

Σύγχρονες γεωδαιτικές μέθοδοι απεικόνισης γεωμετρικών & ποιοτικών χαρακτηριστικών ιστορικών χώρων. Η περίπτωση του Σουλίου Θεσπρωτίας

**Γεώργιος Πανταζής¹, Βασίλης Ζαφείρης², Νικόλαος Κανελλόπουλος³,
Στεφανία Ιωαννίδου⁴, Γεώργιος Γαρούφος⁵**

¹Καθηγητής Σχολής Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών - Μηχανικών Γεωπληροφορικής (ΣΑΤΜ-ΜΓ), ΕΜΠ

²Αγρονόμος & Τοπογράφος Μηχανικός ΕΜΠ

³Δρ. Αγρονόμος & Τοπογράφος Μηχανικός ΕΜΠ, ΣΑΤΜ-ΜΓ ΕΜΠ

⁴Αγρονόμος & Τοπογράφος Μηχανικός ΕΜΠ, Υποψήφια Διδάκτωρ, ΣΑΤΜ-ΜΓ ΕΜΠ

⁵Αγρονόμος & Τοπογράφος Μηχανικός ΕΜΠ, Υποψήφιος Διδάκτωρ, ΣΑΤΜ-ΜΓ ΕΜΠ

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια, οι γεωδαιτικές μέθοδοι προσδιορισμού θέσης και απεικόνισης τόσο γεωμετρικών όσο και ποιοτικών χαρακτηριστικών, συνεχώς εξελίσσονται με ρυθμούς που υποδεικνύουν την αντικατάσταση και εκσυγχρόνιση των παραδοσιακών τρόπων αποτύπωσης. Η τεχνολογία των μη επανδρωμένων ιπτάμενων μηχανών (Unmanned Aerial vehicles - UAV ή Remotely piloted systems) σε συνδυασμό με επίγειες κλασσικές μεθόδους αποτύπωσης, προσφέρει σήμερα θεαματικά αποτελέσματα, στην απεικόνιση χαρακτηριστικών της γήινης επιφάνειας.

Στην εργασία αυτή καταγράφεται με συστηματικό τρόπο, η εξέλιξη της τεχνολογίας αποτύπωσης και στη συνέχεια προσεγγίζεται η χρήση συνδυασμένων μεθόδων (επίγειων και εναέριων) για την αποτύπωση ιστορικών χώρων, που καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις. Σε αυτές τις περιπτώσεις οι κλασσικές τοπογραφικές μέθοδοι, δύσκολα μπορούν να εφαρμοστούν αυτοτελή και να αποδώσουν με την ίδια ακρίβεια τόσο γεωμετρικά όσο και ποιοτικά χαρακτηριστικά. Ο ορθός συνδυασμός των δυνατοτήτων κάθε μίας μεθόδου ξεχωριστά μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία ολοκληρωμένων και σαφώς τεκμηριωμένων υποβάθρων σε οποιοδήποτε σημείο του συνόλου της περιοχής μελέτης.

Πιο συγκεκριμένα, σκοπός της εργασίας είναι η ανάδειξη της χρήσης συστημάτων & διαδικασιών γεωμετρικής τεκμηρίωσης ιστορικών τόπων, μέσω της ολοκληρωμένης εφαρμογής του συνδυασμού των μεθόδων σε έναν ιστορικό χώρο μεταβλητού αναγλύφου και μεγάλου αναπτύγματος.

Ως περιοχή μελέτης και εφαρμογής τέτοιων μεθόδων στην απεικόνιση, ορίστηκε ο ιστορικός τόπος του Σουλίου Θεσπρωτίας. Παρουσιάζεται αναλυτικά, η προετοιμασία, η υλοποίηση και τα παράγωγα της γεωμετρικής τεκμηρίωσης (τοπογραφικά διαγράμματα, ορθοφωτοχάρτες, κ.α.).

Contemporary geodetic methods of imaging geometric & qualitative characteristics of historical sites. The case of Souli Thesprotia

George Pantazis¹, Vasilis Zafiris², Nicholas Kanellopoulos³, Stefania Ioannidou⁴, George Garoufos⁵

¹Professor at School of Rural, Surveying and Geoinformatics Engineering (SRSE), NTUA

²Rural & Surveying Engineer NTUA

³Rural & Surveying Engineer NTUA, Phd, SRSE. NTUA

⁴Rural & Surveying Engineer NTUA, Phd Student, SRSE NTUA

⁵Rural & Surveying Engineer NTUA, Phd Student, SRSE NTUA

Abstract

In recent years, geodetic methods of locating and displaying both geometric and qualitative features have been constantly evolving at a rate that suggests the replacement and modernization of traditional mapping methods. The technology of unmanned Aerial vehicles (UAV or Remotely piloted systems) in combination with ground-based imaging methods, today offers spectacular results, in the depiction of features of the earth's surface.

In this work, the evolution of the capture technology is systematically recorded and then the use of combined methods (ground and aerial) for the capture of historical sites, which cover large areas, is approached. In these cases, the classical topographical methods can hardly be applied independently and give with the same accuracy both geometric and qualitative characteristics. The right combination of the possibilities of each method separately can lead to the creation of complete and clearly documented backgrounds at any point in the whole study area.

More specifically, the purpose of the work is to highlight the use of systems & procedures for geometric documentation of historic sites, through the integrated application of the combination of methods in a historic area of variable relief and large development.

