

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών και Πολιτισμικών Σπουδών

Τμήμα Ιστορίας, Αρχαιολογίας και Διαχείρισης Πολιτισμικών Αγαθών

**ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ
ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΑΣΚΑΦΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ**

ΒΑΓΙΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΙΔΗ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2021

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών και Πολιτισμικών Σπουδών
Τμήμα Ιστορίας, Αρχαιολογίας και Διαχείρισης Πολιτισμικών Αγαθών

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επόπτης:

Νικόλαος Ζαχαριάς, Καθηγητής του Τμήματος Ιστορίας, Αρχαιολογίας και Διαχείρισης
Πολιτισμικών Αγαθών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

Μέλη:

Γεώργιος Λέπουρας, Καθηγητής του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του
Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

Μιχάλης Κοσμόπουλος, Professor Department of Anthropology and Archaeology of the
University of Missouri – Saint Louis

ΕΠΤΑΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Νικόλαος Ζαχαριάς, Καθηγητής του Τμήματος Ιστορίας, Αρχαιολογίας και Διαχείρισης
Πολιτισμικών Αγαθών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

Γεώργιος Λέπουρας, Καθηγητής του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του
Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

Μιχάλης Κοσμόπουλος, Professor Department of Anthropology and Archaeology of the
University of Missouri – Saint Louis

Απόστολος Σαρρής, Καθηγητής, Ερευνητική Μονάδα Αρχαιολογίας, Πανεπιστήμιο Κύπρου

Δέσποινα Τσιαφάκη, Ερευνήτρια Α', Αθηνά - Ερευνητικό Κέντρο Καινοτομίας στις
Τεχνολογίες της Πληροφορίας, των Επικοινωνιών και της Γνώσης, Ινστιτούτο Πολιτιστικής
και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας

Σταύρος Βλίζος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Αρχειονομίας, Βιβλιοθηκονομίας και
Μουσειολογίας, Ιόνιο Πανεπιστήμιο.

Εμμανουήλ Γουάλλες, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Πληροφορικής και
Τηλεπικοινωνιών, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

Η παρούσα διατριβή υποβάλλεται προς συμπλήρωση των απαιτήσεων για απονομή Διδακτορικού Τίτλου του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου. Είναι προϊόν πρωτότυπης εργασίας αποκλειστικά δικής μου, εκτός των περιπτώσεων που ρητώς αναφέρονται μέσω βιβλιογραφικών αναφορών, σημειώσεων ή και άλλων δηλώσεων.

Βάγια Παναγιωτίδη

.....

[Υπογραφή]

Περίληψη

Η παρούσα Διδακτορική Διατριβή παρουσιάζει τη χρήση σύγχρονων τεχνολογικών εφαρμογών στη χωρική ανάλυση, διαχείριση και ανάδειξη αρχαιολογικών χώρων, στη μελέτη αρχαιολογικών ανασκαφικών δεδομένων και στη διαχείριση και ανάδειξη της πολιτιστικής κληρονομιάς. Πιο συγκεκριμένα, διερευνάται η προσφορά των νέων τεχνολογιών στη μελέτη, ερμηνεία, και διαχείριση του αρχαιολογικού τοπίου μέσω της μελέτης ανασκαφικών δεδομένων και του χημικού αποτυπώματος στη στρωματογραφία ανασκαφικών τομών. Το χημικό αποτύπωμα στη μικρομορφολογία της στρωματογραφίας μπορεί να ανταποκρίνεται στις χρήσεις γης στον χώρο ώστε εν συνεχεία να διασυνδεθεί με τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις της. Το αρχαιολογικό τοπίο εν συνεχεία μελετάται μακροσκοπικά με τη διασύνδεση των γεωμορφολογικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων μεταξύ τους. Ενώ τέλος, η μελέτη του αρχαιολογικού χώρου ως σύνολο υλοποιείται στον αρχαιολογικό χώρο του Μυστρά. Σκοπός της προσέγγισης είναι η διασύνδεση της χωρικής αποτύπωσης της Καστροπολιτείας με την γεωβάση δεδομένων που αναπτύχθηκε και συγκεντρώνει την ιστορική και αρχαιολογική πληροφορία του χώρου και θα είναι διαθέσιμη μέσω διαδικτυακής εφαρμογής Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS).

Στο πλαίσιο της διερεύνησης, ανάπτυξης και παρουσίασης της χρήσης ψηφιακών εφαρμογών, λογισμικών και προσεγγίσεων για τη μελέτη, προβολή και διαχείριση αρχαιολογικού και ιστορικού περιεχομένου, η παρούσα ΔΔ αποτελεί ένα πολυδιάστατο δίκτυο εφαρμογών και αναλύσεων από τη μελέτη του αρχαιολογικού τοπίου στη διαχείριση της πληροφορίας της ανασκαφής, με αποτυπώσεις και διαδρομές με χρήση καινοτόμων τεχνολογιών, όπως φορητές συσκευές και μη επανδρωμένα αεροσκάφη.

Abstract

This PhD thesis entitled "Improvement and Development of Computational Systems for the Management of Archaeological, Excavational and Environmental Data" presents the use of modern technological applications for the study, analysis and presentation of archaeological sites, excavation data and cultural heritage sites and data.

How do new technologies contribute to the study, interpretation, management and promotion of archaeological landscapes and archaeological sites? The first research question is answered through exploring the use of digital applications for the study and management of cultural heritage sites in three different archaeological environments. Additionally, this Thesis explores how the development of computer applications for the study, promotion and presentation of cultural heritage events and landmarks such as web applications, applications for smart devices, etc. enhance existing study techniques and tools.

Initially, the first research question is approached with the analysis and management of excavation data through the study of the chemical footprint in the stratigraphy of excavation sections. The chemical imprint in the micromorphology of the stratigraphy in many cases corresponds to land use in the study area and can therefore be interconnected with its macroscopic observations. The study of excavation data and the chemical imprint in the micromorphology is interconnected with the archaeological landscape and the geomorphological and environmental parameters. Finally, extensive spatial analysis, management and presentation of the archaeological site of Mystras is implemented by connecting the spatial analysis of the Late Byzantine city with the, developed for the purposes of this research thesis, geodatabase which includes the historical and archaeological information of the site. The geodatabase is available through a Geographic Information System (GIS) web application.

In the context of exploring, developing and presenting the use of digital applications, software and approaches for the study and management of archaeological and historical content, this research thesis establishes a multidimensional network of applications and analysis from the study of the archaeological landscape to the management of excavation information, with the use of innovative technologies.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επόπτη της Διατριβής μου Καθ. Νικόλαο Ζαχαριά (Τμήμα Ιστορίας, Αρχαιολογίας και Διαχείρισης Πολιτισμικών Αγαθών) που με υποστήριξε και με ενθάρρυνε σε αυτό το μεγάλο βήμα στην ακαδημαϊκή μου καριέρα. Μου έδειξε εμπιστοσύνη από την πρώτη μέρα που τον γνώρισα και ήταν το όραμά του που με οδήγησε σήμερα εδώ. Ήταν ακούραστος αρωγός σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διδακτορικής διατριβής παρέχοντας πολύτιμες συμβουλές χωρίς να χάνει την πίστη του στο έργο αυτό. Βρίσκει τρόπους να δημιουργεί κίνητρο αλλά και διεξόδους ακόμη και στις πιο δύσκολες στιγμές. Δεν υπάρχουν λόγια να τον ευχαριστήσω για όλες τις ευκαιρίες που μου πρόσφερε μέσω του Εργαστηρίου Αρχαιομετρίας τόσο για τη συμμετοχή μου στην υλοποίηση ερευνητικών προγραμμάτων όσο και στη διοργάνωση επιστημονικών συνεδρίων, από το 41st ISA, το 5th & 6th ARC_RNT, το «Καλαμάτα 1821: Δρόμοι Ελευθερίας», το ΠΜΣ Cultural Heritage Materials and Technologies μέχρι τις πτήσεις με drone! Είναι ιδιαίτερη τιμή μου να αποτελώ μέλος της ερευνητικής του ομάδας και του Εργαστηρίου Αρχαιομετρίας του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου που απαρτίζεται από αξιόλογους επιστήμονες και ερευνητές του χώρου.

Ευχαριστώ θερμά τον Καθ. Γεώργιο Λέπουρα (Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών) και τον Καθ. Μιχάλη Κοσμόπουλο (Department of Anthropology and Archaeology of the University of Missouri – Saint Louis) μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής μου, για τις πολύτιμες συμβουλές τους και γενικότερη βοήθεια τους κατά τη διάρκεια της έρευνάς μου.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θέλω να εκφράσω στην Προϊσταμένη της Εφορίας Αρχαιοτήτων Λακωνίας κα Ευαγγελία Πάντου για την ανεμπόδιστη πρόσβαση στον αρχαιολογικό χώρο του Μυστρά και την εμπιστοσύνη της στη μελέτη του. Ευχαριστώ και το προσωπικό της ΕΦΑΛΑΚ και ιδιαίτερα την αρχαιολόγο κα Ευαγγελία Ελευθερίου και το προσωπικό του αρχαιολογικού χώρου του Μυστρά που μας υποδέχονταν πάντα με χαμόγελο και ενδιαφέρον για το έργο μας.

Θελώ να ευχαριστήσω τους συνεργάτες και φίλους μου, μέλη της ερευνητικής ομάδας του Εργαστηρίου Αρχαιομετρίας. Ιδιαίτερα ευχαριστώ τη Δρ. Ελένη Παλαμάρα για την υπομονή της και τη συμβολή της στις εργαστηριακές τεχνικές που εφαρμόστηκαν, στις χημικές αναλύσεις των ιζημάτων και όχι μόνο. Ακούραστη στέκεται δίπλα σε όλους μας με χαμόγελο και τις καλύτερες παρατηρήσεις στην έρευνά μας. Επίσης ευχαριστώ θερμά την αρχαιολόγο και Υπ. Διδ. Βασιλική Βαλάντου που χωρίς τη συμβολή της δε θα είχε ολοκληρωθεί η διδακτορική αυτή διατριβή. Η υπομονή και επιμονή της στην «εκπαίδευση» ενός μηχανικού

στην αρχαιολογία με κάνουν σήμερα να νιώθω περήφανη για τη δουλειά μας που οδήγησε στη δημοσίευση πέντε ερευνητικών εργασιών και πολυάριθμων προφορικών παρουσιάσεων. Ευχαριστώ και την αρχαιολόγο Υπ. Διδ. Έλενα Τριανταφυλλίδη για τη συμβολή της στη μελέτη των ιζημάτων και την ψυχολογική υποστήριξη. Ευχαριστώ και τα υπόλοιπα μέλη και συνεργάτες του Εργαστηρίου που συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της διδακτορικής διατριβής, συγκεκριμένα, τον Επικ. Καθ. Βασίλειο Πουλόπουλο, τον Δρ. Γεώργιο Μαλαπέρδα, και την Υπ. Διδ. Jennifer Glaubius. Ιδιαίτερα ευχαριστώ και τον μεταπτυχιακό φοιτητή μας William Cook που με συνόδευε ακούραστος με χιούμορ και ευχάριστη πάντα διάθεση στις πολύωρες αποτυπώσεις του Μυστρά.

Επίσης να ευχαριστήσω την Tree Company AEBE και τους Γιώργο Πολυκρέτη, Θανάση Ξηρομερίτη και Τάσο Καζολιά για τις συμβουλές και την τεχνογνωσία τους όσον αφορά τις τεχνικές αποτυπώσεων και τον εξοπλισμό. Ήταν διαθέσιμοι και πρόθυμοι να απαντήσουν στις ατελείωτες ερωτήσεις μου.

Δε μπορώ βέβαια να μην ευχαριστήσω την οικογένειά μου και ιδιαίτερα τα παιδιά μου Παναγιώτη και Μαρία που αποτελούν τους μεγαλύτερους υποστηρικτές μου. Θα έπρεπε να γράψω ένα κεφάλαιο ξεχωριστά για τη συμβολή τους σε αυτό το εγχείρημα. Σε όλη την πορεία με ενθάρρυναν με την αγάπη τους και τον ενθουσιασμό τους για την έρευνά μου. Με ενεργό ρόλο και οι δύο στην υλοποίηση της έρευνας βρέθηκαν σε ανασκαφές και αποτυπώσεις, μάζεψαν δείγματα, κουβάλησαν εξοπλισμό, πέρασαν δεδομένα και πάνω από όλα έκαναν τη διατριβή αυτή οικογενειακή υπόθεση! Τα πέντε αυτά χρόνια δοκιμαστήκαμε αλλά βγήκαμε πιο δυνατοί και έτοιμοι για τα επόμενα.

Πρέπει να ευχαριστήσω και τους γονείς μου, Βασίλη και Μαρία που με υπομονή στέκονται δίπλα μου στις ατελείωτες σπουδές μου από τα πρώτα σχολικά βήματα μέχρι σήμερα 35 χρόνια μετά. Ευχαριστώ τον αδερφό μου Γιάννη που ήταν δίπλα μου ακόμη και όταν ήταν μακριά. Με τις επιτυχίες και την πορεία του μας εμπνέει να μην γίνεται τίποτα εμπόδιο στους στόχους μας.

Ευχαριστώ όλους τους φίλους μου που υπομονετικά με ακούνε και με εμπυχώνουν ώστε να μη το βάλω κάτω. Ευχαριστώ τέλος, τον Βασίλη Μιχαλόπουλο που με ενθάρρυνε να τολμήσω την αλλαγή και να κυνηγήσω τον όνειρό μου. Η υποστήριξή του υπήρξε καθοριστική.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	v
Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή	1
1.1 Ψηφιακές εφαρμογές στην αρχαιολογία και τη διαχείριση πολιτισμικών αγαθών .	2
1.2 Μελέτη και διαχείριση ανασκαφικών δεδομένων.....	3
1.3 Μελέτη αρχαιολογικού τοπίου	4
1.4 Φωτογραφική αποτύπωση του Αρχαιολογικού χώρου του Μυστρά με πτητικά μέσα	4
Κεφάλαιο 2 Ανάδειξη και διαχείριση πολιτιστικής κληρονομίας μέσω ψηφιακών εφαρμογών.....	6
2.1 Τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας	7
2.2 Επαυξημένη πραγματικότητα στον πολιτισμό	11
2.3 Η Αφίσα Επαυξημένης Πραγματικότητας «Καλαμάτα 1821: Δρόμοι Ελευθερίας»	14
2.4 Διαδικτυακές Εφαρμογές	22
2.5 Διαδραστικός χάρτης «Kalamata Action Map»	24
Διαδικτυακή Εφαρμογή «Δενθελεάτιδα».....	29
Κεφάλαιο 3 Μελέτη και διαχείριση ανασκαφικών δεδομένων.....	36
3.1 Μελέτη χημικού αποτυπώματος στη χρήση γης αρχαιολογικού χώρου	37
3.2 Αρχαία Θουρία	39
3.3 ΜΥ.SPE.AR «Συστηματική Γεωφυσική και Αρχαιολογική Έρευνα Μυκηναϊκών Θέσεων στην Κοιλάδα του Σπερχειού 2018-2022».....	57
Κεφάλαιο 4 Μελέτη αρχαιολογικού τοπίου.....	75
4.1 Μεθοδολογία.....	77
4.1.1 Ταξινόμηση αναγλύφου.....	84
4.1.2 Κατανομή κλίσεων αναγλύφου.....	87
4.1.3 Έκθεση.....	91
4.1.4 Σκίαση αναγλύφου.....	95
4.1.5 Εντοπισμός υδρογραφικού δικτύου	97
4.1.6 Το Αιολικό Δυναμικό.....	101
4.2 Αρχαία Θουρία	102
4.3 Ακρολαμία.....	110
4.4 Μυστράς.....	113
Κεφάλαιο 5 Αποτυπώσεις αρχαιολογικών χώρων	116
5.1 Μέθοδοι Αποτύπωσης.....	117
5.2 Φωτογραμμετρία.....	121

5.3 Φωτογραφική αποτύπωση του Αρχαιολογικού χώρου του Μυστρά με πτητικά μέσα	127
5.4 Φωτογραμμετρία για την παραγωγή ορθοφωτοχάρτη	132
5.5 Ανάπτυξη γεωβάσης δεδομένων σε ΣΓΠ	136
5.5.1 Λατινοκρατία 1249 - 1262	141
5.5.2 Υστεροβυζαντινή Α' 1262 – 1348	142
5.5.3 Υστεροβυζαντινή Β' 1348 – 1384.....	144
5.5.4 Υστεροβυζαντινή Γ' 1384 – 1460.....	145
5.5.5 Μεταβυζαντινή 1460 – 1821	146
5.6 Η Καστροπολιτεία του Μυστρά – ESRI Story Maps.....	148
Κεφάλαιο 6 Επίλογος.....	152
6. 1.1 Ανάδειξη και διαχείριση πολιτιστικής κληρονομιάς μέσω ψηφιακών εφαρμογών	153
6.1.2 Μελέτη και διαχείριση ανασκαφικών δεδομένων.....	153
6.1.3 Μελέτη αρχαιολογικού τοπίου.....	154
6.1.4 Χρήση καινοτόμων τεχνολογιών στις αποτυπώσεις αρχαιολογικών χώρων	154
6.2 Ερωτήματα για μελλοντική έρευνα.....	155
Βιβλιογραφία	157
Παράρτημα Ι	169
Παράρτημα ΙΙ.....	191
Παράρτημα ΙΙΙ	199
Παράρτημα ΙV.....	229

Περιεχόμενα Εικόνων

Εικόνα 2.1 Στιγμιότυπο αφίσας του καταζητούμενου στην ταινία Χάρι Πότερ Πηγή: http://www.mugglenet.com/wp-content/uploads/2018/04/Sirius-Black-Wanted-Poster_Heritage-Auctions-2.jpeg	9
Εικόνα 2.2 Στιγμιότυπο οθόνης εφαρμογής Pokemon go Πηγή: https://www.reddit.com/r/pokemongo/comments/6hnl1u/screenshot_pok%C3%A9mongoigtthatinthepalmof/	10
Εικόνα 2.3 Μακέτα αφίσας ημερολογίου εκδηλώσεων Μαρτίου 2020	16
Εικόνα 2.4 Οθόνη ανάπτυξη ψηφιακού περιεχομένου εικόνας ενεργοποιητή.....	19
Εικόνα 2.5 Οθόνη προγράμματος προβολής βίντεο πάνω στο ψηφιακό στοιχείο της εικόνας στόχου.....	19
Εικόνα 2.6 Το καΐκι του Μέξη ξεφορτώνει μπαρουτόβολα στον Αλμυρό για την κήρυξη της Επανάστασης του '21 στην Καλαμάτα, ζωγραφικό έργο του Ευάγγελου Δράκου.....	20
Εικόνα 2.7 Τρέιλερ του Προγράμματος που προβάλλεται μέσω της εφαρμογής και της εικόνας στόχου του φορτίου στο λιμάνι του Αλμυρού.....	21
Εικόνα 2.8 Απόσπασμα Αναπαράστασης 23ης Μαρτίου «Όρκος Οπλαρχηγών»	21
Εικόνα 2.9 Τρισδιάστατο στοιχείο του λογοτύπου του Προγράμματος «Καλαμάτα 1821: Δρόμοι Ελευθερίας»	22
Εικόνα 2.10 Arrowsmith, A., 1828 (Arrowsmith, 1828).....	28
Εικόνα 2.11 Οθόνη θεματικής ενότητας «Διαδρομές» της σελίδας του διαδραστικού χάρτη «Kalamata Action Map	29
Εικόνα 2.12 Στιγμιότυπο οθόνης «Mystras and the Byzantine Empire» εφαρμογής «Roads of Freedom»	33
Εικόνα 3.1 Χάρτης Αρχαίας Θουρίας [πηγή: http://ancientthouriaexcavation.gr/topography	41
Εικόνα 3.2 Τομή Βόρειας Παρειάς I11 (αριστερά) και Νότια Παρειάς – θέση «K10» (δεξιά) (Αρχαίο Θέατρο).....	42
Εικόνα 3.3 Παραστάδα ιωνικής στοάς [Αραπογιάννη, 2018]	48
Εικόνα 3.4 Ανατολικό πρηνές όπου πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία.....	48
Εικόνα 3.5 Κάναβος δειγματοληψίας τομής Ασκληπιείου.....	49
Εικόνα 3.6 Περιοχή μελέτης.....	58
Εικόνα 3.7 Ακρολαμία τομή Α.....	59
Εικόνα 4.1 Περιοχή Μελέτης Αρχαία Θουρία & Μυστράς (Sentinel 2).....	78
Εικόνα 4.2 Περιοχή Μελέτης Ακρολαμίας (Sentinel 2).....	78
Εικόνα 4.3 ASTER GDEM Colorized Global Map (https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp)	79
Εικόνα 4.4 ΨΜΕ από την ASTER DEM που καλύπτουν τις τρεις περιοχές μελέτης.....	81
Εικόνα 4.5 Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους Δήμου Καλαμάτας	82
Εικόνα 4.6 Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους Δήμου Λαμιέων.....	83
Εικόνα 4.7 Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους Δήμου Σπάρτης	83
Εικόνα 4.8 Ταξινόμηση αναγλύφου κατά Dikau Δήμου Καλαμάτας.....	85
Εικόνα 4.9 Ταξινόμηση αναγλύφου κατά Dikau Δήμου Λαμιέων.....	86
Εικόνα 4.10 Ταξινόμηση αναγλύφου κατά Dikau Δήμου Σπάρτης	87
Εικόνα 4.11 Ταξινόμηση κλίσεων κατά Demek Δήμου Καλαμάτας	89
Εικόνα 4.12 Ταξινόμηση κλίσεων κατά Demek Δήμου Λαμιέων.....	90
Εικόνα 4.13 Ταξινόμηση κλίσεων κατά Demek Δήμου Σπάρτης	91

Εικόνα 4.14 Έκθεση (https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/how-aspect-works.htm)	92
Εικόνα 4.15 Χάρτης Εκθέσεων Δήμου Καλαμάτας	93
Εικόνα 4.16 Χάρτης Εκθέσεων Δήμου Λαμιέων	94
Εικόνα 4.17 Χάρτης Εκθέσεων Δήμου Σπάρτης	95
Εικόνα 4.18 Χάρτης σκιασμένου αναγλύφου Δήμου Καλαμάτας	96
Εικόνα 4.19 Χάρτης σκιασμένου αναγλύφου Δήμου Λαμιέων.....	96
Εικόνα 4.20 Χάρτης σκιασμένου αναγλύφου Δήμου Σπάρτης	97
Εικόνα 4.21 Μοντέλο εξαγωγής υδρογραφικού δικτύου ArcGIS toolbox.....	98
Εικόνα 4.22 Υδρογραφικό δίκτυο Δήμου Καλαμάτας με τιμή κατωφλίου 5000.....	99
Εικόνα 4.23 Υδρογραφικό δίκτυο Δήμου Λαμιέων με τιμή κατωφλίου 5000.....	100
Εικόνα 4.24 Υδρογραφικό δίκτυο Δήμου Σπάρτης με τιμή κατωφλίου 5000.....	101
Εικόνα 4.25 Χάρτες αιολικού δυναμικού από αριστερά Μεσσηνίας, Φθιώτιδας και Λακωνίας (ΚΑΠΕ, opendata.gov.gr)	102
Εικόνα 4.26 Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρου (DEM) δημοτικού Δήμου Καλαμάτας, (α) ΨΜΕ Αρχαίας Θουρίας, (β) Σκίαση αναγλύφου Αρχαίας Θουρίας, (γ) Έκθεση Αρχαίας Θουρίας, (δ) Ταξινόμηση κλίσεων Αρχαίας Θουρίας και (ε) Ταξινόμηση αναγλύφου Αρχαίας Θουρίας (ASTER GDEM data).....	103
Εικόνα 4.27 Σημεία ενδιαφέροντος Αρχαία Θουρία	104
Εικόνα 4.28 Ανάλυση οπτικού πεδίου, αρχαίο θέατρο Αρχαίας Θουρίας	105
Εικόνα 4.29 Κλίση Εδάφους.....	106
Εικόνα 4.30 Ανάλυση προσανατολισμού	107
Εικόνα 4.31 Ροή ποταμού Ξερίλα.....	108
Εικόνα 4.32 Χρόνος και αποστάσεις μετακίνησης μεταξύ των θέσεων Α, Β & C	110
Εικόνα 4.33 Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρου (DEM) δημοτικού Δήμου Λαμιέων, (α) ΨΜΕ Ακρολαμίας, (β) Σκίαση αναγλύφου Ακρολαμίας, (γ) Έκθεση Ακρολαμίας, (δ) Ταξινόμηση κλίσεων Ακρολαμίας και (ε) Ταξινόμηση αναγλύφου Ακρολαμίας (ASTER GDEM data)	111
Εικόνα 4.34 Ανάλυση οπτικού πεδίου Ακρολαμίας.....	112
Εικόνα 4.35 Ανάλυση οπτικού πεδίου Ακρόπολης Μυστρά.....	113
Εικόνα 4.36 Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρου (DEM) Δήμου Σπάρτης, (α) ΨΜΕ Μυστρά, (β) Σκίαση αναγλύφου Μυστρά, (γ) Έκθεση Μυστρά, (δ) Ταξινόμηση κλίσεων Μυστρά και (ε) Ταξινόμηση αναγλύφου Μυστρά (ASTER GDEM data).....	114
Εικόνα 5.1 Διαθέσιμες τοπογραφικές τεχνικές, αισθητήρες και πλατφόρμες για την τρισδιάστατη αποτύπωση κατά πολυπλοκότητα περιοχής μελέτης συναρτήσει μεγέθους περιοχής μελέτης (Nex & Remondino, 2014)	118
Εικόνα 5.2 Αποτύπωση με χρήση ολοκληρωμένου γεωδαιτικού σταθμού.....	119
Εικόνα 5.3 Ταξινόμηση τεχνικών φωτογραμμετρίας (Τσώνης, 2017).....	122
Εικόνα 5.4 Φωτογραμμετρία με μπαλόνι στην Ακρόπολη (Kemper, 2012)	123
Εικόνα 5.5 Χωροταξική δομή πόλης του Μυστρά σε Ακρόπολη (μπλε), Άνω Χώρα (πράσινο) και Κάτω Χώρα (κόκκινο)	128
Εικόνα 5.6 Διαχωρισμός περιοχής μελέτης σε διαφορετικές πτήσεις.....	129
Εικόνα 5.7 Σημείο ελέγχου εδάφους - GCP	130
Εικόνα 5.8 Οθόνη της εφαρμογής Litchi με σχέδιο πτήσης του ΣμηΕΑ στην Ακρόπολη του Μυστρά.....	132
Εικόνα 5.9 Στιγμιότυπο οθόνης εισαγωγής εικόνων Workflow στο λογισμικό Metashape..	133
Εικόνα 5.10 Στιγμιότυπο οθόνης κατά την ευθυγράμμιση των θέσεων κάμερας	133

Εικόνα 5.11 Τοποθέτηση και διόρθωση φωτοσταθερών (GCPs) κατά την επεξεργασία στο Metashape	134
Εικόνα 5.12 Στιγμιότυπο οθόνης Metashape όπου διακρίνονται οι θέσεις των καμερών και φωτοσταθερών στο πυκνό σύννεφο σημείων	135
Εικόνα 5.13 Μέτριας ανάλυσης (Mild) τρισδιάστατο μοντέλο της περιοχής μελέτης του Μυστρά	136
Εικόνα 5.14 Τοπογραφικός χάρτης Β' Ενετοκρατίας	137
Εικόνα 5.15 Τοπογραφικός χάρτης "Πλάνο του Μυστρά" από τον G. Millet	138
Εικόνα 5.16 Παράθεση ιστορικού τοπογραφικού πλάνου του G. Millet πάνω στον ορθοφωτοχάρτη του οικισμού	139
Εικόνα 5.17 Άποψη του Κάστρου και των ταυτοποιημένων κτισμάτων και οχυρώσεων	140
Εικόνα 5.18 Άποψη του Κάστρου με υπέρθεση του τοπογραφικού πλάνου της Β' Ενετοκρατίας.....	140
Εικόνα 5.19 Κτίσματα του Μυστρά κατά την Α' Λατινοκρατία	142
Εικόνα 5.20 Μορφή της Υστεροβυζαντινής Α' περιόδου του οικισμού (1262 – 1348).....	144
Εικόνα 5.21 Άποψη του οικισμού κατά τη δεύτερη υστεροβυζαντινή περίοδο (1348-1384)	145
Εικόνα 5.22 Άποψη του οικισμού κατά την Υστεροβυζαντινή Γ' (1384 - 1460).....	146
Εικόνα 5.23 Άποψη του Μυστρά κατά τη Μεταβυζαντινή περίοδο (1460 - 1821)	147
Εικόνα 5.24 Στιγμιότυπο οθόνης πρώτης σελίδας του Map Series με τίτλο "Η Καστροπολιτεία του Μυστρά"	148
Εικόνα 5.25 Στιγμιότυπο της ενότητας "Κτίσματα" της διαδικτυακής εφαρμογής	149
Εικόνα 5.26 Στιγμιότυπο οθόνης της διαδικτυακής εφαρμογής στη σελίδα της Λατινοκρατίας	150
Εικόνα 5.27 Αποτέλεσμα ορθοφωτογράφισης και ανάπτυξης γεωβάσης δεδομένων για τον αρχαιολογικό χώρο του Μυστρά	150

Περιεχόμενα Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 3.1 Συγκεντρώσεις K (a) και Fe (b), Si (c) και Ca (d), Mn (e) και Ti (f)- αναλύσεις XRF αρχαίο θέατρο ΝΠI θέση «K10»	46
Διάγραμμα 3.2 Δυαδικό διάγραμμα της συγκέντρωσης του λόγου Al_2O_3/SiO_2 συναρτήσει του CaO στα 7 στρώματα για 35 δείγματα	55
Διάγραμμα 3.3 Δυαδικό διάγραμμα συγκέντρωσης Fe_2O_3 συναρτήσει της συγκέντρωσης CaO στα 7 στρώματα και 35 δείγματα	56
Διάγραμμα 3.4 Κοκκομετρική Ανάλυση στρωμάτων L16 & L24	63
Διάγραμμα 3.5 Εικόνα 2 Κοκκομετρική Ανάλυση στρωμάτων L7 & L12	64
Διάγραμμα 3.6 Δυαδικό διάγραμμα συγκέντρωσης του λόγου του Fe_2O_3 (%κ.β.) συναρτήσει του SiO_2 για 13 στρώματα και 47 δείγματα	70
Διάγραμμα 3.7 Συγκέντρωση CaO συναρτήσει SiO_2 %κ.β. για 13 στρώματα και 47 δείγματα	71
Διάγραμμα 3.8 Συγκέντρωση K_2O vs CaO %κ.β.	72
Διάγραμμα 3.9 Συγκέντρωση K_2O vs Fe_2O_3 %κ.β.	73
Διάγραμμα 3.10 Συγκέντρωση Rb vs Sr (ppm)	74

Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας 3.1 Μέση συγκέντρωση κύριων στοιχείων των δειγμάτων, ανάλυση με p- XRF(οξείδια σε κ.β.% κανονικοποιημένα στο 100%)	43
Πίνακας 3.2 Μέση συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων των δειγμάτων, με p-XRF(στοιχεία σε ppm)	44
Πίνακας 3.3 Μακροσκοπική περιγραφή των δειγμάτων και της στρωματογραφίας	50
Πίνακας 3.4 Μέση συγκέντρωση κύριων στοιχείων των δειγμάτων, ανάλυση με p- XRF(οξείδια σε κ.β.% κανονικοποιημένα στο 100%)	52
Πίνακας 3.5 Μέση συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων των δειγμάτων, με p-XRF(στοιχεία σε ppm)	53
Πίνακας 3.6 Μακροσκοπική περιγραφή των δειγμάτων και της στρωματογραφίας	60
Πίνακας 3.7 Διαβάθμιση Κόκκων	63
Πίνακας 3.8 Συνθήκες λειτουργίας του Epsilon 5 για ανάλυση κεραμικής	65
Πίνακας 3.9 Μέση συγκέντρωση κύριων στοιχείων των δειγμάτων. Μετρημένων με XRF (οξείδια κ.β.% κανονικοποιημένων το 100%)	65
Πίνακας 3.10 Μέση συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων των δειγμάτων, με p-XRF(στοιχεία σε ppm)	67
Πίνακας 4.1 Χαρακτηριστικά ASTER GDEM Version 3 (Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC), 2021)	80
Πίνακας 4.2 Ταξινόμηση Αναγλύφου κατά Dikau	84
Πίνακας 4.3 Ταξινόμηση Κλίσεων κατά Demek (Demek, 1972).....	88
Πίνακας 4.4 Ταξινόμηση Κλίσεων κατά DEMEK Δήμου Καλαμάτας.....	88
Πίνακας 4.5 Ταξινόμηση κλίσεων κατά DEMEK Δήμου Λαμιέων.....	89
Πίνακας 4.6 Ταξινόμηση κλίσεων κατά DEMEK Δήμου Σπάρτης	90

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

Η παρούσα διδακτορική διατριβή (ΔΔ) με τίτλο «Βελτίωση και Ανάπτυξη Υπολογιστικών Συστημάτων για τη Διαχείριση Αρχαιολογικής Ανασκαφικής και Περιβαλλοντικής Πληροφορίας» παρουσιάζει τη χρήση σύγχρονων τεχνολογικών εφαρμογών στη χωρική ανάλυση, διαχείριση και ανάδειξη αρχαιολογικών χώρων, στη μελέτη αρχαιολογικών ανασκαφικών δεδομένων και στη διαχείριση και ανάδειξη της πολιτιστικής κληρονομιάς. Στο εισαγωγικό αυτό κεφάλαιο παρουσιάζονται οι στόχοι και τα ερωτήματα που καλείται να απαντήσει η παρούσα μελέτη καθώς και η δομή της έρευνας που αναλύεται σε τέσσερα κεφάλαια.

Το βασικό ερώτημα που καλείται να απαντήσει η ΔΔ είναι πως οι νέες τεχνολογίες μπορούν να προσφέρουν στη μελέτη, ερμηνεία, διαχείριση και προβολή του αρχαιολογικού τοπίου και αρχαιολογικού χώρου. Στη συνέχεια διερευνά τη χρησιμότητα της ανάπτυξης ψηφιακών εφαρμογών για τη διαχείριση και προβολή της Πολιτιστικής Κληρονομιάς με εφαρμογή σε 3 διαφορετικά αρχαιολογικά και πολιτιστικά περιβάλλοντα. Τα δύο αυτά ερωτήματα απαντώνται στα τέσσερα κεφάλαια της ΔΔ που στόχο πιο αναλυτικά έχουν,

1. Την ανάδειξη και διαχείριση πολιτιστικής κληρονομιάς μέσω της δημιουργίας ψηφιακών εφαρμογών στην πολιτιστική κληρονομιά, όπως διαδικτυακές εφαρμογές, εφαρμογές για έξυπνες συσκευές κλπ.
2. Τη μελέτη και διαχείριση ανασκαφικών δεδομένων μέσω της μελέτης του χημικού αποτυπώματος στη στρωματογραφία ανασκαφικών τομών. Το χημικό αποτύπωμα στη μικρομορφολογία της στρωματογραφίας μπορεί να ανταποκρίνεται στις χρήσεις γης στον χώρο ώστε εν συνεχεία να διασυνδεθεί με τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις της.
3. Τη μελέτη αρχαιολογικού τοπίου για τη διασύνδεση των γεωμορφολογικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων μεταξύ τους και
4. Τη χωρική ανάλυση, διαχείριση και ανάδειξη αρχαιολογικών χώρων. Ως μελέτη περίπτωσης εξετάζεται ο αρχαιολογικός χώρος του Μυστρά που περιλαμβάνεται στον κατάλογο της Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς της UNESCO από το 1989. Σκοπός είναι η διασύνδεση της χωρικής αποτύπωσης της Υστεροβυζαντινής πόλης με την υπό ανάπτυξη βάση δεδομένων που συγκεντρώνει την ιστορική και αρχαιολογική πληροφορία του χώρου και θα είναι διαθέσιμη μέσω διαδικτυακής εφαρμογής Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS).

Στο πλαίσιο της διερεύνησης, ανάπτυξης και παρουσίασης της χρήσης ψηφιακών εφαρμογών, λογισμικών και προσεγγίσεων για τη μελέτη, προβολή και διαχείριση αρχαιολογικού και ιστορικού περιεχομένου, η παρούσα ΔΔ αποτελεί ένα πολυδιάστατο δίκτυο εφαρμογών και αναλύσεων από τη μελέτη του αρχαιολογικού τοπίου στη διαχείριση της πληροφορίας της ανασκαφής, με αποτυπώσεις και διαδρομές με χρήση καινοτόμων τεχνολογιών, όπως φορητές συσκευές και μη επανδρωμένα αεροσκάφη.

1.1 Ψηφιακές εφαρμογές στην αρχαιολογία και τη διαχείριση πολιτισμικών αγαθών

«Η παγκόσμια καταγεγραμμένη κληρονομιά είτε έχει καταγραφεί σε πήλινη πινακίδα είτε σε ηλεκτρονική ταμπλέτα (clay tablet or electronic tablet) καθώς και οι μέθοδοι με τις οποίες μοιραζόμαστε το περιεχόμενο και τη γνώση, πρέπει να προστατεύονται» (Karklins, 2013). Ήδη από τη δεκαετία του 1980 η προστασία της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς αποτελούσε πρωταρχικό στόχο της Εκπαιδευτικής Επιστημονικής και Πολιτιστικής Οργάνωσης των Ηνωμένων Εθνών, UNESCO. Αναγνωρίζοντας την αξία και τον ρόλο που διαδραματίζει το πολιτιστικό απόθεμα κάθε χώρας ως μέρος της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς εντατικοποιήθηκαν και ενδυναμώθηκαν οι δραστηριότητες και οι προσπάθειες αναγνώρισης και προστασίας της υλικής και άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς. Η εξέλιξη της τεχνολογίας των υπολογιστών, των επικοινωνιών και του τεχνολογικού εξοπλισμού εν γένει δημιουργούν κατάλληλες συνθήκες για την καταγραφή, αποτύπωση και κατά επέκταση την προστασία τους.

Στο δεύτερο κεφάλαιο της παρούσας μελέτης παρουσιάζονται τα ψηφιακά εργαλεία και μέσα που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη πολυμεσικού υλικού με στόχο την προβολή και διαχείριση πολιτιστικών έργων. Συγκεκριμένα, στο πλαίσιο της διάχυσης των πολιτιστικών εκδηλώσεων του ερευνητικού προγράμματος «Καλαμάτα 1821: Δρόμοι Ελευθερίας» αναπτύχθηκαν τρεις εφαρμογές. Η πρώτη αφορά τη δημιουργία αφίσας για τις εκδηλώσεις του Μαρτίου 2020 με περιεχόμενο επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality – AR). Στην ενότητα 2.3 αναπτύσσεται η μεθοδολογία της εφαρμογής. Προσφέροντας μία επιπλέον καινοτόμα τεχνολογική εμπειρία, η εν λόγω αφίσα με τα στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας AR (Gervautz & Schmalstieg, 2012) δίνει τη δυνατότητα προβολής του υλικού μέσω της οθόνης του κινητού τηλεφώνου. Τρεις εικόνες στην έντυπη αφίσα αποτελούν ενεργοποιητές (triggers) AR στοιχείων τρισδιάστατων εικόνων, βίντεο, και μουσικής (Παναγιωτίδη & Ζαχαριάς, 2020).

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η ανάπτυξη δύο διαδικτυακών εφαρμογών. Η πρώτη αφορά τον διαδραστικό χάρτη «Kalamata: Action Map» με στόχο τη διασύνδεση του παρελθόντος με το παρόν με πληροφορίες και απεικονίσεις συνδεδεμένες με τις ιστορικές, πολιτισμικές και κοινωνικές διαδρομές της εποχής του '21 (Panagiotidis et al., 2019).

Η τρίτη διαδικτυακή εφαρμογή παρουσιάζει την ιστορία των οικισμών της περιοχής του βορειοδυτικού Ταυγέτου μέσω της διαδραστικής αφήγησης με τίτλο «Roads of Freedom». Η εφαρμογή αποτελεί ψηφιοποιημένη εξιστόρηση της ιστορικής εξέλιξης στην περιοχή της Δενθελεάτιδας. Η περιοχή της Δενθελεάτιδας εκτείνεται από τα σύγχρονα χωριά της Αλαγονίας έως τον Μυστρά και την Αρχαία Σπάρτη. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε στο περιβάλλον των StoryMaps του ArcGIS online και παρουσιάζει μία σύντομη ιστορική ανασκόπηση της περιοχής που έπαιξε σημαντικό ρόλο από τους Μεσσηνιακούς Πολέμους μέχρι την ίδρυση του Ελληνικού κράτους (Panagiotidis, et al., 2020).

Στόχος της πρώτης ενότητας είναι η παρουσίαση ψηφιακών εφαρμογών που αποτελούν ιδανικό πρεσβευτή της συνδυαστικής χρήσης νέων τεχνολογιών (Bekele, et al., 2018) και παραδοσιακών πρακτικών έρευνας και τεκμηρίωσης για την, μελέτη και προβολή της πολιτιστικής κληρονομιάς.

1.2 Μελέτη και διαχείριση ανασκαφικών δεδομένων

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μελέτη και διαχείριση ανασκαφικών δεδομένων μέσω του χημικού αποτύπωμα στη στρωματογραφία ανασκαφικών τομών. Στόχος της μελέτης είναι η διερεύνηση και διασύνδεση των μακροσκοπικών παρατηρήσεων της στρωματογραφίας με το χημικό αποτύπωμα στη μικρομορφολογία των ιζημάτων. Το χημικό αποτύπωμα της ανθρώπινης παρουσίας και δράσης σε αρχαιολογικά ιζήματα, ιδιαίτερα σε δείγματα της στρωματογραφίας ανασκαφικών τομών, αποτελεί μία εφαρμοσμένη μεθοδολογία για την κατανόηση και ερμηνεία των τάσεων επιρροής της ανθρώπινης δραστηριότητας στα αρχαιολογικά ιζήματα. Τα αποτελέσματα της μελέτης παρέχουν πληροφορία που διασυνδέει τα γεωλογικά δεδομένα με την αρχαιολογική ερμηνεία. Στο πλαίσιο αυτής της ΔΔ μελετήθηκε υλικό από το Ασκληπιείο της Αρχαίας Θουρίας (Panagiotidis, et al., 2019) καθώς και υλικό από τη δοκιμαστική τομή στον λόφο της Ακρολαμίας. Τα δείγματα αναλύθηκαν ως προς τη χημική τους σύσταση με τη μέθοδο φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων X (X-Ray Fluorescence spectroscopy - XRF) ενώ πραγματοποιήθηκε και κοκκομετρική ανάλυση στα δείγματα της Ακρολαμίας.

1.3 Μελέτη αρχαιολογικού τοπίου

Το τοπίο αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της συνολικής μελέτης της αρχαιολογίας, για μια δεδομένη περιοχή. Σε μια προσπάθεια διασύνδεσης των γεωμορφολογικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων μεταξύ τους μελετήθηκαν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, η κλίση, η έκθεση, το αιολικό δυναμικό και η διαθεσιμότητα καθαρού νερού, παράγοντες από τους οποίους είναι δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων για την επίδραση του τοπίου στην επιλογή χωροθέτησης των οικισμών και δραστηριοτήτων στην περιοχή.

Οι τρεις περιοχές μελέτης αφορούν την Αρχαία Θουρία στον Νομό Μεσσηνίας (Panagiotidis, et al., 2019) στην νοτιοδυτική Πελοπόννησο, την Ακρολαμία στον Νομό Φθιώτιδας στην Κεντρική Ελλάδα και τη Βυζαντινή πόλη του Μυστρά στον Νομό Λακωνίας. Για την ανάλυση των παραμέτρων του τοπίου στις περιοχές μελέτης, Αρχαία Θουρία (Δήμος Καλαμάτας), Ακρολαμία (Δήμος Λαμιέων), Μυστράς (Δήμος Σπάρτης), χρησιμοποιήθηκε το Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) ArcGIS Pro.

1.4 Φωτογραφική αποτύπωση του Αρχαιολογικού χώρου του Μυστρά με πτητικά μέσα

Η συνεχής εξέλιξη των ψηφιακών τεχνολογιών επιτρέπει την ψηφιακή αποτύπωση, μελέτη και διαχείριση των αρχαιολογικών χώρων και χώρων πολιτιστικής κληρονομιάς, με χρήση μέσων όπως μη επανδρωμένα αεροσκάφη, σαρωτές λείζερ, ισχυροί φορητοί ηλεκτρονικοί υπολογιστές, ολοκληρωμένοι γεωδαιτικοί σταθμοί. Με τη χρήση συστήματος μη επανδρωμένου αεροσκάφους (ΣμηΕΑ), γεωδαιτικού δέκτη (GNSS GPS) και εξειδικευμένου λογισμικού φωτογραμμετρίας και συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών (GIS, ΣΓΠ) αποτυπώθηκαν τα άνω των 50 στρεμμάτων του κηρυγμένου από την UNESCO αρχαιολογικού χώρου του Μυστρά. Στόχος του πέμπτου κεφαλαίου είναι η μελέτη αρχαιολογικών χώρων μέσω ψηφιακής απεικόνισης με ΣμηΕΑ. Η αποτύπωση εν συνεχεία αποτελεί εργαλείο για τη δημιουργία ψηφιακής γεωβάσης δεδομένων σε ΣΓΠ. Η γεωβάση με τη σειρά της χρησιμοποιείται ως εργαλείο αρχαιολογικής μελέτης και διάχυσης, ως εκπαιδευτικό εργαλείο και εργαλείο προβολής του αρχαιολογικού χώρου. Το τελικό προϊόν της μελέτης αναδεικνύει τη συμβολή των ψηφιακών τεχνολογιών στην κατανόηση, προβολή και διαχείριση αρχαιολογικών χώρων (Panagiotidis & Zacharias, 2020).

Η μελέτη ολοκληρώνεται με τέσσερα παραρτήματα που περιλαμβάνουν τις αναλυτικές πληροφορίες που αντιστοιχούν στα επιμέρους κεφάλαια της ΔΔ. Συγκεκριμένα,

Παράρτημα I: Κώδικας για τη διαδικτυακή εφαρμογή «Kalamata Action Map»

Παράρτημα II: Δεδομένα των δειγμάτων και δοκιμίων από τις αναλύσεις των ιζημάτων των δύο θέσεων Αρχαία Θουρία και Ακρολαμία.

Παράρτημα III: Χάρτες της μελέτης του αρχαιολογικού τοπίου των τριών θέσεων, Αρχαία Θουρία, Ακρολαμία και Μυστρά.

Παράρτημα IV: Πίνακες των δεδομένων από τη γεωβάση δεδομένων του αρχαιολογικού χώρου του Μυστρά καθώς και οι χάρτες της εφαρμογής.

Κεφάλαιο 2 Ανάδειξη και διαχείριση πολιτιστικής κληρονομιάς μέσω ψηφιακών εφαρμογών

Η εξέλιξη των ψηφιακών τεχνολογιών έθεσε την ανάγκη να καθοριστεί ένας επιπλέον χώρος πολιτιστικής κληρονομιάς. Η UNESCO εισήγαγε την έννοια της Ψηφιακής Κληρονομιάς το 2003 απαντώντας στην ανάγκη αυτή. Με τη Χάρτα για την Προστασία της Ψηφιακής Κληρονομιάς η UNESCO ορίζει τις έννοιες της Ψηφιακής Κληρονομιάς ως «μοναδικές πηγές της ανθρώπινης γνώσης και έκφρασης, που δημιουργήθηκαν ψηφιακά ή μετατράπηκαν σε ψηφιακή από υπάρχουσες αναλογικές πηγές» (UNESCO, 2003). Το ψηφιακό περιεχόμενο στο οποίο αναφέρεται η Χάρτα συμπεριλαμβάνει κάθε είδους ψηφιακού υλικού από κείμενα, βάσεις δεδομένων μέχρι ψηφιακών γραφικών και ιστοσελίδων. Διακρίνει επίσης και τη διαχρονικότητα του ψηφιακού υλικού αναγνωρίζοντας πως σε κάποιες περιπτώσεις πρόκειται για υλικό εφήμερο που απαιτεί αναπαραγωγή, συντήρηση και διατήρηση και αξίζει ανάλογης φροντίδας ως διατηρητέα κληρονομιά για τις επόμενες γενεές. Χαρακτηριστική είναι η αναφορά του γενικού γραμματέα επικοινωνίας και πληροφόρησης της UNESCO, Janis Karklins στο πλαίσιο του συνεδρίου «The Memory of the World in the Digital Ages: Digitization and Preservation», όπου συζητήθηκαν στρατηγικές διαχείρισης ψηφιακής πολιτιστικής κληρονομιάς με εκπροσώπους από όλους τους τομείς που εμπλέκονται στη δημιουργία, διατήρηση και προστασία της, πως η παγκόσμια καταγεγραμμένη κληρονομιά είτε έχει καταγραφεί σε πήλινη πινακίδα είτε σε ηλεκτρονική ταμπλέτα (clay tablet or electronic tablet) καθώς και οι μέθοδοι με τις οποίες μοιραζόμαστε το περιεχόμενο και τη γνώση, πρέπει να προστατεύονται (Karklins, 2013).

Η συνεχής ανάπτυξη μέσων προβολής και διάχυσης της ψηφιακής και όχι μόνο πολιτιστικής κληρονομιάς σε συνδυασμό με την ατέρμονη αύξηση της ίδιας της ψηφιακής πληροφορίας γέννησαν την ανάγκη ερμηνείας των μεθόδων και μέσων για την αναγνώριση, καταγραφή; παρουσίαση και διάδοση των ιδίων των Μνημείων Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Αυτή η ανάγκη πήρε μορφή με τη Χάρτα για την ερμηνεία και παρουσίαση των Μνημείων της Παγκόσμια Πολιτιστικής Κληρονομιάς (ICOMOS , 2008) που έθεσε τις αρχές για τον προσδιορισμό των βασικών στοιχείων για την κατανόηση των μνημείων πολιτιστικής κληρονομιάς.

Βασικό μέσο διάδοσης της ψηφιακής πληροφορίας που διασυνδέεται με την πολιτιστική κληρονομιά έχει πλέον αναγνωριστεί πως είναι οι έξυπνες κινητές συσκευές και πιο συγκεκριμένα τα κινητά τηλέφωνα (Fusion Research and Analytics, 2011; Wicks, 2015). Η αυξημένη διάθεση σε έξυπνες συσκευές κινητών τηλεφώνων καθώς και η συνεχής εξέλιξη

τους σε συνδυασμό με τις διαδεδομένες γρήγορες συνδέσεις στο διαδίκτυο καθιστούν τα κινητά τηλέφωνα ως το πιο εύχρηστο μέσο ενημέρωσης και παρουσίασης πληροφορίας. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση υλικού που αφορά μνημεία πολιτιστικής κληρονομιάς, εκθεσιακό υλικό μουσείων και αρχαιολογικούς χώρους. Η διασύνδεση των χώρων και μνημείων πολιτισμικής κληρονομιάς με το κοινό είναι επιτακτική και πρέπει να εξελίσσεται ταυτόχρονα με την τεχνολογία. Για τον λόγο αυτό η εισαγωγή ψηφιακού επικουρικού υλικού σε μουσεία και μνημεία είναι πλέον επιτακτική για την προσέγγιση και διατήρηση της διασύνδεσης με τον επισκέπτη ειδικά στις νεότερες ηλικίες.

Η επικοινωνία με τον επισκέπτη όμως είναι και αυτή εξελισσόμενη. Από ενημερωτική μετατρέπεται σε διαδραστική επικοινωνία με δραστηριότητες, παιχνίδια, πολυμεσικές εφαρμογές κ.ο.κ. Η μετάβαση αυτή απαιτεί προσεκτική διαχείριση ώστε να αποφευχθεί η υποβάθμιση του περιεχομένου και η αξία του μνημείου από την εκτεταμένη έκθεση αλλά και από την πιθανή λανθασμένη εκλαϊκευσή του. Με άλλα λόγια η εφαρμογές και τα ψηφιακά λειτουργούν επικουρικά, διασκεδάζουν, αλλά πρέπει πάντα να διατηρούν τεκμηριωμένο περιεχόμενο και να σέβονται την αυθεντικότητα του μνημείου ώστε να αποφεύγονται παρερμηνείες και παραποιήσεις. Το ψηφιακό υλικό ή μέσο παρουσίασης οφείλει να σέβεται τις πολιτισμικές αξίες, το φυσικό περιβάλλον των αρχαιολογικών χώρων όταν υπάρχει παρέμβαση στο χώρο και να λειτουργεί προς όφελος τόσο της προστασίας του μνημείου όσο και της διατήρησης της επικοινωνίας με το κοινό.

2.1 Τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας

Ο όρος Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality - AR) αναφέρεται σε τεχνολογίες που ενσωματώνουν ψηφιακά τρισδιάστατα αντικείμενα στο υπάρχον φυσικό περιβάλλον σε πραγματικό χρόνο, «επαυξάνοντάς» τον. Οι εφαρμογές είναι πολυάριθμες σε παιχνίδια, στην εκπαίδευση, στην ιατρική σε στρατιωτικές εφαρμογές κ.α. (Ronald, 1997) (Λέπουρας, κ.ά., 2015). Η επαυξημένη πραγματικότητα διαφέρει από την εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality). Στην περίπτωση της εικονικής πραγματικότητας ο χρήστης βυθίζεται σε μία ολοκληρωμένη ψηφιακή εμπειρία χωρίς να μπορεί να βλέπει τον πραγματικό κόσμο στον οποίο βρίσκεται. Αντίθετα η επαυξημένη πραγματικότητα επιτρέπει στους χρήστες να κινούνται και να βλέπουν τον πραγματικό κόσμο που τους περιβάλλει εμπλουτίζοντάς τον με εικονικά - ψηφιακά αντικείμενα (Milgram & Kishino, 1994).

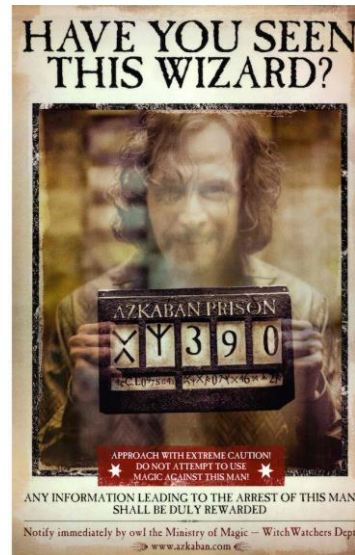
Η πρώτη προσέγγιση υπέρθεσης πληροφορίας σε υπάρχουσες διαδικασίες παρουσιάστηκε από το Ιβάν Σάδερλαντ με την «υπέρτατη οθόνη» και τη συσκευή «το ξίφος του Δαμοκλή».

Η συσκευή υπερθέτει τρισδιάστατη πληροφορία στο οπτικό πεδίο του χρήστη μέσω της οπτικής διάφανης οθόνης κεφαλής (Sutherland, 1965). Από την πρώτη αυτή παρουσίαση συσκευής που μπορεί να προσθέσει νέα δεδομένα στον κόσμο του χρήστη πέρασαν αρκετές δεκαετίες ανάπτυξης της τεχνολογίας, των υπολογιστικών συστημάτων, των ασύρματων επικοινωνιών του διαδικτύου καθώς και της διάδοσης του (Panagiotidi & Georgatos, 2006). Μόλις το 1990 χρησιμοποιήθηκε ο όρος «Επαυξημένη Πραγματικότητα» από τον Thomas Caudell ερευνητή της Boeing όταν κλήθηκε να βρει λύση στις κοστοβόρες σημάνσεις που χρησιμοποιούσε μέχρι τότε η βιομηχανία αεροσκαφών κατά την παραγωγή αεροπλάνων. Πρότειναν μαζί με τον συνεργάτη του David Mizell την αντικατάσταση της ογκώδους σήμανσης από ξύλο που περιελάμβανε ξεχωριστά σχεδιασμένες οδηγίες για κάθε αεροσκάφος και καθοδηγούσε τους εργάτες στον βιομηχανικό χώρο σε κάθε στάδιο της κατασκευής, με ψηφιακή σήμανση. Συγκεκριμένα, τοποθετήθηκε ειδικά κατασκευασμένη συσκευή κεφαλής που εμφάνιζε τις σχηματικές οδηγίες κάθε σκάφους μέσω γυαλιών υψηλής τεχνολογίας και πρόβαλλε τις οδηγίες σε επαναχρησιμοποιούμενες σανίδες χωρίς να απαιτείται παρέμβαση στον φυσικό χώρο τους εργοταξίου (Caudell & Mizell, 1992).

Η πρώτη λειτουργική εφαρμογή τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας αναπτύχθηκε από τον Louis Rosenberg το 1992. Το σύστημα τήλε - παρουσίας «Εικονικές Σταθερές» (Virtual Fixtures) χρησιμοποιήθηκε από την Αμερικανική Πολεμική Αεροπορία για εκπαιδευτικούς σκοπούς και αποτέλεσε ένα είδος απομακρυσμένης εκτέλεσης εργασιών. Πρόβαλλε τις δεξιότητες χειρισμού του χρήστη σε ένα απομακρυσμένο περιβάλλον με ταυτόχρονη αισθητήρια ανατροφοδότηση του χειριστή ενισχύοντας έτσι την αίσθηση της παρουσίας του στο απομακρυσμένο σημείο. Το σύστημα του Rosenberg, ριζοσπαστικό για την εποχή του, εμφάνιζε σταθερές (fixtures) για να καθοδηγεί τον χρήστη στην εκάστοτε αποστολή του μέσω μεγάλων γραμμάτων που προβάλλονταν στη συσκευή (Rosenberg, 1992).

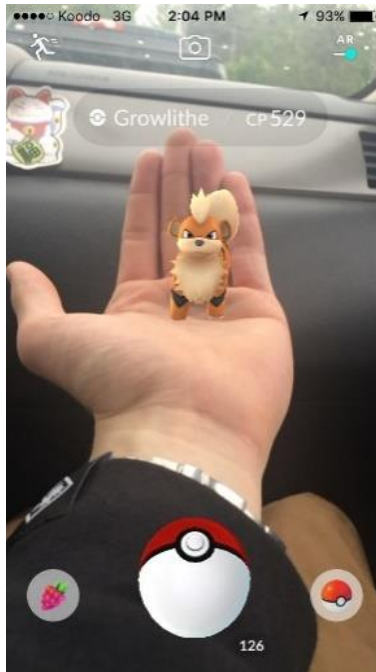
Ο χώρος άλλαξε το 1999 όταν ο Hirokazu Kato δημοσίευσε την ανοιχτού λογισμικού εργαλειοθήκη επαυξημένης πραγματικότητας ARToolKit. Το ARToolKit για πρώτη φορά επέτρεψε την καταγραφή του φυσικού κόσμου μέσω κάμερας να συνδυαστεί με την αλληλεπίδραση ψηφιακών αντικειμένων δημιουργώντας ένα τρισδιάστατο γραφικό που μπορούσε να λειτουργήσει σε υπέρθεση σε οποιοδήποτε λειτουργικό σύστημα. Έτσι η Επαυξημένη Πραγματικότητα ξέφυγε από τα ερευνητικά εργαστήρια και έγινε προσβάσιμη σε προγραμματιστές και επομένως την αγορά παιχνιδιών και λογισμικού (Hirokazu & Billinghurst, 1999).

Το έτος 2004 κυκλοφόρησε η τρίτη κατά σειρά ταινία του δημοφιλούς ήρωα Χάρι Πότερ «Ο Αιχμάλωτος του Άσκαμπαν». Στη διάρκειά της, προβάλλεται μία αφίσα καταζητούμενου, του οποίου η φωτογραφία δεν είναι στατική και φαίνεται να κινείται μέσα στο κάδρο της πραγματικότητας (IMDB, 2019) (Εικόνα 2.1 Εικόνα 2.1). Η «μαγεία» της κινηματογραφικής αυτής σκηνής είναι σήμερα εφικτή μέσω της τεχνολογίας της Επαυξημένης Πραγματικότητας.



Εικόνα 2.1 Στιγμιότυπο αφίσας του καταζητούμενου στην ταινία Χάρι Πότερ Πηγή: http://www.mugglenet.com/wp-content/uploads/2018/04/Sirius-Black-Wanted-Poster_Heritage-Auctions-2.jpeg

Η περαιτέρω εξέλιξη στον χώρο της επαυξημένης πραγματικότητας την επόμενη δεκαετία ήταν αργή μέχρι το 2008 και την εμφάνιση των έξυπνων κινητών συσκευών στην αγορά. Οι έξυπνες συσκευές κινητής τηλεφωνίας δημιούργησαν έναν καινούργιο τομέα ανάπτυξης εφαρμογών με αποτέλεσμα η επαυξημένη πραγματικότητα να βρει διάυλο επικοινωνίας με τον μέσο χρήστη. Η κυκλοφορία του παιχνιδιού Pokémon Go από τη Niantic το 2016, έφερε επανάσταση στη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας σε συσκευές κινητών τηλεφώνων. Μέσα στις πρώτες δύο ημέρες κυκλοφορίας του στις Η.Π.Α. το παιχνίδι είχε εγκατασταθεί στο 5% των συσκευών Android στη χώρα (Reuters, 2016), ενώ κατά το πρώτο έτος διάθεσής εγκαταστάθηκε σε περίπου 65 εκατομμύρια συσκευές ανά μήνα (Webster, 2019). Το παιχνίδι αναγνωρίζει την τοποθεσία του παίκτη Και ανταποκρίνεται εξαιρετικά στην αλλαγή θέσης επιτρέποντας στους χρήστες να κυνηγούν ψηφιακά τέρατα μέσα από την οθόνη του κινητού τους σε πραγματικό χρόνο στον φυσικό κόσμο ενώ περπατούν (Εικόνα 2.2). Οι διαστάσεις διάδοσης του παιχνιδιού προσέφεραν μεγάλη δημοσιότητα στην τεχνολογία συστήνοντας έτσι κάθε σπίτι με την έννοια της επαυξημένης πραγματικότητας.



Εικόνα 2.2 Στιγμιότυπο οθόνης εφαρμογής Pokemon go Πηγή:
https://www.reddit.com/r/pokemongo/comments/6hnl1u/screenshot_pok%C3%A9mongoigotthatinthepalmof/

Εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας αναπτύσσονται σε δύο τύπους. Ο πρώτος βασίζεται στη χρήση δεικτών (marker based) και η δεύτερη στη χρήση της τοποθεσίας του χρήστη, δηλαδή της συσκευής (location based). Οι εφαρμογές με χρήση δεικτών βασίζονται σε τεχνολογία αναγνώρισης εικόνων (image recognition). Στοχεύοντας την εικόνα/δείκτη με την κάμερα της συσκευής, μόλις αναγνωριστεί από τη συσκευή η εφαρμογή φορτώνει και επικαλύπτει τον δείκτη με το ψηφιακό υλικό που έχει αντιστοιχηθεί. Στην περίπτωση ανάπτυξης εφαρμογών με χρήση δεικτών, οι δείκτες πρέπει να κοινοποιούνται στους χρήστες εκ των προτέρων ώστε να τους αναζητήσουν στο χώρο.

Στην περίπτωση των εφαρμογών που αναπτύσσονται με βάση την τοποθεσία εκμεταλλεύονται το ενσωματωμένο Παγκόσμιο Σύστημα Στιγματοθέτησης (GPS), του επιταχυνσιόμετρου ή και της πυξίδας της συσκευής για να αναγνωρίσουν τη θέση του χρήστη και υπερθέτουν το ψηφιακό υλικό που έχει αντιστοιχηθεί στο σημείο αυτό στην οθόνη. Με τη γρήγορη εξέλιξη των ταχυτήτων σύνδεσης, της προσβασιμότητας στο διαδίκτυο καθώς και τη διάθεση όλο και φθηνότερων και καλύτερων τεχνολογιών έξυπνων συσκευών κινητών τηλεφώνων, η επαυξημένη πραγματικότητα βρίσκει περισσότερες εφαρμογές και περισσότερους χρήστες.

Η χρήση της εντοπίζεται καθημερινά σε ποικίλες εφαρμογές όπως στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης που εκμεταλλεύονται τους αλγορίθμους αναγνώρισης προσώπων και προσθέτουν ψηφιακά χαρακτηριστικά στην εικόνα ενός πραγματικού προσώπου που αναγνωρίζεται από

την κάμερα της φωτογραφικής μηχανής. Εμπορικά καταστήματα προσφέρουν εφαρμογές, όπως η εικονική διακόσμηση με ίδια προϊόντα που ο χρήστης μπορεί να τοποθετήσει στον χώρο του. Οι εφαρμογές ολοένα και εξελίσσονται και η μεγαλύτερη πρόκληση στην πλήρη και άκοπη ενσωμάτωση της επαυξημένης πραγματικότητας στην καθημερινή χρήση των ψηφιακών μας συσκευών είναι η ανερχόμενη τεχνολογία αναγνώρισης θέσης και κίνησης, ώστε καθώς ο χρήστης κινείται στο φυσικό κόσμο η συσκευή να γνωρίζει διαρκώς που βρίσκεται και να ενσωματώνει σε αυτό τα τρισδιάστατα ψηφιακά στοιχεία.

2.2 Επαυξημένη πραγματικότητα στον πολιτισμό

Οι εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας είναι πολυάριθμες όπως και τα πεδία εφαρμογής τους και γρήγορα εισήχθησαν και στον χώρο του Πολιτισμού. Οι πρώτες εφαρμογές με τη χρήση δεικτών αναπτύχθηκαν σε μουσειακούς χώρους όπως και σε εξωτερικά μνημεία με τη μορφή QR (Quick Response) codes (DENSO ADC, 2011). Τα QR codes αποτελούν γραμμωτούς κώδικες (barcodes) δύο διαστάσεων. Οι δύο διαστάσεις αναφέρονται στην ικανότητα του QR κώδικα να φέρει πληροφορία κωδικοποιημένη τόσο την οριζόντια κατεύθυνση όσο και στην κατακόρυφη δημιουργώντας πλέγματα ενοτήτων που μπορούν να συμπεριλάβουν την πληροφορία. Σε αντίθεση με τα μονοδιάστατα barcodes που σχεδιάστηκαν να αναγνωρίζονται από σαρωτές λεπτής ακτινοβολίας τα QR codes ανιχνεύονται από δισδιάστατο ψηφιακό ανιχνευτή εικόνας και αναλύονται ψηφιακά διαμέσου προγραμματισμένου επεξεργαστή. Ο επεξεργαστής εντοπίζει τα τρία τετράγωνα που υπάρχουν στις κορυφές της εικόνας QR και με τη χρήση του τέταρτου μικρότερο τετραγώνου στην τέταρτη κορυφή κανονικοποιεί την εικόνα ως προς το μέγεθος, τον προσανατολισμό και τη γωνία προβολής. Οι πολυάριθμες μικρές κουκίδες στην εικόνα QR μετατρέπονται εν συνεχεία σε δυαδικούς αριθμούς και επικυρώνονται μέσω αλγορίθμου διόρθωσης σφαλμάτων. Τα QR codes έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα στη χρήση τους, εισάγονται στον χώρο εύκολα χωρίς παρεμβάσεις είτε σε μουσεία είτε εξωτερικούς χώρους. Είναι ιδιαίτερα εύχρηστοι στην ανάγνωση αφού διαβάζονται από οποιαδήποτε κάμερα έξυπνου τηλεφώνου αρκεί να έχει εγκατεστημένη εφαρμογή ανάγνωσης QR code. Οι δείκτες οδηγούν τον χρήστη μέσα από την εφαρμογή σε ηλεκτρονικούς συνδέσμους, πληροφορίες σε μορφή κειμένου, διευθύνσεις ιστοσελίδων, διευθύνσεις ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, τηλεφωνικούς αριθμούς κλπ. Σημαντικό χαρακτηριστικό τους είναι πως ακόμη και αν ένα μέρος του δείκτη έχει αλλοιωθεί αναγνωρίζεται και πάλι από την εφαρμογή δίνοντας και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής στους δείκτες αλλά και ευελιξία στη χρήση τους.

Με τη χρήση των δεικτών QR μπορεί να ξεναγηθεί ο επισκέπτης ενός μουσείου στις συλλογές του, μπορεί να παίξει ένα κυνήγι θησαυρού αναζητώντας τους δείκτες στο πλαίσιο του παιχνιδιού κοκ. Η αισθητική τους όμως σε μερικές περιπτώσεις λειτουργεί αποτρεπτικά στη χρήση τους σε χώρους πολιτισμού. Βασικό ζήτημα διαχρονικό είναι πως δεν έχει βγει μέχρι σήμερα συσκευή κινητού τηλεφώνου με ενσωματωμένη εφαρμογή σάρωσης QR κωδικών κάτι που οδηγεί στη μειωμένη χρήση τους (Cuseum.com, 2016). Η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας με τη χρήση δεικτών εξελίσσεται και πέραν των QR codes, δείκτες για την ενεργοποίηση επαυξημένου περιεχομένου μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλες εικόνες όπως το σώμα ενός αγγείου, ένα μέρος ενός κτηρίου ή μνημείου κλπ. Στην περίπτωση αυτή ενεργοποιώντας για παράδειγμα το επαυξημένο περιεχόμενο μέσω της απομόνωσης από την κάμερα της συσκευής ενός αγγείου στην προθήκη ενός μουσείου επιτρέπει να προβάλλεται η αρχική του μορφή, χωρίς ελλείψεις, ρωγμές και φθορά. Το επαυξημένο περιεχόμενο μπορεί να αποτελείται από μία εικόνα μέχρι σύνθετο οπτικοακουστικό υλικό, μια εφαρμογή διαδραστική, τύπου animation ή ακόμη και ένα παιχνίδι. Η ύπαρξη τέτοιων εφαρμογών σε χώρους πολιτισμού λειτουργεί υποστηρικτικά σε συμβατικές ξεναγήσεις προβολές ή αναπαραστάσεις ιστορικού και αρχαιολογικού περιεχομένου ενισχύοντας με αυτόν τον τρόπο τη δυναμική των μουσειακών εκθέσεων, τον χρόνο διάδρασης των επισκεπτών με το υλικό και τελικά την καλύτερη κατανόησή του (Giuseppantonio Di Franco, et al., 2015). Τα Παραδείγματα Μουσείων που υιοθέτησαν τη χρήση τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας για την προβολή των εκθεμάτων, την ξενάγηση στον χώρο ακόμη και στις εκπαιδευτικές τεχνικές παρουσίασης σε παιδιά και φοιτητές είναι πολλά (Petrucco & Agostini, 2016; Sylaiou, et al., 2005). Βραβευμένο για την καινοτομία του, το Μουσείο Τηλεπικοινωνιών του Ομίλου ΟΤΕ που ενσωματώνοντας τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας στη μόνιμη συλλογή του, αφηγείται την ιστορία της επικοινωνίας των ανθρώπων από τις φρυκτωρίες, έως τον τηλέγραφο, το τηλέφωνο, τους δορυφόρους κοκ (Μουσείο Τηλεπικοινωνιών Ομίλου ΟΤΕ, 2020). Ο επισκέπτης ξεναγείται στον εκθεσιακό χώρο ενώ παράλληλα ενεργοποιώντας το ψηφιακό υλικό μέσω της εφαρμογής προβάλλει στον ίδιο χώρο το επιπλέον ψηφιακό υλικό, όπως καλωσόρισμα από τον εφευρέτη του τηλεφώνου, τον Graham Bell, παρουσίαση του τηλέγραφου από τον Samuel Morse, εφευρέτη του τηλέγραφου κλπ.

Η εφαρμογή England's Historic Cities χρησιμοποιεί επαυξημένη τεχνολογία για να αλληλοεπιδράσει με τουρίστες σε 12 ιστορικές πόλεις και μνημεία στη Μεγάλη Βρετανία όπου Ο επισκέπτης μπορεί να ξεναγηθεί με τη βοήθεια ψηφιακού ξεναγού υπό τη μορφή

γνωστών ιστορικών προσώπων. Για παράδειγμα στο Ρωμαϊκό Αμφιθέατρο ο εκατόνταρχος Marcus Aurelius Nepos αφηγείται την αιματηρή πολεμική ιστορία της Αγγλίας στη θέση αυτή (England's Historic Cities, 2020). Αντίστοιχα, αρχαιολογικοί χώροι προβάλλουν μέσω κινητού τηλεφώνου; συσκευής; στο πραγματικό περιβάλλον την ψηφιακή αποκατάσταση κάποιου μνημείου ή του ευρύτερου περιβάλλοντος σε πραγματικό χρόνο, στον φυσικό χώρο. Στην Κίνα αναπτύχθηκε εφαρμογή για την υπέρθεση μέσω έξυπνης συσκευής του ανακατασκευασμένου Παλαιού Θερινού Παλατιού στο Πεκίνο (Yuanmingyuan Palace) (Fujing, 2020). Στην Αρχαία Πομπηία ο επισκέπτης έχει τη δυνατότητα να νοικιάσει συσκευή επαυξημένης πραγματικότητας (AR glasses) και καθώς περιηγείται στον αρχαιολογικό χώρο να επωφελείται της ξενάγησης και υπέρθεσης ψηφιακού υλικού. Έτσι Γίνονται ορατά ανακατασκευασμένα κτήρια, αποκατεστημένα ψηφιακά, και εσωτερικοί χώροι επαυξημένα στο φυσικό περιβάλλον (Augmented Reality Tour, 2020).

Μια διαφορετική προσέγγιση της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας είναι και η χρήση της σε έντυπα που προσφέρει μια επιπλέον διάσταση στην προβολή υλικού εκπαιδευτικού, πολιτιστικού ή με διαφημιστικό περιεχόμενο (Margaritopoulos & Georgiadou, 2019). Παραδοσιακά η προβολή και διάχυση εκθέσεων, εκδηλώσεων και άλλων πολιτιστικών δρώμενων υλοποιείται μέσω διαφημιστικών σποτ στο ραδιόφωνο και την τηλεόραση, με διαδικτυακές διαφημίσεις και με τη χρήση διαφημιστικών εντύπων όπως φυλλάδια και αφίσες. Η προσθήκη στο έντυπο υλικό ψηφιακού περιεχομένου με τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας επιφέρει αρχικά στην πιο απλή της μορφή εξοικονόμηση χώρου στο εκτυπωμένο έντυπο π.χ. στην περίπτωση χρήσης QR codes για την παραπομπή σε υλικό ιστοσελίδας, ενώ σημαντικότερο ενισχύει την εμπειρία του θεατή/επισκέπτη διασυνδέοντας πολυμεσικό υλικό όπως φωτογραφίες, βίντεο ή και τρισδιάστατες εικόνες, με το έντυπο σε πραγματικό χρόνο μέσω κινητής συσκευής τηλεφώνου (Yong, et al., 2020). Στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας αναπτύσσονται και προστίθενται με μεγάλη επιτυχία σε αφίσες επιστημονικών συνεδρίων. Διαγράμματα, εικόνες, τρισδιάστατο υλικό επαυξάνει το τυπωμένο περιεχόμενο της αφίσας μετατρέποντας την ανάγνωση και συζήτηση του συνέδρου σε εμπειρία (Cai, et al., 2014).

2.3 Η Αφίσα Επαυξημένης Πραγματικότητας «Καλαμάτα 1821: Δρόμοι Ελευθερίας»

Στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος «ΚΑΛΑΜΑΤΑ 1821- Δρόμοι Ελευθερίας», σύμπραξη τριών φορέων: του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου (συντονιστής), της Κοινωφελούς Επιχείρησης του Δήμου Καλαμάτας «ΦΑΡΙΣ» και της κινηματογραφικής εταιρείας «VIEWMASTER Films A.E.», έργο που υλοποιείται στα πλαίσια του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία» του Υπουργείου Οικονομίας και Ανάπτυξης χρηματοδοτούμενο από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο και ενταγμένο στη δράση «Ερευνώ – Δημιουργώ – Καινοτομώ» δημιουργήθηκαν σειρά ψηφιακών εφαρμογών. Βασικός στόχος του «Καλαμάτα 1821: Δρόμοι Ελευθερίας» είναι η μελέτη, ανάδειξη και διασύνδεση των ιστορικών, πολιτισμικών και οικονομικό-κοινωνικών στοιχείων που οδήγησαν στη απελευθέρωση της πόλης της Καλαμάτας στις 23 Μαρτίου 1821. Τα τρία παραδοτέα του έργου περιλαμβάνουν

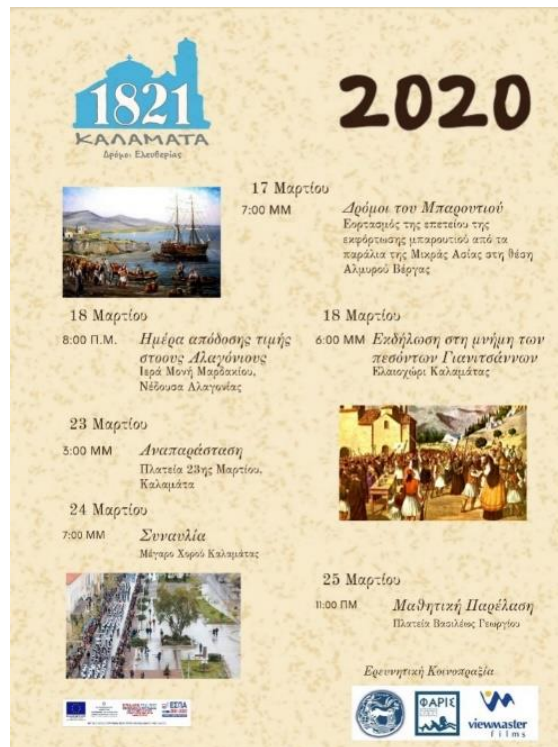
1. την παραγωγή δραματοποιημένου ντοκιμαντέρ,
2. την παρουσίαση σειρά πολιτιστικών δρώμενων στην πόλη και
3. τη σχεδίαση και υλοποίηση ψηφιακών εφαρμογών διάχυσης της ιστορικής και πολιτιστικής πληροφορίας.

Το ντοκιμαντέρ αφορά ταινία μεγάλου μήκους που μέσα από μία σύγχρονη ματιά αφηγείται τα γεγονότα του «'21» σε πολυδιάστατο επίπεδο ενσωματώνοντας εκτός της ιστορικής πληροφορίας και στοιχεία αρχιτεκτονικής, μουσικής, διατροφής κλπ., ώστε να παρουσιάζει πολύπλευρα την εικόνα της εποχής. Αντίστοιχα, η ερευνητική κοινοπραξία κλήθηκε να «ανάσκηνοθετήσει» τα παραστατικά δρώμενα στην πόλη με κορυφαία εκδήλωση την Αναπαράσταση της Απελευθέρωσης της Καλαμάτας στις 23 Μαρτίου κάθε έτους. Τα αναδιαμορφωμένα καθώς και τα νεοϊδρυθέντα δρώμενα στην πόλη της Καλαμάτας αποσκοπούν στην ενίσχυση της σκηνοθεσίας των ‘αφηγημάτων’ της περιόδου, αλλά και στο να δοθεί έναυσμα για τη μεγαλύτερη συμμετοχή επισκεπτών και κατοίκων. Οι εκδηλώσεις και τα δρώμενα του Μαρτίου σε συνεργασία με την ψηφιακή πλατφόρμα θεσμοθέτησαν μια παρακαταθήκη πολιτιστικών, εμπορικών και τουριστικών δράσεων, διαχρονικό σημείο αναφοράς για την πόλη.

Εφαρμόζοντας την καινοτόμα τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας σε έντυπα δημιουργήθηκε η αφίσα με το ημερολόγιο των πολιτιστικών δρώμενων και εκδηλώσεων του «Καλαμάτα 1821: Δρόμοι Ελευθερίας» για τον Μάρτιο του 2020. Η αφίσα περιλάμβανε τις

έξι βασικές εκδηλώσεις που πραγματοποιεί ο Δήμος Καλαμάτας, τους «Δρόμους του Μπαρουτιού», την «ημέρα Απόδοσης τιμής στους Αλαγόνιους», την «Εκδήλωση στη Μνήμη των πεσόντων Γιανιστάννων», την «Αναπαράσταση της Απελευθέρωσης της Καλαμάτας», την επετειακή συναυλία καθώς και τη μαθητική παρέλαση στις 25 Μαρτίου. Το τυπωμένο υλικό ενισχύθηκε με περιεχόμενο επαυξημένης πραγματικότητας, σύμπραξη κλασικής καμπάνιας προβολής με ενσωματωμένες τεχνολογικές εφαρμογές, στοιχεία δηλαδή στην προκειμένη περίπτωση, επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality - AR) (Gervautz & Schmalstieg, 2012), με στόχο την ανάρτησή του σε εξειδικευμένα σημεία ανακοινώσεων σε δημόσιους χώρους της πόλης της Καλαμάτας, σε ιδιωτικά καταστήματα αλλά και σε σημεία επικοινωνίας στον ευρύτερο Δήμο.

Η αφίσα του Μαρτίου 2020 (Εικόνα 2.3) σχεδιάστηκε αρχικά σαν μακέτα με τη χρήση διαδικτυακού προγράμματος σχεδιασμού εντύπων, Canva. Το Canva αποτελεί πλατφόρμα σχεδιασμού γραφικών, με ελεύθερη πρόσβαση σε χιλιάδες πρότυπα (Canva, 2020). Το αρχείο εικόνας της μακέτας αποτέλεσε τη βάση για την ανάπτυξη των στοιχείων επαυξημένης πραγματικότητας. Τρία ευδιάκριτα στοιχεία του εντύπου, στην προκειμένη περίπτωση τρεις εικόνες, λειτουργούν ως δείκτες (triggers) ή στόχους (targets) περιεχομένου επαυξημένης πραγματικότητας. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε μέσω του εξειδικευμένου λογισμικού ανάπτυξης δισδιάστατων και τρισδιάστατων παιχνιδιών υψηλής ποιότητας, το Unity3D (Unity3D, 2020). Το λογισμικό Unity3D αποτελεί κορυφαία πλατφόρμα ανάπτυξης παιχνιδιών και εφαρμογών και υποστηρίζει σημαντικό αριθμό επιπρόσθετων προγραμμάτων για την ανάπτυξη διαφορετικών τύπων περιεχομένου όπως επαυξημένης πραγματικότητας, εικονικής πραγματικότητας κλπ. Συνεργάζεται με επιπρόσθετες βιβλιοθήκες και λογισμικά για την ανάπτυξή του (Unity3D, 2020). Η αφίσα επαυξημένης πραγματικότητας αναπτύσσεται μέσω του Unity 3D και του λογισμικού ανάπτυξης περιεχομένου επαυξημένης πραγματικότητας Vuforia (augmented reality software development kit -AR SDK) (Vuforia, 2020). Το SDK της Vuforia αποτελεί μία πολύπλευρη και δημοφιλή πλατφόρμα ανάπτυξης περιεχομένου επαυξημένης πραγματικότητας. Συνεργάζεται και ενσωματώνεται εύκολα με την Unity και μπορεί να εγκατασταθεί ταυτόχρονα κατά την επιλογή των παραμέτρων ανάπτυξης κώδικα.



Εικόνα 2.3 Μακέτα αφίσας ημερολογίου εκδηλώσεων Μαρτίου 2020

Η πλατφόρμα του SDK της Vuforia περιλαμβάνει τη μηχανή Vuforia, τα εργαλεία της πλατφόρμας και τις υπηρεσίες Cloud. Με τη μηχανή Vuforia συνδέεται στατικά η εφαρμογή μέσω του χρήστη SDK και παρέχει τη βιβλιοθήκη για την ανάπτυξη του κώδικα. Τα εργαλεία της πλατφόρμας καλύπτουν ανάγκες που σχετίζονται με τη δημιουργία και διαχείριση δεικτών όπως τον Διαχειριστή Στόχων (Target Manager), το εργαλείο Παραγωγής Μοντέλων Στόχων της Vuforia (Vuforia Model Target Generator) και ο Σαρωτής Αντικειμένων της Vuforia (Vuforia Object Scanner) (Vuforia, 2020). Ο Διαχειριστής Στόχων μετατρέπει εικόνες σε μορφοποίηση κατάλληλη για λειτουργία ως δείκτες περιεχομένου επαυξημένης πραγματικότητας και τις αποθηκεύει σε βάση δεδομένων συνδεδεμένη με τον χρήστη στο Cloud. Το εργαλείο παραγωγής Μοντέλων Στόχων της Vuforia μετατρέπει υπάρχοντα τρισδιάστατα μοντέλα σε βάσεις δεδομένων της Μηχανής Vuforia (Vuforia Engine) που μπορούν εν συνεχεία να χρησιμοποιηθούν ως μοντέλα στόχων. Ο Σαρωτής Αντικειμένων της Vuforia αποτελεί εφαρμογή σε συσκευές Android που σαρώνει πραγματικά αντικείμενα. Αποτέλεσμα της σάρωσης είναι ένα αρχείο τύπου Object Data (*.OD) που εμπεριέχει όλη την πρωτογενή πληροφορία απαραίτητη για τον ορισμό ενός αντικειμένου στόχου, από όλες του τις πλευρές, από τον Διαχειριστή Στόχων καθώς και επιτρέπει τη δημιουργία στόχων από τρισδιάστατα μοντέλα αντικειμένων με τη βοήθεια του Vuforia Object Scanner με, τη διαχείριση βάσεων δεδομένων δεικτών καθώς και την εξασφάλιση αδειών χρήσης τους (Vuforia, 2020).

Η είσοδος στην πλατφόρμα της Vuuforia είναι δωρεάν απαιτείται όμως λογαριασμός χρήστη προγραμματιστή για την πρόσβαση στα διαδικτυακά εργαλεία ενώ τα προϊόντα της εμπεριέχουν το υδατογράφημα της εταιρείας. Η μετατροπή εικόνας σε δείκτη ενεργοποίησης επαυξημένου ψηφιακού περιεχομένου πραγματοποιείται μέσω της ίδιας της πλατφόρμας και του εργαλείου Διαχείρισης Δεικτών (Target Manager). Ο διαχειριστής δεικτών αναγνωρίζει το αρχείο και το επεξεργάζεται ώστε να αποκτήσει κατάλληλη κωδικοποίηση και εν συνεχεία να αποτελέσει δείκτη ενεργοποίησης επαυξημένου περιεχομένου. Αξιολογεί την ποιότητα και διακριτική ικανότητα της εικόνας, κατά πόσο δηλαδή είναι αναγνωρίσιμη και διαφέρει αρκετά ώστε να αποτελέσει σημείο αναφοράς της εφαρμογής. Έχοντας υπόψη τους δύο αυτούς παράγοντες ο διαχειριστής βαθμολογεί την εικόνα σε κλίμακα από 1 έως 5 αστέρια. Εικόνες με χαμηλή αξιολόγηση 1 και 2 δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες περιεχομένου επαυξημένης πραγματικότητας. Στη συνέχεια ο διαχειριστής ανεβάζει την εικόνα στη βάση δεδομένων δεικτών της Vuuforia και ο προγραμματιστής κατεβάζει το επεξεργασμένο αρχείο σε μορφοποίηση τύπου asset που κατεβαίνει τοπικά προς χρήση ως αρχείο .zip ή .unitypackage. Το αρχείο είναι έτοιμο προς χρήση στο περιβάλλον του Unity 3D και αποθηκεύεται εντός του αρχείου στοιχείων (assets).

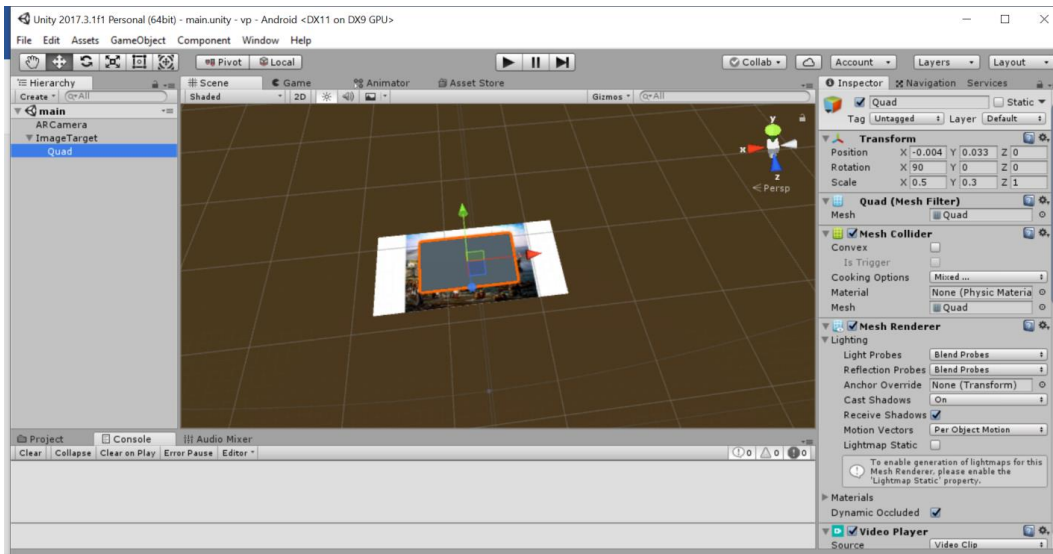
Η δημιουργία δεικτών περιεχομένου επαυξημένης πραγματικότητας αποτελεί ένα από τα στάδια της ανάπτυξης της αφίσας. Οι δείκτες χρησιμοποιούνται στο περιβάλλον Unity 3D. Στην περίπτωση μελέτης, της αφίσας επαυξημένης πραγματικότητας, οι δείκτες χρησιμοποιούνται μαζί με τη μακέτα του ημερολογίου σε μορφή εικόνας. Η μακέτα της αφίσας αποτελεί το υπόβαθρο πάνω στο οποίο θα αναπτυχθεί περαιτέρω η εφαρμογή. Αυτό συμβαίνει στο περιβάλλον του λογισμικού Unity 3D που προσομοιώνει έναν τρισδιάστατο χώρο με μία κάμερα, έναν ιχνηλάτη, έναν μετατροπέα εικόνας καθώς και έναν ανιχνευτή (tracker). Κάθε μέρος είναι αναπόσπαστο στην ανάπτυξη μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας και διατίθενται στο πλαίσιο του λογισμικού Unity 3D. Η κάμερα μεταδίδει περιεχόμενο στον ιχνηλάτη με βάση τις οδηγίες του προγραμματιστή ως προς την έναρξη και λήξη της λήψης. Ο μετατροπέας εικόνας με τη σειρά του μετατρέπει την εικόνα σε κατάλληλη μορφή Open GL καθώς και για εσωτερική ανίχνευση. Ο ανιχνευτής (tracker) περιέχει τους αλγορίθμους ηλεκτρονικής όρασης που παρακολουθούν και ανιχνεύουν εικόνες του φυσικού κόσμου στο πλαίσιο βίντεο κάμερας. Την αναλυτική λειτουργία του συστήματος κάμερας, ιχνηλάτη, μετατροπέα, ανιχνευτή παρουσιάζουν οι Linowes και Babilinski (Linowes & Babilinski, 2017).

Η ανάπτυξη της εφαρμογής στο περιβάλλον του Unity 3D ξεκινά με τη φόρτωση της κάμερας επαυξημένης πραγματικότητας (augmented camera) και στη συνέχεια εισάγεται η εικόνα ενεργοποιητής. Στη μελέτη περίπτωσης της αφίσας του ημερολογίου του Μαρτίου 2020 χρησιμοποιήθηκαν τρεις εικόνες, δύο πίνακες του ζωγράφου Ευάγγελου Δράκου ¹, που αναφέρονται παρακάτω, και το λογότυπο του έργου «Καλαμάτα 1821: Δρόμοι Ελευθερίας». Οι εικόνες έχοντας προηγουμένως μετατραπεί σε αρχεία στόχους της Vuuforia από τη βάση δεδομένων μέσω του Target Manager, εμφανίζονται στο πλαίσιο εργασίας και ρυθμίζονται χωροταξικά στο κατάλληλο μέγεθος, κατεύθυνση και επίπεδο ανάλογα με την ανάγκη της εφαρμογής.

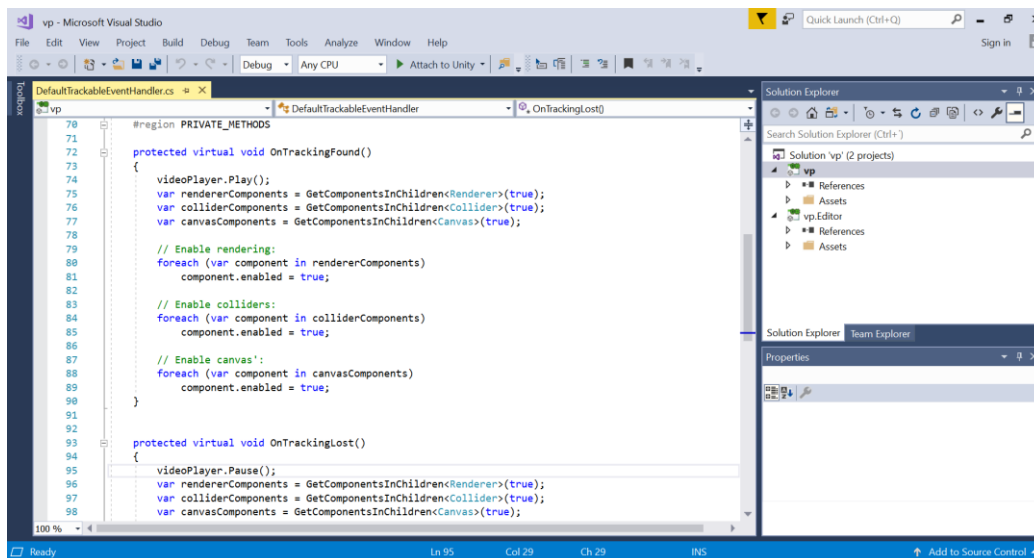
Για τη χρήση βίντεο, ως το περιεχόμενο που θα προβάλλει το στοιχείο επαυξημένης πραγματικότητας, απαιτείται η προσθήκη επιπλέον ενδιαμέσου αντικειμένου, τρισδιάστατου ορθογωνίου παραλληλεπίπεδου που λειτουργεί ως οθόνη προβολής του βίντεο. Το αρχείο βίντεο εισάγεται ως στοιχείο σε μορφή .mp4 και συνδέεται με το παραλληλεπίπεδο (Εικόνα 2.4). Με μερικές ρυθμίσεις στο πρόγραμμα προβολής του στοιχείου βίντεο, εντολές Play και Pause αντίστοιχα (Εικόνα 2.5), συντονίζεται η έναρξη του βίντεο με την αναγνώριση του κατάλληλου ενεργοποιητή - εικόνας και την παύση του βίντεο όταν χάνεται η επαφή με τον ενεργοποιητή μέσω της κάμερας της συσκευής.

¹ Ευάγγελος Δράκος (1913-1972), Ζωγράφος από τον Αγ. Νικόλαο Βοιών Λακωνίας. Τελείωσε το Γυμνάσιο στην Καλαμάτα όπου εγκαταστάθηκε με την οικογένειά του το 1922. Απόφοιτος της Σχολής Καλών Τεχνών του Πολυτεχνείου (1944) επιστρέφει στην Καλαμάτα με τη σύζυγό του το 1945 και ξεκινά την καριέρα του ως ζωγράφος.

Ζωγραφίζει τα πορτραίτα των δέκα Μητροπολιτών της Ιεράς Μητρόπολης Μεσσηνίας, που βρίσκονται στα γραφεία της, στην Καλαμάτα. Σε μια σειρά πίνακες, απεικόνισε ιστορικά γεγονότα του 1821. Σήμερα, τα περισσότερα από τα έργα αυτά βρίσκονται στο Μουσείο Κυριακού(Λαογραφικό Μουσείο Καλαμάτας), ενώ ορισμένα έχουν αναπαραχθεί σε εκδόσεις σχετικές με την Επανάσταση(όπως ο πίνακας: Η κήρυξη της Επανάστασης, 23η Μαρτίου 1821, στον ΙΒ΄ τόμο της Ιστορίας του Ελληνικού Έθνους, της Εκδοτικής Αθηνών.)



Εικόνα 2.4 Οθόνη ανάπτυξη ψηφιακού περιεχομένου εικόνας ενεργοποιητή



Εικόνα 2.5 Οθόνη προγράμματος προβολής βίντεο πάνω στο ψηφιακό στοιχείο της εικόνας στόχου

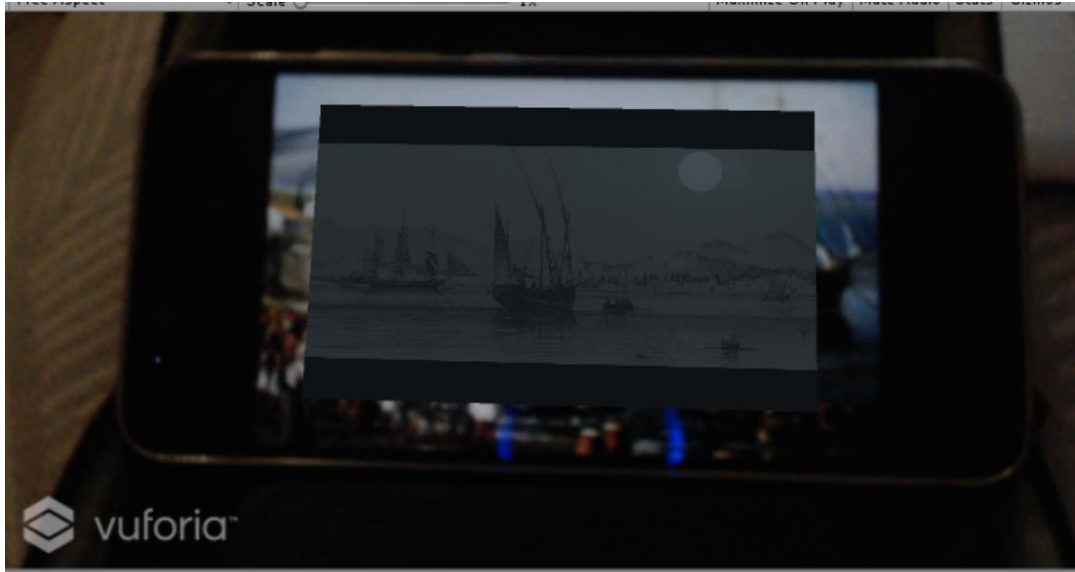
Η σύνθεση των εικόνων και ψηφιακών στοιχείων ολοκληρώνεται όταν προσαρμοστεί στο σύνολο το επιθυμητό υλικό ανίχνευσης και προβολής που θα δημιουργήσει την εμπειρία της επαυξημένης πραγματικότητας στον χρήστη μέσω της εφαρμογής για την έξυπνη συσκευή. Η τελική ανάπτυξη της εφαρμογής υλοποιείται με την εξαγωγή εφαρμογής Android Package–APK από το περιβάλλον Unity3D μέσω των επιλογών Οικοδόμησης (Build). Η εξαγωγή του αρχείου apk αποτελεί απλή διαδικασία όπως την αποθήκευση ενός αρχείου pdf από ένα αρχείο κειμένου word. Η τελική εφαρμογή λειτουργική ήταν διαθέσιμη στους χρήστες σε μέσω QR code.

Αφού ο χρήστης εγκαθιστά την εφαρμογή Calendar 1821 στη συσκευή του έχει τη δυνατότητα να ξεκινήσει την αναζήτηση των εικόνων ενεργοποιητών και να ξεκινήσει την εμπειρία του. Η κάμερα της συσκευής αφού αναγνωρίσει στον φυσικό κόσμο τις εικόνες ενεργοποιητές φορτώνει την επαυξημένη πληροφορία στην οθόνη της συσκευής. Αναγνωρίζοντας η κάμερα της συσκευής τον πίνακα του Ευάγγελου Δράκου με τίτλο «Το καΐκι του Μέξη ξεφορτώνει μπαρουτόβολα στον Αλμυρό για την κήρυξη της Επανάστασης του '21 στην Καλαμάτα» (Εικόνα 2.6) φορτώνει στην οθόνη του χρήστη το τρέιλερ του Προγράμματος σε μορφή mp4 (Εικόνα 2.7).



Εικόνα 2.6 Το καΐκι του Μέξη ξεφορτώνει μπαρουτόβολα στον Αλμυρό για την κήρυξη της Επανάστασης του '21 στην Καλαμάτα, ζωγραφικό έργο του Ευάγγελου Δράκου

Η εφαρμογή προσφέρει στον χρήστη μία καινοτόμα εμπειρία με εικόνες που ζωντανεύουν καθώς και την ευκαιρία να δουν αποσπάσματα δρώμενων και τρισδιάτατων στοιχείων. Στην περίπτωση της αφίσας του ημερολογίου οι δύο ενεργοποιητές αναπαράγουν βίντεο.



Εικόνα 2.7 Τρέιλερ του Προγράμματος που προβάλλεται μέσω της εφαρμογής και της εικόνας στόχου του φορτίου στο λιμάνι του Αλμυρού

Το δεύτερο ζωγραφικό έργο του Ευάγγελου Δράκου με τίτλος «Δοξολογία και κήρυξη της Επανάστασης του '21 στην εκκλησία των Αγίων Αποστόλων στην Καλαμάτα» ενεργοποιεί την εμφάνιση αποσπάσματος της Αναπαράστασης της Απελευθέρωσης της Καλαμάτας στις 23 Μαρτίου, συγκεκριμένα, της αναπαράστασης του όρκου των Οπλαρχηγών (Εικόνα 2.8) που πραγματοποιείται κάθε χρόνο κατά τη διάρκεια της Αναπαράστασης στις 23 Μαρτίου στην πλατεία 23ης Μαρτίου στην Καλαμάτα.



