archaeology, National Geographic Society (2006), Available at: <http://news.national-geographic.com/news/2006/11/061107-archaeology.html>.
- Jia, P. and Nie, Y., 2009. *Remote sensing technique application in the research of ancient cities. A Case Study in Changhua Ancient City of Hainan Province*, in 30th Asian Conference on Remote Sensing, China, Beijing, pp. 101–107.
- Kaimaris, D., Georgoula, O., Karadedos, G. and Patias, P., 2009. *Aerial and Remote sensing Archaeology in eastern Macedonia, Greece*, Proceedings of the CIPA XXII Symposium, Kyoto, Japan, CIPA Archives for Documentation of Cultural Heritage, Vol. XXII-2009, CD
- Kaimaris, D., Georgoula, O., Patias, P. and Stylianidis, E., 2011. *Comparative analysis on the archaeological content of imagery from Google Earth*. Journal of Cultural Heritage 12(3): 263-269
- Kaimaris, D., Patias, P. and Tsakiri, M., 2012. *Best period for high spatial resolution satellite images for the detection of marks of buried structures*. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences 15(1): 9-18
- Micle, D., Torok-Oance, M. and M̃aruia, L. 2009. *The morpho-topographic and cartographic analysis of the archaeological site Cornes, ti “Iarcuri”, Timis, County*,



- Romania, using computer sciences methods (GIS and Remote Sensing techniques), *Anale. Computer Science* 7: 249–262.
- Myers, A. and Camp, D. 2010. *Google Earth and the ethics of remote sensing in archaeology*. *World Archaeology* 42: 455–467.
- Myers, A., 2010. *Field work in the age of digital reproduction: a review of the potentials and limitations of Google Earth for archaeologists*. *SAA Archaeological Record* 4: 7–11.
- Palmer R. 2005. Google Maps. *AARGnews* 31: 38–39.
- Thomas, D., Kidd, F., Nikolovski, S. and Zipfel, C., 2008. *The archaeological sites of Afghanistan in Google Earth*. *AARGnews* 37: 22–30.