The historical site of Souli, Thesprotia, was designated as an area for the study and application of such methods in imaging. The preparation, implementation and derivatives of the geometric documentation (topographic diagrams, orthophoto maps, etc.) are presented in detail.

1. Εισαγωγή

Στη σημερινή εποχή, ένα από τα κύρια θέματα συζήτησης είναι η ανάδειξη και προστασία της Πολιτιστικής Κληρονομιάς, είτε πρόκειται για φυσικά αντικείμενα είτε για άυλα χαρακτηριστικά. Διεθνείς φορείς εγκρίνουν συνεχώς ψηφίσματα σχετικά με την υποχρεωτική προστασία, συντήρηση και αποκατάσταση μνημείων (Georgopoulos, 2017). Η πλειοψηφία αυτών, τονίζει την ανάγκη πλήρους γεωμετρικής και ποιοτικής τεκμηρίωσης από τη σκοπιά διαφόρων επιστημονικών πεδίων.

«Με τον όρο γεωμετρική τεκμηρίωση, νοείται η διαδικασία συλλογής, επεξεργασίας, απόδοσης και καταχώρισης στοιχείων για τον προσδιορισμό της θέσης και της πραγματικής μορφής, σχήματος και μεγέθους ενός μνημείου στο χώρο των τριών διαστάσεων σε μια δεδομένη χρονική στιγμή» (Γεωργόπουλος και Ιωαννίδης, 2008). Η τεκμηρίωση αυτή αποτελεί αναγκαίο υπόβαθρο τόσο για μελέτες της ιστορικής σημασίας των μνημείων, όσο και για τον σχεδιασμό της μελλοντικής διαχείρισής τους.

Έτσι, στη συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζονται αναλυτικά οι μέθοδοι αποτύπωσης και δημιουργίας τέτοιων γεωμετρικών ή ποιοτικών υποβάθρων, ενώ δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην περίπτωση μεγάλων ιστορικών τόπων, μέσα από την εφαρμογή τους στο Σούλι Θεσπρωτίας.

2. Η εξέλιξη των μεθόδων αποτύπωσης

Η αποτύπωση αποτελεί μία από τις σημαντικότερες διαδικασίες της τεκμηρίωσης. Υπάρχουν ποικίλες μεθοδολογίες, που όμως εξαρτώνται από παράγοντες όπως ο χρόνος, το κόστος αλλά και η επιθυμητή ακρίβεια για το τελικό προϊόν.

Η τοπομετρική μέθοδος, αποτελεί μια από τις αρχαιότερες μεθόδους αποτύπωσης, καθώς σε αυτήν οι μετρήσεις παράγονται με τη χρήση απλών οργάνων όπως μετροταινία, κλισίμετρα κτλ. Χωρίζοντας την περιοχή σε τρίγωνα μετρούνται πλευρές και υψομετρικές διαφορές, ενώ το τελικό προϊόν είναι σε αυθαίρετο σύστημα, που δύσκολα μπορεί να αξιολογηθεί. Η ακρίβεια της μεθόδου κυμαίνεται από $\pm 5\text{cm}$ και πάνω (Arias et al, 2006 και Garoufos et al, 2021). Τα τελευταία χρόνια έχει εκλείψει, ενώ βασικά χαρακτηριστικά της χρησιμοποιούνται μόνο για έλεγχο (π.χ. επαλήθευση διαστάσεων με μετροταινία) (Λάμπρου και Πανταζής, 2010).

Αντίθετα, μια σύγχρονη μέθοδος είναι η τοπογραφική, η οποία χρησιμοποιεί ολοκληρωμένους γεωδαιτικούς σταθμούς και χωροβάτες για την άμεση μέτρηση μηκών, γωνιών και έμμεσο προσδιορισμό υψομετρικών διαφορών αντίστοιχα, που αξιοποιούνται για τον υπολογισμό συντεταγμένων x , y , z των σημείων ενδιαφέροντος (Arias et al, 2006 και Garoufos et al, 2021). Αποτελεί την πιο γνωστή μέθοδο τεκμηρίωσης καθώς προσφέρει μεγάλη ακρίβεια ($\pm 1\text{mm}$) και δίνει τη δυνατότητα ένταξης σε κάποιο σύστημα αναφοράς, τόσο οριζοντιογραφικά, όσο και υψομετρικά. Τα παράγωγα της μεθόδου είναι διδιάστατα σχέδια, τομές ή όψεις, ενώ ένα από τα μειονεκτήματά της είναι πως σε έργα μεγάλης έκτασης, απαιτείται μεγαλύτερη παραμονή στο πεδίο και επομένως αύξηση τους κόστους (Λάμπρου και Πανταζής, 2010).

Τα τελευταία χρόνια, λόγω της ανάπτυξης της τεχνολογίας, η εξέλιξη της φωτογραμμετρικής μεθόδου βρίσκεται στο κέντρο των συζητήσεων καθώς πλέον μπορεί να παράγει τριδιάστατα μοντέλα με τη χρήση επίγειων, εναέριων ή δορυφορικών λήψεων. Με την ανάπτυξη των μη επανδρωμένων ιπτάμενων μηχανών (Unmanned Aerial Vehicles - UAV ή Remotely piloted systems), η δημιουργία ορθοφωτογραφιών και 3D μοντέλων μεγάλων εκτάσεων με ποιοτικές πληροφορίες πραγματοποιείται με ελάχιστο χρόνο στο ύπαιθρο, ενώ για την ένταξη των

μετρήσεων σε κάποιο σύστημα αναφοράς απαιτείται σύνδεση με σημεία του εδάφους με γνωστές συντεταγμένες (φωτοσταθερά). Τα τελικά παράγωγα προκύπτουν μέσα από την συνταύπιση, τον σχετικό και απόλυτο προσανατολισμό των εικόνων, προσφέροντας ακρίβεια της τάξης των μερικών cm (Bastonero et al, 2014 και Garoufos et al, 2021).