Εικόνα 2.8 Απόσπασμα Αναπαράστασης 23ης Μαρτίου «Όρκος Οπλαρχηγών»

Ο τρίτος ενεργοποιητής, το λογότυπο του έργου, ενεργοποιεί την προβολή στην οθόνη του χρήστη τρισδιάστατου μοντέλου του λογοτύπου (Εικόνα 2.9).



Εικόνα 2.9 Τρισδιάστατο στοιχείο του λογοτύπου του Προγράμματος «Καλαμάτα 1821: Δρόμοι Ελευθερίας»

Η ψηφιακά ενισχυμένη προσέγγιση των έντυπων αφισών του προγράμματος του Μαρτίου 2020 αποτελεί ένα βήμα εκσυγχρονισμού προσθέτοντας διαδραστικά στοιχεία στο ενημερωτικό ημερολόγιο των εκδηλώσεων. Αυτή η προσθήκη προσφέρει μία ακόμη εμπειρία στον επισκέπτη και κάτοικο της Καλαμάτας μετατρέποντας μία τετριμμένη διαδικασία ενημέρωσης σε μια εμπειρία-έκπληξη. Τα ψηφιακά στοιχεία που ενισχύουν το έντυπο δίνουν μία ώθηση στη διάχυση των δρώμενων και μια κρυφή ματιά σε αυτό που σχεδιάζεται τις ημέρες αυτές εμπεριέχοντας ιστορική και πολιτιστική πληροφορία (Rahaman, et al., 2019)

2.4 Διαδικτυακές Εφαρμογές

Η οπτικοποίηση πληροφορίας αποτελεί σημαντικό εργαλείο για την παρουσίαση, ερμηνεία και διάδοση δεδομένων και έχει ιδιαίτερη εφαρμογή στη σύνθεση και μελέτη της αρχαιολογικής και ιστορικής πληροφορίας. Η πολυδιάστατη επιστημονική προσέγγιση της αρχαιολογίας και ιστορίας με τη χρήση νέων τεχνολογιών όπως των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (GIS) έχει αποδειχθεί ανεκτίμητη στη μελέτη της χωρικής και χρονικής σχέσης των αρχαιολογικών παραγόντων. Ο συνδυασμός της διαδεδομένης χρήσης ψηφιακών εφαρμογών στη μελέτη της αρχαιολογικής και ιστορικής πληροφορίας σε συνδυασμό με τις ταχύτερες και πλέον προσβάσιμες συνδέσεις στο Διαδίκτυο εισάγουν στον χώρο ευέλικτες λύσεις φορητών συστημάτων πληροφορικής όπως φορητοί υπολογιστές, έξυπνα κινητά τηλέφωνα κλπ. Ο αναπτυσσόμενος αυτός χώρος περιλαμβάνει και την ανάπτυξη εφαρμογών χωρικής και χρονικής επεξεργασίας και παρουσίασης αρχαιολογικού υλικού και πληροφορίας μέσω καινοτόμων εφαρμογών.

Η πρώτη καταγεγραμμένη σύνδεση της εξέλιξης ενός γεγονότος με τη χαρτογράφηση πραγματοποιήθηκε το 1854 όταν ο ιατρός Τζον Σνόου, έκανε τη διασύνδεση της εξάπλωσης της χολέρας στον Λονδίνο χαρτογραφώντας την κίνηση της ασθένειας χωρικά (Steenso, 2019). Η διαχείριση πληροφορίας ενσωματώνοντας τον χωρικό παράγοντα αποτελεί μέρος επιστημονικών μελετών σε μεγάλο εύρος επιστημών. Από τη διαχείριση κινδύνου πυρκαγιών και πλημμυρών είτε προληπτικά είτε κατά τη διάρκεια κρίσεων, την εξάπλωση ασθενειών ή την επεκτατική φύση πολιτισμών και φυλών ιστορικά, η χωρική πληροφορία διευρύνει τη δυνατότητα μελέτης αλλά και την προβολή και κατανόησή της. Η χαρτογράφηση ξεκίνησε να μετατρέπεται σε ψηφιακή τη δεκαετία του 1960 ενώ Η χρήση μεγάλων κεντρικών συστημάτων υπολογιστών (mainframe computers) για την επεξεργασία δεδομένων επηρέασε και τον χώρο της γεωγραφίας εισάγοντας τις αρχικές έννοιες της ποσοτικής και υπολογιστικής γεωγραφίας, τις πρώτες δηλαδή εφαρμογές στον χώρο των συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών - ΣΓΠ (geographic information systems – GIS). Η ερευνητική δραστηριότητα πήρε πιο επίσημη μορφή με το Εθνικό Κέντρο για την Ανάλυση της Γεωγραφικής Πληροφορίας (National Center for Geographic Information Analysis) και την έρευνα σε θέματα χωρικής ανάλυσης και οπτικοποίησης (ESRI, 2020).

Το πρώτο σύστημα GIS δημιουργήθηκε στο 1963 από τον Καναδό Roger Tomlinson ο οποίος κλήθηκε να υποστηρίξει την καταγραφή αποθέματος των φυσικών πόρων του Καναδά για λογαριασμό του κράτους. Ο Tomlinson οραματίστηκε τη χρήση υπολογιστών για τη συγχώνευση της πληροφορίας του συνόλου των φυσικών πόρων από όλες τις επαρχίες της χώρας. Δημιούργησε για τον σκοπό αυτό ένα αυτοματοποιημένο υπολογιστικό σύστημα που αποθήκευε και επεξεργαζόταν μεγάλο όγκο δεδομένων και επέτρεψε στον Καναδά να ξεκινήσει το εθνικό του πρόγραμμα χρήση γης ενώ έδωσε στο σύστημα το όνομά του, GIS (ESRI, 2020).

Ο δρόμος ήταν μακρύς μέσα από τα εργαστήρια μεγάλων Πανεπιστημίων μέχρι την εμπορική χρήση των ΣΓΠ και την εισαγωγή τους στην ελεύθερη αγορά το 1981. Η εξάπλωση της χρήσης των ΣΓΠ σε πληθώρα επιστημών επηρέασε και τις ανθρωπιστικές επιστήμες και φυσικά την αρχαιολογία. Μέχρι τη δεκαετία του 1990 τα ΣΓΠ αποτέλεσαν σημαντικά εργαλεία στη συλλογή και διαχείριση δεδομένων παρέχοντας χωρική και χρονική ανάλυση της αρχαιολογικής πληροφορίας που αργότερα συνδυάστηκε με τεχνολογίες τηλεπισκόπησης και μοντελοποίησης (Gillings & Goodrick, 1996; Reilly, 1990).

Τα ΣΓΠ σε συνδυασμό με λογισμικά που αξιοποιούν τη γεωγραφική θέση (Location – based software) παρέχουν φιλικές προς τον χρήστη ψηφιακές πλατφόρμες για την εξελιγμένη

διαχείριση και προβολή του αρχαιολογικού περιβάλλοντος αλλά και της ενίσχυσης χώρων πολιτισμού-προσφέροντας επιπλέον κατανόηση της χωρικής και χρονικής αλληλεπίδρασης. Με την ανάμειξη ψηφιακών τεχνολογιών, διαδικτυακών εφαρμογών και ΣΓΠ στον χώρο της διαχείρισης πολιτισμικής κληρονομιάς ο ανερχόμενος κλάδος της εικονικής και επαυξημένης πολιτιστικής κληρονομιάς ενισχύεται (Foni Alessandro, 2010). Η χρήση τεχνολογικών μέσων για την παρουσίαση, διατήρηση και συντήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς είτε μέσω στρατηγικών οπτικοποίησης, εργαλείων εκπαίδευσης ή μέσω μάρκετινγκ, επιτυγχάνεται μέσω της ενσωμάτωσης της μοντέρνας τεχνολογίας με υπάρχοντα εργαλεία (White, et al., 2007; Droj, 2010; Pouloupoulos, et al., 2019).

2.5 Διαδραστικός χάρτης «Kalamata Action Map»

Στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος «Καλαμάτα 1821: Δρόμοι Ελευθερίας» προσεγγίστηκε η ανάπτυξη διαδικτυακής εφαρμογής για την αναπαράσταση θέσεων που αφορούν τοποθεσίες ιστορικής σημασίας, μνημεία, σημεία πολιτιστικού ενδιαφέροντος που σχετίζονται με την απελευθέρωση της Καλαμάτας το 1821.

Η κατάληψη της πόλης από τις Ελληνικές επαναστατικές δυνάμεις αναβιώνει κάθε χρόνο στην Πλατεία 23ης Μαρτίου, όπου βάσει των ιστορικών πηγών διαδραματίστηκαν τα γεγονότα. Μέσω της ταινίας, των ψηφιακών εφαρμογών και των αναδιαμορφωμένων και νεοϊδρυθέντων δρόμων το «Καλαμάτα 1821: Δρόμοι Ελευθερίας» επιχειρεί να παρουσιάσει μία σύγχρονη αφήγηση του '21.

Στα μέσα του Μαρτίου 1821 στο μικρό λιμάνι του Αλμυρού, μόλις έξι χιλιόμετρα από το Κάστρο της Καλαμάτας, φτάνει το πλοίο του Ποριανού Χριστόδουλου Μέξη με σημαντικό φορτίο πυρίτιδας από τη Σμύρνη, αποστολή της Φιλικής Εταιρείας, μυστικής οργάνωσης για τη συνεργασία και ανάληψη πρωτοβουλιών για την ανατροπή της Οθωμανικής κυριαρχίας και την απελευθέρωση των Ελλήνων. Ο Παπαφλέσσας ενημερώνει τους έμπιστους συνεργάτες του, Νικήτα Σταματελόπουλο (Νικηταράς) και Χρήστο Παπαγεωργίου (Αναγνωσταρά), για την άφιξη της σκούνας «Δήμητρα» και τους καλεί να μεταφέρουν το πολύτιμο φορτίο από το λιμάνι του Αλμυρού στην Ιερά Μονή Μαρδακίου. Άμεσα κινητοποιούνται από τα χωριά του Ταυγέτου στην περιοχή της Αλαγονίας ένοπλοι χωρικοί και μεταφέρουν με μουλάρια το φορτίο από τον Αλμυρό στη Μονή Μαρδακίου, μέσω του λεγόμενου σήμερα «Δρόμου του Μπαρουτιού». Με την υπογραφή των εγγράφων εκτελωνισμού από τον Πέτρο Μαυρομιχάλη

(Πετρόμπεη), τελευταίο Μπέη της Μάνης, πλέον εμπλέκεται ενεργά στα επαναστατικά σχέδια και η Μάνη (Χρήστου, 2013).

Η μεταφορά του φορτίου γίνεται αντιληπτή από τις αρχές των Οθωμανών στην Καλαμάτα και ο Αρναούτογλου καλεί τους Προεστούς, για εξηγήσεις. Οι Προεστοί πείθουν τον Αρναούτογλου για την ανάγκη προστασίας της περιοχής από τους Κλέφτες και ζητούν βοήθεια από την Τσίμοβα (σημερινή Αρεόπολη). Ο Πετρόμπεης Μαυρομιχάλης απαντά με την αποστολή 150 ένοπλων Μανιατών στο Κάστρο υπό την ηγεσία του γιού του Ηλία (Χρήστου, 2013).

Στις 17 Μαρτίου 1821 ο Πετρόμπεης Μαυρομιχάλης μετά από δεύτερη έκκληση του Οθωμανού Βοεβόδα για βοήθεια υψώνει το λάβαρο της επανάστασης στην Τσίμοβα. Περίπου 2.000 ετοιμοπόλεμοι Μανιάτες συνοδευόμενοι από τους Οπλαρχηγούς των Μούρτζινων, Χρισταίων, Μαυρομιχαλαίων και του Κολοκοτρώνη κατευθύνονται στην Καλαμάτα και πιάνουν θέσεις από νοτιοανατολικά στους λόφους γύρω από το κάστρο.

Ταυτόχρονα από δυτικά και βόρεια του Κάστρου της Καλαμάτας δυνάμεις Ελλήνων από τα περιβάλλοντα χωριά πλησιάζουν την πόλη. Από τα χωριά του νότιου δυτικού Ταυγέτου, Σαμπάζικα (Άκοβος), Μεγάλη Αναστάσοβα (Νέδουσα), Σίτσοβα (Αλαγονία), Τσερνίτσοβα (Αρτεμισία), Μικρή Αναστάσοβα (Πηγές), υπό τους Παπαφλέσσα, Νικηταρά και Αναγνωσταρά καταλαμβάνουν τις θέσεις Διπόταμα και Τούρλες λόφοι γύρω από το Κάστρο. Όλα τα μονοπάτια και οι δρόμοι προς το Κάστρο έχουν καταληφθεί από ένοπλους Έλληνες. Ο Ηλίας Μαυρομιχάλης ανακοινώνει την κατάληψη της περιοχής στον Οθωμανό Αρναούτογλου που στις 23 Μαρτίου 1821 παραδίδει με πολιτική πράξη την πόλη της Καλαμάτας στις Ελληνικές Επαναστατικές δυνάμεις (Χρυσανθόπουλος, 1960).

Στόχος λοιπόν της εφαρμογής ήταν η δυνατότητα προβολής πληροφορίας για τις θέσεις αυτές αλλά και πολιτιστικών και ιστορικών διαδρομών σε διαδικτυακό χάρτη με δυνατότητες ΣΓΠ. Διαπιστώθηκε πως μία τέτοια προσέγγιση με υπόβαθρο ΣΓΠ είναι ιδιαίτερα φορτωμένη και αναζητήθηκαν πιο απλές τεχνικές για την ανάπτυξη διαδικτυακών γεωχωρικών εφαρμογών. Για τον λόγο αυτό αναπτύχθηκε ο χάρτης «Kalamata: Action Map» που στήθηκε σε ένα προγραμματιστικό περιβάλλον ικανό να παρουσιάζει σημεία ενδιαφέροντος με υπόβαθρο χάρτη συνοδευόμενα από την επιπρόσθετη ψηφιακή πληροφορία. Τέτοια προγραμματιστικά εργαλεία περιλαμβάνουν ΣΓΠ, HTML, JavaScript και CSS (Cascading Style Sheets), ανοιχτές βιβλιοθήκες κώδικα και εφαρμογών Leaflet. Συγκεκριμένα, οι βιβλιοθήκες ανοιχτού κώδικα ενσωματώθηκαν στον κώδικα HTML του ιστότοπου. Το CSS παρέχει την απαραίτητη μορφοποίηση των ιστοσελίδων (χρώματα, φόντο, στοίχιση κ.λπ.) και η βιβλιοθήκη JavaScript ανοιχτού κώδικα του Leaflet παρέχει τα απαραίτητα εργαλεία για την ανάπτυξη της εφαρμογής

του χάρτη. Το Leaflet υποστηρίζει τις περισσότερες πλατφόρμες για κινητά και επιτραπέζιους υπολογιστές, οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήθηκαν προσαρμόστηκαν στις παραμέτρους που απαιτούνται για τον «Kalamata Action Map». Απόσπασμα του κώδικα παρατίθενται στο (Απόσπασμα κώδικα 1) καθώς και στο Παράρτημα I.

```
<html>
<head>
  <title> Καλαμάτα 1821 - Δρόμοι Ελευθερίας </title>
  <metahttp-equiv="Content-Type" content="Text/html; charset=ISO-8859-7" />
  <metaname="keywords" content="Kalamata1821, Kalamata, history" />
  <meta name="description" content="..." />
  <meta name="robots" content="follow, index" />
  <meta name="copyright" content="Laboratory of Archaeometry - University of the Peloponnese
(http://ham.uop.gr/en/research/labs/archaeometry)" />
  <meta name="author" content="vayiap@gmail.com (Vayia Panagiotidis)" />
  <link rel="stylesheet" href="leaflet.css" />
  <script src="leaflet.js"></script>
</head>
<body>
  <center>
    <table id="logo_menu" width="90%">
      <tr>
        <td></td>
        <th style="color:#6699ff; font-family:Arial; font-size:22px;">Ιστορία</th>
        <th><a href="culture.html" target="_self"
style="color:#6699ff">Πολιτισμός</a></th>
        <th><a href="traditionalpaths.html" target="_self"
style="color:#6699ff">Διαδρομές</a></th>
        <th><a href="events.html" target="_self"
style="color:#6699ff">Δράσεις</a></th>
      </tr>
    </table>
  </center>
  <center>
    <div id="mapid"></div>
  </center>
<br>
<center>
```

```

        <div id="espa"></a></div>

</center>

<script>

var mymap = L.map('mapid').setView([37.040, 22.117], 14.5);

L.tileLayer('https://server.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Imagery/MapServer/tile/{z}/{y}
/{x}', {maxZoom: 18}).addTo(mymap);

var marker_1 = L.marker([37.04458266, 22.11402595]).addTo(mymap);

marker_1.bindPopup("<b>Ιερός Ναός Αγίου Ιωάννη</b><br><a href='images/thumps/
ai_giannis.html' target='_blank'><img src=images/ai_giannis.jpg height=20%></a>").openPopup();

var marker_2 = L.marker([37.04429066, 22.1162169]).addTo(mymap);

marker_2.bindPopup("<b>Ιερός Ναός Υπαπαντής του Σωτήρος</b><br><a
href='images/thumps/ naiskos_ypapantis.html' target='_blank'><img src=images/naiskos_ypapantis.jpg
height=20%></a>").openPopup();

var marker_3 = L.marker([37.0435481, 22.11302076]).addTo(mymap);

marker_3.bindPopup("<b>Ιερός Ναός Αγίων Αποστόλων</b><br><a href='images/thumps/
agioi_apostoloi.html' target='_blank'><img src=images/agioi_apostoloi.jpg height=20%></a>").openPopup();

var marker_4 = L.marker([37.046354, 22.116767]).addTo(mymap);

marker_4.bindPopup("<b>Κάστρο της Καλαμάτας</b><br><a
href='images/thumps/kalamata_castle.html' target='_blank'><img src=images/kalamata_castle.jpg
height=20%></a>").openPopup();

</script>

</body>

</html>

```

Απόσπασμα κώδικα 1 απόσπασμα της σελίδας History.html

Η περιοχή ενδιαφέροντος του «Kalamata Action Map», εστιάζει στην πόλη της Καλαμάτας και στα γύρω χωριά της σε μέγιστη ακτίνα 60 χιλιομέτρων. Περιλαμβάνει τα χωριά δυτικά της Μάνης (διοικητικά στον νομό Λακωνίας), ανατολικά και δυτικά της Καλαμάτας καθώς και τα χωριά του Ταυγέτου βόρεια της πόλης. Οι ιστορίες των χωριών αυτών, των μνημείων και των διαδρομών προς την Καλαμάτα συνθέτουν την αφήγηση του '21 στην Καλαμάτα. Για την τοπογραφία των αρχών του 19ου αιώνα και τα τοπωνύμια χρησιμοποιήθηκε ο ιστορικός χάρτης του Arrowsmith (Arrowsmith, 1828) (Εικόνα 2.10) όπου απεικονίζονται ονόματα της εποχής καθώς και μέρος του επαρχιακού οδικού δικτύου εξυπηρετώντας την αρχική εξιχνίαση των κρυφών διαδρομών από και προς την πόλη. Μέρος αυτού του δικτύου επικοινωνίας

σώζεται και σήμερα όπου πολλοί προ-επαναστατικοί δρόμοι μπορούν να αναγνωριστούν στους πρόποδες του Ταυγέτου με θέα την ακτή της Καλαμάτας και τον Μεσσηνιακό Κόλπο.



Εικόνα 2.10 Arrowsmith, A., 1828 (Arrowsmith, 1828)

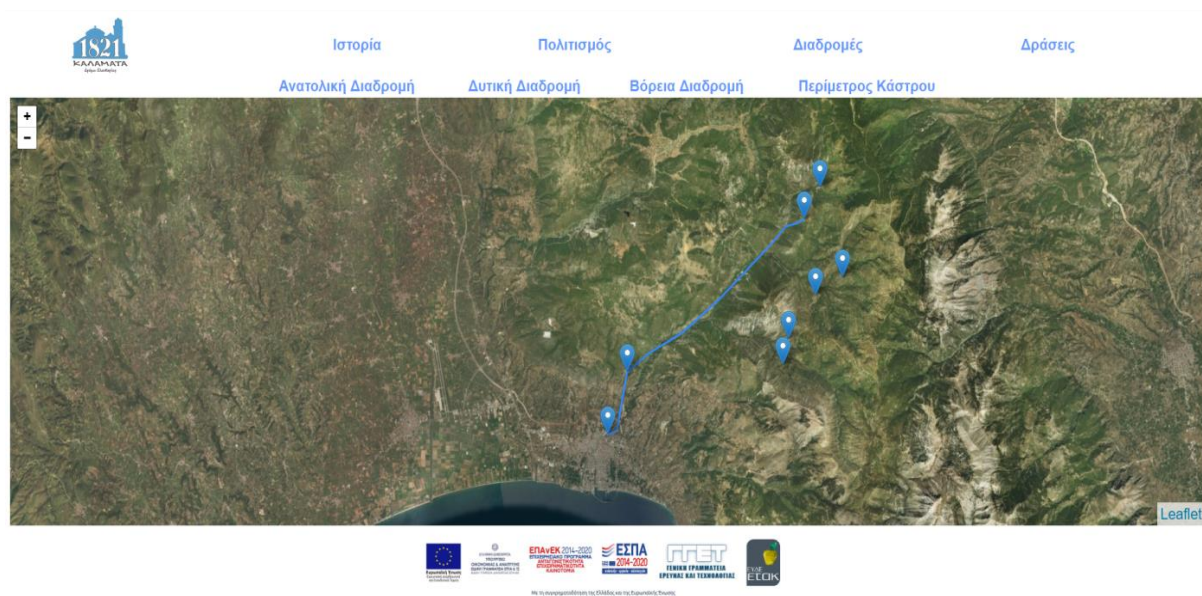
Στόχος της εφαρμογής είναι η διασύνδεση των πτυχών της ιστορίας των αρχών του 19^{ου} αιώνα στις περιοχές αυτές. Ο χάρτης οργανώνεται σε τέσσερις θεματικές ενότητες, Ιστορία, Πολιτισμός, Διαδρομές και Δραστηριότητες. Κάθε ενότητα περιλαμβάνει χάρτη εστιασμένο στο Κάστρο της Καλαμάτας με διαφορετικά σημεία προβολής και διασύνδεσης. Τα σημεία συλλέχθηκαν με GPS χειρός, Garmin 60Cx, και περιλαμβάνουν τοποθεσίες στην περιοχή ενδιαφέροντος. Σε κάθε επιλέξιμο σημείο εμφανίζεται παράθυρο με εικόνα και σύντομη περιγραφή ενώ Με επιλογή της εικόνας ανοίγει νέα σελίδα με αναλυτική περιγραφή, προτάσεις και εικόνες ή βίντεο.

Πιο συγκεκριμένα, η ενότητα «Πολιτισμός» περιλαμβάνει μία συνοπτική παρουσίαση σημείων πολιτιστικού χαρακτήρα από τον 19ο αιώνα μέχρι σήμερα, του Ιστορικού και Λαογραφικού Μουσείου Καλαμάτα (Μέγαρο Κυριακού), της Εφορείας Αρχαιοτήτων Μεσσηνίας (κτήριο Μπενάκη) και του Αρναουτόγλειου (Πύργος Κορφιοτάκη). Ο επισκέπτης έχει τη δυνατότητα να μάθει για παραδοσιακές τελετές, έθιμα, εμπορικές και οικονομικές πρακτικές της εποχής. Ομοίως η ενότητα «Ιστορία» παρουσιάζει πέντε σημεία ιστορικής σημασίας συνδεδεμένα με τα γεγονότα που οδήγησαν στην παράδοση της πόλης στις Ελληνικές δυνάμεις, το Κάστρο της Καλαμάτας, τον Ι.Ν. Αγίων Αποστόλων, τον Ι.Ν. Υπαπαντής του Σωτήρος και τον Ι.Ν. Αγίου Ιωάννη.

Οι ενότητες «Διαδρομές» (Εικόνα 2.11) και «Δραστηριότητες» περιλαμβάνουν καινοτόμες επιλογές όπως τη δημιουργία πραγματικών διαδρομών διασύνδεσης σημείων του χάρτη

ανάλογα με τα ενδιαφέροντα του επισκέπτη. Στις Διαδρομές περιλαμβάνονται (1) οι «Δρόμοι του Μπαρουτιού»² από το λιμανάκι του Αλυρού στην Ι.Μ. Μαρδακίου (2) η διαδρομή Καρδαμύλη - Καλαμάτα που ακολούθησαν οι Μανιάτες μαζί με τον Κολοκοτρώνη για να μπουκ στην Καλαμάτα παραμονές της 23ης Μαρτίου 1821 καθώς και (3) η διαδρομή από τα χωριά της Αλαγονίας στη Βελανιδιά και την Καλαμάτα, διαδρομή που ακολούθησαν οι Έλληνες αγωνιστές από τα χωριά της Αλαγονίας προς την Καλαμάτα. Οι «Δραστηριότητες» ενημερώνουν επισκέπτες της σελίδας για δρώμενα στην πόλη μεταξύ των οποίων οι εκδηλώσεις του Μαρτίου με συναυλίες, ομιλίες, θεατρικές παραστάσεις, αθλητικά δρώμενα, σχολικές εκδηλώσεις αναπαραστάσεις, παιχνίδια κοκ. όλα διασυνδεδεμένα με το «Καλαμάτα 1821: Δρόμοι Ελευθερίας».

Η πληροφορία που σχετίζεται με τις διαδρομές και τα ιστορικά στοιχεία είναι τεράστια και απαιτεί την ανάπτυξη επιπλέον υλικού και τη συνεχή ανανέωση και διατήρηση της σελίδας.



Εικόνα 2.11 Οθόνη θεματικής ενότητας «Διαδρομές» της σελίδας του διαδραστικού χάρτη «Kalamata Action Map

Διαδικτυακή Εφαρμογή «Δενθελιάτιδα»

Μια διαφορετική προσέγγιση στην αφήγηση της έναρξης της Επανάστασης στην Καλαμάτα ακολουθήθηκε με τη διαδικτυακή εφαρμογή για την ιστορία της περιοχής της Δενθελιάτιδος από την αρχαιότητα ως σήμερα. Η εν λόγω εφαρμογή παρουσιάζει μία

² Οι «Δρόμοι του Μπαρουτιού» περιγράφονται στην σελ. 24

ιστορική περιοχή που διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο από τους Μεσσηνιακούς Πολέμους μέχρι και την νεότερη ιστορία και την έναρξη της Επανάστασης.

Την ιστορία της Δενθελεάτιδος διηγείται με τη χρήση των StoryMaps, που παρέχει η Esri, εταιρεία διαχείρισης ΣΓΠ και συγκεκριμένα του ArcGIS, στο ArcGIS online, η εφαρμογή που αναπτύχθηκε ως «Roads of Freedom» (<https://arcg.is/0uHGj0>). Η εφαρμογή αποτελεί την πρώτη προσέγγιση στην παρουσίαση των ιστορικών διαδρομών στην περιοχή του νοτιοανατολικού Ταΰγету και τις Διαδρομές επικοινωνίας και εμπορίου μεταξύ της Δενθελεάτιδος, σημερινή περιοχή Αλαγονίας, με την Αρχαία Σπάρτη και τον Μυστρά (Παράρτημα I - Εικόνα 1). Μέσω των Story Maps η αφήγηση των ιστορικών γεγονότων γίνεται πιο ελκυστική για τον αναγνώστη που μπορεί με τη σειρά του να συμμετάσχει στη διαδικασία παρουσίασης καθορίζοντας την πληροφορία που προβάλλει (Panagiotidis et al., 2018). Η πλατφόρμα παρέχει σημαντικό αριθμό προτύπων παρουσίασης. Για το ταξίδι στην ιστορία της Δενθελεάτιδος επιλέχθηκε το Story Map Cascade δημιουργώντας τη χωρική απεικόνιση της ευρύτερης περιοχής με ενσωματωμένη σειρά δημοσιευμένων ιστορικών και αρχαιολογικών δεδομένων.

Το περιεχόμενο είναι οργανωμένο σε τέσσερις ενότητες με βάση τα γεγονότα που επηρέασαν σημαντικά την περιοχή από τον 8^ο αιώνα π.Χ. και τους Μεσσηνιακούς πολέμους μέχρι την ίδρυση του Ελληνικού κράτους το 1830. Κάθε ενότητα περιλαμβάνει ιστορικές πληροφορίες και εικόνες σε συνδυασμό με θεματικούς χάρτες που δημιουργούνται στο ArcGIS online. Η πλοήγηση μεταξύ των ενότητων πραγματοποιείται μέσω καρτελών στο πάνω μέρος του βασικού πλαισίου της εφαρμογής. Οι τέσσερις ενότητες αφορούν: την περίοδο από τους Μεσσηνιακούς πολέμους έως το τέλος της ρωμαϊκής περιόδου περίπου από τον 5ο αιώνα π.Χ. έως τον 4ο αιώνα μ.Χ., τον αντίκτυπο της Βυζαντινής Αυτοκρατορίας στην περιοχή με ξεχωριστή αναφορά στην εισαγωγή σλαβικών φυλών από τον αυτοκράτορα Κωνσταντίνο Ε', την ίδρυση του Μυστρά και την επιρροή του στη δενθελεάτιδα και την περίοδο της Ελληνικής Επανάστασης από τις αρχές του 19ου αιώνα και μέχρι το 1830.

Με την είσοδό του στην εφαρμογή ο χρήστης ξεκινά την πλοήγηση (Παράρτημα I - Εικόνα 2) με αρχική παρουσίαση της περιοχής Ager Dentheliatis. Η αρχική περιήγηση συνοδεύεται από εικόνες και περιγραφές ευρημάτων του ναού της Αρτέμιδος Λιμνάτιδος όπως παρουσίασαν οι McDonald και Simpson (McDonald & Simpson, 1969) από τις εκτεταμένες έρευνες που πραγματοποίησαν στα τέλη της δεκαετίας του 1960.

Η ορεινή περιοχή «Δενθελεάτις», με τη σημερινή ονομασία «Αλαγονία», αναφέρεται στη γεωγραφική περιοχή στον βορειοδυτικό Ταΰγετο, στη μεθοριακή γραμμή μεταξύ της

Μεσσηνίας και της Λακωνίας. Η Δενθελεάτιδα καλύπτει την ευρύτερη περιοχή που περιβάλλεται από τον βορρά από το όρος Ταϋγετος, ανατολικά από το φαράγγι της Σάνταβας (Κουγέας, 1933; Πίκουλας, 1989) απλώνεται δυτικά μέσω της κοιλάδας του Νέδοντα ποταμού μέχρι το Τζιρόρεμα και έχει νότια φυσικό όριο τον Μεσσηνιακό κόλπο (Νουχάκης, 1901). Διαθέτει ένα σύνθετο επαρχιακό οδικό δίκτυο που συνδέει τις περιοχές της Μεσσηνίας, της Λακωνίας και της Αρκαδίας δημιούργησαν μια συνεχή σύγκρουση μεταξύ των Μεσσηνίων και Σπαρτιατών, από τους Αρχαϊκούς χρόνους και εντατικότερα από τους Κλασικούς έως τους Ρωμαϊκούς, προκειμένου να δημιουργήσουν τα σεβαστά τους σύνορα. Η εύφορη αυτή περιοχή είναι γνωστή μεταξύ άλλων στην αρχαιότητα και για το κρασί «Δένθις», σύμφωνα με τον Σπαρτιάτη ποιητή Αλκμάν (Πίκουλας, 2009). Ο οικισμός Λίμναι βρισκόταν παρά της λίμνης Βόλιμνου όπου υπήρχε ναός της Λιμνάτιδος Αρτέμιδος. Η Αρτεμις Λιμνάτης ήταν ένα σημαντικό ιερό με λατρεία που χρονολογείται από τον 8ο αι. π.Χ. στις θρησκευτικές τελετές τόσο των Μεσσηνίων όσο και των Λακεδαιμονίων και βρισκόταν στην περιοχή του Βολίμνου όπου σήμερα είναι το εκκλησάκι της Παναγίας της Βολιμιώτισσας, στην κοιλάδα του ποταμού Νέδοντα, ένα σημαντικό σταυροδρόμι μεταξύ των δύο περιοχών (Luraghi, 2011).

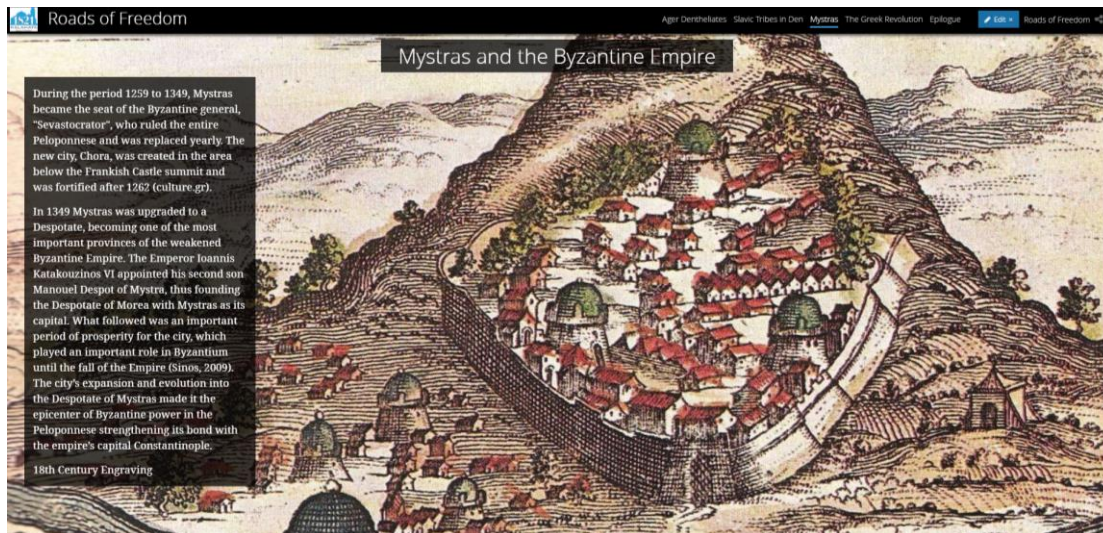
Η ενότητα συνεχίζεται με την ιστορική πληροφορία που αφορά τον Α' Μεσσηνιακό πόλεμο και την περίοδο μέχρι και την περίοδο της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας. Η κατοχή του ναού δημιουργούσε τριβή μεταξύ των δύο πόλεων. Σύμφωνα με τον Στράβωνα, ήταν στο Ναό της Αρτεμις Λιμνάτης όπου ο Σπαρτιάτης βασιλιάς Τήλεκλος σκοτώθηκε μετά την παραβίαση των Σπαρτιατών παρθένων που συμμετείχαν σε ένα τελετουργικό στο ιερό. Το περιστατικό οδήγησε στην επιδείνωση των σχέσεων μεταξύ των δύο πόλεων (Στράβων 8.4.9 6.I.6). Ο Πausanίας αργότερα αναφέρει επίσης τον ναό και τον λόγο της σύγκρουσης, παρουσιάζοντας και την άποψη των Μεσσηνίων που ισχυρίστηκαν ότι η δολοφονία του Τήλεκλου ήταν σε άμυνα αφού αποκάλυψαν τη συνωμοσία του εναντίον τους μεταμφιέζοντας ένοπλους νεαρούς Σπαρτιάτες με γυναικεία ρούχα με στόχο τη δολοφονία υψηλού αξιωματούχου των Μεσσηνίων που βρισκόταν στο ιερό (Pausanias 4.IV.4 – 6, 3.III.2 – 7). Η κορύφωση της διαμάχης ιστορικά φαίνεται να αποτέλεσε αφορμή για την έναρξη του Α' Μεσσηνιακού πολέμου καθώς και συνεχών συγκρούσεων και μετά την ανεξαρτησία των Μεσσηνίων τον 4ο αι. π.Χ. (Luraghi, 2011).

Σε όλη την περιγραφόμενη περιοχή της Δενθελεάτιδος έχουν βρεθεί αντικείμενα, ένας σημαντικός αριθμός αυτών από πηλό, μέταλλο και ελεφαντόδοντο που έχουν αποδοθεί σε αντικείμενα λατρείας του Ναού και τοποθετούνται χρονολογικά από τον 8ο αιώνα π.Χ. έως

την Ελληνιστική εποχή, μαρτυρώντας τη συνεχή λατρεία της Άρτεμις στην περιοχή (Kousourmis, 2014). Κατά τη διάρκεια της ρωμαϊκής περιόδου, η περιοχή συνεχίζει να παίζει ρόλο στην τοπική πολιτική και οικονομία. Η Δενθελεάτιδα παραχωρείται από τον αυτοκράτορα Οκτάβιο Αύγουστο μαζί με τις αρχαίες Φαραί και την αρχαία Θουρία στους Λακεδαιμόνιους το 31 π.Χ. για να αποκατασταθούν υπό Μεσσηνιακή κυριαρχία ξανά το 25 μ.Χ. από τον Ρωμαίο αυτοκράτορα Τιβέριο (Tactitus Annales 4.43). Η απόφαση αυτή καταγράφεται σε αποσπασματική στήλη που βρέθηκε στην πόλη της Αρχαίας Μεσσήνης όπου ανατίθεται η περιοχή στους Μεσσήνιους και καθορίζονται τα σύνορα μεταξύ της Μεσσηνίας και της Λακωνίας (Kousourmis & Kosmopoulos , 2011).

Στη δεύτερη ενότητα μεταφέρεται ο χρήστης στη Βυζαντινή Αυτοκρατορία και την εξαναγκαστική εισαγωγή των σλαβικών φύλων στον νοτιοανατολικό Ταϋγετο. Περιγράφεται η σημασία της συμβολής τους τόσο πληθυσμιακά όσο και πολιτιστικά μέχρι τον εκχριστιανισμό τους τον 10^ο αιώνα μ.Χ. Τα νέα χωριά με τα σλαβικά πλέον ονόματα παρουσιάζονται χωροταξικά πάνω σε διαδικτυακούς χάρτες που υποστηρίζονται από το ArcGIS online και υπόβαθρο τοπογραφικό χάρτη της Esri. Τα χωριά σημειώνονται στον χάρτη με διαδραστικές καρφίτσες. Κάθε καρφίτσα προβάλλει επιπλέον πληροφορία για το χωριό τη συγκεκριμένη ιστορική περίοδο. Στην ίδια ενότητα γίνεται εισαγωγή στην περίοδο της Λατινοκρατίας και την κυριαρχία του Οίκου των Βιλεαρδούνων στην Πελοπόννησο (Εικόνα 2.12). Η ιστορική πληροφορία που συνδέεται με τον Μυστρά ενισχύεται με εικόνες και σχεδιαγράμματα όπως προέκυψαν από μελέτες και αποτυπώσεις της Καστροπολιτείας που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο της χωρικής αποτύπωσης αρχαιολογικών χώρων της παρούσας διατριβής³, με τη χρήση μη επανδρωμένου αεροσκάφους - ΣμηΕΑ. Παρουσιάζονται οι διαδρομές που συνδέουν τον Μυστρά, την πρωτεύουσα της Βυζαντινής Αυτοκρατορίας στον Ελλαδικό χώρο τον 14^ο και 15^ο αιώνα μ.Χ. με τα «πισινοχώρια», όπως ονομάζονταν τότε τα χωριά της περιοχής της Δενθελεάτιδος, δηλαδή τα χωριά όπισθεν του Μυστρά.

³ Οι μέθοδοι αποτύπωσης με ΣμηΕΑ περιγράφονται αναλυτικά στην σελ. 127



Εικόνα 2.12 Στιγμιότυπο οθόνης «Mystras and the Byzantine Empire» εφαρμογής «Roads of Freedom»

Τον 8ο αι. μ.Χ. ο Βυζαντινός αυτοκράτορας Κωνσταντίνος Ε΄ φέρνει έναν σημαντικό πληθυσμό Σλάβων στην Πελοπόννησο προκειμένου να προστατεύσει τα σύνορα της αυτοκρατορίας και να υποστηρίξει πληθυσμιακά την περιοχή που περνούσε δημογραφική κρίση λόγω μάστιγας. Τα βορειοδυτικά χωριά του Ταυγέτου, στην περιοχή της Δενθελεάτιδος, κατοικούνται εκ νέου από τους Μηλιγγούς Σλάβους οι οποίοι καθυστέρησαν ιδιαίτερα να ενσωματωθούν με τους ντόπιους πληθυσμούς που μέχρι τότε είχαν μεταναστεύσει σε χαμηλότερα υψόμετρα του Ταυγέτου (Φωτάκης, 2018). Μέχρι τα τέλη του 10^{ου} αιώνα μ.Χ. οι σλαβικές φυλές είχαν λειτουργήσει ευεργετικά στην αύξηση του πληθυσμού της περιοχής επηρεάζοντας ακόμη και τα ονόματα των χωριών. Οι Δενθελεάτις μετονομάστηκε σε Κουτσαβές ή Κουτσαβά που σημαίνει «περιοχή με σπίτια» και περιελάμβανε έξι χωριά από τον βορρά προς τον νότο κατά μήκος της βορειοδυτικής κορυφογραμμής του Ταυγέτου, τη Μεγάλη Αναστασόβα (Νεδούσα), τη Σίτσοβα (Αλαγονία), τη Μικρή Αναστασόβα (Πηγές), την Τσερνιτά (Αρτεμισία), Κουτσαβά – Λαδά (Λαδάς) και Κουτσαβά – Καρβέλι (Καρβέλι). Ο χαρακτηρισμός Κουτσαβίτες έχει διατηρηθεί μέχρι σήμερα αναφερόμενο σε κατοίκους της περιοχής. Κατά τη διάρκεια του 10ου αιώνα μ.Χ. υπήρξε έντονη προσπάθεια από την Αυτοκρατορία ενσωμάτωσης των σλαβικών φυλών με τον τοπικό πληθυσμό με τον εκχριστιανισμό τους προκειμένου να υπάρξει μεγαλύτερος έλεγχος της δραστηριότητάς τους που τα προηγούμενα χρόνια προκαλούσε σειρά προβλημάτων στην περιοχή (Πετράκος, 2012).

Μετά την πρώτη πτώση της Κωνσταντινούπολης το 1204 κατά τη διάρκεια της Τέταρτης Σταυροφορίας, οι Φράγκοι και οι Λατίνοι διαίρεσαν τα εδάφη της αυτοκρατορίας μαζί με την Πελοπόννησο που παραχωρήθηκε ως φέουδο στον οίκο των Βιλαρδουίνων. Οι Φράγκοι

κατέλαβαν τη Λακεδαιμονία, τη Μεσαιωνική Σπάρτη, το 1207, και σύμφωνα με το «Χρονικό του Μορέως», οι Μηλιγγοί, καθώς και οι άλλοι πληθυσμοί από την περιοχή των χωριών του Βολίμνου είχαν συγκεντρωθεί μαζί με τα βυζαντινά στρατεύματα για να τους αντιμετωπίσουν (Πετράκος, 2012). Οι Φράγκοι κατέκτησαν το μεγαλύτερο μέρος του νομού Λακωνίας, εξαιρουμένης της Μονεμβασιάς, των εδαφών των Τσακώνων στο Πάρνωνα και των Σλάβων Μηλιγγών στον Ταΰγετο. Μετά την επίμονη τριετή πολιορκία το κάστρο της Μονεμβασιάς έπεσε τελικά στα χέρια του Φράγκου Πρίγκιπα της Αχαΐας το 1246. Κατά την επιστροφή του, ο Γουλιέλμος Β' Βιλλεαρδουίνος, από τη Μονεμβασιά το 1249, χτίζει σε στρατηγική θέση για τον έλεγχο της κοιλάδας του Ευρώτα, έξι χιλιόμετρα νοτιοδυτικά της Σπάρτης, ένα εμβληματικό φρούριο στην κορυφή του λόφου του Μυζηθρά (Σίνος, 2009).

Τελευταίος σταθμός στο ταξίδι είναι η νεότερη ιστορία και η συμβολή των χωριών της Αλαγονίας με σπουδαίους και σημαντικούς οπλαρχηγούς όπως τους Νικηταρά, Αναγνωσταρά, Παπαφλέσσα κλπ και πλήθος αγωνιστών. Εξιστορείται η συνδρομή των Σταυροπηγιακών μοναστηριών στην περιοχή, Ι.Μ. Βελανιδιάς και Ι.Μ. Μαρδακίου στην προετοιμασία προς τον ξεσηκωμό με τους «Δρόμους του Μπαρουτιού»⁴ και την κατάβαση των οπλισμένων μαχητών προς την Καλαμάτα. Οι διαδρομές και τα σημεία ορόσημα απεικονίζονται σε διαδραστικό διαδικτυακό χάρτη ArcGIS που εμπεριέχει σε κάθε σημείο του επιπλέον πληροφορία και περιλαμβάνουν τις διαδρομές που ακολούθησαν οι ελληνικές δυνάμεις μέσω του Ταΰγету και τα χωριά της Μάνης για να πάρουν θέσεις πολιορκίας κι ετοιμότητας; στις 23 Μαρτίου του 1821 στους λόφους που περιβάλλουν το κάστρο της Καλαμάτας, την πρώτη ελληνική πόλη που απελευθερώθηκε και σήμανε και την έναρξη της Επανάστασης του '21. Οι κάτοικοι της περιοχής υπήρξαν πρωταγωνιστές στον αγώνα της απελευθέρωσης και τις ίδρυσης του Νέου Ελληνικού Κράτους. Το 1927 όλα τα σλαβικά ονόματα των χωριών καταργήθηκαν και πήραν ξανά ελληνικά ονόματα συνδεδεμένα με την ιστορία της περιοχής.

Ο δεσμός του Μυστρά με τα χωριά της Βολίμνου ήταν αναπόφευκτος λόγω της θέσης τους στους δρόμους από τη Λακωνία προς τη Μεσσηνία μέσω του Ταΰγету. Αυτές οι διαδρομές με αρχαία προέλευση ήταν ακόμη σε χρήση και εξυπηρετούσαν το κύριο οδικό δίκτυο. Μετά την τουρκική κατάκτηση ολόκληρη η περιοχή μπαίνει στη δικαιοδοσία της Μάνης, όπως ανέφερε ο Οθωμανός ταξιδιώτης Evliya Celebi, ο οποίος επισκέφθηκε την περιοχή τον 17ο αι. και επιβεβαιώνει την αυτόνομη κατάστασή τους και τις γεωργικές τους δραστηριότητες, αναφέροντας επίσης τα ένοπλα στρατεύματα τους (Πετράκος, 2012).

⁴ Οι «Δρόμοι του Μπαρουτιού» περιγράφονται στην σελ. 24

Στο πλαίσιο της ανάδειξης και διαχείρισης πολιτιστικής κληρονομιάς μέσω ψηφιακών εφαρμογών υλοποιήθηκαν τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις. Στις δύο από αυτές στόχος ήταν η ανάδειξη ιστορικής πληροφορίας μέσω χωρικής αναπαράσταση σε υπόβαθρο σύγχρονο και σε περιβάλλοντα λειτουργικά και άμεσα διαθέσιμα. Η εφαρμογή «Roads of Freedom» είναι διαθέσιμη μέσω διαδικτύου και της πλατφόρμας ArcGIS online δημιουργώντας άμεση διασύνδεση με τον χρήστη είτε πρόκειται για επισκέπτη στην πόλη της Καλαμάτας, είτε για εκπαιδευτικό που αναζητά πληροφορίες ιστορικές για την περιοχή είτε για ένα διαδικτυακό ταξιδιώτη που αναζητά νέους προορισμούς ψηφιακούς και μη. Αντίστοιχα, η εμπειρία του επισκέπτη μιας ενημερωτικής ιστοσελίδας μετατρέπεται σε ενδιαφέρον ταξίδι σε έναν χάρτη της Καλαμάτας και των περιχώρων μέσω του χάρτη «Kalamata Action Map». Η επαυξημένη παρουσίαση υλικού εντύπων αποτελεί μία καινοτομία για τη διάχυση και διασύνδεση των τεχνολογικών μέσων με την πολιτιστική κληρονομιά προσφέροντας μία εναλλακτική εμπειρία στην απλή ανάγνωση εντύπων, εν προκειμένου ενός ημερολογίου εκδηλώσεων.

Οι εφαρμογές παρουσιάζουν ένα πακέτο εμπειριών πόλης, φυσικών και ψηφιακών που προσφέρουν σε επισκέπτες και κατοίκους τη δυνατότητα περιήγησης, ενημέρωσης, διασκέδασης στην πόλη και την ευρύτερη περιοχή της Καλαμάτας με γνώμονα την ιστορία και τον λαϊκό πολιτισμό του 21^ο εστιάζοντας και σε επιμέρους θεματικές (π.χ. παραδόσεις, έθιμα, αρχιτεκτονική, μουσική, κ.α.). Επομένως αναδεικνύονται σε ιδανικό πρεσβευτή της συνδυαστικής χρήσης νέων τεχνολογιών (Bekele, et al., 2018) και παραδοσιακών πρακτικών έρευνας και τεκμηρίωσης για την προστασία, μελέτη και προβολή της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Κεφάλαιο 3 Μελέτη και διαχείριση ανασκαφικών δεδομένων

Ένας βασικός στόχος της αρχαιολογίας είναι η μελέτη της ανθρώπινης δραστηριότητας στο παρελθόν μέσα από ανακαλύψεις και αναλύσεις υλικού πολιτισμού (Θέμελης, 2018). Η μελέτη αυτή του παρελθόντος μπορεί να κατανοηθεί στα ερωτήματα: Τι; Που; Πότε; Πως; Γιατί; Μέσα από μία σύνθετη διαδικασία χωρικής και χρονικής διερεύνησης μελετάται το παρελθόν μέσω της σύγχρονης αρχαιολογίας που έχει διεπιστημονικό χαρακτήρα με κοινό στόχο την ουσιαστική διαχείριση και ερμηνεία των δεδομένων (Κατσιάνης, 2012).

Η αρχαιολογική μελέτη πεδίου περιλαμβάνει πλήθος σταδίων. Ξεκινώντας από την προκαταρκτική έρευνα διερευνάται η περιοχή μελέτης μέσω αεροφωτογραφιών, επιφανειακής συλλογής αντικειμένων, γεωλογικής έρευνας, γεωφυσικών διασκοπήσεων καθώς και δοκιμαστικών τομών. Το βασικό μέρος της αρχαιολογικής έρευνας αποτελεί η φυσική διερεύνηση μέσω της ανασκαφής. Η ανασκαφή είναι από τα πιο σημαντικά στάδια της αρχαιολογικής έρευνας αφού τα κατάλοιπα της ανθρώπινης δραστηριότητας σχεδόν πάντα βρίσκονται θαμμένα σε επάλληλα στρώματα ιζημάτων ή στρωμάτων. Η αρχαιολογική ανασκαφή είναι μία διαδικασία καταστρεπτική και μη αναστρεπτή (Κατσιάνης, 2012). Όταν ένα σημείο ανασκαφεί δε μπορεί να επιστρέψει στην κατάσταση που το είχαν βρει αρχικά οι αρχαιολόγοι. Για τον λόγο αυτό ακολουθείται μία σειρά αυστηρών διαδικασιών προετοιμασίας και καταγραφής όλων των χαρακτηριστικών του χώρου πριν την έναρξη των εργασιών αλλά και σε όλη τη διάρκεια της ανασκαφής. Η καλύτερη προσέγγιση για την ουσιαστική ερμηνεία των αρχαιολογικών δεδομένων της ανασκαφής ενισχύεται με την κατανόηση των ευρημάτων στη χωρική τους διάσταση, στη στρωματογραφία. Η στρωματογραφία της αρχαιολογικής θέσης ενσωματώνει σε ένα ιδιαίτερο αρχείο καταγραφής το αφήγημα της ανθρώπινης δραστηριότητας του παρελθόντος στην περιοχή μελέτης (Κατσιάνης, 2012). Μέσω της ανασκαφής ο αρχαιολόγος καλείται να τεκμηριώσει και εν συνεχεία να κατανοήσει και να ερμηνεύσει τη σύνθετη αυτή πληροφορία (Κωστάκης, 2011). Η μελέτη της σχέσης ανθρώπου και φυσικού περιβάλλοντος μέσω της επίδρασής του στις κατά τα άλλα φυσικές διεργασίες του περιβάλλοντος αποκαλύπτουν πληροφορίες για τη δραστηριότητά του στο χώρο μελέτης (Θέμελης, 2018). Αυτή η μελέτη υλοποιείται μέσω την εξέτασης της γεωμορφολογίας, της ιζηματολογίας, της εδαφολογίας και της στρωματογραφίας, αναπόσπαστο κομμάτι της μελέτης του αρχαιολογικού χώρου. Από τις πρωιμότερες αναφορές στην εφαρμογή των επιστημών του εδάφους για την αρχαιολογική διερεύνηση με τον όρο γεωαρχαιολογία γίνεται από τον Renfrew όπου αναφέρει «αφού η αρχαιολογία, ή τουλάχιστον η προϊστορική αρχαιολογία, ανασύρει όλα σχεδόν τα βασικά της δεδομένα κατά τη διαδικασία της

ανασκαφής, κάθε αρχαιολογικό πρόβλημα ξεκινά ως πρόβλημα της γεωαρχαιολογίας» (Renfrew & Bahn, 2001).

3.1 Μελέτη χημικού αποτυπώματος στη χρήση γης αρχαιολογικού χώρου

Η γεωαρχαιολογία εξετάζει το αρχαιολογικό τοπίο, την αλληλοεπίδραση του ανθρώπου με το περιβάλλον καθώς και τις διαδικασίες δημιουργίας των αρχαιολογικών αποθέσεων και την επακόλουθη διατήρησή τους (Καρκάνας, 2008). Σημαντικός στόχος της επιστήμης της γεωαρχαιολογίας είναι η επίλυση αρχαιολογικών προβλημάτων που αφορούν στη μελέτη του πλαισίου στο οποίο βρίσκονται τα αρχαιολογικά ευρήματα (Pollard, 1999). Η κατανόηση αυτής της αλληλοεπίδρασης επιτυγχάνεται με την παλαιοπεριβαλλοντική αναπαράσταση ενός αρχαιολογικού τοπίου, τη μελέτη δηλαδή των γεωμορφολογικών, παλαιοοικολογικών και παλαιοκλιματικών διαδικασιών του. Συγκεκριμένα περιλαμβάνει τη μελέτη των ιζηματολογικών, γεωμορφολογικών, εδαφογενετικών και ανθρώπινων διαδικασιών που επέδρασαν στον σχηματισμό της απόθεσης σε μια αρχαιολογική θέση.

Έχει αποδειχθεί πως η συστηματική ανθρώπινη παρουσία σε μια περιοχή επηρεάζει σημαντικά το ίδιο το περιβάλλον είτε αυτό αφορά το τοπίο είτε την επίδραση στην πανίδα και χλωρίδα της περιοχής (Butzer, 1982). Η συνεχής ανθρώπινη κατοίκηση σε μία περιοχή, με συνέπεια τη συσσώρευση ανθρωπογενούς υλικού, επηρεάζει τη χημική σύσταση του εδάφους δημιουργώντας ανθρωπογενή ιζήματα (Καρκάνας, 2008; Oonk, et al., 2009). Λαμβάνοντας υπόψη πως τα ανθρωπογενή ιζήματα δεν παύουν να είναι τμήμα του φυσικού τοπίου στο οποίο επιδρούν οι φυσικές διαδικασίες απόθεσης, τα αρχαιολογικά ιζήματα είναι στις περισσότερες περιπτώσεις σύμπλεγμα αρχαιολογικών και φυσικών ιζημάτων. Η διαφοροποίηση του «φυσικού» εδάφους, χωρίς ανθρώπινες παρεμβάσεις, με το έδαφος αρχαιολογικής θέσης γίνεται εμφανής και στη χημική σύστασή του μέσω χημικών δεικτών (Wilson, et al., 2005). Οι χημικοί δείκτες αποτελούν στοιχεία όχι μόνο για την ύπαρξη ανθρώπινης δραστηριότητας σε έναν χώρο αλλά και το είδος της δραστηριότητας. Σχετικές μελέτες σε αρχαιολογικούς χώρους έχουν δείξει πως η γεωχημική ανάλυση σε συνδυασμό με τις γεωφυσικές ιδιότητες της στρωματογραφίας συνεισφέρουν στην ανίχνευση ανθρώπινης παρουσίας σε έναν χώρο ακόμη και όταν τα αρχαιολογικά ευρήματα δεν το μαρτυρούν (Simniskyte-Strimaitiene, et al., 2017). Οι χημικοί δείκτες όπως το ασβέστιο (Ca), ο φώσφορος (P), ο χαλκός (Cu), ο σίδηρος (Fe), το μαγγάνιο (Mn), το κάλιο (K), το νάτριο (Na), ο ψευδάργυρος (Zn), το στρόντιο (Sr), το

ρουβίδιο (Rb), αποτελούν χημικά υπολείμματα μάρτυρες της ανθρώπινης παρουσίας (Cosmopoulos, 2016; Linderholm & Lundberg, 1994; Ottoway & Matthews, 1988).

Το χημικό αποτύπωμα της ανθρώπινης παρουσίας και δράσης σε αρχαιολογικά ιζήματα, ιδιαίτερα σε δείγματα της στρωματογραφίας ανασκαφικών τομών, αποτελεί μία εφαρμοσμένη μεθοδολογία για την κατανόηση και ερμηνεία των τάσεων επιρροής της ανθρώπινης δραστηριότητας στα αρχαιολογικά ιζήματα. Τα αποτελέσματα της μελέτης παρέχουν πληροφορία που διασυνδέει τα γεωλογικά δεδομένα με την αρχαιολογική ερμηνεία. Παράδειγμα, τα αυξημένα επίπεδα φυτικού φωσφόρου, ασβεστίου, μαγνησίου, ψευδάργυρου και χαλκού μαρτυρούν την ανθρώπινη δραστηριότητα οικιστικών περιοχών σε αρχαιολογικά ιζήματα (Hejermana, et al., 2013).

Επιπλέον άλλες ανθρωπογενείς δράσεις όπως η προετοιμασία φαγητού, η καύση οργανικών υλικών, οι απορρίψεις τροφίμων και λυμάτων, τα προϊόντα βιοτεχνικών δραστηριοτήτων, τροποποιούν τις φυσικές αποθέσεις εμπλουτίζοντας επιπλέον το έδαφος της οικιστικής εγκατάστασης ή καλλιέργειας. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά τις σιδηρούχες συγκεντρώσεις, συνυπολογίζοντας τη συσσώρευση οργανικής ύλης, έχουν βρεθεί αυξημένες συγκεντρώσεις σιδήρου σε δείγματα από περιοχές με ανθρωπογενείς δραστηριότητες όπως αγροκίες ή βιοτεχνικούς χώρους (workhouses) (Biswas, 2020). Αυτό οφείλεται στις μετα-αποθετικές διαδικασίες που επηρεάζουν τα στρώματα μετά την εναπόθεση. Σε αυτή τη φάση της διαγένεσης κατά την οξείδωση του οργανικού υλικού στο έδαφος ευνοείται η αναγωγή του σιδήρου που με την παρουσία οξυγόνου μεταπίπτει από σιδηρούχες Fe(II) σε Fe(III) συγκεντρώσεις (Karkanias & Goldberg, 2019).

Επίσης το ασβέστιο (Ca) σε αυξημένες συγκεντρώσεις αποτελεί σημαντικό δείκτη στα αρχαιολογικά ιζήματα και υποδηλώνει χώρους προετοιμασίας τροφίμων, απόρριψη τροφίμων ή λυμάτων καθώς και υπολείμματα οστών και τέφρας. Μελέτες σε αγροκτήματα παρουσίασαν αυξημένες συγκεντρώσεις ασβεστίου που πιθανόν οφείλεται στην παρουσία όστρεων ή τρίμμα κελυφών τους που συχνά χρησιμοποιούνταν στις καλλιέργειες (Vranová et al., 2015). Αντίστοιχα, δείγματα από αρχαιολογικούς χώρους με οικιστικά κατάλοιπα και καλλιέργειες έδειξαν αυξημένες περιεκτικότητες σε ασβέστιο (Ca) και στρόντιο (Sr). Αυτή η τάση πιθανότατα εξηγείται από τη χρήση άσβεστου στην κατασκευή οικιών και υπήρχε τόσο στους κλειστούς όσο και στους ανοιχτούς χώρους τους (Middleton, 2004; Gauss, et al., 2013). Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις του ασβεστίου εμφανίζονται κυρίως στους χώρους της εστίας σε αντίθεση με αρόσιμους αγρούς και κήπους όπου το ασβέστιο δεν παρουσίαζε αξιοσημείωτες αυξημένες συγκεντρώσεις (Wilson, et al., 2008). Το στρόντιο από την άλλη πλευρά μπορεί να συνδεθεί και με ανθρωπογενείς εναποθέσεις που μαρτυρούν την ύπαρξη κοπριάς ζώων,

θραυσμάτων οστών και οικιακών απορριμμάτων (Biswas, 2020). Επιπρόσθετα, λαμβάνοντας υπόψη ότι το κάλιο και το ασβέστιο βρίσκονται σε υψηλές συγκεντρώσεις στην κοπριά, είναι επόμενο ιζήματα πλούσια στα εν λόγω στοιχεία να σχετίζονται με εργασίες που απαιτούν κοπριά όπως οι καλλιέργειες ή τα αγροκτήματα (Oonk, et al., 2009).

Οι χώροι καύσης στο εσωτερικό κτηρίων, οι εστίες, οι χώροι παρασκευής φαγητού, παρουσιάζουν υψηλότερες συγκεντρώσεις φωσφόρου (P), καλίου (K), ασβεστίου (Ca) και σιδήρου (Fe) (Middleton, 2004). Μια πιο προσεκτική ματιά στην αυξημένη παρουσία καλίου στα ιζήματα του εδάφους πιθανόν να σχετίζεται με αρχαιολογικές αποθέσεις με υψηλότερη συγκέντρωση οργανικών υλικών, στάχτης και κάρβουνου (Wilson, et al., 2006). Αντίστοιχα το κάλιο είναι ένας ουσιαστικός δείκτης υλικών παρασκευής (Hejcman, et al., 2011; Hejcman, et al., 2013), όπως μαγειρική τέφρα και αποσυντιθέμενα ζωικά υπολείμματα (Wilson, et al., 2006).

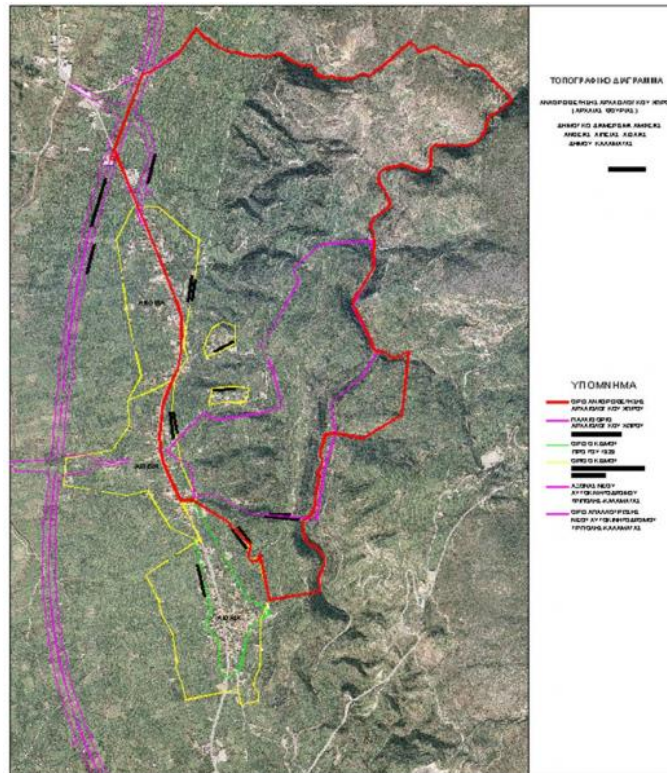
3.2 Αρχαία Θουρία

Η πρώτη προσέγγιση στη μελέτη του χημικού αποτυπώματος στη στρωματογραφία ανασκαφικών τομών πραγματοποιήθηκε στον αρχαιολογικό χώρο της Αρχαίας Θουρίας. Η Αρχαία Θουρία βρίσκεται 11 χιλιόμετρα βορειοδυτικά της πόλης της Καλαμάτας απλωμένη σε επιμήκη κορυφογραμμή σε μέγιστο ύψος 200 μέτρα και για περίπου δύο χιλιόμετρα από βορρά προς νότο (Εικόνα 3.1). Το όνομα της πόλης «Θουρία» που σημαίνει συνοικισμός κορυφής υιοθετήθηκε όταν οι κατακτητές Λακεδαιμόνιοι εγκαταστάθηκαν στην περιοχή της τότε Άνθειας, με την αναγκαστική εξορία των Μεσσήνιων κατοίκων μετά το τέλος του Α΄ Μεσσηνιακού πολέμου (Ανασκαφή Αρχαίας Θουρίας, 2019). Το όνομα συνεπώς της πόλης πράγματι χαρακτηρίζει τη στρατηγική της τοποθεσία στην κορυφογραμμή, χωροθετημένη σε φυσικά οχυρωμένη θέση, συνδεδεμένη με τις εύφορες πεδιάδες γύρω της, ιδανικές για την καλλιέργεια μεγάλης ποικιλίας προϊόντων. Η κοντινή απόσταση από τη θάλασσα παρείχε στους κατοίκους της και θαλασσινά προϊόντα αλλά και διασύνδεση με εμπορικά δίκτυα (Αραπογιάννη, 2017; Ανασκαφή Αρχαίας Θουρίας, 2019). Ο γεωλογικός σχηματισμός στην περιοχή αποτελείται από στρώματα ψαμμίτη στο πάνω μέρος του λόφου και αργιλοασβεστιτικά εδάφη στα-νοτιοδυτικά (Λαδάς κ. ά., 2014).

Σημαντικά ευρήματα στην περιοχή της Αρχαίας Θουρίας όπως θολωτοί και θαλαμωτοί τάφοι μαρτυρούν την ύπαρξη σημαντικού μυκηναϊκού κέντρου καθώς και γενικότερα οικισμών της εποχής του Χαλκού (Αραπογιάννη, 2017). Η καθαρή θέα του Μεσσηνιακού κόλπου προς τα νότια και της κοιλάδας της Παμίσου στα δυτικά οφείλονται στην περίοπτη θέση της πόλης με

ορατότητα στη γύρω περιοχή της. Στο βόρειο τμήμα της κορυφογραμμής έχει εντοπιστεί η αρχαία Ακρόπολη όπου ανακαλύφθηκε και το Αρχαίο Θέατρο (Αραπογιάννη, 2018). Στο δυτικό λόφο της κορυφογραμμής, η ανασκαφή έφερε στο φως σημαντικά κτίρια που συνδέονται με τη λατρεία του Θεού-Θεραπευτή Ασκληπιού. Αποκαλύφθηκε δωρικός ναός μικρού μεγέθους, που πλαισιώνεται από ιωνική στοά με διαμερίσματα μαρτυρώντας τη σημασία της λατρείας του Ασκληπιού στην περιοχή της Μεσσηνίας και γενικότερα στην Πελοπόννησο (Αραπογιάννη, 2017). Παρόλο που αρκετοί ιστορικοί και περιηγητές (Παπαχατζής, 1996; Leake, 1830; Σκιάς, 1911) από τα τέλη της αρχαιότητας έως τη σύγχρονη εποχή, είχαν επισκεφθεί την περιοχή της Θουρίας, δεν έχει βρεθεί καμία αναφορά στο Ασκληπιείο, καθώς από ότι φαίνεται είχε ήδη καταστραφεί από σοβαρά σεισμικά γεγονότα που οδήγησαν στην ολική κατάχωσή του (Λαδάς κ. ά., 2014). Κατά τους ρωμαϊκούς χρόνους η πόλη επεκτάθηκε και κάτω στην κοιλάδα όπου έχουν εντοπιστεί ερείπια ρωμαϊκού λουτρού (Αραπογιάννη, 2017).

Μετά την ίδρυση της Αρχαίας Μεσσήνης και τη θεσμοθέτησή της ως πρωτεύουσα της Μεσσηνίας το 369 π.Χ., η Αρχαία Θουρία αποτελούσε μία από τις πιο σημαντικές πόλεις της περιοχής (Αραπογιάννη, 2017). Η ρωμαϊκή πόλη και η άνω περιοχή της Ακρόπολης συμπεριλαμβανομένων δημόσιων κτηρίων και ναών περιγράφονται εν συντομία από τον Πausανία που επισκέφθηκε την περιοχή τον 2ο αιώνα μ.Χ. (Παπαχατζής, 1996), αποκαλύπτοντας την ευημερία της πόλης την περίοδο εκείνη. Η συνεχιζόμενη ανασκαφή της περιοχής από το 2007 υπό τη διεύθυνση της Δρ. Ξένης Αραπογιάννη υλοποιείται υπό την αιγίδα της εν Αθήναις Αρχαιολογικής Εταιρείας.



Εικόνα 3.1 Χάρτης Αρχαίας Θουρίας [πηγή: <http://ancientthouriaexcavation.gr/topography>]

Για τη μελέτη της χημικής σύστασης της στρωματογραφίας στην Αρχαία Θουρία εφαρμόστηκε η μέθοδος της φασματοσκοπίας φθορισμού ακτίνων X (X-Ray Fluorescence spectroscopy - XRF). Η μέθοδος χρησιμοποιείται ευρέως για τη στοιχειακή ανάλυση υλικών ιδιαίτερα στον χώρο του Πολιτισμού και της Αρχαιολογίας. Η ανάλυση μέσω XRF είναι μη καταστρεπτική αφού τα δείγματα δε μεταβάλλονται κατά την ακτινοβολήσή τους ενώ μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν και σε άλλες μεθόδους ανάλυσης. Δεν απαιτείται ιδιαίτερη προετοιμασία των δειγμάτων ενώ η ανάλυση είναι γρήγορη και σχετικά οικονομική σε σχέση με άλλες μεθόδους στοιχειακής ανάλυσης υλικών. Για την ανάλυση αρχαιολογικών υλικών, ιστορικών αντικειμένων και έργων τέχνης, ιδανικά χρησιμοποιούνται μέθοδοι μη καταστρεπτικοί, γρήγοροι, συνολικοί, που να μπορούν να μετρήσουν αντικείμενα διαφορετικών μεγεθών, να έχουν την ικανότητα να προσδιορίζουν τη μέση σύσταση του δείγματος και μικρότερων περιοχών, ευαίσθητοι ώστε να ανιχνεύουν κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία και πολυστοιχειακοί, να μπορούν με μία μέτρηση να δίνουν αποτελέσματα για παραπάνω από ένα χημικό στοιχείο (Κουή κ. ά., 2015). Η μέθοδος XRF ικανοποιεί τις βασικές αυτές τις ανάγκες. Η λειτουργία του φασματόμετρου ακτίνων X φθορισμού βασίζεται στα φαινόμενα φθορισμού όπως αναλύονται από τους (Κουή κ. ά. 2015). Στην πρώτη προσέγγιση της μελέτης της στρωματογραφίας στην Αρχαία Θουρία χρησιμοποιήθηκε φορητό φασματόμετρο

φθορισμομετρίας ακτίνων X (portable X-Ray Fluorescence - p-XRF) της εταιρείας Bruker, μοντέλο Tracer III SD με στόχο τη χημική ανάλυση (Liritzis & Zacharias, 2011) της στρωματογραφίας επιτόπια στον αρχαιολογικό χώρο. Οι παράμετροι των οργάνων περιγράφονται αναλυτικά στο Palamara et al. (2016). Ο ποσοτικός προσδιορισμός δεδομένων έγινε χρησιμοποιώντας λογισμικό S1PXRF και την ενσωματωμένη καμπύλη βαθμονόμησης για ιζήματα και κεραμικά. Προκειμένου να βελτιστοποιηθεί το αναλυτικό εύρος, χρησιμοποιήθηκαν δύο ρυθμίσεις: (1) μια μη φιλτραρισμένη λειτουργία διέγερσης χαμηλής ενέργειας (υψηλή τάση ρυθμισμένη στα 15 kV) για την ανάλυση των πιο ελαφριών στοιχείων με ατομικό αριθμό, Z, μεταξύ 11 και 26, και (2) διέγερση υψηλής ενέργειας φιλτραρισμένη με Al / Ti λειτουργία (υψηλή τάση ρυθμισμένη στα 40 kV) για την ανάλυση των στοιχείων με ατομικό αριθμό $Z > 26$.

Οι χημικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στον χώρο της ανασκαφής του αρχαίου θεάτρου σε δύο τομές. Συγκεκριμένα, οι δύο τομές, που σύμφωνα με τον κάναβο της ανασκαφής βρίσκονται η μία στη βόρεια παρειά στη θέση του I11 (Εικόνα 3.2) και η δεύτερη στην νότια παρειά θέση K10 (Εικόνα 3.2), διακρίνονται από πέντε διαφορετικά στρώματα. Από κάθε στρώμα λήφθηκαν επιτόπια χωρίς εξαγωγή δειγμάτων, δύο μετρήσεις με διάρκεια μέτρησης 60 δευτερόλεπτα, σε αντιδιαμετρικά σημεία της παρειάς (A και B).



Εικόνα 3.2 Τομή Βόρειας Παρειάς I11 (αριστερά) και Νότια Παρειάς – θέση «K10» (δεξιά) (Αρχαίο Θέατρο)

Από την ανάλυση των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν τόσο στη βόρεια όσο και στην νότια παρειά συγκεντρώθηκαν τα δεδομένα των συγκεντρώσεων των κύριων στοιχείων στον Πίνακα 3-1 και των ιχνοστοιχείων στον Πίνακα 3-2.

Πίνακας 3-1 Μέση συγκέντρωση κύριων στοιχείων των δειγμάτων, ανάλυση με p-XRF(οξείδια σε κ.β.% κανονικοποιημένα στο 100%)

Τομή	Μέτρηση	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃
I10	2199	2.26	1.65	3.55	29.30	4.49	48.67	1.26	8.80
I10	2200	2.79	3.57	2.78	27.01	4.75	45.49	1.38	12.24
I10	2201	2.64	2.32	2.93	27.19	4.35	47.55	1.28	11.74
I10	2202	2.35	3.54	2.82	27.69	3.42	50.68	1.04	8.46
K10	2218	2.48	3.39	2.78	29.43	4.36	46.88	1.19	9.49
K10	2219	2.09	1.39	3.85	29.11	4.37	49.72	1.25	8.21
K10	2217	2.18	1.33	4.42	29.20	4.57	46.70	1.37	10.22
K10	2220	2.62	5.01	3.72	27.72	4.38	43.66	1.22	11.66
K10	2221	2.87	4.97	1.85	26.19	4.78	44.63	1.34	13.37
K10	2222	2.53	4.39	2.40	25.78	4.54	46.02	1.25	13.10
K10	2223	1.48	2.99	0.99	12.16	3.70	67.35	2.33	9.00
K10	2224	2.27	1.86	3.96	30.76	4.55	45.56	1.22	9.83
K10	2225	2.69	3.78	2.49	26.54	4.13	46.34	1.32	12.73
K10	2226	2.28	3.95	2.89	28.59	4.22	45.32	1.25	11.50
I11	2227	2.38	2.80	2.67	26.66	4.34	51.15	1.17	8.83
I11	2228	2.22	1.85	3.88	29.94	4.40	47.71	1.19	8.81
I11	2229	2.10	1.16	4.19	27.16	4.16	48.92	3.55	8.76
I11	2230	2.02	1.65	3.80	28.78	3.85	50.71	1.22	7.97
I11	2231	2.13	1.02	3.75	26.43	4.06	50.85	1.05	10.70
I11	2232	2.12	1.01	2.30	23.95	3.84	55.17	1.06	10.54
I11	2233	2.18	0.94	4.02	26.57	4.43	50.44	1.19	10.23
I11	2234	2.18	1.04	2.77	22.54	3.76	57.80	1.06	8.85
I11	2235	2.26	2.53	2.67	22.92	3.85	55.18	1.10	9.48
I11	2236	2.56	3.50	1.18	18.44	2.81	62.40	0.78	8.32

Πίνακας 3-2 Μέση συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων των δειγμάτων, με p-XRF(στοιχεία σε ppm)

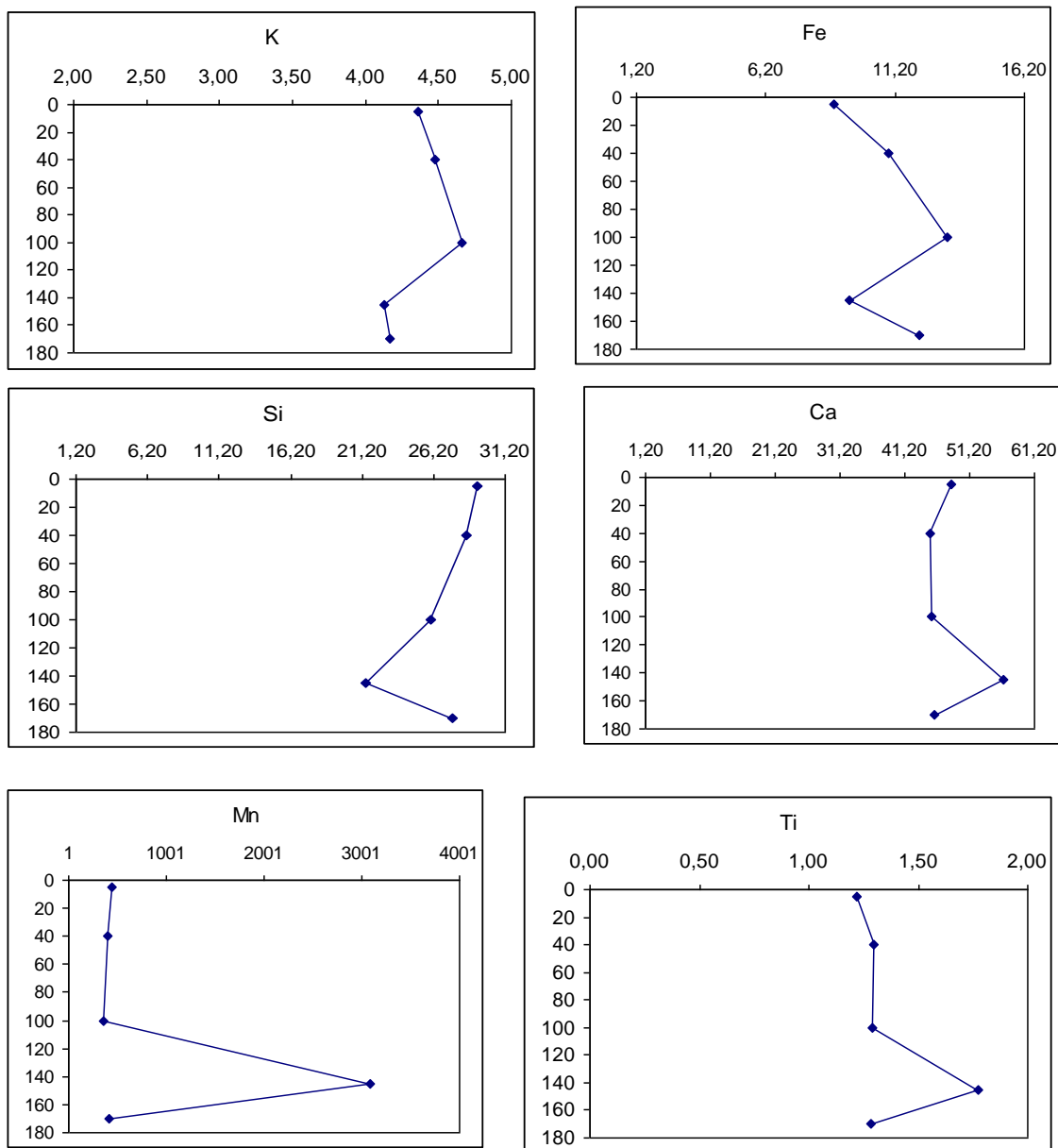
Τομή	Μέτρηση	P	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	As	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Sn	Sb	Ba	Pb	Th	U
I10	2205	0	118	145	437	9	68	25	78	5	49	125	24	130	6	21	3	9	1904	13	5	4
I10	2206	0	82	103	416	12	73	51	79	5	59	142	23	123	7	17	3	19	0	12	6	0
I10	2204	0	108	152	371	8	64	63	44	5	49	116	24	104	5	28	3	14	0	13	6	0
I10	2203	0	91	109	342	8	59	42	34	4	30	158	22	98	4	17	3	12	0	12	4	0
K10	2207	0	122	128	420	8	59	25	47	3	45	123	24	126	6	18	3	9	0	12	5	5
K10	2208	0	133	142	471	10	65	33	69	5	48	151	21	138	7	9	2	8	0	14	6	6
K10	2209	0	131	140	468	11	72	43	47	5	46	121	24	127	6	22	2	9	0	13	6	0
K10	2210	0	119	105	346	11	79	37	55	5	43	123	24	131	7	16	2	10	0	13	6	0
K10	2211	0	97	111	370	11	68	45	53	4	50	128	20	100	5	27	3	12	239	12	5	4
K10	2212	0	92	128	354	13	82	53	75	6	51	142	26	133	6	6	2	5	0	13	6	0
K10	2213	0	1015	126	5702	11	77	50	85	8	53	164	25	144	7	11	2	7	1487	15	6	0
K10	2214	0	144	123	470	11	70	41	96	17	53	156	21	130	7	10	2	7	196	19	6	8
K10	2215	0	91	123	410	10	55	57	63	5	43	120	28	101	5	28	3	9	323	12	5	0
K10	2216	0	113	114	430	7	118	106	28	9	55	133	34	82	1	6	3	22	2739	16	4	0
I11	2237	0	100	129	404	8	59	19	47	4	36	133	25	112	5	21	3	14	0	12	5	0
I11	2238	0	109	133	464	10	68	40	54	5	48	147	20	150	7	11	2	10	469	13	6	10
I11	2239	0	3194	0	10718	9	60	31	40	4	53	122	23	133	6	14	3	15	126	12	5	11
I11	2240	0	117	148	455	9	66	41	49	5	52	137	24	134	7	10	2	5	509	13	6	0
I11	2241	0	115	101	736	11	78	69	106	20	51	207	26	146	7	0	2	6	0	19	6	4
I11	2242	908	120	102	713	15	64	70	94	18	42	183	23	127	6	8	3	15	336	19	6	0
I11	2243	0	125	132	427	11	58	28	65	7	57	160	31	125	6	7	2	7	0	15	6	0
I11	2244	0	100	121	428	14	41	55	57	8	0	129	43	107	5	39	3	3	6640	16	7	0
I11	2245	0	81	116	370	7	67	38	48	4	29	261	21	69	5	3	2	9	0	12	5	0
I11	2246	0	103	86	295	1	0	0	0	0	47	168	34	75	3	0	2	15	0	9	5	0

Αναλυτικότερα, στα διαγράμματα συγκεντρώσεων των κύριων στοιχείων καλίου (K), ασβεστίου (Ca) και πυριτίου (Si) και του ιχνοστοιχείου ζιρκονίου (Zr) για την Θέση Π1 παρατηρήθηκε σταδιακή μεταβολή στη σύσταση του χώματος κατά μήκος της τομής (Διάγραμμα 3.1: 1a, 1b, 1c, 1d). Η σταδιακή αύξηση της συγκέντρωσης του πυριτίου (Si) και η συνακόλουθη μείωση του ασβεστίου (Ca) μπορεί να εξηγηθεί με δύο τρόπους:

A) ως μεταβολή της σύστασης του χώματος, και

B) ως μεταβολή της κοκκομετρίας του χώματος (σταδιακή αύξηση του μεγέθους των κόκκων θα μπορούσε να οδηγήσει στην παρατηρούμενη μικρή αύξηση του πυριτίου, καθώς ο χαλαζίας και άλλα πυριτιούχα ορυκτά συναντώνται στη φύση συνήθως σε κόκκους μεγάλης διαμέτρου). Η διακύμανση της συγκέντρωσης του K και του Zr ακολουθεί παρόμοια καμπύλη με τη συγκέντρωση του Si, γεγονός αναμενόμενο καθώς σε πολλές περιπτώσεις τα στοιχεία αυτά εμφανίζονται ως προσμείξεις σε ορυκτά πυριτίου. Η μεταβολή στη σύσταση και η μεταβολή στην κοκκομετρία μπορεί να οφείλεται τόσο σε ανθρωπογενείς όσο και σε φυσικές γεωλογικές διαδικασίες.

Από τα διαγράμματα των συγκεντρώσεων τιτανίου (Ti) (Διάγραμμα 1e) και μαγγανίου (Mn) (Διάγραμμα 3.1f) παρατηρείται σταθερή σύσταση κατά μήκος της τομής, με εξαίρεση το δεύτερο στρώμα, όπου και εμφανίζεται σημαντική αύξηση στη συγκέντρωση των δύο στοιχείων. Στο στρώμα αυτό όμως δεν παρατηρείται συνακόλουθη αύξηση σιδήρου (Fe), στοιχείο που συνήθως συνδέεται άμεσα με ορυκτά πλούσια σε μαγγάνιο και τιτάνιο (και βρίσκεται στο χώμα σε πολύ μεγαλύτερες συγκεντρώσεις). Συνεπώς, η μεταβολή αυτή ενδεχομένως να είναι τυχαία και υποδεικνύει την ανάγκη λήψης περισσότερων μετρήσεων από κάθε στρώμα.



Διάγραμμα 3.1 Συγκεντρώσεις K (a) και Fe (b), Si (c) και Ca (d), Mn (e) και Ti (f)- αναλύσεις XRF αρχαίο θέατρο ΝΠ θέση «Κ10»

Στο τρίτο στρώμα παρατηρείται απότομη αύξηση στη συγκέντρωση καλίου (K) και σιδήρου (Fe), αν και τα υπόλοιπα κύρια στοιχεία παραμένουν ουσιαστικά αμετάβλητα. Η συγκέντρωση και των δύο αυτών στοιχείων μειώνεται εκ νέου στο τέταρτο στρώμα. Η μεταβολή δε φαίνεται να οφείλεται σε τυχαία σημειακή διακύμανση, καθώς παρατηρείται σταθερά και στα δύο σημεία του στρώματος (A και B). Συνεπώς, θα πρέπει να αποδοθεί σε μεταβολή της σύστασης του χώματος σε αυτό το στρώμα, εξαιτίας είτε ανθρωπογενών είτε γεωλογικών διαδικασιών. Πρέπει να επισημανθεί ότι η αύξηση της συγκέντρωσης των δύο αυτών στοιχείων πιθανώς να σχετίζεται με περίοδο πιο εκτεταμένης καλλιέργειας (π.χ. το κάλιο βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις στα φυτά). Την τάση μεταβολής του ασβεστίου ακολουθούν και το μαγγάνιο

(Mn) και το τιτάνιο (Ti), συνεπώς είναι πιθανό τα στοιχεία αυτά να εμφανίζονται ως προσμείξεις στα ασβεστιτικά ορυκτά. Και σε αυτή την περίπτωση, η παρατηρούμενη μεταβολή θα πρέπει να αποδοθεί σε συνολική μεταβολή της σύστασης του χώματος, εξαιτίας είτε ανθρωπογενών είτε γεωλογικών διαδικασιών.

Τη μελέτη της στρωματογραφίας των δύο τομών στην ανασκαφή του Αρχαίου Θεάτρου ακολούθησε νέα μελέτη με δειγματοληψία στη στρωματογραφία του νοτιοανατολικού τμήματος του Ασκληπιείου της Αρχαία Θουρίας σε τοίχο τομής ύψους τριών μέτρων με περίπου 12 διακριτά στρώματα. Το Ασκληπιείο βρίσκεται νότια εξωτερικά από τα τείχη της πόλης και ανακαλύφθηκε το 2009 κατά τη διάρκεια των συστηματικών ανασκαφών στην περιοχή. Η τοποθεσία του Ασκληπιείου επιλέχθηκε λόγω των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών (Αραπογιάννη & Κακούρος, 2016; Λαδάς, κ. ά., 2014) της που διατήρησαν μια σαφή στρωματογραφία που μαρτυρά την εξέλιξη του χώρου από την καταστροφή του, τη δημιουργία της αρχαιολογικής απόθεσης και της μετέπειτα διατήρησής της.

Το συγκρότημα του Ασκληπιείου, σε τεχνητό πλάτωμα 600 τ.μ., το οποίο συγκρατούνταν από δύο ισχυρούς τοίχους αντιστήριξης στα βορειοδυτικά της απότομης πλαγιάς του λόφου. Δεδομένου ότι η νότια Μεσσηνία εμφανίζει έντονα σεισμικά φαινόμενα και λόγω της θέσης του μνημείου σε ένα ασταθές υπόστρωμα που αποτελείται από εύθρυπτα αργιλοασβεστιτικά και διαβρωμένους ψαμμιτικοκροκαλοπαγείς σχηματισμούς άνωθεν του χώρου, σημαντικός όγκος ψαμμιτικών τεμάχων μεγάλου μεγέθους κατέπεσε καλύπτοντας την περιοχή, καταστροφή που πιθανότατα πραγματοποιήθηκε γύρω στον 1ο αιώνα μ.Χ. (Λαδάς, et al., 2014) (Papouli & Makris, 2004) (Psonis, et al., 1986). Ακόμα και σήμερα η γεωμορφολογία της περιοχής δημιουργεί σοβαρά προβλήματα στην ανασκαφική διαδικασία (Λαδάς, κ. ά., 2014).

Τα δείγματα αφαιρέθηκαν από το ανατολικό πρηνές του χώρου των ανασκαφών του Ασκληπιείου, ανατολικά της παραστάδας της ιωνικής στοάς (Εικόνα 3.3 & Εικόνα 3.4).



Εικόνα 3.3 Παραστάδα ιωνικής στοάς [Αραπογιάννη, 2018]



Εικόνα 3.4 Ανατολικό πρηνές όπου πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία

Συγκεκριμένα, το τείχος παρουσιάζει στρωματογραφία πολλαπλή, και τα δείγματα αφαιρέθηκαν από 7 μακροσκοπικά ορατά στρώματα, μάρτυρας της επίχωσης του Ασκληπιείου. Για τη δειγματοληψία δημιουργήθηκε κατακόρυφος κανάβος στην τοίχο της τομής, διαστάσεων 2 μέτρων πλάτους και 2μέτρων ύψους χωρισμένος ανά 50 εκατοστά σχηματίζοντας 16 τετράγωνα. Εντός του κανάβου διακρίνονται επτά στρώματα. Τα δείγματα συλλέχθηκαν ανά τετράγωνο του κανάβου στο σύνολο 35 δείγματα των 250 έως 600 γραμμαρίων από διαφορετικά σημεία εντός του κανάβου (Εικόνα 3.5). Τα δείγματα καταχωρήθηκαν σύμφωνα με τη στρωματογραφία από πάνω προς τα κάτω από τα στρώματα L1 (ανώτερο στρώμα εντός κανάβου) έως L7 (κατώτερο στρώμα).



Εικόνα 3.5 Κανάβος δειγματοληψίας τομής Ασκληπιείου

Μακροσκοπικά η στρωματογραφία χωρίστηκε σύμφωνα με την παρατηρούμενη διαφοροποίηση των στρωμάτων, π.χ. πυκνότητα εδάφους, περιγραφή, χρώμα (Πίνακας 3-3). Και περιγράφεται σύμφωνα με το πρωτόκολλο που περιγράφεται στο Κυριλλίδου 2006 (Κυριλλίδου, 2006). Καταγράφηκαν τα χαρακτηριστικά των ιζημάτων, ως προς το χρώμα σύμφωνα με τις τυποποιημένες μετρήσεις Munsell (Munsell Color Co., 1988), τη συνεκτικότητα, τη δομή (Osman, 2012) καθώς και παρατηρούμενα περιεχόμενα του στρώματος.

Πίνακας 3-3 Μακροσκοπική περιγραφή των δειγμάτων και της στρωματογραφίας

Δείγμα	Συνεκτικότητα / Δομή	Περιγραφή	Χρώμα
L1_1	Σφιχτό κοκκώδες	Πλήθος συσσωματωμάτων αδιάλυτου χώματος, μικρές λευκές πέτρες και στίγματα	2.5Y 7/4 pale yellow
L1_2	Εύθρυπτο κοκκώδες	Εύθρυπτα συσσωματώματα, μικρά λευκά συσσωματώματα, ρίζες	2.5Y 6/4 Light yellowish brown
L1_3	Σφιχτό Κοκκώδες	Λίθοι, συσσωματώματα μικρού μεγέθους και μερικά μεγαλύτερα με λευκά στίγματα	2.5Y 6/4 Light yellowish brown
L1_4	Σφιχτό Κοκκώδες	Εύθρυπτα συσσωματώματα χώματος, μικρά θραύσματα κεραμικά	2.5Y 5/2 Greyish brown
L1_5	Σφιχτό Κοκκώδες	Μικροί λίθοι και συσσωματώματα χώματος	2.5Y 7/3 pale yellow
L2_1	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Λευκά συσσωματώματα, λευκοί λίθοι, ρίζες και εύθρυπτα κομμάτια κάρβουνου	2.5Y 5/3 Light olive brown
L2_2	Χαλαρό Κοκκώδες	Πλήθος εύθρυπτων συσσωματωμάτων αδιάλυτου χώματος, μικροί λίθοι, οργανικά (σκουλίκι), ρίζες	2.5Y 5/4 Light olive brown
L2_3	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Πλήθος εύθρυπτων συσσωματωμάτων αδιάλυτου χώματος, μικρά κομμάτια κεραμικής, λίθοι και λευκά συσσωματώματα	2.5Y 5/4 Light olive brown
L3_1	Σφιχτό Χαλικώδης	Ρίζες, λίθοι και έντονοι παρουσία μεγαλύτερων συσσωματωμάτων αδιάλυτου χώματος	2.5Y 7/4 pale yellow
L3_2	Σφιχτό Crumb	Πλήθος λίθων χωρίς συσσωματώματα	Brown
L3_3	Εύθρυπτο Χαλικώδης	Πλήθος εύθρυπτων συσσωματωμάτων αδιάλυτου χώματος και μικροί λίθοι	2.5Y 5/4 Light olive brown
L3_4	Σφιχτό Χαλικώδης	Πλήθος συσσωματωμάτων αδιάλυτου χώματος θραύσματα κεραμικής	2.5Y 5/4 Light olive brown
L3_5	Σφιχτό Χαλικώδης	Συσσωματώματα αδιάλυτου χώματος με λίθους, μικροί μαύροι και λευκοί λίθοι	2.5Y 6/4 Light yellowish brown
L4_1	Εύθρυπτο Χαλικώδης	Θραύσμα κεραμικής	10YR 5/4 Light olive brown
L4_2	Εύθρυπτο Χαλικώδης	Συσσωματώματα αδιάλυτου χώματος	2.5Y 6/4 Light yellowish brown
L4_3	Σφιχτό Χαλικώδης	Μικρά συσσωματώματα αδιάλυτου χώματος, λευκά συσσωματώματα χώματος, πέτρες	2.5Y 6/4 Light yellowish brown
L4_4	Σφιχτό Χαλικώδης	Λευκά συσσωματώματα χώματος, συσσωματώματα αδιάλυτου χώματος	2.5Y 7/5 Light Brown
L4_5	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Πολλές πέτρες	2.5Y 7/4 pale yellow
L4_6	Σφιχτό Χαλικώδης	Πέτρες και ελάχιστα μαύρα θραύσματα	2.5Y 5/4 Light olive brown
L4_7	Σφιχτό Χαλικώδης	Πέτρες, λευκά συσσωματώματα χώματος	2.5Y 6/4 Light yellowish brown
L4_8	Σφιχτό Χαλικώδης	Εύθρυπτα συσσωματώματα αδιάλυτου χώματος, πέτρες μικρές	2.5Y 7/6 Yellow Brown
L4_9	Σφιχτό Χαλικώδης	Συσσωματώματα αδιάλυτου χώματος, μικρά σκληρά λευκά συσσωματώματα	2.5Y 6/4 Light yellowish brown
L5_1	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Πολύ σκληρά λευκά συσσωματώματα χώματος	2.5Y 6/4 Light yellowish brown
L6_1	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Φράγματα οστών, πλήθος μικρών μαύρων συσσωματωμάτων	2.5Y 6/4 Light yellowish brown
L6_2	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Συσσωματώματα αδιάλυτου χώματος	2.5Y 6/4 Light yellowish brown

L6_3	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Εύθρυπτα συσσωματώματα αδιάλυτου χώματος, θραύσματα κεραμικής	2.5Y 6/4 Light yellowish brown
L6_4	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Εύθρυπτα συσσωματώματα αδιάλυτου χώματος	2.5Y 6/4 Light yellowish brown
L6_5	Σφιχτό Κοκκώδες	Πολλά συσσωματώματα σκληρά, ρίζες, θραύσματα οστών, μικρά θραύσματα κάρβουνου	2.5Y 6/4 Light yellowish brown
L7_1	Χαλαρό Κοκκώδες	Λευκά συσσωματώματα	2.5Y 7/4 pale yellow
L7_2	Χαλαρό Κοκκώδες	Μικρά λευκά συσσωματώματα, και γκρι σκουοί λίθοι	2.5Y 5/4 Light olive brown
L7_3	Χαλαρό Κοκκώδες	Μερικά όστρεα, μερικοί πορώδης λίθοι λευκοί, ρίζες	2.5Y 6/4 Light yellowish brown
L7_4	Χαλαρό Κοκκώδες	Λευκά συσσωματώματα χρώματος, μαύροι λίθοι, ρίζες	2.5Y 5/4 Light olive brown
L7_5	Χαλαρό Κοκκώδες	Θραύσματα κεραμικής, μικρές λευκές πέτρες	2.5Y 6/4 Light yellowish brown
L7_6	Χαλαρό Κοκκώδες	Εύθρυπτα συσσωματώματα αδιάλυτου χώματος, πλήθος πολύ μικρών σκληρών λευκών συσσωματωμάτων	2.5Y 5/4 Light olive brown
L7_7	Χαλαρό Κοκκώδες	Εύθρυπτα συσσωματώματα αδιάλυτου χώματος, λευκές πέτρες	2.5Y 5/4 Light olive brown

Σχηματίστηκαν στρογγυλά δοκίμια των 20 γραμμαρίων από κάθε δείγμα που εν συνεχεία ξηράνθηκαν σε φούρνο στους 70°C για 8 ώρες. Τα δοκίμια μετρήθηκαν με το φορητό φασματόμετρο φθορισμομετρίας ακτίνων Brucker X Tracer III SD με στόχο τη χημική τους ανάλυση (Liritzis & Zacharias, 2011). Οι παράμετροι των οργάνων περιγράφονται αναλυτικά στο Palamara et al. (2016). Ο ποσοτικός προσδιορισμός δεδομένων έγινε χρησιμοποιώντας λογισμικό S1PXRF και την ενσωματωμένη καμπύλη βαθμονόμησης για ιζήματα και κεραμικά. Προκειμένου να βελτιστοποιηθεί το αναλυτικό εύρος, χρησιμοποιήθηκαν δύο ρυθμίσεις: (1) μια μη φιλτραρισμένη λειτουργία διέγερσης χαμηλής ενέργειας (υψηλή τάση ρυθμισμένη στα 15 kV) για την ανάλυση των πιο ελαφριών στοιχείων με ατομικό αριθμό, Z, μεταξύ 11 και 26, και (2) διέγερση υψηλής ενέργειας φιλτραρισμένη με Al / Ti λειτουργία (υψηλή τάση ρυθμισμένη στα 40 kV) για την ανάλυση των στοιχείων με ατομικό αριθμό Z > 26. Από καθένα από τα 35 δείγματα ιζημάτων ετοιμάστηκαν δύο έως τέσσερα δοκίμια προς ανάλυση με το p-XRF. Κάθε δοκίμιο μετρήθηκε δύο φορές με χρόνο μέτρησης 120 δευτερόλεπτα. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 332 μετρήσεις.

Στους πίνακες που ακολουθούν (Πίνακας 3-4 και Πίνακας 3-5) καταγράφεται η μέση τιμή της στοιχειακής ανάλυσης για κάθε δείγμα.

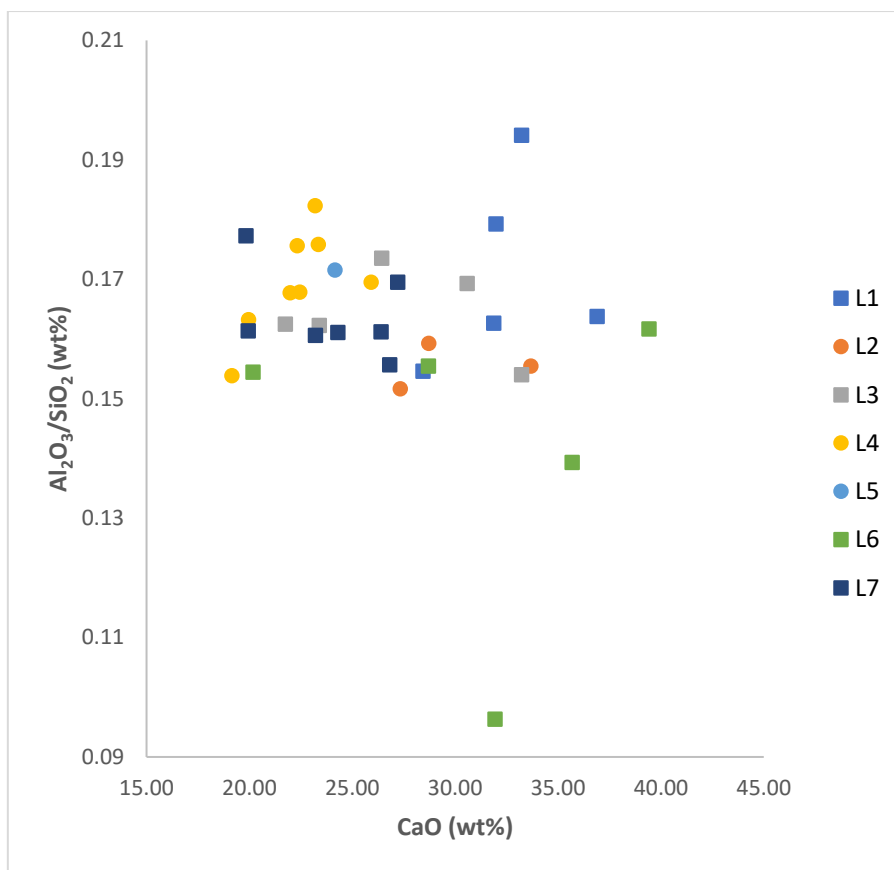
Πίνακας 3-4 Μέση συγκέντρωση κύριων στοιχείων των δειγμάτων, ανάλυση με p-XRF(οξείδια σε κ.β.% κανονικοποιημένα στο 100%)

Δείγμα	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃
L1_1	1.47	1.40	8.63	44.45	1.76	2.02	33.23	0.67	6.37
L1_2	1.50	2.11	7.01	42.80	1.33	1.53	36.90	0.55	6.26
L1_3	1.45	3.79	7.35	45.22	0.91	1.75	31.87	0.60	7.06
L1_4	1.39	1.58	7.94	51.39	0.92	1.69	28.43	0.67	5.98
L1_5	1.47	2.20	8.14	45.43	1.06	2.03	31.99	0.66	7.02
L2_1	1.39	1.67	7.92	49.71	1.81	1.85	28.71	0.66	6.29
L2_2	1.37	4.64	7.35	48.47	1.47	1.61	27.32	0.59	7.17
L2_3	1.50	1.99	7.16	46.08	0.95	1.83	33.67	0.65	6.17
L3_1	1.47	3.60	6.33	41.12	5.31	1.55	33.23	0.53	6.87
L3_2	1.24	1.03	9.21	56.78	0.59	1.64	23.39	0.65	5.46
L3_3	1.36	2.32	8.60	52.91	2.51	1.89	21.74	0.73	7.93
L3_4	1.36	1.25	8.58	49.46	4.94	1.71	26.43	0.62	5.65
L3_5	1.45	2.53	7.91	46.76	1.80	1.76	30.58	0.61	6.59
L4_1	1.49	3.59	5.97	46.83	0.98	1.92	32.12	0.55	6.54
L4_2	1.19	2.91	8.97	58.28	0.53	1.73	19.15	0.69	6.56
L4_3	1.28	2.02	9.36	55.77	0.53	1.77	21.97	0.65	6.64
L4_4	1.29	1.75	9.58	54.49	0.67	1.74	23.34	0.62	6.51
L4_5	1.27	1.98	9.42	57.69	0.61	1.72	19.96	0.68	6.67
L4_6	1.31	2.00	9.77	53.60	0.82	1.89	23.19	0.67	6.75
L4_7	1.36	2.38	8.55	50.44	2.00	1.88	25.91	0.66	6.83
L4_8	1.27	2.53	9.15	54.51	0.69	1.85	22.44	0.70	6.86
L4_9	1.24	2.32	9.58	54.56	0.43	1.95	22.32	0.70	6.91
L5_1	1.30	2.57	9.01	52.55	0.80	1.79	24.15	0.63	7.20
L6_1	1.63	2.78	4.60	47.76	0.98	2.06	31.93	1.07	7.19
L6_2	1.33	2.66	8.80	56.98	0.49	1.82	20.17	0.70	7.04
L6_3	1.45	1.37	6.79	42.02	1.43	1.58	39.42	0.55	5.38
L6_4	1.54	2.21	6.18	44.34	2.09	1.73	35.69	0.50	5.72
L6_5	1.33	5.70	7.24	46.57	0.44	1.74	28.69	0.59	7.69
L7_1	1.27	4.96	8.08	50.30	1.71	1.80	23.21	0.62	8.05
L7_2	1.39	3.09	7.91	50.81	0.55	1.79	26.81	0.72	6.93
L7_3	1.42	3.36	7.69	47.68	3.73	1.76	26.40	0.64	7.34
L7_4	1.38	2.32	8.24	51.18	2.96	1.81	24.30	0.68	7.12
L7_5	1.26	3.30	9.02	50.86	3.53	2.06	19.83	0.70	9.45
L7_6	1.29	6.53	7.68	47.58	3.96	2.15	19.95	0.76	10.10
L7_7	1.48	2.59	8.01	47.27	3.33	1.92	27.21	0.67	7.52

Πίνακας 3-5 Μέση συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων των δειγμάτων, με p-XRF(στοιχεία σε ppm)

Δείγμα	P	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	As	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Sn	Sb	Ba	Hf	Pb	Th	U
L1_1	0	85	685	2280	98	565	280	455	38	500	1405	235	1275	63	180	28	130	1098	0	120	55	10
L1_2	0	73	463	1958	75	288	195	323	33	325	1205	250	1375	55	148	20	45	3510	0	115	45	0
L1_3	0	45	523	1965	93	510	223	423	33	470	1580	253	1208	58	150	25	100	1723	0	103	53	8
L1_4	985	175	715	2660	83	418	258	495	40	420	1723	265	1588	63	95	25	105	1770	0	125	53	0
L1_5	0	60	685	2200	100	603	248	553	38	543	1610	243	1380	83	105	23	88	3418	0	118	60	138
L2_1	1778	178	735	2703	83	443	265	463	38	418	1555	240	1498	63	120	25	93	553	0	123	53	18
L2_2	0	52	488	2103	60	303	165	290	28	295	1417	190	915	43	130	23	92	3177	0	88	38	5
L2_3	2918	95	618	2833	80	433	263	435	40	415	1823	255	1328	55	135	30	148	0	0	128	50	0
L3_1	0	23	425	1808	73	290	170	340	30	420	1725	233	1183	55	158	28	98	1408	0	113	53	20
L3_2	0	220	815	2425	80	290	85	380	30	375	1250	250	1610	60	170	30	200	665	0	110	50	0
L3_3	0	228	805	2078	108	200	125	395	45	398	1035	253	1715	58	195	30	148	2265	0	118	50	3
L3_4	25	88	688	2243	75	285	128	370	38	373	1618	265	1350	58	140	28	125	658	0	103	48	0
L3_5	0	15	550	2095	80	350	175	420	38	358	1435	223	1090	55	105	28	113	828	0	103	48	8
L4_1	1443	60	450	2358	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L4_2	0	33	688	2213	85	275	110	398	40	408	1150	268	1853	65	118	20	68	693	0	98	50	5
L4_3	0	0	578	2095	88	310	90	413	35	440	1308	263	1863	63	65	20	80	3603	0	108	53	5
L4_4	0	0	583	2000	85	258	100	400	35	410	1188	278	1693	65	75	25	103	0	0	105	50	8
L4_5	0	25	713	2198	85	273	98	433	35	438	1213	305	2078	75	78	20	90	1385	0	108	55	5
L4_6	0	0	595	2020	83	343	138	425	35	475	1275	238	1770	68	120	28	150	4135	0	108	58	30
L4_7	0	0	558	2010	103	355	183	430	38	380	1568	215	1660	68	63	20	55	23645	0	120	58	38
L4_8	0	3	653	2000	78	248	323	408	35	430	1243	248	1605	53	195	25	190	2915	0	110	48	13
L4_9	0	35	655	2075	85	288	203	413	38	465	1243	273	1788	65	68	23	80	1443	0	108	55	5
L5_1	0	38	558	2068	85	485	190	428	40	420	1643	238	1388	60	73	20	83	2070	0	103	50	23
L6_1	0	455	1073	3203	68	335	108	305	25	348	1010	215	1415	50	60	18	68	833	0	83	43	10
L6_2	0	0	0	0	115	563	278	503	40	638	1683	263	1373	73	160	28	115	4165	0	123	63	30
L6_3	0	68	555	2148	75	340	160	333	33	370	2723	260	2240	180	65	20	485	1325	0	105	105	0
L6_4	3298	145	483	2338	65	357	235	380	35	323	2090	212	858	47	140	23	93	1802	0	113	42	10
L6_5	0	33	493	1975	83	493	335	405	38	440	1518	243	1215	58	153	25	133	935	0	118	53	0
L7_1	0	18	408	1960	98	480	195	488	38	528	1355	248	1458	60	158	25	110	2573	0	108	55	23
L7_2	0	21	602	2287	21	94	51	112	11	113	337	80	463	17	50	7	31	662	0	32	15	0
L7_3	0	12	505	2063	85	392	180	442	32	423	1285	255	1525	58	100	25	103	3843	0	110	50	13
L7_4	0	0	600	2235	88	433	185	478	40	515	1298	267	1640	67	78	20	65	3068	0	113	57	23
L7_5	0	0	550	1813	108	603	198	480	38	610	1268	260	1400	68	140	23	63	868	0	110	63	13
L7_6	0	20	513	2167	87	597	223	412	32	578	618	155	930	50	165	17	65	1287	0	82	52	32
L7_7	0	3	553	2190	93	493	193	413	38	453	1460	245	1185	55	160	25	103	1235	0	98	53	5

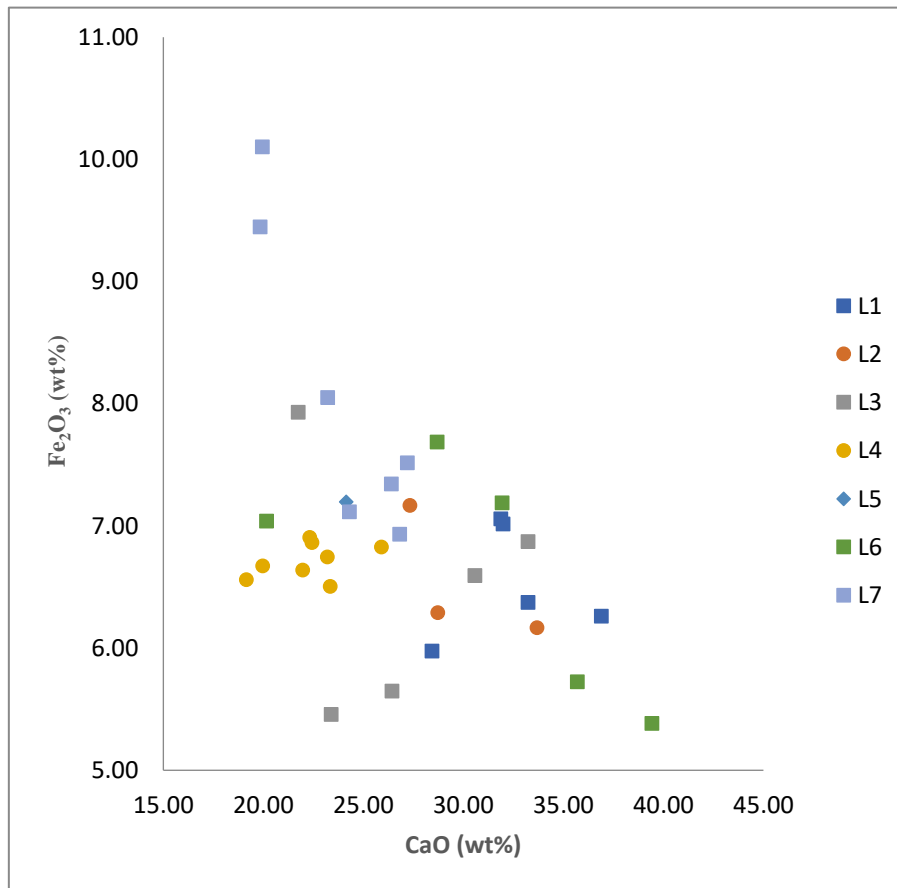
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του φορητού XRF εμφανίζουν συστηματικές τιμές αλλά και διαφοροποιήσεις σε συγκεκριμένα στρώματα. Μεγαλύτερες διακυμάνσεις, μεγαλύτερο δηλαδή εύρος στις μέσες τιμές των συγκεντρώσεων των μετρούμενων στοιχείων εμφανίζει στα κύρια στοιχεία το οξείδιο του θείου (SO_3) και το οξείδιο του μαγνησίου (MgO) με τιμές από 0,43 έως 4,94 %κ.β. και 1,03 έως 6,53 %κ.β αντίστοιχα. Οι συγκεντρώσεις των χημικών στοιχείων μελετήθηκαν εκτενέστερα με τη χρήση διαγραμμάτων διασποράς βασιζόμενα στα αποτελέσματα των δεδομένων ανάλυσης του p-XRF. Τάσεις διαφοροποίησης στις συγκεντρώσεις των στοιχείων εμφανίζονται στο διάγραμμα του λόγου του οξειδίου του αργιλίου προς το οξείδιο του πυριτίου ($\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{SiO}_2$) σε συνάρτηση με το οξείδιο του ασβεστίου (CaO) (Διάγραμμα 3.2). Οι διαφορές στις συγκεντρώσεις είναι εμφανείς ανά στρώμα όσον αφορά τη συγκέντρωση του οξειδίου του ασβεστίου από 19.15 κ.β.% (L4) έως 39.42 κ.β.% (L6). Οι αυξημένες τιμές στο στρώμα L6 υποδηλώνουν την ύπαρξη χώρων απορρίψεων. Μάλιστα λαμβάνοντας υπόψη και τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις όπου το στρώμα L6 αποτελεί στρώμα καταστροφής, υπάρχει συμφωνία με τα αναλυτικά στοιχεία για το ασβέστιο (Carr, 1982). Αντίστοιχα μεγάλη διακύμανση στις συγκεντρώσεις του οξειδίου του ασβεστίου εμφανίζεται στο στρώμα L3 από 21.74 κ.β.% μέχρι 33.23 κ.β.% στοιχείο που επίσης συμφωνεί με τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις (Πίνακας 1). Το κλάσμα $\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{SiO}_2$ παρουσιάζει τη μεγαλύτερη διαφοροποίηση μεταξύ των αναλύσεων στα δείγματα του στρώματος L1 και L6. Οι αυξημένες τιμές χαρακτηρίζουν την πιο χονδρόκοκκη υφή των συγκεκριμένων δειγμάτων που επιβεβαιώνονται και μακροσκοπικά. Οι τιμές των συγκεντρώσεων στα στρώματα L4 και L7 εμφανίζουν μικρές διακυμάνσεις μεταξύ των δειγμάτων που αναλύθηκαν σε σχέση με τις τιμές μεταξύ των δειγμάτων στα υπόλοιπα στρώματα, τόσο στις συγκεντρώσεις του $\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{SiO}_2$ όσο και στο CaO , γεγονός που υποδεικνύει ομοιογένεια χωρίς έντονες δραστηριότητες που φαίνεται και από την λεπτόκοκκη σύνθεσή τους (Διάγραμμα 3.2).



Διάγραμμα 3.2 Δυαδικό διάγραμμα της συγκέντρωσης του λόγου Al₂O₃/ SiO₂ συναρτήσει του CaO στα 7 στρώματα για 35 δείγματα

Στο διάγραμμα του οξειδίου του σιδήρου σε συνάρτηση με το οξύδιο του ασβεστίου (Διάγραμμα 3.3) παρατηρείται σημαντική διαφοροποίηση των συγκεντρώσεων στα δείγματα του στρώματος L7 σε σχέση με τα άλλα στρώματα. Αυτή η συμπεριφορά μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός πως οι περισσότερες ανθρώπινες δραστηριότητες δημιουργούν συγκεντρώσεις οργανικών υλικών που οδηγούν με τη σειρά του στις συγκεντρώσεις οξειδίων του σιδήρου. Αυτό οφείλεται στην αναγωγή των ορυκτών του σιδήρου από σιδηρούχα σε σιδηρικά κατά την οξείδωση. Τα σιδηρικά αυτά μόρια με πιο αδύναμους δεσμούς ευνοούν τη διάχυση του σιδήρου στο περιβάλλον (Karkanis & Goldberg, 2019). Τα στρώματα L6 και L7 περιέχουν θραύσματα και κατεστραμμένα υλικά (κεραμίδες, δομικούς λίθους, οστά κλπ) και αποτελούν τα πρώτα στρώματα καταστροφής στην περιοχή. Μάλιστα το L7 αποτελεί το πρώτο στρώμα που σκέπασε τα ανθρωπογενή υλικά της περιοχής πιθανόν έπειτα από κάποια καταστροφή. Η αυξημένες τιμές στις συγκεντρώσεις μαγγανίου και στροντίου στο στρώμα L7 και οι ελαφρώς αυξημένες τιμές στο στρώμα L6 συνδέονται με αυξημένες τιμές σε στρώματα καταστροφής. Το στρώμα L3, όπως παρατηρείται μακροσκοπικά σαν στρώμα καταστροφής, δεν εμφανίζει

παρόμοιες διαφοροποιήσεις στις αναλυτικές τιμές των στοιχείων αυτών. Η εμφανής περιοχή καύσης στο στρώμα L3 δεν υποστηρίζεται από αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων του στροντίου όπως θα αναμενόταν. Κάτι τέτοιο βέβαια δεν αποκλείει την ύπαρξη καύσης αλλά μπορεί να υποδεικνύει καύση φυτών. Το L3 παρουσιάζει ωστόσο ενδείξεις κάποιου συμβάντος όπου σημειώθηκε σημαντική πυρκαγιά αφήνοντας ένα στρώμα καταστροφής πολύ μικρότερο όμως από εκείνο στο στρώμα L6 που περιέχει και συντρίμμια όπως, μεγαλύτερες πέτρες, μερικά θραύσματα κεραμικής (αραιά) και ρίζες (Πίνακας 3-3).



Διάγραμμα 3.3 Δυαδικό διάγραμμα συγκέντρωσης Fe₂O₃ συναρτήσει της συγκέντρωσης CaO στα 7 στρώματα και 35 δείγματα

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων και αναλύσεων των δειγμάτων από το φορητό p-XRF μελετήθηκαν περαιτέρω σε μια προσπάθεια ερμηνείας των δραστηριοτήτων στην περιοχή στις διαφορετικές περιόδους, στρώματα και τη σύγκριση με την αρχαιολογική πληροφορία. Το στρώμα L4 παρουσιάζει μία ομοιομορφία στις μετρήσεις και στα εννέα δείγματα της σε σχέση με τα άλλα στρώματα όπου τα δείγματα εμφάνιζαν διαφοροποιήσεις στις τιμές των συγκεντρώσεων των στοιχείων και οξειδίων (Πίνακας 3-4 και Πίνακας 3-5). Η παρατηρούμενη σταθερότητα στη χημική σύσταση των δειγμάτων του L4 υποστηρίζεται και από τη

μακροσκοπική παρατήρηση της στρωματογραφίας. γεωργική δραστηριότητα στην περιοχή με μία εγκατάσταση οινοποιείου, περί τον 6ο-7ο αιώνα μ.Χ. Το οινοποιείο ανασκάφηκε σε χώρο με άμεση επαφή με το δυτικό τμήμα του Ασκληπιείου (Αραπογιάννη, 2017; Αραπογιάννη & Κακούρος, 2016).

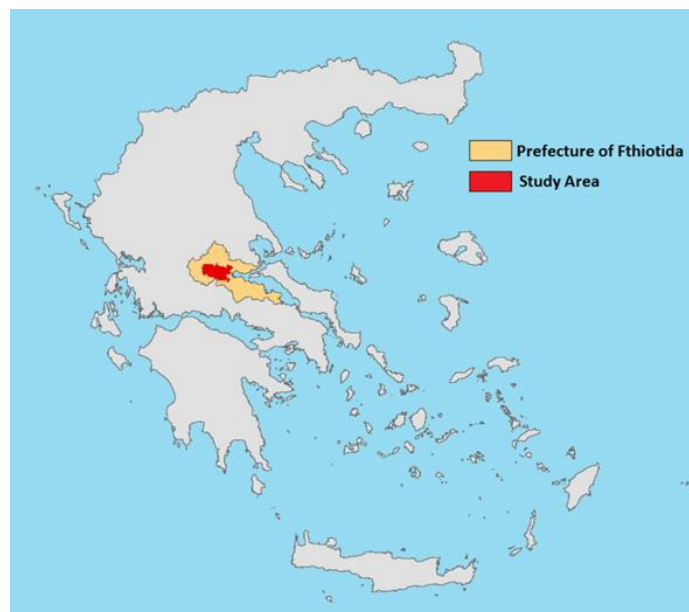
Τα στρώματα L1 και L2 εμφανίζουν ομοιογένεια στη χημική τους σύσταση, όχι με την ίδια σταθερότητα όσο το στρώμα L4, αλλά με μικρές διακυμάνσεις μεταξύ των δειγμάτων που αναλύθηκαν. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως τα στρώματα L1 και L2 είναι εκείνα που κάλυψαν το πλάτωμα που παρατηρήθηκε στο στρώμα L4 και φαίνεται να έχουν συνεχή χρήση για γεωργική δραστηριότητα. Φωσφόρος ανιχνεύθηκε σε επιλεγμένα δείγματα και κυρίως στα ανώτερα στρώματα L1 έως L4 με μία εμφάνιση στο L6. Η παρουσία του στα ανώτερα στρώματα μαρτυρά δραστηριότητα ανθρώπινη στην περιοχή συνδεδεμένη με οικισμό ή καλλιέργειες αφού η αυξημένη παρουσία φωσφόρου υποδεικνύει απορρίψεις με υψηλή περιεκτικότητα σε οργανικές ύλες, υπολείμματα ζώων ή ακόμη και κατάλοιπα τροφίμων (Vranová et al., 2015).

3.3 MY.SPE.AR «Συστηματική Γεωφυσική και Αρχαιολογική Έρευνα Μυκηναϊκών Θέσεων στην Κοιλιάδα του Σπερχειού 2018-2022»

Στο πλαίσιο του έργου της «Συστηματικής Γεωφυσικής και Αρχαιολογικής Έρευνας Μυκηναϊκών Θέσεων στην Κοιλιάδα του Σπερχειού 2018-2022» που ξεκίνησε το καλοκαίρι του 2018 σε συνεργασία με την Εφορεία Αρχαιοτήτων Φθιώτιδας/Ευρυτανίας, το Μυκηναϊκό Ίδρυμα, το Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, την υποστήριξη του Δήμου Λαμιέων και υπό την επίβλεψη του υπεύθυνου αρχαιολόγου Καθηγητή του Πανεπιστημίου Dickinson στην Πενσυλβάνια των Η.Π.Α., κ. Χριστοφίλη Μαγγίδη πραγματοποιήθηκε επιφανειακή έρευνα και χαρτογράφηση της περιοχής της Λαμίας, των περιμετρικών οικισμών και χωριών και της ευρύτερης Κοιλιάδας του Σπερχειού. Το ερευνητικό πρόγραμμα MY.SPE.AR. συνδυάζει επιφανειακή και εκτεταμένη αρχαιολογική έρευνα, αεροφωτογράφιση, γεωφυσικές διασκοπήσεις, στοχευμένη ανασκαφή καθώς και τεχνολογικές εφαρμογές για τη διερεύνηση και αναγνώριση Μυκηναϊκών αρχαιολογικών θέσεων στην κοιλάδα του Σπερχειού (Εικόνα 3.6). Η κοιλάδα του Σπερχειού εκτείνεται περίπου 80 χιλιόμετρα ανατολικά και δυτικά μεταξύ Θεσσαλίας και Βοιωτίας χωρίζοντας τις περιοχές της κεντρικής και νότιας Ελλάδας με μία στενή ακτογραμμή ανάμεσά τους και ξεπερνά σε επιφάνεια τα 370 τετραγωνικά χιλιόμετρα.

Πρόσφατες έρευνες της Εφορείας Αρχαιοτήτων Φθιώτιδας έχουν εντοπίσει και ανασκάψει μερικώς μυκηναϊκές θέσεις (Karantzali, 2014/2015; Karantzali, 2013).

Βασικό βήμα στην υλοποίηση του προγράμματος αποτελεί η καταγραφή θέσεων με γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς GNSS (Topcon GR5), συλλογή και ψηφιοποίηση αεροφωτογραφιών της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) καθώς και ειδικών χαρτών (αρχαιολογικών, γεωγραφικών/τοπογραφικών, γεωλογικών, γεωσεισμολογικών, υδρολογικών κ.ο.κ.). Κατά τα δύο πρώτα έτη με τη συμμετοχή του εργαστηρίου Αρχαιομετρίας, του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου, πραγματοποιήθηκε χαρτογράφηση 27 θέσεων με ενδείξεις ή δημοσιεύσεις στα δελτία της αρχαιολογικής υπηρεσίας και αφορούν μυκηναϊκές θέσεις. Προκαταρκτική αρχαιολογική επιφανειακή έρευνα στις θέσεις αυτές καθώς και γεωφυσική διασκόπηση στην περιοχή του λόφου του κάστρου της Λαμίας, στην Ακρολαμία πραγματοποιήθηκαν το καλοκαίρι του 2018 καθώς και του 2019.

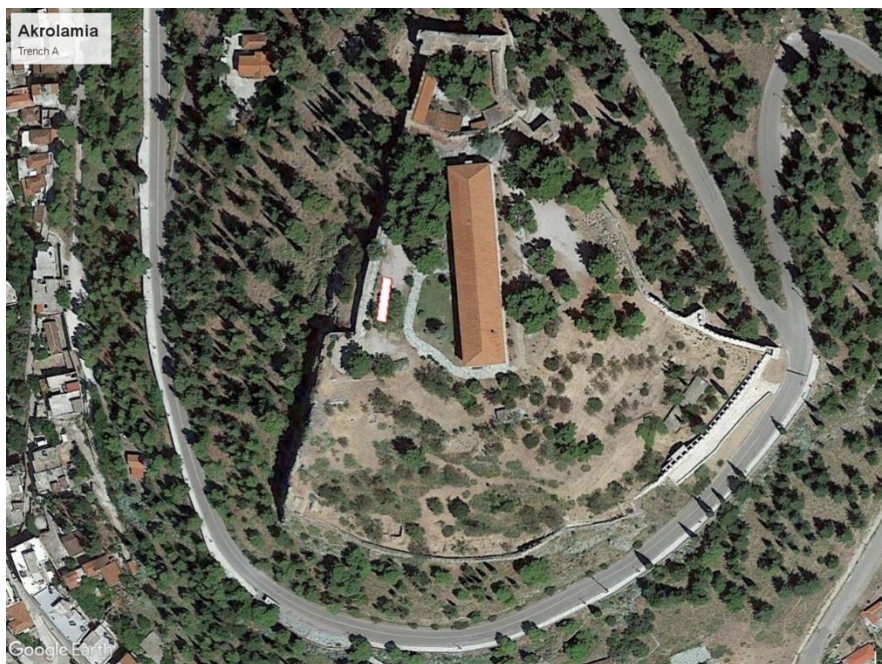


Εικόνα 3.6 Περιοχή μελέτης

Κατά την ανασκαφική περίοδο που ακολούθησε, το 2019 η επιφανειακή έρευνα συνεχίστηκε ενώ πραγματοποιήθηκαν και δύο δοκιμαστικές τομές εκατέρωθεν του κτηρίου του Φρουρίου της Ακρολαμίας. Στον λόφο της Ακρολαμίας σε υψόμετρο 210μ. βρίσκεται το κτήριο που σήμερα στεγάζει το Αρχαιολογικό Μουσείο Φθιώτιδας. Το κάστρο της Λαμίας που αποτελείται από πολυγωνικό περίβολο που εσωτερικά διαιρείται σε τρία μέρη. Εγκάρσιο τείχος χωρίζει το νότιο τμήμα του Φρουρίου από την ανατολική προς τη δυτική πλευρά. Το δεύτερο εγκάρσιο τείχος χωρίζει το βόρειο τομέα. Το κάστρο κτίζεται τον 6^ο αιώνα π.Χ. από τους Μαλιείς. Δέχτηκε επιρροές από τους διαφορετικούς κατακτητές, Βυζαντινοί, Φράγκοι,

Καταλανοί, Οθωμανοί Τούρκοι. Κηρύσσεται ιστορικό διατηρητέο μνημείο το 1922 με Βασιλικό διάταγμα και χρησιμοποιείται ως Κέντρο νεοσύλλεκτων ως το 1941 (Παπακωνσταντίνου, 1994).

Η επιλογή της θέσης της τομής Α βασίστηκε στα αποτελέσματα των γεωφυσικών διασκοπήσεων που είχαν πραγματοποιηθεί το 2018. Η τομή Α βρίσκεται δυτικά του κεντρικού κτηρίου του Φρουρίου στην κορυφή του λόφου. Από την ανασκαφή προέκυψαν πλήθος κεραμίδων στα ανώτερα στρώματα της τομής, θραύσματα κεραμικών σε πολλά στρώματα καθώς και οστά, όστρακα και μεταλλικοί πείροι. Οι κεραμίδες ως επί το πλείστον αφορούσαν μη χαρακτηριστικά θραύσματα και εντοπίστηκαν στα ανώτερα στρώματα της τομής υποδεικνύοντας πιθανό χώρο απόρριψης εντός του τείχους. Η ανασκαφική διαδικασία στην Ακρόπολη διήρκεσε τρεις εβδομάδες. Για την περαιτέρω μελέτη του χημικού αποτυπώματος στα ιζημάτα της στρωματογραφίας αρχαιολογικών χώρων, συλλέχθηκαν δείγματα από τη βόρεια δοκιμαστική τομή του εξωτερικού χώρου του Κάστρου της Λαμίας (Εικόνα 3.7). Η τομή έδωσε πλήθος κεραμικών οστράκων κυρίως Βυζαντινά και Ύστεροβυζαντινά σύμφωνα με τον χαρακτηρισμό της εφόρου αρχαιοτήτων.



Εικόνα 3.7 Ακρολαμία τομή Α

Συγκεντρώθηκαν συνολικά 85 δείγματα χώματος από τα 13 διακριτά στρώματα από σύνολο 15, τομής βάθους 2,40 μέτρων και μήκους 3,40 μέτρων. Τα δείγματα συλλέχθηκαν σε πραγματικό χρόνο κατά τη διάρκεια της ανασκαφής υπό την καθοδήγηση της υπεύθυνης αρχαιολόγου Δρ. Heidi Dierckx. Δείγματα αφαιρέθηκαν και γύρω από συγκεκριμένα

ευρήματα όπως, πιθανές εστίες. Το πλήθος των δειγμάτων καθορίστηκε από τη δραστηριότητα στο στρώμα κατά την ανασκαφή.

Από τα 85 δείγματα πραγματοποιήθηκε κοκκομετρική ανάλυση και χημική ανάλυση με φασματογράφο φθορισμομετρίας ακτίνων X XRF σε 47 δείγματα με κριτήριο τη μεγαλύτερη διασπορά συλλογής ανά στρώμα. Η κοκκομετρική ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε 20 γραμμαρίων (μέγιστη χωρητικότητα κόσκινου) από κάθε δείγμα και η ανάλυση XRF σε 20 γραμμάρια. Κάθε δείγμα μελετήθηκε μακροσκοπικά σύμφωνα με το πρωτόκολλο που περιγράφεται στο Κυριλλίδου, 2006 (Κυριλλίδου, 2006). Καταγράφηκαν τα χαρακτηριστικά των ιζημάτων, ως προς το χρώμα σύμφωνα με τις τυποποιημένες μετρήσεις Munsell (Munsell Color Co., 1988), τη συνεκτικότητα, τη δομή καθώς και παρατηρούμενα περιεχόμενα του στρώματος (Πίνακας 3-6). Η τομή δεν εμφάνισε ιδιαίτερες δυσκολίες στην ανασκαφή του με ίζημα μαλακό αφού αφαιρέθηκε το επιφανειακό στρώμα. Τα ανώτερα στρώματα δεν εμφάνισαν ιδιαίτερη δομή του ιζήματος

Πίνακας 3-6 Μακροσκοπική περιγραφή των δειγμάτων και της στρωματογραφίας

Στρώμα/Δείγμα #	Συνεκτικότητα Δομή	Περιγραφή	Χρώμα
2/1	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Μικρές λευκές πέτρες, ρίζες, φύλλα, θραύσματα κάρβουνου και κεραμικής.	2.5Y 6/2 Light brownish gray
2/2	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Ρίζες, θραύσματα κεραμικής, λευκές πέτρες	2.5Y 6/2 Light brownish gray
2/3	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Πέτρες, θραύσματα κεραμικής, λευκές πέτρες, θραύσματα κάρβουνου και όστρεων	2.5Y 6/2 Light brownish gray
2/4	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Μεγάλες πέτρες (4cm, 2.5cm & 1.5cm), ίχνη κονιάματος, θραύσματα κάρβουνου, κεραμικής και όστρεων	2.5Y 6/2 Light brownish gray
2/5	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Θραύσματα κεραμικής, κονιάματος και κάρβουνου (1cm, 1cm 0,5cm)	2.5Y 6/2 Light brownish gray
5/1	Columnar Rigid	Στρώμα κονιάματος.	2.5Y 8/1 White
5/2	Columnar Rigid	Στρώμα κονιάματος.	2.5Y 8/1 White
6/1	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Θραύσματα κεραμικής και κονιάματος, ρίζες.	2.5Y 5/2 Grayish brown
6/4	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Μικρά θραύσματα οστών	2.5Y 4/2 Dark Grayish Brown
6/8	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Θραύσματα κεραμική, μικρές πέτρες.	2.5Y 5/3 Light olive brown
6/12	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Θραύσματα οστών, κονιάματος και κεραμικής. Μεταλλικός πύρος.	2.5Y 5.3 Light olive brown
6/14	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Θραύσματα κάρβουνου και κεραμικών, πέτρες και ρίζες. Θραύσματα οστών και εφυαλωμένης κεραμικής.	2.5Y 5/2 Grayish brown
7/2	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Πέτρες, θραύσματα οστών κεραμικής και κάρβουνου, ρίζες.	2.5Y 6/3

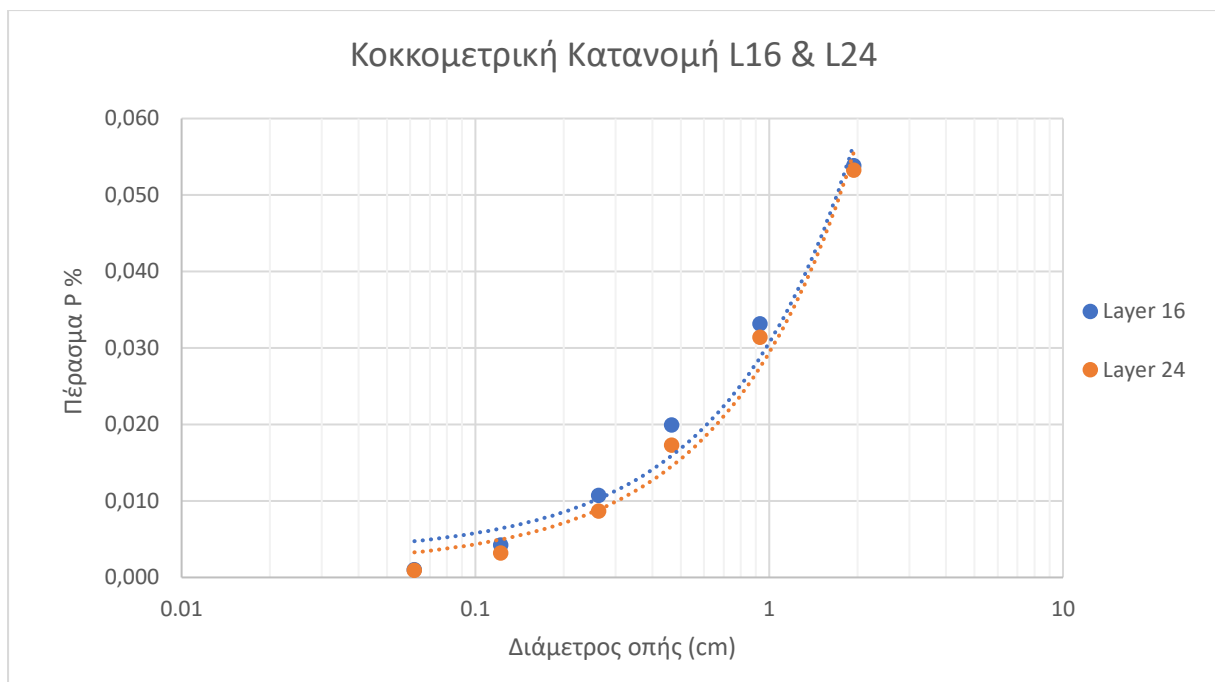
			Light yellowish brown
7/3	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Θραύσματα οστών και κεραμικής	2.5Y 5.3 Light olive brown
7/4	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Ρίζες, κάρβουνο, θραύσματα κεραμικής, κονιάματος και οστού. Δόντι (1cm).	2.5Y 5/2 Grayish brown
7/6	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Θραύσμα οστού 4cm. Ρίζες και επιπλέον μικρά θραύσματα οστού. Δείγματα καύσης, κάρβουνου και κεραμικής.	2.5Y 6/2 Light brownish gray
7/8	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Θραύσματα κάρβουνου ένα μεγαλύτερο από (1cm). Πέτρες, ρίζες, κομμάτια οστών. Θραύσματα κεραμικής (3cm). Θραύσματα κονιάματος και κεραμίδων.	2.5Y 6/2 Light brownish gray
7/11	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Όστρεα 1,3 cm και 0,5cm. Θραύσματα κάρβουνου και κονιάματος.	2.5Y 6/2 Light brownish gray
8/1	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Τιχη καύσης, ρίζες, θραύσματα κεραμικής και κάρβουνου	2.5 4/1 Dark gray
10/1	Σφιχτό Κοκκώδες	Πλήθος κεραμικών θραυσμάτων και εφυαλωμένο (1.5cm). Θραύσματα κάρβουνου, ρίζες και κομμάτια οστού.	2.5Y 5/2 Grayish brown
12/7	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Θραύσματα κεραμίδων, κεραμικής και οστού.	2.5Y 5/2 Grayish brown
12/10	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Θραύσματα κάρβουνου.	2.5Y 6/3 Light yellowish brown
12/15	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Όστρεα, κεραμίδα, κονίαμα και ρίζες.	2.5Y 6/2 Light brownish gray
14/1	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Κονίαμα, κάρβουνο, θραύσματα οστών και ρίζες.	2.5Y 5/3 Light olive brown
14/2	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Θραύσματα οστών, πλούσιο σε κάρβουνο και εύθρυπτα υποκίτρινα συσσωματώματα χώματος	10YR 5/3 Brown
14/3	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Θραύσματα οστών και ένα μεγαλύτερο (15cm). Πέτρες, ρίζες και κάρβουνο.	2.5Y 5/4 Light olive brown
16/1	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Πλήθος λίθων ~ 1cm	2.5Y 7/3 Pale yellow
16/4	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Μεγάλες πέτρες 10cm και κάτω. Μερικά λευκά στίγματα. Ένα μικρό κεραμικό θραύσμα με μελαμβαφή (0.8cm)	2.5Y 7/3 Pale yellow
16/7	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Σκληρά υποκίτρινα συσσωματώματα χώματος.	2.5Y 7/3 Pale yellow
16/2	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Θραύσματα κεραμικής 1.5cm και μικρότερα. Κονίαμα και θραύσματα κάρβουνου >4mm. υποκίτρινα συσσωματώματα χώματος.	2.5Y 6/3 Light yellowish brown
16/5	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Λευκά στίγματα και υποκίτρινα συσσωματώματα χώματος και ρίζες.	2.5Y 7/2 Light gray
16/6	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Θραύσματα κεραμικής ~ 1.5cm, κονίαμα	2.5Y 6/3 Light yellowish brown
19/1	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Λευκά στίγματα, κομμάτια κάρβουνου και λευκά συσσωματώματα χώματος.	2.5Y 7/3 Pale yellow
19/2	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Λευκά στίγματα, κομμάτια κάρβουνου, λευκά συσσωματώματα χώματος και θραύσματα κεραμικής.	2.5Y 7/3 Pale yellow
19/3	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Θραύσματα κεραμικής, όστρεων και κεραμίδας ~ 5cm.	2.5Y 6/3

			Light yellowish brown
21/2	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Υποκίτρινα συσσωματώματα χώματος, θραύσματα κάρβουνου, οστών και κονιάματος.	2.5Y 6/3 Light yellowish brown
22/3	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Μικρά θραύσματα κάρβουνου και όστρεων.	2.5Y 6/3 Light yellowish brown
22/4	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Κεραμίδες, πέτρες και θραύσματα κάρβουνου και στίγματα κονιάματος.	2.5Y 7/3 Pale yellow
22/5	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Θραύσματα κεραμικής και οστού.	2.5Y 7/2 Light gray
22/6	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Θραύσματα οστών, όστρεων, ριζών, κονιάματος και υποκίτρινων συσσωματωμάτων χώματος.	2.5Y 6/3 Light yellowish brown
24/1	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Πλήθος λίθων και μεγάλων (4cm, 2cm, 3cm etc.). Θραύσματα κονιάματος και κεραμικής. Θραύσματα οστών και όστρεων.	2.5Y 5/3 Light olive brown
24/1-P2	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Πλήθος πέτρες, θραύσματα κονιάματος, θραύσματα όστρεων, κάρβουνου και κεραμικής	2.5Y 6/3 Light yellowish brown
24/2	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Θραύσματα κεραμικής, υποκίτρινες πέτρες	2.5Y 6/3 Light yellowish brown
24/2-P2	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Πέτρες, τμήματα κονιάματος, θραύσματα κεραμικής και κάρβουνου	2.5Y 6/2 Light brownish gray
24/3	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Πέτρες, τμήματα κονιάματος, θραύσματα κεραμικής και κάρβουνου	2.5Y 5/3 Light olive brown
24/3-P3	Εύθρυπτο Κοκκώδες	Πέτρες, πλήθος μαζών κονιάματος, ρίζες, λευκά συσσωματώματα.	2.5Y 5/3 Light olive brown

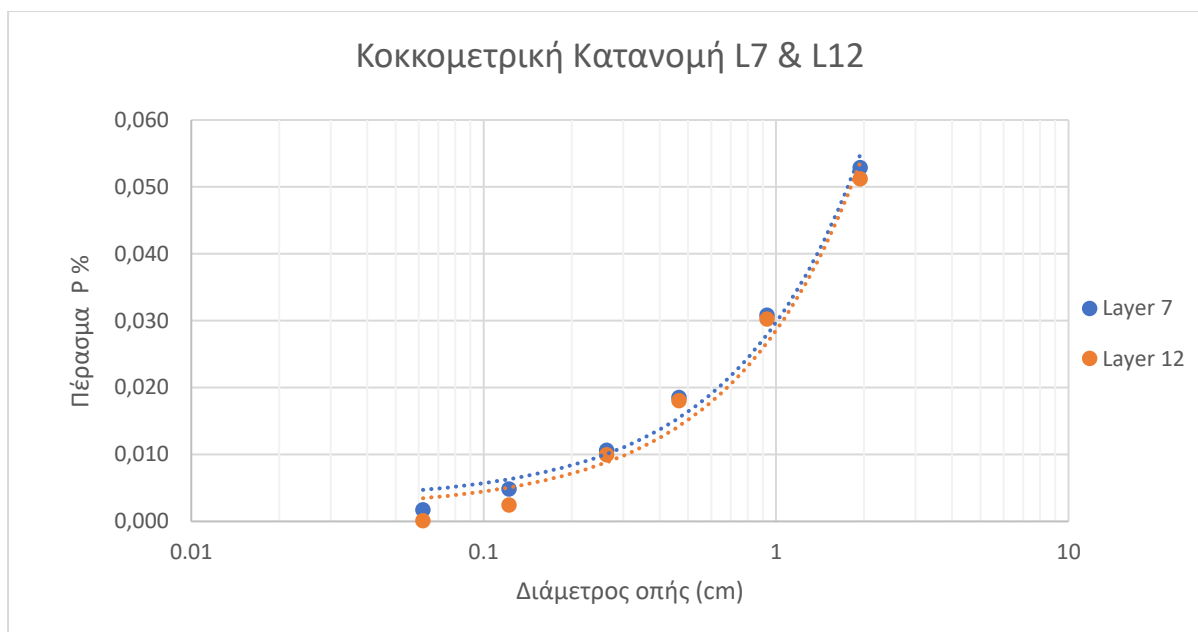
Η κοκκομετρική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με σύστημα έξι κοσκίνων διαφορετικής διαμέτρου από 1,94 εκατοστά έως 0,062 χιλιοστά του μέτρου, αμερικάνικου τύπου, τετραγωνικής δηλαδή οπής. Τα δείγματα ανακινήθηκαν σχολαστικά για δέκα λεπτά για τον διαχωρισμό τους και το κράτημα κάθε κόσκινου καταγράφηκε (Αβραμίδης, 2019). Αυτή η τεχνική επηρεάζεται από τον άνθρωπο που πραγματοποιεί την ανακίνηση για τον λόγο αυτό η διαδικασία πρέπει να υλοποιείται συνολικά από το ίδιο άτομο (Καραγιάννης, 2002). Τα αποτελέσματα μεταξύ των διαφορετικών στρωμάτων έδειχναν ομοιότητα κατανομής των διαφορετικών μεγεθών κόκκου από πολύ χονδρή άμμος μέχρι πολύ λεπτή άμμος (Πίνακας 3-7) (Κυριλλίδου, 2006). Στα περισσότερα στρώματα πάνω από το 50% του δείγματος ήταν χονδρόκοκκη άμμος (Διάγραμμα 3.4 και Διάγραμμα 3.5).

Πίνακας 3-7 Διαβάθμιση Κόκκων

Κατηγορία Ιζήματος	Μέγεθος κόκκου
πηλός (clay)	< 2 μm
ιλύς (silt)	2 μm – 62 μm
λεπτή ιλύς (fine silt)	2 – 6 μm
μεσαία ιλύς (medium silt)	6 – 20 μm
χονδρή ιλύς (coarse silt)	20 – 62 μm
άμμος (sand)	62 μm – 2000 μm
πολύ λεπτή άμμος (very fine sand)	62 – 100 μm ή 0.062 – 0.1 mm
λεπτή άμμος (fine sand)	100 – 200 μm 0.1 – 0.2 mm
μεσαία άμμος (medium sand)	200 – 500 μm 0.2 – 0.5 mm
χονδρή άμμος (coarse sand)	500 – 1000 μm 0.5 – 1 mm
πολύ χονδρή άμμος (very coarse sand)	1000 – 2000 μm 1-2 mm



Διάγραμμα 3.4 Κοκκομετρική Ανάλυση στρωμάτων L16 & L24



Διάγραμμα 3.5 Κοκκομετρική Ανάλυση στρωμάτων L7 & L12

Από τα 47 επιλεγμένα δείγματα από την τομή Α προετοιμάστηκαν 20 γραμμάρια κάθε δείγματος για την ανάλυση με XRF. Μετά από ήπια επεξεργασία σε γουδί για την εξάλειψη συσσωματωμάτων, κάθε δείγμα συμπυκνώθηκε με πίεση και ψήθηκε στους 75°C για 8 ώρες για τη δημιουργία ανθεκτικών για τις αναλύσεις δοκιμίων. Τα δοκίμια μετρήθηκαν ως προς τη χημική τους σύσταση στο εργαστήριο Φθορισμομετρίας ακτίνων X (X-Ray Fluorescence, XRF) του Ινστιτούτο Πυρηνικής & Σωματιδιακής Φυσικής του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος» σε φασματόμετρο Epsilon 5, πλήρως ενσωματωμένο φασματοφωτόμετρο διασποράς ενέργειας (fully integrated energy-dispersive XRF analyzer), της Panalytical. Το εν λόγω φασματόμετρο είναι εξοπλισμένο με σωλήνα ακτίνων X των 600 W/Sc/W-στόχος 100kV και 24mA μέγιστη υψηλή τάση και ένταση αντίστοιχα), όπου κρύσταλλος γερμανίου χρησιμοποιείται για την ανίχνευση των ακτίνων X με διακριτική ικανότητα 140eV στα 5.9 eV. Μεταξύ του σωλήνα και του δείγματος, ένα σύνολο δευτερογενών στόχων εισάγεται (καθαρά στοιχειώδη μέταλλα ή καθαρά πεπεσμένα κράματα υλικών) σε γεωμετρία Καρτεσιανής ανάκλασης ή πόλωσης, που παρέχει την αναγωγή του φασματικού υποβάθρου και κυρίως τη μονοχρωματοποίηση της ακτινοβολίας διέγερσης (Schramm, 2016).

Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε συνθήκες κενού. Οι συνθήκες λειτουργίας εμφανίζονται στον Πίνακα 3-8. Αριθμός πιστοποιημένων υλικών αναφοράς (certified reference materials – CRM) χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή καμπυλών βαθμονόμησης κανονικοποιημένων χαρακτηριστικών εντάσεων ακτινοβολίας X συναρτήσεων των συγκεντρώσεων του αναλυτή. Συγκεκριμένα, τα ακόλουθα 11 πολυστοιχειακά πρότυπα

χρησιμοποιήθηκαν:: ISE886, IAEA10-ISE918, IAEA 09-ISE951, ISE952, IAEA04-ISE954, IAEA CU-2006-06, SARM42, GBW07307, BAM-S005A, NIST679, NIST620 (Manousakas, et al., 2017).

Πίνακας 3-8 Συνθήκες λειτουργίας του Epsilon 5 για ανάλυση κεραμικής

Secondary target	High voltage (kV)	Current (mA)	Detected compounds / elements	Measuring time (s)
CaF ₂	35	17.1	SiO ₂ , K ₂ O	300
Ge	65	9.2	CaO, TiO ₂ , V, Cr, MnO, Fe ₂ O ₃ , Ni, Cu, Zn	300
Mo	100	6	As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Pb, Th	300
Al ₂ O ₃	100	6	Ba, La, Ce, Nd	600

Η μέση τιμή της χημικής σύστασης για κάθε δείγμα που αναλύθηκε υπολογίστηκε και τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν (Πίνακας 3-9 και Πίνακας 3-10).

Πίνακας 3-9 Μέση συγκέντρωση κύριων στοιχείων των δειγμάτων. Μετρημένων με XRF (οξειδία κ.β.% κανονικοποιημένων το 100%)

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (κ.β.%)						
Δείγμα	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃
L2-1	32.2	1.7	25.0	0.34	0.12	3.6
L2-2	13.4	1.5	21.9	0.33	0.09	3.5
L2-3	28.7	1.6	24.7	0.32	0.10	3.3
L2-4	31.0	1.6	25.0	0.36	0.11	3.7
L2-5	31.4	1.8	23.8	0.34	0.10	3.6
L6-1	27.2	1.6	17.4	0.33	0.10	3.4
L6-4	38.6	1.8	19.0	0.38	0.11	4.2
L6-8	14.4	1.3	18.5	0.33	0.10	3.5
L6-12	28.7	2.0	21.7	0.35	0.10	3.8
L6-14	32.0	1.7	21.7	0.34	0.10	3.8
L7-2	25.2	1.7	21.1	0.36	0.10	4.0
L7-3	26.3	1.6	21.6	0.34	0.09	3.7
L7-4	17.4	1.6	18.1	0.37	0.10	3.9
L7-6	24.4	2.0	20.2	0.36	0.09	3.8
L7-8	19.9	1.6	20.8	0.31	0.09	3.6
L8-1	31.3	1.8	20.6	0.33	0.10	4.0
L10-1	30.8	2.1	18.3	0.37	0.10	3.8
L12-10	21.1	2.1	13.7	0.46	0.10	4.5
L12-4	30.8	2.2	20.6	0.36	0.08	3.4
L12-6	32.5	2.2	24.2	0.33	0.09	3.4
L12-7	31.6	2.3	22.8	0.34	0.09	3.5
L12-11	18.6	1.9	22.4	0.31	0.07	2.9

L12-15	28.5	2.4	23.7	0.34	0.09	3.3
L14-1	35.9	2.2	17.5	0.39	0.09	3.8
L14-2	26.6	2.4	21.3	0.37	0.08	3.4
L14-3	26.3	2.6	20.6	0.37	0.09	3.5
L16-1	21.7	2.3	27.4	0.30	0.06	2.7
L16-2	25.9	2.5	27.0	0.32	0.06	2.8
L16-4	20.0	2.4	27.1	0.30	0.06	2.7
L16-5	25.6	2.4	28.6	0.30	0.07	2.6
L16-6	28.0	2.6	30.5	0.31	0.06	2.7
L16-7	18.0	2.4	29.2	0.30	0.06	2.6
L19-1	24.5	2.5	27.1	0.32	0.07	2.8
L19-2	21.8	2.3	26.9	0.31	0.07	2.8
L19-3	24.9	2.4	27.3	0.32	0.07	2.9
L21-1	20.7	2.0	23.2	0.30	0.08	3.2
L21-2	26.0	2.2	23.9	0.32	0.08	3.4
L22-3	25.2	2.4	23.0	0.34	0.08	3.3
L22-4	25.1	2.4	27.7	0.31	0.07	2.8
L22-5	27.7	2.4	29.9	0.30	0.07	2.8
L22-6	32.6	2.5	27.1	0.33	0.07	3.0
L24-1	32.7	2.3	25.5	0.34	0.08	3.3
L24-1-P2	32.0	2.6	26.4	0.34	0.07	3.1
L24-2	28.2	2.4	25.1	0.35	0.08	3.4
L24-2-P2	21.6	2.4	34.6	0.27	0.05	2.5
L24-3	34.6	2.5	24.0	0.34	0.07	3.2
L24-3-P2	27.2	2.3	27.5	0.31	0.07	3.0

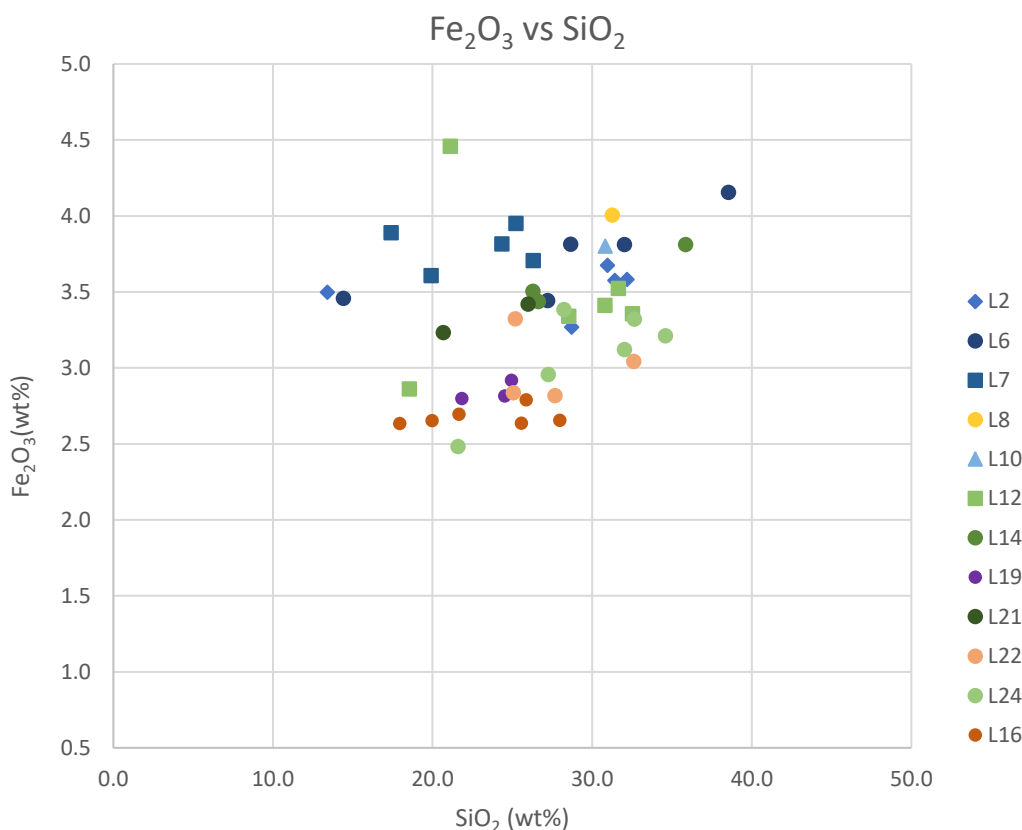
Πίνακας 3-10 Μέση συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων των δειγμάτων, με p-XRF(στοιχεία σε ppm)

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (ppm)																		
Δείγμα	V	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Se	Br	Rb	Sr	Y	Zr	Ba	La	Ce	Nd	Pb	Th
L2-1	59	220	301	94	148	11	-	12	55	214	16	120	231	13	45	15	61	4.9
L2-2	45	213	292	73	126	11	1.8	10	53	181	17	131	183	12	44	13	59	5.4
L2-3	50	203	288	88	138	12	1.8	12	53	204	17	121	217	13	46	15	54	5.0
L2-4	61	277	279	86	146	12	1.9	11	53	209	17	127	204	13	46	15	57	5.5
L2-5	65	312	327	88	142	13	1.2	12	54	203	17	123	197	13	44	15	48	5.8
L6-1	49	276	306	80	135	16	1.4	11	58	177	18	133	187	13	48	16	84	4.6
L6-4	56	326	397	81	137	13	1.5	10	53	168	18	138	159	12	43	15	54	5.0
L6-8	51	213	299	73	126	12	1.7	11	56	182	17	129	185	12	42	12	56	5.4
L6-12	50	234	356	81	123	12	1.6	9	55	189	17	121	182	13	46	18	38	6.3
L6-14	59	300	367	75	123	12	1.4	10	56	187	17	129	190	13	45	14	39	5.9
L7-2	60	293	345	84	129	13	1.4	11	53	193	18	128	159	12	43	15	40	5.5
L7-3	54	253	318	77	127	13	1.7	12	53	192	17	122	170	12	44	15	57	5.5
L7-4	62	327	335	84	140	15	1.6	15	60	180	18	133	232	15	49	18	46	6.0
L7-6	62	293	366	90	137	15	1.5	14	62	199	17	128	231	15	48	16	50	6.2
L7-8	59	526	409	97	156	17	1.7	13	59	198	17	127	206	15	47	15	36	5.7
L8-1	58	286	379	102	136	16	1.6	27	58	193	18	131	239	15	46	15	52	5.8
L10-1	61	243	318	88	145	16	1.6	15	54	189	18	138	245	16	48	15	48	5.8
L12-10	89	161	192	189	104	15	-	9	85	157	21	154	260	18	55	19	41	8.9
L12-4	64	237	229	61	114	13	1.5	7	72	212	19	135	235	16	51	18	33	7.9
L12-6	66	206	262	67	118	15	1.7	8	68	227	18	133	225	15	50	15	32	6.9
L12-7	58	160	277	82	121	14	1.9	7	70	207	19	131	225	16	50	16	34	6.9
L12-11	55	143	196	57	105	16	1.6	6	58	206	19	131	236	15	48	16	84	4.6
L12-15	58	172	252	70	123	16	1.5	9	69	219	19	133	218	15	48	17	32	7.1
L14-1	75	232	226	71	130	18	1.4	17	73	181	19	138	228	17	53	18	30	7.0
L14-2	73	204	196	67	121	15	1.6	11	74	218	19	133	229	16	50	18	34	7.9
L14-3	63	174	213	65	127	14	1.6	11	74	210	20	144	254	16	51	18	35	7.2

L16-1	48	131	161	40	92	15	1.5	5	56	281	20	128	225	18	56	14	46	6.1
L16-2	46	232	179	43	92	14	1.6	4	75	292	21	131	207	16	53	18	26	7.0
L16-4	46	114	170	38	89	14	1.8	4	77	299	21	127	232	19	56	20	26	6.8
L16-5	50	122	152	37	88	14	1.9	5	77	292	21	129	245	20	57	19	27	7.1
L16-6	46	124	153	37	87	15	1.6	3	76	311	21	128	240	18	54	19	25	7.8
L16-7	53	197	166	36	84	14	2.0	4	56	312	20	126	271	19	56	12	56	5.4
L19-1	49	132	177	43	94	14	2.2	4	76	293	22	132	209	18	53	20	26	7.2
L19-2	49	131	185	45	98	14	2.0	5	75	288	21	128	258	18	56	20	27	7.3
L19-3	58	131	185	44	98	14	1.6	4	78	287	21	129	223	17	54	19	26	6.8
L21-1	55	347	355	58	132	16	1.6	9	66	221	19	130	218	14	50	18	33	7.0
L21-2	58	235	392	66	146	14	1.6	10	55	232	18	127	215	15	47	18	38	6.3
22-3	67	164	215	66	111	18	1.9	8	77	215	19	137	263	17	53	18	29	7.5
L22-4	56	115	172	44	93	13	2.0	5	81	281	21	132	245	19	56	20	26	6.9
L22-5	49	118	200	43	91	13	1.9	5	76	294	20	123	224	18	52	18	28	6.2
L22-6	59	130	180	57	104	14	2.4	6	79	258	20	132	277	17	54	20	29	7.2
L24-1	62	135	204	60	105	18	2.2	8	56	208	20	128	284	17	55	14	39	5.9
L24-1-P2	60	127	191	57	102	17	1.8	8	75	224	19	127	288	17	55	19	25	7.5
L24-2	66	201	217	65	111	18	1.2	7	76	217	20	136	424	18	56	21	28	8.4
L24-2-P2	48	100	148	56	86	27	1.9	10	65	224	19	124	231	16	52	17	22	7.3
L24-3	51	142	203	55	105	16	2.1	8	77	226	20	134	255	18	54	18	28	7.8
L24-3-P2	57	118	192	62	101	23	1.3	9	53	215	20	126	278	18	56	15	40	5.5

Στη μελέτη των δειγμάτων του λόφου της Ακρολαμίας εξετάστηκαν οι χημικές τάσεις σύστασης σύμφωνα με τα δεδομένα του XRF που αφορούν το σίδηρο (Fe), ασβέστιο (Ca), κάλιο (K), ρουβίδιο (Rb) και στρόντιο (Sr) από διαγράμματα διασποράς.

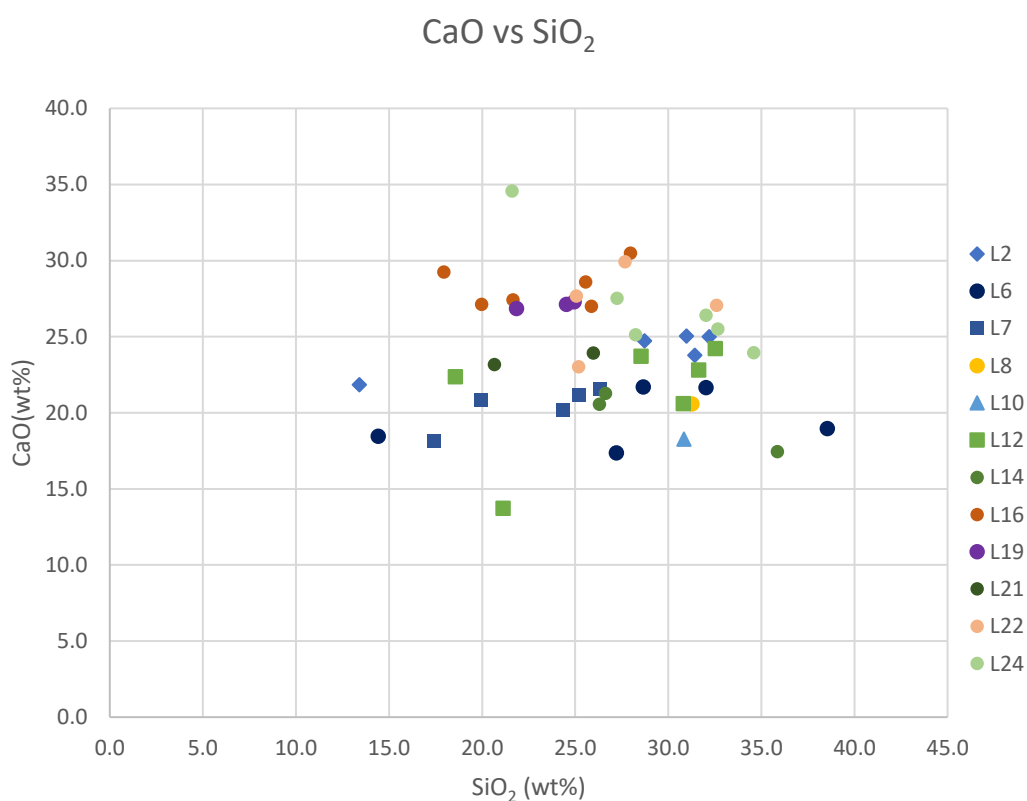
Όσον αφορά το διάγραμμα διασποράς της συγκέντρωσης οξειδίων του σιδήρου (Fe_2O_3) συναρτήσει του οξειδίου του πυριτίου (SiO_2) στην πλειονότητα των δειγμάτων οι συγκεντρώσεις παραμένουν εντός της περιοχής από 18 έως 38% κ.β. για τα οξείδια πυριτίου, και μεταξύ 2.4 έως 4% για τα οξείδια του σιδήρου. Επιπλέον της συνοχής στα αποτελέσματα της συγκέντρωσης των δύο στοιχείων στο σύνολο των δειγμάτων παρατηρείται ένας θετικός συσχετισμός στην περιεκτικότητα σε σίδηρο έναντι της περιεκτικότητας σε πυρίτιο σε όλα τα στρώματα, εκτός από το στρώμα 7 (Διάγραμμα 3.6). Αυτές οι υψηλότερες τιμές της συγκέντρωσης του σιδήρου μπορούν να συσχετιστούν με ανθρωπογενείς δραστηριότητες που συσσωρεύουν οργανική ύλη όπως αγροικίες, ανθρώπινα εργαστήρια κ.λπ. (Biswas, 2020). Λαμβάνοντας υπόψη τη συνεχή χρήση γης στον λόφο της Ακρολαμίας καθώς και τα ευρήματα κατά την ανασκαφή, η χημική συμπεριφορά όσον αφορά την περιεκτικότητα σε σίδηρο σχετίζεται με τα ευρήματα και υποδηλώνει τον εμπλουτισμό του εδάφους λόγω προηγούμενης ανθρώπινης δραστηριότητας (Karkanis & Goldberg, 2019). Επιπλέον, στην περίπτωση της περιεκτικότητας σε Fe και Si καθώς το Si αυξάνεται (πιο λεπτόκοκκα ιζήματα) το ίδιο συμβαίνει και για τον Fe που μας οδηγεί στο συμπέρασμα πως τα πιο λεπτόκοκκα ιζήματα είναι εμπλουτισμένα σε Fe όπου το Si είναι περισσότερο από 40%.



Διάγραμμα 3.6 Δυναδικό διάγραμμα συγκέντρωσης του λόγου του Fe₂O₃ (%κ.β.) συναρτήσει του SiO₂ για 13 στρώματα και 47 δείγματα

Στη μελέτη των συγκεντρώσεων των οξειδίων του ασβεστίου (CaO) σε σχέση με τα οξείδια του πυριτίου (SiO₂) παρατηρείται υψηλότερη περιεκτικότητα σε ασβέστιο σε όλα τα δείγματα στο στρώμα 16 (Διάγραμμα 3.7). Τα υπόλοιπα στρώματα παρουσιάζουν μια μικρή διακύμανση για το CaO μεταξύ τους, ενώ συνολικά η διακύμανση της περιεκτικότητας σε ασβέστιο στα 13 στρώματα εκτείνεται από 13,4% κ.β. (L2) έως 38,6% κ.β. (L6). Υψηλότερες συγκεντρώσεις ασβεστίου παρατηρούνται σε περιοχές απορρίψεων καθώς και σε χώρους προετοιμασίας φαγητού (Carr, 1982). Στην περίπτωση του στρώματος L6, το συμπέρασμα αυτό συμπίπτει με τη μακροσκοπική παρατήρηση κατά τη διάρκεια της ανασκαφής ως προς τα ευρήματα. Σημαντικό είναι να αναφερθεί και το χρώμα στην περίπτωση του στρώματος L6 καθώς και τα στρώματα L9 και L22 που εμφανίζουν πιο κιτρινωπή απόχρωση σε σχέση με τα υπόλοιπα κάτι που υποδεικνύεται και πάλι με αυξημένη περιεκτικότητα σε ασβέστιο στο χρώμα. Το στρώμα 22 εμφανίζει μεγαλύτερη διακύμανση μεταξύ των μετρήσεων των δειγμάτων που αναλύθηκαν όσον αφορά το ασβέστιο. Αυτή η ευρύτερη διακύμανση μαζί με τις αυξημένες τιμές CaO μεταξύ των αναλυθέντων δειγμάτων, που κυμαίνονται από 21,1% κ.β. έως 34,6% κ.β. αντιστοιχεί με τα δεδομένα της ανασκαφής

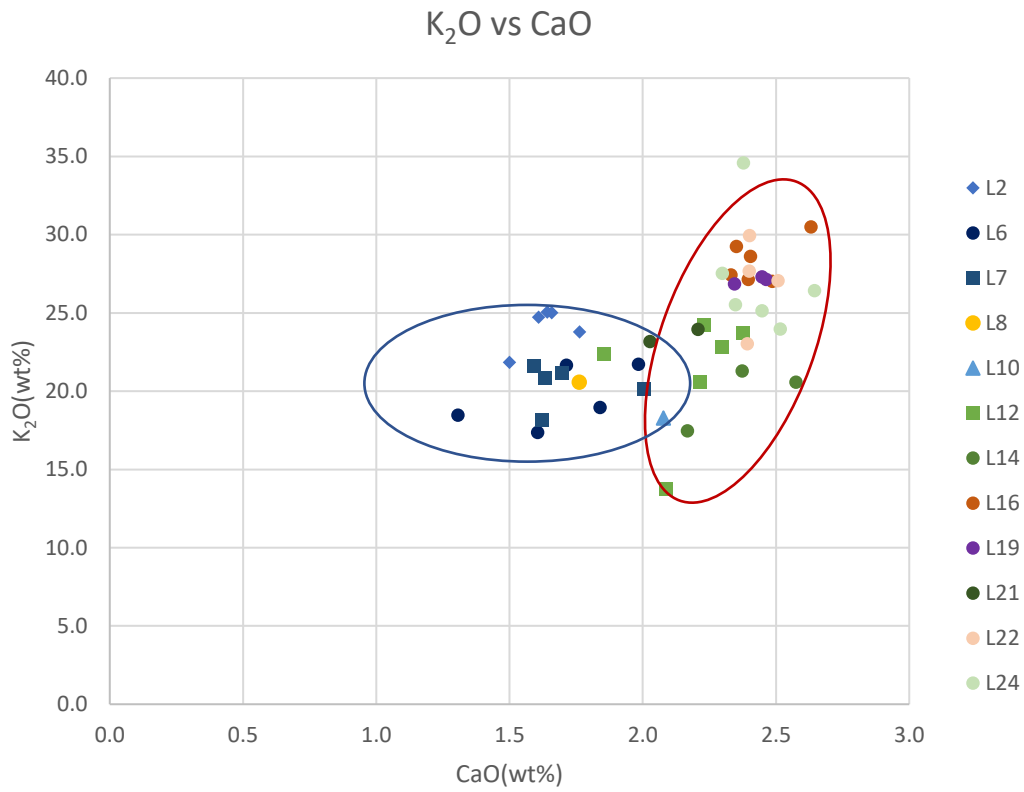
όπου στο στρώμα L22 σημειώθηκε παρατήρηση από την επιβλέπουσα αρχαιολόγο πως πρόκειται για το στρώμα κάτω από το L16 μεταξύ του κατώτατου στρώματος και του βράχου. Η έλλειψη οστών και οστράκων που κυριαρχούσαν περισσότερο στα ανώτερα στρώματα, ο μικρός αριθμός θραυσμάτων κεραμικής σε συνδυασμό με συμπαγή κομμάτια κονιάματος που βρέθηκαν στο στρώμα, θα μπορούσαν περαιτέρω να υποδηλώνουν ένα στρώμα καταστροφής, γεγονός που υποστηρίζεται από την εν λόγω διακύμανση της περιεκτικότητας σε ασβέστιο. Αξίζει να σημειωθεί πως η διακύμανση αυτή δεν είναι ιδιαίτερη σε σχέση με τις υπόλοιπες μετρήσεις ανά στρώμα όμως είναι η μεγαλύτερη. Η υψηλότερη περιεκτικότητα σε ασβέστιο θα μπορούσε να συσχετίζεται με το χρώμα (υποκίτρινο) του εδάφους όπως και στα στρώματα 16 και 19 (Πίνακας 3-6).



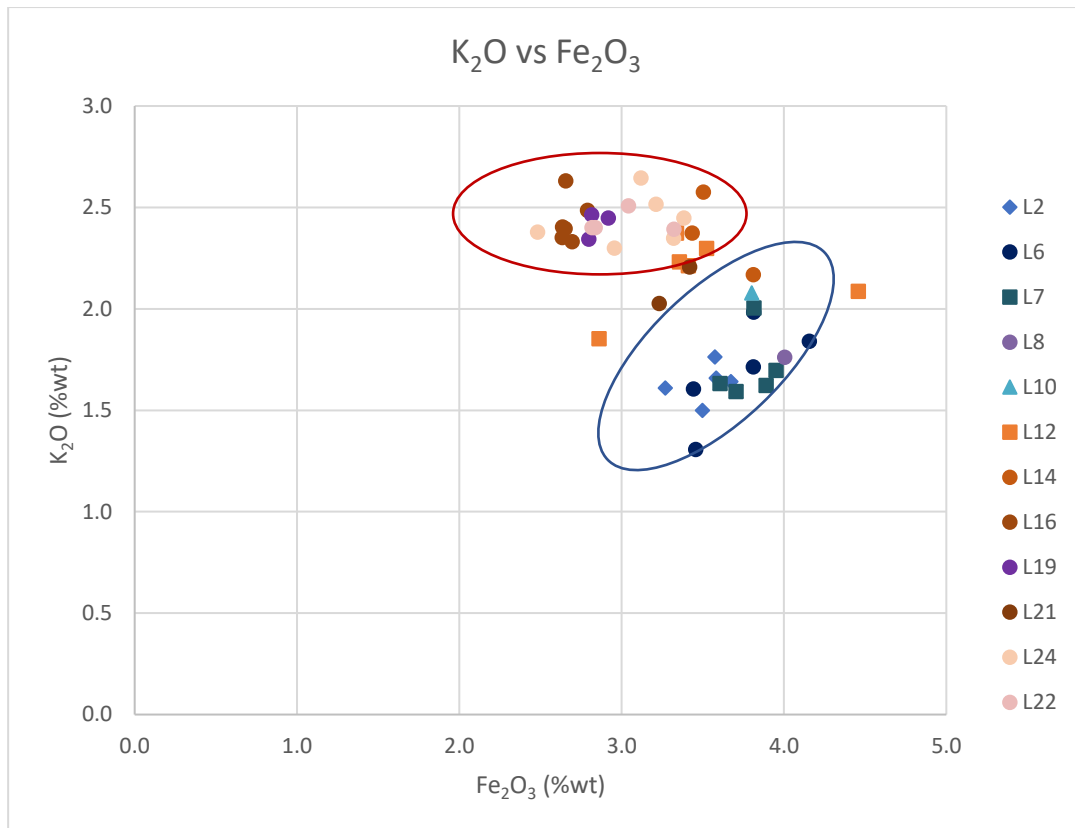
Διάγραμμα 3.7 Συγκέντρωση CaO συναρτήσει SiO₂ %κ.β. για 13 στρώματα και 47 δείγματα

Το κάλιο μελετήθηκε σε δύο διαγράμματα διασποράς, συναρτήσει των οξειδίων του ασβεστίου (CaO) και του σιδήρου (Fe₂O₂). Τα αποτελέσματα φαίνεται να δημιουργούν δύο ομάδες που συμπεριφέρονται παρόμοια για το ασβέστιο και το σίδηρο. Και στις δύο περιπτώσεις η υψηλότερη περιεκτικότητα σε κάλιο συσχετίζεται με τα ίδια δείγματα στρώματος με υψηλότερη περιεκτικότητα σε σίδηρο. Αυτές οι ενισχυμένες

τιμές στην περιεκτικότητα του καλίου μπορούν να συσχετιστούν με ανθρωπογενείς αποθέσεις με μεγαλύτερες συγκεντρώσεις οργανικής ύλης, όπως τέφρα και κάρβουνο γεγονός που επιβεβαιώνεται από τις μακρο - γεωμορφολογικές παρατηρήσεις.

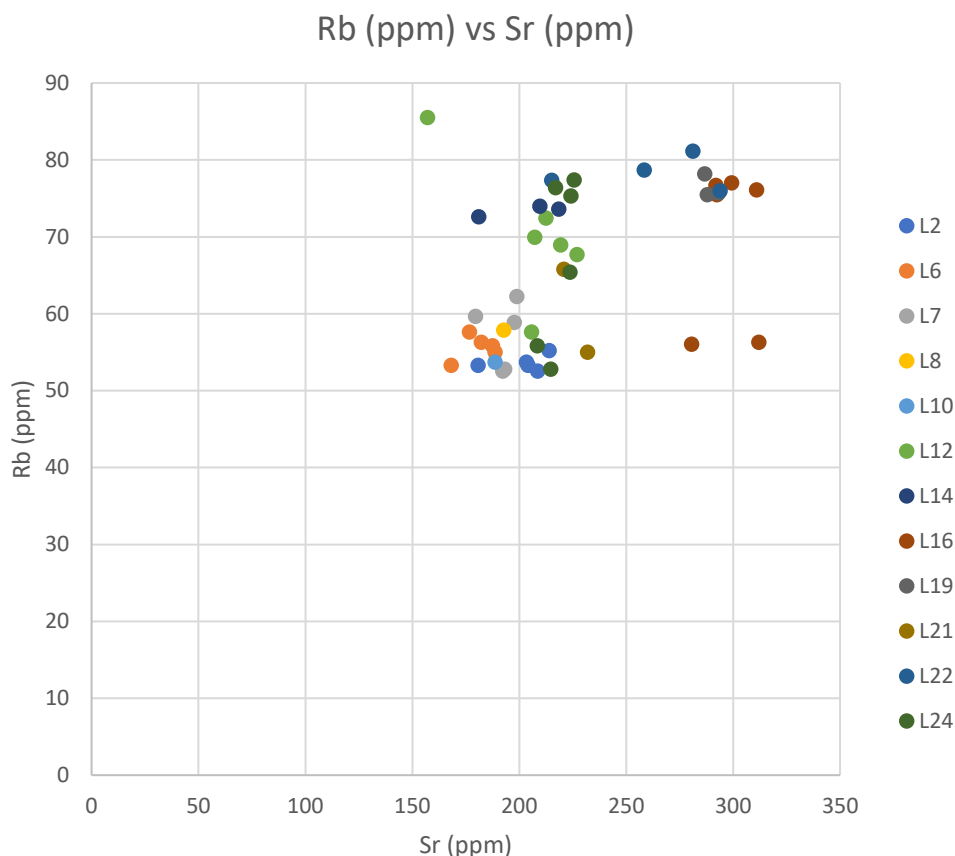


Διάγραμμα 3.8 Συγκέντρωση K_2O vs CaO %κ.β.



Διάγραμμα 3.9 Συγκέντρωση K₂O vs Fe₂O₃ %κ.β.

Τα αυξημένα επίπεδα στροντίου και ρουβιδίου πιθανόν υποδηλώνουν περιοχή καύσης. Αυτό συμπίπτει με τις παρατηρήσεις του ανασκαφέα, όπου εντοπίστηκαν υπολείμματα και ευρήματα (κεραμική, κεραμίδια, ίχνη κάρβουνου) που παραπέμπουν σε εστίες στα στρώματα L14 και L16 καθώς και L12 και τις αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των δύο στοιχείων στα στρώματα αυτά.



Διάγραμμα 3.10 Συγκέντρωση Rb συναρτήσει Sr σε μέρη ανά εκατομμύριο (ppm)

Τα ποσοστά ρουβιδίου και το στρόντιο εμφανίζονται αυξημένα στα στρώματα L12, L16 και L22 υποδηλώνοντας ανθρωπογενείς αποθέσεις που αναμένονται σε τέτοιο αστικό περιβάλλον όπως της Ακρολαμίας (Παπακωνσταντίνου, 1994) (Διάγραμμα 3.10). Αξίζει να σημειωθεί ότι για τα στρώματα L16 και L24 υπάρχει άμεση συσχέτιση της κοκκομετρικής κατανομής. Και τα τρία στρώματα εμφανίζουν ιδιαίτερες ομοιότητες στην κοκκομετρική ανάλυση αλλά και στη χημική σύσταση και συγκεκριμένα ως προς την υψηλή περιεκτικότητα σε στρόντιο και ρουβίδιο.

Η ανάπτυξη μεθοδολογίας προσέγγισης της χρήσης γης και ανθρώπινης δραστηριότητας σε έναν αρχαιολογικό χώρο μέσω της τοπογραφίας και του χημικού αποτυπώματος στη στρωματογραφία της ανασκαφής είναι μία σύνθετη και υποσχόμενη διαδικασία. Το συμπέρασμα στο οποίο οδηγούμαστε τόσο από τη μελέτη της στρωματογραφίας του Ασκληπιείου της Αρχαίας Θουρίας όσο και της τομής στον λόφο της Ακρολαμίας είναι πως είναι δυνατό να αξιολογηθούν οι ακολουθίες αρχαιολογικών, ιστορικών και σύγχρονων κατάλοιπων για την αποκάλυψη της δραστηριότητας σε μία περιοχή ή έναν χώρο.

Κεφάλαιο 4 Μελέτη αρχαιολογικού τοπίου

Με τη λέξη «τοπίο» περιγράφεται «ο υπαίθριος συνήθως φυσικός χώρος (ως προς τα ιδιαίτερα εκείνα χαρακτηριστικά του, που τον καθιστούν αντικείμενο αισθητικής απόλαυσης από τον άνθρωπο)» (Μπαμπινιώτης, 2002). Κατά αντιστοιχία η αγγλική λέξη “landscape” χρησιμοποιήθηκε αρχικά στα τέλη του 16^{ου} αιώνα όταν οι Ολλανδοί ιμπρεσιονιστές αποτύπωναν μέσω της ζωγραφικής την ύπαιθρο, ενσωματώνοντας αναφορές στις μεταβαλλόμενες συνθήκες του περιβάλλοντος (David & Thomas, 2016). Στην πιο σύγχρονη ερμηνεία της λέξης χρησιμοποιείται με διαφορετική έννοια στη γεωγραφία «όσα μπορείς να δεις σε μεγάλη έκταση γης ειδικά στην ύπαιθρο», στην τέχνη «πίνακας της όψης της υπαίθρου, τεχνική ζωγραφικής» ακόμη και στην πληροφορική «ο προσανατολισμός της εκτύπωσης αρχείου με τη μακρύτερη πλευρά επάνω» (Oxford Learner's Dictionaries, 2021). Σύμφωνα με τη συνθήκη της Φλωρεντίας ο χαρακτηρισμός «τοπίο» ορίζεται ως «μια περιοχή, όπως γίνεται αντιληπτή από τους ανθρώπους, ο χαρακτήρας του οποίου είναι το αποτέλεσμα της δράσης και της αλληλεπίδρασης φυσικών ή / και ανθρώπινων παραγόντων» (Council of Europe, 2000).

Η επιστήμη της Γεωγραφίας αναπτύσσει ιδιαίτερα την έρευνα και την έννοια του τοπίου. Σε μία διαδρομή από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα και την εισαγωγή της έννοιας της επιστήμης του τοπίου από τον Γερμανό γεωγράφο Alwin Oppel, μόλις το 1920 εξετάζεται η πολιτισμική διάσταση του τοπίου στη μελέτη του Αμερικανού γεωγράφου Carl O. Sauer. Ο Sauer δίνει έναν ορισμό κοντά σε εκείνη της Συνθήκης της Φλωρεντίας αναφέροντας πως «το πολιτισμικό τοπίο διαμορφώνεται σ' ένα φυσικό τόπο από μία ομάδα ανθρώπων με συγκεκριμένα πολιτιστικά χαρακτηριστικά. Ο πολιτισμός είναι ο παράγοντας, ο χώρος το μέσο, το πολιτισμικό τοπίο το αποτέλεσμα» (Sauer, 1925). Η μελέτη του τοπίου εντάσσεται στο πλαίσιο των ανθρωπιστικών σπουδών κατά τη δεκαετία του 1970 και επεκτείνεται μέχρι σήμερα στη μελέτη της ανθρώπινης υπόστασης μέσα από το τοπίο, την ψυχολογική προσέγγιση του τοπίου, τους κοινωνικούς συσχετισμούς καθώς και τις πολιτικές και κοινωνικές διεργασίες στο τοπίο, αποτέλεσμα των μεταβολών που δημιουργούνται από την πολιτιστική παραγωγή της παγκοσμιοποιημένης κοινωνίας.

Η μελέτη του τοπίου στην αρχαιολογία διαφορετικά «αρχαιολογία του τοπίου» χρησιμοποιήθηκε ως όρος τη δεκαετία του 1970 και προς τα τέλη της δεκαετίας του 1980 συναντάται συχνά σε ακαδημαϊκές εργασίες. Το τοπίο απασχολούσε και νωρίτερα

τους αρχαιολόγους κάτι που είναι εμφανές ακόμη και από τους περιηγητές στην Ελλάδα ήδη από τον 18^ο αιώνα που περιγράφουν λεπτομερώς το τοπίο στα κείμενα αλλά και τα σχέδια κατά τη διάρκεια των ταξιδιών τους. Η διαφορά έγκειται στη διαφοροποίηση του τοπίου από τον χώρο φιλοξενίας των μνημείων σε ξεχωριστή επιστημονική ενότητα (David & Thomas, 2016). Αυτή η μελέτη της σχέσης ανθρώπου – περιβάλλοντος μέσω γεωγραφικών όρων γνώρισε ιδιαίτερη άνθιση τις δεκαετίες του 1960 και 1970 εν μέρει και λόγω της ανάπτυξης των στατιστικών διαδικασιών που είχαν πλέον στη διάθεσή τους οι μελετητές. Η επερχόμενη ανάπτυξη των διαφορετικών επιστημονικών μεθοδολογιών στην αρχαιολογία όπως η βιοαρχαιολογία και η γεωαρχαιολογία άνοιξαν τον δρόμο στην πιο λεπτομερή περιγραφή και χαρακτηρισμό των σχέσεων ανθρώπου – περιβάλλοντος στο πλαίσιο της μελέτης των οικιστικών προτύπων (settlement patterns) σε σχέση με περιβαλλοντικούς παράγοντες. Έτσι σταδιακά το τοπίο περνά από παθητικό υπόβαθρο των αρχαίων καταλοίπων σε φυσικό υπόβαθρο ανθρώπινης δραστηριότητας.

Η θεσμοθέτηση και ανάπτυξη της αρχαιολογίας τοπίου συμβαίνει σε μία περίοδο ανησυχίας και αλλαγών στις ανθρωπιστικές επιστήμες. Τη δεκαετία του 1960 εμφανίζεται η διαδικαστική ή Νέα Αρχαιολογία ως αντίδραση στο πλαίσιο λειτουργίας της παραδοσιακής αρχαιολογίας. Η Νέα Αρχαιολογία επιχείρησε μία στροφή στο πλαίσιο λειτουργίας της παραδοσιακής αρχαιολογίας μετατρέποντας τον παραδοσιακό θεωρητικό κλάδο της αρχαιολογίας σε μία πρακτική επιστήμη. Η δεκαετία του 1980 έφερε κι άλλες αλλαγές με τη μεταμοντέρνα κριτική της μεταφέροντας σε πρώτο πλάνο τις μεθόδους που εφαρμόζουν οι αρχαιολόγοι για την ερμηνεία των υλικών καταλοίπων της ανθρώπινης δραστηριότητας (Κατσιάνης, 2012). Ο διαχωρισμός του φυσικού περιβάλλοντος από την ανθρώπινη δραστηριότητα όπως καθορίστηκε από την «Νέα Αρχαιολογία» ανέδειξε τη σημασία του φυσικού περιβάλλοντος στην αρχαιολογική μελέτη μέσω της ανασύστασης του αρχαιολογικού περιβάλλοντος και τη μελέτη της προσαρμογής του ανθρώπου στο περιβάλλον αυτό.

Είναι πλέον ιδιαίτερη η προσοχή που δίνεται στην τοπογραφία μιας περιοχής, κατά τη μελέτη αρχαιολογικών τοπίων, κατανομής οικισμών καθώς και των τοπογραφικών χαρακτηριστικών στην επιλογή θέσεων οικισμών (De Reu, et al., 2011). Ο καθορισμός τοποθεσιών αρχαιολογικών χώρων ή υλικών μέσω της ανθρώπινης δραστηριότητας και της συμπεριφοράς κατοίκησης είναι μια συνεχής διαδικασία που ενσωματώνει πολλές επιστημονικές προσεγγίσεις (Ebert & Kohler, 1988; Vines & Page, 2012). Η ανάπτυξη τέτοιων μοντέλων μελέτης και πρόβλεψης χωροθέτησης αρχαιολογικών χώρων απαιτεί

την εξέταση των περιβαλλοντικών, γεωγραφικών και γεωλογικών συνθηκών στους υπό μελέτη χώρους ως υποστηρικτικό υλικό στον καθορισμό προτύπων επιλογής χώρων για την ανάπτυξη οικισμών.

Η ερμηνεία του τοπίου σε σχέση με την κινητικότητα και η προσβασιμότητα των κατοίκων της είναι μια συνεχής μεθοδολογική προσέγγιση στη μελέτη της κατοίκησης (Malaperdas & Zacharias, 2018). Ταυτόχρονα ο αριθμός των παραγόντων που συμμετέχουν στην επιλογή και την ανάπτυξη των ανθρώπινων οικισμών είναι αρκετά μεγάλος και κυμαίνεται από περιβαλλοντικούς μέχρι κοινωνικοοικονομικούς (Jones, 2006). Η χωρική συνιστώσα της τοποθεσίας είναι ένα σημαντικό στοιχείο που σχετίζεται με την προσβασιμότητα, παίζει σημαντικό ρόλο για την κοινωνία (Shipley, 2006) και αποτελεί παράγοντα που εξετάζεται στην έρευνα του αρχαιολογικού τοπίου. Η σχέση των περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών με την επιλογή χώρου κατοίκησης (Knapp & Ashmore, 1999; Ebert & Kohler, 1988) με βάση τοπογραφικούς παράγοντες όπως το υψόμετρο, η κλίση και ο προσανατολισμός, εμφανίζονται ως σημαντικές παράμετροι στην επιλογή χώρων ακόμη και σε νεολιθικούς οικισμούς (Alexakis, et al., 2011).

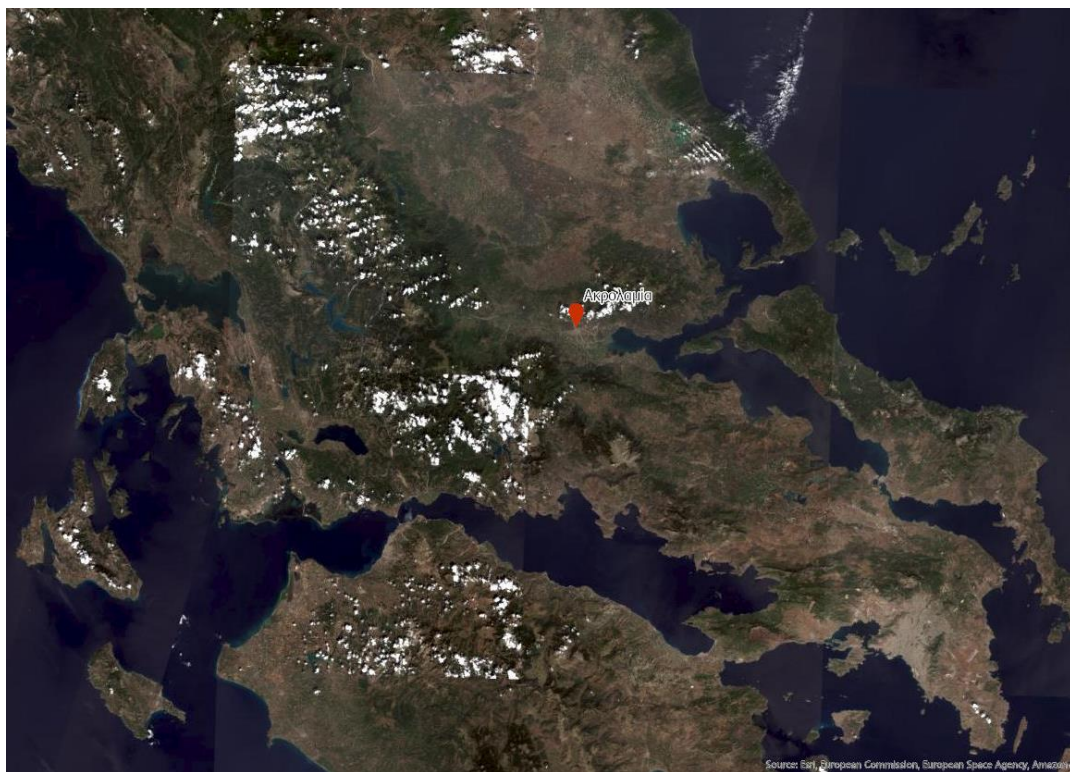
Το τοπίο συνεπώς, αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της συνολικής μελέτης της αρχαιολογίας, για μια δεδομένη περιοχή, σε μια προσπάθεια διασύνδεσης των γεωμορφολογικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων μεταξύ τους. Εξετάζοντας την κλίση, την έκθεση, το αιολικό δυναμικό και τη διαθεσιμότητα καθαρού νερού είναι δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων για την επίδραση των παραμέτρων του τοπίου στην επιλογή χωροθέτησης των οικισμών.

4.1 Μεθοδολογία

Οι τρεις περιοχές μελέτης αφορούν την Αρχαία Θουρία στον Νομό Μεσσηνίας στην νοτιοδυτική Πελοπόννησο (Εικόνα 4.1), την Ακρολαμία στον Νομό Φθιώτιδας στην Κεντρική Ελλάδα (Εικόνα 4.2) και τη Βυζαντινή πόλη του Μυστρά στον Νομό Λακωνίας (Εικόνα 4.1).



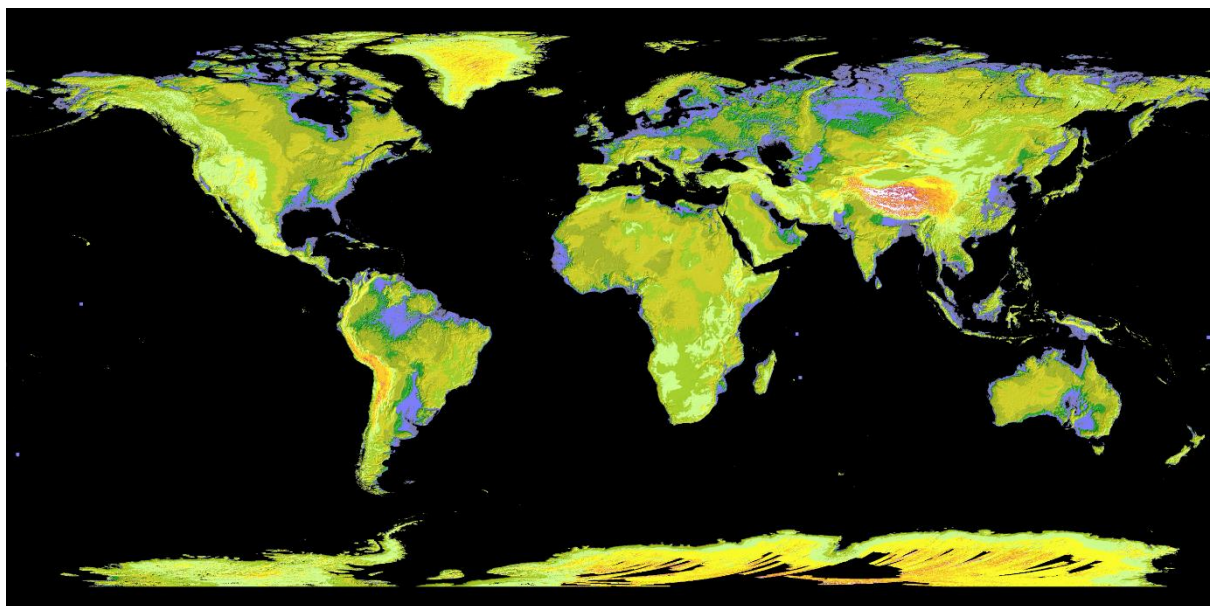
Εικόνα 4.1 Περιοχή Μελέτης Αρχαία Θουρία & Μουστράς (Sentinel 2)



Εικόνα 4.2 Περιοχή Μελέτης Ακροκλαμίας (Sentinel 2)

Για την ανάλυση των παραμέτρων του τοπίου στις περιοχές μελέτης, Αρχαία Θουρία (Δήμος Καλαμάτας), Ακρολαμία (Δήμος Λαμιέων), Μυστράς (Δήμος Σπάρτης), χρησιμοποιήθηκε το Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) ArcGIS Pro. Στόχος της μελέτης του χώρου αποτελεί η εξαγωγή θεματικών επιπέδων (κλίση, έκθεση, κατανομή κλίσεων, υδρογραφικό δίκτυο κλπ) από το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (ΨΜΕ) κάθε περιοχής.

Για το ΨΜΕ χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα του Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) Global Digital Elevation Map. Το πρόγραμμα ASTER GDEM αποτελεί σύμπραξη του Υπουργείου Οικονομικών, Εμπορίου και Βιομηχανίας της Ιαπωνίας (Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan - METI) και της Εθνικής Υπηρεσίας Αεροναυτικής και Διαστήματος των Ηνωμένων Πολιτειών (National Aeronautics and Space Administration - NASA). Το 2009 διέθεσε δωρεάν στο κοινό μέσω διαδικτύου ένα Παγκόσμιο Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους. Η πρώτη έκδοση ASTER GDEM 1 (GDEM1) δημιουργήθηκε χρησιμοποιώντας στερεοζεύγη εικόνων του εδάφους μεταξύ 83°B και 83°N καλύπτοντας την επιφάνεια της γης σε ποσοστό 99%. Το 2011 διατίθεται η δεύτερη έκδοση του GDEM με βελτιώσεις επί της αρχικής έκδοσης όπως καλύτερη οριζόντια και κατακόρυφη ακρίβεια, μειωμένη εμφάνιση κενών και πιο ρεαλιστικές τιμές σε σώματα νερού (Nasa Earth Data, 2021).



Εικόνα 4.3 ASTER GDEM Colorized Global Map (<https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>)

Η βελτιωμένη έκδοση 3, GDEM V3, αποτελεί σαφή αναβάθμιση με περισσότερα στερεοζεύγη, βελτίωση της κάλυψης και ταυτόχρονη μείωση της εμφάνισης κενών (Εικόνα 4.3). Ο επικαιροποιημένος αλγόριθμος παρέχει βελτιωμένη χωρική ανάλυση, και αυξημένη οριζόντια και κατακόρυφη ακρίβεια. Το ASTER GDEM V3 διατηρεί τη μορφοποίηση των εικόνων σε GeoTIFF καθώς και την ίδια δομή, γεωαναφερόμενα στο ελλειψοειδές WGS84, χρησιμοποιώντας την προβολή UTM και τα υψομετρικά δεδομένα διορθωμένα ως προς το γεωειδές EGM96 (Earth Gravitational Model). Το ASTER GDEM V3 καλύπτει τις επιφάνειες του εδάφους μεταξύ 83°B και 83°N και αποτελείται από 22.702 εικόνες διαστάσεων 1° x 1° (60km × 60km). Παρέχει ΨΜΕ της επιφάνειας της Γης με χωρική ανάλυση 1 arc-second (30 μέτρα στα οριζοντιογραφικά στοιχεία). Οι εκτιμώμενες ακρίβειες είναι της τάξης 20m με διάστημα εμπιστοσύνης 95% υψομετρικά και 30m με διάστημα εμπιστοσύνης 95% για τα οριζοντιογραφικά στοιχεία. Τα βασικά χαρακτηριστικά της συλλογής GDEM V3 συνοψίζονται στον Πίνακα 4-1 (Nasa Earth Data, 2021).