Τέλος, η μέθοδος των σαρωτών laser αποτελεί έναν συνδυασμό τοπογραφικής και φωτογραμμετρικής μεθόδου, που προσφέρει 3D μοντέλα με υφή και ακρίβεια που κυμαίνεται μεταξύ $\pm 1\text{mm}$ και λίγων cm. Με τη σάρωση προσδιορίζονται οι τριδιάστατες συντεταγμένες, ενώ με τη γεωαναφορά αυτών μπορεί να πραγματοποιηθεί ένταξη σε κάποιο σύστημα αναφοράς. Η μέθοδος αυτή ενδείκνυται κυρίως για μικρά ή μεγαλύτερα τεχνικά αντικείμενα, αλλά και κτήρια που απαιτείται μεγάλη λεπτομέρεια (Bastonero et al, 2014 και Garoufos et al, 2021).

Στην περίπτωση των ιστορικών τόπων, και αφού παρουσιάστηκαν οι διάφορες μεθοδολογίες, διαπιστώνεται πως κυρίως δύο από αυτές μπορούν να συνδυαστούν για ένα ολοκληρωμένο αποτέλεσμα μεγάλων εκτάσεων. Έτσι παρακάτω παρουσιάζεται ο συνδυασμός τοπογραφικής και φωτογραμμετρικής μεθόδου, στην περίπτωση του ιστορικού τόπου του Σουλίου με τη δημιουργία υποβάθρων για τη μελλοντική αξιοποίησή του.

3. Ο ιστορικός τόπος του Σουλίου

Η περιοχή του Σουλίου, όπως είναι γνωστό, ανήκει στους σημαντικότερους τόπους ιστορικής μνήμης της Ελλάδας. Βρίσκεται στην Ήπειρο, και οριοθετείται από τα όρη Μούργκα (υψ. 1340m.), Ζαβρούχο (υψ. 1137m.), Τούρλιας (υψ. 1982m.) στη συμβολή του Αχέροντα με τον παραπόταμό του Τσαγκαριώτικο, και αποτελείται από τέσσερεις οικισμούς, γνωστό και ως Τετραχώρι. Οι οικισμοί αυτοί είναι το Σούλι, η Σαμονίβα, η Κιάφα και ο Αβαρικός, που αναπτύσσονται σε ένα στενό οροπέδιο μέσου υψόμετρου 460-600m. που σχηματίζεται ανάμεσα σε δύο οροσειρές (Ερευνητικό Πρόγραμμα, 2020).

Ολόκληρο το συγκρότημα των οικισμών εκτείνεται σε μήκος οκτώ περίπου χιλιομέτρων, με έντονο φυσικό ανάγλυφο και απότομες βραχώδεις καταπτώσεις. Η μεγαλύτερη είναι αυτή του Αβαρικού, ενώ οι μικρότερες αποτελούν δύσβατους απόκρημνους λόφους όπως η Κιάφα και το Κούγκι (Εικόνα 1).

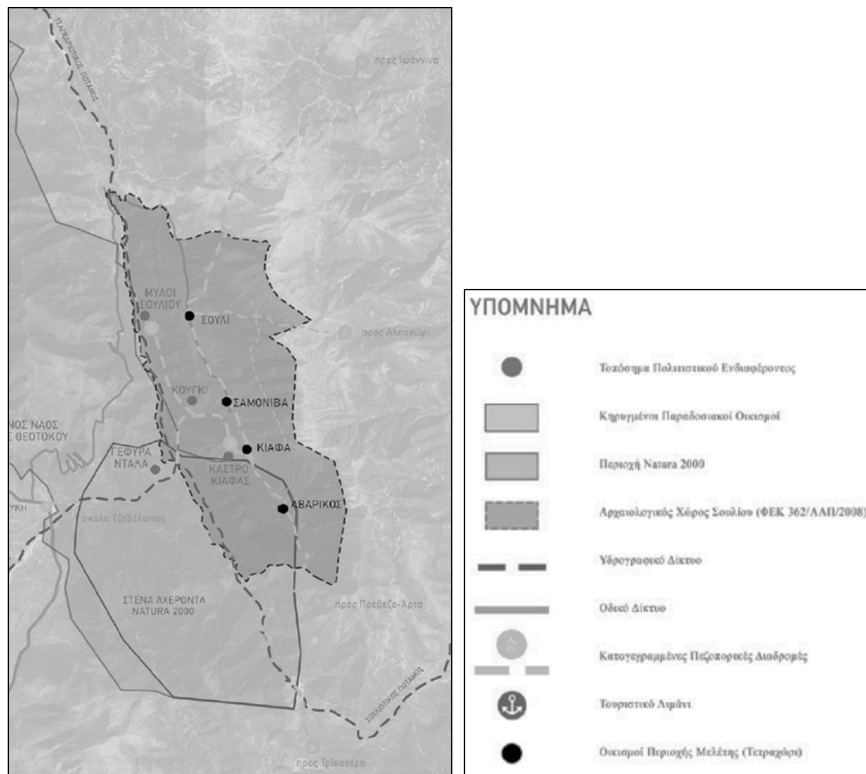
Η ιστορία του Σουλίου ξεκινάει γύρω στον 17ο αιώνα, όπου μεμονωμένες οικογένειες που ήθελαν να αποφύγουν την οθωμανική καταπίεση, ανέβηκαν στα βράχια της Μούργκας και έχτισαν το Τετραχώρι. Σύμφωνα με τον Περραιβό στα αραιοχτισμένα σπίτια του, κατοικούσαν οικογένειες κατανεμημένες σε φάρες με τις σπουδαιότερες να είναι οι Τζαβελλαίοι, Μποτσαραίοι, Κουτσοδικαίοι, Ζερβαίοι κτλ. (Περραιβός, 1803). Κατά τα έτη 1735-1740, οι Σουλιώτες που κατοικούσαν διασκορπισμένοι για καλύτερη ασφάλεια περιορίστηκαν νοτιότερα, στο καθαυτό Σούλι που αποτέλεσε σταδιακά από τότε το βασικό πυρήνα τους (Λαμπρίδης, 1890).