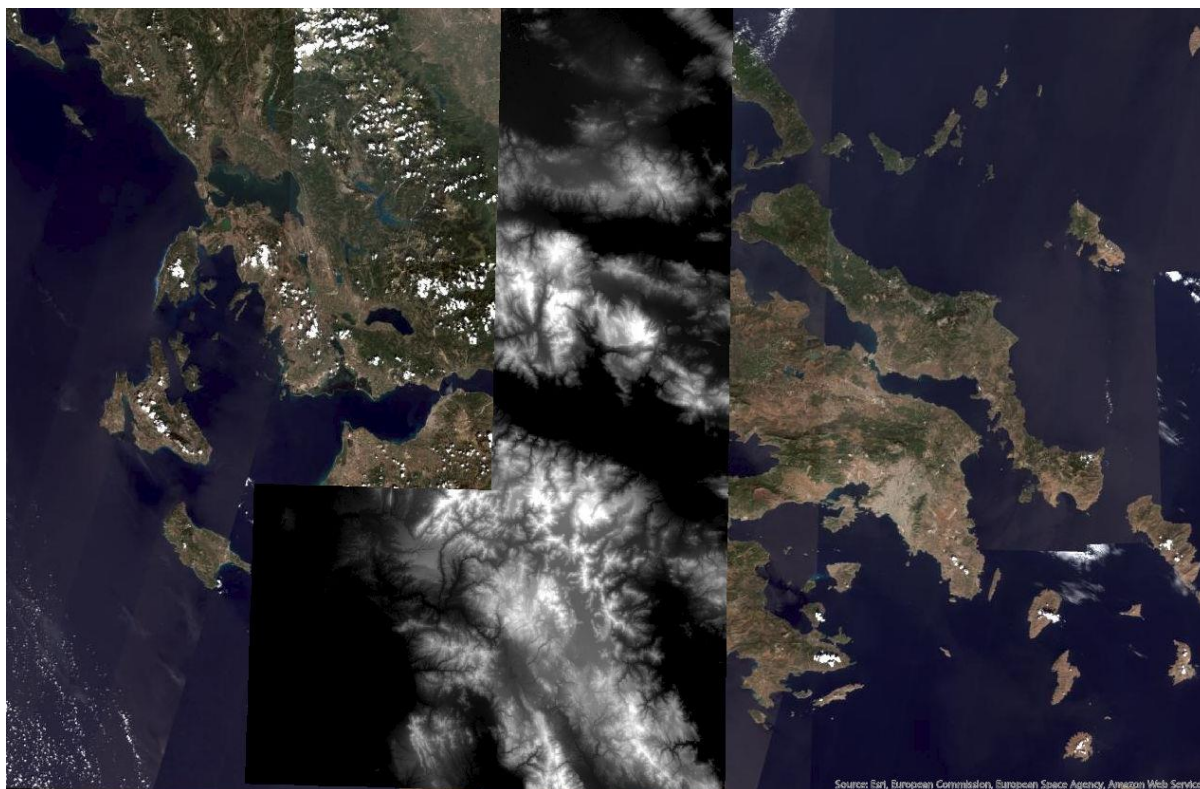
Πίνακας 4-1 Χαρακτηριστικά ASTER GDEM Version 3 (Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC), 2021)

Μέγεθος Tile (Γεωγραφική Διάσταση)	3601 x 3601 (1° x 1°)
Μέγεθος pixel	30 μέτρα
Γεωγραφικό Σύστημα Συντεταγμένων	Γεωγραφικό πλάτος και μήκος
Μορφοποίηση αρχείου εξαγωγής	GeoTIFF, 16-bit signed, σε μέτρα γεωαναφοράς WGS84/EGM96
Ειδικές τιμές DN	-9999 void pixels, και 0 για όγκους θάλασσας
Κάλυψη	83°B και 83°N, 22.702 εικόνες (tiles)

Τα δεδομένα του ASTER GDEM V3 αποτελούν αξιόπιστα δεδομένα, ανοιχτά, και με ικανοποιητική κατακόρυφη ακρίβεια μεταξύ 16 μέτρων και 32 μέτρων σε αντίθεση με αντίστοιχα δεδομένα Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) DEM που κυμαίνεται μεταξύ 30 - 40 μέτρων (Nikolakopoulos & Tsompos, 2010). Η αξιολόγηση των δεδομένων του ASTER GDEM V3 έδωσε παρόμοια αποτελέσματα με εκείνα του GDEM V2 (Gesch, et al., 2016).

Για τις ανάγκες της μελέτης των Δήμων Σπάρτης, Καλαμάτας και Λαμιών χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα συμπιεσμένα αρχεία από την πλατφόρμα της Nasa Earth

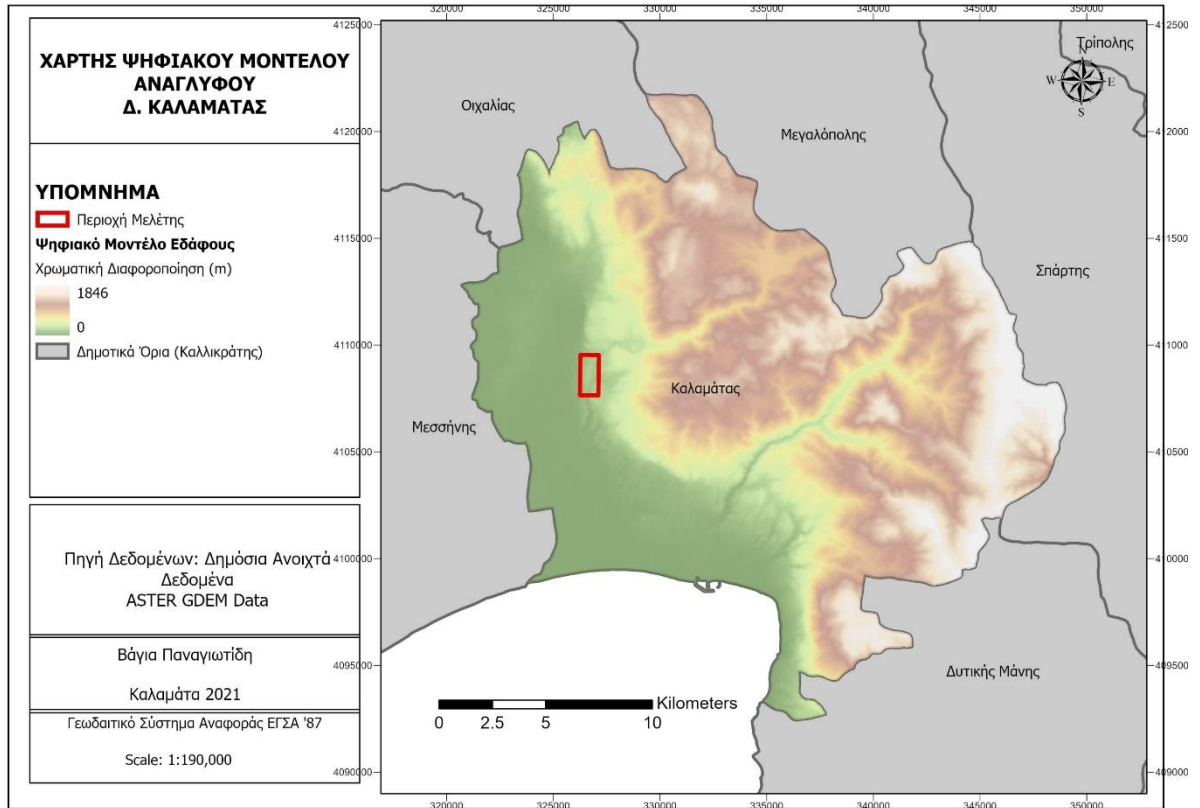
Data. Στη διαδικτυακή πλατφόρμα διατίθενται η βάση δεδομένων των ΨΜΕ της ASTER GDEM, από την οποία εξάγονται τα ΨΜΕ των περιοχών μελέτης σε μορφοποίηση GeoTIFF (Εικόνα 4.4). Για τον Δήμο Λαμιέων χρησιμοποιήθηκαν δύο εικόνες ΨΜΕ. Τα αρχεία GeoTIFF στη συνέχεια εισάγονται στο πρόγραμμα ArcGIS Pro της εταιρείας ESRI για την περαιτέρω ανάλυση. Τα ΨΜΕ μετασχηματιστήκαν σε σύστημα συντεταγμένων ΕΓΣΑ 87 στο περιβάλλον του ArcGIS Pro.



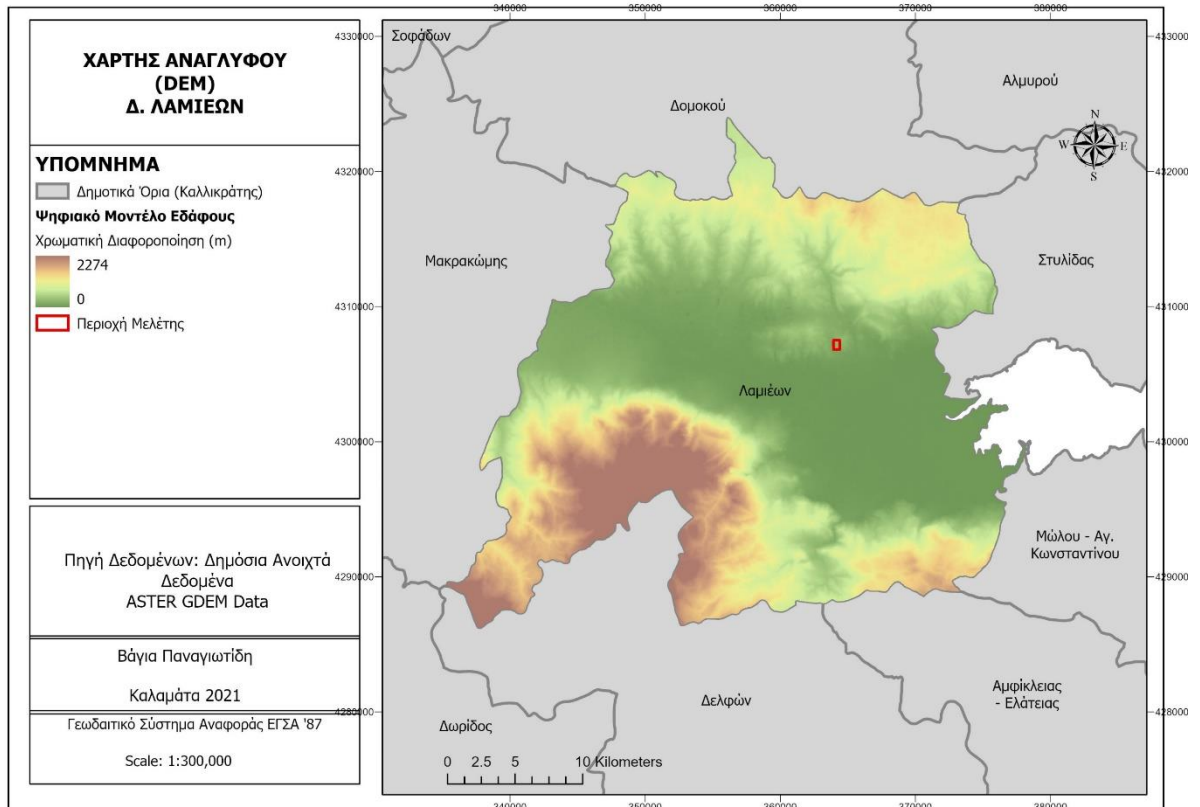
Εικόνα 4.4 ΨΜΕ από την ASTER DEM που καλύπτουν τις τρεις περιοχές μελέτης

Το βασικό στοιχείο που χρησιμοποιείται στην ανάλυση των παραμέτρων του τοπίου των περιοχών μελέτης αποτελεί το ψηφιακό μοντέλο εδάφους ή αναγλύφου (Digital Terrain Model – DTM ή Digital Elevation Model – DEM) (Cosmopoulos, 2016). Η τρισδιάστατη μορφή της φυσικής γήινης επιφάνειας στους τοπογραφικούς χάρτες αναπαρίσταται με τη μορφή ισοϋψών καμπυλών, σκιάσεων κλπ. (Τσούλος, et al., 2015) αντίστοιχα σε ψηφιακό περιβάλλον η αναπαράσταση του εδάφους γίνεται μέσω των ΨΜΕ (Αρκουμάνης, 2018). Τα ΨΜΕ είναι απαραίτητα σε πολλές εφαρμογές γεωγραφικής ανάλυσης, αποτελούν την ψηφιακή αναπαράσταση του εδάφους, και λειτουργούν στην παρουσίαση, επεξεργασία και ανάλυση υψομετρικών δεδομένων (Jordan, 2007). Από την επεξεργασία των ΨΜΕ της ASTER DEM στο περιβάλλον του

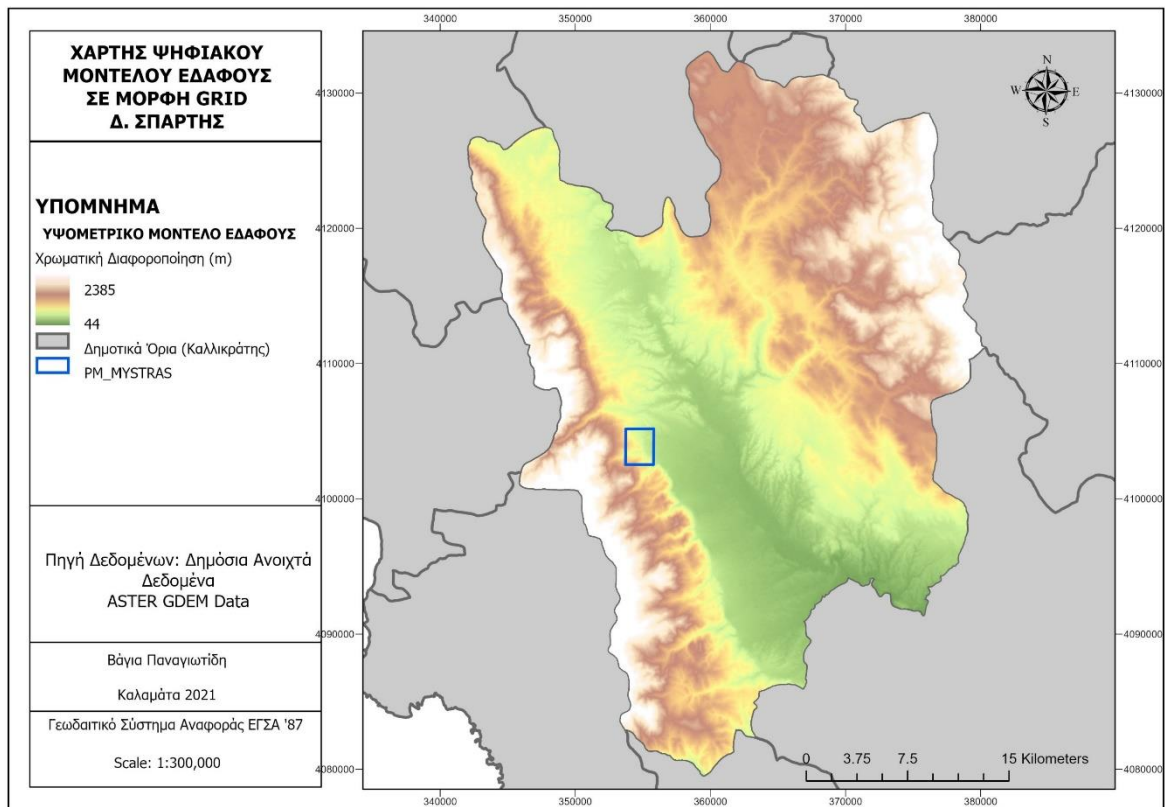
ArcGIS Pro, προκύπτουν τα ΨΜΕ των τριών περιοχών μελέτης (Εικόνα 4.5, Εικόνα 4.6 και Εικόνα 4.7).



Εικόνα 4.5 Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους Δήμου Καλαμάτας



Εικόνα 4.6 Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους Δήμου Λαμιών



Εικόνα 4.7 Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους Δήμου Σπάρτης

Από τα ΨΜΕ και τα εργαλεία επεξεργασίας του ΣΓΠ ArcGIS Pro δημιουργήθηκαν τα επίπεδα ταξινόμηση αναγλύφου κατά Dikau, ταξινόμηση κλίσεων κατά Demek, έκθεση (aspect), σκίαση αναγλύφου, καθώς και το υδρογραφικό δίκτυο.

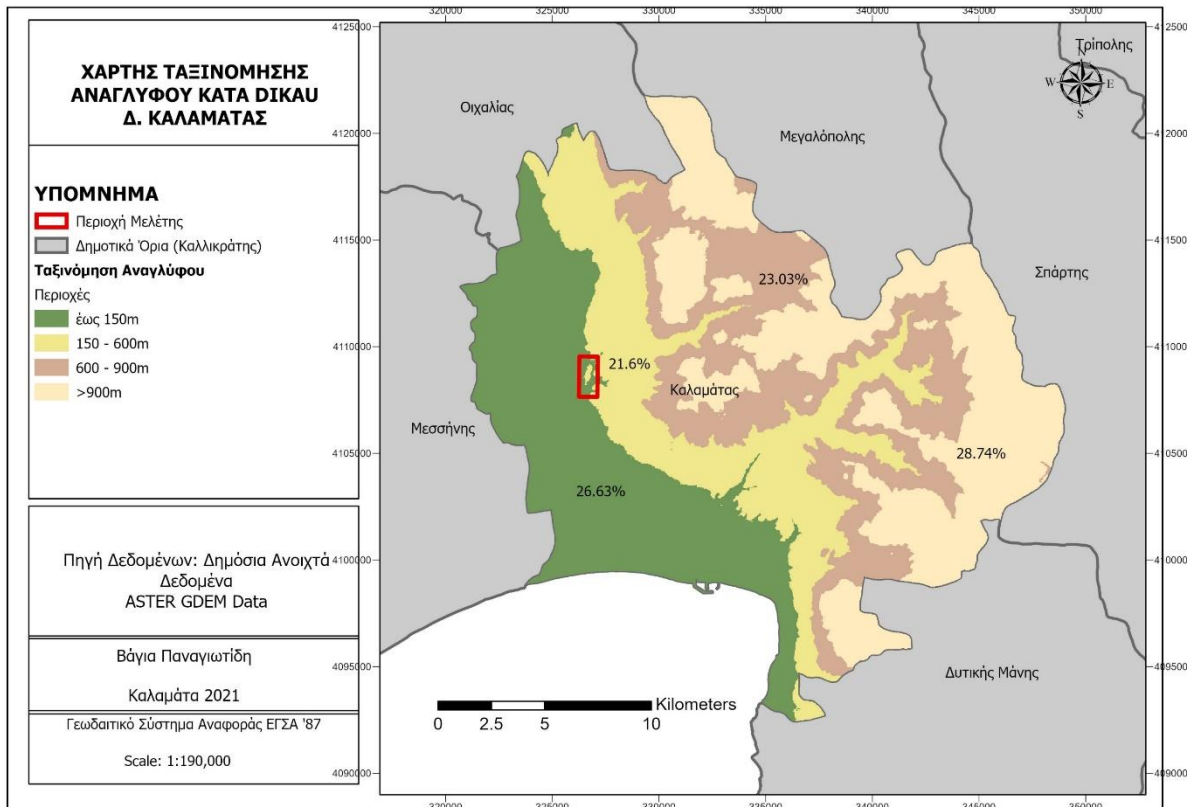
4.1.1 Ταξινόμηση αναγλύφου

Μία αρχική επεξεργασία των ΨΜΕ πραγματοποιείται με την ταξινόμηση του αναγλύφου του εδάφους σύμφωνα με τη μέθοδο του Dikau. Με την ταξινόμηση αναγλύφου κατά Dikau χαρακτηρίζεται μία περιοχή ανάλογα με το απόλυτο υψόμετρο που παρουσιάζει πάνω από το επίπεδο της θάλασσας (Dikau, 1989). Οι κλάσεις ταξινόμηση εμφανίζονται στον Πίνακας 4-2:

Πίνακας 4-2 Ταξινόμηση Αναγλύφου κατά Dikau

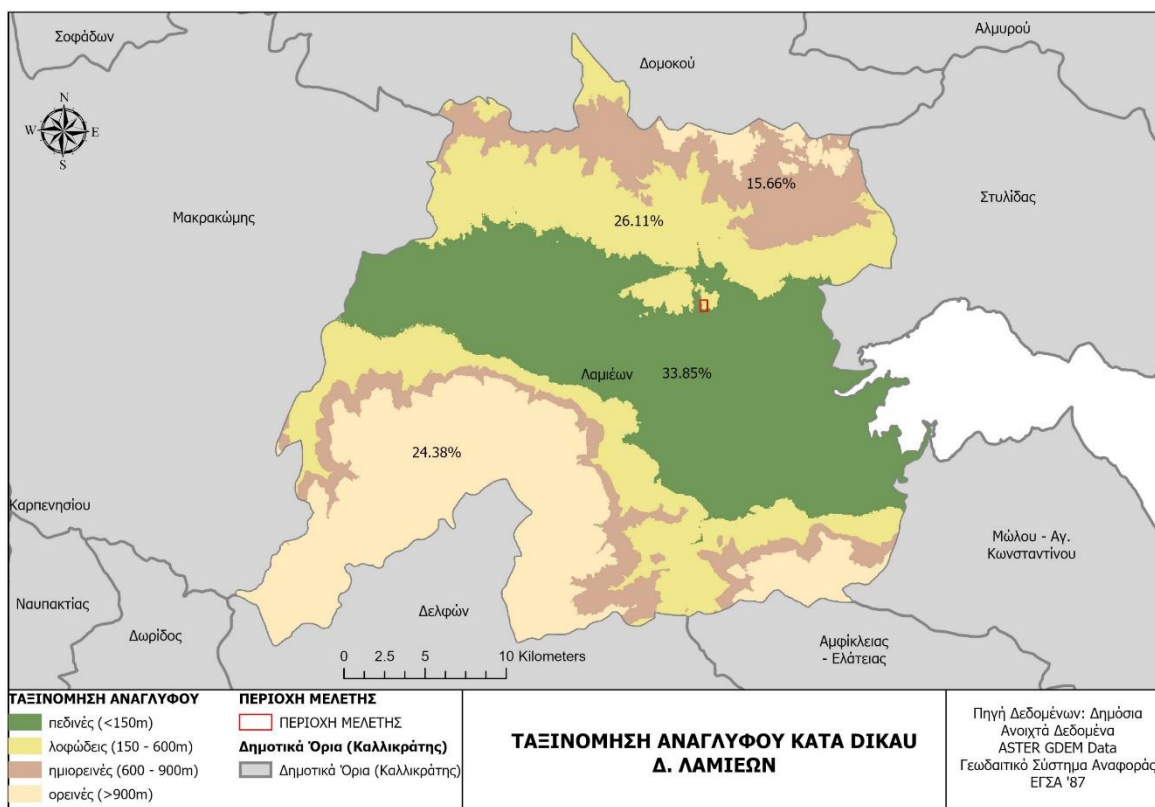
Απόλυτο Υψόμετρο (m)	Χαρακτηρισμός περιοχής
<150	Πεδινή
150 - 600	Λοφώδη
600 – 900	Ημιορεινή
>900	Ορεινή

Σύμφωνα με την ταξινόμηση αναγλύφου κατά Dikau που πραγματοποιήθηκε ο Δήμος Καλαμάτας κατά 28,74% χαρακτηρίζεται ως ορεινός κυρίως στην περιοχή στους πρόποδες του Ταυγέτου προς τα ανατολικά, κατά 23,03% ημιορεινός αντίστοιχα στα βορειανατολικά του Δήμου, κατά 26,63% πεδινός στην πεδιάδα του Παμίσου και δυτικά και σε μικρότερο ποσοστό 21,6% λοφώδης στα δυτικά του Δήμου, στην περιοχή μελέτης της Αρχαίας Θουρίας (Εικόνα 4.8).



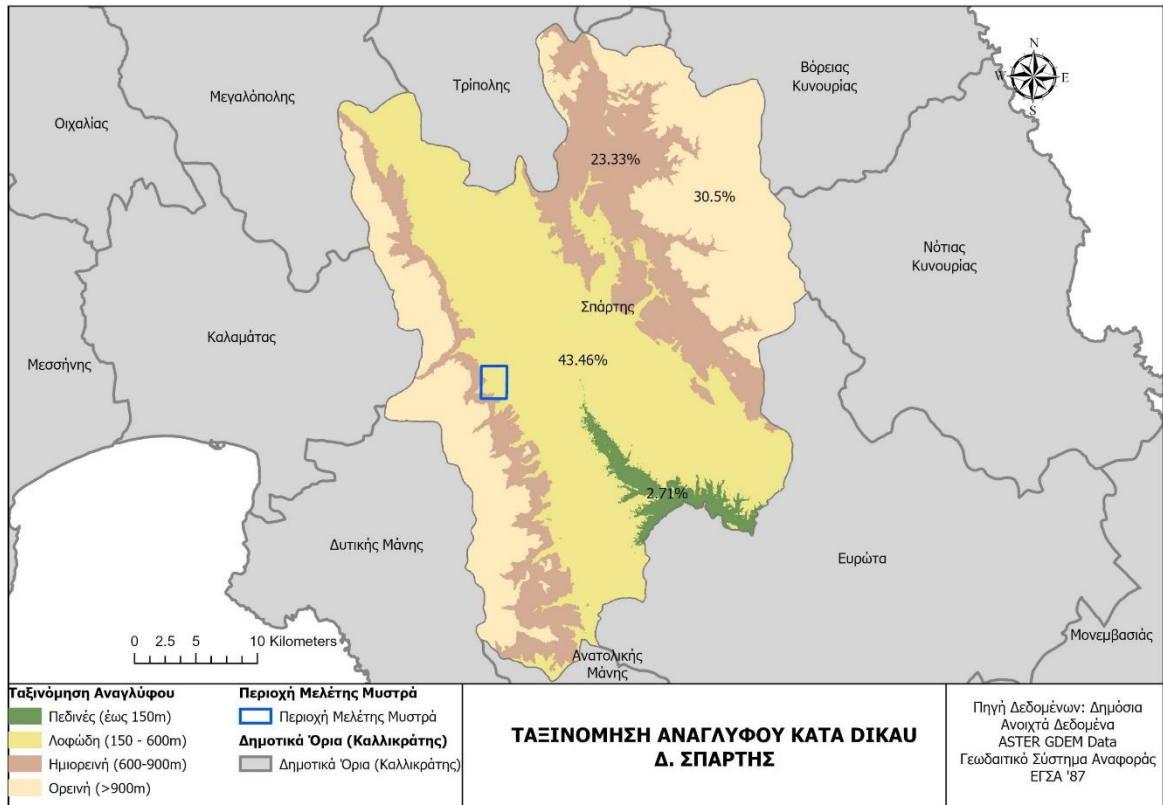
Εικόνα 4.8 Ταξινόμηση αναγλύφου κατά Δίκαιο Δήμου Καλαμάτας

Στον Δήμο Λαμιέων που χωροθετείται στην κοιλάδα του Σπερχειού ποταμού το 33,85% της έκτασής του χαρακτηρίζεται ως πεδινό με κάτω των 150 μέτρων υψόμετρο από την επιφάνεια της θάλασσας. Το 26,11% είναι λοφώδες. Στην κατηγορία αυτή χωροθετείται και η περιοχή μελέτης της Ακρολαμίας. Το 24,38% ταξινομείται ως ορεινή περιοχή ενώ μόλις το 15,66% πρόκειται για ημιορεινή ζώνη που συγκεντρώνεται κυρίως στα βόρεια του Δήμου με μία μικρή ζώνη βόρεια της ορεινής (Εικόνα 4.9).



Εικόνα 4.9 Ταξινόμηση αναγλύφου κατά Δίκαιο Δήμου Λαμιέων

Ο Δήμος Σπάρτης απλώνεται στην κοιλάδα του Ευρώτα μεταξύ του όρους Ταυγέτου και του όρους Πάρνωνα. Οι δύο οροσειρές χωρίζονται από την πεδιάδα του Ευρώτα. Η υψηλότερη κορυφή του Ταυγέτου είναι ο Προφήτης Ηλίας (2404m) και βρίσκεται στα όρια της λεκάνης. Ο Δήμος είναι ορεινός στα σύνορά του όπου και περιβάλλεται από τα επιβλητικά όρη κατά ποσοστό 30,5%. Τα όρη συνορεύουν με τις ημιορεινές ζώνες 23,33% της συνολικής επιφάνειας του Δήμου. Η κοιλάδα του Ευρώτα περιοχή λοφώδης καλύπτει το 43,46% του Δήμου ενώ μόλις το 2,71% είναι έκταση που χαρακτηρίζεται ως πεδινή (Εικόνα 4.10).



Εικόνα 4.10 Ταξινόμηση αναγλύφου κατά Δίκαιου Δήμου Σπάρτης

4.1.2 Κατανομή κλίσεων αναγλύφου

Σημαντική παράμετρος στη μελέτη αναγλύφου είναι η κλίση της επιφάνειας. Ως κλίση (slope) μιας επιφάνειας, ορίζεται ο μέγιστος ρυθμός μεταβολής του υψομέτρου της επιφάνειας. Η κλίση υπολογίζεται είτε σε μοίρες π.χ. 35° είτε σε ποσοστό επί τοις εκατό όπου οι 35° είναι 70%. Η κλίση δίνει χρήσιμες πληροφορίες έχοντας άμεση σχέση με το ποσοστό διάβρωσης και τη σταθερότητα των πρανών. Στην ανάλυση των περιβαλλοντικών παραμέτρων των περιοχών μελέτης χρησιμοποιήθηκε η ταξινόμηση κλίσης αναγλύφου κατά Demek που έχει υιοθετηθεί από την Επιτροπή Γεωμορφολογικής Έρευνας και Χαρτογράφησης (Commission on Geomorphological Survey and Mapping) της Διεθνούς Γεωγραφικής Ένωσης (IGU – International Geographical Union) (Demek, 1972). Σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Demek οι κλίσεις του αναγλύφου ταξινομούνται σε έξι κύριες κλάσεις σύμφωνα με τον Πίνακα 4-3. Η ταξινόμηση κλίσεων για τους τρεις Δήμους των περιοχών μελέτης παρουσιάζονται στις: Εικόνα 4.11, Εικόνα 4.12 και Εικόνα 4.13.

Πίνακας 4-3 Ταξινόμηση Κλίσεων κατά Demek (Demek, 1972)

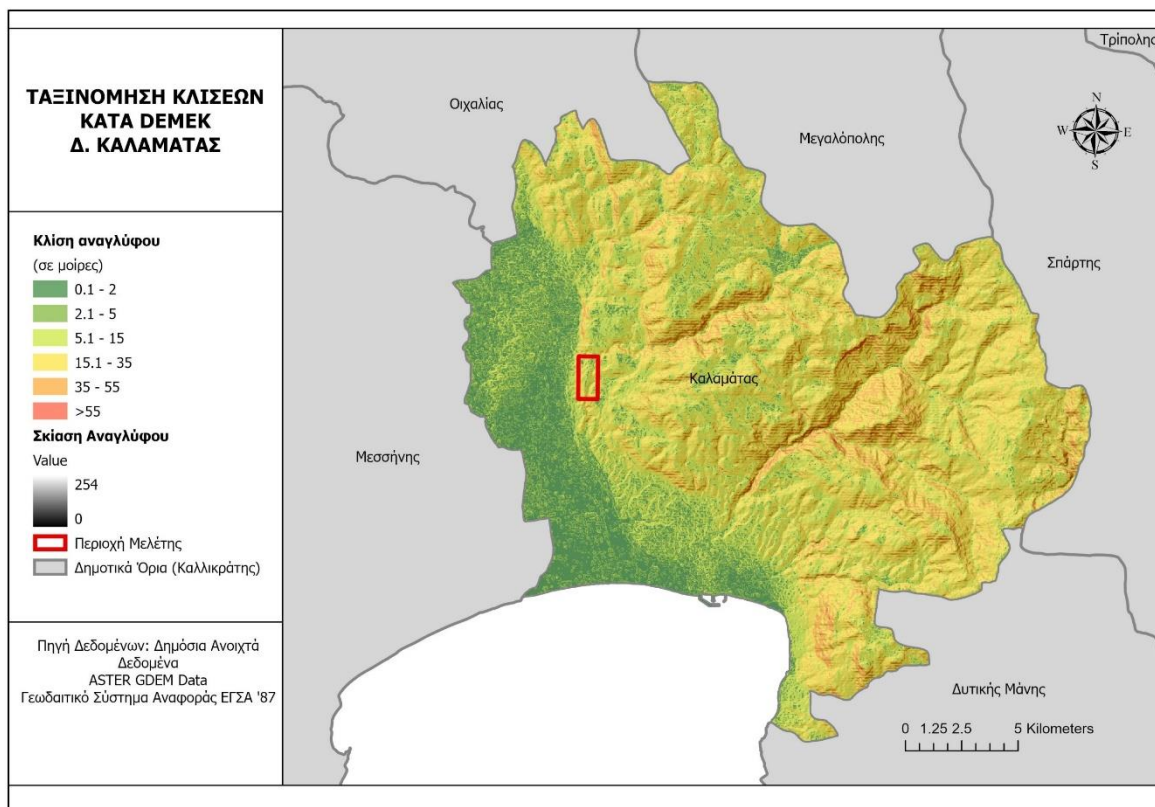
Κλίσεις Αναγλύφου	Χαρακτηρισμός περιοχής
0° – 2° (0% – 3,5%)	Επίπεδο έως ελαφρώς κεκλιμένο ανάγλυφο (πλημμυρικά πεδία, επιφάνειες επιπέδωσης, αναβαθμίδες)
2° – 5° (3,5% - 8,7%)	Ελαφρώς κεκλιμένο ανάγλυφο (πρόποδες κοιλάδων, περιοχές τελικών μοραίνων, κλιτύες θινών)
5° – 15° (8,7% – 26,8%)	Ισχυρώς κεκλιμένο ανάγλυφο (κλιτύες κοιλάδων, τεκτονικές αναβαθμίδες)
15° – 35° (26,8% - 70%)	Απότομο (15° - 25°) έως εξαιρετικά απότομο (25° – 35°) ανάγλυφο (κλιτύες κοιλάδων μεσαίων ορέων)
35° - 55° (70% – 135%)	Απόκρημνο ανάγλυφο (απότομες κλιτύες κοιλάδων υψηλών ορέων, κλιτύες σχηματισμών hogbacks, κλιτύες ασβεστολιθικών φαραγγιών)
>55° (>135%)	Κάθετο ανάγλυφο (κάθετες κλιτύες σε περιοχές ψαμμιτικών και ασβεστολιθικών ορέων)

Η ταξινόμηση κλίσεων όπως προέκυψε από την επεξεργασία του ΨΜΕ του Δήμου Καλαμάτας παρουσιάζεται στον Πίνακα 4-4.

Πίνακας 4-4 Ταξινόμηση Κλίσεων κατά DEMEK Δήμου Καλαμάτας

ΔΗΜΟΣ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ	
Κλίσεις Αναγλύφου	Ποσοστό
0° – 2°	9,15%
2° – 5°	12,39%
5° – 15°	27,27%
15° – 35°	43,41%
35° - 55°	7,62%
>55°	0,17%

Σύμφωνα με την ταξινόμηση κλίσεων κατά Demek το 43,41% της επιφάνειάς του Δήμου χαρακτηρίζεται ως απότομο και εξαιρετικά απότομο μεταξύ 15° και 35°. Στις υπόλοιπες κλίσεις η κατανομή είναι 27% ισχυρώς κεκλιμένο, 12% ελαφρώς κεκλιμένο 9% επίπεδο ως ελαφρώς κεκλιμένο και 7% απόκρημνο. Μόλις το 0,17% εμφανίζει κλίσεις κάθετες > των 55°. Συμπεραίνουμε δηλαδή πως το μεγαλύτερο ποσοστό του αναγλύφου του Δήμου χαρακτηρίζεται από απότομο και εξαιρετικά απότομο ανάγλυφο, αποτελούμενο από κλιτύες κοιλάδων οι οποίες υπόκεινται σε κινήσεις μαζών και διαβρωτικές διεργασίες (Εικόνα 4.11).

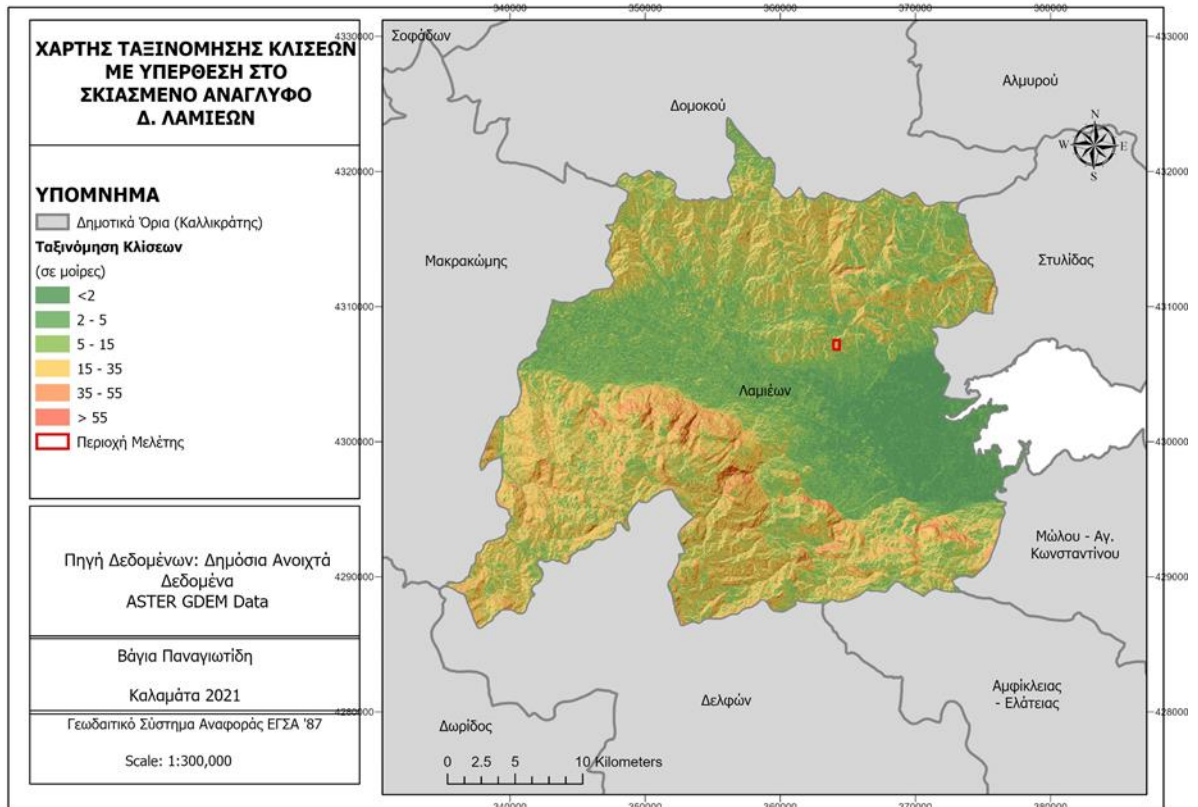


Εικόνα 4.11 Ταξινόμηση κλίσεων κατά Demek Δήμου Καλαμάτας

Ο Δήμος Λαμιέων χωροθετημένος στην κοιλάδα του Σπερχειού, όπως είναι αναμενόμενο, σύμφωνα με την ταξινόμηση κλίσεων κατά Demek, χαρακτηρίζεται από κλίσεις στο μεγαλύτερο ποσοστό κάτω των 15°, κοντά στο 60% του αναγλύφου (Πίνακας 4-5). Συγκεντρώνει δηλαδή, περιοχές επίπεδες, ελαφρώς κεκλιμένες έως ισχυρώς κεκλιμένες (Εικόνα 4.12). Τα αποτελέσματα της ταξινόμηση κλίσεων βρίσκονται σε συμφωνία και με την ταξινόμηση αναγλύφου κατά Dikai που παρουσιάστηκε παραπάνω.

Πίνακας 4-5 Ταξινόμηση κλίσεων κατά DEMEK Δήμου Λαμιέων

ΔΗΜΟΣ ΛΑΜΙΕΩΝ	
Κλίσεις Αναγλύφου	Ποσοστό
0° – 2°	10.21%
2° – 5°	14.71%
5° – 15°	34.52%
15° – 35°	35.64%
35° - 55°	4.74%
>55°	0,18%

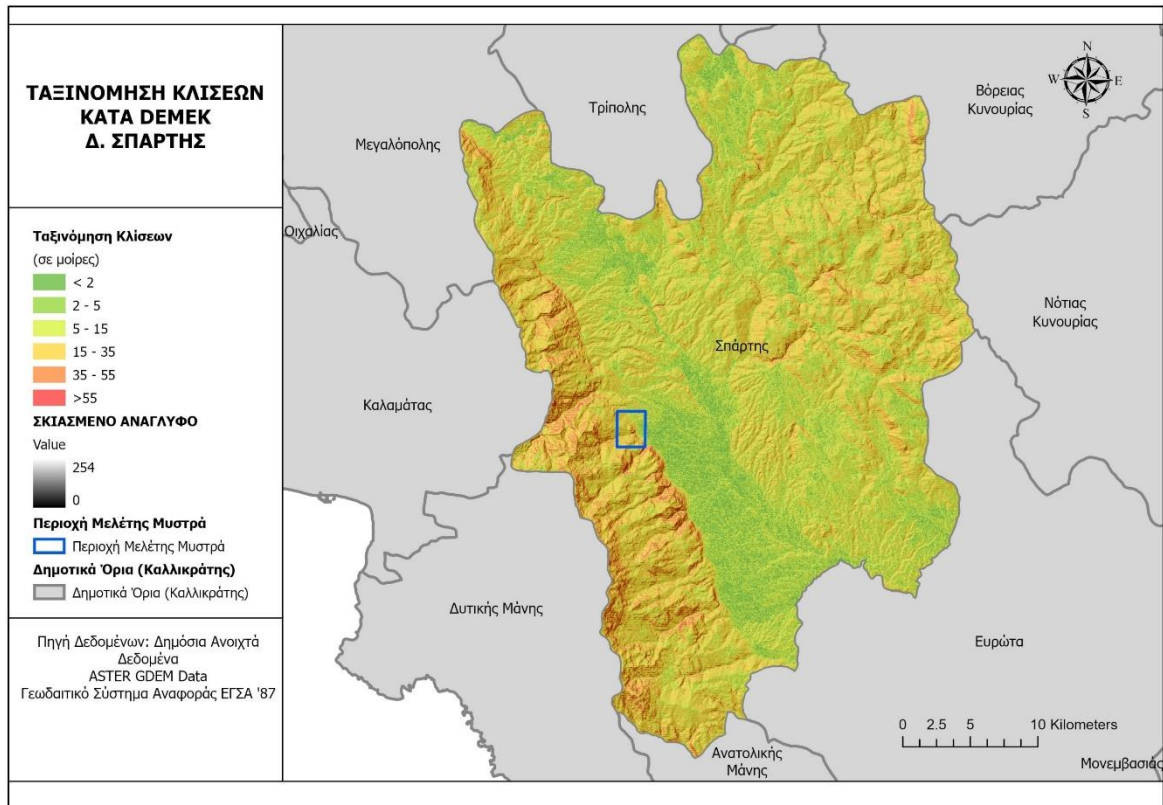


Εικόνα 4.12 Ταξινόμηση κλίσεων κατά Demek Δήμου Λαμιέων

Ο Δήμος Σπάρτης χαρακτηρίζεται κυρίως ως ημιορεινή και ορεινή περιοχή (Πίνακας 4-6). Αντίστοιχα η ταξινόμηση κλίσεων κατά Demek χαρακτηρίζει το μεγαλύτερο ποσοστό του αναγλύφου της, σε κλίσεις $5^{\circ} - 35^{\circ}$, δηλαδή από ισχυρώς κεκλιμένα ανάγλυφο σε απότομο και εξαιρετικά απότομο κοντά στο 80% του αναγλύφου του Δήμου (Εικόνα 4.13). Η δε περιοχή μελέτης της πόλης του Μυστρά χωροθετείται εντός ζώνης απότομης έως εξαιρετικά απότομης και απόκρημνης κάτι που δεν εκπλήσσει εφόσον συνηθίζεται μεσαιωνικές και βυζαντινές πόλεις να κτίζονται σε απότομους λόφους και πλαγιές για λόγους άμυνας και στρατηγικής θέσης.

Πίνακας 4-6 Ταξινόμηση κλίσεων κατά DEMEK Δήμου Σπάρτης

ΔΗΜΟΣ ΣΠΑΡΤΗΣ	
Κλίσεις Αναγλύφου	Ποσοστό
$0^{\circ} - 2^{\circ}$	3,08%
$2^{\circ} - 5^{\circ}$	11,62%
$5^{\circ} - 15^{\circ}$	39,99%
$15^{\circ} - 35^{\circ}$	40,20%
$35^{\circ} - 55^{\circ}$	4,99%
$>55^{\circ}$	0,12%



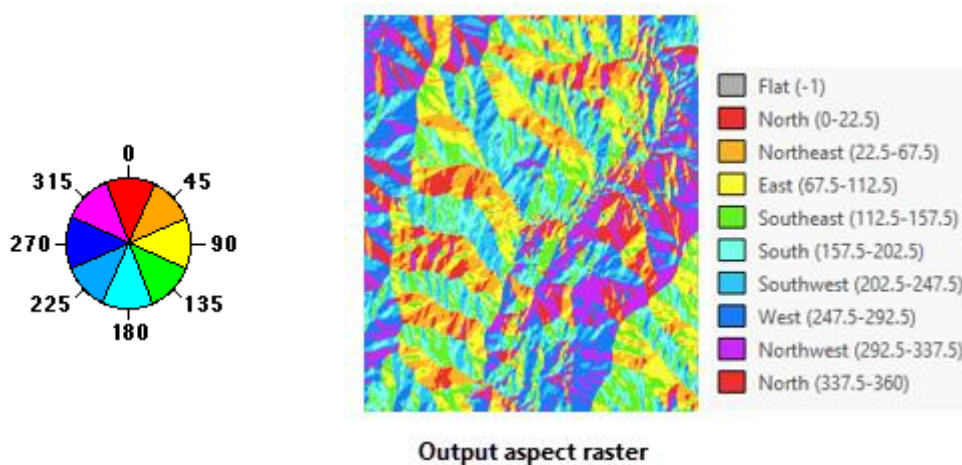
Εικόνα 4.13 Ταξινόμηση κλίσεων κατά Demek Δήμου Σπάρτης

4.1.3 Έκθεση

Ο προσανατολισμός ή έκθεση (aspect) μιας επιφάνειας αντιστοιχεί στη διεύθυνση κατά την οποία παρατηρείται ο μέγιστος ρυθμός μεταβολής του υψομέτρου και συνήθως μετρείται με το αζιμούθιο της διεύθυνσης αυτής, δηλαδή σε μοίρες από 0 έως 360 δεξιόστροφα, με προσανατολισμό αναφοράς το Βορρά (Τσούλος κ. ά., 2015). Η έκθεση είναι σημαντική παράμετρος του τοπίου. Χρησιμοποιείται στη μελέτη της σταθερότητας των πρανών, μεταξύ άλλων και στη διαχείριση κρίσεων ενώ αποτελεί και παράγοντα στη μελέτη ασφαλείας κατασκευών για την αποφυγή κατολισθήσεων. Η έκθεση επηρεάζει τη θερμοκρασία που αναπτύσσεται σε μία περιοχή, παράγοντας σημαντικός για την ανάπτυξη γεωργικής δραστηριότητας, επικινδυνότητας πυρκαγιών κλπ. (Malaperdas & Panagiotidis, 2018). Η έκθεση επηρεάζει την θερμοκρασία ειδικά σε μεσαία γεωγραφικά πλάτη από 300 έως 500. Στο επίπεδο του ημεμερινού ο ήλιος πέφτει κάθετα ενώ στις πολικές ζώνες οι ακτινοβολίες πέφτουν πλάγια με αποτέλεσμα να είναι μικρή η επίδραση στην θερμοκρασία.

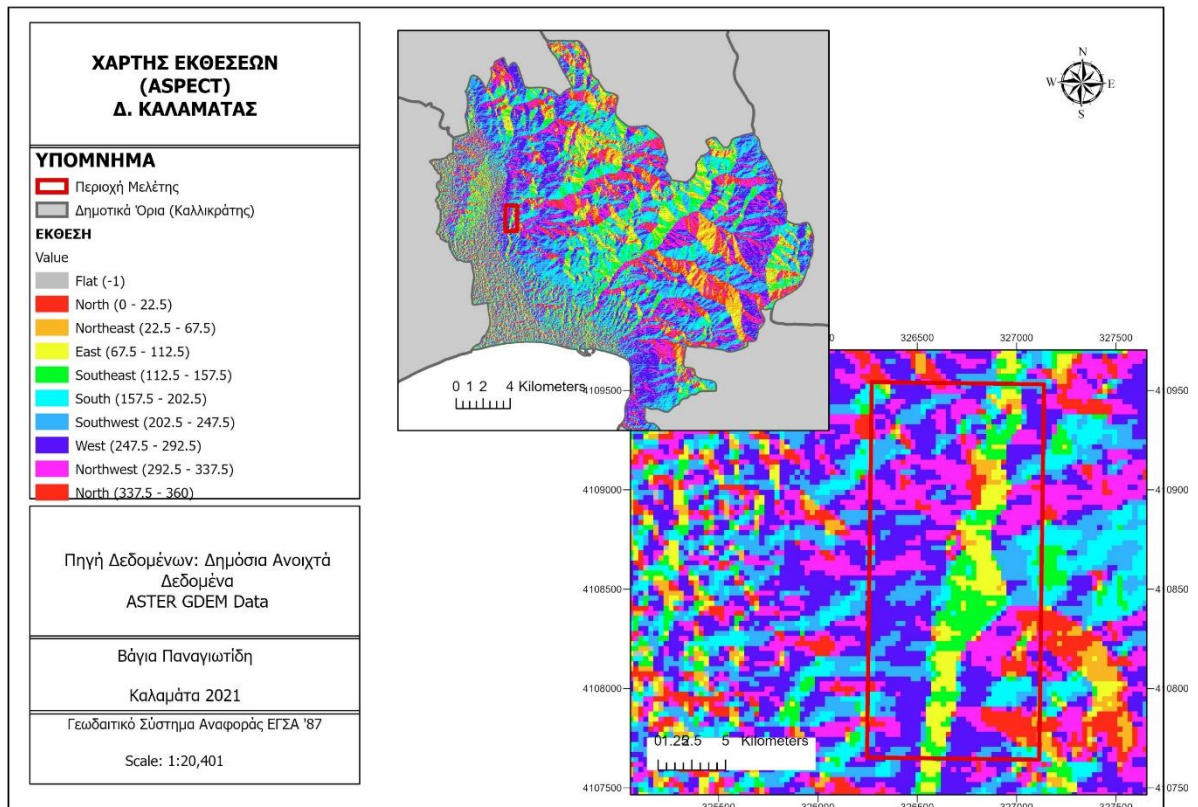
Οι τιμές της έκθεσης κυμαίνονται από τις 0°, που αντιστοιχούν στον βορρά, μέχρι τις 360°, που αντιστοιχούν επίσης στον βορρά έχοντας όμως διανύσει μία περιστροφή. Οι

κύριες διευθύνσεις της έκθεσης χωρίζονται σε 9 κλάσεις που απεικονίζονται στην Εικόνα 4.14. Στις εικόνες Εικόνα 4.15, Εικόνα 4.16 και Εικόνα 4.17, απεικονίζεται η έκθεση των περιοχών μελέτης.



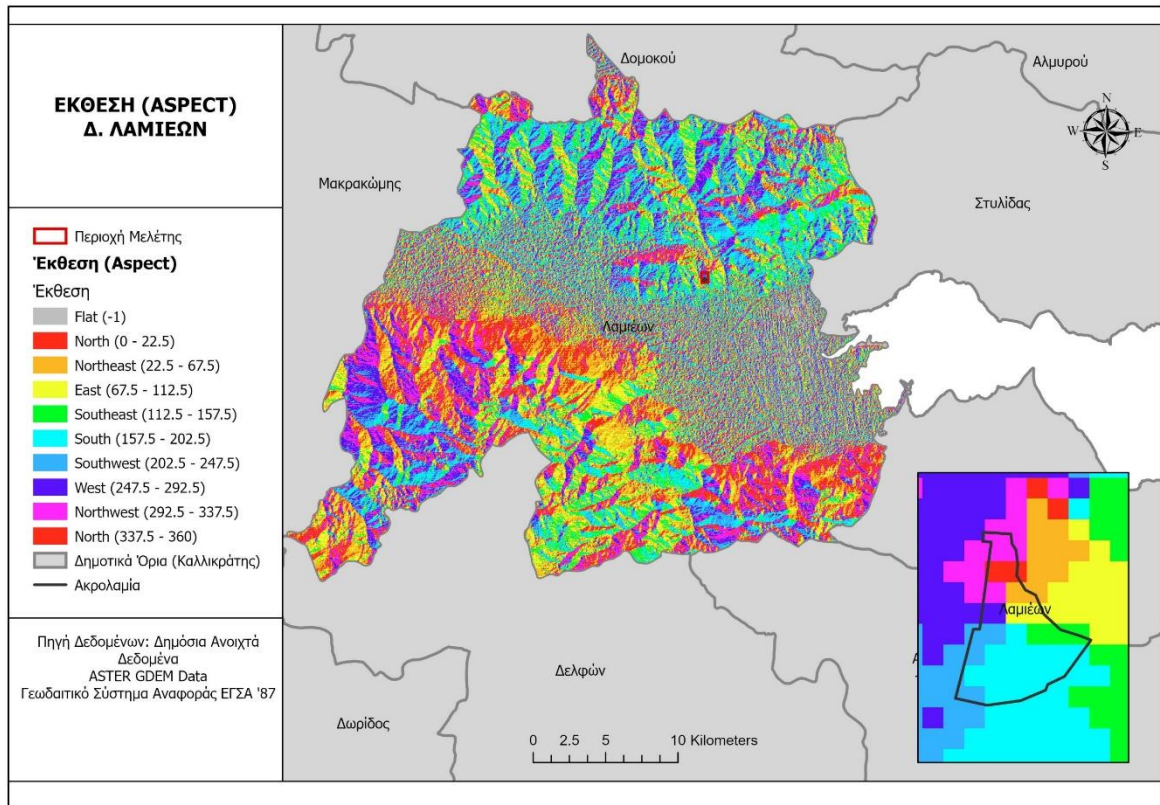
Εικόνα 4.14 Έκθεση (<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/how-aspect-works.htm>)

Ο Δήμος Καλαμάτας χαρακτηρίζεται από έντονες δυτικές και νοτιοδυτικές εκθέσεις. Κατά περιοχές μεταβάλλεται σε νοτιοανατολική και βόρεια καθώς και ανατολική. Ιδιαίτερα στην περιοχή μελέτης της Αρχαίας Θουρίας, δυτικά της πόλης της Καλαμάτας, από τη δυτική πλαγιά του λόφου εμφανίζει δυτικές εκθέσεις από 247° έως 290° και πιο βόρεια φτάνει τις 337°. Η πόλη εκτείνεται στην επίπεδη επιφάνεια του λόφου προς την κορυφή με εκθέσεις κυρίως ανατολικές και νοτιοανατολικές από 67° έως 157° (Εικόνα 4.15).



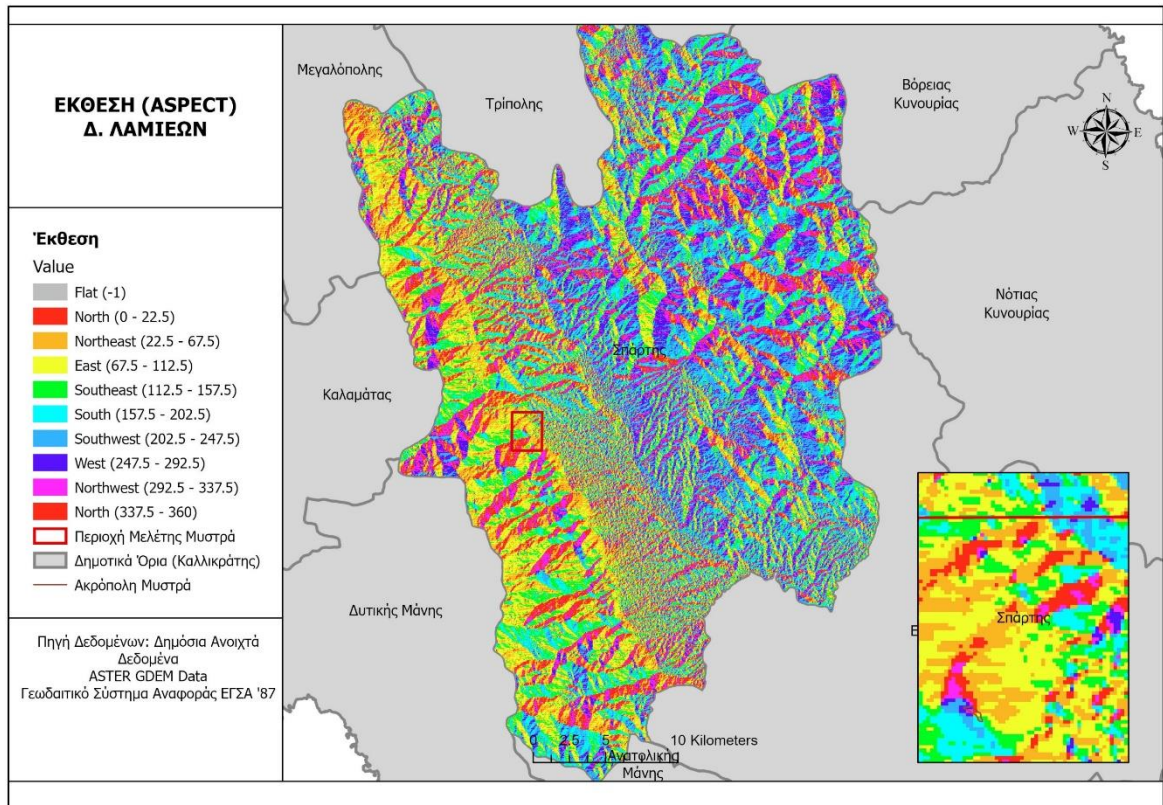
Εικόνα 4.15 Χάρτης Εκθέσεων Δήμου Καλαμάτας

Ο Δήμος Λαμιέων αναπτύσσεται στα δυτικά της Λεκάνης του Σπερχειού Ποταμού και καταλαμβάνει το μεγαλύτερο τμήμα των εκβολών του Δέλτα, τοποθετείται βόρεια του όρους Οίτη και Καλλιδρόμου και έχει έκταση 947 km². Η πεδινή περιοχή στην Κοιλιάδα του Σπερχειού εμφανίζει εκθέσεις όλων των κατευθύνσεων. Έντονες βορεινές και βορειοανατολικές εκθέσεις εμφανίζει η νότια περιοχή του Δήμου στους πρόποδες του όρους Οίτη. Αντίθετα η βόρεια περιοχή του Δήμου έχει περισσότερο νότιες, νοτιοανατολικές και νοτιοδυτικές εκθέσεις. Ειδικότερα η περιοχή μελέτης της Ακρολαμίας εμφανίζει κυρίως νότιες εκθέσεις στις 200°. (Εικόνα 4.16).



Εικόνα 4.16 Χάρτης Εκθέσεων Δήμου Λαμίων

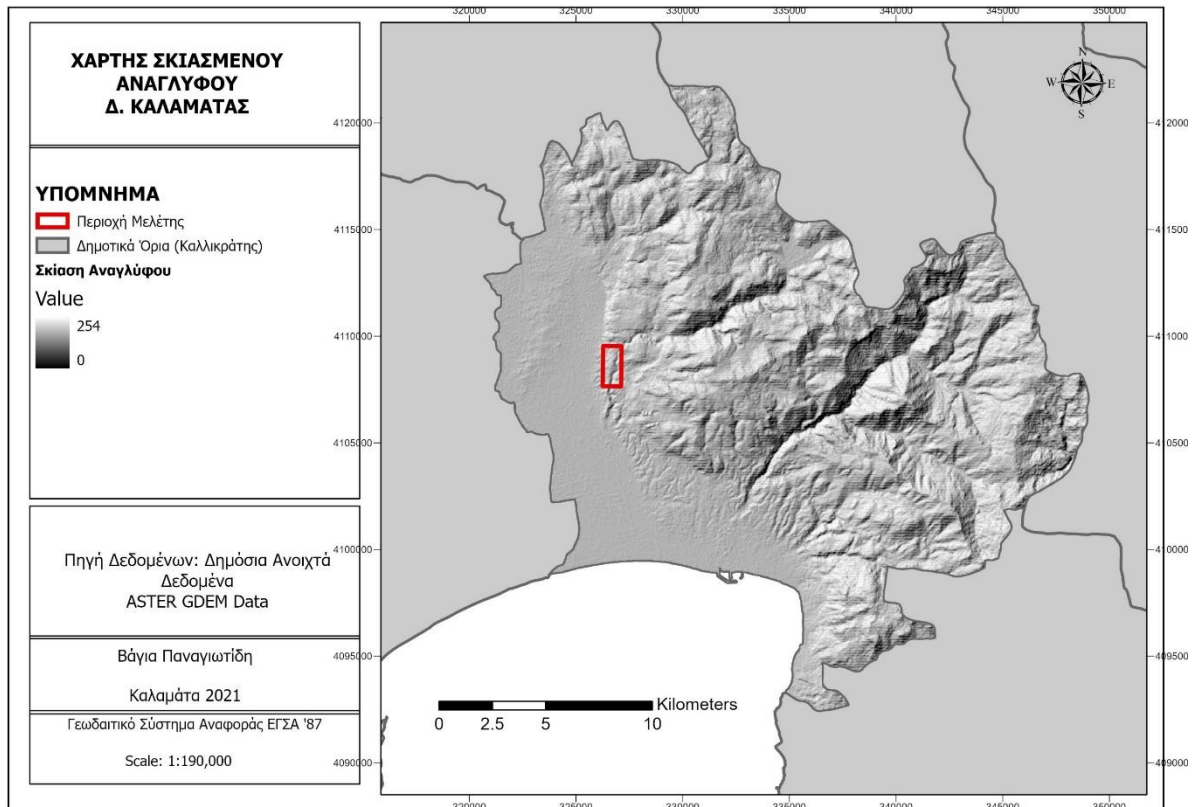
Ο Δήμος Σπάρτης με τις κορυφές του Ταϋγέτου που εκτείνονται στα δυτικά του και με υψηλότερα υψόμετρα από εκείνα της Καλαμάτας χαρακτηρίζεται από ανατολικές και βορεινές εκθέσεις ειδικότερα στις ορεινές πλαγιές. Η κοιλάδα του Ευρώτα εμφανίζει πιο θερμές εκθέσεις με κυρίως νοτιοδυτικές, δυτικές και ανατολικές εκθέσεις. Ιδιαίτερα στην περιοχή μελέτης της πόλης του Μυστρά, δυτικά της Σπάρτης, κτισμένη κατά μήκος της βορειοανατολικής πλευράς του λόφου Μυζηθρά εμφανίζονται έντονες ανατολικές και βορειοανατολικές εκθέσεις από 67° έως 112° με εξαίρεση την περιοχή της Ακρόπολης που εμφανίζει εκθέσεις και δυτικές και νοτιοδυτικές από 240° έως 337° (Εικόνα 4.17). Η νοτιοδυτική πλευρά του λόφου αποτελεί απότομη και απόκρημνη πλαγιά που χρησίμευε ως φυσικό οχυρό για τη Βυζαντινή πόλη.



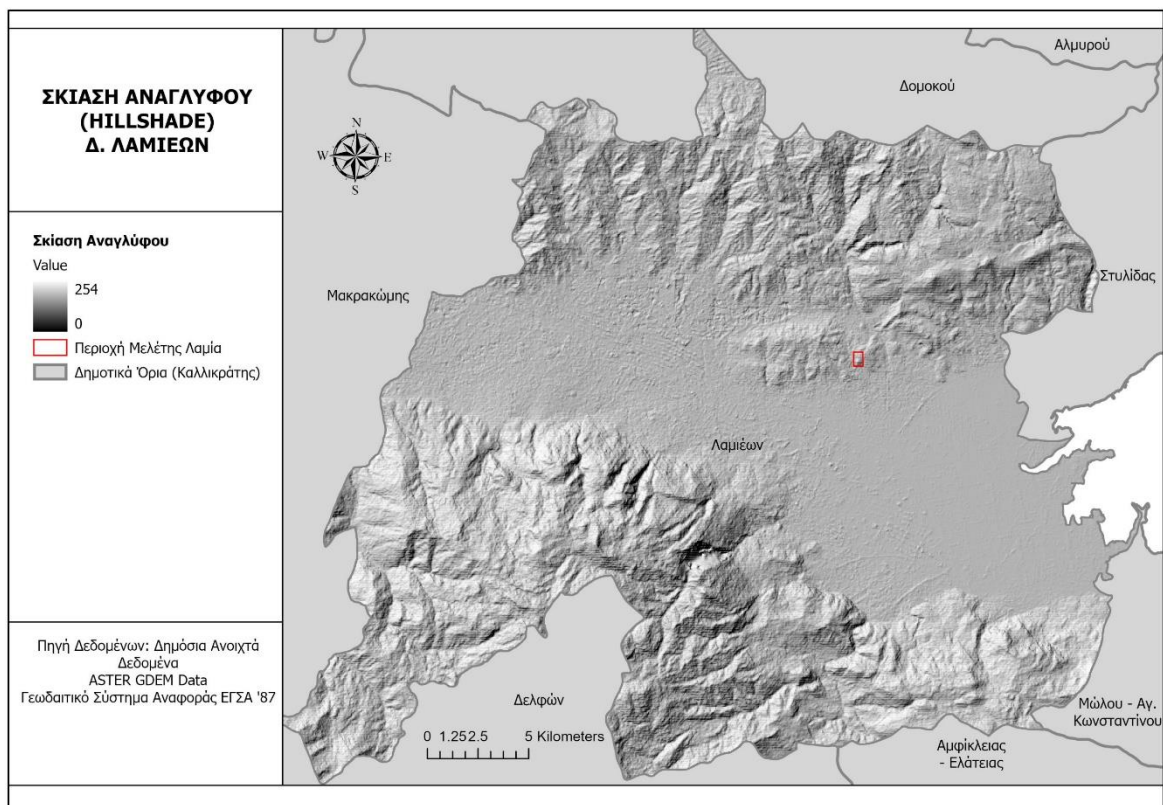
Εικόνα 4.17 Χάρτης Εκθέσεων Δήμου Σπάρτης

4.1.4 Σκίαση αναγλύφου

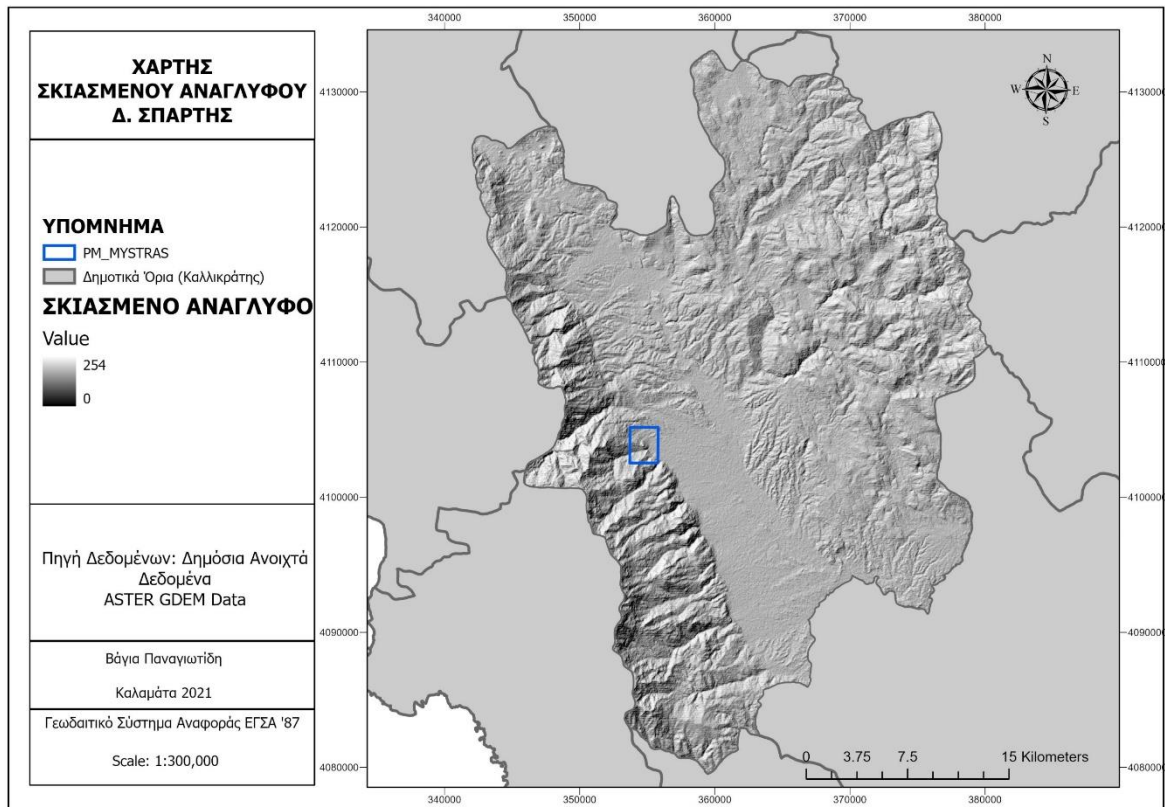
Η σκίαση αναγλύφου (Hillshading ή Shaded Relief Map) αποτελεί εργαλείο που δημιουργεί μία ρεαλιστική απεικόνιση του προσανατολισμού του αναγλύφου μιας επιφάνειας, αν θεωρηθεί πως η περιοχή φωτίζεται από καθορισμένη φωτεινή πηγή. Τα χαρακτηριστικά της σκίασης (τόνοι σκιών, γωνία φωτισμού κλπ.) υπολογίζονται για κάθε δομικό στοιχείο του μοντέλου και ομαδοποιούνται σε μεγαλύτερες περιοχές (Τσούλος κ. ά., 2015). Εξ ορισμού η σκίαση και ο φωτισμός είναι αποχρώσεις του γκρι που συνοδεύονται από ακέραιες τιμές 0 – 254 , αυξανόμενες από το μαύρο στο άσπρο (ESRI, 2021). Οι τρεις Δήμοι παρουσιάζονται ως προς τη σκίαση αναγλύφου στις επόμενες τρεις εικόνες (Εικόνα 4.18, Εικόνα 4.19 και Εικόνα 4.20).



Εικόνα 4.18 Χάρτης σκιασμένου αναγλύφου Δήμου Καλαμάτας



Εικόνα 4.19 Χάρτης σκιασμένου αναγλύφου Δήμου Λαμιέων



Εικόνα 4.20 Χάρτης σκιασμένου αναγλύφου Δήμου Σπάρτης

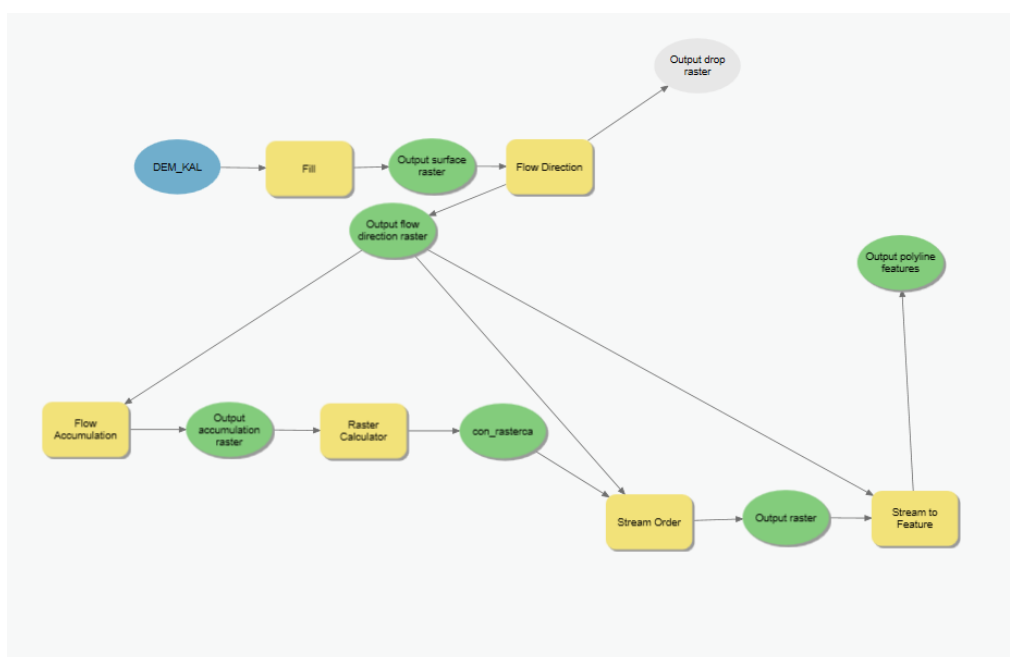
4.1.5 Εντοπισμός υδρογραφικού δικτύου

Υδρογραφικό δίκτυο ονομάζεται το ενιαίο σύστημα των βασικών και των δευτερευόντων κλάδων ενός χειμάρρου ή ποταμού, δηλαδή των ρυακιών, χειμάρρων και παραποτάμων, που την αποστραγγίζουν (Νικολακόπουλος κ. ά., 2015). Το υδρογραφικό δίκτυο αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες στη μελέτη αρχαιολογικού τοπίου φανερώνοντας τη διαθεσιμότητα του νερού. Χωρίς αποθέματα καθαρού νερού δεν είναι δυνατή η ανάπτυξη της γεωργίας και η υδροδότηση του πληθυσμού ενός οικισμού.

Η μελέτη του υδρογραφικού δικτύου επικεντρώνεται στη μελέτη των ιδιοτήτων του μέσω της ποσοτικής ανάλυσης των υπαρχόντων κλάδων του και στη μελέτη των πιθανών τρόπων ανάπτυξής του. Η δεύτερη περίπτωση είναι όμως πιο πολυδιάστατη στη μελέτη του και δε μπορεί να επιτευχθεί άμεσα. Η ποσοτική ανάλυση ενός υδρογραφικού δικτύου γίνεται αφού καθοριστεί κάποια σχέση μεταξύ των κλάδων του. Ο Horton πρότεινε ένα σύστημα ανάπτυξης υδρογραφικού δικτύου με τη μορφή αρίθμησης των κλάδων μεταξύ μεγάλων κεντρικών, μικρότερων δευτερευόντων και

ακόμη μικρότερων πρωτευόντων (Horton, 1945). Μετά την προσέγγιση του Horton ακολούθησαν κι άλλα πρότυπα ταξινόμησης των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου από τους Schreidigger, Strahler και Shreve. Στην απεικόνιση του υδρογραφικού δικτύου στις τρεις περιοχές μελέτης εφαρμόστηκε η αρίθμηση κατά Strahler (Strahler, 1957).

Για την υλοποίηση της ανάλυσης και την απεικόνιση του υδρογραφικού δικτύου εφαρμόστηκε η διαδικασία της εργαλειοθήκης «Hydrographic Network Toolbox» στο περιβάλλον του ArcGIS Pro του οποίου οι διαδικασίες παρουσιάζονται στην Εικόνα 4.21.

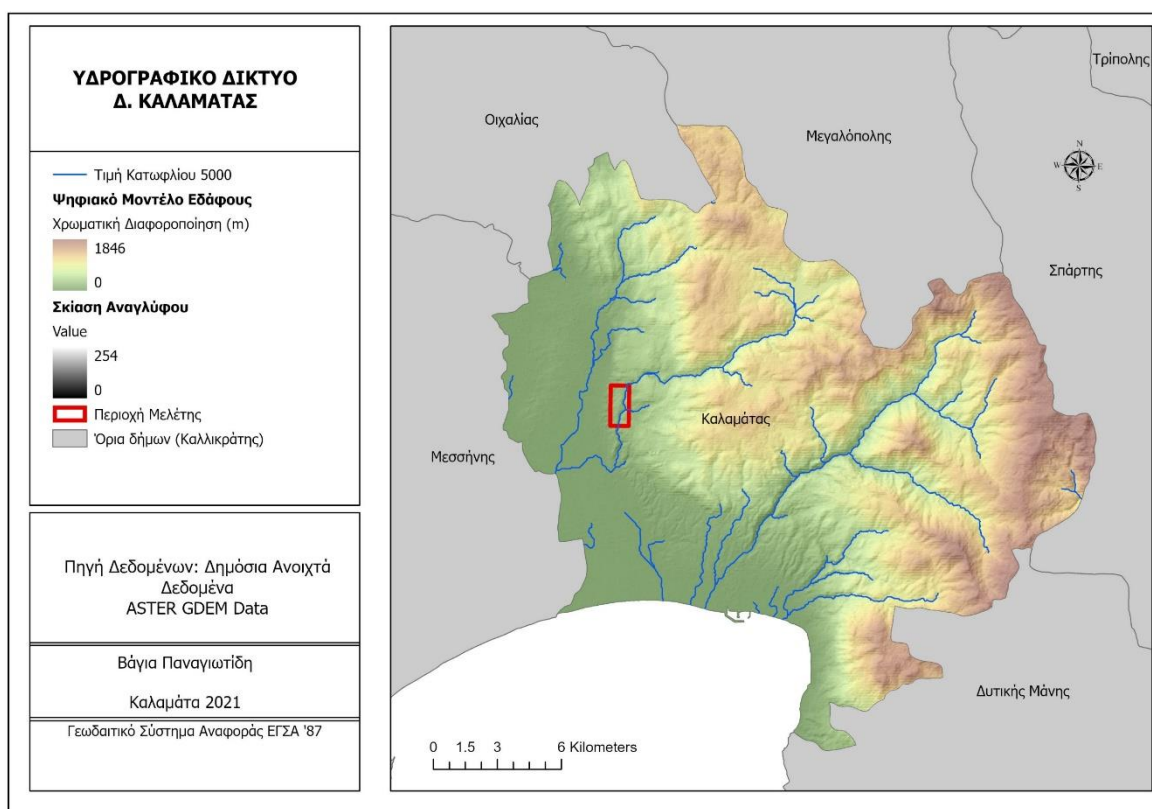


Εικόνα 4.21 Μοντέλο εξαγωγής υδρογραφικού δικτύου ArcGIS toolbox

Η υλοποίηση της εργαλειοθήκης «hydrographic network» για τιμή κατωφλίου 5000 έδωσε τους χάρτες των υδρογραφικών δικτύων των τριών διερευνώμενων περιοχών (Εικόνα 4.22, Εικόνα 4.23, Εικόνα 4.24). Ως τιμή κατωφλίου ορίζεται μία κατώτατη τιμή (με βάση τον χάρτη αθροιστικής ροής – flow accumulation) που πρέπει να έχει ένα εικονοστοιχείο ώστε να θεωρηθεί ότι ανήκει στο υδρογραφικό δίκτυο. Όσο υψηλότερη είναι η τιμή κατωφλίου τόσο λιγότεροι κλάδοι θα υπάρχουν στο υδρογραφικό δίκτυο. Μία τιμή κατωφλίου που χρησιμοποιείται ευρέως είναι 5000. Συνεπώς τα εικονοστοιχεία των οποίων η συσσώρευση είναι 5000 θεωρούνται πως έχουν ρέμα οπότε παίρνουν την τιμή 1 (Diani, et al., 2017). Όσα εικονοστοιχεία έχουν λιγότερο από 5000 είναι χωρίς δεδομένα (nodata). Στα ρέματα στην περίπτωση των 5000 ψηφίδων τιμής κατωφλίου, σε κάναβο συγκέντρωσης ροής 30m (μέγεθος κελιού),

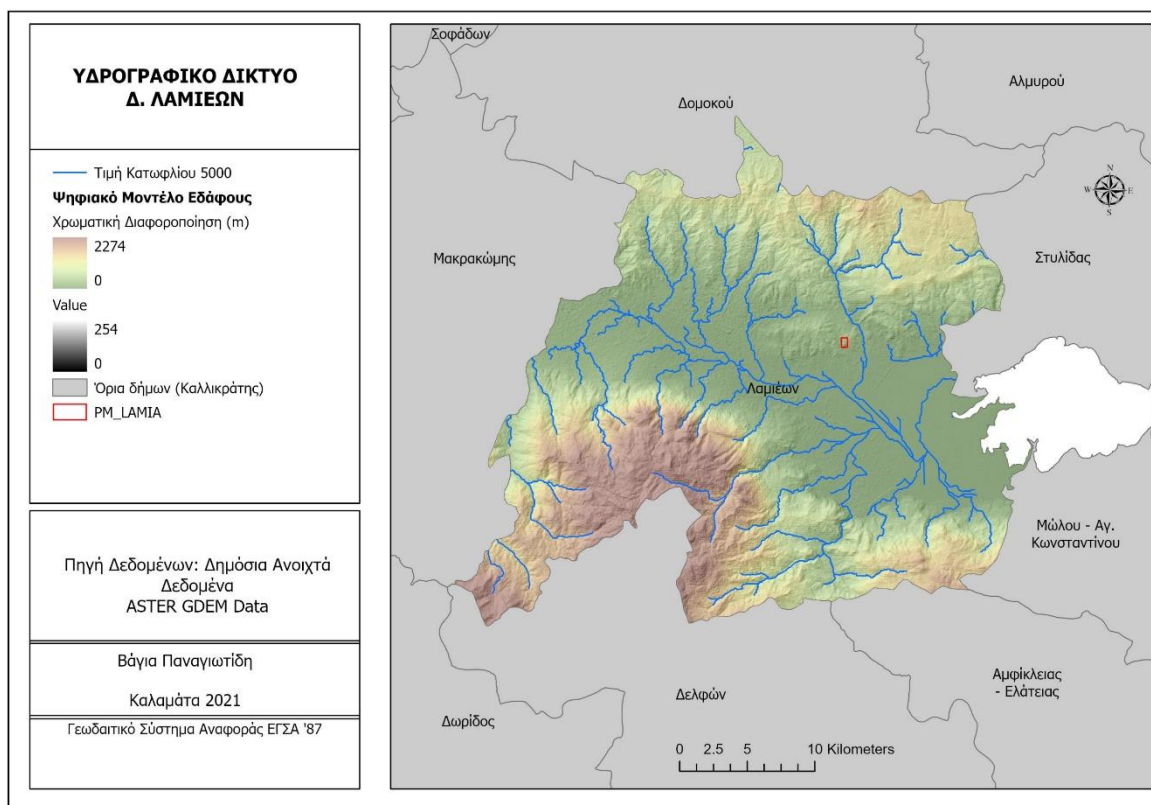
απαιτείται αποστραγγιστική περιοχή $5000 \cdot 30 \cdot 30 = 4.500.000 \text{m}^2$ ή $4,5 \text{km}^2$. Σύμφωνα με τους Maidman και Morehouse επιφάνειες με αριθμό ψηφίδων κάτω της τιμής κατωφλίου 1000, δηλαδή εμβαδού $0,9 \text{km}^2$, δε μπορούν να θεωρηθούν ρέματα (Maidmen & Morehouse, 2002).

Ο Δήμος Καλαμάτας αποτελεί περιοχή με πλούσιο υδρογραφικό δίκτυο (Εικόνα 4.22). Χαρακτηριστικό της πεδινής περιοχής της Μεσσηνίας, που περιβάλλεται από ψηλά όρη βόρεια και ανατολικά και χαμηλότερα δυτικά προς την Κυπαρισσία, είναι τα άφθονα νερά της επιφανειακά και υπόγεια. Η παρουσία του νερού επιβεβαιώνεται από τα πολυάριθμα ποτάμια, συνήθως μικρά, που ρέουν κατά τη διάρκεια όλου του χρόνου. Το μεγαλύτερο ποτάμι της Μεσσηνίας, ο Πάμισος, που διαπερνά και τον Δήμο Καλαμάτας δυτικά της Καλαμάτας και δυτικά πολύ κοντά στον αρχαιολογικό χώρο της Αρχαίας Θουρίας πηγάζει από το όρος Λύκαιο και εκβάλλει στον Μεσσηνιακό Κόλπο μεταξύ Καλαμάτας και Μεσσήνης (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2013). Ο ποταμός Ξερίλας ρέει ανατολικά της κορυφογραμμής του αρχαιολογικού χώρου.



Εικόνα 4.22 Υδρογραφικό δίκτυο Δήμου Καλαμάτας με τιμή κατωφλίου 5000

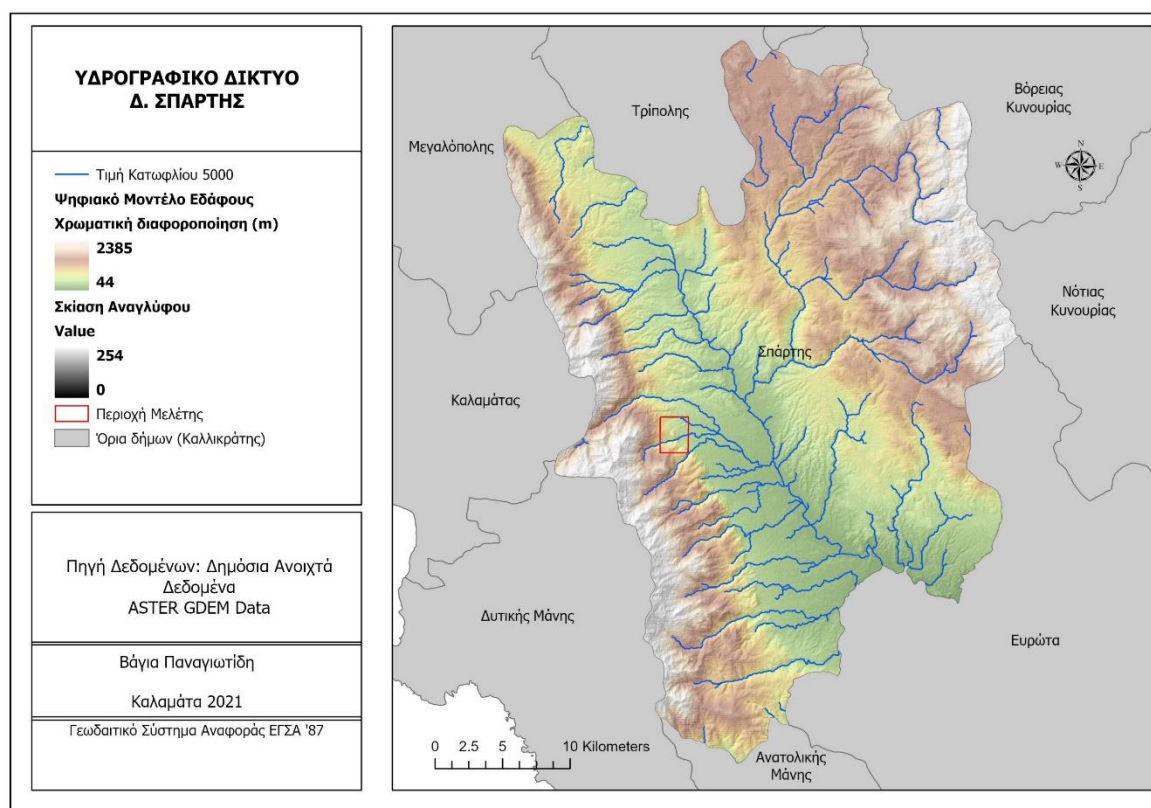
Ο Δήμος Λαμιέων χωροθετείται στην κοιλάδα του Σπερχειού. Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής είναι πλούσιο με ρέματα και παραποτάμους σε όλη την έκτασή του (Εικόνα 4.23). Το σύστημα του Σπερχειού ποταμού, από τα πιο σημαντικά της Ελλάδας, πηγάζει από τον Τυμφρηστό σε υψόμετρο 2327m και έχει συνολικό μήκος 85 km. Η λεκάνη του Σπερχειού έχει συνολικό μήκος περίπου 85 km και πλάτος 25 km.



Εικόνα 4.23 Υδρογραφικό δίκτυο Δήμου Λαμιέων με τιμή κατωφλίου 5000

Στην περιοχή μελέτης του Δήμου Σπάρτης κυριαρχεί η λεκάνη απορροής του ποταμού Ευρώτα η οποία βρίσκεται στο νοτιοανατολικό άκρο της Πελοποννήσου, το μεγαλύτερο μέρος της οποίας χωροθετείται στον νομό Λακωνίας. Έχει συνολική έκταση 1739 km² με κύριο υδατόρευμα μήκους 90 km. Ο ποταμός Ευρώτας πηγάζει από την νοτιοανατολική περιοχή του οροπεδίου της Μεγαλόπολης του νομού Αρκαδίας και καθώς διασχίζει τους νομούς Αρκαδίας και Λακωνίας από βορρά προς νότο, δέχεται νερά από πολλούς μικρούς παραπόταμους και χείμαρρους, κυρίως εφήμερου και διακοπτόμενου χαρακτήρα (Εικόνα 4.24) (Μαρίνου, 2015). Η Σπάρτη χτισμένη στις όχθες του Ευρώτα απέχει έξι χιλιόμετρα από τον αρχαιολογικό χώρο του Μυστρά.

Ο Μυστράς στρατηγικά κτισμένη στον λόφο Μυζηθρά διατηρεί την ασφάλεια του οχυρού του απόκρημνου λόφου επιτρέποντας την θέαση της λεκάνης του Ευρώτα.



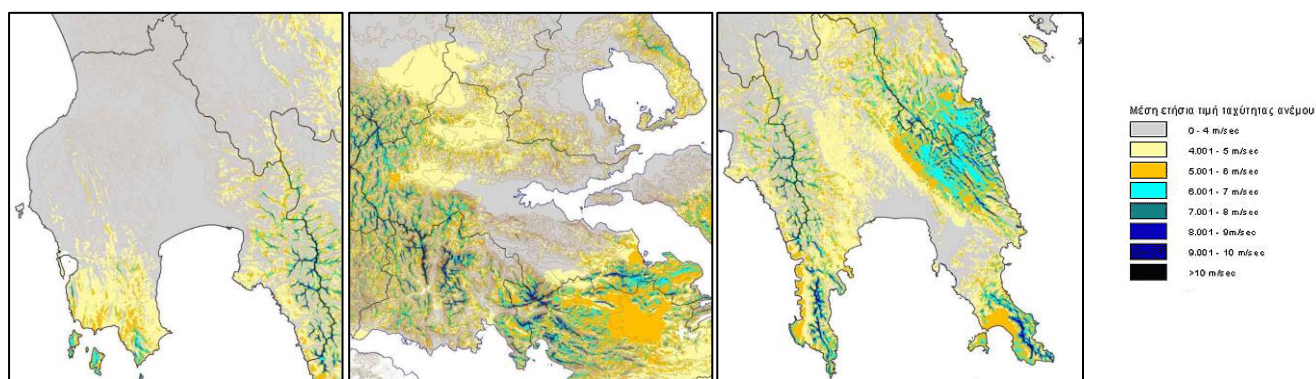
Εικόνα 4.24 Υδρογραφικό δίκτυο Δήμου Σπάρτης με τιμή κατωφλίου 5000

4.1.6 Το Αιολικό Δυναμικό

Ο άνεμος είναι αποτέλεσμα της διαφοράς θερμοκρασίας του αέρος, γεγονός που μπορεί να δημιουργήσει υπό ορισμένες συνθήκες διαφορές βαρομετρικής πίεσης μεταξύ δύο παρακείμενων τόπων. Οι διαφοροποιήσεις στην ατμοσφαιρική πίεση, οφείλονται δηλαδή στη διαφορετική θέρμανση της επιφάνειας της γης και της θάλασσας από τον ήλιο. Ο άνεμος αποτελεί μεταβλητό μέγεθος που επηρεάζεται από το χρόνο, το ύψος από το έδαφος, το ανάγλυφο κλπ. Ο μεταβλητός του χαρακτήρας το καθιστά μέγεθος που απαιτεί αναλυτικές μετρήσεις για την εκτίμηση του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής. Το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας – ΚΑΠΕ έχει υλοποιήσει ένα ευρύ πρόγραμμα μετρήσεων και εφαρμογής μαθηματικών μοντέλων για την παραγωγή του αιολικού δυναμικού της χώρας σε κάναβο 150 X 150 μέτρα. Ο χάρτης εκφράζει το αιολικό δυναμικό με βάση τη μέση ετήσια ταχύτητα του αέρα σε μέτρα το δευτερόλεπτο, σε υπολογισμένο ύψος 40 μέτρων (geodata.gov.gr,

2021). Οι παρατηρήσεις σχετικές με το αιολικό δυναμικό στις τρεις περιοχές μελέτης προκύπτουν από τα δεδομένα του ΚΑΠΕ όπως έχουν αναρτηθεί στην ιστοσελίδα του geodata.gov.gr (Εικόνα 4.25).

Η περιοχή της Αρχαίας Θουρίας χαρακτηρίζεται από ανέμους πολύ ήπιους στα 4-5 μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m/sec). Αντίστοιχα η Ακρολαμία εμφανίζει πολύ ήπιους ανέμους από 4 έως 5 μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m/sec). Ενώ ο λόφος του Μυστρά χαρακτηρίζεται από πιο έντονους ανέμους που κατά τόπους φτάνουν και τα 8 μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m/sec).



Εικόνα 4.25 Χάρτες αιολικού δυναμικού από αριστερά Μεσσηνίας, Φθιώτιδας και Λακωνίας (ΚΑΠΕ, opendata.gov.gr)

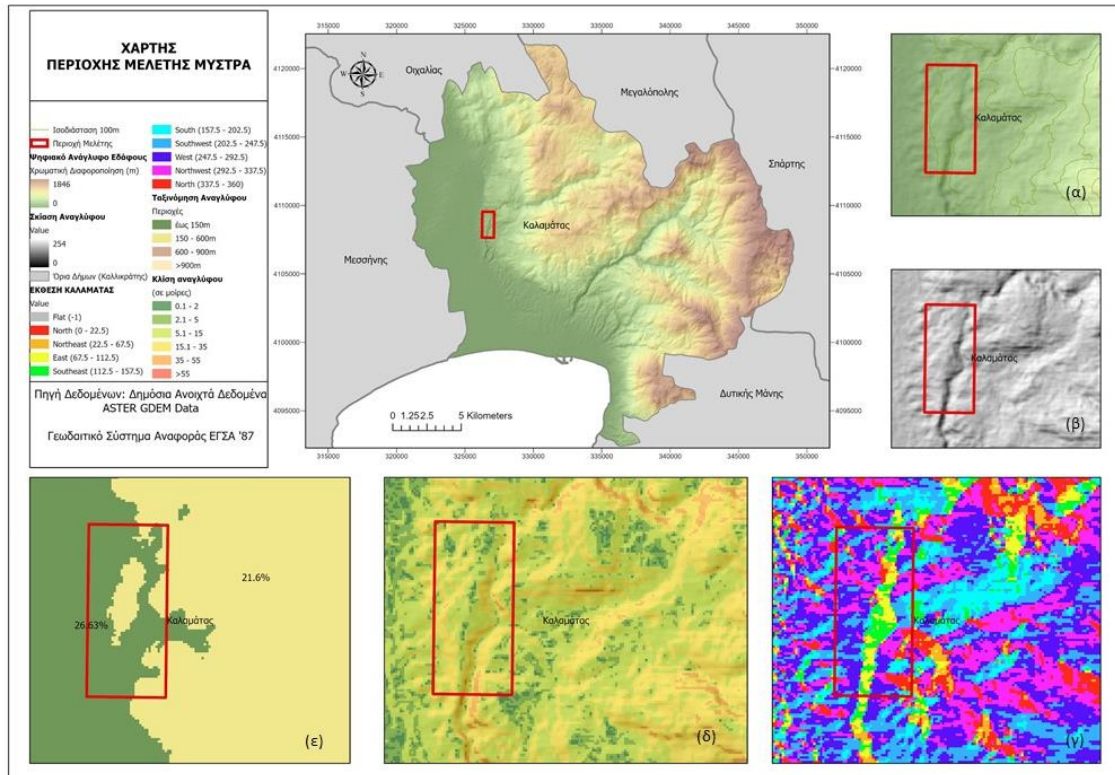
Η περαιτέρω μελέτη των παραμέτρων του τοπίου σε συνδυασμό με τα γεωμορφολογικά στοιχεία των περιοχών μελέτης παρατίθεται στη συνέχεια.

4.2 Αρχαία Θουρία

Η Αρχαία Θουρία βρίσκεται 11 χιλιόμετρα βορειοδυτικά της πόλης της Καλαμάτας απλωμένη σε επιμήκη κορυφογραμμή με επιμέρους κορυφές στις οποίες πάνω δημιουργούνται επίπεδες επιφάνειες. Τα υψόμετρα ποικίλουν και φτάνουν μέγιστο ύψος τα 200 μέτρα για περίπου δύο χιλιόμετρα από βορρά προς νότο. (Εικόνα 4.26).

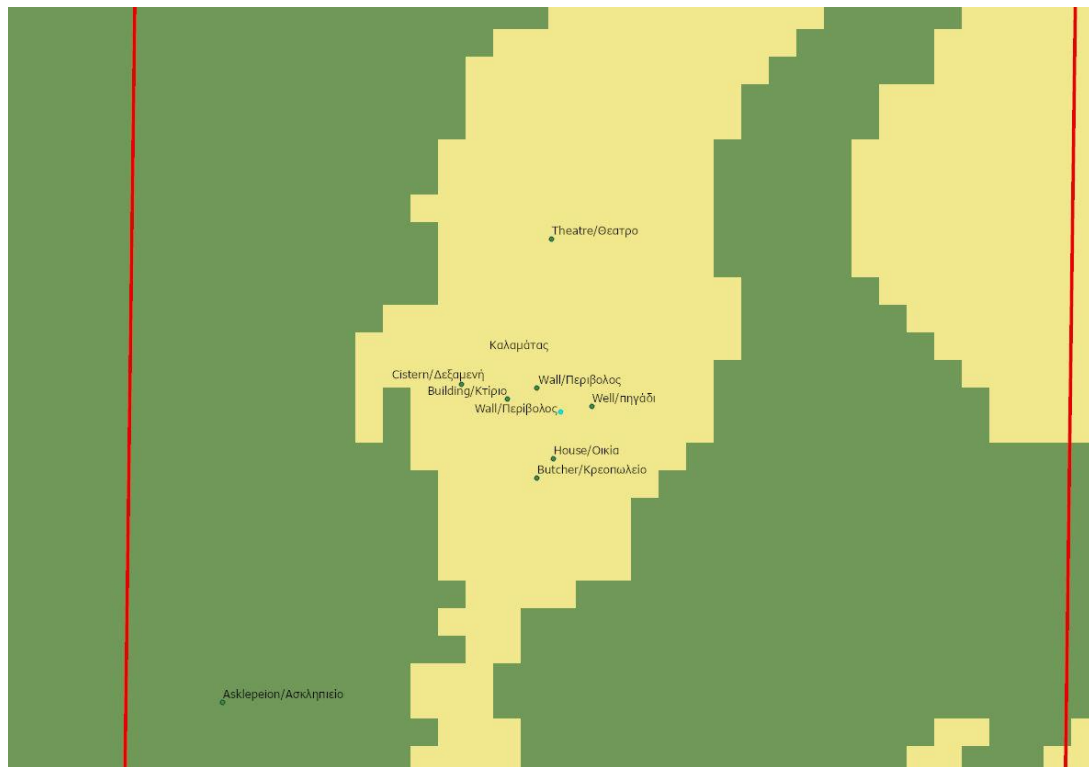
Προς τα ανατολικά παρατηρούνται έντονες μορφολογικές κλίσεις στην απότομη κοιλάδα του Τζιρορέματος. Ο γεωλογικός σχηματισμός στην περιοχή αποτελείται από στρώματα ψαμμίτη στο πάνω μέρος του λόφου και αργιλοασβεστικά εδάφη στα νοτιοδυτικά (Λαδάς κ. ά., 2014). Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει τον οριοθετημένο χώρο της αρχαιολογικής ανασκαφής της Αρχαίας Θουρίας που δυτικά και ανατολικά περιβάλλεται από ρηξιγενείς ζώνες εντός ενεργής τεκτονικά περιοχής που σε

συνδυασμό με τις έντονες μορφολογικές κλίσεις άνω του 70% (Εικόνα 4.26δ) δημιουργούν φαινόμενα αποκολλήσεων και καταπτώσεων ογκόλιθων κροκαλοπαγών, όπως σημειώνεται στη μελέτη της στρωματογραφίας στο Ασκληπιείο.



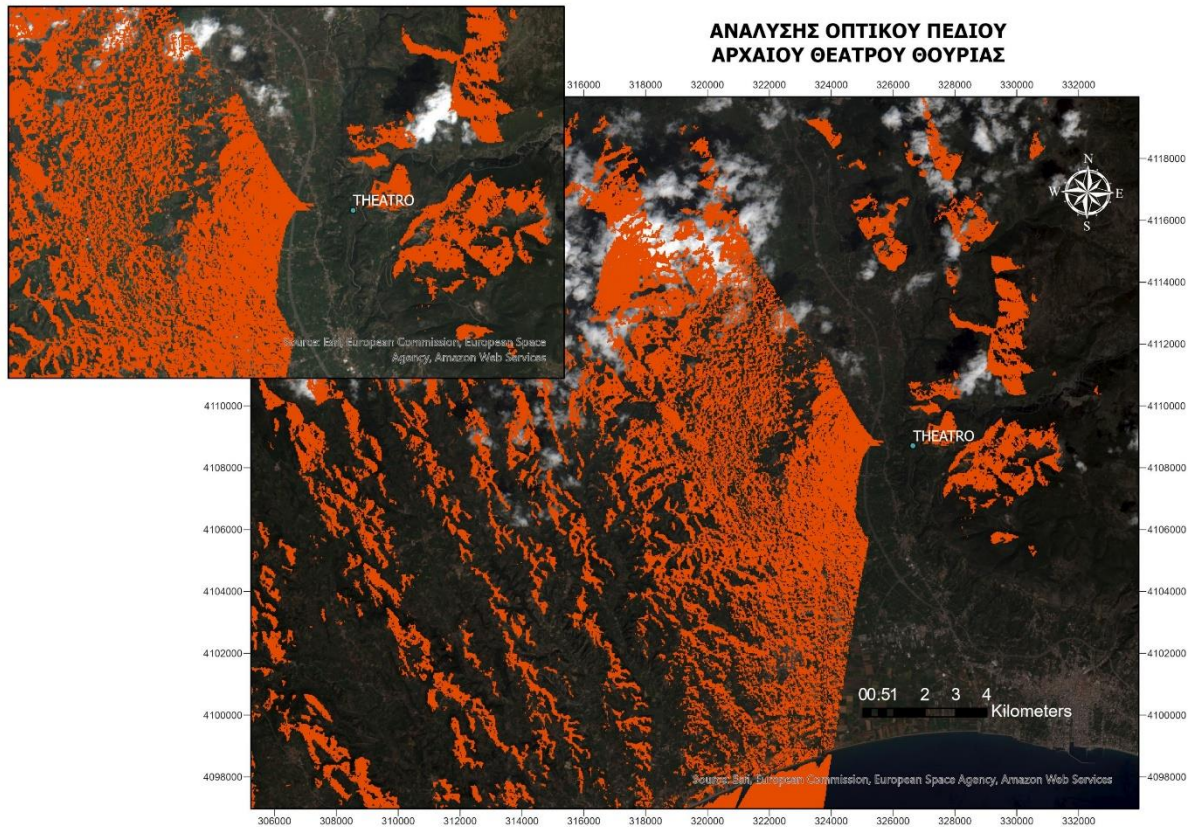
Εικόνα 4.26 Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρου (DEM) δημοτικού Δήμου Καλαμάτας, (α) ΨΜΕ Αρχαίας Θουρίας, (β) Σκίαση αναγλύφου Αρχαίας Θουρίας, (γ) Έκθεση Αρχαίας Θουρίας, (δ) Ταξινόμηση κλίσεων Αρχαίας Θουρίας και (ε) Ταξινόμηση αναγλύφου Αρχαίας Θουρίας (ASTER GDEM data)

Ειδικά για την περιοχή της Αρχαίας Θουρίας υλοποιήθηκε πρωτογενής μελέτη των χαρακτηριστικών της περιοχής ανάπτυξης της πόλης της Αρχαίας Θουρίας περιλαμβάνοντας τα περιβαλλοντικά, γεωγραφικά και τοπογραφικά χαρακτηριστικά σε τρία σημεία στην πόλη, το Ασκληπιείο [A], την Αρχαία Δεξαμενή νερού [B] και το Αρχαίο Θέατρο [C]. Χρησιμοποιώντας γεωδαϊκό δέκτη GNSS (TopCon GR-5) καταγράφηκαν οι συντεταγμένες σημείων της Αρχαίας Θουρίας, μεταξύ των οποίων τμήματα οχρωματικών τειχών, ερείπια κτιρίων της Αγοράς, δομές του Αρχαίου Θεάτρου, πιθανές οικίες κλπ. υπό την καθοδήγηση της Δρ. Αραπογιάννη (Εικόνα 4.27).



Εικόνα 4.27 Σημεία ενδιαφέροντος Αρχαία Θουρία

Η ανάλυση οπτικού πεδίου από το ύψωμα του λόφου, στη θέση του αρχαίου θεάτρου έδειξε πως η θέση είναι περίοπτη και βλέπει προς τα δυτικά την κοιλάδα του Παμίσου φτάνοντας σε ορατότητα και την Αρχαία Μεσσήνη βορειοδυτικά της Αρχαίας Θουρίας (Εικόνα 4.28).



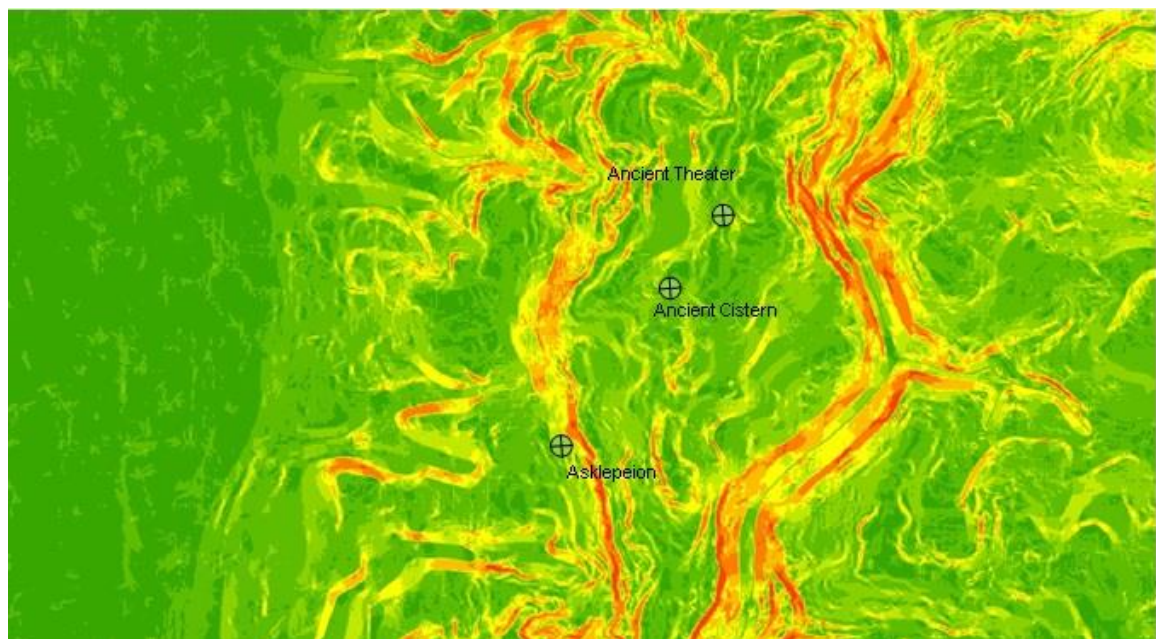
Εικόνα 4.28 Ανάλυση οπτικού πεδίου, αρχαίο θέατρο Αρχαίας Θουρίας

Τα τρία σημεία της Αρχαίας Θουρίας επιλέχθηκαν αφού αποτελούν τοποθεσίες που έχουν μελετηθεί και εξεταστεί πιο πρόσφατα από την ομάδα εργασίας της ανασκαφής του αρχαιολογικού χώρου (Αραπογιάννη, 2012; Αραπογιάννη, 2017). Το Αρχαίο Θέατρο, η Δεξαμενή και το Ασκληπιείο βρίσκονται εντός της περιοχής ανασκαφής της Αρχαίας Θουρίας, σε αντίθεση με άλλα οικιστικά κατάλοιπα που σε πολλές περιπτώσεις εντοπίζονται σε ιδιωτικές ιδιοκτησίες. Η χωροθέτηση των επιλεγμένων σημείων νότια, νοτιοδυτικά και βόρεια στην ευρύτερη περιοχή της αρχαίας πόλης παρέχουν καλές ενδείξεις για τη γεωγραφία και την τοπογραφία της αρχαίας πόλης συνολικά.

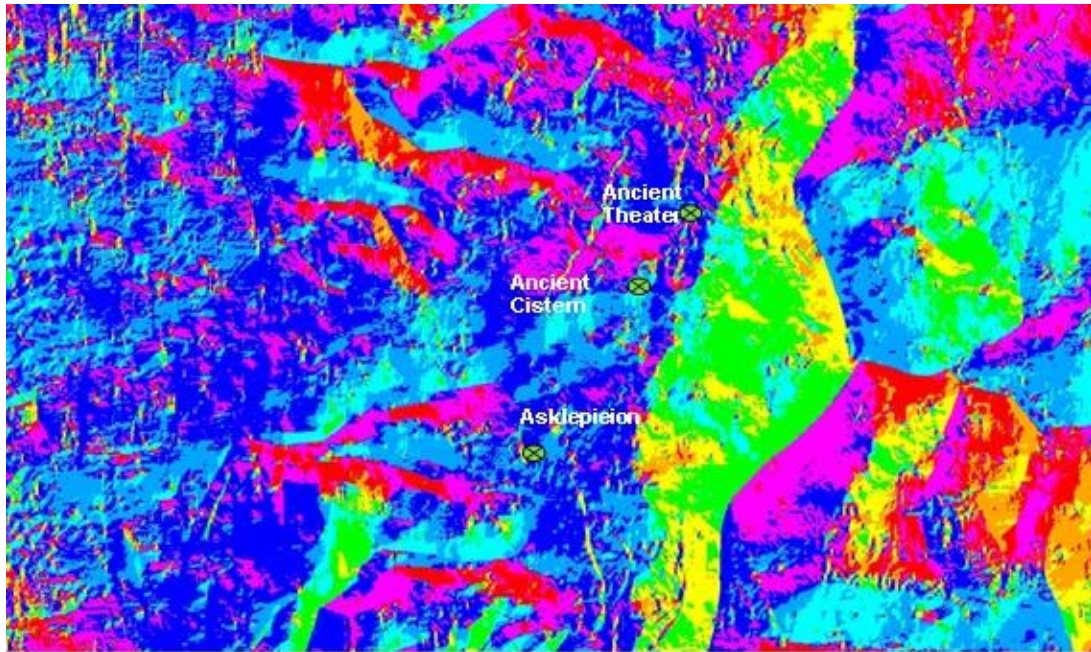
Το Ασκληπιείο βρίσκεται νότια και εξωτερικά των τειχών της Αρχαίας Θουρίας. Ανακαλύφθηκε το 2009 κατά τη διάρκεια των συνεχιζόμενων συστηματικών ανασκαφών στην περιοχή. Η τοποθεσία του Ασκληπιείου στη δυτική πλαγιά της πόλης έχει καθαρή θέα στον Μεσσηνιακό Κόλπο προς τα νοτιοδυτικά και την κορυφή της Ιθώμης βορειοδυτικά. Η αρχαία δεξαμενή που βρίσκεται βόρεια του Ασκληπιείου στο νοτιοδυτικό τμήμα της πόλης έχει σημαντικό μέγεθος, 26 x 15 m και βάθος 3 - 3,5 m, μαρτυρώντας τις αυξημένες ανάγκες ενός σημαντικού πληθυσμού (Roebuck, 1945). Η

δεξαμενή είναι σκαλισμένη στο φυσικό υπόστρωμα με ισχυρούς ενισχυμένους τοίχους και χωρίζεται σε τρία διαμερίσματα με παρόμοιο οπλισμό (Αραπογιάννη, 2017). Το Αρχαίο Θέατρο με τη σειρά του βρίσκεται βόρεια της αρχαίας δεξαμενής στο υψηλότερο σημείο στη δυτική πλευρά του λόφου. Το Θέατρο έχει προσανατολισμό προς τη δύση προσφέροντας στους θεατές του μια υπέροχη θέα στην κοιλάδα του Παμίσου και του Μεσσηνιακού Κόλπου. Τα ανασκαμμένα τμήματα του Αρχαίου Θεάτρου περιλαμβάνουν το κοίλον, την ορχήστρα, σειρές καθισμάτων, αναλημματικούς τοίχους, πέτρινα στηρίγματα και τον διάδρομο μπροστά από την Ορχήστρα (Ανασκαφή Αρχαίας Θουρίας, 2020).

Το Ασκληπιείο βρίσκεται στο χαμηλότερο σημείο νοτιοδυτικά της πόλης στα 99 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Η πλαγιά στην οποία έχει κτιστεί το Ασκληπιείο είναι απότομη στις 21,6 μοίρες με νότιο προσανατολισμό στις 247° νότια. Αυτή η απότομη κλίση αντιμετωπίστηκε με αναλημματικούς τοίχους που ενίσχυσαν το τεχνητό πλάτωμα της κατασκευής. Η Αρχαία Δεξαμενή βρίσκεται 355 μέτρα βορειοδυτικά του Ασκληπιείου. Η δεξαμενή έχει κατασκευαστεί σε μια πλαγιά με νότιο προσανατολισμό και κλίση 3,8 μοίρες σε υψηλότερο υψόμετρο από το Ασκληπιείο στα 170 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας και σε ένα φυσικό επίπεδο πλάτωμα (Αραπογιάννη, 2017). Τέλος, 168 μέτρα βορειοδυτικά της αρχαίας δεξαμενής και 521 μέτρα από το Ασκληπιείο, βρίσκεται το Αρχαίο Θέατρο στο υψηλότερο σημείο μεταξύ των τριών θέσεων στα 183 μέτρα (Εικόνα 4.29 και Εικόνα 4.30) (Αραπογιάννη, 2017).



Εικόνα 4.29 Κλίση Εδάφους



Εικόνα 4.30 Ανάλυση προσανατολισμού

Η έκθεση της περιοχής στους ανέμους είναι παρόμοια και στα τρία σημεία ενδιαφέροντος και χαρακτηρίζεται ως πολύ ήπια στα 4-5 μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m/sec). Η προσβασιμότητα της περιοχής σε υδάτινους πόρους είναι ιδιαίτερα σημαντική (Εικόνα 4.31). Ο κύριος υδάτινος όγκος διαθέσιμος στην πόλη είναι ο ποταμός Ξερίλας, ο οποίος ρέει ανατολικά της κορυφογραμμής, σε απόσταση μικρότερη των 300 μέτρων, ενώ έχουν βρεθεί πηγάδια σε όλη την περιοχή της ανασκαφής σύμφωνα με τη δρ. Αραπογιάννη. Το Αρχαίο Θέατρο βρίσκεται πιο κοντά στο νερό στα 182 μέτρα ανατολικά. Στην περίπτωση της Αρχαίας Θουρίας, η πόλη χτίστηκε και άκμασε κοντά σε πλούσιες πηγές καθαρού νερού, τα ποτάμια Πάμισος και Άρι στα δυτικά, καθώς και τον Ξερίλα πιο κοντά στα ανατολικά. Η πόλη βρίσκεται σε ευνοϊκή απόσταση από την εύφορη κοιλάδα του ποταμού Παμίσου στα νοτιοδυτικά, μία από τις σημαντικότερες γεωργικές περιοχές της Πελοποννήσου.



Εικόνα 4.31 Ροή ποταμού Ξερίλα

Ένας ακόμη παράγοντας, σημαντικός στη μελέτη του χώρου, είναι η ανάλυση της προσπάθειας που καταβάλει ένας κάτοικος της περιοχή ενός οικισμού για τη μετακίνησή του σε συγκεκριμένο τοπίο. Η απόσταση αναφοράς μετράται σε σχέση με την πρόσβαση στους φυσικούς πόρους. Ο υπολογισμός των αποστάσεων και του χρόνου μετακίνησης σε τέτοιες αποστάσεις ποικίλλει ανάλογα με το έδαφος, την τοπογραφία, το φορτίο κ.λπ. (Murrieta-Flores, 2010). Για παράδειγμα, στην περίπτωση των γεωργικών κοινοτήτων (Roebuck, 1945), οι ζώνες αναπαραγωγής μπορούν να υποστηριχθούν έως και δύο ώρες μακριά από τον κύριο οικισμό (Malaperdas & Zacharias, 2018).

Μία μέθοδος υπολογισμού της απόστασης σε οικισμούς αποτελεί το μοντέλο κινητικότητας που βασίζεται στον αλγόριθμο Tobler και αναφέρεται γενικά ως «συνάρτηση βάρδισης Tobler» (Tobler's hiking function). Το μοντέλο είναι ένας ανισότροπος αλγόριθμος που υπολογίζει την ταχύτητα σε σχέση με την κλίση (Tobler, 1993). Η συνάρτηση που εφαρμόζεται στη μελέτη περίπτωσης υπολογίζει την ταχύτητα σε σχέση με την κλίση της επιφάνειας σε μοίρες ως:

$$W = 6e^{-3.5|s+0.05|}$$

όπου:

W –ταχύτητα βάρδισης σε km / h,

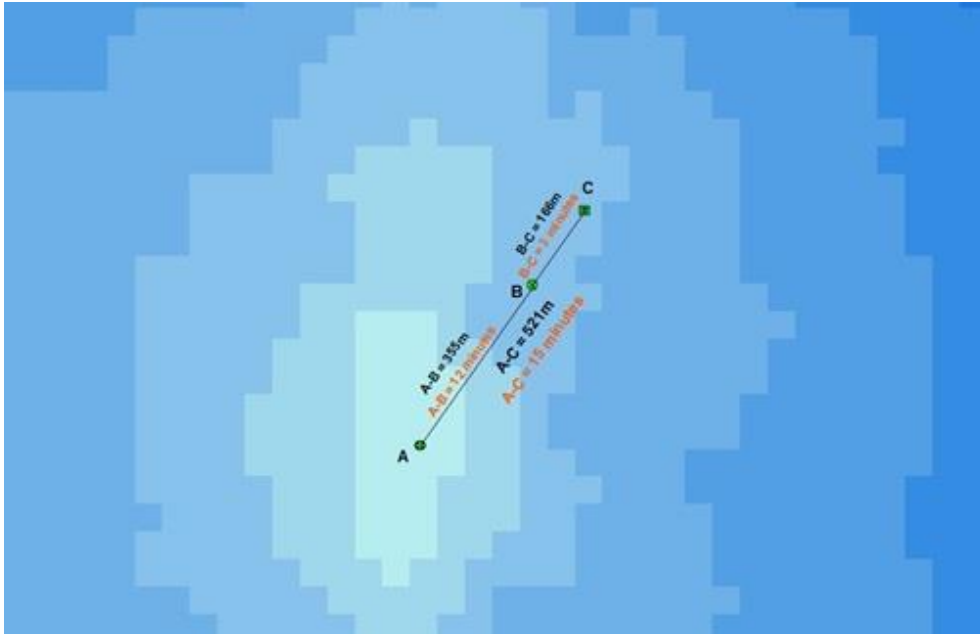
s - κλίση της επιφάνειας σε μοίρες

e -βάση του φυσικού λογαρίθμου (περίπου 2.718).

Κατά την εφαρμογή του αλγορίθμου Tobler, η ταχύτητα αλλάζει ανάλογα με τη διακύμανση των τιμών της κλίσης του εδάφους. Καθώς η κλίση πλησιάζει το μηδέν, η ταχύτητα βάρδισης αυξάνεται σημαντικά με μέγιστη ταχύτητα μόλις κάτω από 6km / h, η οποία επιτυγχάνεται όταν ο «ταξιδιώτης» βαδίζει σε μια ελαφριά κατηφορική κλίση, όπως έχει αποδοθεί σε ποικίλες αναλύσεις κινητικότητας στην αρχαιολογία (Van Leusen, 2002; Yasuhisa & Yoichi, 2010; White, 2015). Ο αλγόριθμος εφαρμόστηκε στη μεθοδολογία για τον υπολογισμό του χρόνου που απαιτείται για την κάλυψη μιας συγκεκριμένης απόστασης σε ανώμαλο έδαφος, όπως στην περιοχή μελέτης, λαμβάνοντας υπόψη ότι ο συγκεκριμένος αλγόριθμος έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς και σε άλλες αρχαιολογικές μελέτες (Malaperdas, 2019).

Η συνάρτηση του Tobler εφαρμόστηκε χρησιμοποιώντας τις κλίσεις του εδάφους όπως εξάγονται από το ψηφιακό μοντέλο υψόμετρου (DEM) της περιοχής με μέγεθος κελιού τα 30m για τον υπολογισμό του χρόνου που απαιτείται για να καλύψει πεζός τις αποστάσεις μεταξύ των τριών υπό εξέταση σημείων.

Ο χρόνος μετακίνησης από το Ασκληπιείο στο χαμηλότερο σημείο της απότομης πλαγιάς προς την Αρχαία Δεξαμενή, 355 μέτρα, υπολογίζεται 12 λεπτά, από τη Δεξαμενή έως το Αρχαίο Θέατρο, απόσταση 166 μέτρων, τρία λεπτά. Η μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ των τριών σημείων είναι εκείνη από το Ασκληπιείο μέχρι το Αρχαίο Θέατρο, απόσταση 521 μέτρων. Για τη συγκεκριμένη απόσταση και με την κλίση του τοπίου, ο χρόνος μετακίνησης υπολογίζεται στα 15 λεπτά. (Εικόνα 4.32).



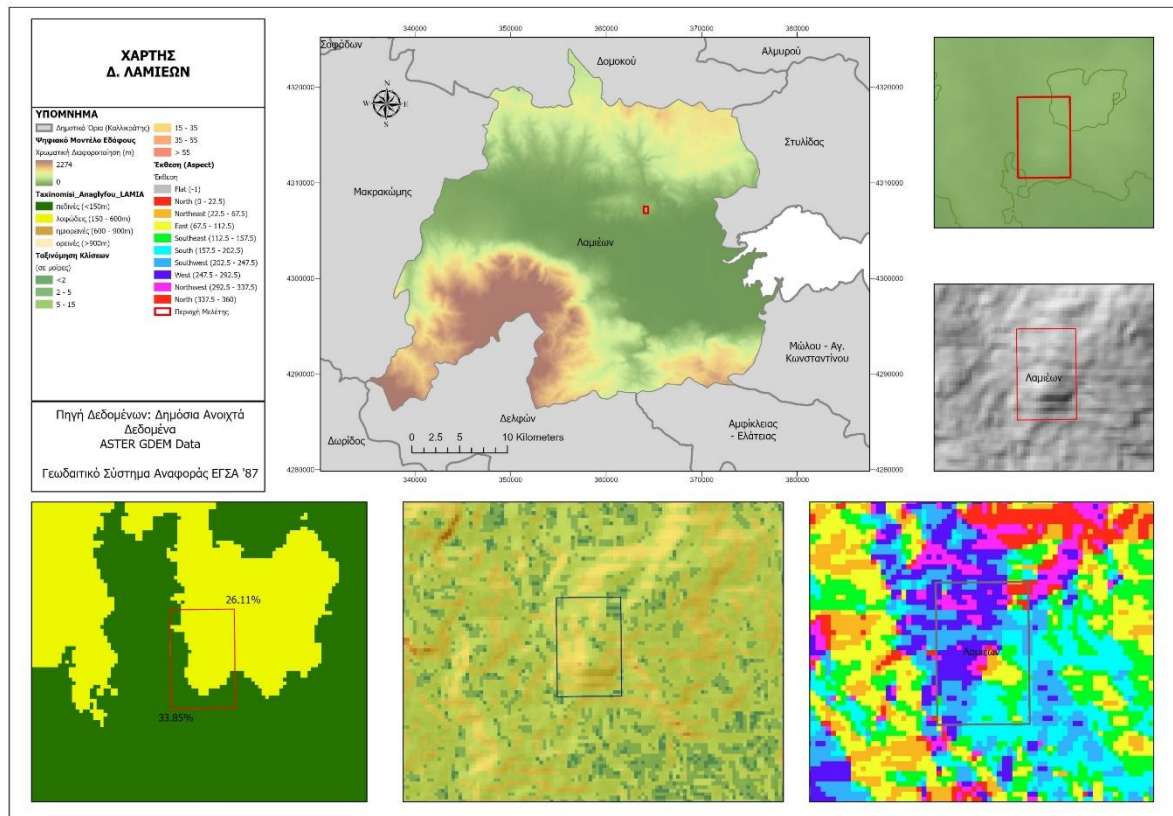
Εικόνα 4.32 Χρόνος και αποστάσεις μετακίνησης μεταξύ των θέσεων A, B & C

Η κοντινή απόσταση μεταξύ της Δεξαμενής και του Αρχαίου Θεάτρου μαρτυρά τη σημασία της παροχής νερού στην περιοχή της Ακρόπολης. Από την άλλη πλευρά, το Αρχαίο Θέατρο κατασκευασμένο στην περιοχή της ακρόπολης της πόλης, το επίκεντρο της πολιτικής και πολιτιστικής δραστηριότητας, απαιτούσε τη μετακίνηση σε μία καθόλου αμελητέα απόσταση από το Ασκληπιείο εξωτερικά των τειχών της πόλης (Riethmüller, 2005). Η κατασκευή του ναού πάνω από ισχυρούς τοίχους αντιστήριξης, υποδηλώνει ότι η τοποθέτηση του ναού ήταν σκόπιμη στις παρυφές της πόλης όπως συνηθιζόταν για Ασκληπιεία που κατασκευάζονται εξωτερικά των πόλεων, και δεν αποτελούσε την ευκαιριακή εκμετάλλευση διαθέσιμου χώρου (Αραπογιάννη, 2017).

4.3 Ακρολαμία

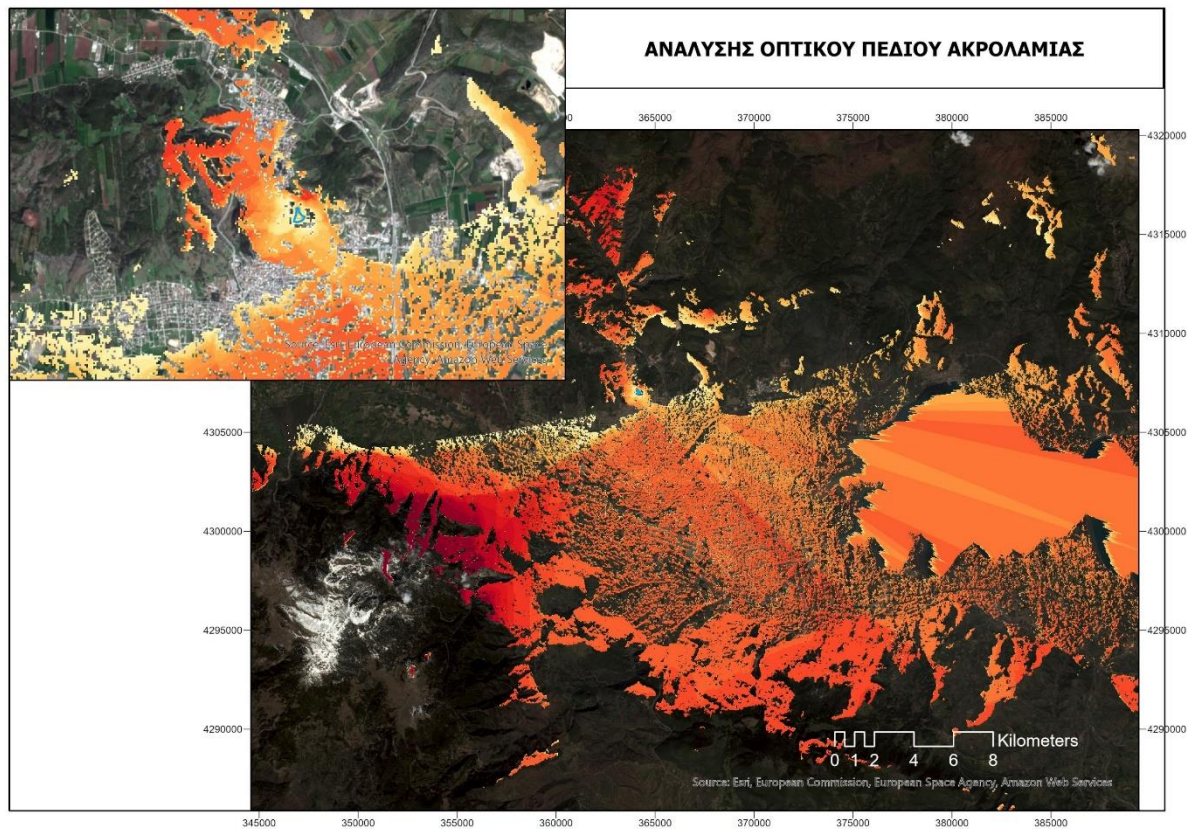
Το κάστρο της Λαμίας, η Ακρολαμία, βρίσκεται στην κορυφή λόφου στο κέντρο της πόλης, στο ψηλότερο σημείο, στα 210m. Ο βραχώδης λόφος αποτέλεσε θέση στρατηγική για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της κοιλάδας του Σπερχειού με θέα την κοιλάδα και τις κορυφές των όρεων Καλλιδρόμου, Παρνασσού και Γκιώνας. Η Ακρόπολη εκτείνεται στην κορυφή του λόφου 16 στρεμμάτων με κλίση B-N. Οι κλίσεις του λόφου είναι απότομες και σε σημεία πολύ απότομες (>45°) (Εικόνα 4.33) (Συλλαίος κ.ά., 2007). Το κάστρο της Λαμίας αποτελείται από πολυγωνικό περίβολο που εσωτερικά διαιρείται σε τρία μέρη. Από τα διατηρούμενα τμήματα του περιβόλου της Ακρολαμίας το κάστρο χρονολογείται στον 6^ο αιώνα π.Χ. Δέχτηκε επιρροές από

τους διαφορετικούς κατακτητές, Βυζαντινούς, Φράγκους, Καταλανούς, Οθωμανούς Τούρκους. Κηρύσσεται ιστορικό διατηρητέο μνημείο το 1922 με Βασιλικό διάταγμα και χρησιμοποιείται ως Κέντρο νεοσύλλεκτων ως το 1941 (Παπακωνσταντίνου, 1994). Κατά την ανασκαφή του καθηγητή Χουρμουζιάδη (Χουρμουζιάδης, 1979) στον χώρο εξωτερικά του φρουρίου προέκυψαν ευρήματα που υποδεικνύουν την άποψη πως ίσως υπήρξε χρήση του χώρου ως οχυρό ακόμη και από τη Μυκηναϊκή εποχή.



Εικόνα 4.33 Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρου (DEM) δημοτικού Δήμου Λαμιέων, (α) ΨΜΕ Ακρολαμίας, (β) Σκίαση αναγλύφου Ακρολαμίας, (γ) Έκθεση Ακρολαμίας, (δ) Ταξινόμηση κλίσεων Ακρολαμίας και (ε) Ταξινόμηση αναγλύφου Ακρολαμίας (ASTER GDEM data)

Η ανάλυση του οπτικού πεδίου της Ακρόπολης παρουσιάζει την οπτική διασύνδεση του βράχου με την ευρύτερη περιοχή. Από τον χώρο της Ακρολαμίας ο παρατηρητής έχει οπτικό πεδίο που εκτείνεται γύρω του για πολλά χιλιόμετρα νότια και ανατολικά. Ειδικά προς το νότο η ορατότητα είναι καθαρή, εφόσον το επιτρέπουν οι κλιματολογικές συνθήκες, μέχρι τα σύνορα του Δήμου Λαμιέων (Εικόνα 4.34). Προς τα ανατολικά το οπτικό πεδίο εκτείνεται μέχρι τον Μαλιακό Κόλπο με θέα έως την Αιδηψό.



Εικόνα 4.34 Ανάλυση οπτικού πεδίου Ακρολαμίας

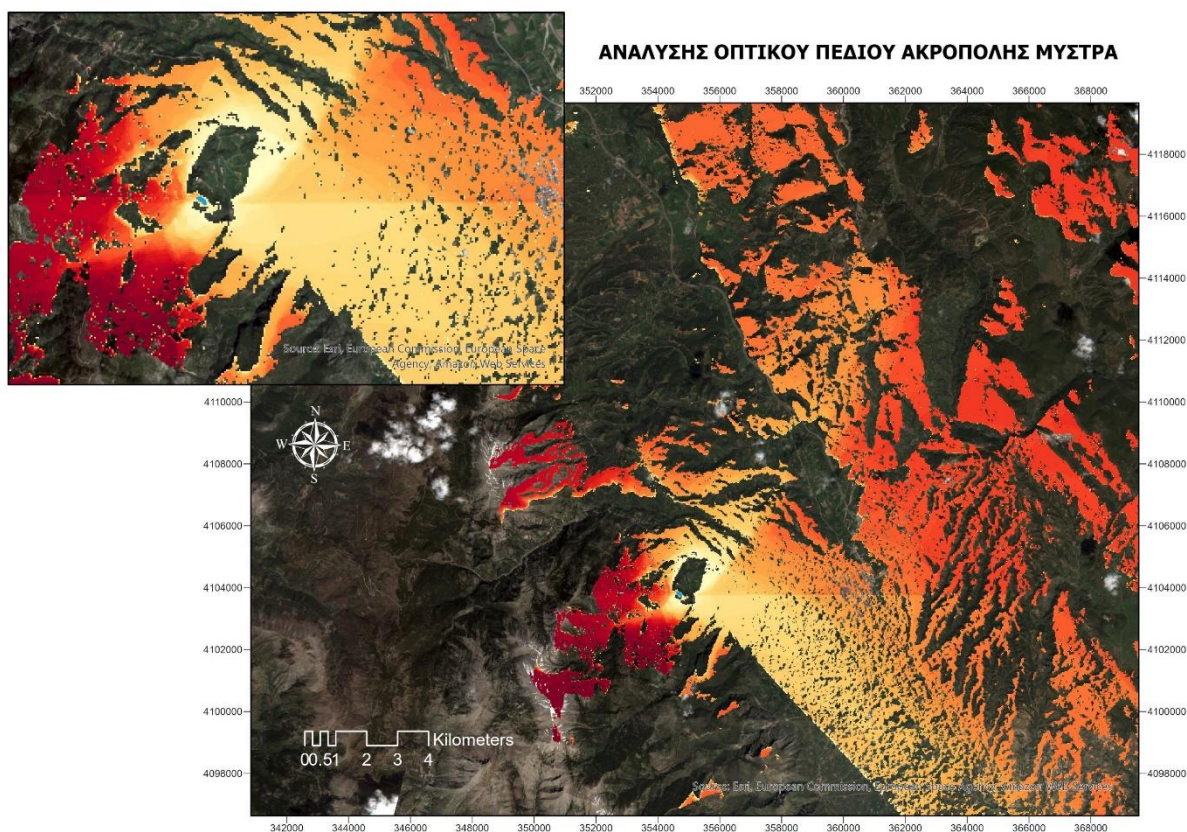
Η πόλη της Λαμίας κτισμένη στα βορειοδυτικά της λεκάνης του Σπερχειού απέχει μόλις 2 km από την κοίτη του. Όπως αναφέρεται και παραπάνω ο Σπερχειός έχει μήκος 85 km, πηγάζει από τον Τυμφρηστό, τα Βαρδούσια, την Οίτη και το Καλλίδρομο και εκβάλλει στο Μαλιακό κόλπο, όπου και σχηματίζει και το δέλτα του. Η λεκάνη χωρίζεται σε δύο τμήματα, το βόρειο και το νότιο. Μεγαλύτερα υψόμετρα εμφανίζονται στο νότιο τμήμα του ενώ σε υψόμετρα κάτω των 100 m το εμβαδό της λεκάνης είναι αρκετά μεγάλο, γεγονός που οφείλεται στην επιμήκυνση της κεντρικής κοίτης του Σπερχειού και στην εξάπλωση των δελταϊκών αποθέσεων (Ψωμιάδης, 2010). Αυτή η διαφοροποίηση των δύο τμημάτων, βόρειου και νότιου, οφείλεται στο γεγονός ότι η κεντρική κοίτη του Σπερχειού αποτελεί ένα τεκτονικό βύθισμα, όπου το βόρειο τμήμα βυθίζεται ενώ το νότιο ανυψώνεται (Κουτσογιάννης κ. ά., 2003).

Το γεωλογικό υπόβαθρο στο κεντρικό και ανατολικό τμήμα της λεκάνης του Σπερχειού δομείται από ασβεστόλιθους του Μεσοζωικού. Στα βόρεια της λεκάνης η διεύθυνση των ρηγμάτων είναι βορειοανατολικά – νοτιοδυτικά Αντίθετα στις αλλουβιακές αποθέσεις, στα ανθρακικά πετρώματα και στο φλύσχη η διεύθυνση των ρηγμάτων είναι κυρίως ανατολικά - δυτικά. Αξίζει να σημειωθεί πως στους οφιόλιθους και στους σχιστοκερατόλιθους η διεύθυνση των ασυνεχειών είναι βορειοανατολικά -

νοτιοδυτικά, καθώς και ανατολικά - δυτικά. Στη δομή της λεκάνης όσο και στις υδρογεωλογικές συνθήκες που επικρατούν καθοριστικό ρόλο έχει διαδραματίσει ο έντονος τεκτονισμός στην περιοχή (Ψωμιάδης, 2010).

4.4 Μυστράς

Η πόλη του Μυστρά είναι κτισμένη σε στρατηγική θέση για έλεγχο της κοιλάδας του Ευρώτα, έξι χιλιόμετρα νοτιοδυτικά της Σπάρτης. Το εμβληματικό φρούριο κατασκευάστηκε στην κορυφή του λόφου του Μυζηθρά ακολουθώντας τη φυσική μορφολογία της γης. Το φρούριο καταλαμβάνει ολόκληρη τη βραχώδη κορυφή. Η φραγκική ακρόπολη είναι το κύριο αμυντικό συγκρότημα στη συνολική οργάνωση της πόλης (Γεωργιάδης, 2002). Με φυσική οχύρωση νοτιοδυτικά από τη μορφολογία του απόκρημνου λόφου η θέση του φρουρίου επιτρέπει τη θέαση και τον έλεγχο μεγάλης έκτασης της Κοιλάδας του Ευρώτα βόρεια, ανατολικά και νότια (Εικόνα 4.35).

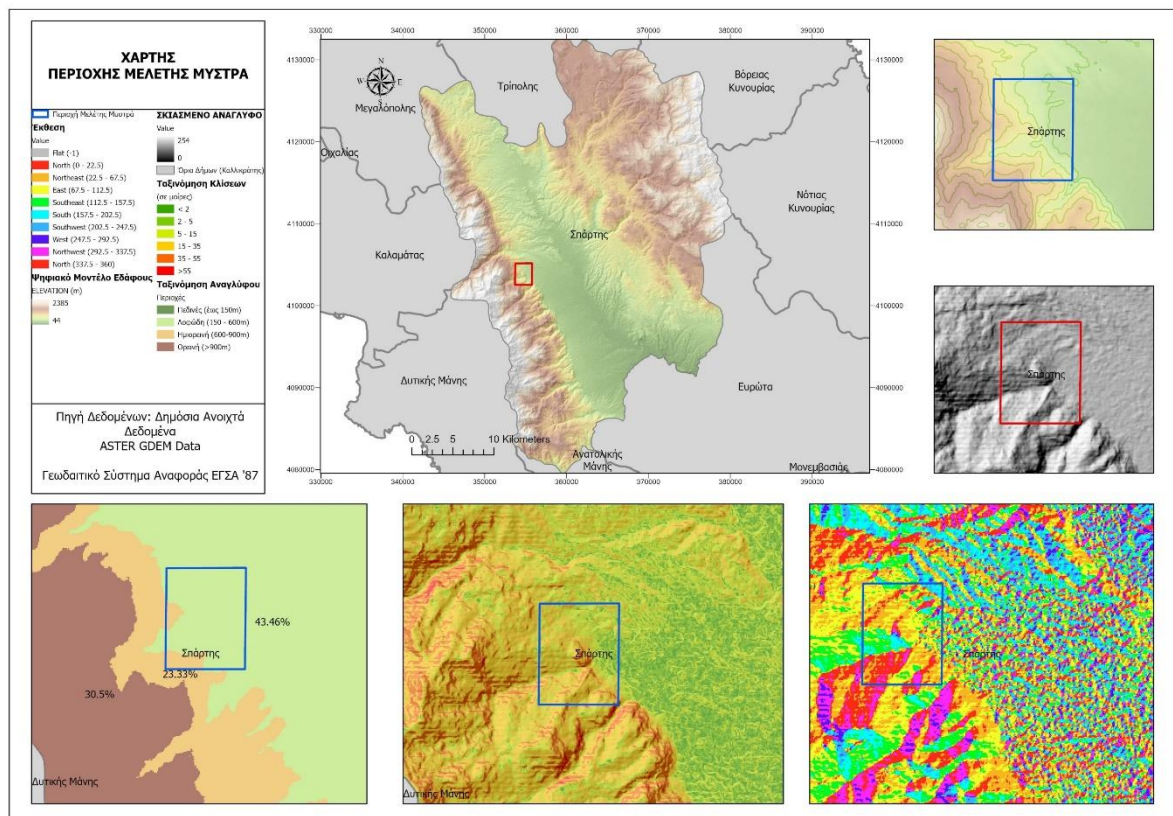


Εικόνα 4.35 Ανάλυση οπτικού πεδίου Ακρόπολης Μυστρά

Ο λόφος οριοθετείται από δύο βαθιές χαράδρες που καταλήγουν στον Ευρώτα. Η λεκάνη του ποταμού Ευρώτα έχει πληρωθεί από μεταλλικές ιζηματογενείς αποθέσεις

διαφόρων ηλικιών. Απαντώνται σε ποσοστό 49% ασβεστόλιθοι και 29% σχιστόλιθοι (Μαρίνου, 2015; Cazemier, et al., 2011).

Οι υπάρχοντες γεωλογικοί σχηματισμοί έχουν υποστεί δύο ειδών τεκτονικές παραμορφώσεις, αλπική και νεοτεκτονική. Στην πρώτη περίπτωση που πρόκειται για παλαιότερη τεκτονική παραμόρφωση συσχετιζόμενη με τον αλπικό κύκλο ορογένεσης. Στην περίπτωση της νεοτεκτονικής είχε ως αποτέλεσμα τον σχηματισμό του τεκτονικού κέρατος του Ταυγέτου και του τεκτονικού βυθίσματος στη Σπάρτη, όριο το οποίο αποτελεί μεγάλη ρηξιγενής ζώνη (Τασιγιώργου, 2014). Περισσότερες πληροφορίες για την περιοχή έχουν δημοσιευθεί στη μελέτη του τμήματος Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών το 1989, με τίτλο «Γεωλογικές, νεοτεκτονικές και γεωτεχνικές συνθήκες στον αρχαιολογικό χώρο του Μυστρά».



Εικόνα 4.36 Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρου (DEM) Δήμου Σπάρτης, (α) ΨΜΕ Μυστρά, (β) Σκίαση αναγλύφου Μυστρά, (γ) Έκθεση Μυστρά, (δ) Ταξινόμηση κλίσεων Μυστρά και (ε) Ταξινόμηση αναγλύφου Μυστρά (ASTER GDEM data)

Σε μια προσπάθεια διασύνδεσης των γεωμορφολογικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων μεταξύ τους μελετήθηκαν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, η κλίση, η έκθεση, το αιολικό δυναμικό και η διαθεσιμότητα καθαρού νερού, παράγοντες από

τους οποίους είναι δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων για την επίδραση του τοπίου στην επιλογή χωροθέτησης των οικισμών και δραστηριοτήτων στην περιοχή.

Από τη χωρική ανάλυση των στοιχείων αυτών του αρχαιολογικού τοπίου οδηγούμαστε σε συμπεράσματα για την επίδραση των παραμέτρων στην επιλογή χωροθέτησης των οικισμών. Η μεθοδολογική προσέγγιση της σχέσης του περιβάλλοντος με την ανάπτυξη οικιστικών χώρων είναι σύνθετη διαδικασία. Με τη συσχέτιση χημικών και χωρικών παραμέτρων στην ερμηνεία του τοπίου επιτυγχάνεται καλύτερη κατανόηση της χρήσης της γης και της δραστηριότητας των πληθυσμών σε μία περιοχή.

Κεφάλαιο 5 Αποτυπώσεις αρχαιολογικών χώρων

Με τον όρο «αποτύπωση» αρχαιολογικού χώρου περιγράφουμε τη διαδικασία απεικόνισης της γήινης επιφάνειας μέσω της συλλογής των μετρικών πληροφοριών που ορίζουν τη γεωμετρία της. Η εικονιζόμενη περιοχή στην τοπογραφική αποτύπωση περιλαμβάνει και τις ανθρώπινες κατασκευές, μνημεία, δομές κλπ στον χώρο μελέτης. Αντίστοιχα, η αποτύπωση ενός μνημείου περιλαμβάνει την καταγραφή και απεικόνιση των στοιχείων που ορίζουν τη γεωμετρική του μορφή στον χώρο, αποτελεί συνεπώς τη γεωμετρική του τεκμηρίωση. Η αποτύπωση συμπεριλαμβάνει και την παρουσίαση της πληροφορίας αυτής σε φιλικά προς τον τελικό λήπτη και εύκολα αναγνώσιμα, αξιόπιστα προϊόντα (χάρτες, σχέδια, κατόψεις, ψηφιακά αρχεία κλπ.) ενώ πρέπει να προβλέπεται η ασφαλής αρχειοθέτηση, διατήρηση και εύκολα δυνατή ανεύρεση της πληροφορίας.

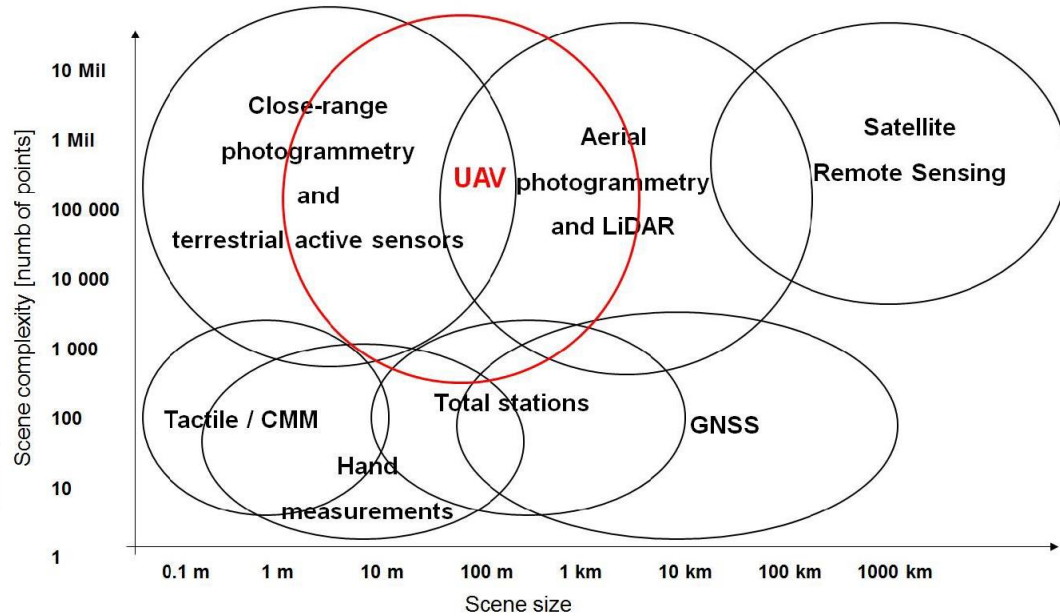
Η αποτύπωση μπορεί να αφορά σε αναγνωριστική αποτύπωση ενός χώρου ή απογραφή τεκμηρίωσης. Η επιλογή της μεθοδολογίας αποτύπωσης του αρχαιολογικού χώρου σχετίζεται άμεσα με τον στόχο της, που με τη σειρά του καθορίζει και το ανεκτό σφάλμα της μελέτης. Η προσέγγιση της αποτύπωσης επηρεάζεται επίσης από το μέγεθος της περιοχής μελέτης, της μορφολογίας και της προσβασιμότητας. Η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί κατά την αποτύπωση καθορίζεται και από παράγοντες όπως τον διαθέσιμο επιστημονικό εξοπλισμό, το απαιτούμενο ανθρώπινο δυναμικό για την αποτύπωση καθώς και τον διαθέσιμο χρόνο για την παράδοση του τελικού προϊόντος .

Οι αναγνωριστικές αποτυπώσεις, για παράδειγμα στόχο έχουν την απόκτηση της γενικής εικόνας κατανομής μνημείων, κτηριακών δομών καθώς και τη πρωτογενή τεκμηρίωση της πραγματικής κατάστασης των μνημείων εντός του χώρου μελέτης. Σε διαφορετικές περιπτώσεις η αναγνωριστική αποτύπωση μπορεί να αφορά στην αναγνώριση θέσεων μνημείων σε ορισμένο χώρο μελέτης για τη μετέπειτα ανασκαφή του. Στις μεθόδους αναγνωριστικών αποτυπώσεων συγκαταλέγονται η φωτοερμηνεία, οι γεωφυσικές διασκοπήσεις του εδάφους και οι τοπογραφικές μέθοδοι, αποτυπώσεις ή εντάξεις σημαντικών στοιχείων του χώρου σε υπάρχοντα τοπογραφικά διαγράμματα. Αντίθετα στις αποτυπώσεις τεκμηρίωσης η ακρίβεια είναι καθοριστικός παράγοντας της μελέτης του χώρου και απαιτούν πλήρη καταγραφή του χώρου με ακριβή απόδοση των θέσεων δομών στον χώρο μελέτης. Βασική προτεραιότητα της αποτύπωσης του αρχαιολογικού χώρου είναι η μελέτη και όσο το δυνατό πιο πιστή απόδοση των θέσεων

και της γεωμετρίας των δομών εντός του χώρου μελέτης. Με αντίστοιχο τρόπο η αποτύπωση ενός μνημείου αναφέρεται στη μετρική πληροφορία που καθορίζει αξιόπιστα τη μορφή του μνημείου στην τρέχουσα κατάσταση καθώς και την ακριβή θέση στον χώρο. Στη μελέτη συντήρησης και προστασίας μνημείων χρησιμοποιούνται ειδικές αποτυπώσεις υψηλής ακρίβειας που γίνονται σε κλίμακα 1:20 - 1:5. Συγκεκριμένα παρακολουθούνται οι μικρομετακινήσεις των μνημείων στην περίπτωση μελέτης συντήρησης και προστασίας ή αποσυναρμολόγησης και επανασυναρμολόγησής τους. Τέτοιες ειδικές αποτυπώσεις υψηλής ακρίβειας πραγματοποιούνται με τοπογραφικές μεθόδους, (π.χ. εκτέλεση μικροτριγωνισμού για την ανίχνευση μικρομεταβολών), ή φωτογραμμετρικές, ανάλογα με την φύση του αντικειμένου αποτύπωσης.

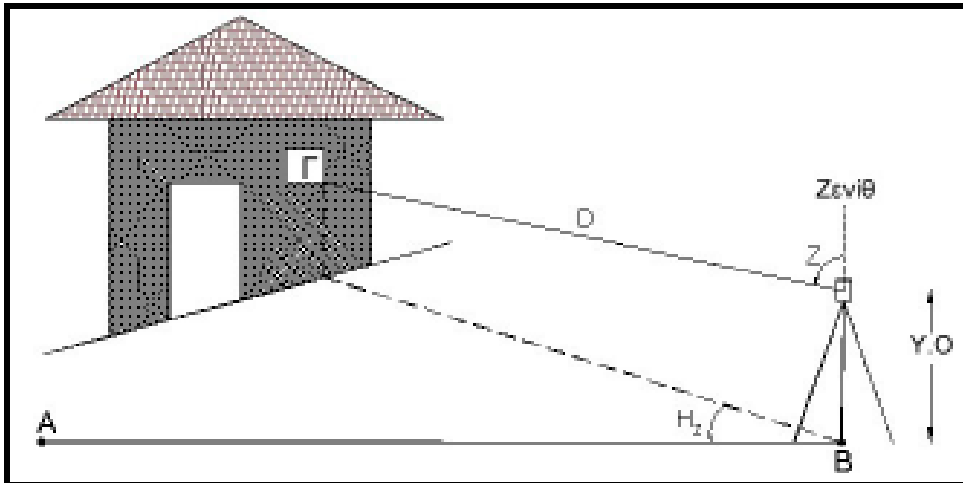
5.1 Μέθοδοι Αποτύπωσης

Η προσέγγιση του αρχαιολογικού χώρου μέσω της τοπογραφικής αποτύπωσης ποικίλει ανάλογα με τον στόχο της μελέτης και τα διαθέσιμα μέσα. Στην Εικόνα 5.1 περιγράφονται οι διαθέσιμες τεχνικές αποτύπωσης. Συμβατικά μέσα στην τοπογραφική αποτύπωση χώρου περιλαμβάνουν τη χρήση θεοδόλιχου και αποστασιόμετρου (που έχουν πλέον αντικατασταθεί από γεωδαιτικούς σταθμούς), χρήση γεωδαιτικών σταθμών για την καταγραφή ακριβών συντεταγμένων. Τόσο ο θεοδόλιχος όσο και οι γεωδαιτικοί σταθμοί αποτελούν όργανα εφαρμογής της μεθόδου πολικών συντεταγμένων. Η αποτύπωση με χρήση πολικών συντεταγμένων εφαρμόζεται όταν είναι δυνατή η άμεση μέτρηση του μήκους προς το σκοπευόμενο σημείο (Εικόνα 5.2). Οι ολοκληρωμένοι γεωδαιτικοί σταθμοί (total stations) αποτελούν τοπογραφικά όργανα μέτρησης μηκών και γωνιών για τον προσδιορισμό τρισδιάστατων συντεταγμένων του αντικειμένου μελέτης. Αποτελεί ιδιαίτερα ακριβής μέθοδος αποτύπωσης της τάξεως μερικών χιλιοστών.



Εικόνα 5.1 Διαθέσιμες τοπογραφικές τεχνικές, αισθητήρες και πλατφόρμες για την τρισδιάστατη αποτύπωση κατά πολυπλοκότητα περιοχής μελέτης συναρτήσει μεγέθους περιοχής μελέτης (Nex & Remondino, 2014)

Για την αποτύπωση μιας περιοχής με ολοκληρωμένο γεωδαιτικό σταθμό απαιτείται η κέντρωση και οριζοντίωση του οργάνου σε κάθε πολυγωνομετρικό σημείο από το οποίο πρόκειται να γίνει η αποτύπωση ενώ πρέπει να καταγραφεί προσεκτικά το ύψος του οργάνου από το δευτερεύοντα άξονα μέχρι την πάνω επιφάνεια του πολυγωνομετρικού σημείου με ακρίβεια εκατοστού. Τέλος, καθορίζεται ο προσανατολισμός του οριζόντιου δίσκου του οργάνου με τη σκόπευση του προηγούμενου πολυγωνομετρικού σημείου. Πρέπει να είναι γνωστές κατά τη μέτρηση οι συντεταγμένες (x_A, y_A, z_A) και (x_B, y_B, z_B) των κορυφών του δικτύου, όπου προσανατολίζεται και τοποθετείται ο γεωδαιτικός σταθμός αντίστοιχα (Εικόνα 5.2).



Εικόνα 5.2 Αποτύπωση με χρήση ολοκληρωμένου γεωδαιτικού σταθμού (Μπαλοδήμος, et al., 2005)

Στην τοπογραφική αποτύπωση είναι απαραίτητη και η χρήση γεωδαιτικών δεκτών παγκόσμιου συστήματος στιγματοθέτησης (global positioning system - GPS) για την καταγραφή των τοποθεσιών των αντικειμένων μελέτης με υψηλή ακρίβεια της τάξεως μερικών χιλιοστών. Η χρήση GPS στην αποτύπωση χώρων πολιτιστικής κληρονομιάς εμφανίζει και μειονεκτήματα. Η τεχνολογία GPS ξεκίνησε από το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ με στόχο τη μετάδοση ειδικών κωδικοποιημένων σημάτων που λαμβάνονται και επεξεργάζονται από τον δέκτη GPS παρέχοντας τη δυνατότητα υπολογισμού θέσης, ταχύτητας και χρόνου. Το σύστημα εντοπισμού θέσης GPS αποτελείται από τρία τμήματα:

- το διαστημικό, που περιλαμβάνει το δίκτυο δορυφόρων και καλύπτει με το σήμα τους ολόκληρο τον πλανήτη
- το επίγειο τμήμα, αποτελεί το τμήμα ελέγχου των δορυφόρων από τα κέντρα συντονισμού ανά τον κόσμο
- το τμήμα χρηστών που απαρτίζεται από τους χρήστες δεκτών GPS.

Οι δέκτες GPS διαχωρίζονται σε δέκτες χειρός, δέκτες για σχεδίαση και γεωδαιτικούς δέκτες GPS. Η ακρίβεια προσδιορισμού θέσης καθώς και η τεχνική επεξεργασία του δορυφορικού σήματος διαφέρουν σημαντικά σε καθένα από τους παραπάνω δέκτες, διαφοροποιώντας ανάλογα και το κόστος τους. Από την εισαγωγή του GPS στις ΗΠΑ μέχρι σήμερα έχει εξελιχθεί σημαντικά τόσο η τεχνολογία λειτουργίας της όσο και οι εφαρμογές της. Πλέον GPS έχουν ενσωματωμένα πολλές συσκευές με ευρεία καθημερινή χρήση όπως κινητά τηλέφωνα, φορητοί υπολογιστές, αυτοκίνητα, κοκ.

Οι συσκευές GPS που χρησιμοποιούνται στις γεωμετρικές και τοπογραφικές αποτυπώσεις χρησιμοποιούν μία από τις παρακάτω μεθόδους:

- Στατική
- Ταχεία στατική
- Κινηματική
- Stop & go Κινηματική
- Ψευδοκινηματική και
- Κινηματική μέθοδο πραγματικού χρόνου (Real Time Kinematic – R.T.K.)

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις μεθόδους λειτουργίας των GPS μπορεί κανείς να ανατρέξει στο Φουντάς, Γέμτος, Παγκόσμια Συστήματα Προσδιορισμού Θέσης (GPS) και Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (GIS) (Φουντάς & Γέμτος, 2015).

Κατά τη χρήση του GPS πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι περιβαλλοντικές συνθήκες στον χώρο αποτύπωσης όπως η μορφολογία, βλάστηση ή και οικοδόμηση στην ευρύτερη περιοχή. Τυχόν εμπόδια όπως δέντρα ή κτήρια δημιουργούν σφάλματα πολυανάκλασης του δορυφορικού σήματος και πρέπει να αποφεύγονται όπου δυνατό. Τα GPS δε λειτουργούν σε εσωτερικούς χώρους ή κάτω από δέντρα, για αξιόπιστα αποτελέσματα πρέπει να επικοινωνούν με τουλάχιστον τέσσερις δορυφόρους ενώ σε περιοχές κοντά σε αεροδρόμια ή στρατιωτικές εγκαταστάσεις πιθανόν να διαπιστωθούν προβλήματα στη διάδοση του δορυφορικού σήματος και την ασύρματη λειτουργία. Η λειτουργία του GPS με επεξεργασία σε πραγματικό χρόνο δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να παρακολουθεί την ακρίβεια των μετρήσεων και κατά επέκταση να αποδέχεται ή όχι τις καταγραφές.

Για τη γεωμετρική τεκμηρίωση χώρων και μνημείων εφαρμόζονται επιπλέον μέθοδοι σε συνδυασμό με GPS και ολοκληρωμένο γεωδαιτικό σταθμό. Οι εξελιγμένες δυνατότητες αποτύπωσης δίνουν λύσεις στην ιδιαίτερα πολύπλοκη αποστολή της τεκμηρίωσης και παρακολούθησης μνημείων και αρχαιολογικών χώρων. Σύγχρονα έργα αποτυπώσεων τεκμηρίωσης περιλαμβάνουν εκτός από την ακριβή απόδοση των θέσεων των μνημείων και της γεωμετρίας τους και τρισδιάστατες απεικονίσεις σε μεγάλη ανάλυση διαφοροποιούμενου βαθμού λεπτομέρειας κάποιων στοιχείων του, για την παρακολούθησή τους. Οι εφαρμογή των συμβατικών τεχνικών, χρήση γεωδαιτικών σταθμών και φωτοερμηνείας του αρχαιολογικού χώρου σε πολλές

περιπτώσεις είτε δεν επαρκούν, είτε είναι ιδιαίτερα χρονοβόρες και απαιτητικές σε υπολογιστική ισχύ (π.χ. για σύνταξη φωτορεαλιστικών 3D μοντέλων με γεωαναφορά) είτε σε μερικές περιπτώσεις δεν είναι εφικτές στην εφαρμογή τους σε απαιτητικά περιβάλλοντα.

5.2 Φωτογραμμετρία

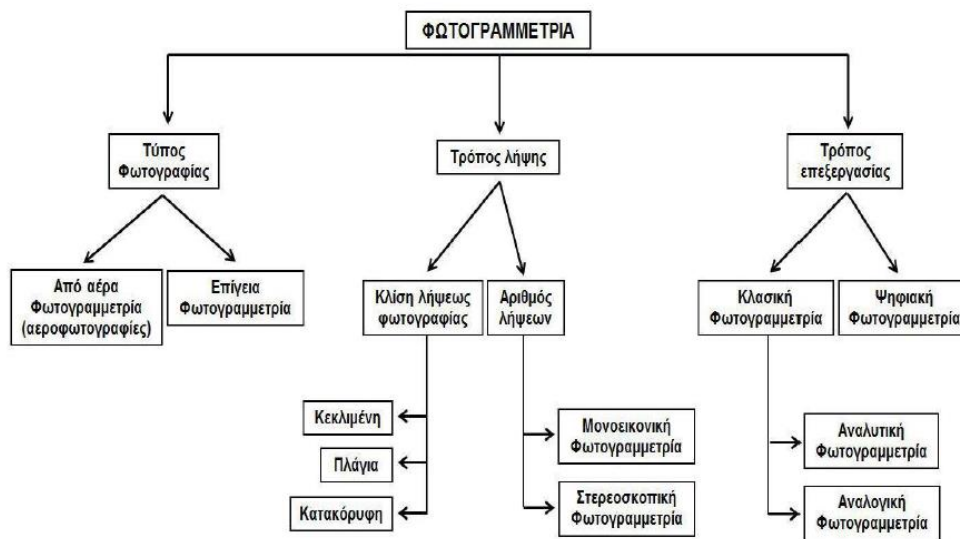
Άλλη προσέγγιση στην αποτύπωση του αρχαιολογικού χώρου είναι η μέθοδος της φωτογραμμετρίας. Η φωτογραμμετρία ορίζεται ως «Η τέχνη, επιστήμη και τεχνολογία της λήψης αξιόπιστων δεδομένων που αφορούν σε φυσικά αντικείμενα και το περιβάλλον μέσω διαδικασιών λήψης, μέτρησης και ερμηνείας φωτογραφικών εικόνων και πρότυπα εκπεμπόμενης ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας και άλλων φαινομένων» (Wolf, et al., 2013; Ghosh, 2005). Η φωτογραμμετρία εφαρμόζεται στις τέχνες, τον πολιτισμό και την τεχνολογία για την αξιόπιστη συλλογή δεδομένων που αφορούν ένα φυσικό αντικείμενο ή ακόμη και έναν χώρο ή περιβάλλον. Η τεχνική περιλαμβάνει την επεξεργασία και διαχείριση επίγειων φωτογραφιών και αεροφωτογραφιών με στόχο την παραγωγή τοπογραφικών προϊόντων όπως χάρτες, ψηφιακά μοντέλα εδάφους, ορθομωσαϊκά κοκ.

Ο όρος φωτογραμμετρία προέκυψε από τον αρχιτέκτονα A. Meydenbauer. Μετά από σοβαρή πτώση του κατά τη διάρκεια αρχιτεκτονικής αποτύπωσης καθεδρικού ναού της πόλης του Wetzlar εμπνεύστηκε τη δημιουργία τεχνικής έμμεσης μέτρησης της πρόσοψης με τη χρήση φωτογραφιών. Τον Απρίλιο του 1867 δημοσιεύει το πρώτο άρθρο της τεχνικής «φωτομετρογραφία» και τον Δεκέμβριο της ίδιας χρονιάς δημοσιεύει το επόμενο άρθρο του στο ίδιο περιοδικό χρησιμοποιώντας τον όρο «φωτογραμμετρία» που καθιερώθηκε στον χώρο. Το 1885 ξεκίνησε τη δημιουργία αρχείου φωτογραφικής καταγραφής και φωτογραμμετρικής και γεωμετρικής αποτύπωσης μνημείων της Ευρώπης. Το αρχείο χρησιμοποιήθηκε μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο για την ανακατασκευή πολλών μνημείων που είχαν καταστραφεί. Ο Meydenbauer ήταν πρωτοπόρος τόσο στην εφαρμογή της φωτογραφίας για την καταγραφή μνημείων όσο και στο όραμα της τεκμηρίωσης του πολιτιστικού αποθέματος της Ευρώπης (Albertz, 2001).

Παρά τη σημαντική δράση και προσφορά του Meydenbauer στον χώρο, δημιουργός της φωτογραμμετρίας θεωρείται ο Γάλλος μηχανικός Aimé Laussedat που ήδη από το 1851 είχε ξεκινήσει να πειραματίζεται με τη χρήση εικόνων για τη δημιουργία

τοπογραφικών χαρτών. Παράλληλα χωρίς να γνωρίζουν ο ένας για τον άλλον ο Laussedat εφάρμοσε τη χρήση φωτογραφιών στη μεθοδολογία του ενώ με δικές του προδιαγραφές δημιουργήθηκε και τοπογραφική κάμερα. Για τη μεθοδολογία του χρησιμοποίησε τον όρο «μετροφωτογραφία» που δεν επικράτησε (Albertz, 2007).

Η φωτογραμμετρία διακρίνεται ανάλογα με τον τύπο της απεικόνισης, με τη μέθοδο λήψης των εικόνων, τον τρόπο εξαγωγής της πληροφορίας και τη μέθοδο επεξεργασίας και απόδοσης της πληροφορίας (Εικόνα 5.3).



Εικόνα 5.3 Ταξινόμηση τεχνικών φωτογραμμετρίας (Τσώνης, 2017)

Ο τύπος λήψης των εικόνων χωρίζεται σε εναέρια, δορυφορική και επίγεια ή κοντινής εμβέλειας. Στην περίπτωση αέριας φωτογραμμετρίας η πληροφορία καταγράφεται μέσω αεροσκάφους με αλληπάλλληλες λήψεις εικόνων με επαρκή επικάλυψη. Παραδοσιακά τέτοιες πτήσεις πραγματοποιούνταν με επανδρωμένα αεροσκάφη με ενσωματωμένη φωτογραφική μηχανή ή με μπαλόνι με φωτογραφική μηχανή (Εικόνα 5.4). Τα τελευταία χρόνια γίνεται όλο και πιο δεδομένη η χρήση συστημάτων μη επανδρωμένων αεροσκαφών – ΣμηΕΑ ή drones για την εναέρια φωτογράφιση.



Εικόνα 5.4 Φωτογραμμετρία με μπαλόνι στην Ακρόπολη (Kemper, 2012)

Η δορυφορική φωτογραμμετρία από την άλλη εκμεταλλεύεται δορυφορικές λήψεις του αναγλύφου της περιοχής μελέτης. Δημιουργείται από τα δεδομένα που έχουν καταγραφεί από τους αισθητήρες των δορυφόρων. Κάθε τιμή φασματικής ανάκλασης καταγράφεται με τη μορφή ψηφιακού αριθμού. Στη συνέχεια η επεξεργασία του σήματος γίνεται σε επίγειους σταθμούς με τη βαθμονόμηση και ταξινόμηση αυτών των τιμών σε διάφορες κλίμακες χρωμάτων, φωτεινότητας και τόνων του γκρι ώστε να αποδώσουν την πληροφορία σε φωτογραφία. Οι δορυφορικές απεικονίσεις έχουν μεγάλη εδαφική κάλυψη και εύρος φασματικής κάλυψης από ραντάρ έως υπέρυθρα. Οι απεικονίσεις είναι ψηφιακές, οικονομικές για πολύ μεγάλες περιοχές και γεωμετρικά ακριβείς. Τέλος, επίγεια λήψη εικόνων πραγματοποιείται με τη χρήση φωτογραφικής μηχανής σε τρίποδο ή βάση στήριξης. Η μέθοδος κοντινής εμβέλειας χρησιμοποιείται συνήθως σε μη τοπογραφικές αποτυπώσεις, π.χ. αποτύπωση αντικειμένων ή μικρών μνημείων.

Η μέθοδος λήψης των εικόνων διακρίνεται στην θέση λήψης ή το πλήθος των εικόνων. Στην πρώτη περίπτωση η λήψη μπορεί να είναι είτε κεκλιμένη, πλάγια ή κατακόρυφη. Αντίστοιχα, διάκριση υπάρχει και στο πλήθος των εικόνων που χρησιμοποιούνται μεταξύ μονοεικονική ή στερεοσκοπική φωτογραμμετρία. Στερεοσκοπική είναι η μέθοδος της δορυφορικής υπηρεσίας ASTER GDEM (Αποστόλου, 2013).

Τέλος, ταξινόμηση υπάρχει στον τρόπο επεξεργασίας των εικόνων, σε κλασική (αναλογική και αναλυτική) και σε ψηφιακή φωτογραμμετρία. Σημαντική είναι και η διάκριση της φωτογραμμετρίας με βάση τον στόχο της, δηλαδή σε μετρική και σε ερμηνευτική. Στη μετρική φωτογραμμετρία στόχος είναι να χρησιμοποιηθούν τα τελικά προϊόντα της για την λήψη μετρήσεων υψηλής ακρίβειας, αποστάσεων, επιφανειών κλπ. Αντίθετα στην ερμηνευτική φωτογραμμετρία στόχος είναι να χρησιμοποιηθούν, για την αναγνώριση και μελέτη αντικειμένων μέσω συστηματικής και προσεκτικής ανάλυσης (Ραδιώτη, 2018).

Τελευταίες εξελίξεις στον χώρο της ψηφιακής φωτογραμμετρίας οδήγησαν στη διείσδυση προσιτού εξοπλισμού για την λήψη φωτογραφιών καθώς και προγραμμάτων για την επεξεργασία τους. Αυτή η προσβασιμότητα σε τεχνολογικό εξοπλισμό και η άνθιση του συγκεκριμένου χώρου απαιτεί την όλο και ταχύτερη επεξεργασία των δεδομένων για την παραγωγή ποιοτικών και υψηλής ακρίβειας χαρτογραφικών προϊόντων (Condorelli & Rinaudo, 2018). Η φωτογραμμετρική αποτύπωση αρχαιολογικών χώρων και μνημείων πολιτιστικής κληρονομιάς αποτελεί μέσο για τη δημιουργία αρχείου τεκμηρίωσης των μνημείων αυτών που σε πολλές περιπτώσεις είναι οι μόνες αποδείξεις για την ύπαρξη τους αφού πλέον είναι κατεστραμμένα ή έχουν αντικατασταθεί από νέα δομικά στοιχεία και κτήρια. Η εφαρμογή της φωτογραμμετρίας στην αποτύπωση τεκμηρίωσης αποτελεί μέσο διατήρησης της μνήμης του πολιτιστικού αποθέματος.

Για την αποτύπωση αρχαιολογικών χώρων χρησιμοποιούνται αεροφωτογραφίες, δορυφορικές ή επίγειες φωτογραφίες. Η διαδικασία συλλογής δεδομένων δημιουργεί σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου έναντι αποτύπωσης με γεωδαιτικά συστήματα λόγω μειωμένου χρόνου παρουσίας στο πεδίο. Θεωρείται από τις ταχύτερες διαδικασίες αποτύπωσης και γεωμετρικής τεκμηρίωσης. Οι φωτογραμμετρικές τεχνικές προσφέρονται για την αντιμετώπιση δυσκολιών αποτύπωσης σε πολύπλοκα αρχιτεκτονικά στοιχεία ή δυσχερή φυσικά περιβάλλοντα. Πρέπει να σημειωθεί πως στην αποτύπωση χώρου και όχι αντικειμένων ή μνημείων, η φωτογραμμετρική τεχνική ενισχύεται από τις τοπογραφικές μεθόδους που λειτουργούν συμπληρωματικά για την

εξασφάλιση υψηλής ακρίβειας στο επίγειο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς (Cosmopoulos, 2016).

Με την επικράτηση της ψηφιακής φωτογραφίας σε όλους τους κλάδους η φωτογραμμετρία γίνεται ψηφιακή. Η επεξεργασία των ψηφιακών πλέον φωτογραφιών γίνεται μέσω υπολογιστή και προηγμένου λογισμικού ανάλυσης και επεξεργασίας. Η φωτογραμμετρία ουσιαστικά αποτελεί ταυτόχρονη καταγραφή ποσοτικής και ποιοτικής πληροφορίας. Επιλέγεται σε πολλές περιπτώσεις ως μέθοδος αποτύπωσης αντικειμένων όπου θα ήταν αδύνατο άλλες μέθοδοι να δώσουν αποτελέσματα. Η τεχνολογία των μηχανημάτων λήψης ψηφιακών φωτογραφιών αλλά και η εξέλιξη στην επεξεργασία τους έχει οδηγήσει στην επονομαζόμενη υπολογιστική όραση που παρέχει τη δυνατότητα παραγωγής, από την επεξεργασία έως και δεκάδων χιλιάδων φωτογραφιών, τρισδιάστατων μοντέλων των φωτογραφιζόμενων αντικειμένων, ορθοφωτοχάρτων της περιοχής αποτύπωσης καθώς και ψηφιακών μοντέλων εδάφους. Ο ορθοφωτοχάρτης ουσιαστικά αποτελεί μία φωτογραφία που προκύπτει από τη συνένωση φωτογραφιών με γεωμετρική διόρθωση ώστε να εξαλειφθούν οι όποιες παραμορφώσεις και αποκλίσεις που οφείλονται στο ανάγλυφο του αντικειμένου καταγραφής καθώς και τις στροφές των φωτογραφιών κατά την ορθή προβολή τους. Η επεξεργασία κατά την φωτογραφική αποτύπωση με φωτογραμμετρία παράγει έναν ορθοφωτοχάρτη που περιλαμβάνει όλη την πληροφορία του φωτογραφιζόμενου αντικειμένου ενώ παράλληλα προκύπτει και η δημιουργία ενός ψηφιακού μοντέλου. Η τελική εικόνα έχει ενιαία κλίμακα ενώ έχει και ορθή προβολή και περιλαμβάνει όλη την πληροφορία των αρχικών εικόνων που επεξεργάστηκαν. Ο ορθοφωτοχάρτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση αποστάσεων, επιφανειών και συντεταγμένων με μεγάλη ακρίβεια της τάξεως ενός τοπογραφικού διαγράμματος. Η διαδικασία επεξεργασίας και μετατροπής σειράς φωτογραφιών σε ορθοφωτοχάρτη είναι:

- Εσωτερικός προσανατολισμός των φωτογραφιών (camera alignment)
- Αεροτριγωνισμός ή απόλυτος προσανατολισμός αεροφωτογραφιών (GCP alignment optimization)
- Δημιουργία ψηφιακού μοντέλου εδάφους (Generate Digital Elevation Model)
- Δημιουργία ορθοφωτομοσαϊκού (generate orthomosaic)

Πέραν της τοπογραφικής και φωτογραμμετρικής αποτύπωσης των χώρων πολιτιστικής κληρονομιάς, εφαρμόζεται τα τελευταία χρόνια και η μέθοδος της τρισδιάστατης

σάρωσης. Τρισδιάστατη σάρωση σε μεγάλους χώρους εξωτερικούς και εσωτερικούς υλοποιείται με τη χρήση σαρωτών laser (3D scanners, Terrestrial scanners, LIDAR κλπ). Οι επίγειοι σαρωτές Laser είναι ενεργητικά όργανα απεικόνισης τα οποία έχουν τη δυνατότητα να συλλέξουν από τον περιβάλλοντα χώρο εκατοντάδες ή χιλιάδες σημεία ανά δευτερόλεπτο. Ο σαρωτής laser εκπέμπει ακτίνες φωτός υπό τη μορφή κύματος ή παλμού προς το αντικείμενο σάρωσης, το φως προσπίπτει στις επιφάνειές του και ανακλάται. Από την επιστροφή του ανακλώμενου φωτός υπολογίζεται η απόσταση από το σημείο μελέτης. Οι πληροφορίες που συλλέγονται στα σημεία έχουν τρεις συντεταγμένες X,Y,Z με αναφορά στο σύστημα αναφοράς του σαρωτή και μία ένταση i που αντιστοιχεί στην ένταση του ανακλώμενου σήματος. Η πληροφορία που συλλέγει το σύστημα του laser μπορεί να περιλαμβάνει πέραν της θέσης πρόσκρουσης και στοιχεία της εμφάνισης της επιφάνειας μελέτης όπως χρωματικά στοιχεία με τη μορφή τιμών RGB.

Η κλασική εφαρμογή της φωτογραμμετρίας στην επιστήμη της αρχαιολογίας εφαρμόζεται καθ'όλη τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα με την εφαρμογή στερεοσκοπικής φωτογράφισης για την κατασκευή τοπογραφικών χαρτών. Η στερεοσκοπική φωτογράφιση χρησιμοποιεί επικαλυπτόμενες φωτογραφίες που παράγουν ένα τρισδιάστατο μοντέλο της περιοχής μελέτης με τη χρήση αεροπλάνων ή μπαλονιών εξοπλισμένων με φωτογραφικές μηχανές ή μέσω δορυφόρων. Η εξέλιξη της ψηφιακής φωτογραφίας και της τεχνολογίας των πτητικών μέσω οδήγησαν στην αύξηση του αριθμού και της ποιότητας των φωτογραφιών. Με την εισαγωγή των ΣμηΕΑ στην αποτύπωση αρχαιολογικών χώρων μειώθηκε σημαντικά ο χρόνος για την απόδοση του χώρου π.χ. στην περίπτωση μίσθωσης αεροφωτογράφισης ή στην αποτύπωση με ολοκληρωμένο γεωδαιτικό σταθμό. Η χρήση ΣμηΕΑ μείωσε επίσης και το ύψος της εναέριας φωτογράφισης βελτιώνοντας σημαντικά και την ποιότητα αποτύπωσης σε αρχαιολογικούς χώρους (Bemis, et al., 2014).

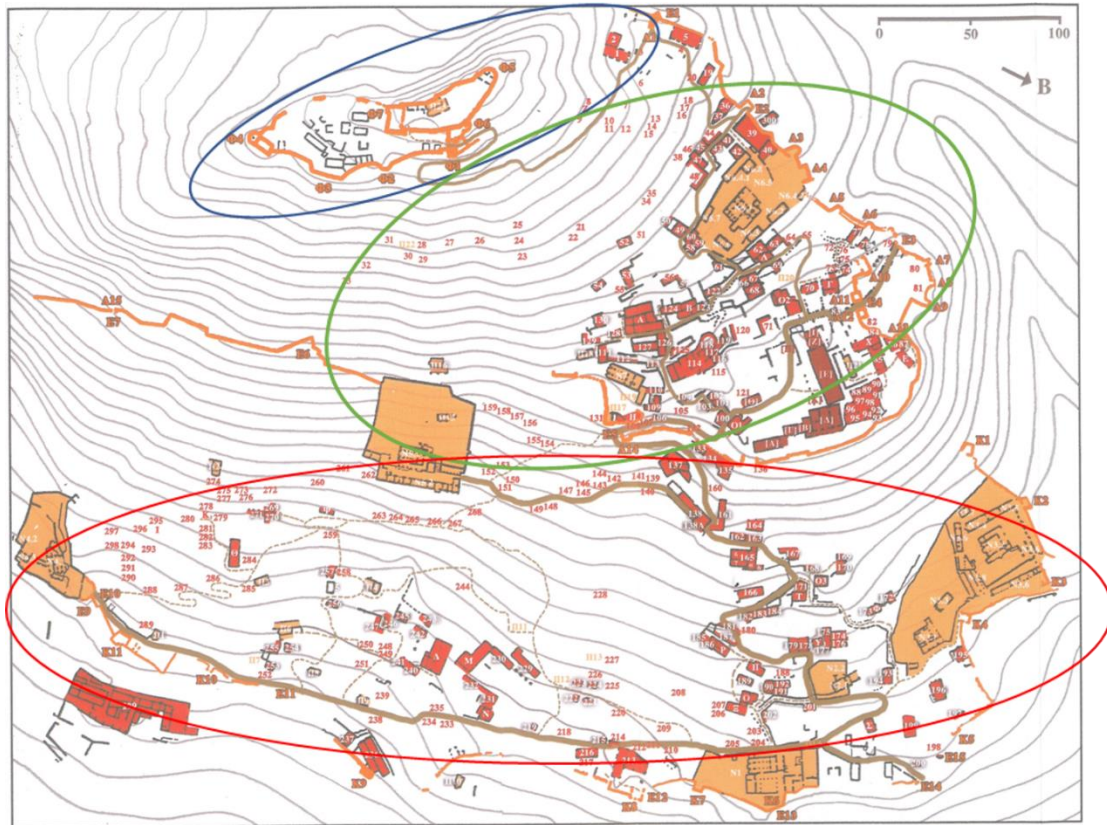
Όπως όμως σε όλες τις τεχνικές, υπάρχουν και προβλήματα στη χρήση ΣμηΕΑ στην αποτύπωση χώρων. Ειδικότερα οι ατμοσφαιρικές συνθήκες επηρεάζουν ιδιαίτερα την λειτουργία των ΣμηΕΑ. Οι δυνατοί άνεμοι μπορούν να οδηγήσουν σε ατύχημα ή και απώλεια του εξοπλισμού. Η κατακρημνίσεις απαγορεύουν τη χρήση των ιπτάμενων μέσων ενώ η διαφορά στον φωτισμό, δηλαδή στην ηλιοφάνεια, επηρεάζει την επεξεργασία των εικόνων. Συνεπώς ακόμη και οι περιοδικές νεφώσεις μπορούν να εμποδίσουν την φωτογράφιση με ΣμηΕΑ. Εμπόδια στην τοπογραφία όπως ψηλά δέντρα, κτήρια ή απότομες αλλαγές στη μορφολογία του εδάφους υποχρεώνουν την

αλλαγή του ύψους πτήσης του ΣμηΕΑ από το έδαφος μειώνοντας την ποιότητα των φωτογραφιών και κατά συνέπεια της ακρίβειας του μοντέλου. Η χρήση ΣμηΕΑ για την αποτύπωση χώρων θα πρέπει να αξιολογείται ανάλογα με την περίπτωση. Για παράδειγμα εφαρμόζεται για την τοπογραφική αποτύπωση μια περιοχής μελέτης με την παραγωγή ορθοφωτοχαρτών αλλά στο επίπεδο της ανασκαφής οι καθημερινές μετρήσεις στη μικροκλίμακα της τομής θα πρέπει να πραγματοποιούνται με συμβατικά μέσα όπως ολοκληρωμένο γεωδαιτικό σταθμό για την ακρίβεια της θέσης καθώς και του βάθους των ευρημάτων και της στρωματογραφίας.

5.3 Φωτογραφική αποτύπωση του Αρχαιολογικού χώρου του Μυστρά με πτητικά μέσα

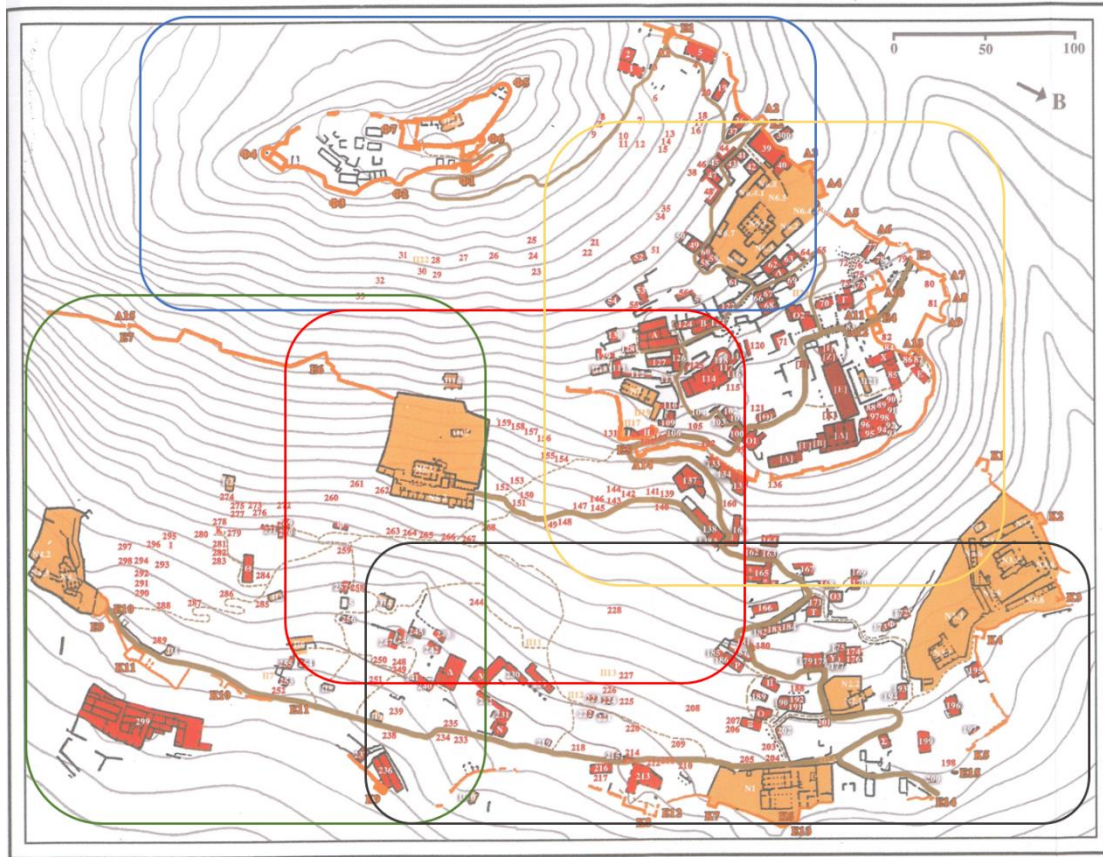
Για τη μελέτη αρχαιολογικού χώρου με καινοτόμα τεχνολογικά μέσα και συγκεκριμένα για τη χωρική αποτύπωση με χρήση ΣμηΕΑ και δέκτη GPS, επιλέχτηκε ο αρχαιολογικός χώρος του Μυστρά. Η βυζαντινή καστροπολιτεία του Μυστρά αποτελεί την καλύτερα σωζόμενη βυζαντινή πόλη στην Ελλάδα (Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού, 2021). Το 1989 με απόφαση της αρμόδιας επιτροπής της UNESCO εγγράφεται στον κατάλογο της Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς ως πολιτισμικό αγαθό. Ο αρχαιολογικός χώρος του Μυστρά καλύπτει περισσότερα από 540 στρέμματα (54,43 εκτάρια), τα οποία σε συνδυασμό με την εκτεταμένη βλάστηση και τη μορφολογία της περιοχής, που εκτείνεται σε μια απότομη πλαγιά σε ορισμένα σημεία, παράγοντες που συνιστούν ότι η λεπτομερής χαρτογράφηση ολόκληρου του αρχαιολογικού χώρου ενδείκνυται να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας προηγμένο τεχνολογικό εξοπλισμό (Forte et al, 2020).

Η πόλη χωρίζεται σε τρεις ζώνες, την Ακρόπολη με το Φράγκικο κάστρο, την Άνω Χώρα ή Άνω Πόλη που εκτείνεται κάτω από την Ακρόπολη και μέχρι τα πρώτα τείχη από τη Μονή Παντάνασσας έως τα Ανάκτορα και την Κάτω Χώρα ή Κάτω Πόλη από τα τείχη της Άνω Πόλης μέχρι τα κάτω τείχη εξωτερικά της Μονής της Οδηγήτριας, της Μητρόπολης έως τη Μονή Περιβλέπτου ανατολικά (Εικόνα 5.5).



Εικόνα 5.5 Χωροταξική δομή πόλης του Μυστρά σε Ακρόπολη (μπλε), Άνω Χώρα (πράσινο) και Κάτω Χώρα (κόκκινο)

Για τη χωρική ανάλυση, διαχείριση και ανάδειξη του αρχαιολογικού χώρου εφαρμόστηκε προσέγγιση με σύστημα μη επανδρωμένου αεροσκάφους – ΣμηΕΑ, συγκεκριμένα της εταιρείας DJI, μοντέλο Mavic 2 Pro, 50 φωτοσταθερά ή σημεία ελέγχου εδάφους (ground control points - GCPs) καθώς και σύστημα GPS GNSS τύπου GR5 της εταιρείας Topcon. Η εκτεταμένη βλάστηση και η μορφολογία του εδάφους του λόφου όπου έχει αναπτυχθεί η Υστεροβυζαντινή πόλη δημιουργούν συνθήκες δύσκολες για την αποτύπωση με συμβατικά μέσα.. Για την φωτογράφιση του συνόλου του χώρου η περιοχή μελέτης χωρίστηκε σε πέντε ζώνες (Εικόνα 5.6).



Εικόνα 5.6 Διαχωρισμός περιοχής μελέτης σε διαφορετικές πτήσεις

Η πρόκληση του συγκεκριμένου χώρου εμπεριέχεται στη μορφολογία με κλίσεις που ξεπερνούν το 45% σε μερικές θέσεις και στην έντονη βλάστηση. Οι δύο παράγοντες καθιστούν αρκετά τμήματα του χώρου μη προσβάσιμα. Οι εν λόγω παράγοντες δημιουργούν επίσης έντονο πρόβλημα στην τοποθέτηση και μέτρηση των φωτοσταθερών, διαδικασία πολύωρη για την κατάλληλη τοποθέτησή του στο δύσβατο ανάγλυφο (Εικόνα 5.7). Πρέπει να σημειωθεί πως επιπλέον οι μεγάλες και απότομες διαφορές στο υψόμετρο δεν επέτρεπαν την ενιαία πτήση σε μεγάλες ζώνες με αποτέλεσμα να πραγματοποιηθούν πλήθος πτήσεων ανά ζώνη φωτογράφισης ώστε να προσαρμόζεται το σχετικό υψόμετρο με το ανάγλυφο και να παραμένει κατά προσέγγιση στα 80m, 100m και 120m. Οι πολλαπλές φωτογραφίσεις έχουν το μειονέκτημα πως ο χώρος αποτυπώνεται με διαφορετικό κάθε φορά φωτισμό εξαρτώμενο από το φυσικό φως και τις καιρικές συνθήκες. Τέλος, αποφεύγονται τα μεγαλύτερα υψόμετρα που έχουν αποτέλεσμα χαμηλότερης ανάλυσης φωτογραφίες.



Εικόνα 5.7 Σημείο ελέγχου εδάφους - GCP

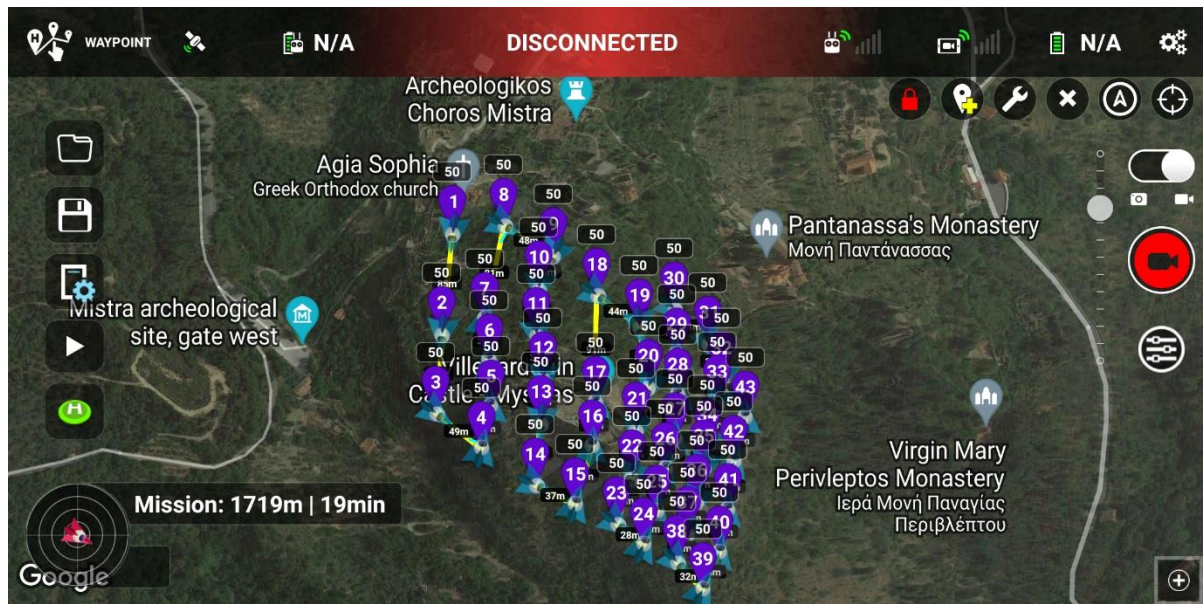
Άλλο σημαντικό ζήτημα που προκύπτει στην αποτύπωση τόσο εκτεταμένης περιοχής μελέτης με δύσκολο ανάγλυφο είναι ο διαθέσιμος χρόνος πτήσης του ΣμηΕΑ. Συγκεκριμένα, το Mavic Pro 2 του εργαστηρίου Αρχαιομετρίας διαθέτει δύο μπαταρίες όπου κάθε μπαταρία μπορεί να εκτελέσει πτήση διάρκειας έως 25 λεπτά ενώ η φόρτιση της μπαταρίας σύμφωνα με τον κατασκευαστή διαρκεί 1,5 ώρες και το χειριστήριου του ΣμηΕΑ 2,5 ώρες. Επομένως οι δυνατότητες συνεχόμενης φωτογράφισης υπολογίζονται στα 40 με 45 λεπτά, που για την περιοχή μελέτης του Μυστρά στην πράξη αρκεί για την φωτογράφιση μιας ζώνης σε δύο ή τρία διαφορετικά υψόμετρα ή πλέγματα.

Η διαδικασία της αποτύπωσης περιλαμβάνει τον σχεδιασμό της πτήσης, την τοποθέτηση των φωτοσταθερών στον χώρο, τη μέτρηση του ακριβές σημείου κάθε φωτοσταθερού με το GPS και την φωτογράφιση. Οι θέσεις των φωτοσταθερών μετρώνται με το GPS ώστε να εξασφαλισθεί η μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια στον προσδιορισμό της θέσης τους. Η θέση αυτή εν συνεχεία αναγνωρίζεται και ταυτοποιείται σε κάθε φωτογραφία κατά την φωτογραμμετρική ανάλυση κατά τη διαδικασία γεωαναφοράς του νέφους σημείων στο λογισμικό φωτογραμμετρίας όπως περιγράφεται παρακάτω.

Στις δύο πρώτες επισκέψεις πραγματοποιήθηκαν δύο φωτογραφίες μία το μεσημέρι και μία νωρίς το απόγευμα μετά από τη φόρτιση των δύο μπαταριών και του χειριστηρίου. Γρήγορα διαπιστώθηκε κατά την πρωτογενή επεξεργασία πως οι διαφορές στα χρώματα από την αλλαγή του φυσικού φωτός θα ήταν προβληματική κατά τη σύνθεση του ορθοφωτοχάρτη. Για τον λόγο αυτό, οι συγκεκριμένες φωτογραφίες επαναλήφθηκαν σε μία προσπάθεια να πραγματοποιηθούν την ίδια περίπου ώρα μέσα στην ημέρα, διαφορετικές όμως ημέρες.

Οι φωτογραφίες με το ΣμηΕΑ σε επτά συνολικά επισκέψεις είχαν ως αποτέλεσμα την λήψη περισσότερων από 1000 φωτογραφιών από την Ακρόπολη μέχρι τη Μονή της Οδηγήτριας και ανατολικά στον Άγιο Δημήτριο μέχρι τη Μονή της Παντάνασσας. Κατά τη διαδικασία την φωτογραφικής αποτύπωσης του αρχαιολογικού χώρου με το ΣμηΕΑ σύμφωνα με τα σχέδια πτήσεων της εικόνας 61 διατηρήθηκε σχετικό υψόμετρο από την θέση απογείωσης 80m ,100m και 120m. Τα GCPs τοποθετήθηκαν στον χώρο κάθε πτήσης με στόχο κάθε φωτογραφία να περιλαμβάνει τουλάχιστον ένα GCP για την καλύτερη γεωαναφορά της φωτογραφίας.

Τα σχέδια πτήσης ακολούθησαν σχηματισμό μονού πλέγματος (Εικόνα 5.8) μέσω εφαρμογής πλοήγησης ΣμηΕΑ Litchi που αποτελεί μία από τις κορυφαίες εφαρμογές πλοήγησης ΣμηΕΑ (Feist, 2021). Η εφαρμογή Litchi επιτρέπει την ρύθμιση όλων των παραμέτρων πριν την πτήση. Καθορίζεται εκ των προτέρων η διαδρομή, ο σχηματισμός της πτήσης, το σχετικό υψόμετρο του ΣμηΕΑ, η ταχύτητα πτήσης, η κλίση της κάμερας καθώς και η συχνότητα φωτογράφισης. Οι φωτογραφίες για την καλύτερη παραγωγή νέφους σημείων κατά την επεξεργασία τους πρέπει να διατηρούν μία επικάλυψη της τάξης τουλάχιστον του 75% οπότε καθορίστηκε λήψη φωτογραφίας ανά 5 δευτερόλεπτα (Gutiérrez, et al., 2016).

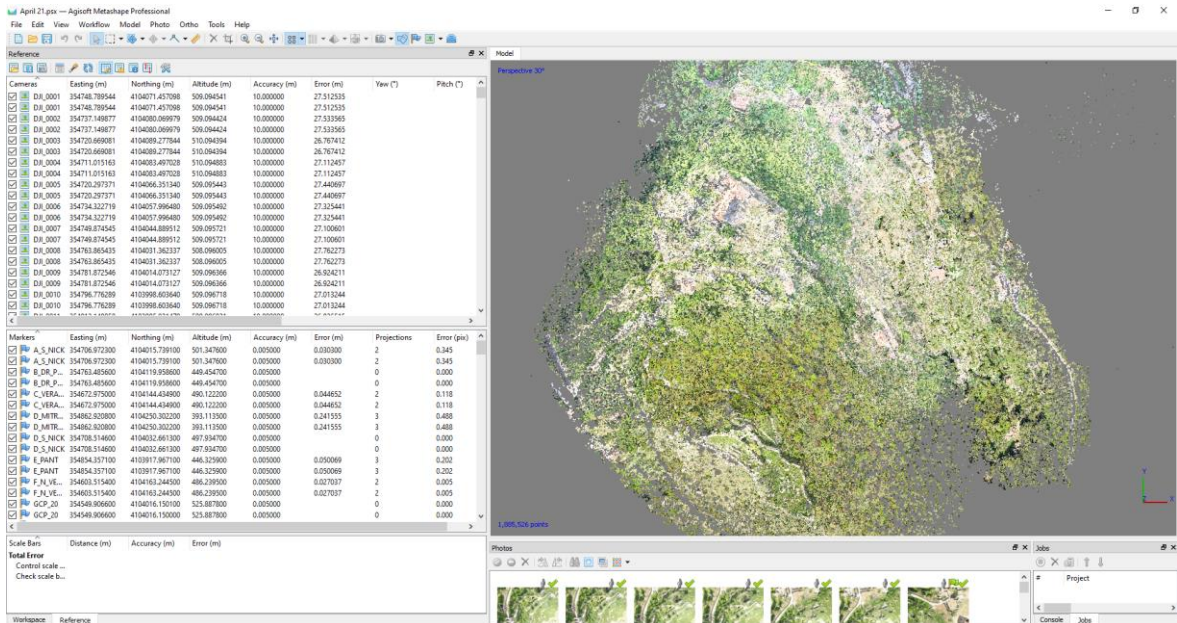


Εικόνα 5.8 Οθόνη της εφαρμογής Litchi με σχέδιο πτήσης του ΣμηΕΑ στην Ακρόπολη του Μυστρά

5.4 Φωτογραμμετρία για την παραγωγή ορθοφωτοχάρτη

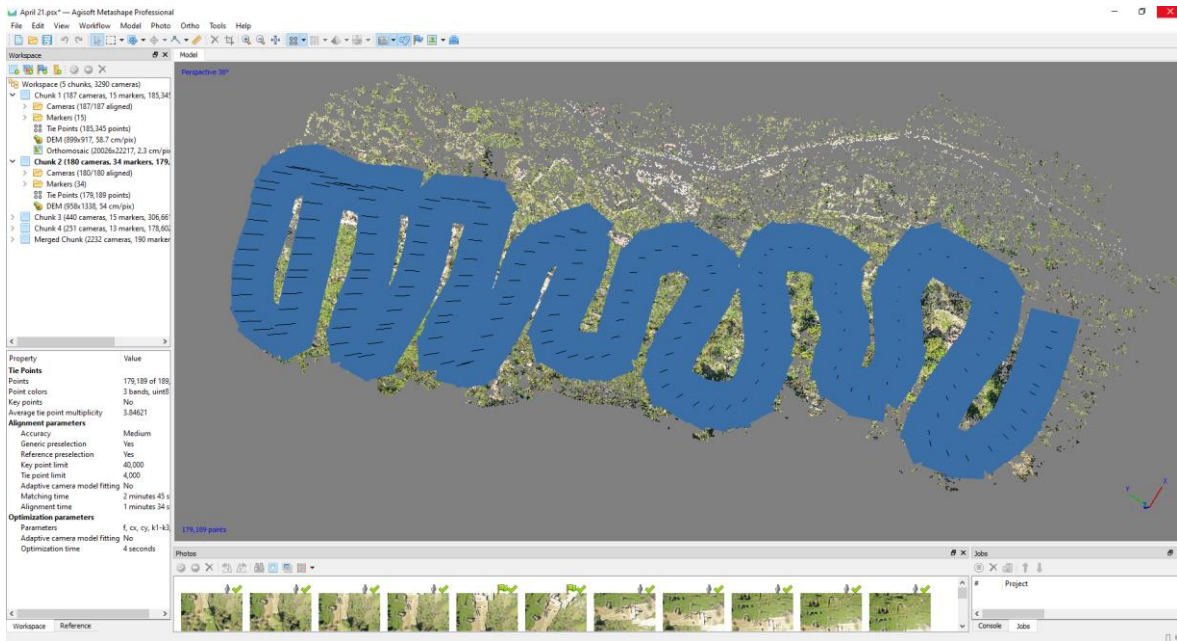
Για την επεξεργασία των φωτογραφιών χρησιμοποιήθηκε το εξειδικευμένο λογισμικό φωτογραμμετρίας Metashape της εταιρίας Agisoft. Στόχος της επεξεργασίας των εικόνων είναι η παραγωγή κατάλληλου ορθοφωτοχάρτη του συνόλου του αρχαιολογικού χώρου. Οι φωτογραφίες χωρίζονται σε σύνολα προς επεξεργασία όσα και τα τμήματα αποτύπωσης του χώρου, πέντε. Η απαιτούμενη επεξεργαστική ισχύς για την ταυτόχρονη επεξεργασία των 1200 φωτογραφιών του χώρου είναι πολύ μεγάλη. Για τον λόγο αυτό επεξεργάζεται το υλικό σε ξεχωριστά σύνολα που στη συνέχεια θα συγχωνευθούν.