Με το πέρασμα των χρόνων, στην προσπάθεια διαφύλαξης της ανεξαρτησίας τους ήρθαν σε προστριβές με τα γύρω χωριά. Με τους πρώτους επιτυχείς πολέμους και τις συνεχείς καταλήψεις των γύρω περιοχών, ισχυροποιούνται αισθητά, με τον

πληθυσμό τους να ανέρχεται το 1789 σε 10.000 κατοίκους μαζί με τα υποτελή χωριά (Αρς,1963). Με την άνοδο του Αλή Πασά το 1988, πραγματοποιήθηκαν διαρκείς πολεμικές συρράξεις οι οποίες οδήγησαν στην καταστροφή των οικισμών και τον διασκορπισμό των κατοίκων σε όλη την Ελλάδα (Ερευνητικό Πρόγραμμα, 2020).

Η τελευταία τους επάνοδος, συνδέεται άμεσα με την αποστασία του Αλή Πασά (1820-1822), την πολιτική των Φιλικών και τη μετέπειτα εξέλιξη της κατάστασης στα δύο πρώτα χρόνια της Ελληνικής Επανάστασης. Μετά τη σταδιακή επιστροφή τους, και διεκδικώντας επιβολή στα γύρω χωριά, πραγματοποιούν τον τελευταίο πόλεμο (1822) και εγκαταλείπουν οριστικά το Σούλι (Ερευνητικό Πρόγραμμα, 2020).

Σήμερα, ο μόνιμος πληθυσμός του Σουλίου δεν ξεπερνά τις 20 οικογένειες, κληρούχων ή απόγονων ακτημόνων κληρούχων που διαμένουν σε σπίτια που τους έχουν παραχωρηθεί. Αντίστοιχα στη Σαμονίβα μόλις 5-6 οικογένειες, ενώ στην Κιάφα και τον Αβαρικό, δεν υπάρχει μόνιμος πληθυσμός εκτός από μια οικογένεια που κατοικεί σε σταβλικές εγκαταστάσεις. (Ερευνητικό Πρόγραμμα, 2020).



Εικόνα 1: Χάρτης περιοχής Τετραχωρίου

Ολοκληρώνοντας, οι συνεχείς αγώνες για ανεξαρτησία και το πολεμικό πνεύμα των Σουλιωτών είναι αυτό που έχει μείνει στην ιστορία μέχρι και σήμερα, και αποτελεί ίνδαλμα για κάθε επαναστατημένο λαό. Πρόκειται για ένα ελεύθερο και

αγωνιζόμενο, για την ελευθερία του, λαό, που οδηγεί την περιοχή σε έναν τόπο έντονης ιστορικής σημασίας, άξιο ανάδειξης και προστασίας.

Έτσι με σκοπό την ανάδειξη, προστασία και οριοθέτηση του ιστορικού χώρου, απαιτείται η αποτύπωση της γεωμετρικής και ποιοτικής πληροφορίας των περιοχών στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ '87) και στο Εθνικό Σύστημα Υψομέτρων (ΕΣΥ), χρησιμοποιώντας σύγχρονες μεθόδους. Η παραγωγή ορθοφωτοχάρτη για κάθε έναν από τους τέσσερις οικισμούς του Τετραχωρίου, αλλά και η δημιουργία των τοπογραφικών τους διαγραμμάτων σε κλίμακα 1:1000 και 1:200 για συγκεκριμένες περιοχές, είναι τα ζητούμενα της συγκεκριμένης εργασίας. Στόχος είναι η χαρτογράφηση των μονοπατιών, η οριοθέτηση τόσο των παλιών όσο και των νέων οικισμών αλλά και η ακριβής πληροφορία για τη μορφολογία του εδάφους για τη βελτίωση της επισκεψιμότητας και της ανάπτυξης του οικιστικού ιστού (Ερευνητικό Πρόγραμμα, 2020).

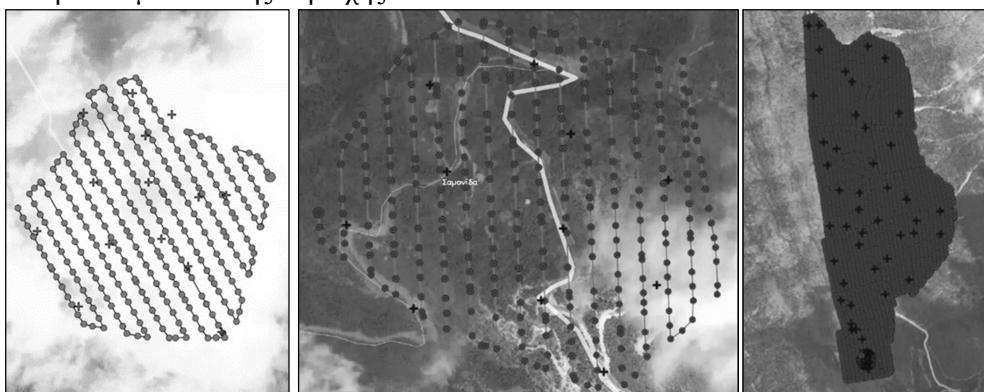
4. Προετοιμασία και εφαρμογή συνδυασμένων μεθόδων

Αρχικό στάδιο για τη δημιουργία των γεωμετρικών παραγώγων, δηλαδή το πρώτο βήμα που απαιτείται, είναι η ένταξη της περιοχής στο κρατικό σύστημα αναφοράς. Για το λόγο αυτό ιδρύθηκε δίκτυο το οποίο αποτελείται από 4 κορυφές, μία σε κάθε οικισμό. Η μέτρηση του δικτύου έγινε χρησιμοποιώντας δέκτες δορυφορικού εντοπισμού και τη μέθοδο του σχετικού στατικού εντοπισμού, και αξιοποιώντας δεδομένα από το μόνιμο σταθμό αναφοράς του HEPOS που βρίσκεται στην Άρτα. Αρχικά προσδιορίστηκαν οι συντεταγμένες της πρώτης κορυφής και στη συνέχεια των υπολοίπων με ακρίβεια τάξης καλύτερης του $\pm 1\text{cm}$. Επιπλέον, για τις ανάγκες της αποτύπωσης συγκεκριμένων τμημάτων της περιοχής μελέτης, εγκαταστάθηκαν επιμέρους πολυγωνικές οδεύσεις.

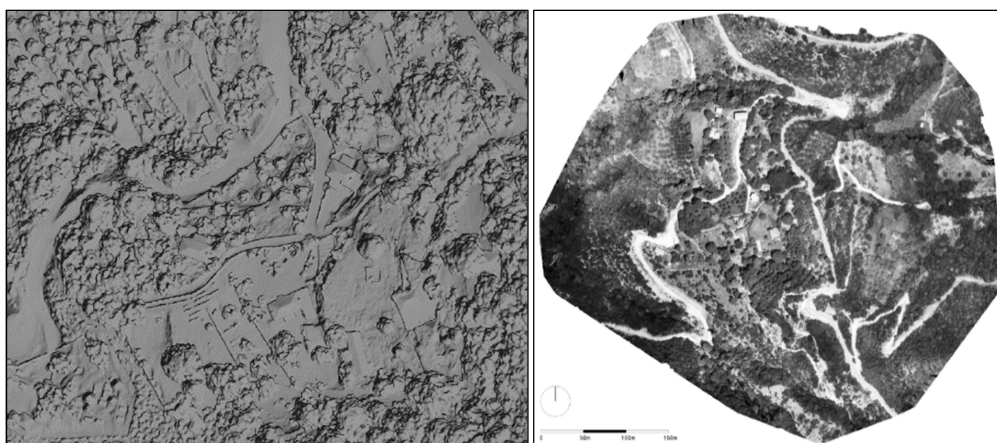
Για την παραγωγή ορθοφωτοχαρτών των οικισμών Κιάφας (έκτασης 100 στρ.), Σαμονίβας (έκτασης 100 στρ.) και Σουλίου (έκτασης 1100 στρ.), σε κλίμακα 1:1000, χρησιμοποιήθηκε μη επανδρωμένη ιπτάμενη μηχανή, ενώ πραγματοποιήθηκαν πτήσεις σε διάφορα υψόμετρα, ανάλογα με το ανάγλυφο, παρέχοντας τελική ανάλυση της τάξης των 2.5-3 cm/pixel. Πιο συγκεκριμένα, στην περιοχή της Κιάφας και της Σαμονίβας πραγματοποιήθηκε λήψη 290 και 305 φωτογραφιών αντίστοιχα, από ύψος πτήσης 100m και καλύφθηκε έκταση περίπου 200 στρ. για κάθε οικισμό, ενώ στο Σούλι ελήφθησαν 3738 φωτογραφίες από ύψος 90m. και καλύφθηκε έκταση περίπου 2300 στρ.. Σε όλες τις περιπτώσεις η επικάλυψη των φωτογραφιών τόσο κατά μήκος όσο και κατά πλάτος είναι 80%. (Εικόνα 2)

Για τη γεωαναφορά των φωτογραφιών, ήταν απαραίτητη η υλοποίηση και μέτρηση φωτοσταθερών σημείων (Ground Control Points G.C.P.), τα οποία τοποθετήθηκαν ομοιόμορφα και στις τρεις περιοχές. (Εικόνα 2) Συνολικά, τοποθετήθηκαν 78 φωτοσταθερά, με την πλειοψηφία αυτών να βρίσκονται στο Σούλι (51 σημεία). Ο προσδιορισμός των συντεταγμένων τους στο ΕΓΣΑ '87 έγινε αρχικά με τη χρήση δεκτών GNSS εφαρμόζοντας τη μέθοδο του σχετικού κινηματικού εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο (RTK).