Κάθε φωτογραφία που λαμβάνει το ΣμηΕΑ φέρει συγκεκριμένα μεταδεδομένα από τα οποία το λογισμικό εξάγει τις συντεταγμένες λήψης της εικόνας, δηλαδή τη θέση στην οποία βρισκόταν το ΣμηΕΑ όταν τραβήχτηκε ο φωτογραφία καθώς και το σχετικό υψόμετρο του αεροσκάφους που μετράται πάντα από το σημείο απογείωσης σε αυτό το μοντέλο. Από την πρώτη αυτή πληροφορία το λογισμικό δημιουργεί μία ροή εργασίας (workflow) που περιλαμβάνει τις εικόνες με τα μεταδεδομένα τους και είναι πλέον διαθέσιμες για περαιτέρω επεξεργασία στο περιβάλλον χρήστη του Metashape (Εικόνα 5.9).



Εικόνα 5.9 Στιγμιότυπο οθόνης εισαγωγής εικόνων Workflow στο λογισμικό Metashape

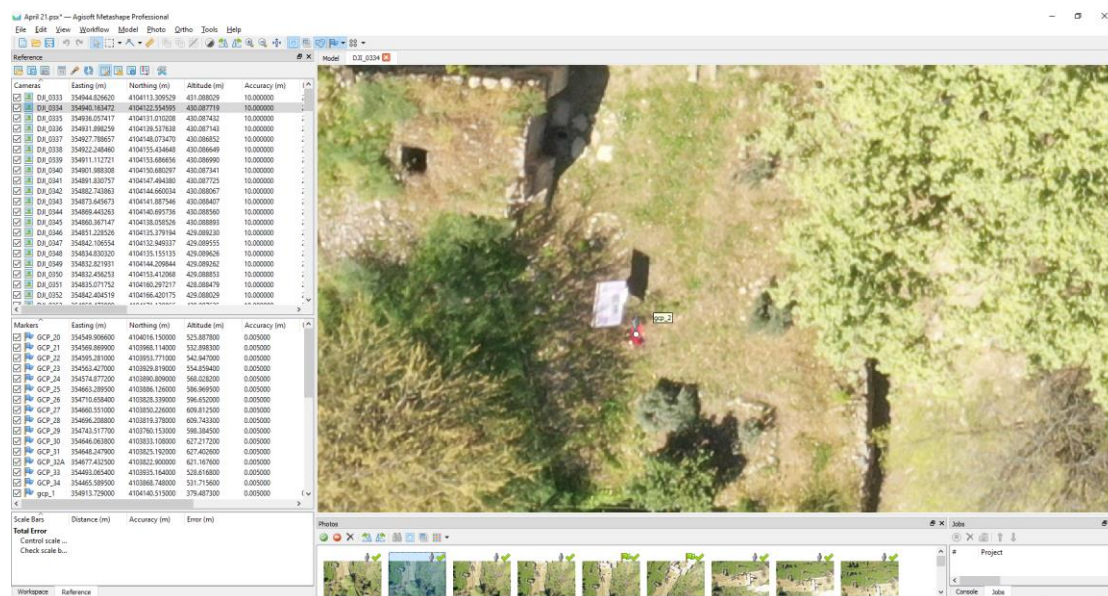
Αφού αναγνωριστούν τα μεταδεδομένα των εικόνων πριν την ευθυγράμμιση πραγματοποιείται μετατροπή του συστήματος αναφοράς από WGS84 του λογισμικού του GPS του ΣμηΕΑ σε ΕΓΣΑ 87 μέσω του μετατροπέα που διαθέτει το λογισμικό. Μέσω των συντεταγμένων της κάθε εικόνας πραγματοποιείται η διαδικασία ευθυγράμμισης των φωτογραφιών στο χώρο (align photos) (Εικόνα 5.10).



Εικόνα 5.10 Στιγμιότυπο οθόνης κατά την ευθυγράμμιση των θέσεων κάμερας

Το σφάλμα του GPS συνδέεται καθαρά με την τοποθέτηση των φωτογραφιών στον χώρο. Δηλαδή η ποιότητα της φωτογραμμετρικής απόδοσης του χώρου μέσω των φωτογραφιών του ΣμηΕΑ δεν επηρεάζεται από το σφάλμα του ενσωματωμένου GPS του σκάφους. Το σφάλμα επηρεάζει την τοποθέτηση του νέφους σημείων στο σωστό χώρο (Buczowski, 2017). Η διόρθωση του σφάλματος του GPS του σκάφους στην τοποθέτηση του μοντέλου στο σωστό σημείο στον χώρο γίνεται με τη χρήση των φωτοσταθμών, GCPs.

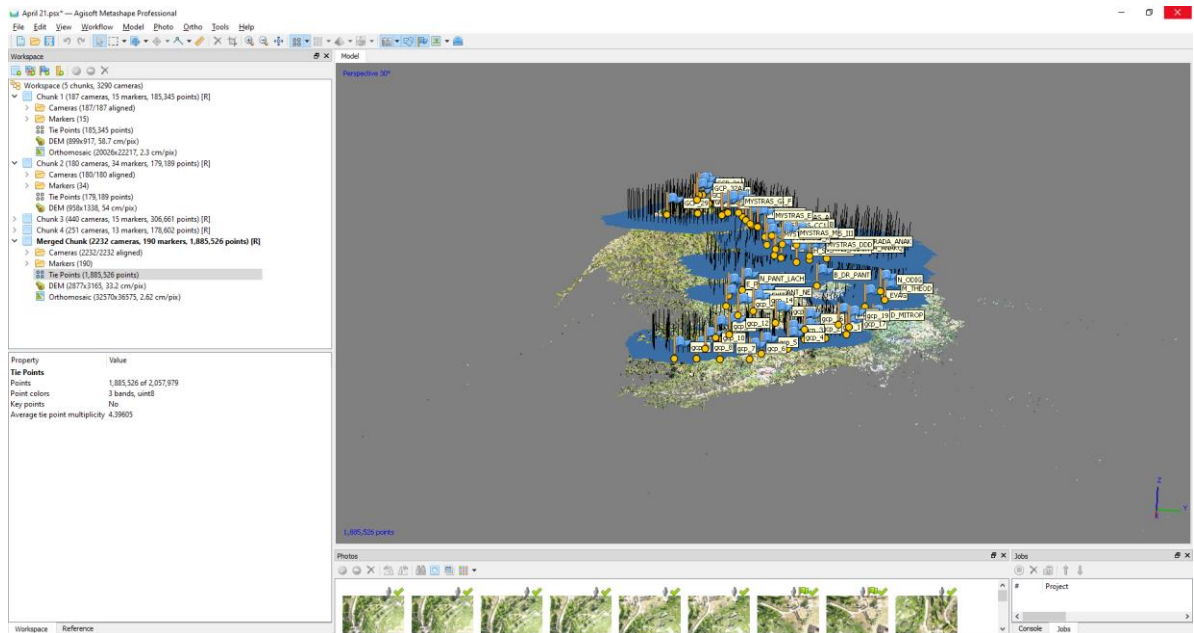
Στη συνέχεια χρησιμοποιούνται οι συντεταγμένες των GCPs που μετρήθηκαν στον χώρο μελέτης με το GPS πεδίου με υψηλή ακρίβεια. Τα GCPs, όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, χρησιμοποιούνται για τη διόρθωση της ακρίβειας των φωτογραφιών του ΣμηΕΑ. Τα σημεία και οι συντεταγμένες τους εισάγονται σε μορφή excel στο πρόγραμμα. Επόμενο βήμα είναι η χειροκίνητη διόρθωση του σημείου του δείκτη, όπως τοποθετεί αυτόματα το Metashape το κάθε φωτοσταθερό. Η διόρθωση γίνεται για όλα τα φωτοσταθερά σε όλες τις φωτογραφίες ξεχωριστά (Εικόνα 5.11).



Εικόνα 5.11 Τοποθέτηση και διόρθωση φωτοσταθερών (GCPs) κατά την επεξεργασία στο Metashape

Αφού ολοκληρωθεί η διόρθωση των φωτοσταθερών χρησιμοποιείται η ενέργεια βελτιστοποίησης (optimize). Τα βήματα που προηγήθηκαν συνεισφέρουν στην ακριβέστερη γεωαναφορά του μοντέλου και ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων. Οι εικόνες είναι έτοιμες για την παραγωγή του πυκνού σύννεφου σημείων μέσω την επιλογής Build Dense Cloud από το Workflow. Η σύνθεση του πυκνού σύννεφου

σημείων (Εικόνα 5.12) αποτελεί έντονη επεξεργαστική διαδικασία και ιδιαίτερα χρονοβόρα. Λόγω του μεγάλου όγκου δεδομένων η συνολική περιοχή μελέτης χωρίστηκε σε πέντε μικρότερες. Η περιγραφόμενη διαδικασία παραγωγής πυκνού νέφους σύννεφου πραγματοποιήθηκε για κάθε σύνολο ξεχωριστά.



Εικόνα 5.12 Στιγμιότυπο οθόνης Metashape όπου διακρίνονται οι θέσεις των καμερών και φωτοσταθερών στο πυκνό σύννεφο σημείων

Για τη δημιουργία του συνολικού μοντέλου του χώρου μελέτης συγχωνεύονται τα πέντε μοντέλα. Το τελικό σύννεφο σημείων με 101.000.000 σημεία χρησιμοποιείται στη συνέχεια για την παραγωγή του ψηφιακού μοντέλου εδάφους και του τρισδιάστατου μοντέλου του χώρου (Εικόνα 5.13). Το παραγόμενο ψηφιακό μοντέλο εδάφους χρησιμοποιείται για την παραγωγή του ζητούμενου ορθοφωτοχάρτη με ανάλυση 2,5 cm ανά pixel. Στη συνέχεια ο ορθοφωτοχάρτης χρησιμοποιείται ως υπόβαθρο για τη χωρική μελέτη του αρχαιολογικού χώρου στο πρόγραμμα ArcGIS Pro μέσω της ανάπτυξης γεωβάσης δεδομένων.



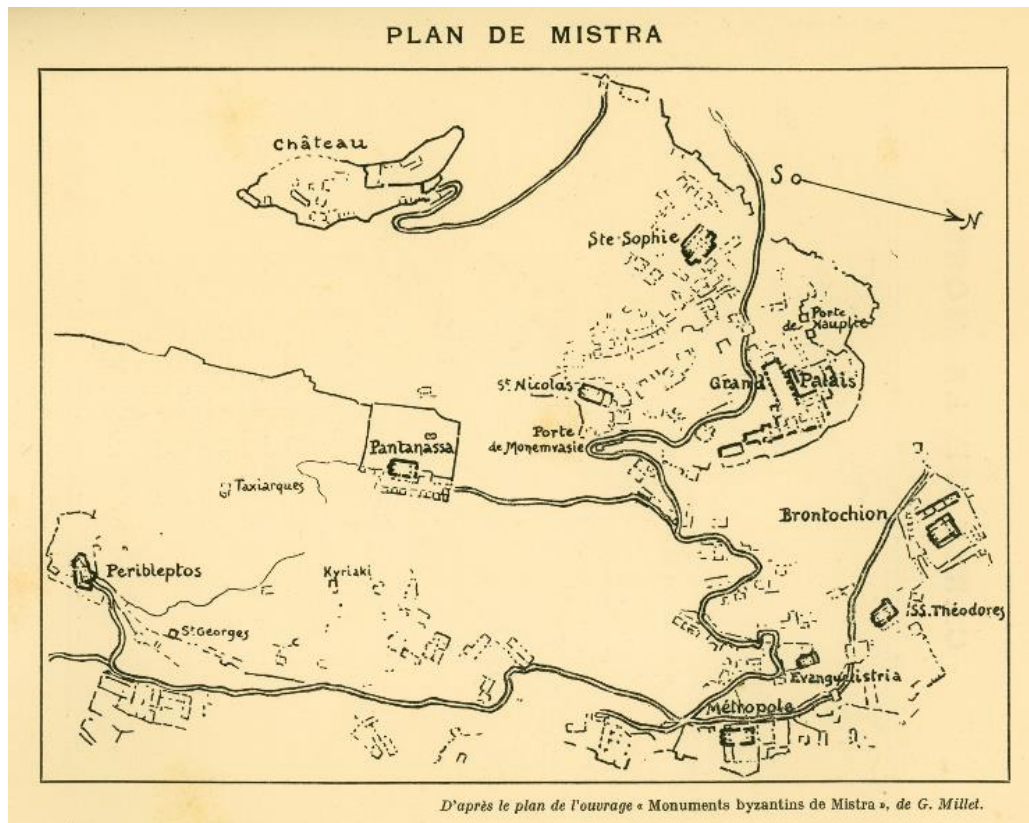
Εικόνα 5.13 Μέτριας ανάλυσης (Mild) τρισδιάστατο μοντέλο της περιοχής μελέτης του Μυστρά

5.5 Ανάπτυξη γεωβάσης δεδομένων σε ΣΓΠ

Μία προσέγγιση της διαχείρισης και σύγκρισης της ιστορικής πληροφορίας με τη μορφή της πόλης σήμερα όπως αποτυπώνεται μέσω του ορθοφωτοχάρτη είναι με τη χρήση ιστορικών χαρτών. Στη μελέτη της εξέλιξης του οικισμού στο χρόνο μέσω σύγκρισης με ιστορικούς χάρτες στον Μυστρά χρησιμοποιήθηκε ο ιστορικός τοπογραφικός χάρτης του λόφου Μυζηθρά της Β' Ενετοκρατίας Σχέδ. F. Vasieur (F, 1700) (Εικόνα 5.14) και το τοπογραφικό διάγραμμα του G. Millet (Gabriel, 1929) (Εικόνα 5.15).

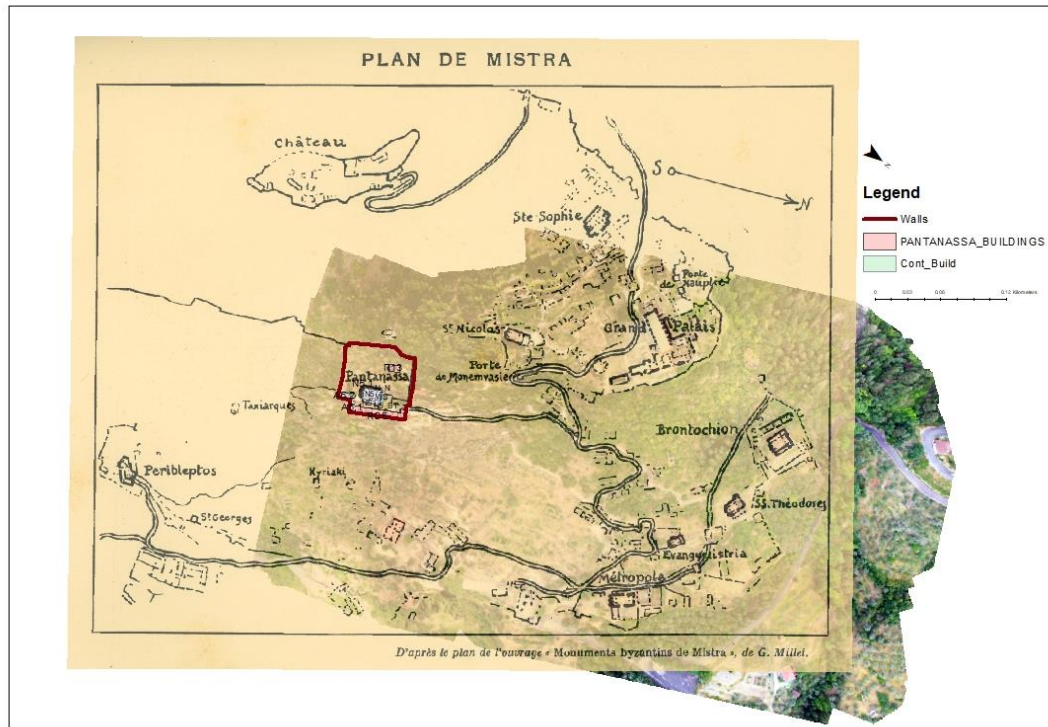


Εικόνα 5.14 Τοπογραφικός χάρτης Β' Ενετοκρατίας



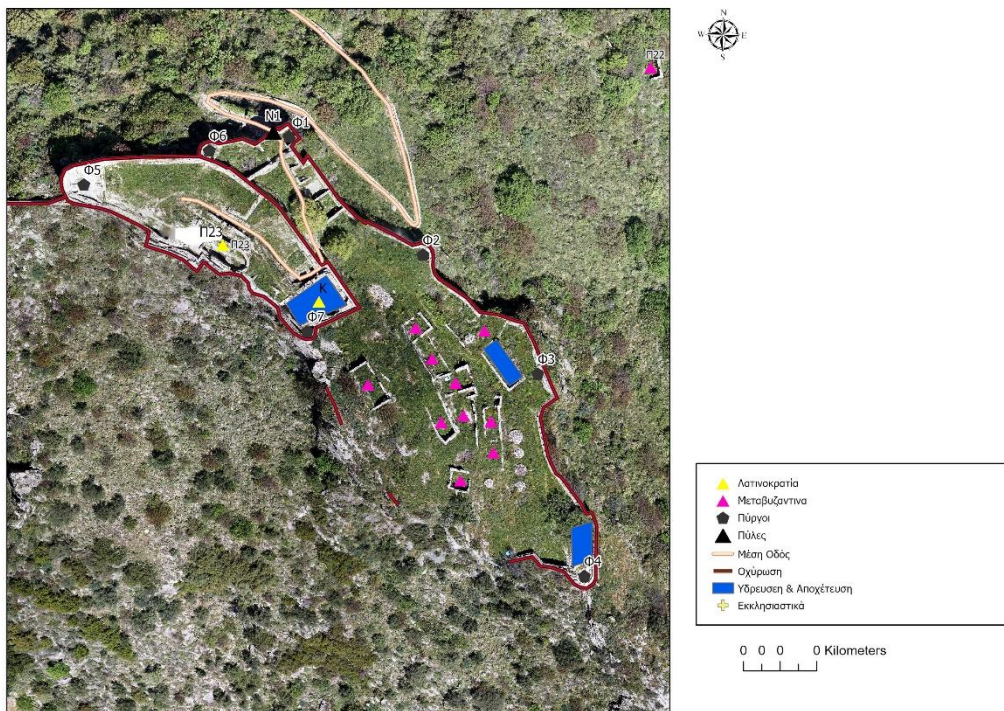
Εικόνα 5.15 Τοπογραφικός χάρτης "Πλάνο του Μυστρά" από τον G. Millet

Οι ιστορικοί χάρτες ψηφιοποιούνται μέσω σάρωσης που μεταφέρεται στη συνέχεια στο ΣΓΠ. Για τη γεωαναφορά των σαρωμένων εικόνων αναγνωρίζονται στοιχεία του σημερινού τοπίου ως σημεία αναφοράς στη σαρωμένη εικόνα. Μέσω της γεωαναφοράς αντιστοιχίζεται και η κλίμακα σε εκείνη του ορθοφωτοχάρτη. Η αντιπαραβολή με το ιστορικό τοπογραφικό δίνει συγκριτικά στοιχεία με την καταγραφή του Levasseur σε σχέση με την αρχαιολογική μελέτη και τα κατάλοιπα που υπάρχουν σήμερα. Στην Εικόνα 5.16 παρουσιάζεται η παράθεση του τοπογραφικού διαγράμματος του Millet πάνω από τον ορθοφωτοχάρτη για τη Μονή Παντάνασσας.

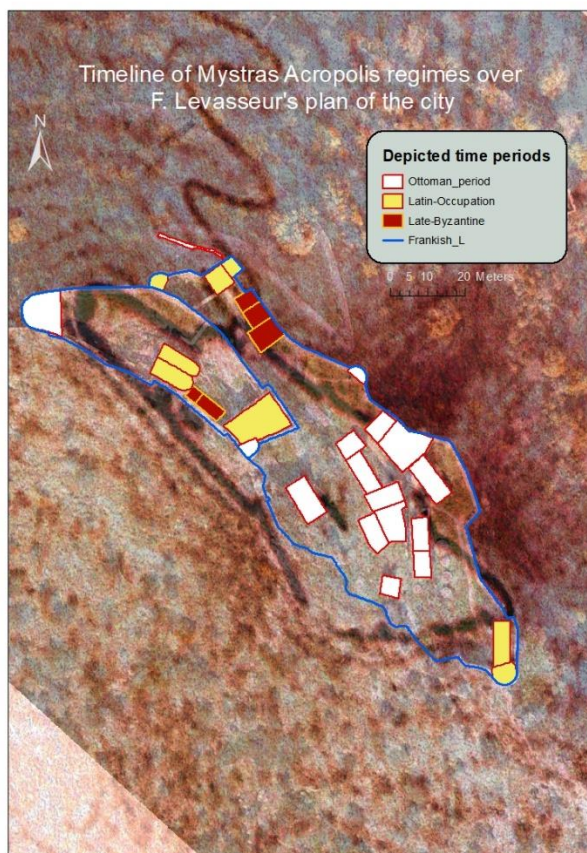


Εικόνα 5.16 Παράθεση ιστορικού τοπογραφικού πλάνου του G. Millet πάνω στον ορθοφωτοχάρτη του οικισμού

Πλήθος συμπερασμάτων μπορούν να προκύψουν από τη χωρική ανάλυση του οικισμού στις διαφορετικές ιστορικές περιόδους. Ενδεικτικά, στη μελέτη της Ακρόπολης του Μυστρά από τη μελέτη των επιπέδων της γεωβάσης γίνεται κατανοητό πως μετά την κατασκευή του Κάστρου από τους Φράγκους κατά την πρώτη περίοδο μελέτης δεν υπάρχει έντονη δραστηριότητα μέχρι την περίοδο της τουρκοκρατίας. Στη Μεταβυζαντινή φάση του Μυστρά λοιπόν, 1460-1821 παρατηρείται έντονη οικοδόμηση μικρών κτισμάτων μεταξύ του εσωτερικού τείχους, άνω περίβολος, και του εξωτερικού τείχους του Κάστρου (Εικόνα 5.17) ενώ στην Εικόνα 5.18 παρουσιάζεται το Κάστρο συγκριτικά με το ιστορικό τοπογραφικό διάγραμμα του Levasseur.



Εικόνα 5.17 Άποψη του Κάστρου και των ταυτοποιημένων κτισμάτων και οχυρώσεων



Εικόνα 5.18 Άποψη του Κάστρου με υπέρθεση του τοπογραφικού πλάνου της Β' Ενετοκρατίας

Η πολύπλευρη αυτή ανάπτυξη διακρίνεται με βάση τη διοικητική κατάσταση της πόλης συνολικά σε πέντε περιόδους. Χρονολογικά οι περίοδοι αντιστοιχούν στις εξής χρονολογικές φάσεις:

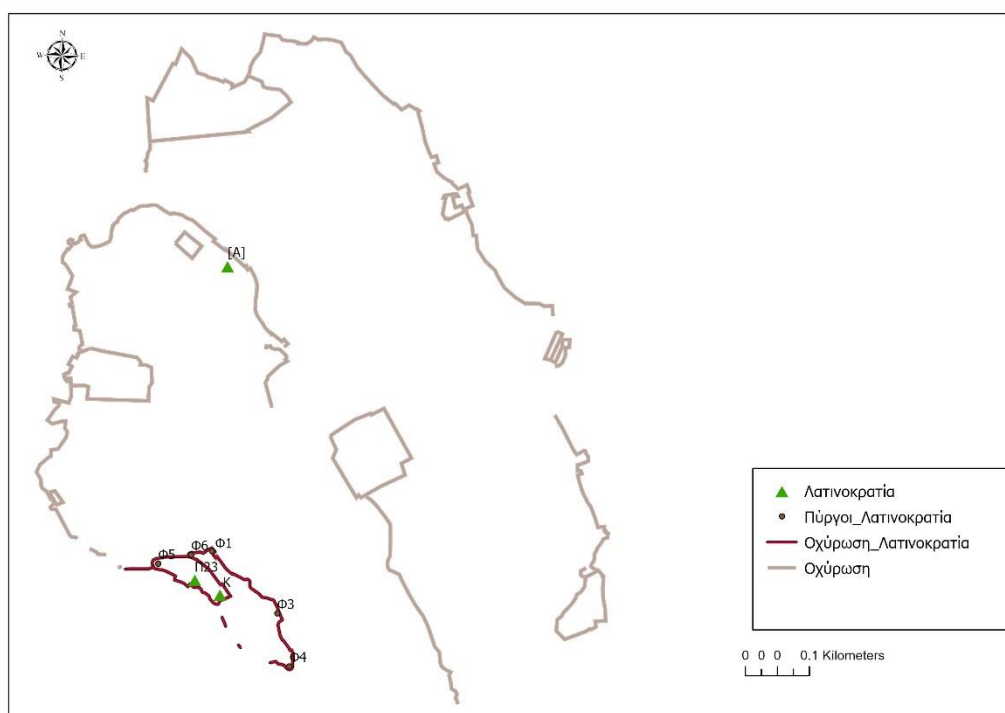
- Λατινοκρατία 1249 – 1262
- Υστεροβυζαντινή Α' 1262 – 1348 (περίοδος διοικητή, «η κεφαλή»)
- Υστεροβυζαντινή Β' 1348 – 1384 (περίοδος Καντακουζηνών)
- Υστεροβυζαντινή Γ' 1384 – 1460 (περίοδος Παλαιολόγων)
- Μεταβυζαντινή 1460 – 1821

Στο περιβάλλον του ΣΓΠ δημιουργήθηκαν πολλαπλά επίπεδα πληροφορίας σχετικής με τον οικισμό. Για την περιγραφή του οικιστικού ιστού χρησιμοποιήθηκε εκτεταμένα η πληροφορία που δημοσιεύει στη διδακτορική του διατριβή ο Δρ. Σταύρος Αρβανιτόπουλος με τίτλο «Η Πόλη του Μυστρά: Όψεις της οργάνωσης και λειτουργίας ενός υστεροβυζαντινού αστικού συνόλου με βάση τις πηγές και τα κοσμικά κτίσματα». Η κωδικοποίηση των δομών ακολουθούν την αρίθμηση που χρησιμοποιεί ο Δρ. Αρβανιτόπουλος (Αρβανιτόπουλος, 2004), ενιαία με αραβικούς αριθμούς. Για τα κτήρια Α έως Ψ διατηρείται η αρίθμηση του Αναστάσιου Ορλάνδου (Ορλάνδος, 2000)

5.5.1 Λατινοκρατία 1249 - 1262

Μετά την πρώτη άλωση της Κωνσταντινούπολης το 1204 κατά τη Δ' Σταυροφορία, Φράγκοι και Λατίνοι μοιράζουν τα εδάφη της Αυτοκρατορίας και η Πελοπόννησος περνά ως Φέουδο στην οικογένεια των Βιλλεαρδουίνων. Την Λακεδαιμονία, την «Βυζαντινή Σπάρτη», καταλαμβάνουν οι Φράγκοι το 1207 κατακτώντας σημαντικό μέρος της Λακωνίας εκτός από τη Μονεμβασία, τα εδάφη των Τσακώνων στον Πάρνωνα και των Σλάβων Μηλιγγών στην οροσειρά του Ταυγέτου. Την πόλη και το κάστρο της Μονεμβασίας καταλαμβάνει ο Φράγκος Πρίγκιπας της Αχαΐας Γουλιέλμος Β' Βιλλεαρδουίνος μόλις το 1246 μετά από τριετή πολιορκία. Κατά την επιστροφή του από τη Μονεμβασία το 1249 ο Γουλιέλμος Β' κτίζει, έξι χιλιόμετρα νοτιοδυτικά της Σπάρτης, σε θέση καίρια για τον έλεγχο της κοιλάδας του Ευρώτα, εμβληματικό κάστρο οχυρό στην κορυφή του λόφου Μυζηθρά (Εικόνα 5.19) ακολουθώντας την τακτική των Βιλλεαρδουίνων να τοποθετούν φρουρές σε υπάρχοντα κάστρα ή και να κτίζουν νέα σε επίκαιρα σημεία της επαρχίας της Πελοποννήσου (Σίνος, 2009) (Καλονάρος, 1940).

Η πρώτη περίοδος που παρουσιάζεται στην εικόνα αφορά την περίοδο της Λατινοκρατίας στην περιοχή και συγκεκριμένα από το 1249 έως το 1262.



Εικόνα 5.19 Κτίσματα του Μυστρά κατά την Α' Λατινοκρατία

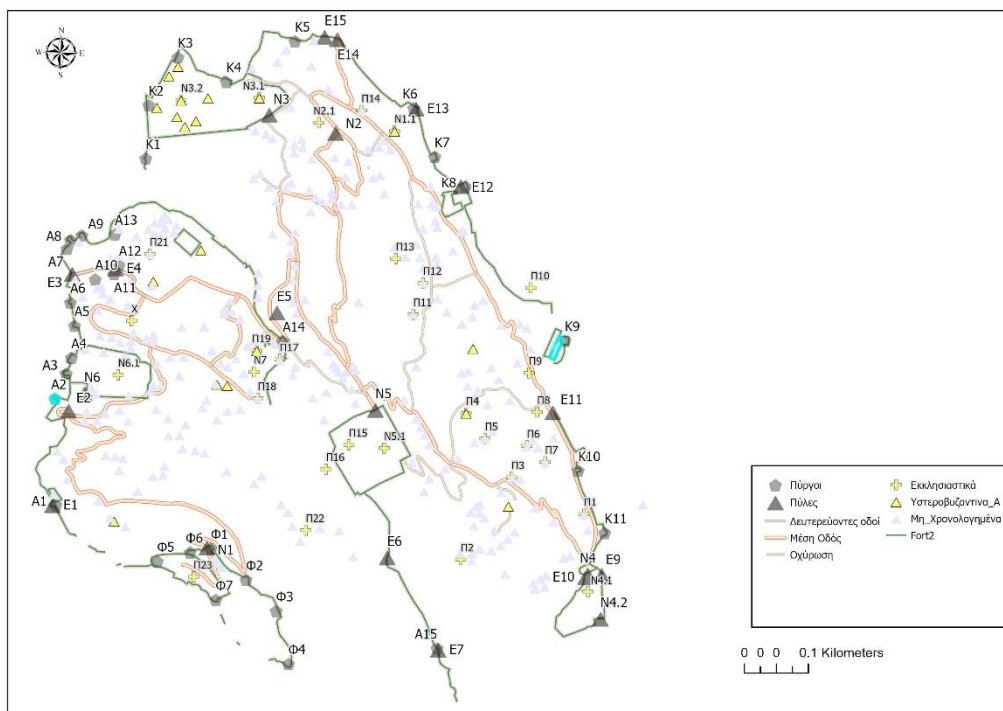
Άμεσα αντιλαμβάνεται κανείς πως στον χώρο που οριοθετείται σήμερα η πόλη του Μυστρά από την οχύρωση που εμφανίζεται ως οδηγός, από το 1249 μέχρι το 1262 και την τελική παράδοση του οικισμού στον Βυζαντινό Αυτοκράτορα, υπήρχαν ελάχιστα κτίσματα. Συγκεκριμένα, διακρίνονται, το Κάστρο με τους πέντε πύργους, τα δύο παρεκκλήσια του και το κτήριο της φρουράς [Κ] καθώς και το κτήριο Α του «φόρου», που θα αποτελέσει αργότερα τον πυρήνα ανάπτυξης του συγκροτήματος των παλατιών.

5.5.2 Υστεροβυζαντινή Α' 1262 – 1348

Η επόμενη περίοδος μελέτης περιλαμβάνει την πρώτη περίοδο βυζαντινής κυριαρχίας του Μυστρά, από το 1262 έως το 1348, την υστεροβυζαντινή Α (Εικόνα 5.20). Το 1259 ο Μυστράς περνά σε Βυζαντινή κυριαρχία όταν ο Γουλιέλμος Β' πιάνεται αιχμάλωτος από δυνάμεις των Βυζαντινών κατά τη μάχη της Πελαγονίας. Διαπραγματεύεται την απελευθέρωσή του κατά την οποία παραχωρεί στον Βυζαντινό Αυτοκράτορα Μιχαήλ Η' Παλαιολόγο τα κάστρα της Μεγάλης Μαΐνης, της Μονεμβασίας και του Μυστρά (Καλονάρος, 1940). Το 1262 οι Φράγκοι παραδίδουν τον Μυστρά στις Βυζαντινές δυνάμεις. Ο Γουλιέλμος Β' συνεχίζει, παρά τη συμφωνία με τους Βυζαντινούς, τη διεκδίκηση του Μυστρά, παρατείνοντας την ένταση στην περιοχή και οδηγώντας μέρος

του πληθυσμού της Λακεδαιμονίας (Μεσαιωνική Σπάρτη) να μετακινηθεί στους πρόποδες του λόφου κάτω από το κάστρο αναζητώντας μεγαλύτερη ασφάλεια. Αυτή η γενικευμένη ανασφάλεια και επικείμενη αύξηση του πληθυσμού στην περιοχή κάτω από το κάστρο οδηγεί στην ουσιαστική «γένεση του Μυστρά» μεταξύ 1262 και 1264 (Αρβανιτόπουλος, 2004). Την ίδια περίοδο μεταφέρθηκε και η Μητρόπολη της Λακεδαιμονίας στον Μυστρά με την ανέγερση του Μητροπολιτικού Ναού του Αγίου Δημητρίου. Την ανέγερση του Μητροπολιτικού Ναού ακολούθησε η κατασκευή του πρώτου καθολικού της μονής Βροντοχίου αφιερωμένο στους Αγίους Θεοδώρους μεταξύ 1290 και 1295. Δεκαπέντε χρόνια αργότερα κατασκευάζεται νέος ναός την Θεοτόκου Οδηγήτριας με την κατασκευή του οποίου επεκτείνεται η μονή Βροντοχίου σημαντικά προς τα βορειοδυτικά (Σίνος, 2009). Κατά την περίοδο 1259 έως 1349 ο Μυστράς γίνεται πλέον έδρα του επαρχιακού διοικητή των βυζαντινών κτίσεων της Πελοποννήσου, «η κεφαλή», που άλλαζε κάθε χρόνο.

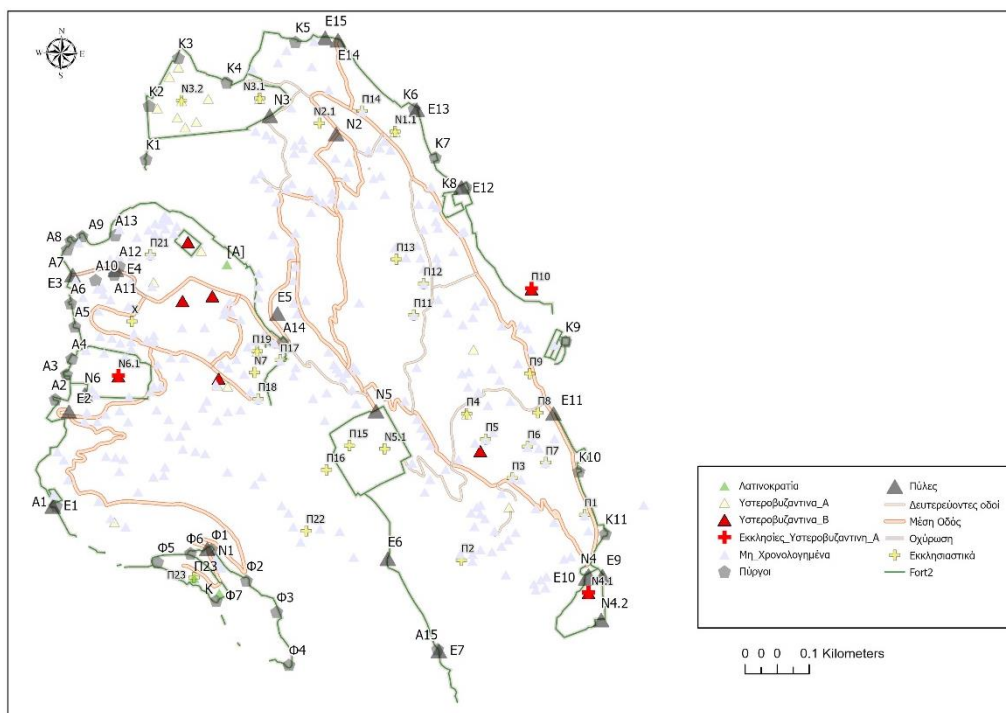
Η νέα πόλη, Χώρα, δημιουργείται στην περιοχή κάτω από το Φράγκικο Κάστρο της κορυφής η οποία και περιτειχίζεται (Σίνος, 2009). Στην Εικόνα 5.20 παρουσιάζεται η εικόνα της πόλης στην φάση αυτή. Η αύξηση του πληθυσμού είναι άμεσα εμφανής από τις πολυάριθμες κατοικίες (κίτρινα τρίγωνα). Η πόλη περιτειχίστηκε πολύ σύντομα από την πρώτη βυζαντινή αρχή. Τα τείχη εκτείνονται από το κάστρο δυτικά προς τη σημερινή άνω πύλη του αρχαιολογικού χώρου (A2) μέχρι τα ανάκτορα και προς τα ανατολικά μετά τη Μονή Παντανάσσης (N5.1). Η Παντάνασσα αποτελεί κτίσμα της υστεροβυζαντινής Γ' περιόδου 1384 - 1428. Με ανοιχτό γκρι απεικονίζονται και τα μη χρονολογημένα κτήρια, κυρίως οικίες, τοποθετημένα στο χώρο καθώς συμπληρώνουν την πολεοδομική αποτύπωση της πόλης από το 1262 έως το 1460 οπότε και παραδόθηκε ο Μυστράς στους Οθωμανούς κατακτητές.



Εικόνα 5.20 Μορφή της Υστεροβυζαντινής Α' περιόδου του οικισμού (1262 – 1348)

5.5.3 Υστεροβυζαντινή Β' 1348 – 1384

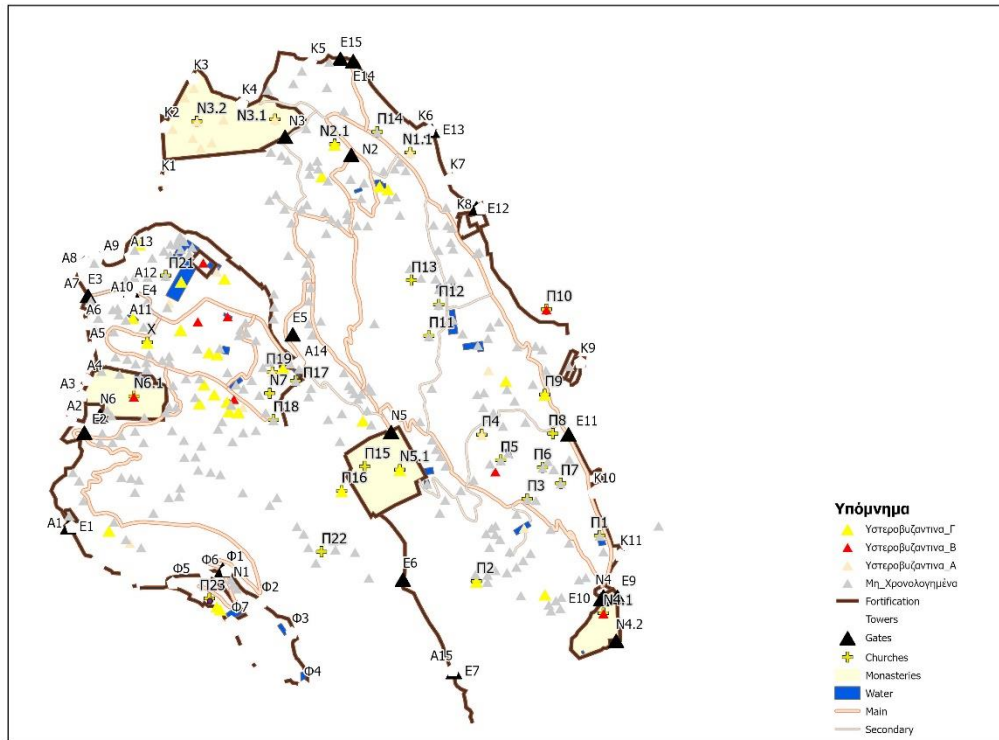
Η δεύτερη υστεροβυζαντινή περίοδος απεικονίζει την ιστορική φάση, από το 1348 έως το 1384, όπου ο Μυστράς αναβαθμίζεται σε Δεσποτάτο, υπό την ηγεμονία των Καντακουζηνών. Ο Μυστράς ως Δεσποτάτο αποτελεί μία από τις σημαντικότερες επαρχίες της αποδυναμωμένης Βυζαντινής Αυτοκρατορίας. Ο Αυτοκράτορας Ιωάννης Στ' Καντακουζηνός ορίζει τον δευτερότοκο γιο του Μανουήλ, Δεσπότη, ιδρύοντας έτσι το Δεσποτάτο του Μορέως με πρωτεύουσα τον Μυστρά. Ο Μυστράς περνάει μια σημαντική περίοδο άνθησης παίζοντας σημαντικό ρόλο στο Βυζάντιο μέχρι τη δύση της Αυτοκρατορίας (Εικόνα 5.21). Κατά την περίοδο του Δεσπότη Μανουήλ κτίζονται η μονή Ζωοδότου που σήμερα θεωρείται η Μονή της «Αγίας Σοφίας» (N6.1) καθώς και η Μονή Περιβλέπτου (N4.1) στο ΝΑ μέρος της πόλης.



Εικόνα 5.21 Άποψη του οικισμού κατά τη δεύτερη υστεροβυζαντινή περίοδο (1348-1384)

5.5.4 Υστεροβυζαντινή Γ' 1384 – 1460

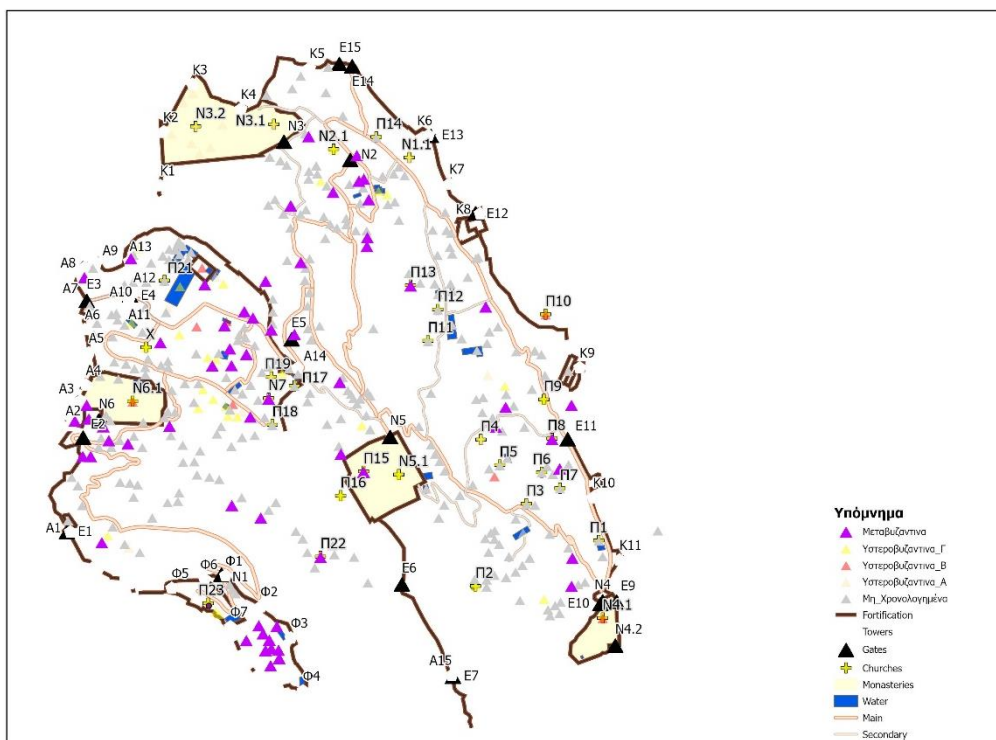
Με την επικράτηση του Οίκου των Παλαιολόγων στο Δεσποτάτο καθορίζεται η τρίτη υστεροβυζαντινή περίοδο του Μυστρά, 1384 – 1460 (Εικόνα 5.22). Στο διάστημα αυτό κτίζεται η Μονή Παντάνασσας νότια της Αγίας Σοφίας σε περίοπτη θέση στην απότομη πλαγιά του λόφου στο νοτιοδυτικό άκρο της Κάτω Πόλης. Το καθολικό της Μονής αποτελεί το τελευταίο μεγάλο βυζαντινό εκκλησιαστικό έργο της πόλης (Σίνος, 2009). Η περίοδος 1384 - 1460 αποτελεί και την τελευταία περίοδο της Βυζαντινής κυριαρχίας στην πόλη την οποία θα διαδεχθεί η Οθωμανική κυριαρχία στην περιοχή.



Εικόνα 5.22 Άποψη του οικισμού κατά την Υστεροβυζαντινή Γ' (1384 - 1460)

5.5.5 Μεταβυζαντινή 1460 – 1821

Τέλος, μετά την άλωση της Κωνσταντινούπολης το 1453, οι Τούρκοι καταλαμβάνουν τη βόρεια Πελοπόννησο και το 1460 κάτω από την ασφυκτική πίεση των πολιορκητών Οθωμανών ο Μυστράς παραδίδεται στους Τούρκους. Υπό την Οθωμανική κυριαρχία ο Μυστράς διατηρεί σημαντική θέση στην Οθωμανική αυτοκρατορία και αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα κέντρα παραγωγής μεταξίου της Ανατολικής Μεσογείου, ορίζοντας την τελευταία περίοδο, 1460 – 1821 (Εικόνα 5.23).



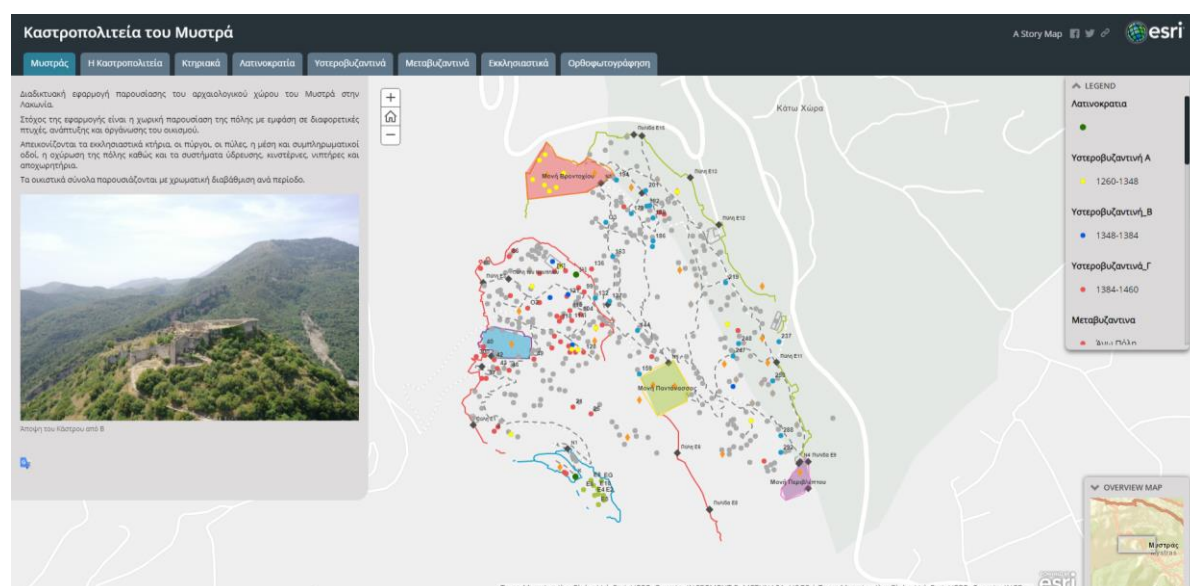
Εικόνα 5.23 Άποψη του Μυστρά κατά τη Μεταβυζαντινή περίοδο (1460 - 1821)

Αξίζει να σημειωθεί πως από το 1687 και μέχρι το 1715 ο Μυστράς περνά μια σύντομη περίοδο υπό την κυριαρχία των Ενετών που καταλαμβάνουν την Πελοπόννησο και ξαναπερνά στα χέρια των Οθωμανών το 1715. Πλήττεται σοβαρά κατά τα Ορλωφικά το 1770 λόγω συμμετοχής στην εξέγερση όπου μεγάλο μέρος της πόλης καταστρέφεται από Αλβανούς μισθοφόρους ενώ σημαντικό μέρος του Ελληνικού πληθυσμού σκοτώνεται ή εξαναγκάζεται να φύγει (Αρβανιτόπουλος, 2004).

Μετά την έναρξη της Ελληνικής επανάστασης του 1821 και την ίδρυση του Ελληνικού κράτους το 1834 ιδρύεται η νέα πόλη της Σπάρτης και μεγάλο μέρος των κατοίκων του Μυστρά εγκαταλείπει την Καστροπολιτεία η οποία κηρύσσεται το 1921 ως προέχον βυζαντινό μνημείο. Μόλις το 1953 εγκαταλείπουν τον οικισμό οι τελευταίοι κάτοικοι και το 1989 ο αρχαιολογικός χώρος του Μυστρά εντάσσεται από την UNESCO στον κατάλογο της Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς αποτελώντας και την καλύτερα σωζόμενη βυζαντινή πολιτεία της Ελλάδας (Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού, 2021).

5.6 Η Καστροπολιτεία του Μυστρά – ESRI Story Maps

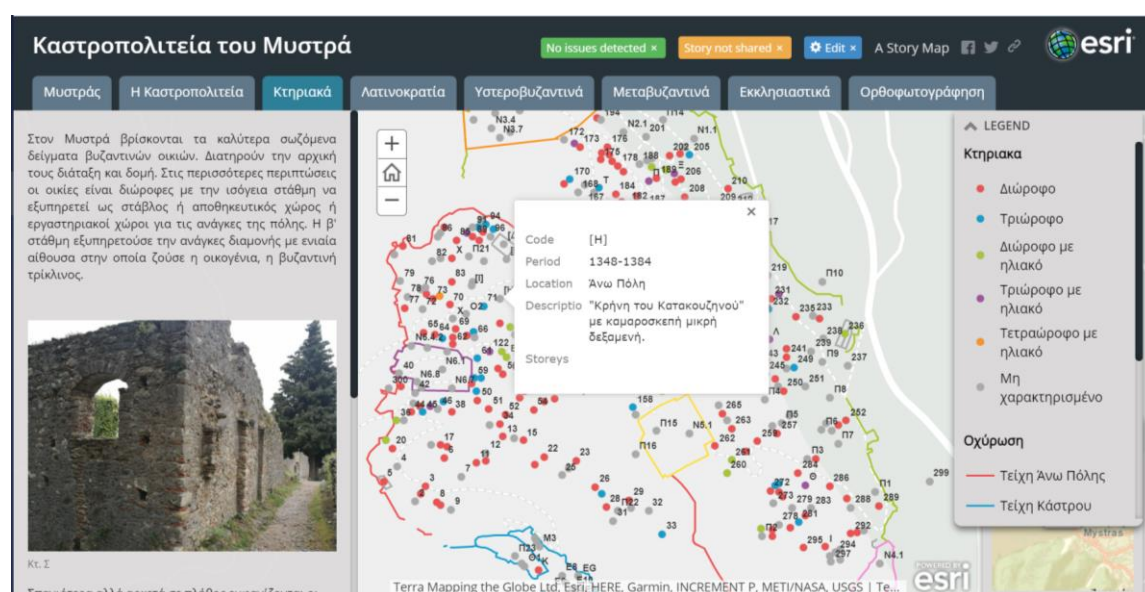
Η γεωβάση δεδομένων για τη χωρική μελέτη της πόλης του Μυστρά αναπτύχθηκε στο ArcGIS Pro. Χωρίς το εγκατεστημένο όμως λογισμικό δε μπορεί να δημοσιευθεί ή να μελετηθεί παρά μόνο ως στατικούς χάρτες. Για τον λόγο αυτό αναπτύχθηκε και διαδικτυακή εφαρμογή που εμπεριέχει την πληροφορία της μελέτης διαθέσιμη μέσω της πλατφόρμας του ArcGIS Online (<https://arcgis.com/arcgis/1SSGn80>). Το ArcGIS Online επιτρέπει μεταξύ άλλων και την ανάπτυξη ιστοριών, τα επονομαζόμενα Story Maps. Η Καστροπολιτεία του Μυστρά παρουσιάζεται σαν διαδραστική εφαρμογή στο ArcGIS Online με το Map Series. Η εφαρμογή χωρίζεται σε 10 ενότητες μέσω σελιδοδεικτών (tabs) που εμφανίζονται στο πάνω μέρος της σελίδας (Εικόνα 5.24).



Εικόνα 5.24 Στιγμιότυπο οθόνης πρώτης σελίδας του Map Series με τίτλο "Η Καστροπολιτεία του Μυστρά"

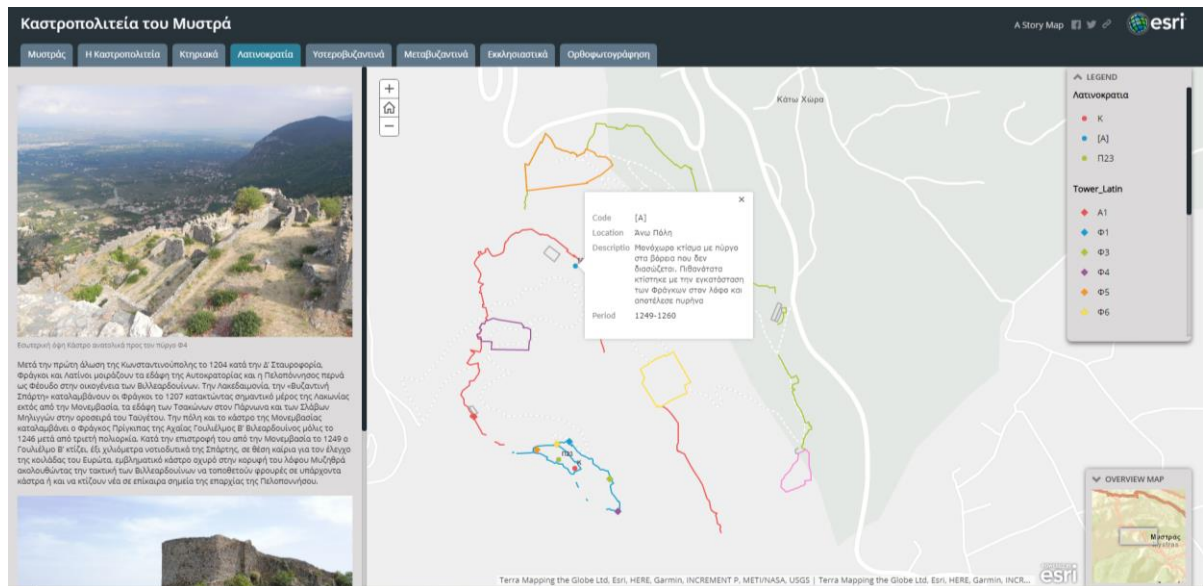
Η κάθε ενότητα παρουσιάζει τον αρχαιολογικό χώρο από διαφορετική οπτική. Η εισαγωγική ενότητα αναφέρεται γενικά στον Μυστρά με μία σύντομη περιγραφή της εφαρμογής σε υπέρθεση με διαδραστικό χάρτη του συνόλου του οικιστικού ιστού, των εκκλησιών, της οχύρωσης κλπ. Στη συνέχεια παρουσιάζεται στην ενότητα «Η Καστροπολιτεία» σύντομη αναφορά στον αρχαιολογικό χώρο και τη δομή του μέσω εικόνας και σε στατικού χάρτη από τη μελέτη στο ArcGIS Pro. Η τρίτη ενότητα εισάγει τον χρήστη στην οικιστική οργάνωση του Μυστρά. Παρατίθεται σύντομη παρουσίαση της μορφής της οικίας στον Μυστρά με φωτογραφίες ενδεικτικών κτηρίων εντός του

οικισμού σήμερα. Η πληροφορία παρουσιάζεται σε υπέρθεση σε διαδραστικό χάρτη που περιέχει το σύνολο των οικιών και κτισμάτων, εκτός εκκλησιών, παρεκκλησιών και πυλών. Κάθε κτίσμα απεικονίζεται στον χάρτη με ένα στίγμα και τον κωδικό του. Πατώντας πάνω στο στίγμα αναδύεται παράθυρο με τον κωδικό του κτίσματος, τη χρονολογική του κατάταξη στις πέντε περιόδους μελέτης, την θέση του στον οικισμό μία σύντομη περιγραφή και τον αριθμό των ορόφων (Εικόνα 5.25). Στην λεζάντα εμφανίζεται η ταξινόμηση των κτισμάτων σε ορόφους και αν το κτίσμα είχε ή όχι ηλιακό (εξώστης που οι Βυζαντινοί ονόμαζαν ηλιακούς) (Ορλάνδος, 2000).



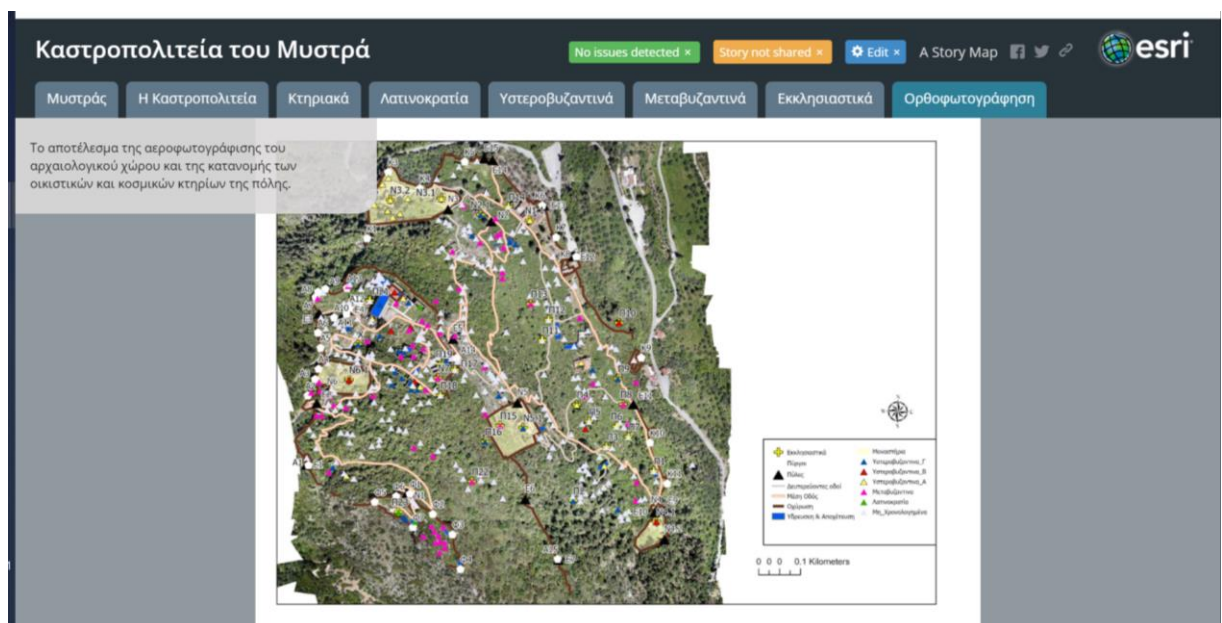
Εικόνα 5.25 Στιγμιότυπο της ενότητας "Κτίσματα" της διαδικτυακής εφαρμογής

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η χρονική οικοδόμηση της πόλης στις πέντε περιόδους που ορίστηκαν νωρίτερα, Λατινοκρατία (Εικόνα 5.26), Υστεροβυζαντινή Α', Υστεροβυζαντινή Β', Υστεροβυζαντινή Γ' και Μεταβυζαντινή. Είναι ενδιαφέρουσα η οπτικοποίηση της χρονικής εξέλιξης στον πολυεδομικό ιστό του οικισμού που όμως δε μπορεί να είναι πλήρης αφού πολλές οικίες δεν έχουν χαρακτηρισθεί χρονολογικά. Για τον λόγο αυτό παρουσιάζονται και στις τρεις υστεροβυζαντινές περιόδους τα μη χρονολογημένα κτίσματα ώστε να είναι πιο αντιπροσωπευτική η έντονη οικοδόμηση και ανάπτυξη του οικισμού την περίοδο εκείνη που είναι γνωστό πως γνώρισε και τη μεγαλύτερη άνθησή του (Σίνος, 2009).



Εικόνα 5.26 Στιγμιότυπο οθόνης της διαδικτυακής εφαρμογής στη σελίδα της Λατινοκρατίας

Τέλος, παρουσιάζονται τα εκκλησιαστικά κτήρια και στην τελευταία ενότητα παρουσιάζεται στατική εικόνα από το ArcGIS Pro με τον ορθοφωτοχάρτη και όλα τα στοιχεία της γεωβάσης δεδομένων που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της μελέτης της αποτύπωσης και διαχείρισης αρχαιολογικής πληροφορίας στον αρχαιολογικό χώρο του Μυστρά (Εικόνα 5.27).



Εικόνα 5.27 Αποτέλεσμα ορθοφωτογράφισης και ανάπτυξης γεωβάσης δεδομένων για τον αρχαιολογικό χώρο του Μυστρά

Η συνεχής εξέλιξη των διαθέσιμων τεχνολογιών αυξάνει τη διαθεσιμότητα νεότερων και καλύτερων εργαλείων για την αποτύπωση αρχαιολογικών χώρων και μνημείων. Πιο συγκεκριμένα όσον αφορά τη διάθεση ψηφιακών μέσων τα μικρά και οικονομικά ΣμηΕΑ που αυξάνονται συνεχώς στην αγορά επιτρέπουν στους επιστήμονες της αρχαιολογίας και διαχείρισης πολιτισμικής κληρονομιάς πρόσβαση σε μέσα για την ταχύτερη και ακριβέστερη αποτύπωση των αρχαιολογικών χώρων.

Η οπτικοποίηση ιστορικής πληροφορίας αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια των επιστημόνων σήμερα. Η παρουσίαση, ερμηνεία και διάδοση δεδομένων δημιουργεί ένα σύνθετο πλαίσιο μελέτης αρχαιολογικής και ιστορικής πληροφορίας σε ένα καινοτόμο περιβάλλον ελκυστικό σε μεγάλο εύρος χρηστών από εφαρμογές εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας έως διαδραστικούς χάρτες και ψηφιακά παιχνίδια (Lepouras, et al., 2001). Με τα Story Maps της ESRI δημιουργείται ένα περιβάλλον οπτικής εξιστόρησης που σε ένα συγκεντρωμένο χώρο παρουσιάζεται σημαντικός όγκος πληροφορίας, ιστορικών, πληθυσμιακών, δομικών, θρησκευτικών κ.α. παραγόντων. Η πολυδιάστατη αυτή προσέγγιση γίνεται διαθέσιμη μέσω διαδικτύου επιταχύνοντας έτσι τη διάδοση της πληροφορίας.

Η συγκεντρωμένη πληροφορία σε διαδραστική πλατφόρμα διευρύνει το πεδίο της υπάρχουσας δημοσιευμένης έρευνας ενώ ενισχύει τη διάχυση σε μεγαλύτερο κοινό. Δημιουργεί τις συνθήκες ανάπτυξης εικονικής περιήγησης στον χώρο μέσω διαδικτύου με την καθοδήγηση του χάρτη του οικισμού και την ενσωματωμένη πληροφορία. Αποτελεί έναν τύπο ψηφιακής περιήγησης στον αρχαιολογικό χώρο που μπορεί να λειτουργήσει ως εργαλείο ενώ βρίσκεται ο επισκέπτης εκεί ή για απομακρυσμένη περιήγηση.

Κεφάλαιο 6 Επίλογος

Στόχος της ΔΔ ήταν η διερεύνηση της χρήσης των νέων τεχνολογιών στη μελέτη, ερμηνεία, διαχείριση και προβολή του αρχαιολογικού τοπίου. Αυτό μπορεί να επιτυγχάνεται στην κατεύθυνση της μελέτης του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος μέσω της μελέτης των ιζημάτων του χώρου, την καταγραφή των βασικών περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών του τοπίου καθώς και την αποτύπωση αρχαιολογικού χώρου. Συγκεκριμένα,

1. Το χημικό αποτύπωμα, τόσο της ανθρώπινης δραστηριότητας όσο και των περιβαλλοντικών μεταβολών σε έναν χώρο, γίνεται αντιληπτό στις χημικές αναλύσεις των ιζημάτων του. Στην προσέγγιση της ερευνητικής αυτής μελέτης τα αρχαιολογικά ιζήματα της Αρχαίας Θουρίας και της Ακρολαμίας μελετώνται σε ανασκαφικές τομές παρουσιάζοντας τη μεταβολή στη συγκέντρωση των στοιχείων κάθετα στη στρωματογραφία με φορητή συσκευή φασματοσκοπίας φθορισμού ακτίνων X (X-Ray Fluorescence spectroscopy - XRF).
2. Η ερμηνεία των βασικών παραμέτρων του τοπίου με τη χρήση ΣΓΠ ArcGIS Pro, αναδείχθηκαν τα χαρακτηριστικά των περιοχών μελέτης στην Αρχαία Θουρία, την Ακρολαμία και τον Μυστρά, προσφέροντας επιπλέον στοιχεία στη μελέτη και διασύνδεση με τη χρήση γης.
3. Η αποτύπωση του αρχαιολογικού χώρου του Μυστρά παρουσιάζει την καινοτομία στην εφαρμογή της αποτύπωσης χώρου με χρήση ΣμηΕΑ και δέκτη GPS στην αρχαιολογία. Η ταυτοποίηση των δομών του αρχαιολογικού χώρου αποτελεί μία νέα προσέγγιση και πρωτότυπη χρήση δημοσιευμένου υλικού που εν συνεχεία χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη σύνθετης και δυναμικής γεωβάσης δεδομένων για την περαιτέρω μελέτη και ανάδειξη του χώρου.

Όσον αφορά τη διερεύνηση της χρησιμότητας της ανάπτυξης ψηφιακών εφαρμογών για τη διαχείριση και προβολή πολιτιστικής κληρονομιάς δημιουργήθηκαν τρεις εφαρμογές στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος «Καλαμάτα 1821: Δρόμοι Ελευθερίας» με στόχο την ανάδειξη και προβολή της πολιτιστικής κληρονομιάς με τη χρήση αρχαιολογικής, ιστορικής και λαογραφικής πληροφορίας. Πιο αναλυτικά η μελέτη των στόχων της ΔΔ οδήγησαν στα παρακάτω συμπεράσματα.

6.1.1 Ανάδειξη και διαχείριση πολιτιστικής κληρονομιάς μέσω ψηφιακών εφαρμογών

Στο πλαίσιο της ανάδειξης και διαχείρισης πολιτιστικής κληρονομιάς μέσω ψηφιακών εφαρμογών υλοποιήθηκαν τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις. Στις δύο, στόχος ήταν η ανάδειξη ιστορικής πληροφορίας μέσω χωρικής αναπαράστασης σε υπόβαθρο σύγχρονο και σε περιβάλλοντα λειτουργικά και άμεσα διαθέσιμα. Η εφαρμογή «Roads of Freedom», διαθέσιμη μέσω διαδικτύου και της πλατφόρμας ArcGIS online δημιουργεί άμεση διασύνδεση με τον χρήστη. Αντίστοιχα, η εμπειρία του επισκέπτη μιας ενημερωτικής ιστοσελίδας όπως εκείνη του «Καλαμάτα 1821: Δρόμοι Ελευθερίας» γίνεται ταξίδι στο χρόνο μέσω του χάρτη «Kalamata Action Map». Η τρίτη εφαρμογή χρησιμοποιεί την τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας για να μετατρέψει την ανάγνωση ενός εντύπου σε εμπειρία. Η παρουσίαση επαυξημένου υλικού σε έντυπα αποτελεί μία καινοτομία στη διάχυση πολιτιστικών προγραμμάτων με τη διασύνδεση των τεχνολογικών μέσων με την πολιτιστική κληρονομιά.

Συνολικά, οι εφαρμογές της πρώτης ενότητας της ΔΔ παρουσιάζουν ένα πακέτο εμπειριών πόλης, φυσικών και ψηφιακών με δυνατότητα περιήγησης, ενημέρωσης, διασκέδασης διασυνδέοντας την ιστορία και τον λαϊκό πολιτισμό του 21' θεματικές όπως παραδόσεις, έθιμα, αρχιτεκτονική, μουσική, κλπ.

6.1.2 Μελέτη και διαχείριση ανασκαφικών δεδομένων

Στη δεύτερη ενότητα της ΔΔ αναπτύχθηκε μεθοδολογία για τη συσχέτιση χρήσης γης με το χημικό αποτύπωμα από ανθρώπινη δραστηριότητα στα ιζήματα της στρωματογραφίας αρχαιολογικής ανασκαφικής τομής. Η μεθοδολογία περιλαμβάνει τη χημική ανάλυση δειγμάτων ιζήματος που συγκεντρώνονται από ανασκαφικές τομές. Η χημική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο φασματοσκοπίας φθορισμού ακτίνων X (X-Ray Fluorescence spectroscopy - XRF) σε δείγματα από τρεις τομές. Το συμπέρασμα στο οποίο οδηγούμαστε τόσο από τη μελέτη της στρωματογραφίας του Ασκληπιείου της Αρχαίας Θουρίας όσο και της τομής στον λόφο της Ακρολαμίας είναι πως είναι δυνατό να αξιολογηθούν οι ακολουθίες αρχαιολογικών, ιστορικών και σύγχρονων κατάλοιπων για την αποκάλυψη της δραστηριότητας σε μία περιοχή ή έναν χώρο. Η χημική ανάλυση για τη μελέτη της στρωματογραφίας μέσα στο Ασκληπιείο οδήγησε στην κατηγοριοποίηση των μακροσκοπικών στρωμάτων. Η παρουσία

υψηλότερων περιεκτικοτήτων χημικών στοιχείων όπως του ασβεστίου, του σιδήρου, και του στρόντιου επιβεβαιώνει τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις στα στρώματα καταστροφής.

6.1.3 Μελέτη αρχαιολογικού τοπίου

Το τοπίο, αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της συνολικής μελέτης της αρχαιολογίας, για μια δεδομένη περιοχή. Σε μια προσπάθεια διασύνδεσης των γεωμορφολογικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων μεταξύ τους εξετάστηκαν συγκεκριμένοι παράμετροι του τοπίου όπως κλίση, έκθεση, αιολικό δυναμικό και διαθεσιμότητα καθαρού νερού. Από τη χωρική ανάλυση των στοιχείων αυτών του αρχαιολογικού τοπίου οδηγούμαστε σε συμπεράσματα για την επίδραση των παραμέτρων στην επιλογή χωροθέτησης των οικισμών.

Η μεθοδολογική προσέγγιση της σχέσης του περιβάλλοντος με την ανάπτυξη οικιστικών χώρων είναι σύνθετη διαδικασία. Με τη συσχέτιση χημικών και χωρικών παραμέτρων στην ερμηνεία του τοπίου επιτυγχάνεται καλύτερη κατανόηση της χρήσης της γης και της δραστηριότητας των πληθυσμών σε μία περιοχή.

6.1.4 Χρήση καινοτόμων τεχνολογιών στις αποτυπώσεις αρχαιολογικών χώρων

Η συνεχής εξέλιξη των διαθέσιμων τεχνολογιών αυξάνει τη διαθεσιμότητα νεότερων και καλύτερων εργαλείων για την αποτύπωση αρχαιολογικών χώρων και μνημείων. Η χρήση μικρών πτητικών μέσων, ΣμηΕΑ, επιτρέπει την άμεση και υψηλής ακρίβειας αποτύπωση αρχαιολογικών χώρων. Στη μελέτη περίπτωσης του αρχαιολογικού χώρου του Μυστρά αντιμετωπίστηκαν πληθώρα προκλήσεων που δημιουργούνται από τη μορφολογία του λόφου, την πυκνή βλάστηση και τη δυσχέρεια μετακίνησης σε όλο τον χώρο. Το ΣμηΕΑ αποτέλεσε ιδανική λύση για την φωτογράφιση και αποτύπωση μέσω φωτογραμμετρίας. Ο ορθοφωτοχάρτης της περιοχής μελέτης χρησιμοποιήθηκε ως υπόβαθρο για την οπτικοποίηση της αρχαιολογικής πληροφορίας με τη δημιουργία γεωβάσης δεδομένων που περιλαμβάνει όλα τα κτίσματα του οικισμού, τα στοιχεία οχύρωσης, ύδρευσης και αποχέτευσης και το οδικό δίκτυο. Η γεωβάση είναι διαθέσιμη για περαιτέρω ανάπτυξη και μελέτη ανάλογα με τις ανάγκες του μελετητή και μπορεί να αναρτηθεί στο διαδίκτυο ως εφαρμογή Story Map στο ArcGIS Online. Η εφαρμογή «Η Καστροπολιτεία του Μυστρά» συγκεντρώνει τις διαφορετικές φάσεις ανάπτυξης

του οικισμού παραθέτοντας σημαντικά στοιχεία του οικιστικού, και εκκλησιαστικού ιστού ενώ παρουσιάζει στο σύνολό του την πόλη. Η πολυδιάστατη αυτή προσέγγιση γίνεται διαθέσιμη μέσω διαδικτύου επιταχύνοντας έτσι τη διάδοση της πληροφορίας. Η ψηφιακή αποτύπωση και παρουσίαση του αστικού περιβάλλοντος του Μυστρά μέσα από τη χρονική του εξέλιξη αφηγείται την ιστορία της πόλης από τη γένεσή της. Το υλικό όπως παρουσιάζεται τόσο σε περιβάλλον γεωβάσης δεδομένων στο ArcGIS Pro όσο και στη διαδραστική πλατφόρμα του ArcGIS Online αποτελεί σαφές παράδειγμα της δυναμικής της συνδυαστικής παρουσίασης χωρικής και χρονικής πληροφορίας σε έναν αρχαιολογικό χώρο. Ο μελετητής έχει τη δυνατότητα να επιλέξει και να συγκρίνει τα δεδομένα ανάλογα με τις ανάγκες του καθιστώντας την εφαρμογή και τη γεωβάση δυναμικές εφαρμογές συστηματικής μελέτης και ανάπτυξης αρχαιολογικού υλικού σε ψηφιακό περιβάλλον.

6.2 Ερωτήματα για μελλοντική έρευνα

Ιδιαίτερα αναπτυσσόμενη είναι η χρήση τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας σε παιχνίδια, ξεναγήσεις και εκθέσεις στον πολιτισμό είτε πρόκειται για μουσεία, αρχαιολογικούς χώρους, βιβλιοθήκες ή εκθέσεις. Ακόμη και βιβλία και έντυπα χρησιμοποιούν όλο και περισσότερο τις δυνατότητες των έξυπνων συσκευών τηλεφώνων και τάμπλετ για τη συνδυασμένη εκπαίδευση ή αλληλεπίδραση με το κοινό. Η περαιτέρω ανάπτυξη τέτοιων τεχνολογιών στον χώρο της ιστορίας, της αρχαιολογίας και της διαχείρισης πολιτιστικής κληρονομιάς αποτελούν υποσχόμενα πεδία.

Η μελέτη και διαχείριση ανασκαφικών δεδομένων για τη διασύνδεση της ανθρώπινης δραστηριότητας σε έναν αρχαιολογικό χώρο μέσω της τοπογραφίας και του χημικού αποτυπώματος στη στρωματογραφία της ανασκαφής είναι μία σύνθετη και εν εξελίξει διαδικασία. Η χημική ανάλυση των ιζημάτων της στρωματογραφίας έδωσαν σημαντικά στοιχεία στην παρούσα ΔΔ. Σε πολλές περιπτώσεις όμως οι διακυμάνσεις στη σύσταση δεν ήταν σημαντικές και δεν ήταν πάντοτε δυνατό να διεξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα. Για το λόγο αυτό τα δείγματα των ίδιων τομών ή δείγματα από νέα στρωματογραφικά δεδομένα μπορούν να διερευνηθούν περαιτέρω με ορυκτολογική ανάλυση μέσω φασματοσκοπίου περίθλασης ακτίνων X (XRD) καθώς και ως προς τη μικρομορφολογία και στοιχειακή ανάλυση μέσω Ηλεκτρονικού Μικροσκοπίου

Σάρωσης (SEM/EDS). Καλύτερα συμπεράσματα αντίστοιχα στην κοκκομετρική ανάλυση θα μπορούσαν να παραχθούν με τη χρήση μηχανικής κοσκινιέρας σε μεγαλύτερες ποσότητες δειγμάτων. Σημαντική θα ήταν η μελέτη και παρουσίαση των χημικών αναλύσεων κατά μήκος της τομής σε τρεις διαστάσεις αποτυπώνοντας με αυτή την προσέγγιση και τις τυχόν μεταβολές κατά μήκος της επιφάνειας του στρώματος.

Για τη μελέτη του αρχαιολογικού τοπίου ιδιαίτερα χρήσιμη σε μελλοντική έρευνα θα ήταν η σύγκριση των χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος καθώς και της τοπογραφίας οικισμών και πόλεων αντίστοιχων ιστορικών περιόδων. Για παράδειγμα στην περίπτωση της Αρχαίας Θουρίας ενδιαφέρουσα θα ήταν η σύγκριση με την τοπογραφία και μορφολογία του περιβάλλοντος της Αρχαίας Μεσσήνης. Αντίστοιχα στην περίπτωση του Μυστρά με τη Μονεμβασιά ή του οικισμού του Γερακίου.

Ο αρχαιολογικός χώρος του Μυστρά αποτελεί εξαιρετική μελέτη περίπτωσης για αποτύπωση με σύστημα LIDAR σε ΣμηΕΑ. Η εφαρμογή τεχνολογίας LIDAR στην αποτύπωσή του θα αποκαλύψει όλα τα μυστικά που σήμερα καλύπτονται από τη βλάστηση. Όσον αφορά τη γεωβάση, η χρήση της μπορεί να λειτουργήσει σε εφαρμογή παρουσίασης εκπαιδευτικού υλικού της Καστροπολιτείας στο Μουσείο ή άλλο χώρο σε μεγάλη οθόνη αφής με ενσωμάτωση στοιχείων επαυξημένης πραγματικότητας όπως φιγούρα πριγκίπισσας σε παράθυρο των παλατιών, αποτύπωση σκηνής της καθημερινής ζωής, ή τη στέψη του Κωνσταντίνου ΙΑ' Παλαιολόγου στον Ι.Ν. του Αγίου Δημητρίου, κατά πως εικάζει ο μύθος. Η Καστροπολιτεία του Μυστρά αποτελεί την ιδανική μελέτη περίπτωσης για την εφαρμογή πολυδιάστατης αρχαιολογικής, ιστορικής, αρχιτεκτονικής και τοπογραφικής έρευνας και αποτύπωσης με στόχο τη διάχυση και προβολή της μέσω νέων τεχνολογιών.

Βιβλιογραφία

- Albertz, J. (2001). *Albrecht Meydenbauer – Pioneer of Photogrammetric Documentation of the Cultural Heritage*. Potsdam, s.n.
- Albertz, J. (2007). *A Look Back, 140 Years of “Photogrammetry”, Some Remarks on the History of Photogrammetry*. s.l.:PHOTOGRAMMETRIC ENGINEERING & REMOTE SENSING.
- Alexakis, D., Sarris, A., Astaras, T. & Albanakis, K. (2011). Integrated GIS, remote sensing and geomorphologic approaches for the reconstruction of the landscape habitation of Thessaly during the neolithic period. *Journal of Archaeological Science*, 38(1), pp. 89-100.
- Arrowsmith, A.(1828). *Southern Greece With the adjacent Islands*. [Τέχνη] (Eton School London).
- Augmented Reality Tour (2020). *Learn More*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.ar-tour.it/scopri-di-piu/>
- Bekele, M. K., Frontoni E., Malinverni, E.S. (2018). A Survey of Augmented, Virtual, and Mixed Reality for Cultural Heritage. *ACM Journal on Computing and Cultural Heritage*, 11(2), pp. 7-36.
- Bemis, S. P., Micklethwaite, S., Turner, D., James, M.R., Akciz, S., Thiele, S.T., Bangash, H.A. (2014). Ground-based and UAV-Based photogrammetry: A multi-scale, highresolution mapping tool for structural geology and paleoseismology. *Journal of Structural Geology*, pp. 163-178.
- Biswas, R. (2020). *Estimation of intensity of settlement activities in the Early Medieval Hillfort Královice according to accumulation of anthropogenic elements in the soil*. Prague: CZECH UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES PRAGUE .
- Brewer, D. (2011). *The Greek War of Independence, The Struggle for Freedom from Ottoman Oppression*. New York: Overlook Press.
- Buczowski, A. (2017). *How accurate is your drone survey? Everything you need to know..* [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://geoawesomeness.com/accurate-drone-survey-everything-need-know/>
[Πρόσβαση 22 3 2021].
- Butzer, K. (1982). *Archaeology as human ecology: Method and theory for a contextual approach*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cai, S., Wang, X. & Chiang, F.-K. (2014). A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, pp. 31-40.
- Canva (2020). *Canva*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.canva.com/>
- Carr, C. (1982). *Handbook on soil resistivity surveying: Interpretation of data from earthen archeological sites*. Evanston: Center for American Archeology 2Press.
- Caudell, T. & Mizell, D. (1992). *Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes*. Hawaii, IEEE, pp. 659-669.
- Cazemier, M., Querner, E., Van Lanen, H. (2011). *Hydrological analysis of the Evrotas basin, Greece*, Wageningen: Alterra Wageningen UR.

- Condorelli, F. & Rinaudo, F. (2018). *Cultural Heritage Reconstruction From Historical Photographs And Videos*. Riva del Garda, ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, pp. 259-265.
- Cosmopoulos, M. B. επιμ. (2016). *The Political Geography of a Mycenaean District: The Archaeological survey at Iklaina*. Athens: The Archaeological Society at Athens Library.
- Council of Europe. (2000). *European Landscape Convention*, Florence: Council of Europe.
- Cuseum.com. (2016). *Life & Death of Qr Codes In Museums*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://cuseum.com/blog/life-death-of-qr-codes-in-museums>
[Πρόσβαση 11 01 2021].
- David, B. & Thomas, J. (2016). Landscape Archaeology: Introduction. Στο: *Handbook of Landscape Archaeology*. New York: Routledge, pp. 27-.
- De Reu, J., Bourgeois, J., De Smedt, P., Zwertvaegher, A., Antrop, M., Bats, M., De Maeyer, P., Finke, P., Van Meirvenne, M., Verniers, J., Crombé, P. (2011). Measuring the relative topographic position of archaeological sites in the landscape, a case study on the Bronze Age barrows in northwest Belgium. *Journal of Archaeological Science*, 38(12), pp. 3435-3446.
- Demek, J. (1972). *Manual for Detailed Geomorphological Mapping*. Prague: Academia, Prague, 1972..
- DENSO ADC. (2011). *QR Code Essentials*, s.l.: DENSO ADC.
- Diani, K. , Tabyaoui, H. , Kacimi, I. , El Hammichi, F. and Nakhcha, C. (2017). Stream Network Modelling from Aster GDEM Using ArcHydro GIS: Application to the Upper Moulouya River Basin (Eastern, Morocco). *Journal of Geoscience and Environment Protection*, Τόμος 5, pp. 1-13.
- Dikau, R. (1989). The application of a digital relief model to landform analysis in geomorphology. Στο: *Three dimensional applications in Geographical Information Systems*. London: Taylor& Francis, pp. 51-77.
- Droj, G. (2010). *Cultural Heritage Conservation by GIS*. s.l., Társadalom – térinformatika – kataszter * GISopen konferencia.
- Ebert, J. & Kohler, T. (1988). The Theoretical Basis of Archaeological Predictive Modeling and a consideration of appropriate data-collection methods. Στο: *Quantifying the present and predicting the past: Theory, method and application of archaeological predictive modelling*. Denver: U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management, pp. 97-171.
- England's Historic Cities. (2020). *Chester*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.heritagecities.com/city/chester/>
- ESRI. (2020). *ESRI*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/history-of-gis>
- ESRI. (2021). *ArcGIS Pro*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/3d-analyst/how-hillshade-works.htm>
- Feist, J. (2021). *10 best drone apps for Android to enhance your flight*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.androidauthority.com/best-drone-apps-761228/>

Foni Alessandro, Papagiannakis, G. and Thalmann, N. (2010). A taxonomy of visualization strategies for cultural heritage applications. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 3(1).

Fujing, Z. (2020). *Recapturing the Old Summer Palace*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.pressreader.com/china/beijing-english/20170713/281835758750907>

Fusion Research and Analytics. (2011). *2011 Mobile Technology Survey*, s.l.: The American Association of Museums.

F, V. (1700). *Pianta D La Forteza e Borgo di Mestra*. s.l.: Αρχαίο Grimani, Γεννάδειος Βιβλιοθήκη, Αμερικάνικη Σχολή Αρχαιολογικών Σπουδών.

Gabriel, M. (1929). *Monuments Byzantins de Mistra*. Athens: PERILLA, F[rancesco]. Mistra. Histoires franques-byzantines-catalanes en Grèce = notes d'art et de voyages. Dessins-aquarelles-photographies de l'auteur, Αθήνα, Éditions Perilla [1929]..

Gauss, R., Batora, J., Nowaczinski, E., Rassmann, K. and Schukraft, G. (2013). The Early Bronze Age settlement of Fidvár, Vrábce (Slovakia): reconstructing prehistoric settlement patterns using portable XRF. *Journal of Archaeological Science*, pp. 2942-2960.

geodata.gov.gr. (2021). *geodata.gov.gr*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://geodata.gov.gr/dataset/aiolikos-khartes-tes-elladas>

Gervautz, M. & Schmalstieg, D. (2012). Anywhere Interfaces Using Handheld Augmented Reality.. *IEEE Computer - COMPUTER*, Τόμος 45, pp. 26-31.

Gesch, D., Danielson, J. & Meyer, D. (2016). *Validation of the Aster Global Digital Elevation Model Version 3 Over the Conterminous United States*. Prague, s.n., pp. 143-149.

Ghosh, S. K. (2005). *Fundamentals of Computational Photogrammetry*. New Delhi: Concept Publishing .

Gillings, M. & Goodrick, G. T. (1996). Sensuous and Reflexive GIS: exploring visualisation and VRML. *Internet Archaeology 1*.

Giuseppantonio Di Franco, P. D., Camporesi, C., Galeazzi, F. & Kallmann, M. (2015). 3D Printing and Immersive Visualization for Improved Perception of Ancient Artifacts. *PRESENCE: Virtual and Augmented Reality*, 24(3), pp. 243-264.

Gutiérrez, G., Erny, G., Friedman, A., Godsey, M. and Gradoz, M. (2016). Archaeological Topography with Small Unmanned Aerial Vehicles,. *Special Edition Drones in Archaeology, The SAA Archaeological Record*, 16 (2).

Hejcman, M., Hejcmanová, P., Hlásná-Čepková, P., Horák, J., Karlík, P., Pavlů, V., Rosenberg, R., Součková, K., Staňková, P., & Stejskalová, M. (2013). Environmental Archaeology at the Czech University of Life Sciences Prague – An Application of New Methods for Interdisciplinary Research. *Interdisciplinaria archaeologica Natural Sciences in Archaeology*, Τόμος IV, pp. 223-231.

Hejcman, M., Ondráček, J. & Smrž, Z. (2011). Ancient waste pits with wood ash irreversibly increase crop production in Central Europe.. *Plant Soil*, pp. 341-350.

- Hejcman, M., Součková, K. & Gojda, M. (2013). Prehistoric settlement activities changed soil pH, nutrient availability, and growth of contemporary crops in Central Europe. *Plant and Soil*, 369(1), pp. 131-140.
- Hirokazu, K. & Billinghurst, M. (1999). *Marker tracking and hmd calibration for a video-based augmented reality conferencing system*. San Francisco, IEEE Computer Society, pp. 85-94.
- Horton, R. E. (1945). EROSIONAL DEVELOPMENT OF STREAMS AND THEIR DRAINAGE BASINS; HYDROPHYSICAL APPROACH TO QUANTITATIVE MORPHOLOGY. *GSA Bulletin*, Issue 56(3), pp. 275-370.
- ICOMOS. (2008). *The ICOMOS Charter for the Interpretation and Presentation of Cultural Heritage Sites*. Quebec: ICOMOS.
- IMDB. (2019). *IMDb.com*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.imdb.com/title/tt0304141/>
- Jones, E. (2006). Using Viewshed Analysis to Explore Settlement Choice: A Case Study of the Onondaga Iroquois. *American Antiquity*, 41(3), pp. 523-538.
- Jordan, G. (2007). Digital Terrain Analysis in a GIS Environment. Concepts and Development. Στο: R. J. Peckham & J. Gyozo, επιμ. *Digital Terrain Modelling*. Berlin: Springer, pp. 1-43.
- Karantzali, E. (2013). Mycenaean within the Spercheios Valley: the Inhabitations at Frantzi and Lygaria. *Φιλική Συναυλία – Studies in Mediterranean Archaeology for Mario Benzi*, pp. 139-153.
- Karantzali, E. (2014/2015). A Middle Helladic apsidal house at Frantzi in the Spercheios valley. Stratigraphic evidence of the MH III-LH I period. *Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts Athenische Abteilung*, Τόμος 129/130, pp. 37-75.
- Karkanas, P. & Goldberg, P. (2019). *Reconstructing Archaeological Sites: Understanding the Geoarchaeological Matrix*. Oxford: John Wiley & Sons.
- Karklins, J. (2013). *Preface*. Vancouver, UNESCO , p. 4.
- Kemper, G. (2012). New Airborne Sensors and Platforms for Solving Specific Tasks in Remote Sensing. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Τόμος XXXIX-B5, pp. 351-356.
- Knapp, B. & Ashmore, W. (1999). *Archaeological landscapes: Constructed, Conceptualized, Ideational*. Oxford: Blackwell.
- Kousourmis, S. (2014). Revisiting Mount Taygetos: The Sanctuary of Artemis Limnatis. *The Annual of the British School at Athens*, 109(1), pp. 191-222.
- Kousourmis, S. & Kosmopoulos, D. (2011). *The Boundary Line between Messenia and Laconia along the Ridge of Mount Taygetos*. Nottingham, University of Nottingham.
- Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC). (2021). *ASTGTM v003 - Description*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://lpdaac.usgs.gov/products/astgtmv003/>
- Leake, W. M. (1830). *Travels in the Morea*. London: Cambridge University Press.
- Lepouras, G., Charitos, D., Vassilakis, C., Charissi, A., Halatsi, L. (2001). *Building a VR-Museum in a Museum*. s.l., s.n.

- Linderholm, J. & Lundberg, E. (1994). Chemical Characterization of various archaeological soil samples using main and trace elements determined by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. *Journal of Archaeological Science*, Τόμος 21, pp. 303-314.
- Linowes, J. & Babilinski, K. (2017). *Augmented Reality for Developers: Build practical augmented reality applications with Unity, ARCore, ARKit and Vuforia*. Birmingham: Pakt Publishing Ltd..
- Liritzis, I. & Zacharias, N. (2011). Portable XRF of Archaeological Artifacts: Current Research, Potentials and Limitations. *X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology*, pp. 109-142.
- Luraghi, N. (2011). The Ancient Messenians: Constructions of Ethnicity and Memory. "Messenia" *The Classical Review*, pp. 519-522.
- Maidmen, D. R. & Morehouse, S. (2002). *Arc Hydro: GIS for Water Resources*. s.l.:ESRI Inc. .
- Malaperdas, G. (2019). Practical Methods of GIS for Archaeologists: Spatial Division in a Large Area. *SSRG International Journal of Geoinformatics and Geological Science*, 6(1), pp. 1-6.
- Malaperdas, G. & Panagiotidis, V. V. (2018). The aspects of Aspect: Understanding land exposure and its part in geographic information systems analysi. *Energy & Environment*, pp. 1022-1037.
- Malaperdas, G. & Zacharias, N. (2018). A Geospatial Analysis of Mycenaean Habitation Sites Using a Geocumulative versus Habitation Approach. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, Issue 6, pp. 111-131.
- M. Manousakas, H. Papaefthymiou, E. Diapouli, A. Migliori, A.G. Karydas, I. Bogdanovic-Radovic, K. Eleftheriadis. (2017). Assessment of PM2.5 sources and their corresponding level of uncertainty in a coastal urban area using EPA PMF 5.0 enhanced diagnostics. *Science of The Total Environment*, pp. 155-164.
- Margaritopoulos, M. & Georgiadou, E. (2019). The application of augmented reality in print media. *J. Print Media Technol. Res.*, pp. 43-55.
- White, M., Petridis, P., Liarokapis, F. and Plecinckx, D. (2007). Multimodal Mixed Reality Interfaces for Visualizing Digital Heritage. *International Journal of Architectural Computing*, 5(2), pp. 322-337.
- McDonald, W. A. & Simpson, R. H. (1969). Further exploration in Southwestern Peloponnese: 1964-1968. *American Journal of Archaeology* .
- Merkourios Margaritopoulos, E. G. (2018). The application of augmented reality in print media. *Journal of Print and Media Technology Research*, 11(17), pp. 43-55.
- Middleton, W. (2004). Identifying Chemical Activity Residues on Prehistoric House Floors: A Methodology And Rationale For Multi-Elemental Characterization of a Mild Acid Extract of Anthropogenic Sediments. *Archaeometry*, Τόμος 46, pp. 47-65.
- Milgram, P. & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information Systems*, 25 12, pp. 1321-1329.
- Munsell Color Co. (1988). *Munsell soil color charts*. New Windsor, NY: GretagMacbeth.

Murrieta-Flores, P. (2010). *Traveling in a Prehistoric Landscape: Exploring the Influences that Shaped Human Movement*. Oxford, Archaeopress, pp. 249-267.

Mykola V. and Gleb. B. (2020). *Best tools for building augmented reality mobile apps*.

[Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://rubygarage.org/blog/best-tools-for-building-augmented-reality-mobile-apps>

Nasa Earth Data. (2021). *Nasa Earth Data*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://lpdaac.usgs.gov/products/astgtmv003/>

Nex, F. & Remondino, F. (2014). UAV for 3D mapping applications: a review. *Applied Geomatics*, Issue 6, pp. 1-15.

Nikolakopoulos, K. G. & Tsompos, P. I. (2010). Accuracy control of ASTER GDEM and comparison to DSM Created with Classical Photogrammetric Techniques. *Remote Sensing for Science, Education, and Natural and Cultural Heritage*, pp. 515-520.

Oonk, S., Slomp, C. & Huisman, D. (2009). Geochemistry as an Aid in Archaeological Prospection and Site Interpretation: Current Issues and Research Directions. *Archaeological Prospection*, pp. 35-51.

Osman, K. T. (2012). *Soils: principles, properties and management*. s.l.: Springer Science+Business Media.

Ottoway, J.-H. & Matthews, M. (1988). Trace element analysis of soil samples from a stratified archaeological site. *Environmental Geochemistry and Health*, Τόμος 10, pp. 105-112.

Oxford Learner's Dictionaries. (2021). *Oxford Learner's Dictionaries*. [Ηλεκτρονικό]

Available at:

https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/landscape_1?q=landscape

Palamara, E., Zacharias, N., Papakosta, L., Palles, D., Kamitsos, E.I. & Pérez-Arantegui, J. (2016). Studying a Funerary Roman Vessel Glass Collection from Patras, Greece: An Interdisciplinary Characterisation and Use Study. *STAR: Science & Technology of Archaeological Research*, 2(2), pp. 203-216.

Panagiotidis, V., Malaperdas, G., Palamara, E., Valantou, V. and Zacharias, N. (2019). *Information Technology, Smart Devices and Augmented Reality Applications for Cultural Heritage Enhancement: The Kalamata 1821 Project*. Athens, Springer, pp. 222-231.

Panagiotidis, V., Malaperdas, G., Valantou, V. & Zacharias, N. (2019). Environmental aspects of ancient city planning: a pilot study on Ancient Thouria in the Peloponnese, Greece. *STAR: Science & Technology of Archaeological Research*, Τόμος 5, pp. 257-268.

Panagiotidis, V. V., Valantou, V. & Zacharias, N. (2020). *A Visualization of the Journey of the Area of Dentheliatas from Antiquity to the Present by Viewing the Archaeological and Historic Data of the Area from Kalamata to the NW Taygetos Villages and Mystras*. Kalamata, Laboratory of Archaeometry, pp. 257-268.

Panagiotidis, V. & Zacharias, N. (2020). *Journey to Mystras: The Digital Narrative of the Urban Development of the Castle City*. Athens, s.n.

- Panagiotidi, V. & Georgatos, F. (2006). *Grid Data Pooling*. Bratislava, VEDA - the publishing house of the Slovak Academy of Sciences, pp. 180-186.
- Papoulia, J. & Makris, J. (2004). Microseismicity and active deformation of Messinia, SW Greece. *Journal of Seismology*, pp. 439-451.
- Petrucco, C. & Agostini, D. (2016). *Teaching our cultural heritage using mobile augmented reality*. s.l., The Italian e-Learning Association Journal, pp. 115-128.
- Pollard, A. M. (1999). *Geoarchaeology: an introduction*. London: Geological Society, Special Publications .
- Poulopoulos, V., Antoniou, A., Wallace, M., Panagiotidis V., Zacharias, N. (2019). "Kalamata 1821: Roads of Freedom": Initial efforts and challenges". Larnaca,, s.n.
- Psonis, C., Tsapralis, V., Varti-Mataranga, M. & Petridou, V. (1986). *Geological map of Greece' Kalamata sheet in scale 1:50.000*.. Athens: IGME.
- Rahaman, H., Champion, E. M. & Bekele, M. (2019). From photo to 3D to mixed reality: A complete workflow for cultural heritage visualisation and experience. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, pp. 1-17.
- Reilly, P. (1990). Towards a Virtual Archaeology. *Computer Applications in Archaeology*, p. 133–139.
- Renfrew, C. & Bahn, P.,(2001). *Αρχαιολογία Θεωρίες, Μεθοδολογία και Πρακτικές Εφαρμογές*. Αθήνα: s.n.
- Renfrew, C. & Bahn, P. (2019). *Archaeology, Theories, Methods and Practice*. s.l.:Thames and Hudson.
- Reuters (2016). *yahoo.com*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.yahoo.com/tech/pokemon-game-adds-7-5-095739989.html>
- Riethmüller, J. (2005). Asklepios: Heiligtümer und Kulte, 2 vols. Studien zu Antiken Heiligtümern. *Heidelberg: Verlag Archäologie und Geschichte*, pp. 392-502.
- Roebuck, C. (1945). A Note on Messenian Economy and Population. *Classical Philology*, 40(3), pp. 149-165.
- Ronald, A. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence*, 4 08, pp. 355-384.
- Rosenberg, L. B. (1992). *The use of virtual fixtures as perceptual overlays to enhance operator performance in remote environments*, Wright-patterson Air Force Base, Ohio: Air Force material command.
- Sauer, C. O. (1925). *The Morphology of Landscape*. Berkley: University of California Publications.
- Schramm, R., (2016). Use of X-ray Fluorescence Analysis for the Determination of Rare Earth Elements. *De Gruyter*.
- Schrier, K., (2017). Designing Learning with Citizen Science and Games. *Emerging Learning Design Journal*, Τόμος 4, pp. 19-26.

- Shiple, G., (2006). Landscapes of the ancient Peloponnese. A humangeographical approach. *Leidschrift*, 21(1), pp. 31-37.
- Simniskyte-Strimaitiene, A. (2017). Tracing Archaeology through Geochemistry: an Example of a Disturbed Prehistoric Hilltop Settlement Site in South-Eastern Lithuania. *Interdisciplinaria Archaeologica Natural Sciences in Archaeology*, VIII(1), pp. 17-33.
- Steenon, R. (2019). *The history of Geographic Information Systems (GIS)*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://www.bcs.org/content-hub/the-history-of-geographic-information-systems-gis/> [Πρόσβαση 11 01 2021].
- Strahler, A. (1957). Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology.. *Transactions of the American Geophysical Union*, pp. 913-920.
- Sutherland, I. E. (1965). *The Ultimate Display*. London, Macmillan and Co., pp. 506-508.
- Sylaiou, S., Liarokapis, F., Sechidis, L., Patias, P., & Georgoula, O. (2005). *Virtual Museums: First Results of A Survey on Methods and Tools*. Torino, ISPRS International Archives of the Photog.
- Tobler, W. (1993). *Three Presentations on Geographical Analysis and Modeling: Non-Isotropic Geographic Modeling; Speculations on the Geometry of Geography; and Global Spatial Analysis*, Santa Barbara: UC Santa Barbara .
- UNESCO. (2003). *Charter on the preservation of the digital heritage*. Paris: UNESCO.
- Unity3D. (2020). *Documentation*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>
- Van Leusen, M. (2002). *Pattern to process: methodological investigations into the formation and interpretation of spatial patterns in archaeological landscapes*. s.l.:University of Groningen.
- Vines, G. & Page, S. (2012). GIS-Based Spatial Analysis for Archaeological Site Prediction and Evaluation. *GSR 2012 Geography, Computer Science*.
- Vranová, V., Danso Marfo, T. & Rejšek, K. (2015). Soils scientific research methods usedn in archaeology - promising soil biochemistry: a mini-review. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, Τόμος 63, pp. 1416-1425.
- Vuforia (2020). *Vuforia Developer Library*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://library.vuforia.com/getting-started/overview.html>
- Webster, A. (2019). *The Verge*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://www.theverge.com/2017/7/6/15888210/pokemon-go-one-year-anniversary-timeline>
- White, D. A. (2015). The Basics of Least Cost Analysis for Archaeological Applications. *Advances in Archaeological Practice*, Τόμος 3, pp. 407-414.
- White, M., Petridis, P., Liarokapis, F. & Goldsmith, D. J. (2007). Multimodal Mixed Reality Interfaces for Visualizing Digital Heritage. *International Journal of Architectural Computing* , 5(2), pp. 322-337.