Η επεξεργασία, έγινε χρησιμοποιώντας κατάλληλο λογισμικό, ενώ ύστερα από τη συνταύτιση των φωτογραφιών, και τη γεωαναφορά τους δημιουργήθηκαν πυκνά νέφη σημείων και τελικά 3D μοντέλα για κάθε περιοχή. Τα νέφη αυτά αποτελούνται από 41εκατ., 39εκατ. και 433 εκατ. σημεία, για τη Κιάφα, τη Σαμονίβα και το Σούλι, αντίστοιχα. Ακολούθησε η παραγωγή του Ψηφιακού Μοντέλου Επιφανείας (DSM) και τέλος οι Ορθοφωτοχάρτες (Εικόνα 3). Επιπλέον ήταν δυνατή η χρήση αλγορίθμων για τη δημιουργία Ψηφιακού μοντέλου εδάφους και τελικά των ισοϋψών καμπυλών της περιοχής.



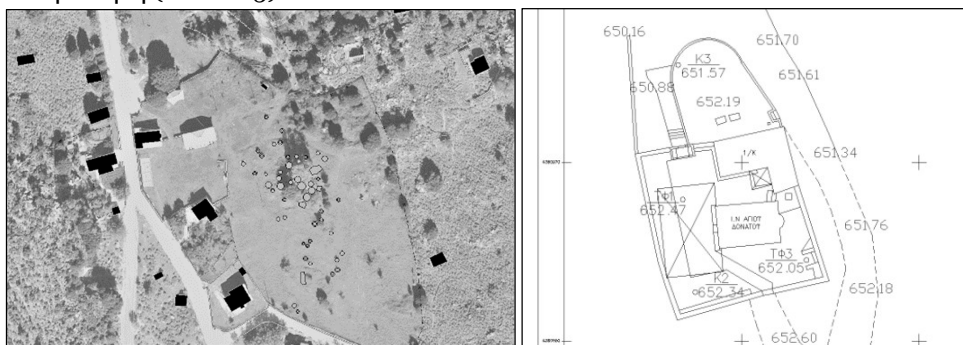
Εικόνα 2: Σημεία λήψης φωνογραφιών (κουκίδες) και φωτοσταθερά (σταυρονήματα) για τη Κιάφα (αριστερά), τη Σαμονίβα (κέντρο) και το Σούλι (δεξιά)



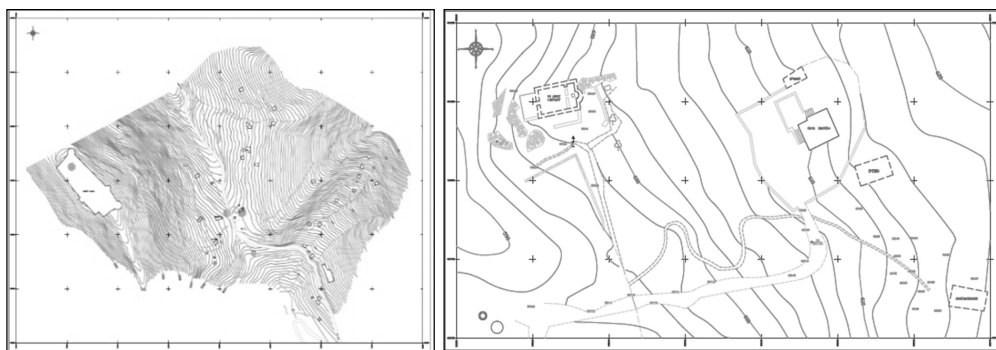
Εικόνα 3: Απόσπασμα DSM και Ορθοφωτοχάρτης για τη Σαμονίβα

Για τη δημιουργία των γραμμικών σχεδίων σε κλίμακα 1:1000, πραγματοποιήθηκε ψηφιακή απόδοση στους ορθοφωτοχάρτες ενώ αξιοποιήθηκαν και επιπλέον γεωδαιτικές επιγείες μετρήσεις όπου ήταν απαραίτητο (Εικόνα 4). Αντίθετα για τα διαγράμματα σε κλίμακα εκτύπωσης 1:200 οι επιγείες μετρήσεις επικράτησαν, ενώ χρησιμοποιήθηκε ολοκληρωμένος γεωδαιτικός σταθμός ακρίβειας $\pm 2\text{mm} \pm 2\text{ppm}$ στα μήκη και $\pm 15''$ στις γωνίες. Συνολικά μετρήθηκαν 2200 σημεία

σε 8 υποπεριοχές συνολικής έκτασης 110 στρ., με τη σχεδίαση να πραγματοποιείται σε περιβάλλον CAD και να παρουσιάζεται όλη η πληροφορία που κρίθηκε απαραίτητη (Εικόνα 5).