- Wicks, S. (2015). The Value of Mobile Phones in Heritage Interpretation. *IIICH furnace*, Issue 2, pp. 36-48.
- Wilson, C. A., Davidson, D. A. & Cresser, M. S. (2008). Multi-element soil analysis: an assessment of its potential as an aid to archaeological interpretation. *Journal of Archaeological Science*, Τόμος 35, pp. 412-424.
- Wilson, C. A., Davidson, D. A. & Cresser, M. S. (2005). An evaluation of multielement analysis of historic soil contamination to differentiate space use and former function in and around abandoned farms. *The Holocene*, 15(7), pp. 1094-1099.
- Wilson, C., Cresser, M. & Davidson, D. (2006). Sequential element extraction of soils from abandoned farms: an investigation of the partitioning of anthropogenic element inputs from historic land use. *Journal of Environmental Monitoring*, Τόμος 8, pp. 439-444.
- Wolf, P. R., DeWitt, B. A. & Wilkinson, B. E. (2013). *Elements Of Photogrammetry With Application In GIS*. New York: McGraw Hill.
- Yasuhisa, K. & Yoichi, S. (2010). GPS-aided Walking Experiments and Data-driven Travel Cost Modeling on the Historical Road of Nakasendō-Kisoji (Central Highland Japan). *Making History Interactive. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA). Proceedings of the 37th International Conference, Williamsburg, Virginia, United States of America, March 22-26*, pp. 158-165.
- Yong, A., Morsidi, H.M., Chan, J. H. (2020). *Augmented Reality Project Poster: Using Mobile Augmented Reality Application to Enhance Project Poster*. New York, Association for Computing Machinery, pp. 1-10.
- Αβραμίδης, Π. (2019). *Σημειώσεις Εργαστηρίου Μαθήματος Ιζηματολογίας - Εργαστηριακές Ασκήσεις*. Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Ανασκαφή Αρχαίας Θουρίας. (2019). *Ιστορία*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://ancientthouriaexcavation.gr/history/>
- Ανασκαφή Αρχαίας Θουρίας. (2019). *Τοπογραφία*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://ancientthouriaexcavation.gr/>
[Πρόσβαση 20 Απρίλιος 2018].
- Ανασκαφή Αρχαίας Θουρίας. (2020). *2016*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://ancientthouriaexcavation.gr/2016-2/>
- Αποστόλου, Μ. (2013). *Αποτύπωση Αρχαιολογικού Χώρου με Φωτογραμμετρικές Μεθόδους*. Λεμεσός: Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου.
- Αραπογιάννη, Ξ. (2012). *Ανασκαφές στην Αρχαία Θουρία*. Αθήνα: Έκφραση Εκδοτική.
- Αραπογιάννη, Ξ. (2017). *Αρχαία Θουρία: Το Ασκληπιείον*. Αθήνα: Εκδόσεις Αρχείο.
- Αραπογιάννη, Ξ. (2018). Αποκαλύπτωντας ένα άγνωστο θέατρο. *Ανασκαφή*, Issue 126, pp. 47-51.
- Αραπογιάννη, Ξ. & Κακούρος, Ι. (2016). Ελαιοτριβεία στην Αρχαία Θουρία. *Αρχαιολογία και Τέχνη*, Issue 101, pp. 54-61.

- Αρβανιτόπουλος, Σ. (2004). *Η πόλη του Μυστρά όψεις της οργάνωσης και λειτουργίας ενός υστεροβυζαντινού συνόλου με βάση τις πηγές και τα κοσμικά κτίσματα [Διδακτορική Διατριβή]*. Αθήνα: Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Αρκουμάνης, Π. (2018). *Γεωγραφική Ανάλυση της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών*. Λαμία: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Γεωργιάδης, Ν. (2002). *Μυστράς*. Αθήνα: ΤΑΠ.
- Ειδική Γραμματεία Υδάτων. (2013). *Σχέδιο διαχείρισης των λεκανών απορροής ποταμών του υδατικού διαμερίσματος Δυτικής Πελοποννήσου*, Αθήνα: Ειδική Γραμματεία Υδάτων.
- Θέμελης, Π. (2018). *Ανασκαφή*. Αθήνα: Παπαζήσης.
- Καλονάρος, Π., επιμ. (1940). *Το Χρονικόν του Μορέως*. Αθήνα : Αρχαίος Εκδοτικός Οίκος Δημ. Δημητράκου Α.Ε..
- Καραγιάννης, Α. Μ. (2002). *Κριτήρια και μέθοδοι χαρακτηρισμού ιστορικών κονιαμάτων*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Καρκάνας, Π. (2008). Εισαγωγικές έννοιες της Γεωαρχειολογίας. *Ανάσκαμμα*, pp. 125-138.
- Κατσιάνης, Μ. (2012). *Ανασκαφική Μεθοδολογία και Σχεδιασμός Πληροφοριακού Συστήματος για τη Διαχείριση Αρχαιολογικών Τεκμηρίων*. Αθήνα: Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη.
- Κατσιάνης, Μ. (2012). *Ανασκαφική Μεθοδολογία και Σχεδιασμός Πληροφοριακού Συστήματος για τη Διαχείριση Αρχαιολογικών Τεκμηρίων*. Αθήνα: Αδελφών Κυριακίδη Α.Ε..
- Κουγέας, Σ. (1933). Συμβολαί εις την ιστορία και την τοπογραφίαν της ΒΔ Μάνης. *Ελληνικά*, 6(2), pp. 261-324.
- Κουή, Μ., Χειλάκου, Ε., Θεοδωρακέας, Π., Δρίτσα, Β. και Αβδελίδης, Ν. (2015). *Μη Καταστρεπτικές και Φασματοσκοπικές Μέθοδοι Εξέτασης των Υλικών*. Αθήνα: Συνδεσμος Ελληνικων Ακαδημαϊκων Βιβλιοθηκων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Κουτσογιάννης, Δ., Μαμάσης, Ν. & Ευστρατιάδης, Α. (2003). Υδρολογική Μελέτη της Λεκάνης Σπερχειού. *Υδρολογική-Υδραυλική Μελέτη για την Αντιπλημμυρική Προστασία της Νέας Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής κατά τη Διέλευσή της από την Περιοχή του Ποταμού Σπερχειού*, pp. 1-4.
- Κυριλλίδου, Σ. (2006). *Τα Αρχαιολογικά Ιζήματα και η Περιγραφή τους: Βασικές Έννοιες Καταγραφής και Παράμετροι Ταξινόμησης*. [Ηλεκτρονικό] Available at: http://www.neolithicavgι.gr/?page_id=120 [Πρόσβαση 25 Σεπτέμβριου 20019].
- Κωστάκης, Κ. (2011). Ψηφιακό Σύστημα Τεκμηρίωσης και Διαχείρισης Ανασκαφικής Πληροφορίας. *Τεχνολογία 2011*, Τόμος 431, pp. 12-13.
- Λαδάς, Ι., Τρίκοιλας, Κ., Μαριολάκος, Η., Αραπογιάννη, Ξ. και Σαμπαζιώτης, Ε. (2014). *Γεωλογικές - Νεοτεκτονικές συνθήκες και καταστροφικά φαινόμενα στον αρχαιολογικό χώρο της Αρχαίας Θουρίας (ΝΔ Πελοπόννησος)*. Thessaloniki, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, pp. 1556-1569.

- Λέπουρας, Γ., Αντωνίου, Α., Πλατής, Ν. & Χαρίτος, Δ. (2015). *Ανάπτυξη συστημάτων εικονικής πραγματικότητας*. Αθήνα: Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα.
- Μαρίνου, Π. (2015). *Εφαρμογή του υδρολογικού μοντέλου Thomas στη λεκάνη του ποταμού Ευρώτα*. s.l.:s.n.
- Μουσείο Τηλεπικοινωνιών Ομίλου ΟΤΕ. (2020). *Μουσείο Τηλεπικοινωνιών Ομίλου ΟΤΕ, το μουσείο*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://www.otegroupmuseum.gr/portal/the_museum
- Μπαλοδήμος, Δ., Λάμπρου, Ε. & Πανταζής, Γ. (2005). *Σημειώσεις Τεχνικής Γεωδαισίας*. Αθήνα: Εκδόσεις ΕΜΠ.
- Μπαμπινιώτης, Γ. (2002). *Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας*. Αθήνα: Κέντρο Λεξικολογίας ΕΠΕ.
- Νικολακόπουλος, Κ., Κατσάνου, Κ. & Λαμπράκης, Ν. (2015). *Υδρολογία με χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών και δεδομένων τηλεπισκόπησης*. Πάτρα: Εκδόσεις Κάλλιπος.
- Νουχάκης, Ι. (1901). *Ελληνική Χωρογραφία: Γεωγραφία Ιστορία Στατιστική πληθυσμού και αποστάσεων*. Αθήνα: Κουσουλίνος.
- Ορλάνδος, Α. (2000). *Τα Παλάτια και τα Σπίτια του Μυστρά*. Αθήνα: Βιβλιοθήκη της εν Αθήναις Αρχαιολογικής Εταιρείας.
- Παναγιωτίδη, Β. & Ζαχαριάς, Ν. (2020). *Καινοτόμες Τεχνολογικές Εφαρμογές στο Έργο «Καλαμάτα 1821: Δρόμοι Ελευθερίας»: Η Αφίσα Επαυξημένης Πραγματικότητας*. Αθήνα, Δίκτυο "Περραιβία", pp. 329-340.
- Παπακωνσταντίνου, Μ. Φ. (1994). *Το κάστρο της Λαμίας*. Αθήνα: ΟΔΑΠ.
- Παπαχατζής, Ν. (1996). *Παυσανίου Ελλάδος Περιήγησις ΙΙΙ. Μεσσηνιακά Ηλιακά*. Αθήνα: Εκδοτική Αθηνών.
- Πετράκος, Γ. (2012). *Τόποι γαλήνης και ηρεμίας*. Καλαμάτα: Έκδοση του Πολιτιστικού Συλλόγου Αρτεμισίων Καλαμάτας.
- Πίκουλας, Γ. (1989). *Η Δενδρεάτις και το οδικό της δίκτυο*. Αθήνα, s.n., pp. 279-288.
- Πίκουλας, Γ. (2009). *Λακεδαιμόνιος Οίνος για τη Λάκαινα Πότνια: Διερεύνηση του μεγέθους της λακωνικής οινοπαραγωγής*. Βόλος, Βόλος : Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Ιστορίας, Αρχαιολογίας & Κοινωνικής Ανθρωπολογίας,, pp. 133-145.
- Ραδιώτη, Ε. (2018). *Η χρήση της φωτογραμμετρίας ως τρόπος καταγραφής ενάλιων μνημείων: Η περίπτωση της ρωμαϊκής έπαυλης στην Αρχαία Επίδαυρο*. s.l.:Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Σίνος, Σ. (2009). *Τα Μνημεία του Μυστρά, το έργο της επιτροπής αναστήλωσης μνημείων Μυστρά*. Αθήνα: Ταμείο Διαχείρισης Πιστώσεων για την Εκτέλεση Αρχαιολογικών Έργων Επιτροπή Αναστήλωσης Μνημείων Μυστρά.
- Σίνος, Σ. (2009). *Τα μνημεία του Μυστρά: Το έργο της Επιτροπής Αναστήλωσης Μνημείων του Μυστρά*. Αθήνα: Υπουργείο Πολιτισμού.

- Σκιάς, Α. (1911). Τοπογραφικά και επιγραφικά των εν Μεσσηνία Φαρών και των πέριξ. *Αρχαιολογική Εφημερίς*, Issue πρώτο και δεύτερο, pp. 107-118.
- Συλλαίος, Ν., Μπιλάς, Γ. & Καραπέτσας, Ν. (2007). *Χαρτογραφηση Γεωργικών Εδαφών Με τη Χρηση Συγχρονων Μεθοδων Γεωγραφικων Συστηματων Πληροφοριων και Τηλεπισκοπησης*. Θεσσαλονίκη: Αριστοτελειο Πανεπιστημιο Θεσσαλονικης.
- Τασιγιώργου, Ι. (2014). *Παρακολουθηση Μετακινήσεων με Συστημα GNSS σε Τριδιαστατο Γεωδαιτικο Δικτυο στον Αρχαιολογικο Χωρο του Μυστρα*. Σ.Ι.:Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών.
- Τερτζέτης, Γ. (1851). *Ο Γέρων Κολοκοτρώνης*. Αθήνα: Χ. Νικολαΐδου Φιλαδελφews.
- Τσούλος, Λ., Σκοπελίτη, Α. & Στάμου, Λ. (2015). *Χαρτογραφική σύνθεση και απόδοση σε ψηφιακό περιβάλλον*. Αθήνα: ΕΜΠ.
- Τσώνης, Γ., 2(017). *Φωτογραμμετρικές μέθοδοι αποτύπωσης και ελέγχου του Αιγιαλού*. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- ΥΠΕΧΩΔΕ & Υπουργείο Γεωργίας. (1996). *Ειδικό Διαχειριστικό Σχέδιο Περιοχή : Κοιλιάδα και Εκβολές Σπερχειού - Μαλιακός Κόλπος*, Αθήνα: Μουσείο Γουλιανδρή Φυσικής Ιστορίας.
- Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού. (2021). *Η Καστροπολιτεία του Μυστρά*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.culture.gov.gr/mystras-edu/history/index.html#>
- Φουντάς, Σ. & Γέμος, Θ. (2015). *Παγκόσμια Συστήματα Προσδιορισμού Θέσης (GPS) και Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (GIS)*. Αθήνα: Εκδόσεις Κάλλιπος.
- Φωτάκης, Ν. (2018). *Από τη Δενθελιάτιδα έως το Δήμο Αλαγονίων*. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.
- Χουρμουζιάδης, Γ. (1979). Ανασκαφικές εργασίες. Κάστρο Λαμίας. *Αρχαιολογικόν Δελτίον*, pp. 511-520.
- Χρήστου, Α. (2013). *Πολιτικές και Κοινωνικές Όψεις της Επανάστασης του 1821*. Αθήνα: Παπαζήσης.
- Χρυσανθόπουλος, Φ. (1960). *Απομνημονεύματα περί της ελληνικής επαναστάσεως*. Αθήνα: Φιλολογικά Χρονικά.
- Ψωμιάδης, Ε. (2010). *Έρευνα γεωμορφολογικών και περιβαλλοντικών μεταβολών στην υδρολογική λεκάνη του Σπερχειού ποταμού με χρήση νέων τεχνολογιών*. Αθήνα: ΕΚΠΑ.

Παράρτημα Ι

Παρατίθεται ενδεικτικά ο κώδικας για τη σελίδα «Ιστορία» της εφαρμογής “Kalamata Action Map”.

```
<html>
<head>
  <title> Καλαμάτα 1821 - Δρόμοι Ελευθερίας </title>
  <metahttp-equiv="Content-Type" content="Text/html; charset=ISO-
8859-7" />
  <metaname="keywords" content="Kalamata1821, Kalamata, history"
/>
  <meta name="description" content="..." />
  <meta name="robots" content="follow, index" />
  <meta name="copyright" content="Laboratory of Archaeometry -
University of the Peloponnese
(http://ham.uop.gr/en/research/labs/archaeometry)" />
  <meta name="author" content="vayiap@gmail.com (Vayia
Panagiotidis)" />
  <link rel="stylesheet" href="leaflet.css" />
  <script src="leaflet.js"></script>
</head>
<body>
  <center>
    <table id="logo_menu" width="90%">
      <tr>
        <td></td>
        <th style="color:#6699ff; font-family:Arial; font-
size:22px;">Ιστορία</th>
        <th><a href="culture.html" target="_self"
style="color:#6699ff">Πολιτισμός</a></th>
        <th><a href="traditionalpaths.html" target="_self"
style="color:#6699ff">Διαδρομές</a></th>
        <th><a href="events.html" target="_self"
style="color:#6699ff">Δράσεις</a></th>
      </tr>
    </table>
  </center>
  <center>
    <div id="mapid"></div>
  </center>
  <br>
  <center>
    <div id="espa"></div>
  </center>
  <script>
    var mymap = L.map('mapid').setView([37.040, 22.117],
14.5);
    L.tileLayer('https://server.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/servic
es/World_Imagery/MapServer/tile/{z}/{y}/{x}', {maxZoom:
18}).addTo(mymap);
    var marker_1 = L.marker([37.04458266,
22.11402595]).addTo(mymap);
```

```

marker_1.bindPopup("<b>Ιερός Ναός Αγίου Ιωάννη</b><br><a
href='images/thumps/ai_giannis.html' target='_blank'><img
src=images/ai_giannis.jpg height=20%></a>").openPopup();
var marker_2 = L.marker([37.04429066, 22.1162169]).addTo(mymap);
marker_2.bindPopup("<b>Ιερός Ναός Υπαπαντή του Σωτήρος</b><br><a
href='images/thumps/naiskos_ypapantis.html' target='_blank'><img
src=images/naiskos_ypapantis.jpg height=20%></a>").openPopup();
var marker_3 = L.marker([37.0435481, 22.11302076]).addTo(mymap);
marker_3.bindPopup("<b>Ιερός Ναός Αγίων Αποστόλων</b><br><a
href='images/thumps/agioi_apostoloi.html' target='_blank'><img
src=images/agioi_apostoloi.jpg height=20%></a>").openPopup();
var marker_4 = L.marker([37.046354, 22.116767]).addTo(mymap);
marker_4.bindPopup("<b>Κάστρο της Καλαμάτας</b><br><a
href='images/thumps/kalamata_castle.html' target='_blank'><img
src=images/kalamata_castle.jpg height=20%></a>").openPopup();
</script>
</body>
</html>

```

Παρατίθεται ενδεικτικά ο κώδικας CSS για τη σελίδα Ιστορία της εφαρμογής.

History.css

```

/* required styles */
.leaflet-pane,
.leaflet-tile,
.leaflet-marker-icon,
.leaflet-marker-shadow,
.leaflet-tile-container,
.leaflet-pane > svg,
.leaflet-pane > canvas,
.leaflet-zoom-box,
.leaflet-image-layer,
.leaflet-layer {
    position: absolute;
    left: 0;
    top: 0;
}
.leaflet-container {
    overflow: hidden;
}
.leaflet-tile,
.leaflet-marker-icon,
.leaflet-marker-shadow {
    -webkit-user-select: none;
    -moz-user-select: none;
    user-select: none;
    -webkit-user-drag: none;
}
/* Safari renders non-retina tile on retina better with this, but
Chrome is worse */
.leaflet-safari .leaflet-tile {
    image-rendering: -webkit-optimize-contrast;
}
/* hack that prevents hw layers "stretching" when loading new tiles */
.leaflet-safari .leaflet-tile-container {
    width: 1600px;
    height: 1600px;
    -webkit-transform-origin: 0 0;
}

```

```

    }
    .leaflet-marker-icon,
    .leaflet-marker-shadow {
        display: block;
    }
    /* .leaflet-container svg: reset svg max-width decleration shipped in
    Joomla! (joomla.org) 3.x */
    /* .leaflet-container img: map is broken in FF if you have max-width:
    100% on tiles */
    .leaflet-container .leaflet-overlay-pane svg,
    .leaflet-container .leaflet-marker-pane img,
    .leaflet-container .leaflet-shadow-pane img,
    .leaflet-container .leaflet-tile-pane img,
    .leaflet-container img.leaflet-image-layer,
    .leaflet-container .leaflet-tile {
        max-width: none !important;
        max-height: none !important;
    }
    .leaflet-container.leaflet-touch-zoom {
        -ms-touch-action: pan-x pan-y;
        touch-action: pan-x pan-y;
    }
    .leaflet-container.leaflet-touch-drag {
        -ms-touch-action: pinch-zoom;
        /* Fallback for FF which doesn't support pinch-zoom */
        touch-action: none;
        touch-action: pinch-zoom;
    }
    .leaflet-container.leaflet-touch-drag.leaflet-touch-zoom {
        -ms-touch-action: none;
        touch-action: none;
    }
    .leaflet-container {
        -webkit-tap-highlight-color: transparent;
    }
    .leaflet-container a {
        -webkit-tap-highlight-color: rgba(51, 181, 229, 0.4);
    }
    .leaflet-tile {
        filter: inherit;
        visibility: hidden;
    }
    .leaflet-tile-loaded {
        visibility: inherit;
    }
    .leaflet-zoom-box {
        width: 0;
        height: 0;
        -moz-box-sizing: border-box;
        box-sizing: border-box;
        z-index: 800;
    }
    /* workaround for https://bugzilla.mozilla.org/show_bug.cgi?id=888319
    */
    .leaflet-overlay-pane svg {
        -moz-user-select: none;
    }
    .leaflet-pane { z-index: 400; }
    .leaflet-tile-pane { z-index: 200; }
    .leaflet-overlay-pane { z-index: 400; }
    .leaflet-shadow-pane { z-index: 500; }

```



```

.leaflet-marker-pane { z-index: 600; }
.leaflet-tooltip-pane { z-index: 650; }
.leaflet-popup-pane { z-index: 700; }
.leaflet-map-pane canvas { z-index: 100; }
.leaflet-map-pane svg { z-index: 200; }
.leaflet-vml-shape {
    width: 1px;
    height: 1px;
}
.lvml {
    behavior: url(#default#VML);
    display: inline-block;
    position: absolute;
}
/* control positioning */
.leaflet-control {
    position: relative;
    z-index: 800;
    pointer-events: visiblePainted; /* IE 9-10 doesn't have auto */
    pointer-events: auto;
}
.leaflet-top,
.leaflet-bottom {
    position: absolute;
    z-index: 1000;
    pointer-events: none;
}
.leaflet-top {
    top: 0;
}
.leaflet-right {
    right: 0;
}
.leaflet-bottom {
    bottom: 0;
}
.leaflet-left {
    left: 0;
}
.leaflet-control {
    float: left;
    clear: both;
}
.leaflet-right .leaflet-control {
    float: right;
}
.leaflet-top .leaflet-control {
    margin-top: 10px;
}
.leaflet-bottom .leaflet-control {
    margin-bottom: 10px;
}
.leaflet-left .leaflet-control {
    margin-left: 10px;
}
.leaflet-right .leaflet-control {
    margin-right: 10px;
}
/* zoom and fade animations */
.leaflet-fade-anim .leaflet-tile {
    will-change: opacity;
}

```

```

    }
    .leaflet-fade-anim .leaflet-popup {
        opacity: 0;
        -webkit-transition: opacity 0.2s linear;
        -moz-transition: opacity 0.2s linear;
        transition: opacity 0.2s linear;
    }
    .leaflet-fade-anim .leaflet-map-pane .leaflet-popup {
        opacity: 1;
    }
    .leaflet-zoom-animated {
        -webkit-transform-origin: 0 0;
        -ms-transform-origin: 0 0;
        transform-origin: 0 0;
    }
    .leaflet-zoom-anim .leaflet-zoom-animated {
        will-change: transform;
    }
    .leaflet-zoom-anim .leaflet-zoom-animated {
        -webkit-transition: -webkit-transform 0.25s cubic-
bezier(0,0,0.25,1);
        -moz-transition: -moz-transform 0.25s cubic-
bezier(0,0,0.25,1);
        transition: transform 0.25s cubic-
bezier(0,0,0.25,1);
    }
    .leaflet-zoom-anim .leaflet-tile,
    .leaflet-pan-anim .leaflet-tile {
        -webkit-transition: none;
        -moz-transition: none;
        transition: none;
    }
    .leaflet-zoom-anim .leaflet-zoom-hide {
        visibility: hidden;
    }
    /* cursors */
    .leaflet-interactive {
        cursor: pointer;
    }
    .leaflet-grab {
        cursor: -webkit-grab;
        cursor: -moz-grab;
        cursor: grab;
    }
    .leaflet-crosshair,
    .leaflet-crosshair .leaflet-interactive {
        cursor: crosshair;
    }
    .leaflet-popup-pane,
    .leaflet-control {
        cursor: auto;
    }
    .leaflet-dragging .leaflet-grab,
    .leaflet-dragging .leaflet-grab .leaflet-interactive,
    .leaflet-dragging .leaflet-marker-draggable {
        cursor: move;
        cursor: -webkit-grabbing;
        cursor: -moz-grabbing;
        cursor: grabbing;
    }
    /* marker & overlays interactivity */

```

```

.leaflet-marker-icon,
.leaflet-marker-shadow,
.leaflet-image-layer,
.leaflet-pane > svg path,
.leaflet-tile-container {
    pointer-events: none;
}
.leaflet-marker-icon.leaflet-interactive,
.leaflet-image-layer.leaflet-interactive,
.leaflet-pane > svg path.leaflet-interactive {
    pointer-events: visiblePainted; /* IE 9-10 doesn't have auto */
    pointer-events: auto;
}
/* visual tweaks */
.leaflet-container {
    background: #ddd;
    outline: 0;
}
.leaflet-container a {
    color: #0078A8;
}
.leaflet-container a.leaflet-active {
    outline: 2px solid orange;
}
.leaflet-zoom-box {
    border: 2px dotted #38f;
    background: rgba(255,255,255,0.5);
}
/* general typography */
.leaflet-container {
    font: 12px/1.5 "Helvetica Neue", Arial, Helvetica, sans-serif;
}
/* general toolbar styles */
.leaflet-bar {
    box-shadow: 0 1px 5px rgba(0,0,0,0.65);
    border-radius: 4px;
}
.leaflet-bar a,
.leaflet-bar a:hover {
    background-color: #fff;
    border-bottom: 1px solid #ccc;
    width: 26px;
    height: 26px;
    line-height: 26px;
    display: block;
    text-align: center;
    text-decoration: none;
    color: black;
}
.leaflet-bar a,
.leaflet-control-layers-toggle {
    background-position: 50% 50%;
    background-repeat: no-repeat;
    display: block;
}
.leaflet-bar a:hover {
    background-color: #f4f4f4;
}
.leaflet-bar a:first-child {
    border-top-left-radius: 4px;
    border-top-right-radius: 4px;
}

```

```

    }
.leaflet-bar a:last-child {
    border-bottom-left-radius: 4px;
    border-bottom-right-radius: 4px;
    border-bottom: none;
}
.leaflet-bar a.leaflet-disabled {
    cursor: default;
    background-color: #f4f4f4;
    color: #bbb;
}
.leaflet-touch .leaflet-bar a {
    width: 30px;
    height: 30px;
    line-height: 30px;
}
.leaflet-touch .leaflet-bar a:first-child {
    border-top-left-radius: 2px;
    border-top-right-radius: 2px;
}
.leaflet-touch .leaflet-bar a:last-child {
    border-bottom-left-radius: 2px;
    border-bottom-right-radius: 2px;
}
/* zoom control */
.leaflet-control-zoom-in,
.leaflet-control-zoom-out {
    font: bold 18px 'Lucida Console', Monaco, monospace;
    text-indent: 1px;
}
.leaflet-touch .leaflet-control-zoom-in, .leaflet-touch .leaflet-
control-zoom-out {
    font-size: 22px;
}
/* layers control */
.leaflet-control-layers {
    box-shadow: 0 1px 5px rgba(0,0,0,0.4);
    background: #fff;
    border-radius: 5px;
}
.leaflet-control-layers-toggle {
    background-image: url(images/layers.png);
    width: 36px;
    height: 36px;
}
.leaflet-retina .leaflet-control-layers-toggle {
    background-image: url(images/layers-2x.png);
    background-size: 26px 26px;
}
.leaflet-touch .leaflet-control-layers-toggle {
    width: 44px;
    height: 44px;
}
.leaflet-control-layers .leaflet-control-layers-list,
.leaflet-control-layers-expanded .leaflet-control-layers-toggle {
    display: none;
}
.leaflet-control-layers-expanded .leaflet-control-layers-list {
    display: block;
    position: relative;
}

```

```

.leaflet-control-layers-expanded {
    padding: 6px 10px 6px 6px;
    color: #333;
    background: #fff;
}
.leaflet-control-layers-scrollbar {
    overflow-y: scroll;
    overflow-x: hidden;
    padding-right: 5px;
}
.leaflet-control-layers-selector {
    margin-top: 2px;
    position: relative;
    top: 1px;
}
.leaflet-control-layers label {
    display: block;
}
.leaflet-control-layers-separator {
    height: 0;
    border-top: 1px solid #ddd;
    margin: 5px -10px 5px -6px;
}
/* Default icon URLs */
.leaflet-default-icon-path {
    background-image: url(images/marker-icon.png);
}
/* attribution and scale controls */
.leaflet-container .leaflet-control-attribution {
    background: #fff;
    background: rgba(255, 255, 255, 0.7);
    margin: 0;
}
.leaflet-control-attribution,
.leaflet-control-scale-line {
    padding: 0 5px;
    color: #333;
}
.leaflet-control-attribution a {
    text-decoration: none;
}
.leaflet-control-attribution a:hover {
    text-decoration: underline;
}
.leaflet-container .leaflet-control-attribution,
.leaflet-container .leaflet-control-scale {
    font-size: 11px;
}
.leaflet-left .leaflet-control-scale {
    margin-left: 5px;
}
.leaflet-bottom .leaflet-control-scale {
    margin-bottom: 5px;
}
.leaflet-control-scale-line {
    border: 2px solid #777;
    border-top: none;
    line-height: 1.1;
    padding: 2px 5px 1px;
    font-size: 11px;
    white-space: nowrap;
}

```

```

        overflow: hidden;
        -moz-box-sizing: border-box;
        box-sizing: border-box;
        background: #fff;
        background: rgba(255, 255, 255, 0.5);
    }
    .leaflet-control-scale-line:not(:first-child) {
        border-top: 2px solid #777;
        border-bottom: none;
        margin-top: -2px;
    }
    .leaflet-control-scale-line:not(:first-child):not(:last-child) {
        border-bottom: 2px solid #777;
    }
    .leaflet-touch .leaflet-control-attribution,
    .leaflet-touch .leaflet-control-layers,
    .leaflet-touch .leaflet-bar {
        box-shadow: none;
    }
    .leaflet-touch .leaflet-control-layers,
    .leaflet-touch .leaflet-bar {
        border: 2px solid rgba(0,0,0,0.2);
        background-clip: padding-box;
    }
    /* popup */
    .leaflet-popup {
        position: absolute;
        text-align: center;
        margin-bottom: 20px;
    }
    .leaflet-popup-content-wrapper {
        padding: 1px;
        text-align: left;
        border-radius: 12px;
    }
    .leaflet-popup-content {
        margin: 13px 19px;
        line-height: 1.4;
    }
    .leaflet-popup-content p {
        margin: 18px 0;
    }
    .leaflet-popup-tip-container {
        width: 40px;
        height: 20px;
        position: absolute;
        left: 50%;
        margin-left: -20px;
        overflow: hidden;
        pointer-events: none;
    }
    .leaflet-popup-tip {
        width: 17px;
        height: 17px;
        padding: 1px;
        margin: -10px auto 0;
        -webkit-transform: rotate(45deg);
        -moz-transform: rotate(45deg);
        -ms-transform: rotate(45deg);
        transform: rotate(45deg);
    }
}

```

```

.leaflet-popup-content-wrapper,
.leaflet-popup-tip {
    background: white;
    color: #333;
    box-shadow: 0 3px 14px rgba(0,0,0,0.4);
}
.leaflet-container a.leaflet-popup-close-button {
    position: absolute;
    top: 0;
    right: 0;
    padding: 4px 4px 0 0;
    border: none;
    text-align: center;
    width: 18px;
    height: 14px;
    font: 16px/14px Tahoma, Verdana, sans-serif;
    color: #c3c3c3;
    text-decoration: none;
    font-weight: bold;
    background: transparent;
}
.leaflet-container a.leaflet-popup-close-button:hover {
    color: #999;
}
.leaflet-popup-scrolled {
    overflow: auto;
    border-bottom: 1px solid #ddd;
    border-top: 1px solid #ddd;
}
.leaflet-oldie .leaflet-popup-content-wrapper {
    zoom: 1;
}
.leaflet-oldie .leaflet-popup-tip {
    width: 24px;
    margin: 0 auto;
    -ms-filter:
"progid:DXImageTransform.Microsoft.Matrix(M11=0.70710678,
M12=0.70710678, M21=-0.70710678, M22=0.70710678)";
    filter:
progid:DXImageTransform.Microsoft.Matrix(M11=0.70710678,
M12=0.70710678, M21=-0.70710678, M22=0.70710678);
}
.leaflet-oldie .leaflet-popup-tip-container {
    margin-top: -1px;
}
.leaflet-oldie .leaflet-control-zoom,
.leaflet-oldie .leaflet-control-layers,
.leaflet-oldie .leaflet-popup-content-wrapper,
.leaflet-oldie .leaflet-popup-tip {
    border: 1px solid #999;
}
/* div icon */
.leaflet-div-icon {
    background: #fff;
    border: 1px solid #666;
}
/* Tooltip */
/* Base styles for the element that has a tooltip */
.leaflet-tooltip {
    position: absolute;
    padding: 6px;

```



```

    background-color: #fff;
    border: 1px solid #fff;
    border-radius: 3px;
    color: #222;
    white-space: nowrap;
    -webkit-user-select: none;
    -moz-user-select: none;
    -ms-user-select: none;
    user-select: none;
    pointer-events: none;
    box-shadow: 0 1px 3px rgba(0,0,0,0.4);
  }
.leaflet-tooltip.leaflet-clickable {
  cursor: pointer;
  pointer-events: auto;
}
.leaflet-tooltip-top:before,
.leaflet-tooltip-bottom:before,
.leaflet-tooltip-left:before,
.leaflet-tooltip-right:before {
  position: absolute;
  pointer-events: none;
  border: 6px solid transparent;
  background: transparent;
  content: "";
}
/* Directions */
.leaflet-tooltip-bottom {
  margin-top: 6px;
}
.leaflet-tooltip-top {
  margin-top: -6px;
}
.leaflet-tooltip-bottom:before,
.leaflet-tooltip-top:before {
  left: 50%;
  margin-left: -6px;
}
.leaflet-tooltip-top:before {
  bottom: 0;
  margin-bottom: -12px;
  border-top-color: #fff;
}
.leaflet-tooltip-bottom:before {
  top: 0;
  margin-top: -12px;
  margin-left: -6px;
  border-bottom-color: #fff;
}
.leaflet-tooltip-left {
  margin-left: -6px;
}
.leaflet-tooltip-right {
  margin-left: 6px;
}
.leaflet-tooltip-left:before,
.leaflet-tooltip-right:before {
  top: 50%;
  margin-top: -6px;
}
.leaflet-tooltip-left:before {

```

```

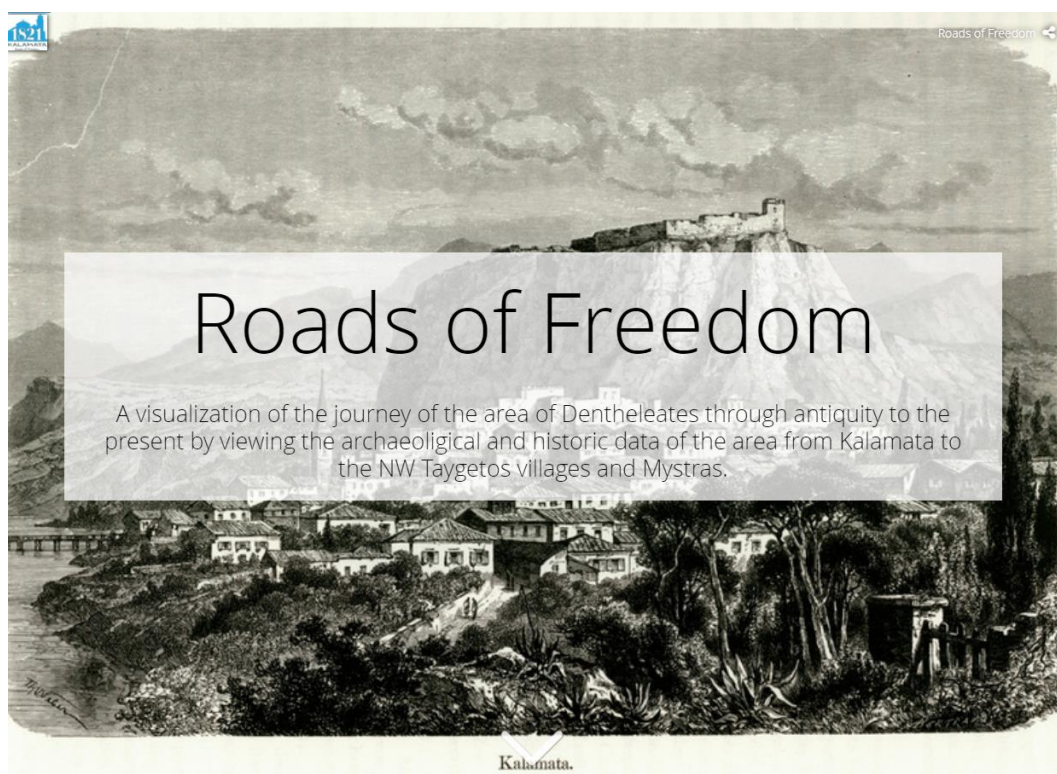
        right: 0;
        margin-right: -12px;
        border-left-color: #fff;
    }
    .leaflet-tooltip-right:before {
        left: 0;
        margin-left: -12px;
        border-right-color: #fff;
    }
    /* my code*/
    #mapid {
        width: 80%;
        height: 80%;
        text-align:center;
        border:2px solid #6699ff; /*ορίζω πάχος και χρώμα του πλαισίου
που περιέχει τον χάρτη*/
        background-color:white;
    }
    table, th, td, tr{
        border: 0px solid white;
    }
    a:link, a:visited, a:hover, a:active {
        text-align: center;
        text-decoration: none;
        font-style: normal;
        font-family: Arial;
        font-size: large;
    }

```

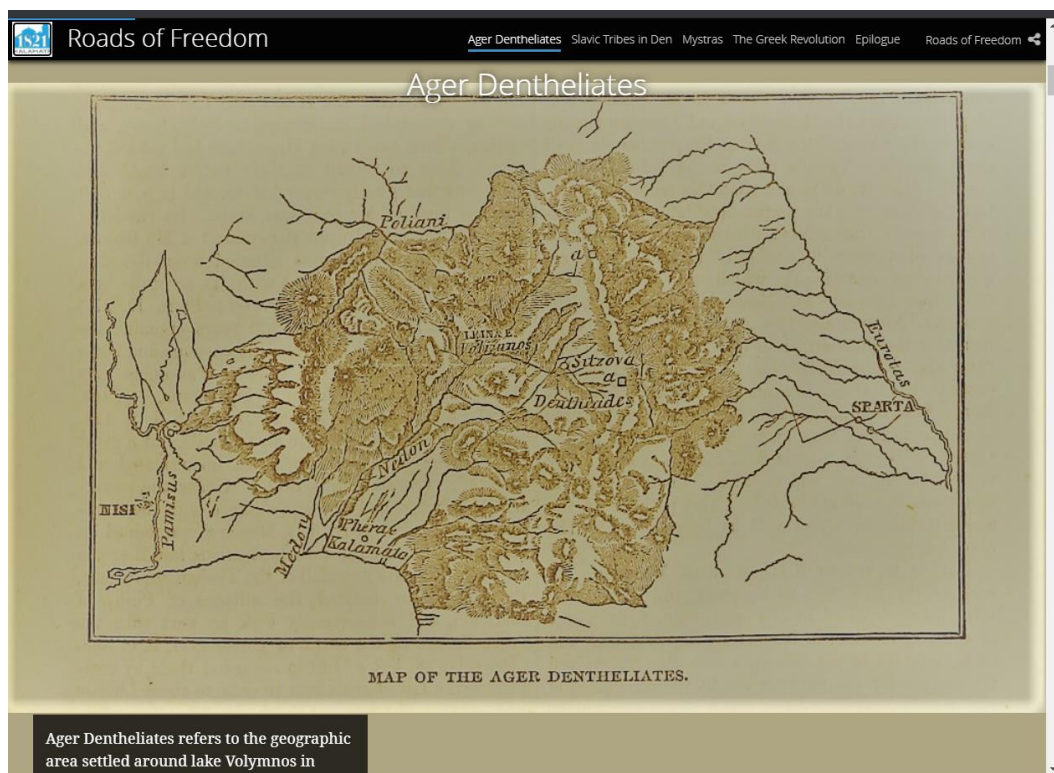
Κατά αντιστοιχία με την ανάλογη πληροφορία αναπτύχθηκε ο κώδικας των υπόλοιπων σελίδων της εφαρμογής, Culture, Events και Cultural Paths.

Αφίσα Επαυξημένης Πραγματικότητας

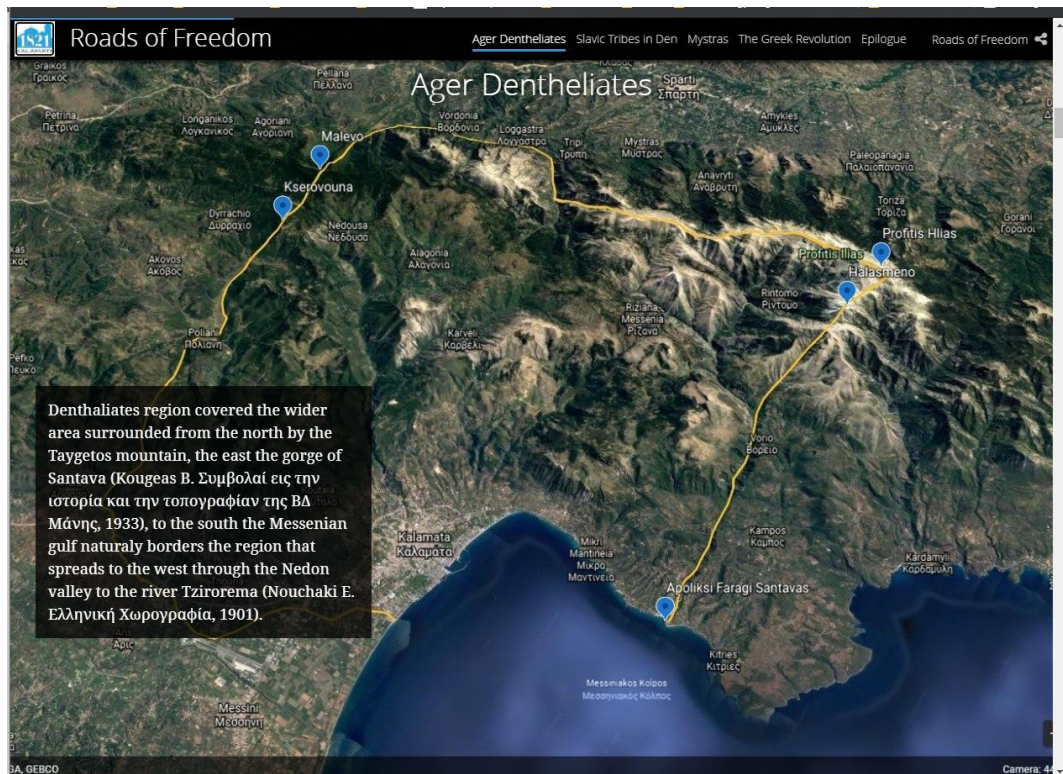
Στιγμιότυπο οθόνης της εφαρμογής «Roads of Freedom»



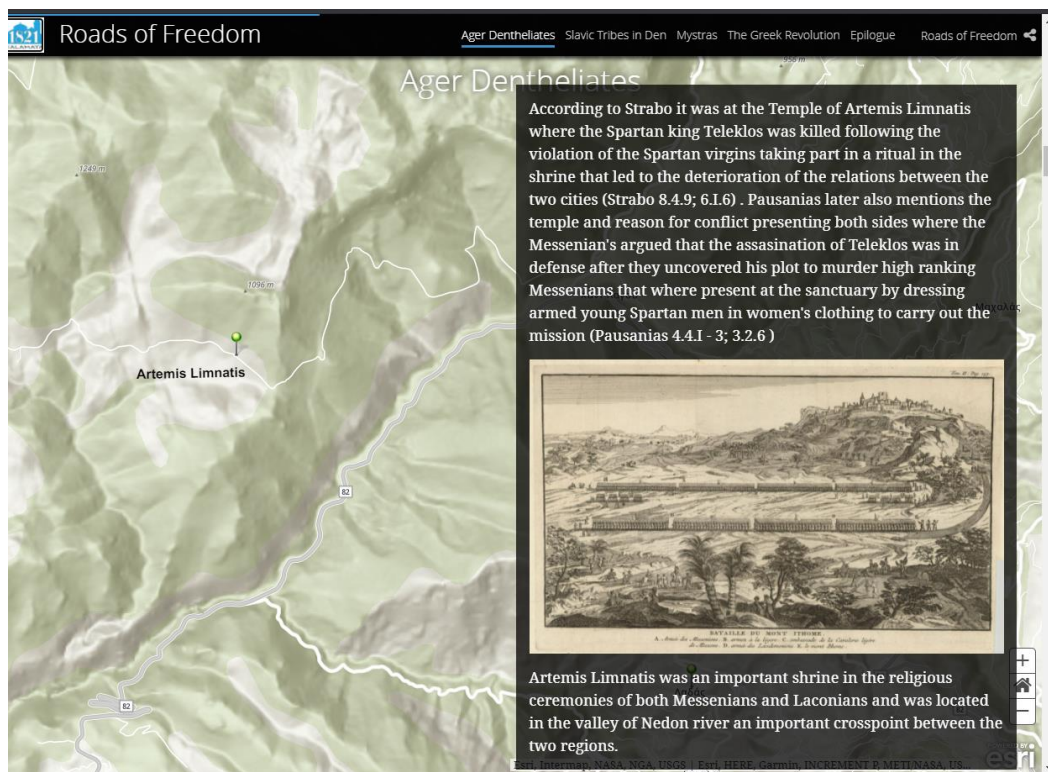
Εικόνα 1 Στιγμιότυπο αρχικής οθόνης διαδικτυακής εφαρμογής "Roads of Freedom"



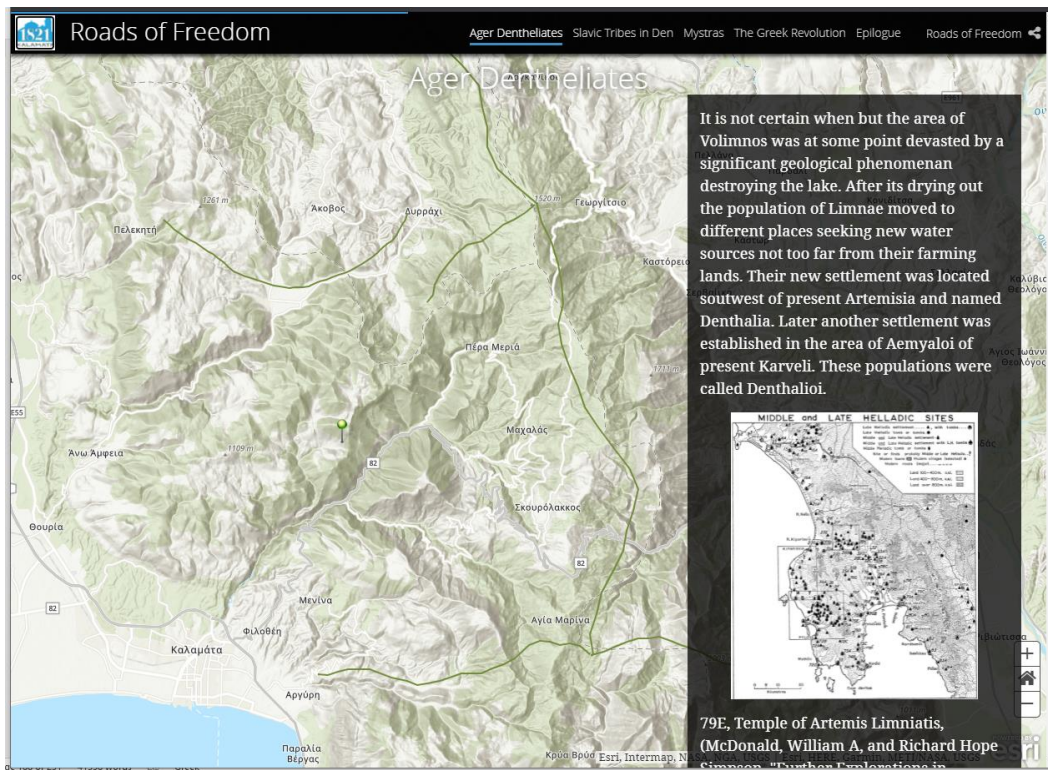
Εικόνα 2 Στιγμιότυπο αρχικής οθόνης διαδικτυακής εφαρμογής "Roads of Freedom"



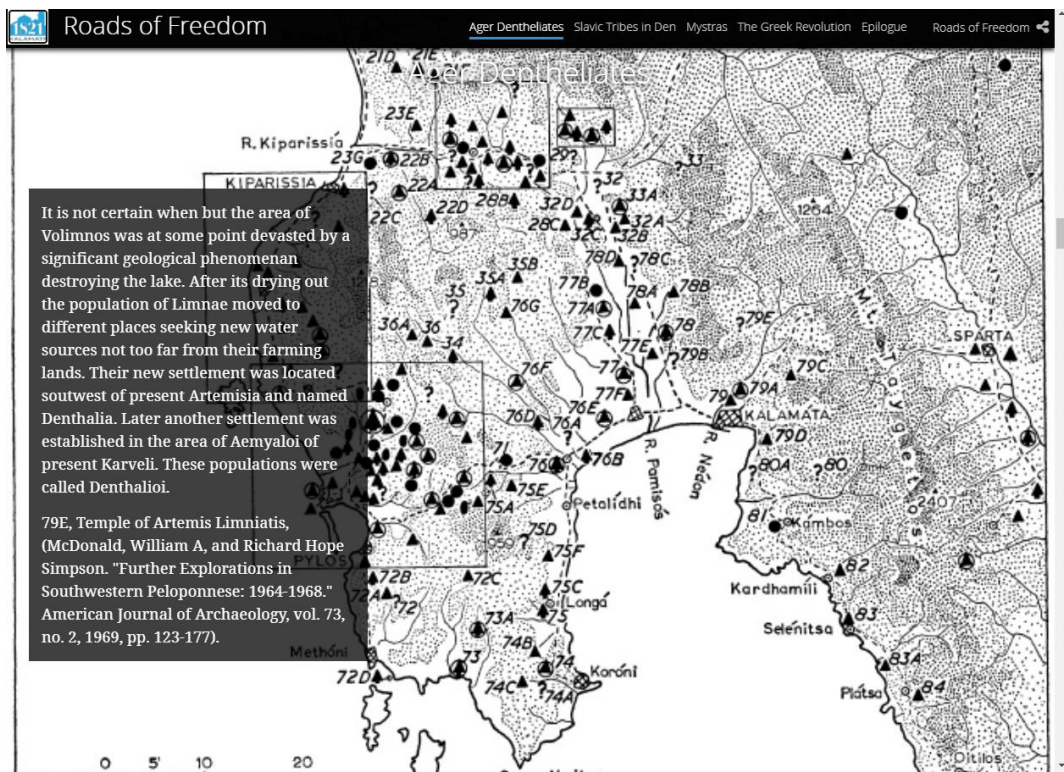
Εικόνα 3 Στιγμιότυπο αρχικής οθόνης διαδικτυακής εφαρμογής "Roads of Freedom"



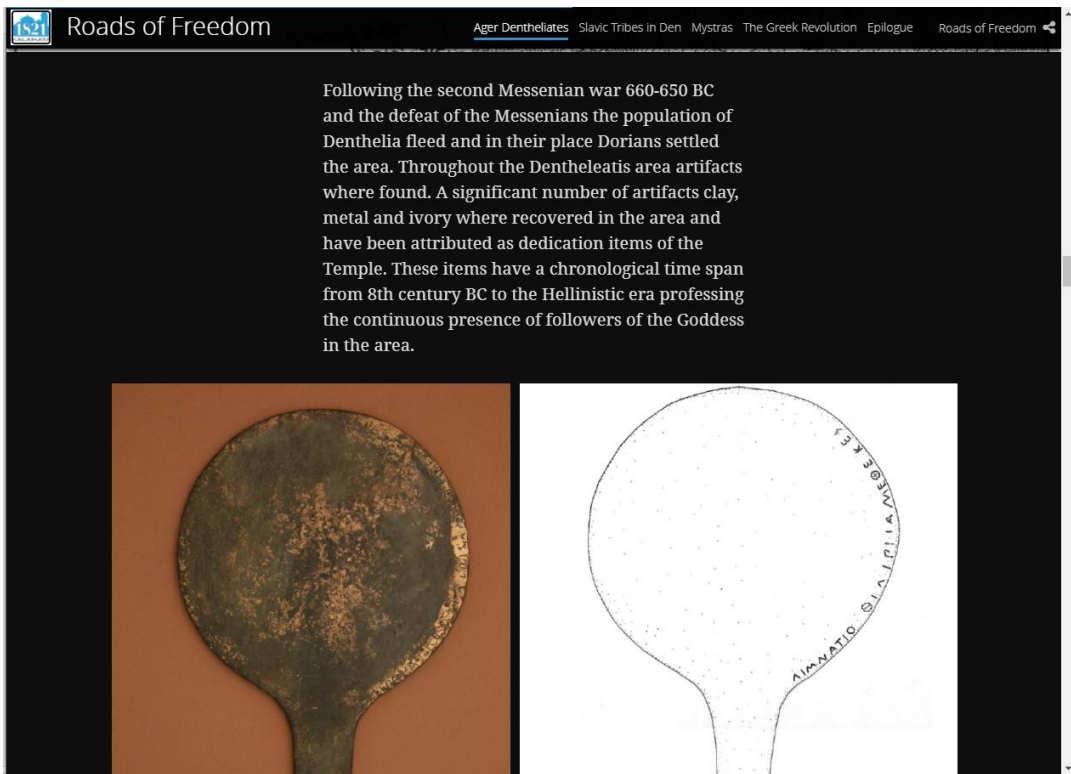
Εικόνα 4 Στιγμιότυπο αρχικής οθόνης διαδικτυακής εφαρμογής "Roads of Freedom"



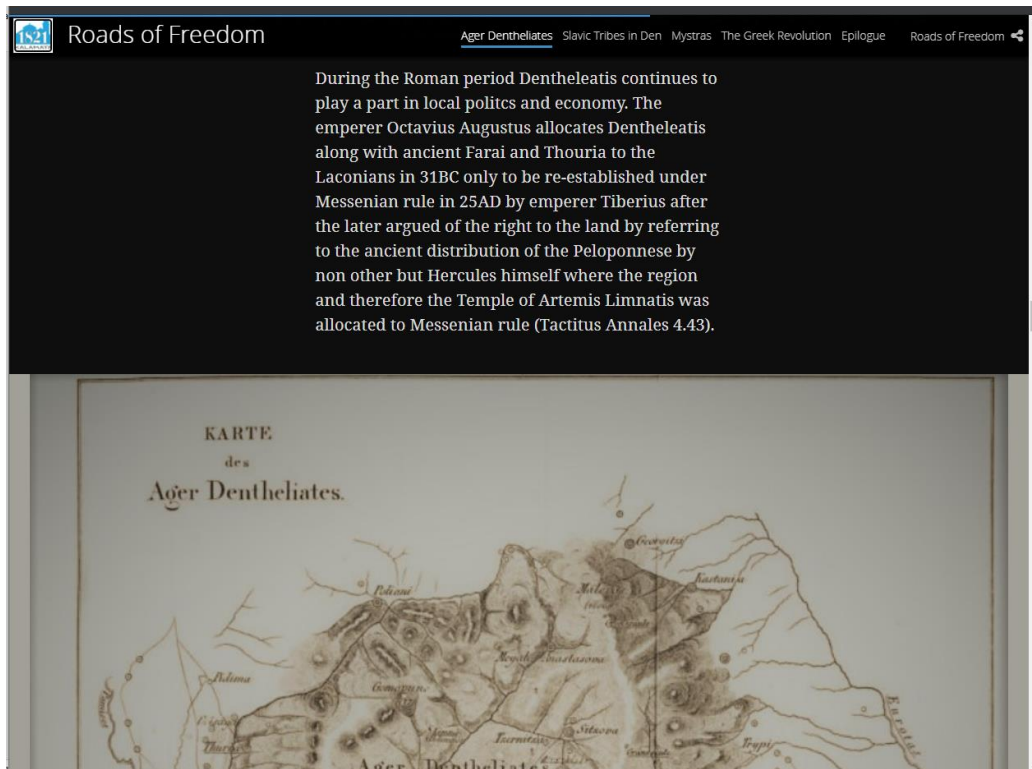
Εικόνα 5 Στιγμιότυπο αρχικής οθόνης διαδικτυακής εφαρμογής "Roads of Freedom"



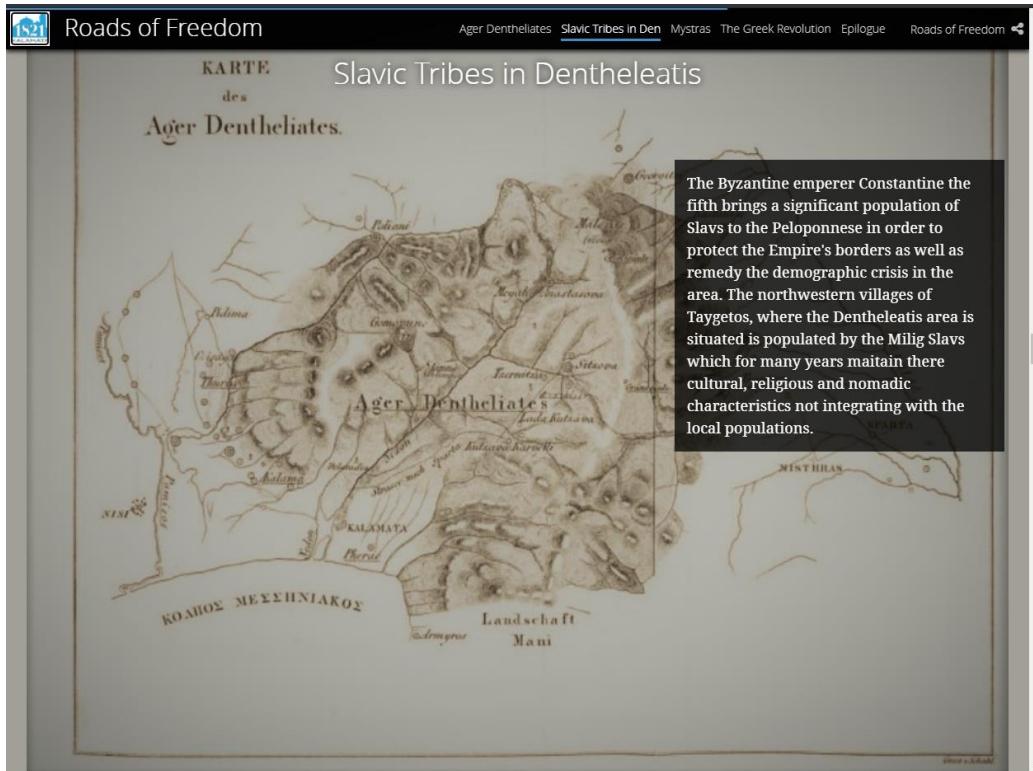
Εικόνα 6 Στιγμιότυπο αρχικής οθόνης διαδικτυακής εφαρμογής "Roads of Freedom"



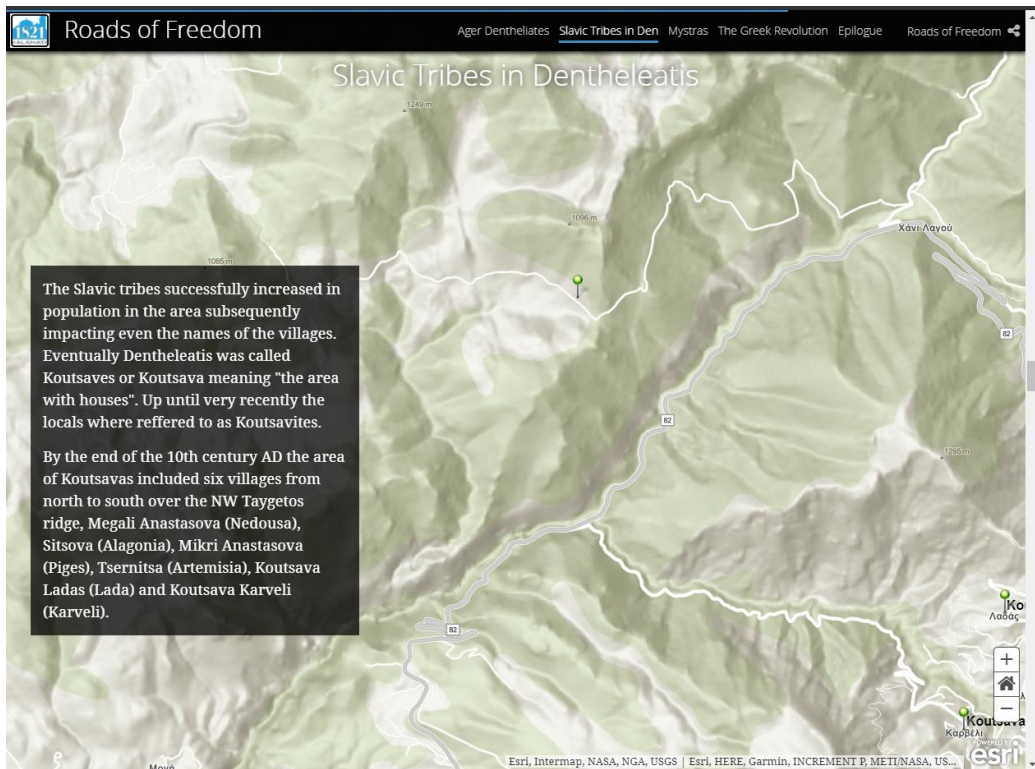
Εικόνα 7 Στιγμιότυπο αρχικής οθόνης διαδικτυακής εφαρμογής "Roads of Freedom"



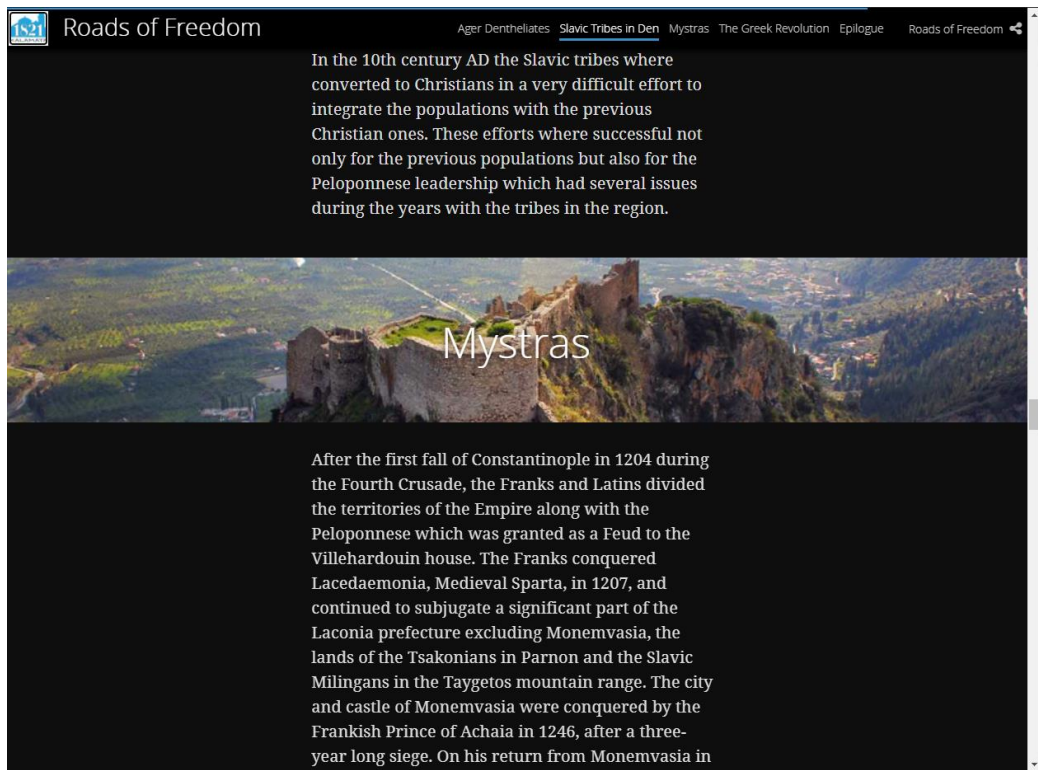
Εικόνα 8 Στιγμιότυπο αρχικής οθόνης διαδικτυακής εφαρμογής "Roads of Freedom"



Εικόνα 9 Στιγμιότυπο αρχικής οθόνης διαδικτυακής εφαρμογής "Roads of Freedom"



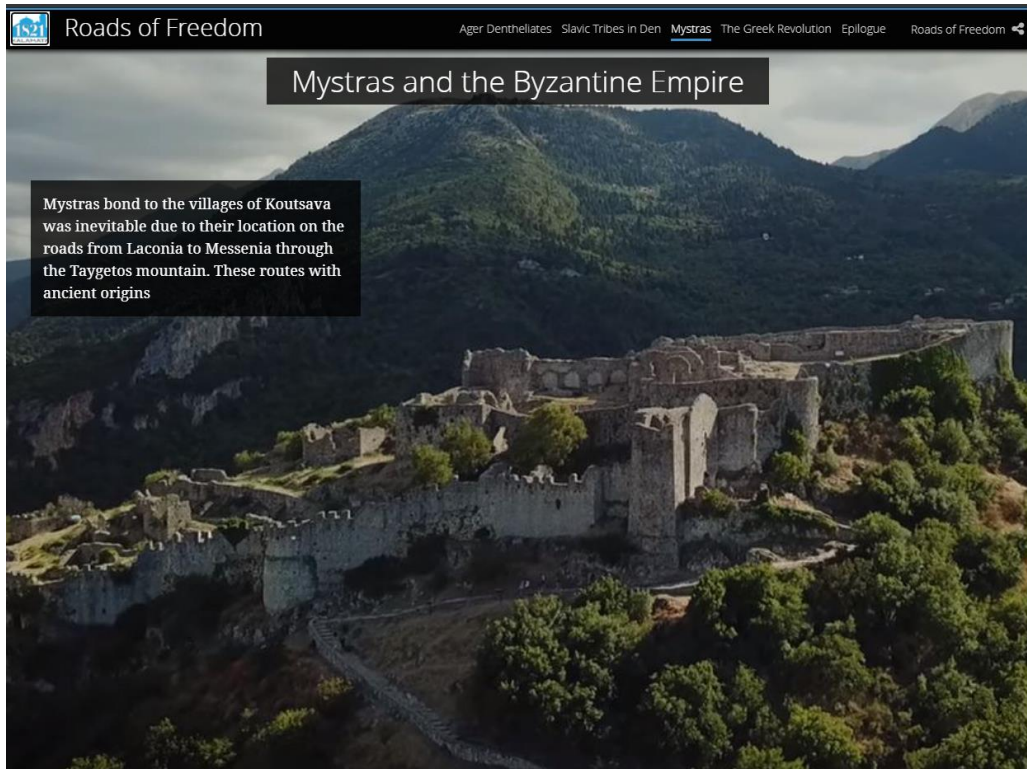
Εικόνα 10 Στιγμιότυπο αρχικής οθόνης διαδικτυακής εφαρμογής "Roads of Freedom"



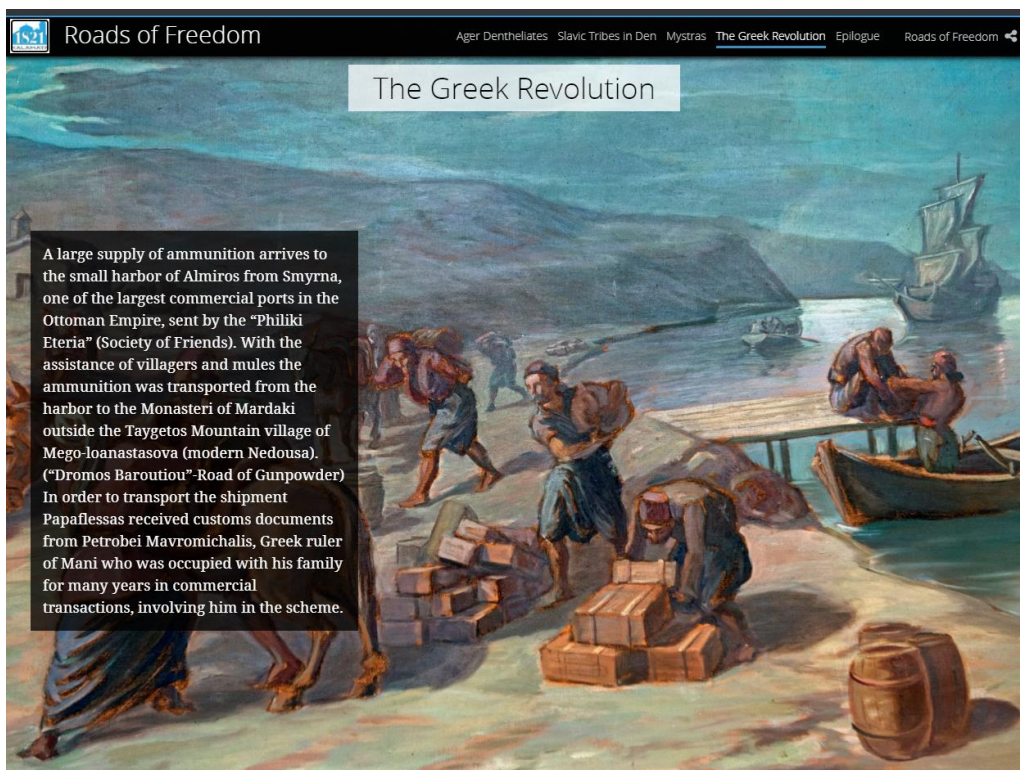
Εικόνα 11 Στιγμιότυπο αρχικής οθόνης διαδικτυακής εφαρμογής "Roads of Freedom"



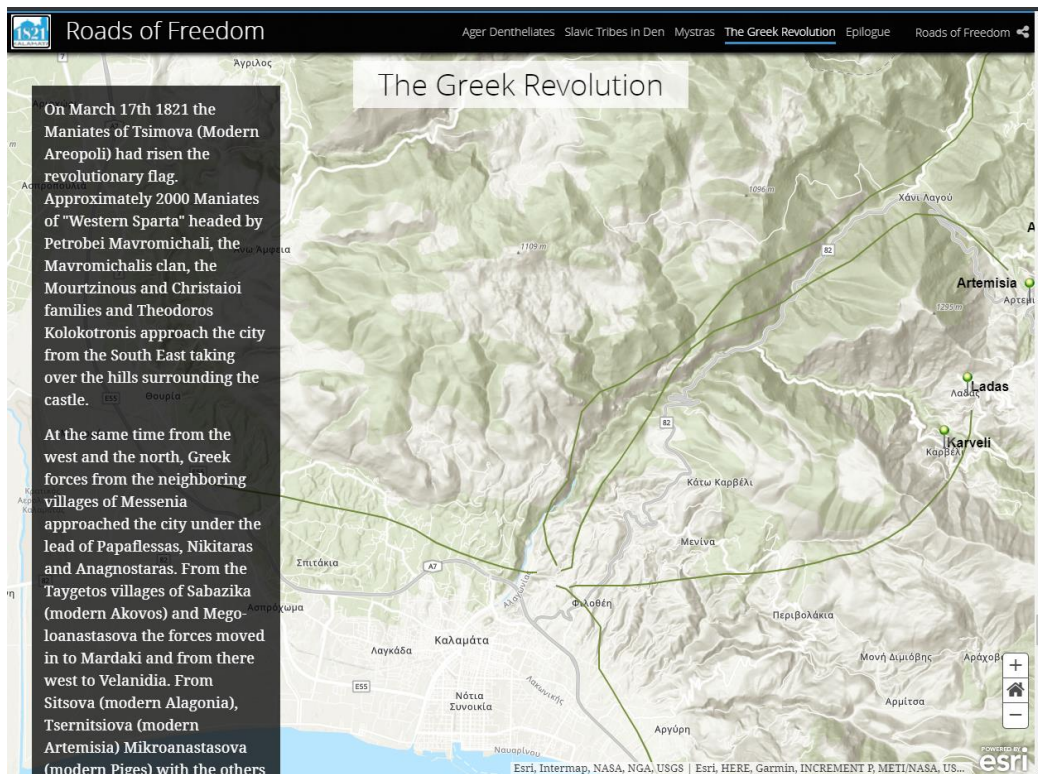
Εικόνα 12 Στιγμιότυπο αρχικής οθόνης διαδικτυακής εφαρμογής "Roads of Freedom"



Εικόνα 13 Στιγμιότυπο αρχικής οθόνης διαδικτυακής εφαρμογής "Roads of Freedom"



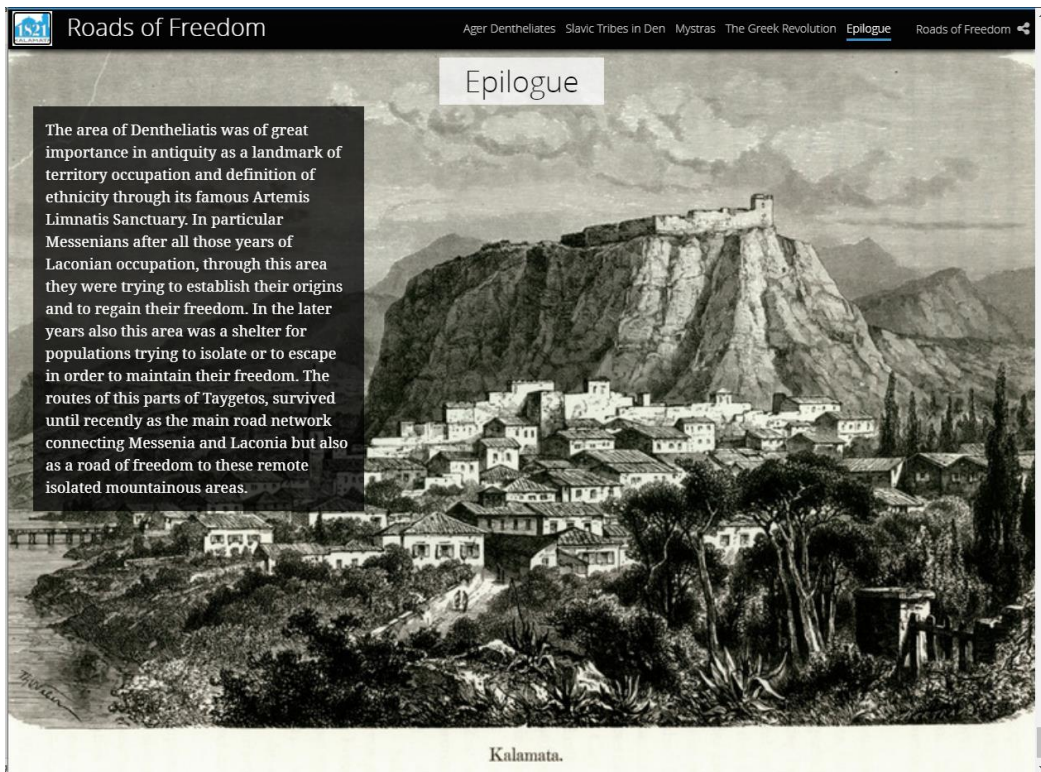
Εικόνα 14 Στιγμιότυπο αρχικής οθόνης διαδικτυακής εφαρμογής "Roads of Freedom"



Εικόνα 15 Στιγμιότυπο αρχικής οθόνης διαδικτυακής εφαρμογής "Roads of Freedom"



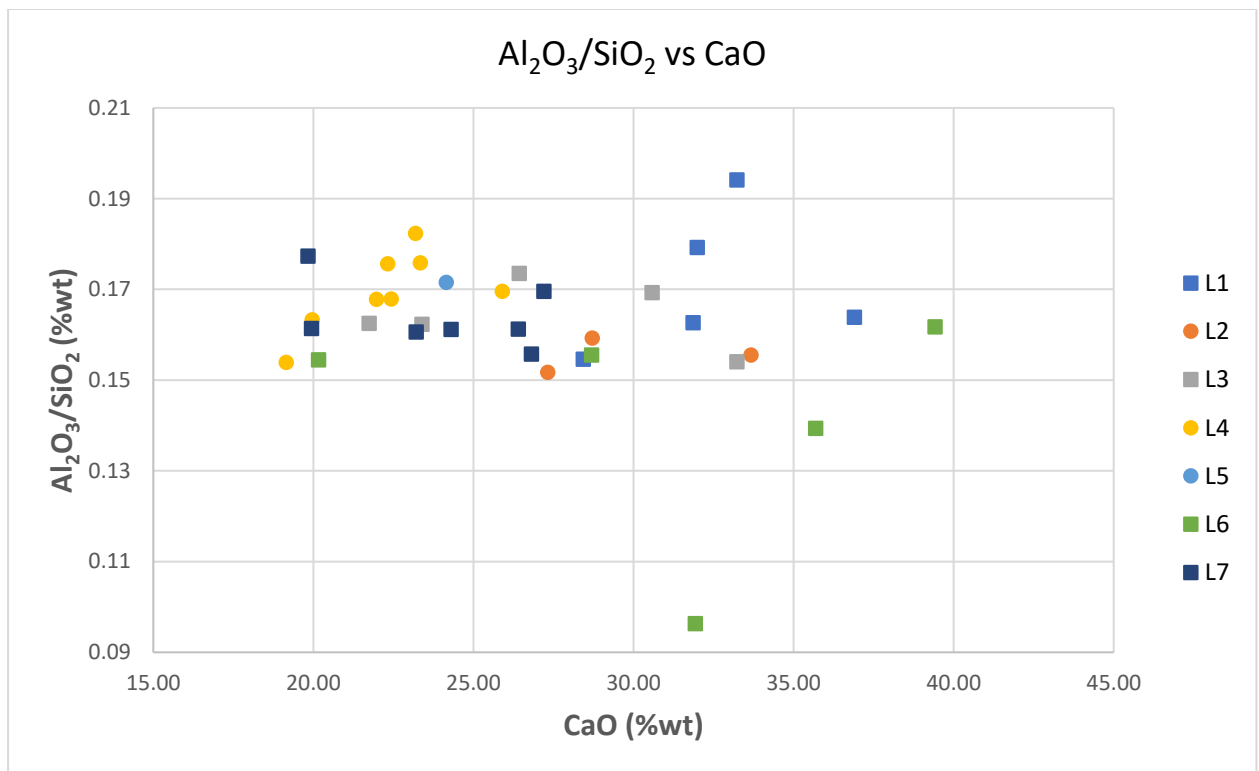
Εικόνα 16 Στιγμιότυπο αρχικής οθόνης διαδικτυακής εφαρμογής "Roads of Freedom"



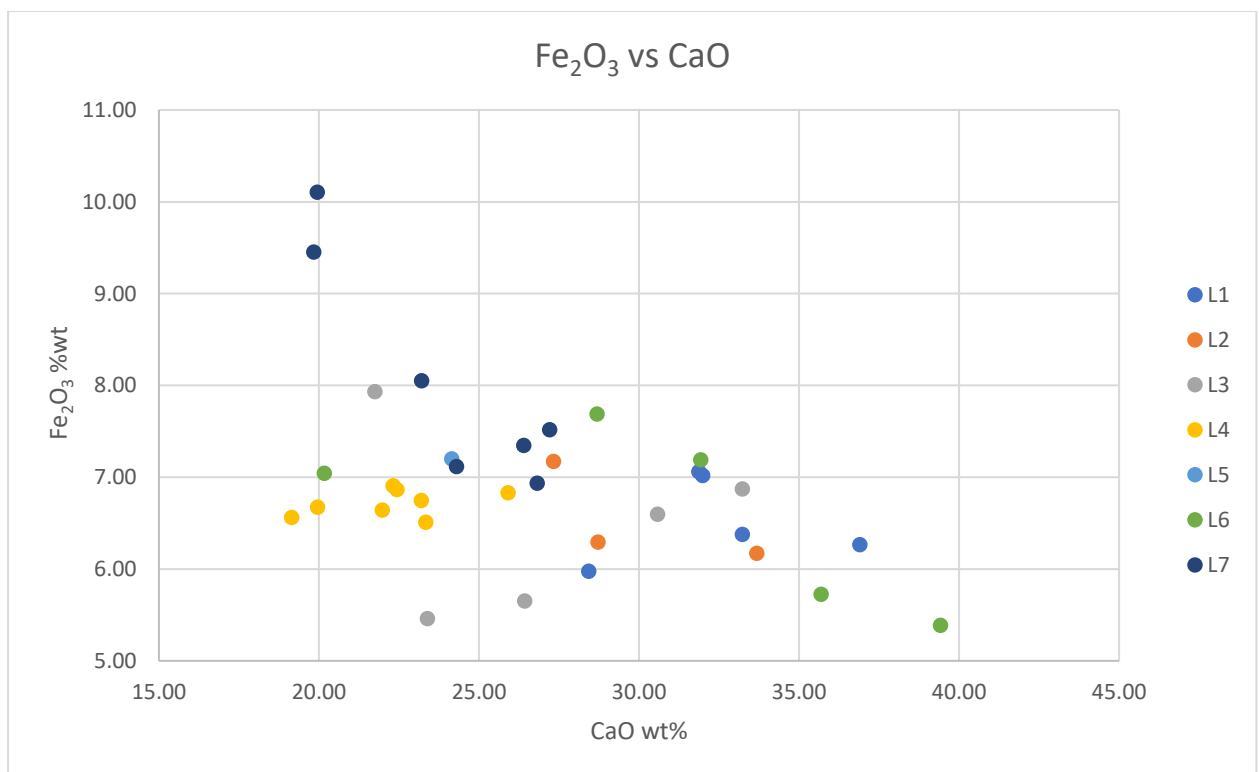
Εικόνα 17 Στιγμιότυπο αρχικής οθόνης διαδικτυακής εφαρμογής "Roads of Freedom"

Παράρτημα II

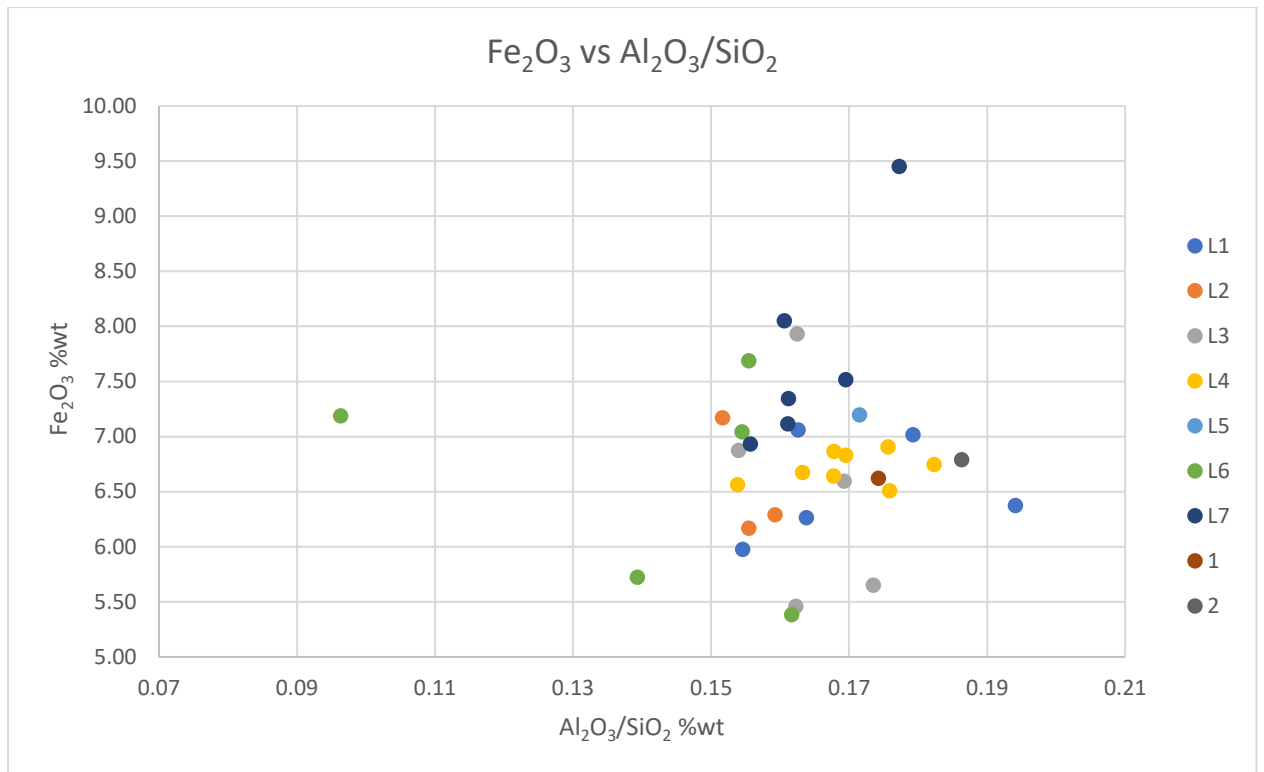
Διαγράμματα συγκεντώσεων αναλύσεων δειγμάτων Ασκληπιείου Αρχαίας Θουρίας.



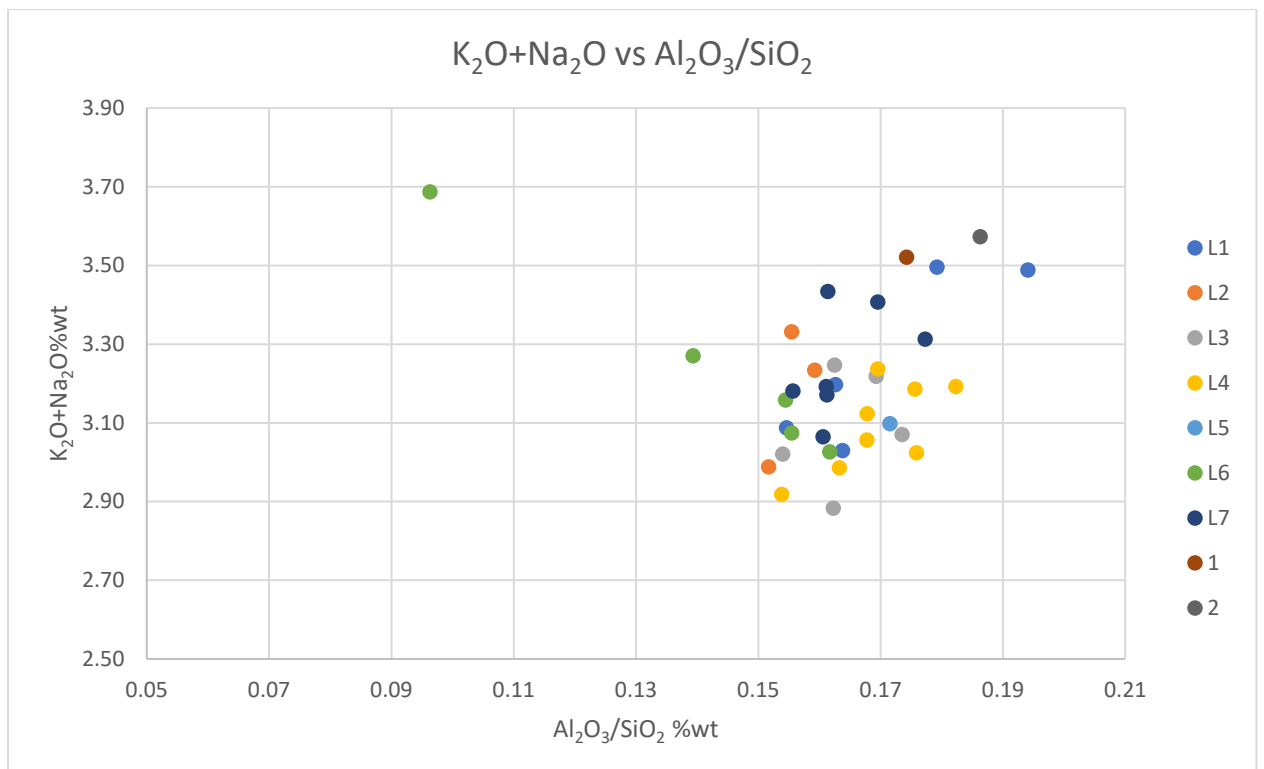
Διάγραμμα 1 Συγκέντρωση Al₂O₃/SiO₂ συναρτήσει CaO % κ.β.



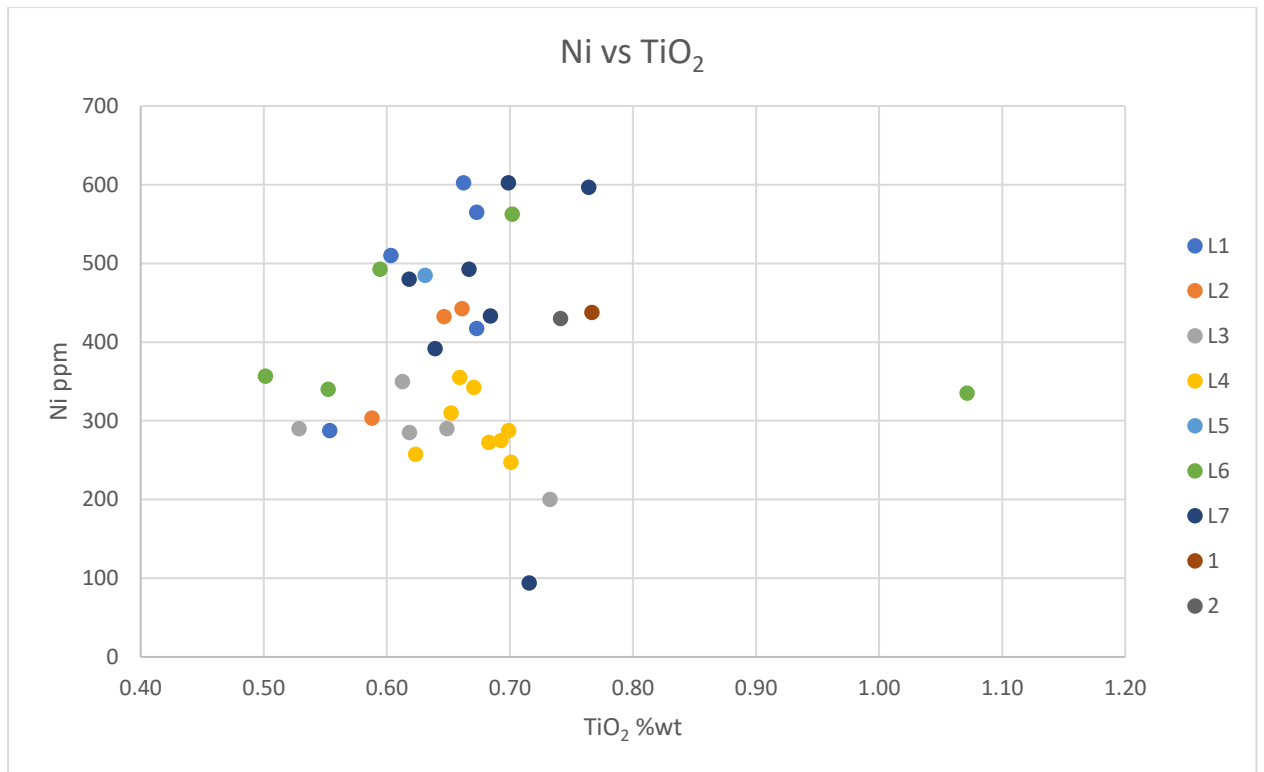
Διάγραμμα 2 Συγκέντρωση FeO₂ συναρτήσει CaO % κ.β.



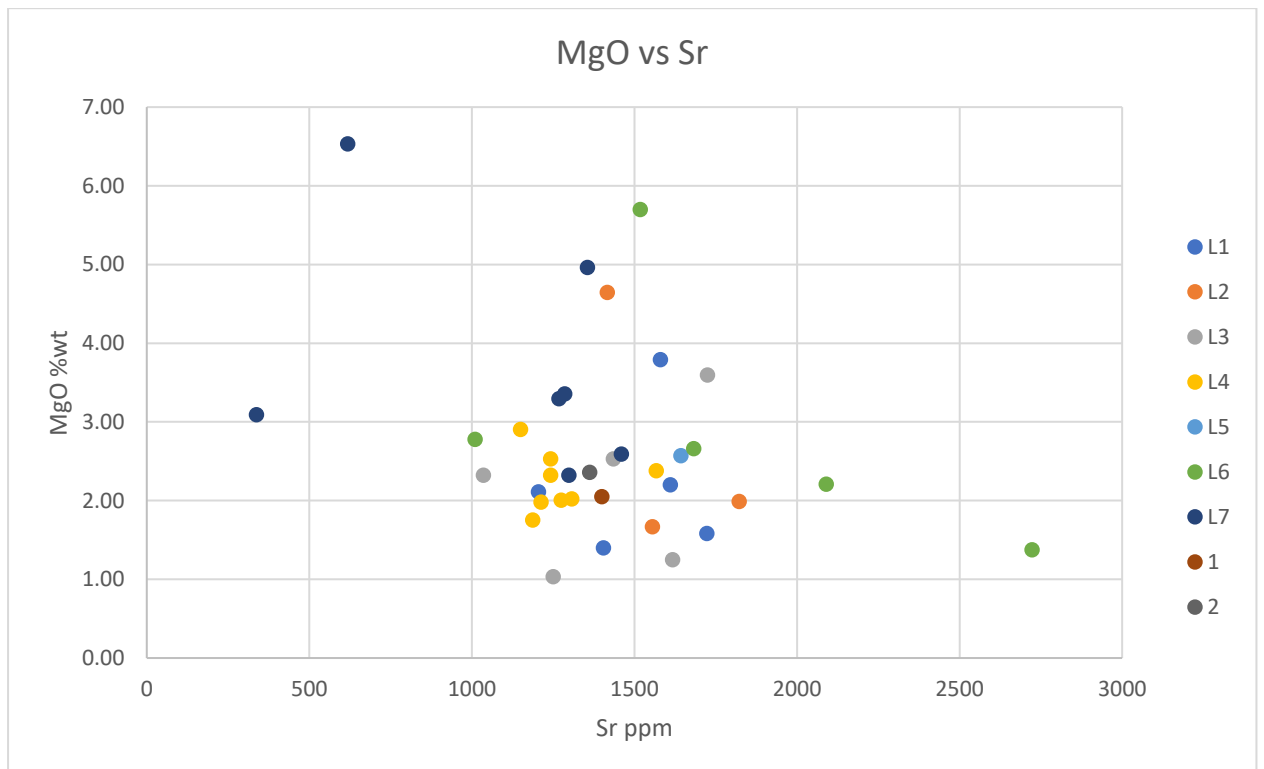
Διάγραμμα 3 Συγκέντρωση FeO_2 συναρτήσει $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ % κ.β.



Διάγραμμα 4 Συγκέντρωση $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ συναρτήσει $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ % κ.β.