Εικόνα 4: Ψηφιοποίηση ορθοφωτοχαρτών για το Σούλι (αριστερά) και επίγεια αποτύπωση του λόφου του Αγίου Δονάτου, απέναντι από το Κούγκι (δεξιά)

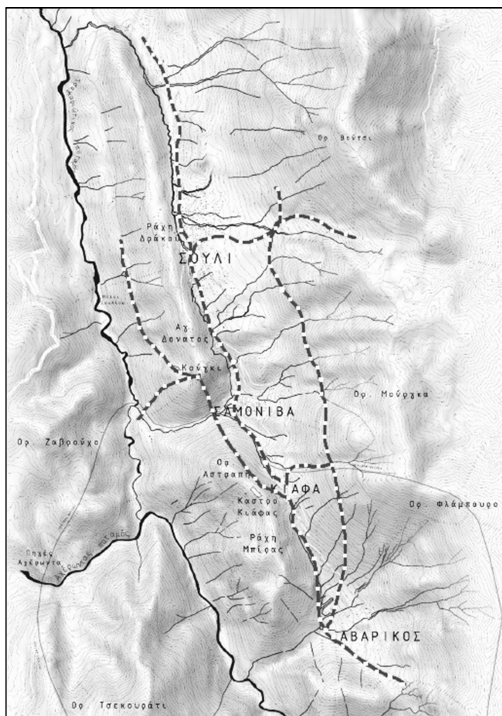


Εικόνα 5: Τελικό γραμμικό σχέδιο οικισμού Κιάφας σε κλίμακα 1:1000 (αριστερά) και Απόσπασμα τελικού σχεδίου οικισμού Σουλίου σε κλίμακα 1:200 (δεξιά)

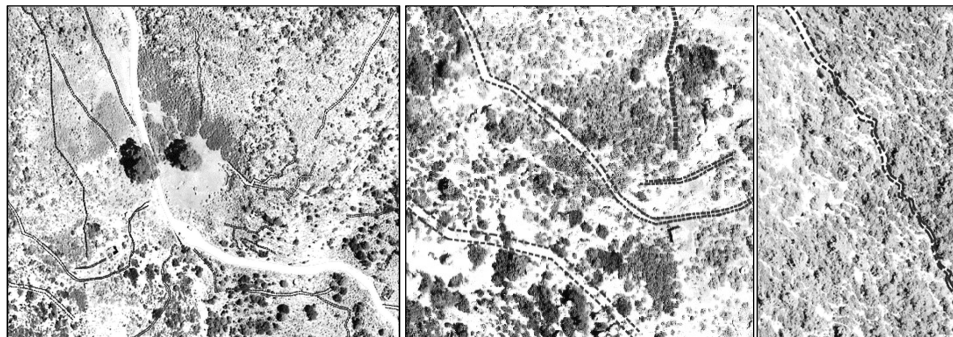
5. Ανάδειξη μονοπατιών και εντοπισμός παλαιού οικισμού

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, κύριος στόχος είναι ο εντοπισμός και η ανάδειξη των μονοπατιών που συνδέουν τους οικισμούς. Αυτά αποτέλεσαν σημαντικό στοιχείο στην κίνηση των Σουλιωτών τόσο κατά τη διάρκεια των εχθροπραξιών αλλά και στην καθημερινότητά τους. Σύμφωνα με προφορικές μαρτυρίες υπήρχε ένα δίκτυο συνεχών μονοπατιών σε τρία επίπεδα (Εικόνα 6). Ένα οριζόντιο κοντά στο πόδι των έντονων πρανών των βουνών βόρεια και ανατολικά, που συνέδεε όλους τους οικισμούς. Ένα δεύτερο που αναπτυσσόταν σε ομαλότερο πρανές, έξω από τους οικισμούς, βόρεια και ανατολικά, που ενώνονταν με κάθετες διασταυρώσεις με το προηγούμενο. Ένα τρίτο, οριζόντιο και αυτό με κατεύθυνση βορρά-νότου, υπήρχε κατά μήκος του σημερινού δρόμου που διαπερνά τους τέσσερις οικισμούς και ένωνε τις πλαγιές του λόφου του Κουγκίου και του λόφου του κάστρου της Κιάφας (Ερευνητικό Πρόγραμμα, 2020).

Για την χαρτογράφησή τους αξιοποιήθηκαν οι ορθοφωτοχάρτες αλλά και βασικές γνώσεις φωτοερμηνείας. Αναγνωρίστηκαν με βάση τυχόν αραιώση της βλάστησης γύρω τους αλλά και την ομαλότητα της κλίσης τους (Εικόνα 7).

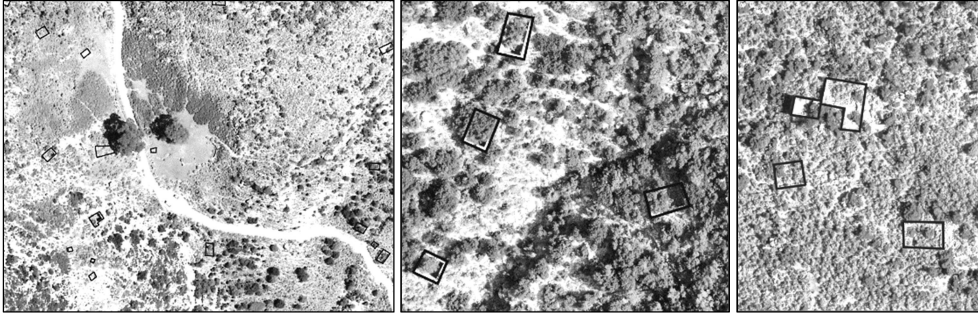


Εικόνα 6: Ενδεικτικά τα μονολάτια της περιοχής



Εικόνα 7: Αναγνώριση-Ψηφιοποίηση μονολατιών στην Κιάφα

Τα παλαιά οικήματα, από άποψη αρχιτεκτονικής μορφής, έχουν μία ενιαία μορφή και στους τέσσερεις οικισμούς. Κύριο χαρακτηριστικό τους είναι το ορθογώνιο παραλληλόγραμμο σχήμα της κάτοψής τους ενώ υπάρχουν και περιπτώσεις όπου αυτό είναι τετράγωνο (Ερευνητικό Πρόγραμμα, 2020). Στους ορθοφωτοχάρτες αναγνωρίζονταν ως συστάδες πετρών σε ορθογώνιο κυρίως σχήμα ή ως μισοχτισμένα (Εικόνα 8)



Εικόνα 8: Αναγνώριση και ψηφιοποίηση παλαιών οικημάτων στην περιοχή της Κιάφας

4. Συμπεράσματα

Η αναγνώριση και η αποτύπωση ιστορικών τόπων αποτελεί ένα πολύ σημαντικό βήμα για τη διατήρηση και ανάδειξη της πολιτιστικής - ιστορικής κληρονομιάς. Ο συνδυασμός ποικίλων μεθοδολογιών, από διάφορες επιστήμες, μπορεί να προσφέρει ένα ορθό υπόβαθρο για την άντληση τόσο ποιοτικής όσο και γεωμετρικής πληροφορίας. Στην περίπτωση των μεγάλων και δύσβατων εκτάσεων που είναι δύσκολη η πρόσβαση με επίγειες μεθόδους αποτύπωσης, η ανάπτυξη της τεχνολογίας των μη επανδρωμένων ιπτάμενων μηχανών έχει ανοίξει νέους ορίζοντες.

Από τη συγκεκριμένη εργασία, όπου εφαρμόζεται ο συνδυασμός επίγειων και εναέριων μεθόδων για την αποτύπωση τέτοιων εκτάσεων, με εφαρμογή στον ιστορικό τόπο του Σουλίου, προκύπτει ότι τα γεωμετρικά παράγωγα (γραμμικά & εικονιστικά) που παράγονται μπορούν να οδηγήσουν:

- στον εντοπισμό και στην οριοθέτηση παλαιών οικημάτων
- στον εντοπισμό και στην ανάδειξη μονοπατιών που συνδέουν τους οικισμούς του Τετραχωρίου.

Επιπλέον η ποιοτική πληροφορία, που προέρχεται κυρίως από τους ορθοφωτοχάρτες, με την παράλληλη γεωμετρική τεκμηρίωση, όπως προκύπτει από επίγειες γεωδαιτικές μετρήσεις, μπορούν να οδηγήσουν στην αναγνώριση της ιστορίας των Σουλιωτών και να απαντήσουν σε ερωτήματα που αφορούν τόσο στις συνθήκες διαβίωσης όσο και του τρόπου μετακίνησής τους την περίοδο των εχθροπραξιών αλλά και γενικά.

Βιβλιογραφία

- Georgopoulos, A. (2017). *Data acquisition for the geometric documentation of cultural heritage*. In *Mixed reality and gamification for cultural heritage*. pp. 29-73. Springer. Cham
- Arias, P., Ordóñez, C., Lorenzo, H., Herraiez, J. (2006). *Methods for documenting historical agro-industrial buildings: a comparative study and a simple photogrammetric method*. *Journal of Cultural Heritage*. 7(4):350-354

- A. Γεωργόπουλος, Α., Ιωαννίδης, Χ. (2008). *Γεωμετρική Τεκμηρίωση Πολιτιστικών Αγαθών*. Παρουσίαση στο Διήμερο Συνέδριο προσωπικού του Τμήματος Αναδασμού, ΚΕΓΕ Αγρού
- Λάμπρου, Ε., Πανταζής, Γ. (2010). *Εφαρμοσμένη Γεωδαισία*. Εκδόσεις Ζήτη.
- Garoufos, G., Ioannidou, S., Kanellopoulos, N., Pantazis, G., (2021). *Documentation of cultural heritage monuments, by introducing new surveying technologies. Implementation in Sarlitzia Pallas, in Thermi Mytilene*. In proceedings of the 2nd International Conference TMM-CH Transdisciplinary Multispectral Modelling and Cooperation for the Preservation of Cultural Heritage Recapturing the World in Crisis through Culture, 13-15 December 2021, Athens, Greece.
- Bastonero, P., Donadio, E., Chiabrando, F. Spanò, A. (2014). *Fusion of 3D models derived from TLS and image-based techniques for CH enhanced documentation*. ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci, 2(5): 73-80
- Ερευνητικό Πρόγραμμα, (2020). *Διερεύνηση του ευρύτερου ιστορικού χώρου Σουλίου. Ανάδειξη, προστασία και ανάπτυξη του πολιτισμικού και πολιτιστικού του τοπίου*. Φορέας: Υπουργείου Πολιτισμού & Περιφέρεια Ηπείρου. Επιστ. Υπεύθυνος: Ε. Κωνσταντινίδου
- Περραιβός, Χρ. (1803). *Ιστορία σύντομος του Σουλίου και Πάργας, εν Παρισίοις*.
- Λαμπρίδης, Ί. (1971). *Ηπειρωτικά Αγαθοεργήματα και άλλα δημοσιεύματα*. Εκδόσεις Εταιρείας Ηπειρωτικών Μελετών. Ιωάννινα.
- Αρς, Γ. Α. (1963). *Η Αλβανία και η Ήπειρος κατά τα τέλη του 18ου - αρχάς 19ου αιώνας* (μετάφραση εκ του Ρωσικού). Μόσχα. (Βιβλιοθήκη Ελληνικού Υπουργείου Εξωτερικών)