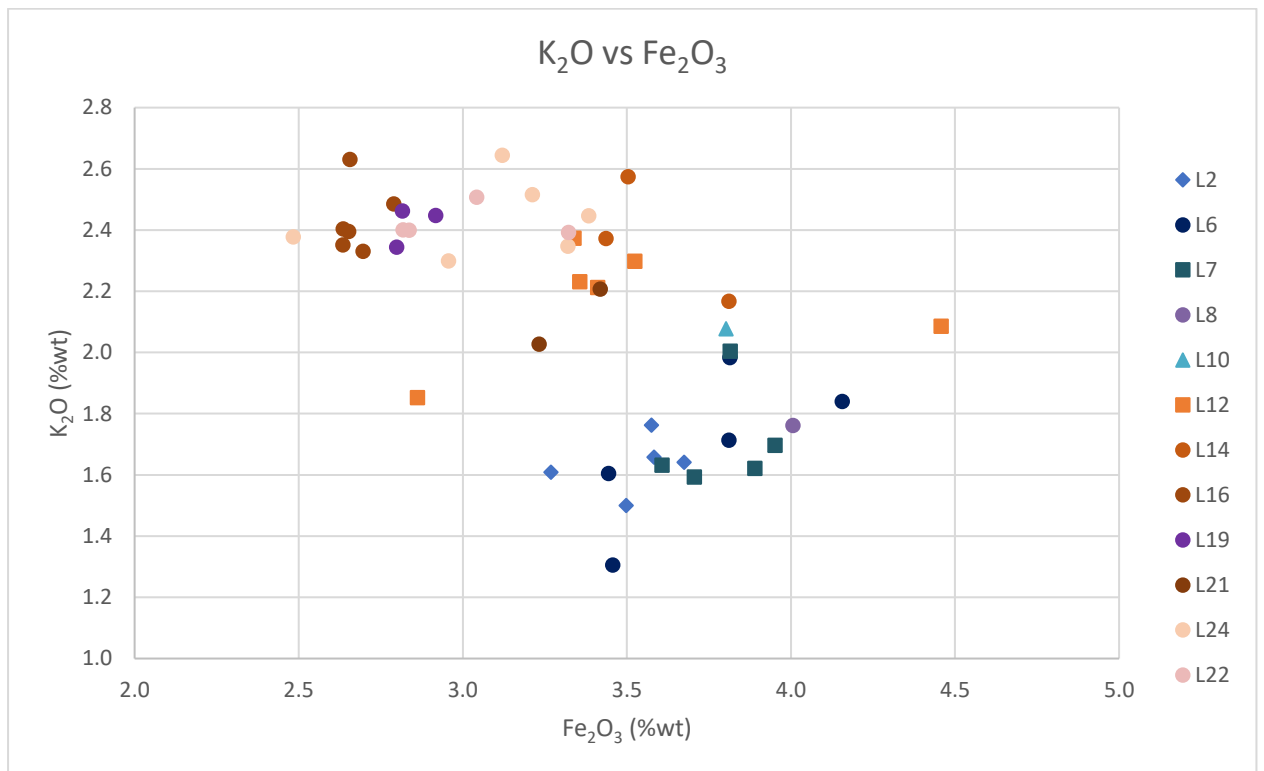


Διάγραμμα 5 Συγκέντρωση Ni μέρη ανά εκατομμύριο συναρτήσει TiO₂ % κ.β

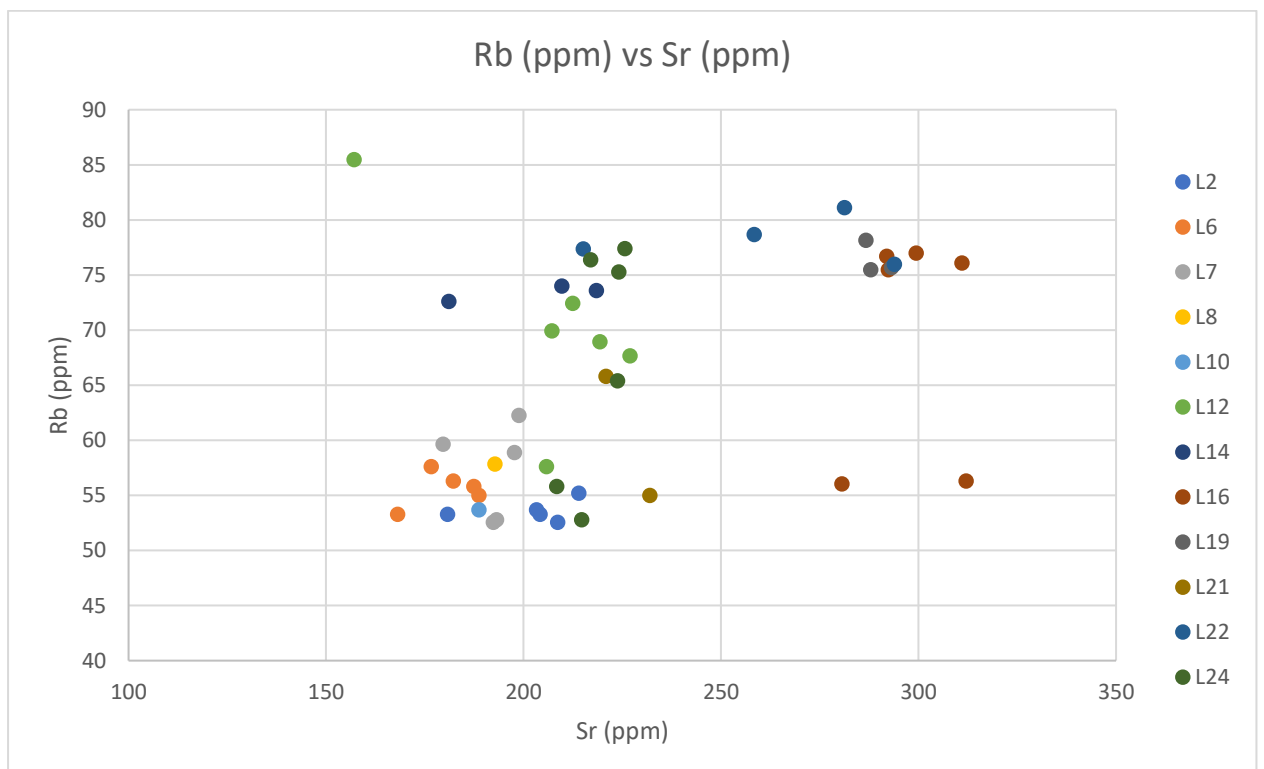


Διάγραμμα 6 Συγκέντρωση MgO % κ.β. συναρτήσει Sr μέρη ανά εκατομμύριο

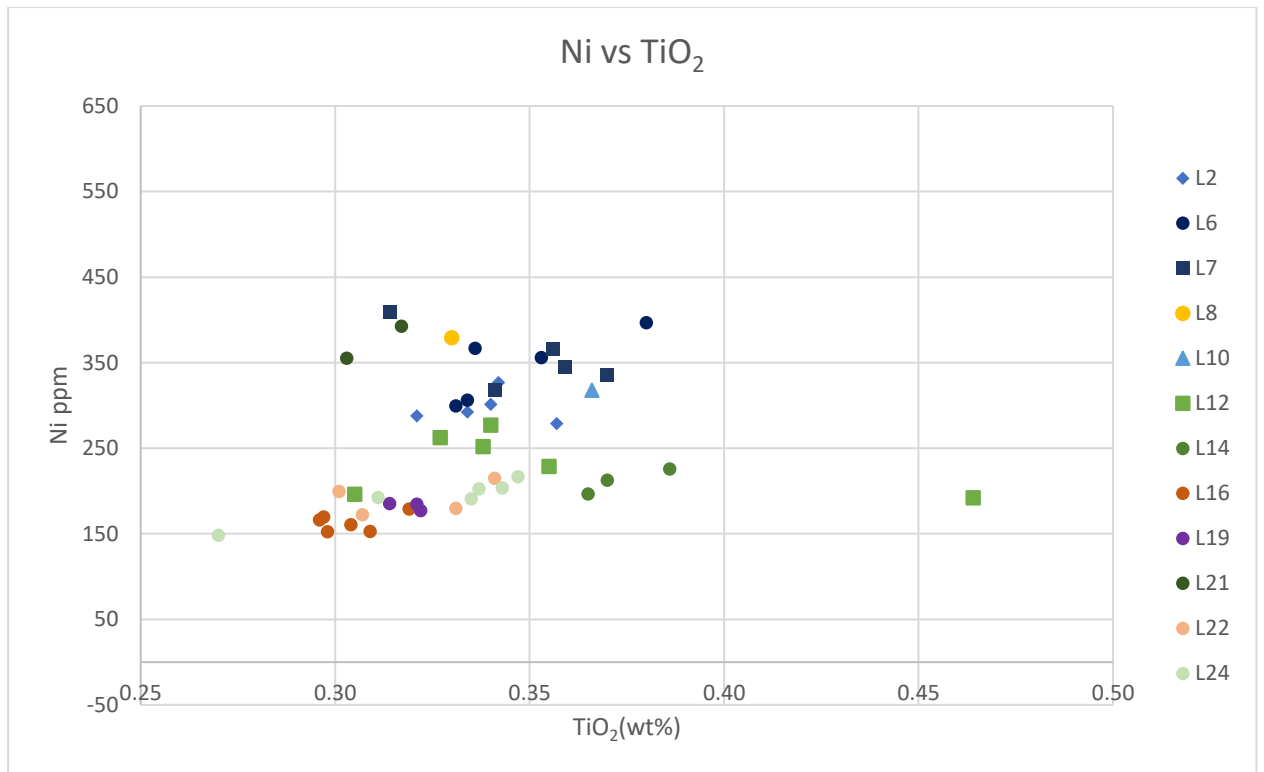
Διαγράμματα χημικών αναλύσεων δειγμάτων στρωματογραφίας Ακρολαμίας



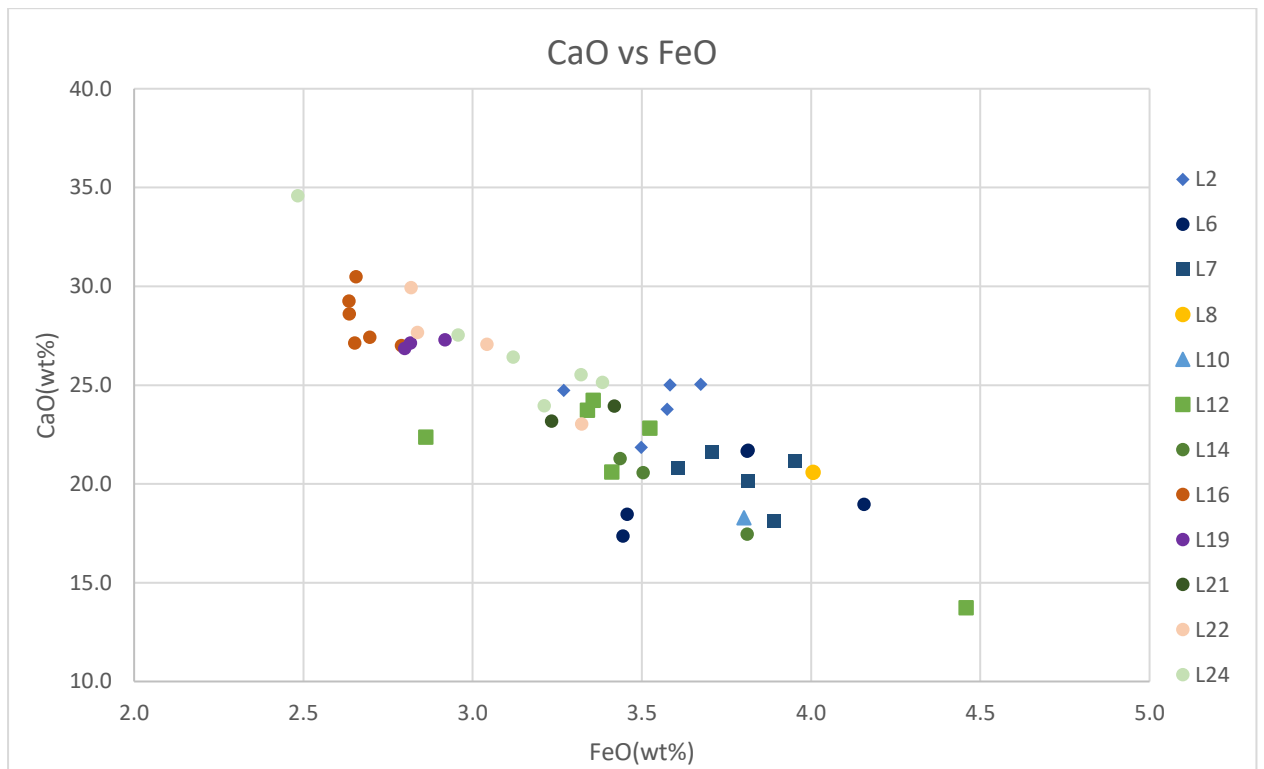
Διάγραμμα 7 Συγκέντρωση K₂O συναρτήσει Fe₂O₃ % κ.β.



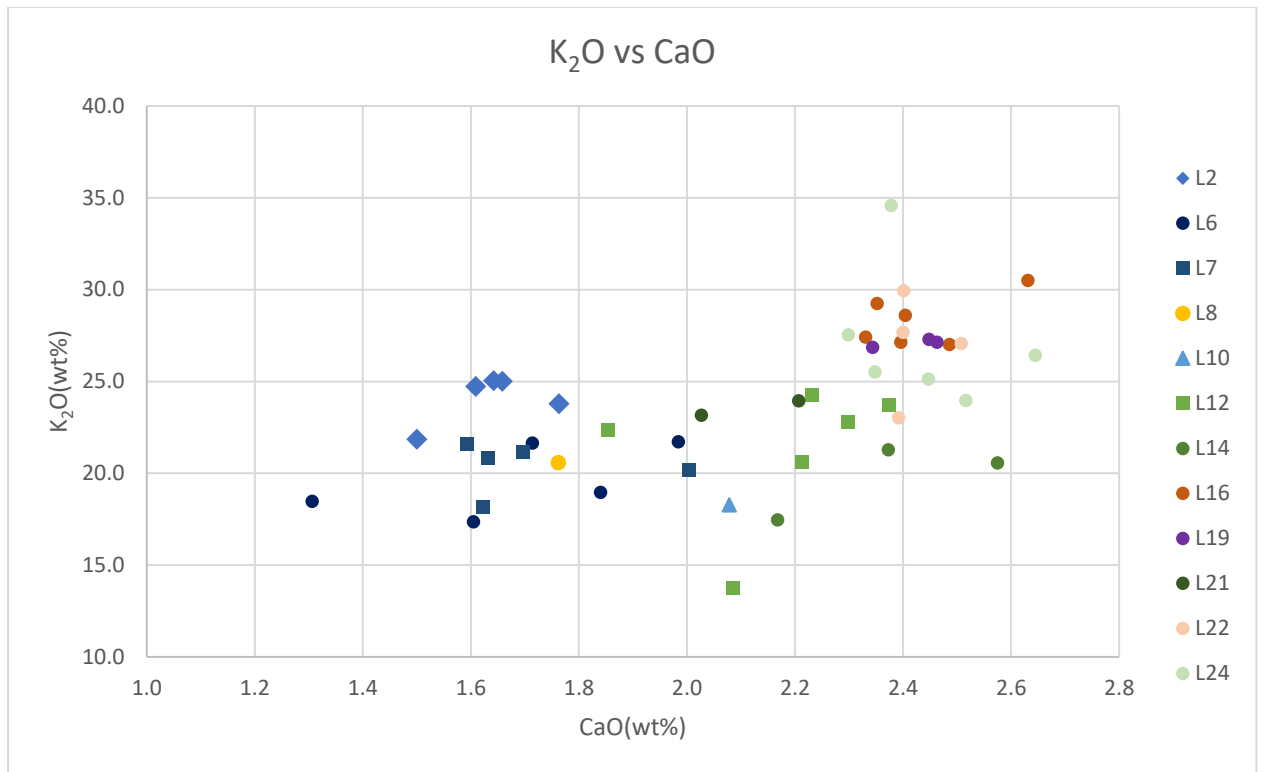
Διάγραμμα 8 Συγκέντρωση Rb συναρτήσει Sr σε μέρη ανά εκατομμύριο



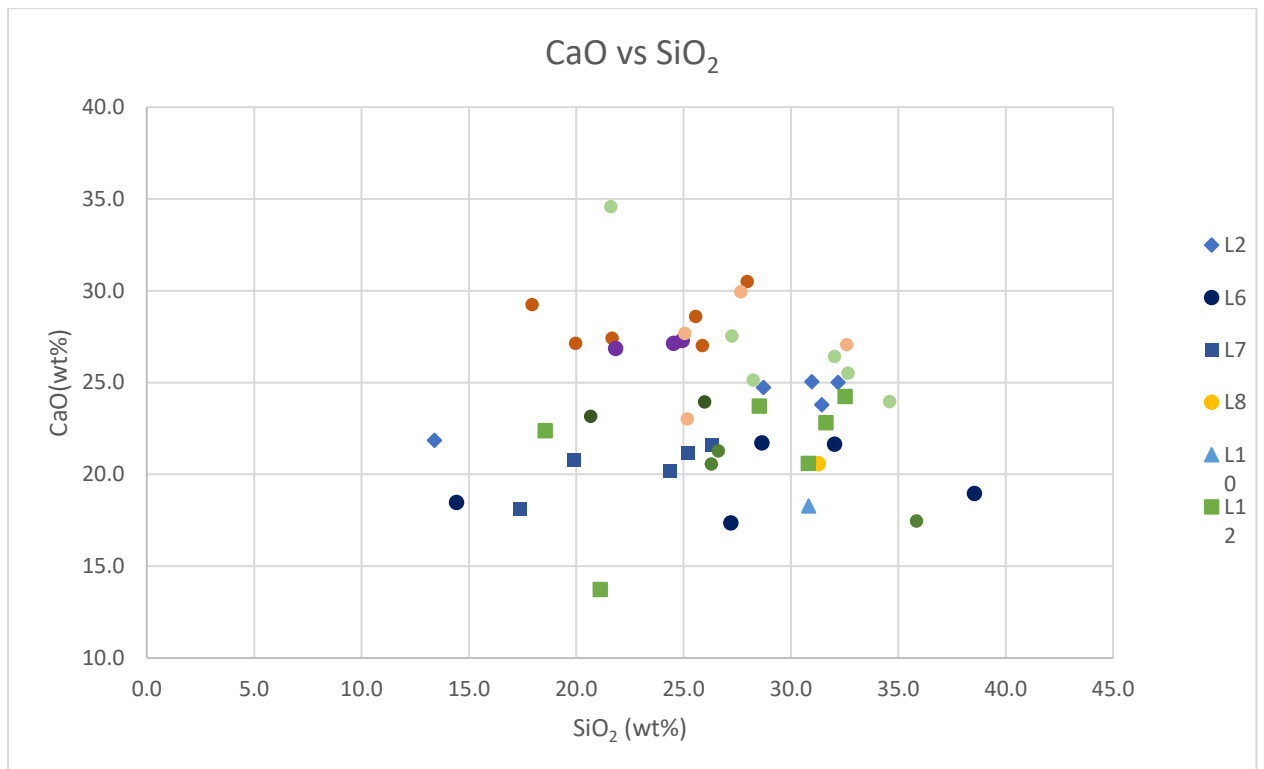
Διάγραμμα 9 Συγκέντρωση Ni σε μέρη ανά εκατομμύριο συναρτήσει TiO₂ % κ.β.



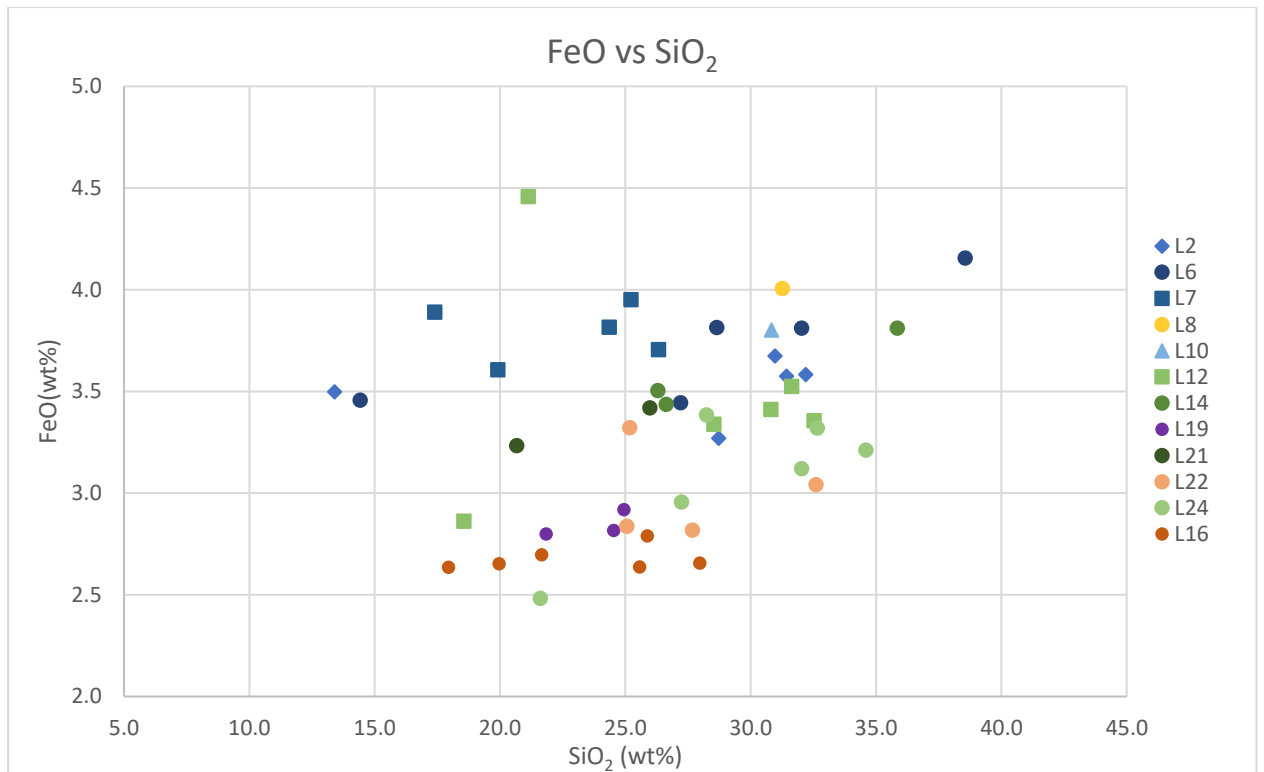
Διάγραμμα 10 Συγκέντρωση CaO συναρτήσει FeO %κ.β.



Διάγραμμα 11 Συγκέντρωση K_2O συναρτήσει CaO % κ.β.

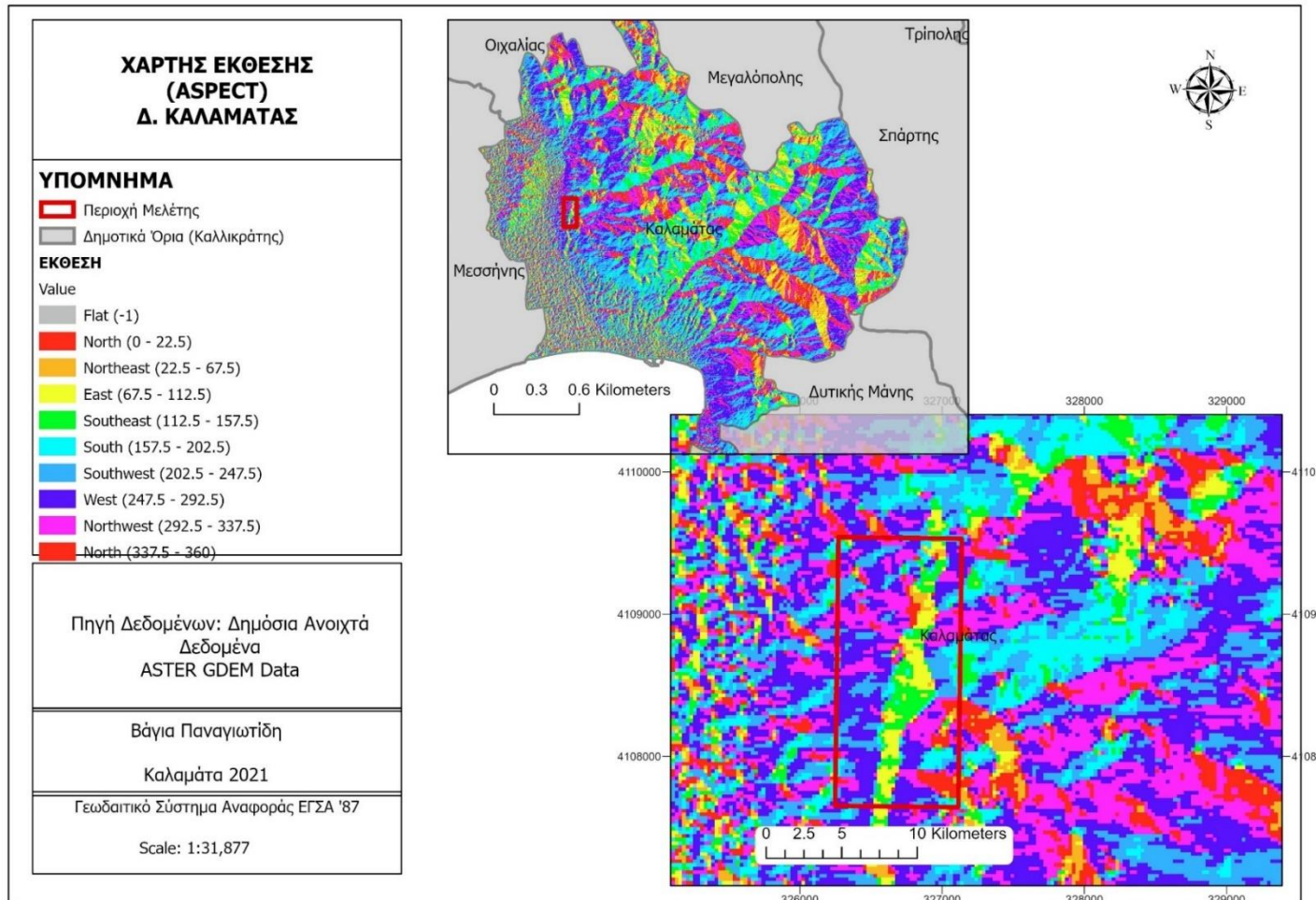


Διάγραμμα 12 Συγκέντρωση CaO συναρτήσει SiO_2 % κ.β.

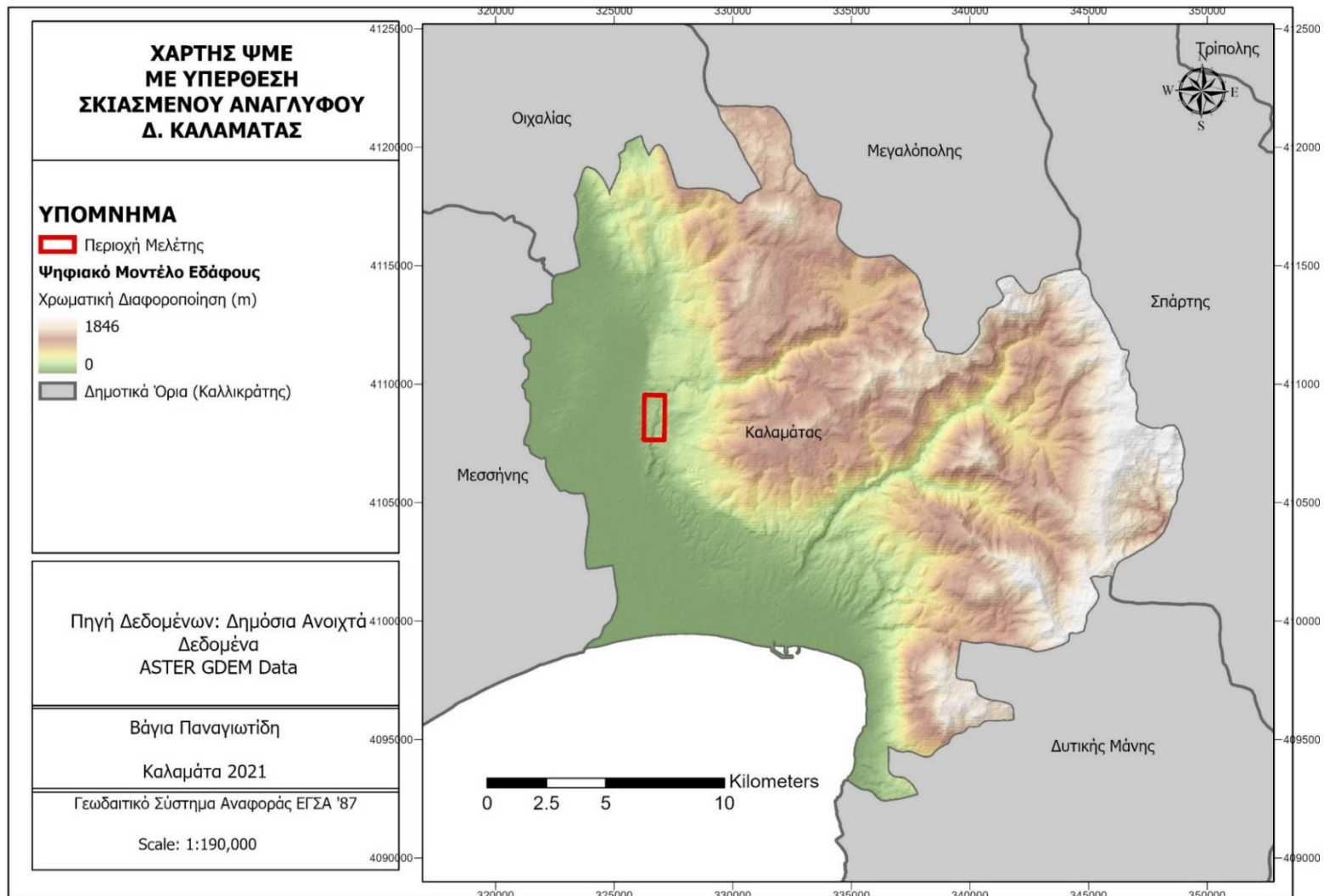


Διάγραμμα 13 Συγκέντρωση FeO συναρτήσει SiO₂ % κ.β.

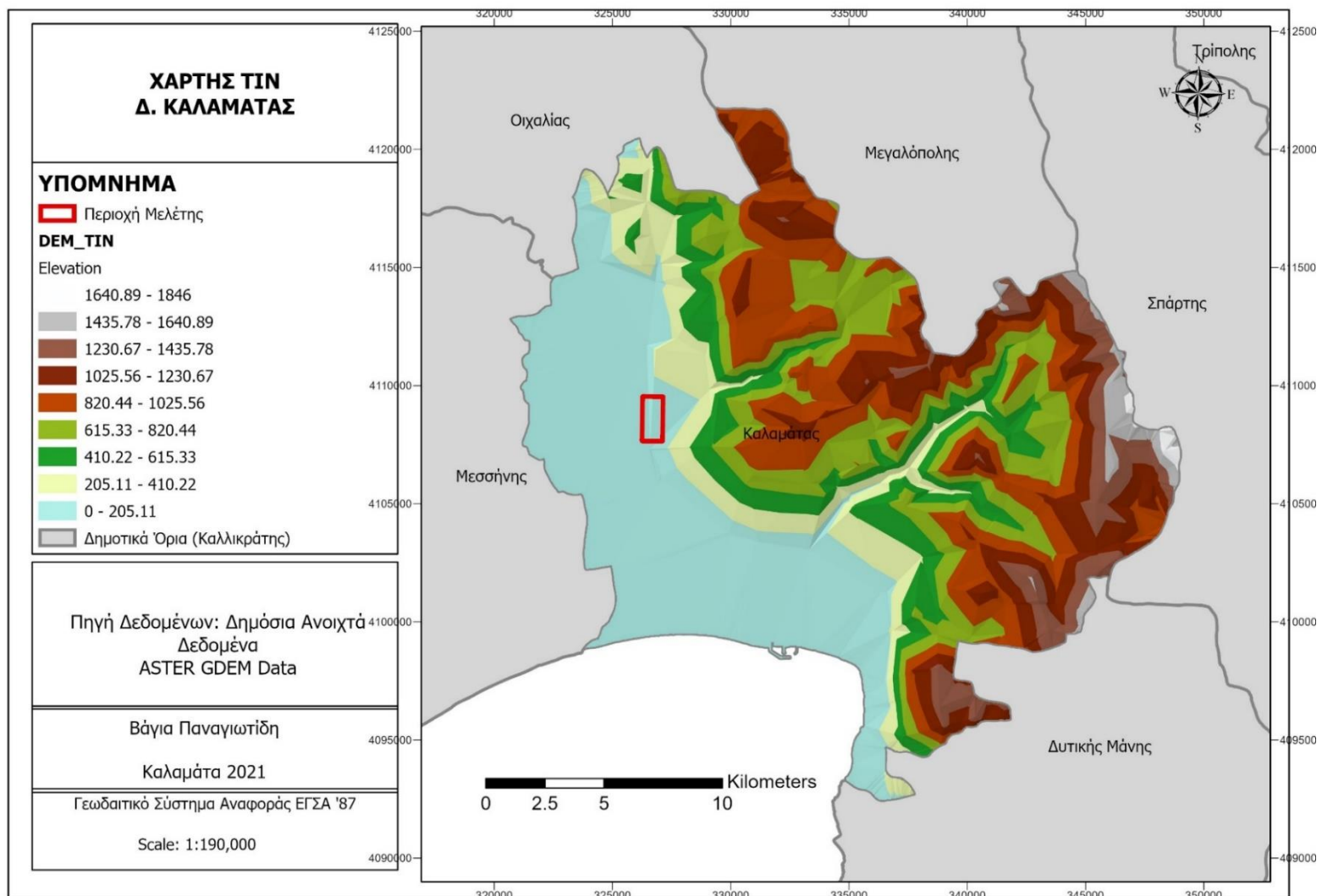
Παράρτημα III



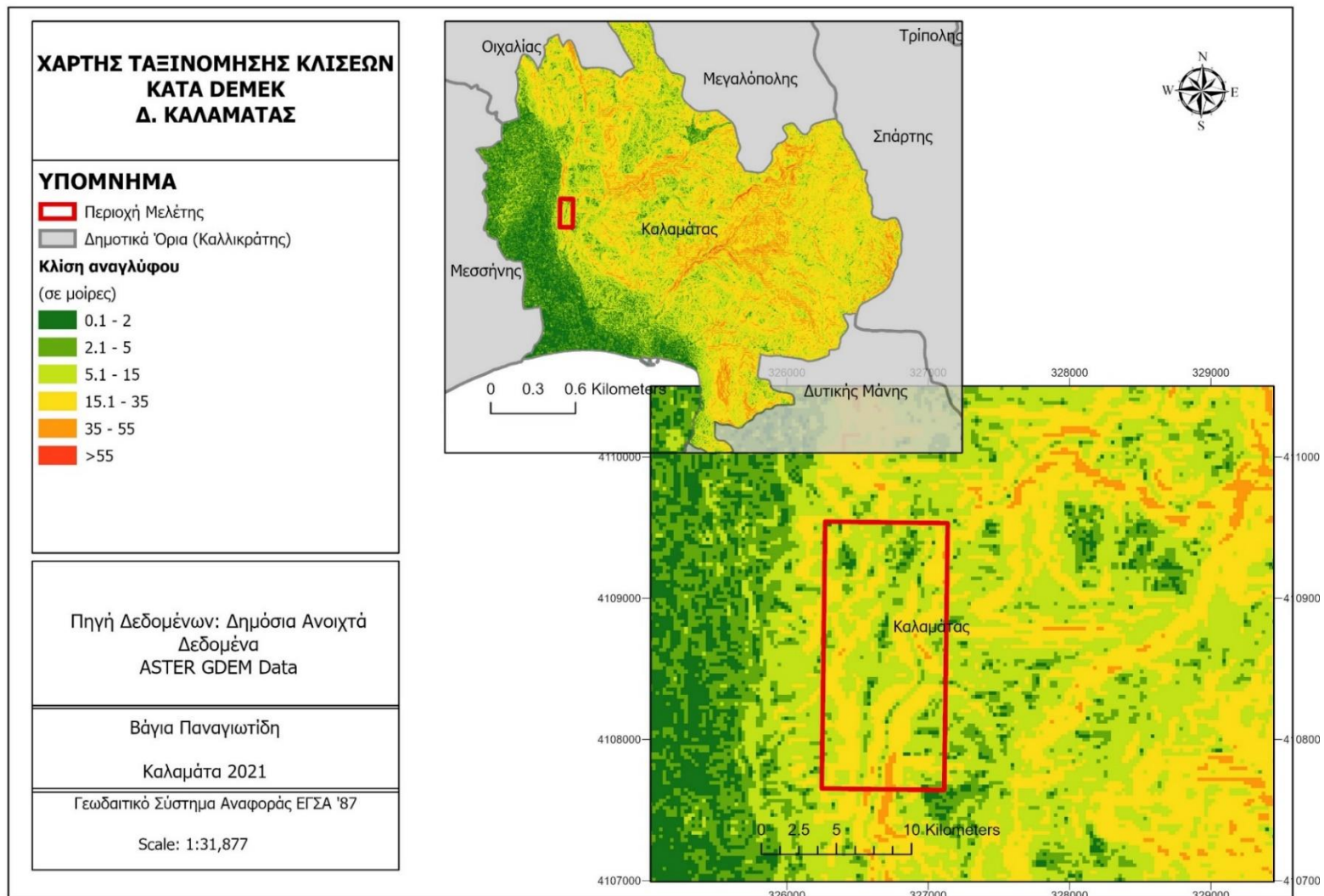
Εικόνα 1 Χάρτης έκθεσης Δήμου Καλαμάτας



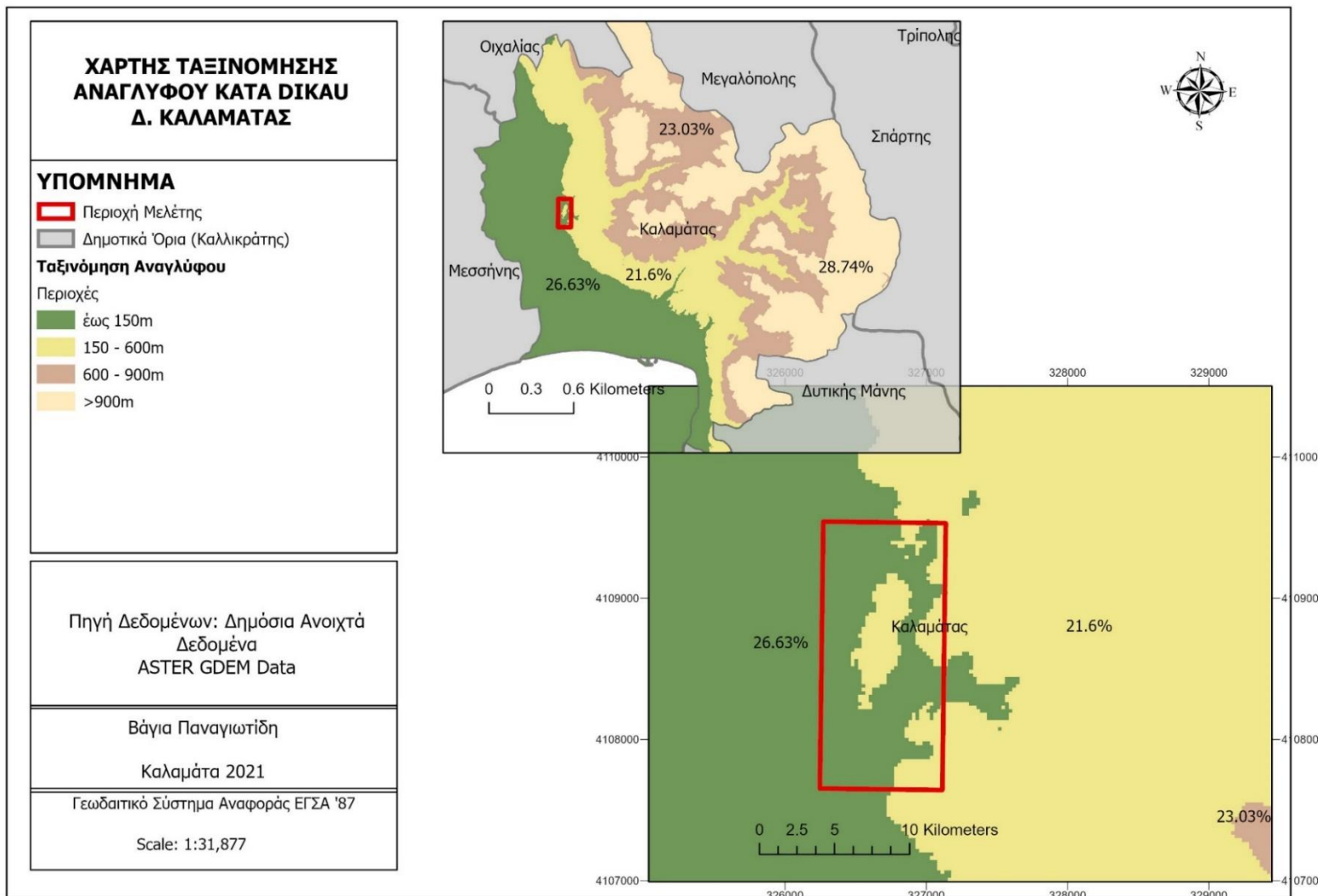
Εικόνα 2 Χάρτης ψηφιακού μοντέλος εδάφους με υπέρθεση σκιασμένου αναγλύφου Δήμου Καλαμάτας



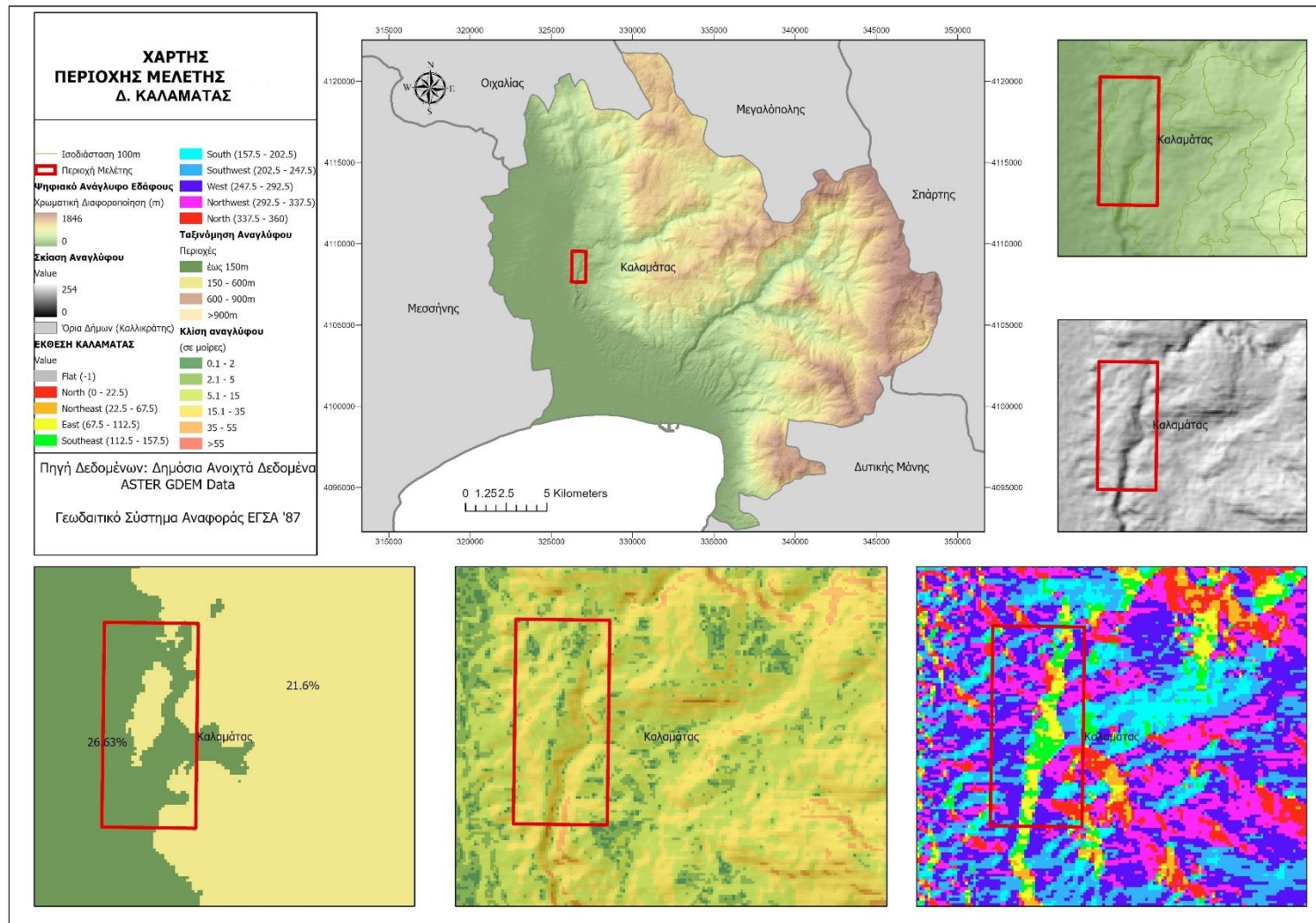
Εικόνα 3 Ψηφιακό μοντέλο εδάφους τύπου TIN Δήμου Καλαμάτας



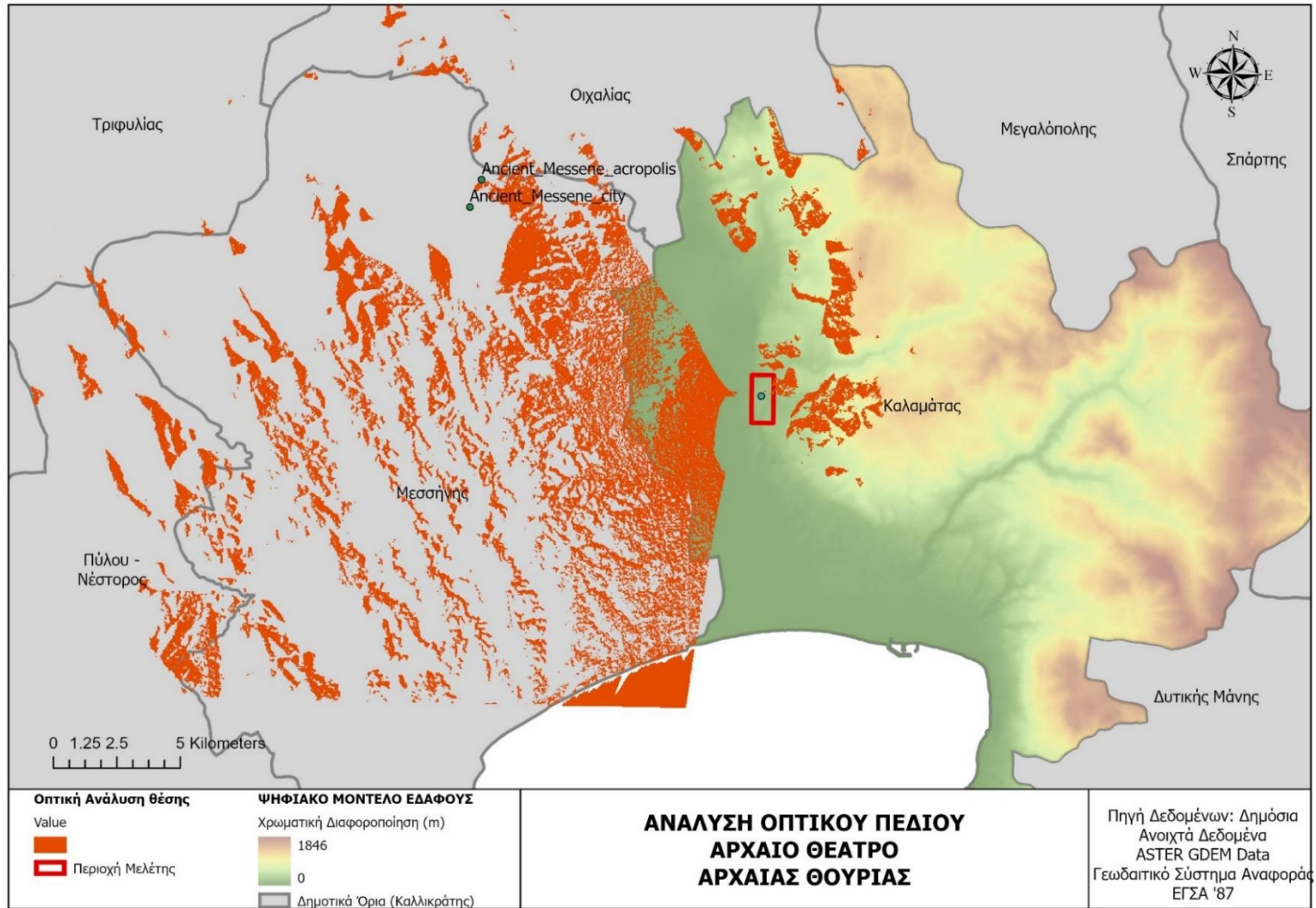
Εικόνα 4 Χάρτης ταξινόμησης κλίσεων κατά DEMEK Δήμου Καλαμάτας



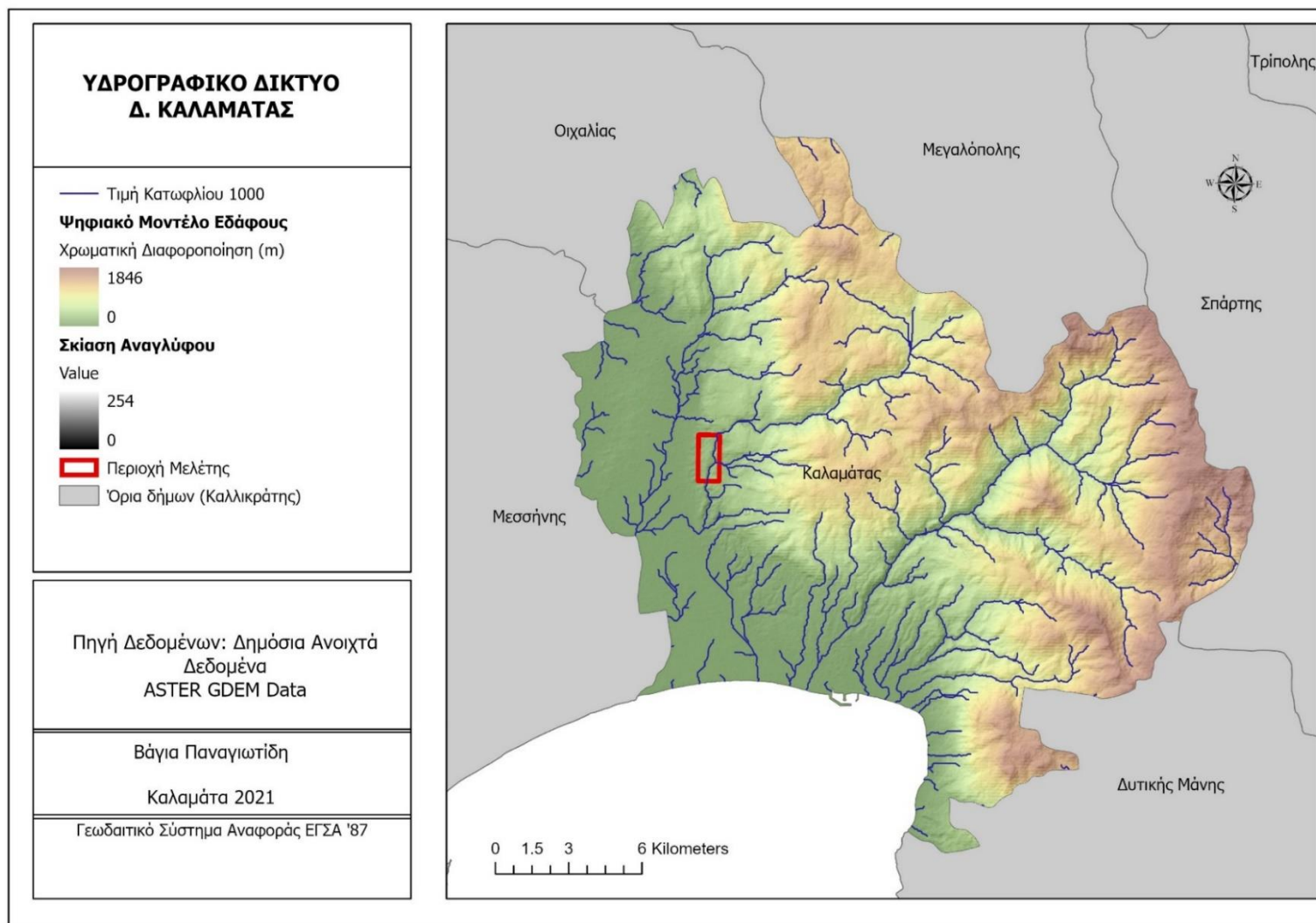
Εικόνα 5 Χάρτης ταξινόμησης αναγλύφου κατά ΔΙΚΑΥ Δήμου Καλαμάτας



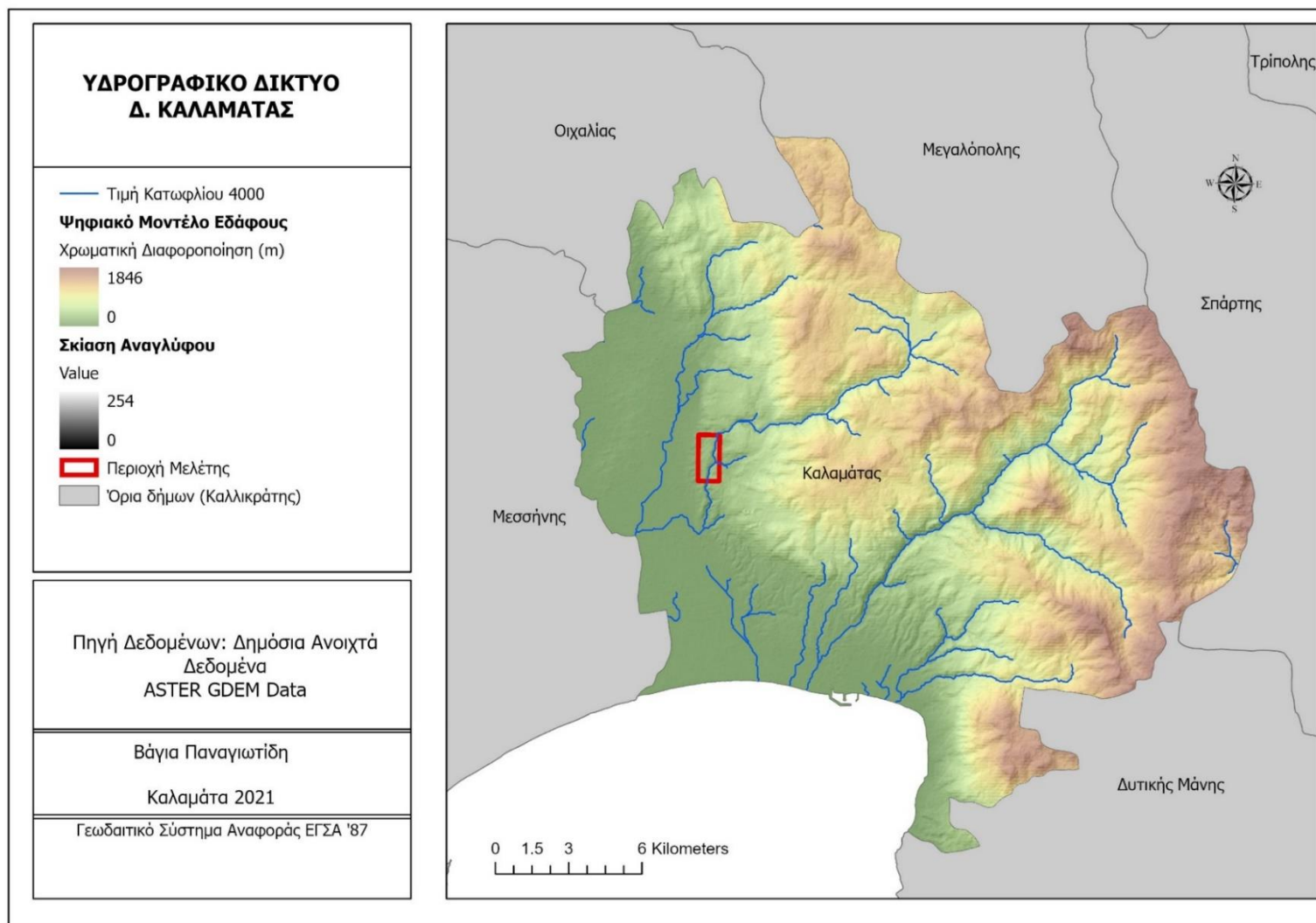
Εικόνα 6 Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρου (DEM) Δήμου Καλαμάτας, (α) ΨΜΕ Αρχαίας Θουρίας, (β) Σκίαση αναγλύφου Αρχαίας Θουρίας, (γ) Έκθεση Αρχαίας Θουρίας, (δ) Ταξινόμηση κλίσεων Αρχαίας Θουρίας και (ε) Ταξινόμηση αναγλύφου Αρχαίας Θουρίας (ASTER GDEM data)



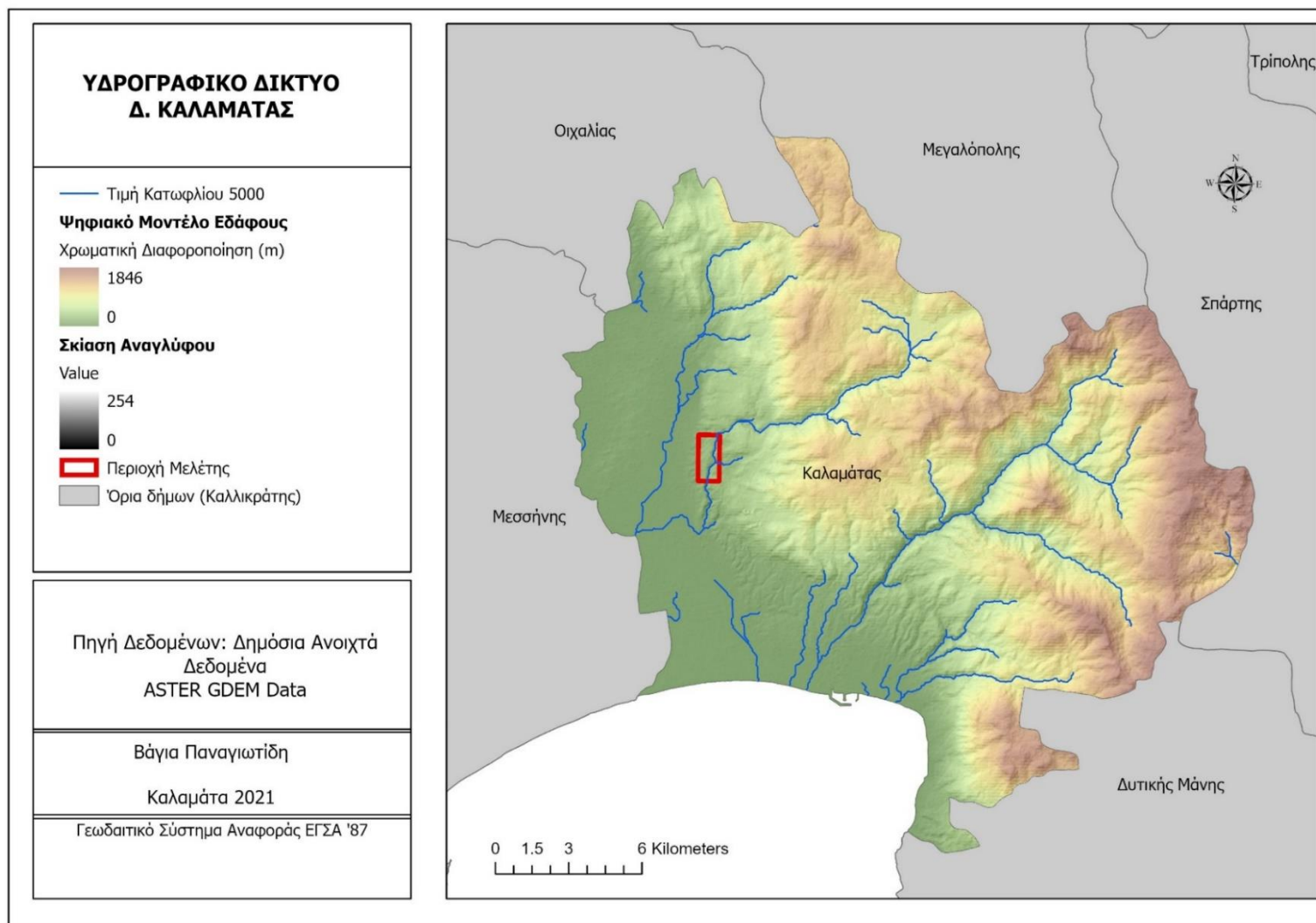
Εικόνα 7 Ανάλυση οπτικού πεδίου Αρχαίου Θεάτρου Αρχαίας Θουρίας



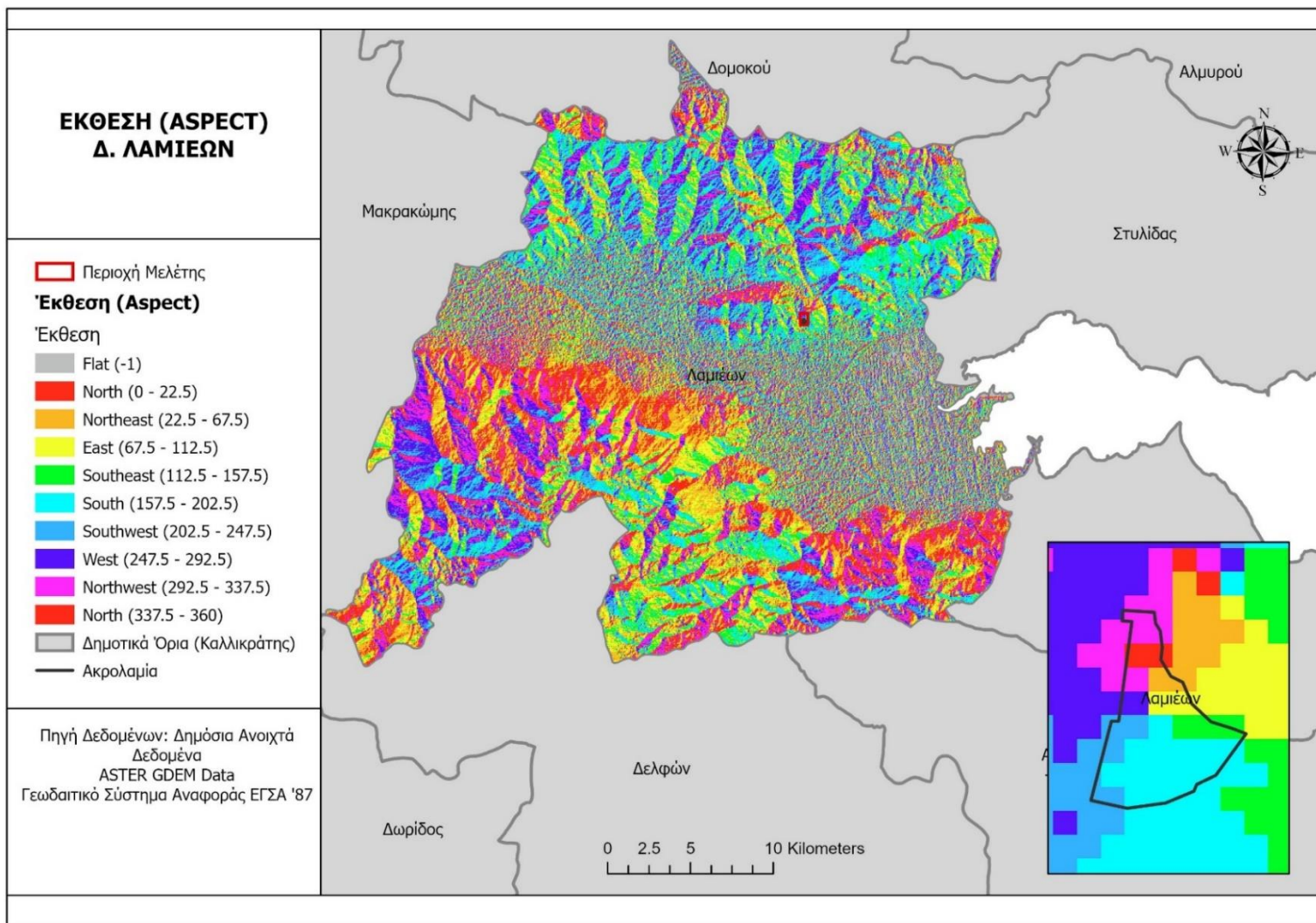
Εικόνα 8 Υδρογραφικό δίκτυο τιμή κατωφλίου 1000 Δήμου Καλαμάτας



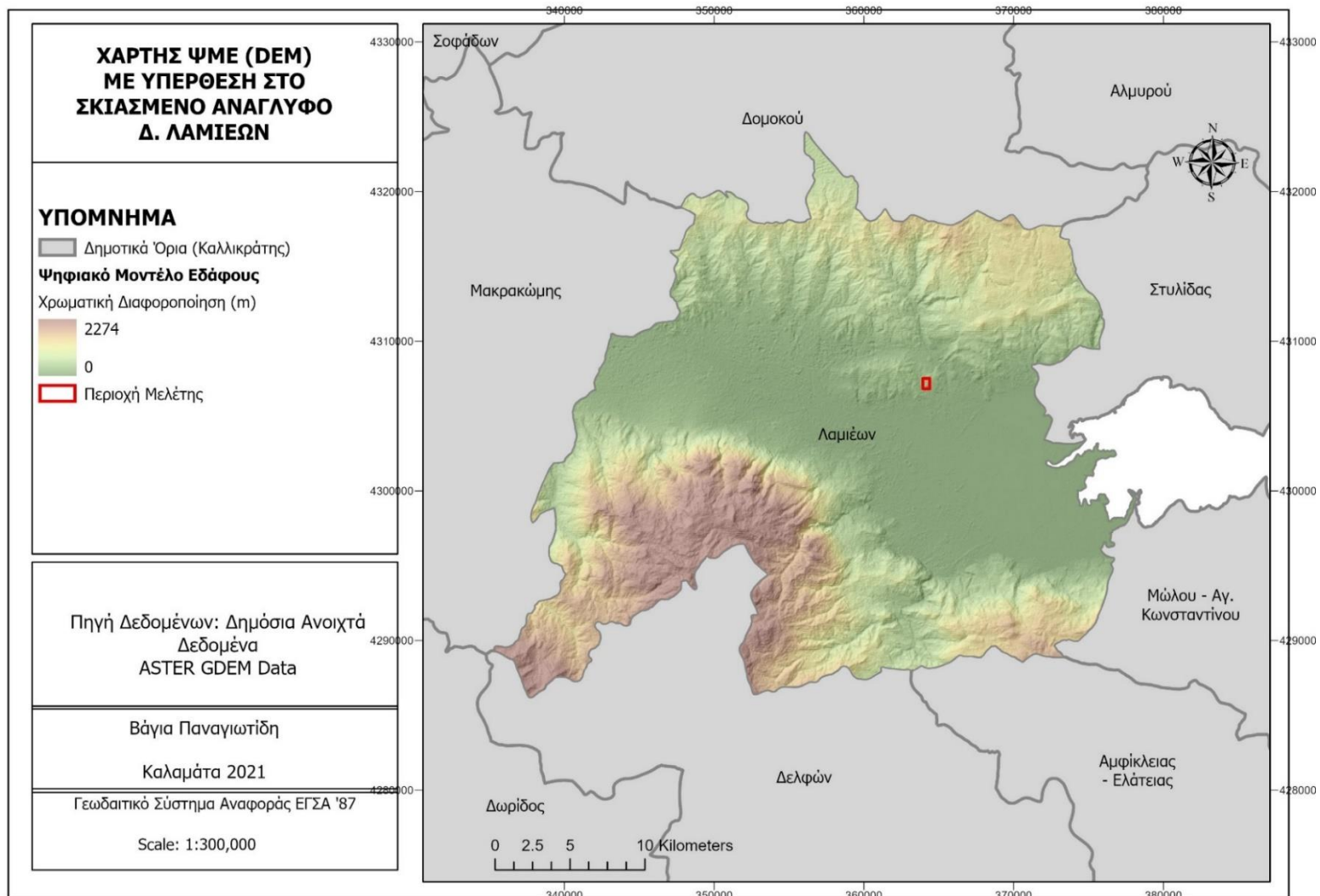
Εικόνα 9 Υδρογραφικό δίκτυο τιμή κατωφλίου 4000 Δήμου Καλαμάτας



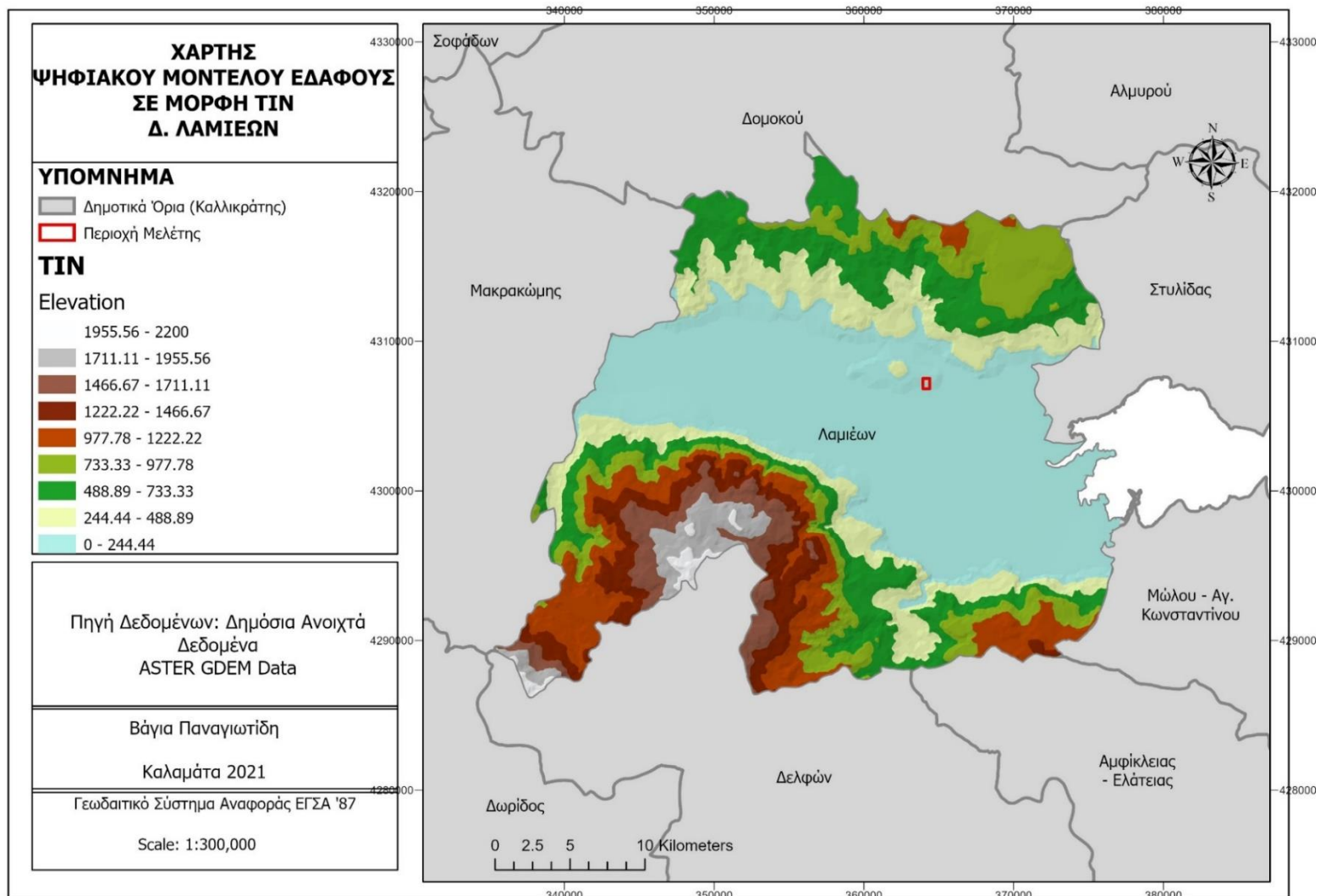
Εικόνα 10 Υδρογραφικό δίκτυο τιμή κατωφλίου 5000 Δήμου Καλαμάτας



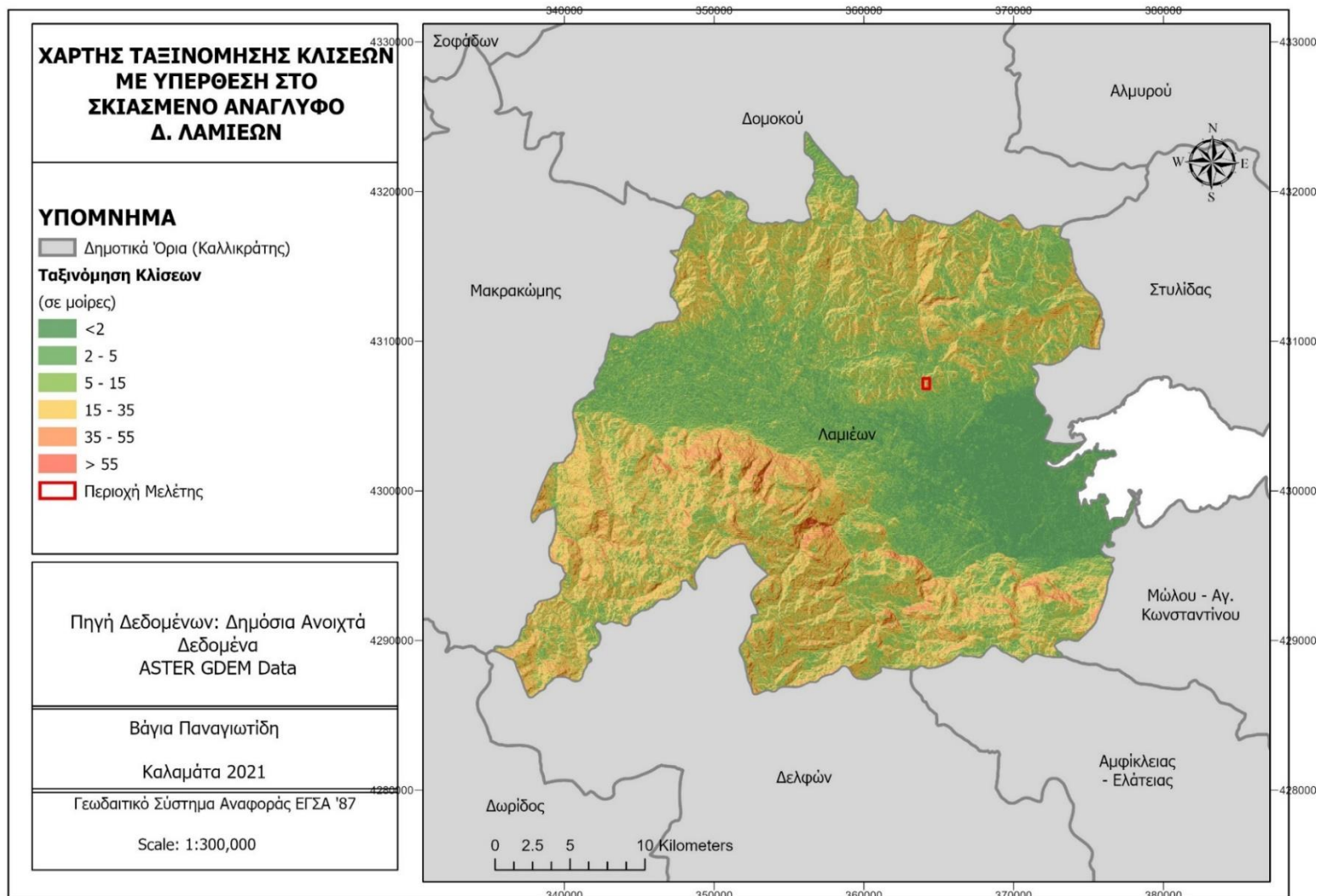
Εικόνα 11 Χάρτης έκθεσης Δήμου Λαμίων



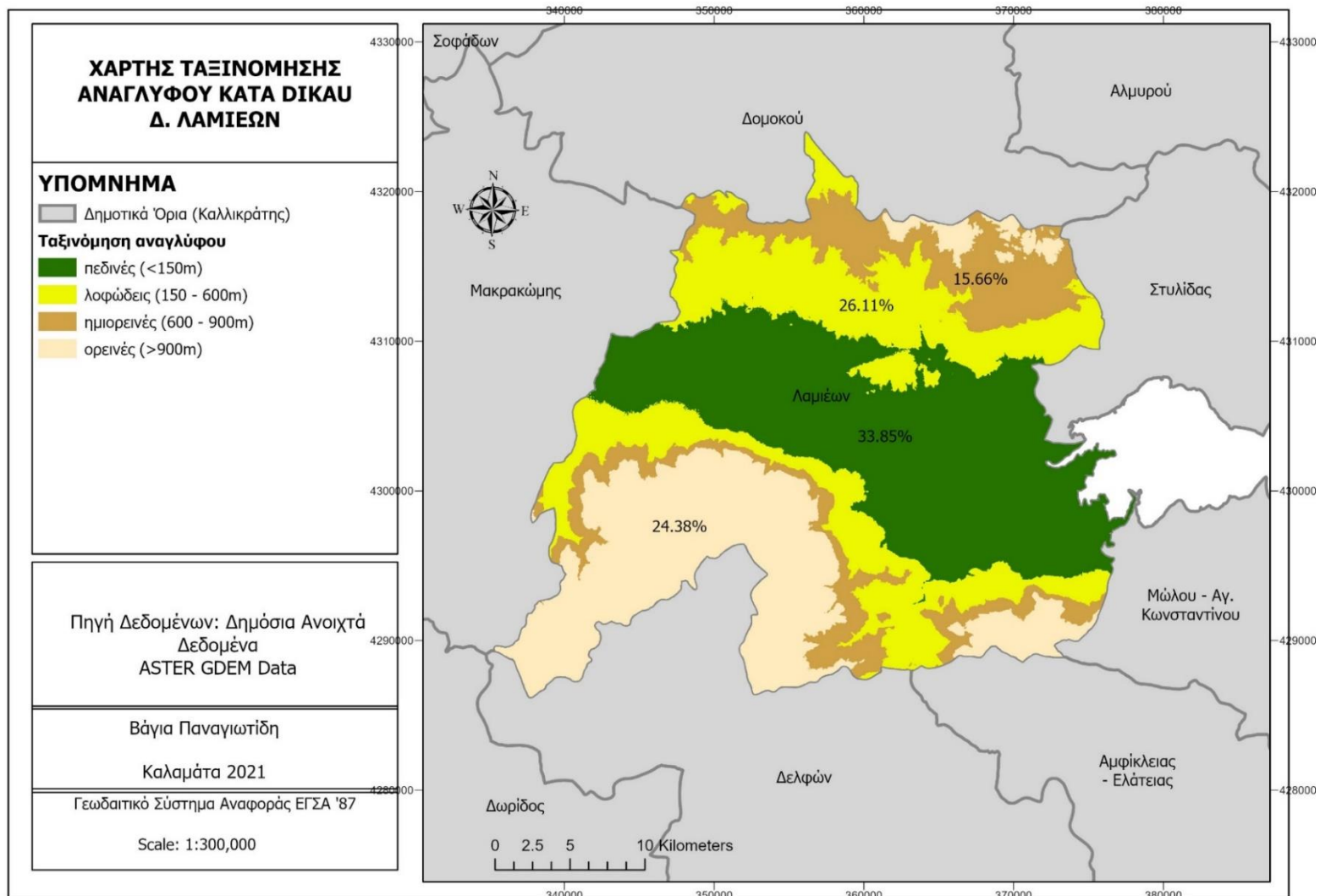
Εικόνα 12 Χάρτης ψηφιακού μοντέλος εδάφους με υπέρθεση σκιασμένου αναγλύφου Δήμου Λαμιέων



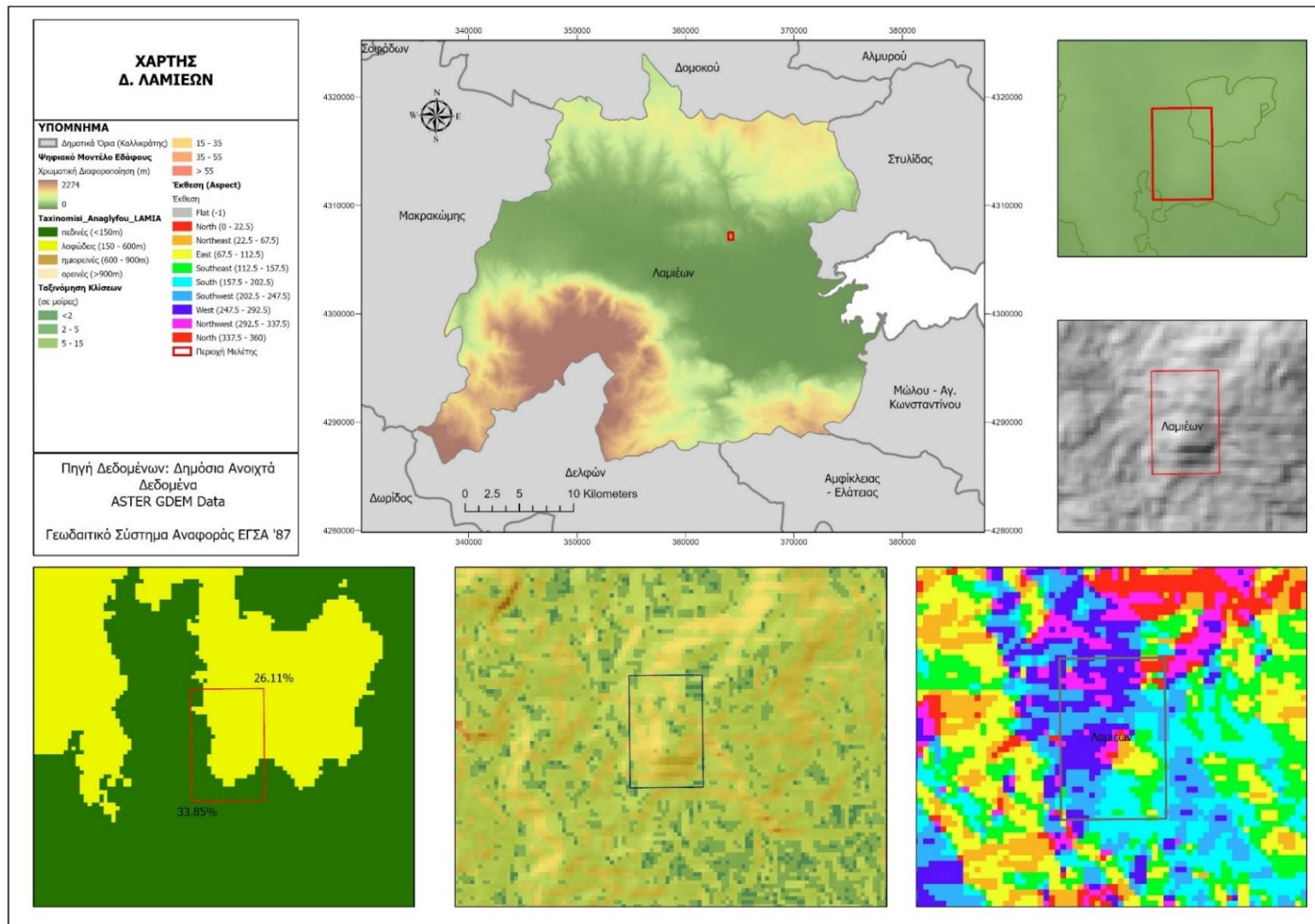
Εικόνα 13 Ψηφιακό μοντέλο εδάφους τύπου ΤΙΝ Δήμου Λαμιέων



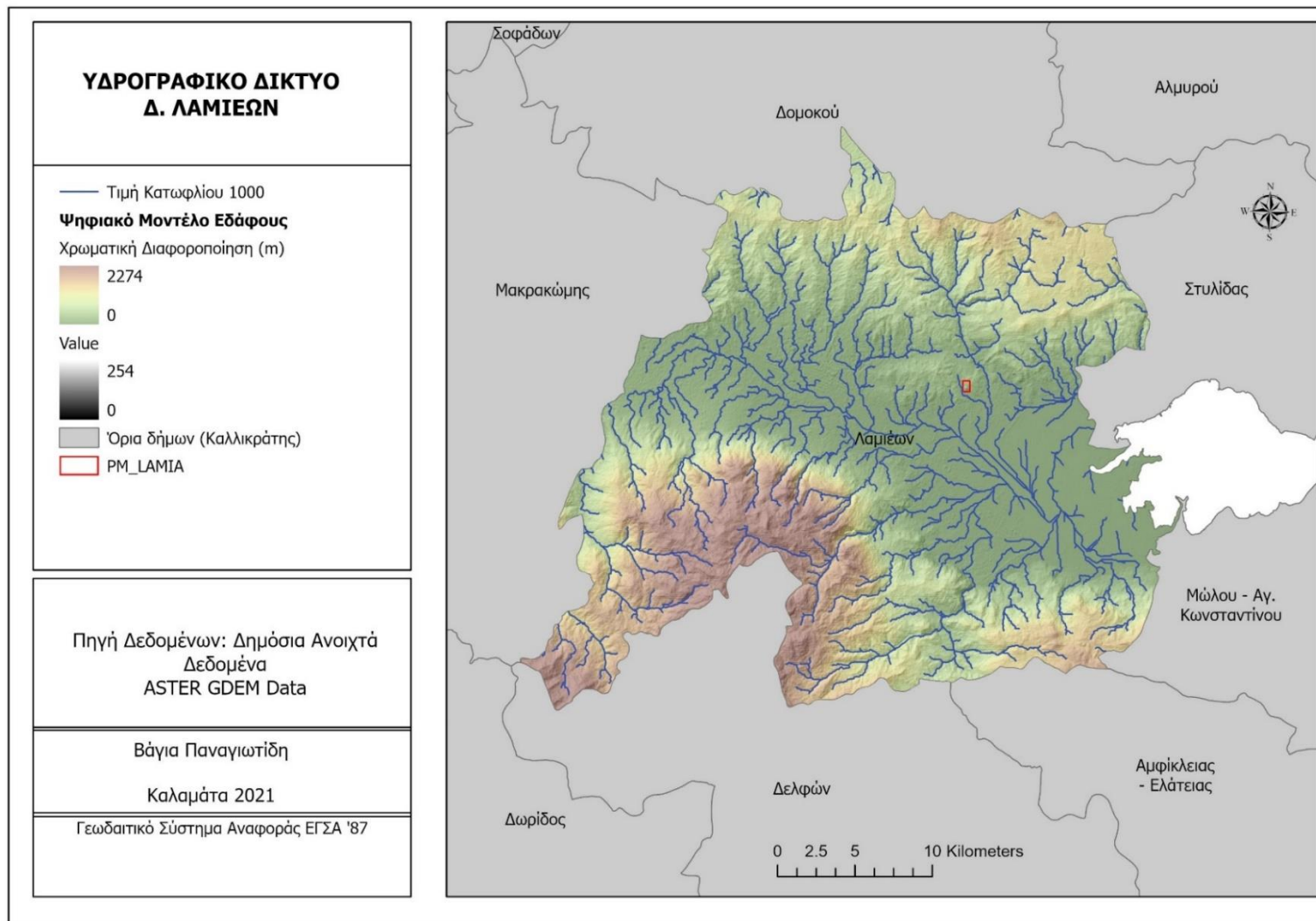
Εικόνα 14 Χάρτης ταξινόμησης κλίσεων κατά DEMEK Δήμου Λαμιέων



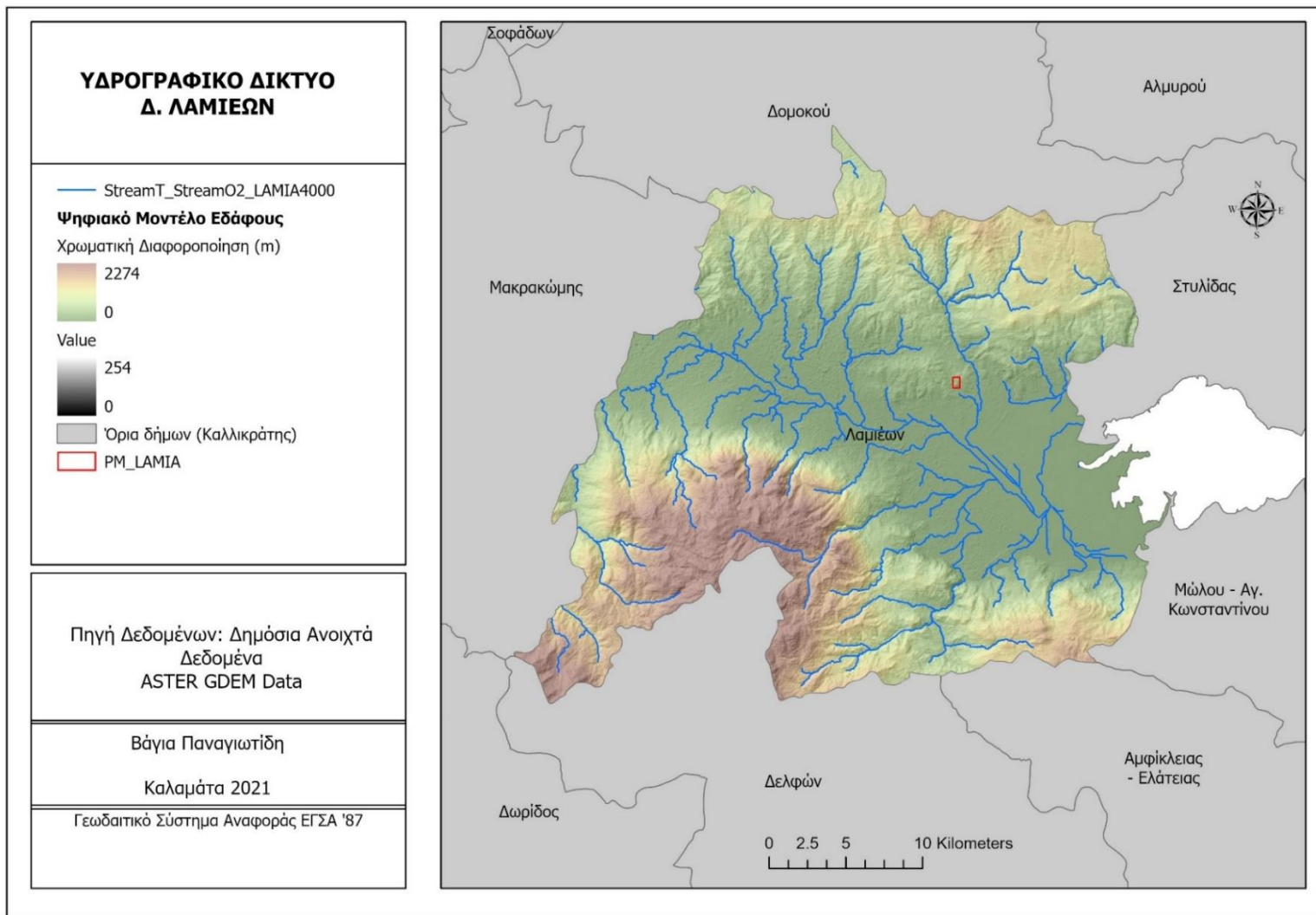
Εικόνα 15 Χάρτης αναγλύφου κατά ΔΙΚΑΙΟ Δήμου Λαμιέων



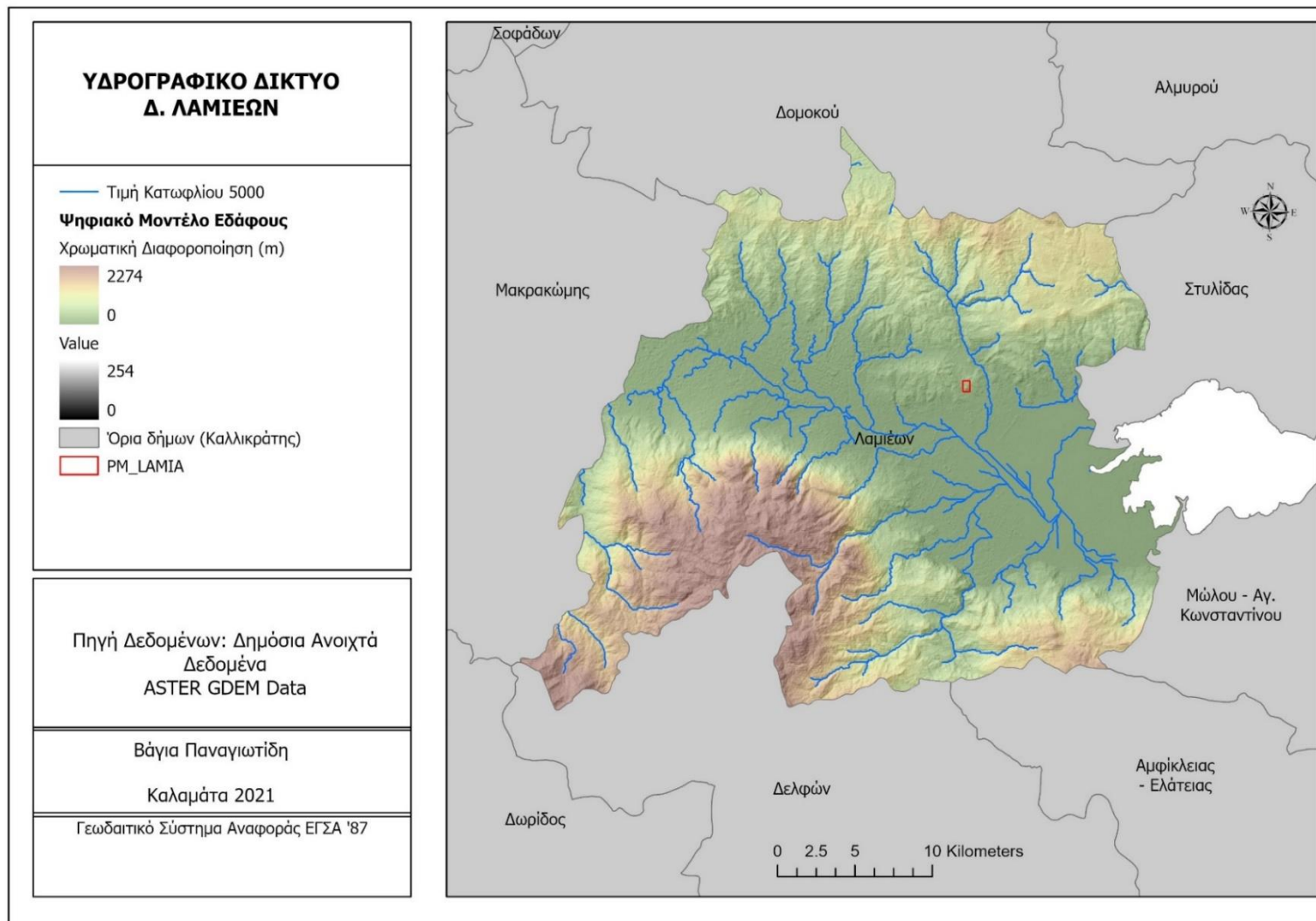
Εικόνα 16 Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρου (DEM) δημοτικού Δήμου Λαμίων, (α) ΨΜΕ Ακρολαμίας, (β) Σκίαση αναγλύφου Ακρολαμίας, (γ) Έκθεση Ακρολαμίας, (δ) Ταξινόμηση κλίσεων Ακρολαμίας και (ε) Ταξινόμηση αναγλύφου Ακρολαμίας (ASTER GDEM data)



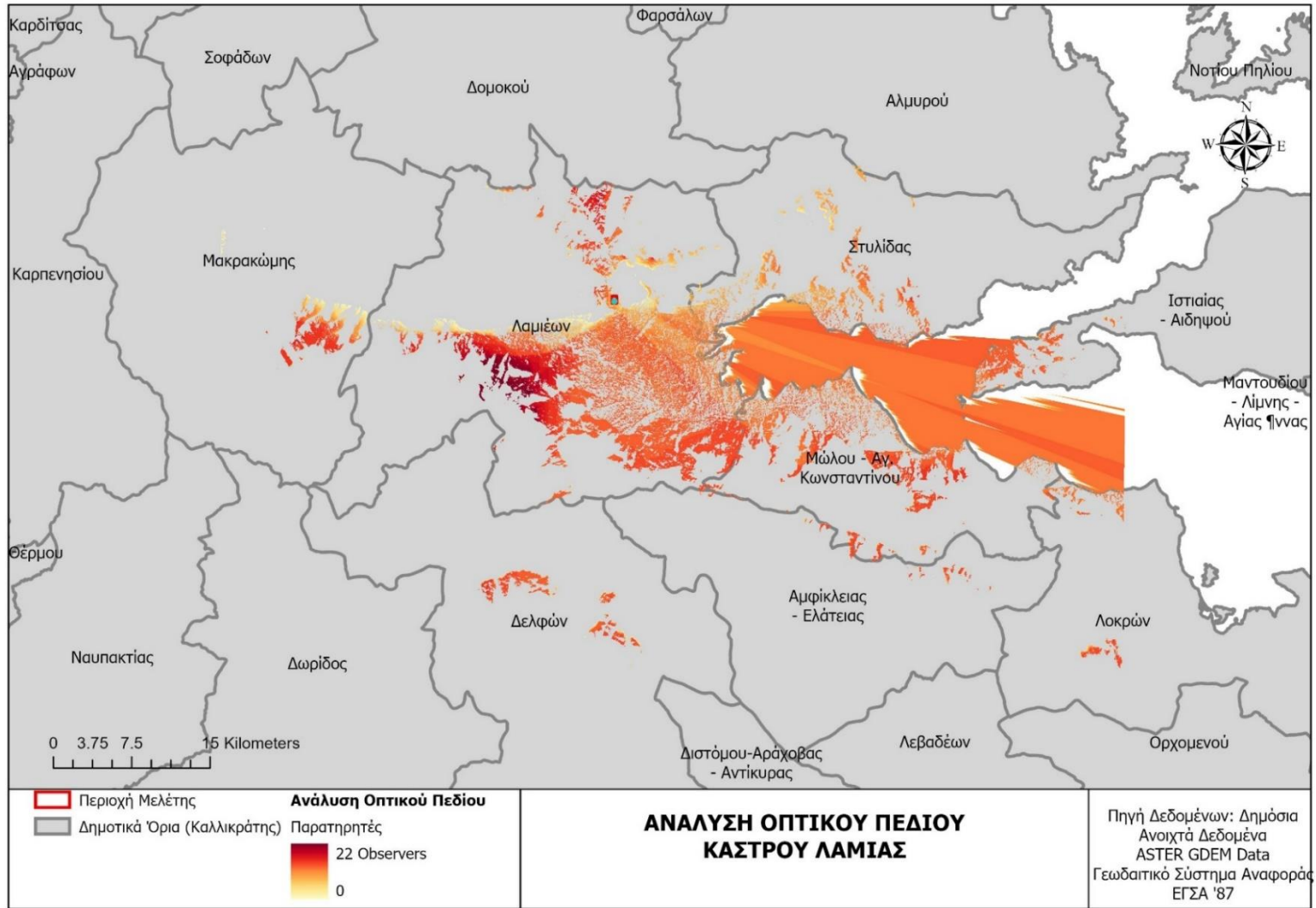
Εικόνα 17 Υδρογραφικό δίκτυο τιμή κατωφλίου 1000 Δήμου Λαμιέων



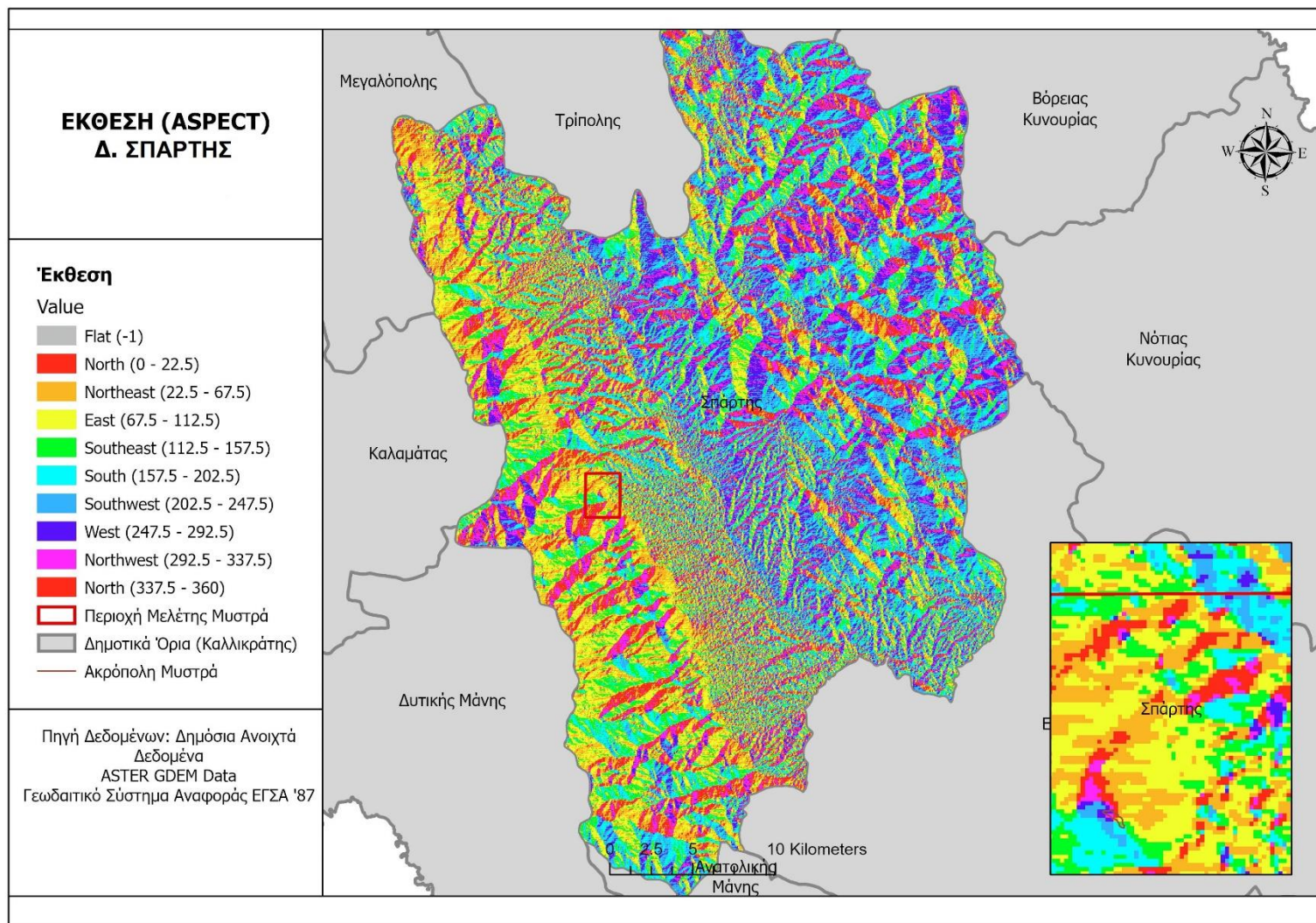
Εικόνα 18 Υδρογραφικό δίκτυο τιμή κατωφλίου 4000 Δήμου Λαμίων



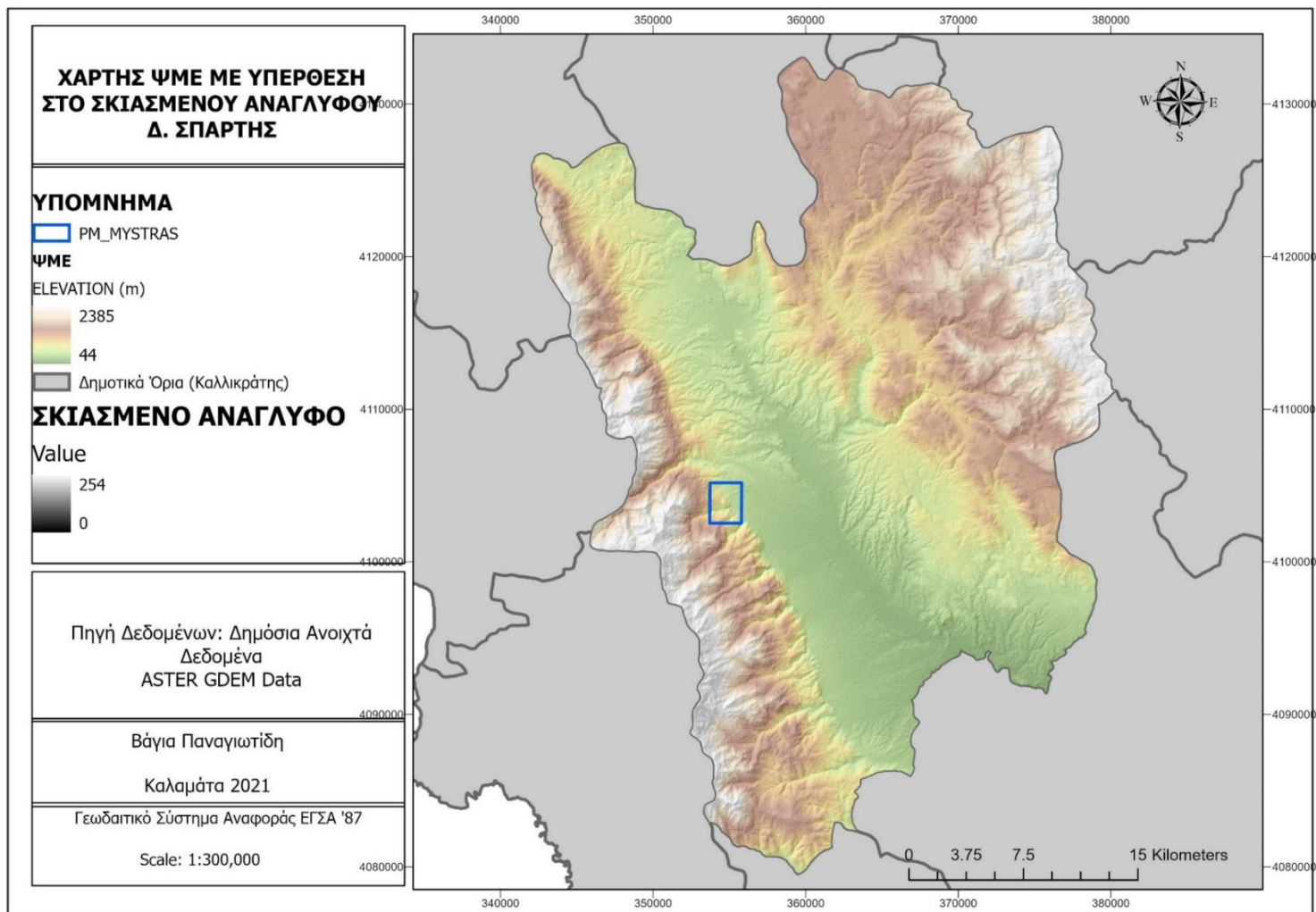
Εικόνα 19 Υδρογραφικό δίκτυο τιμή κατωφλίου 5000 Δήμου Λαμίων



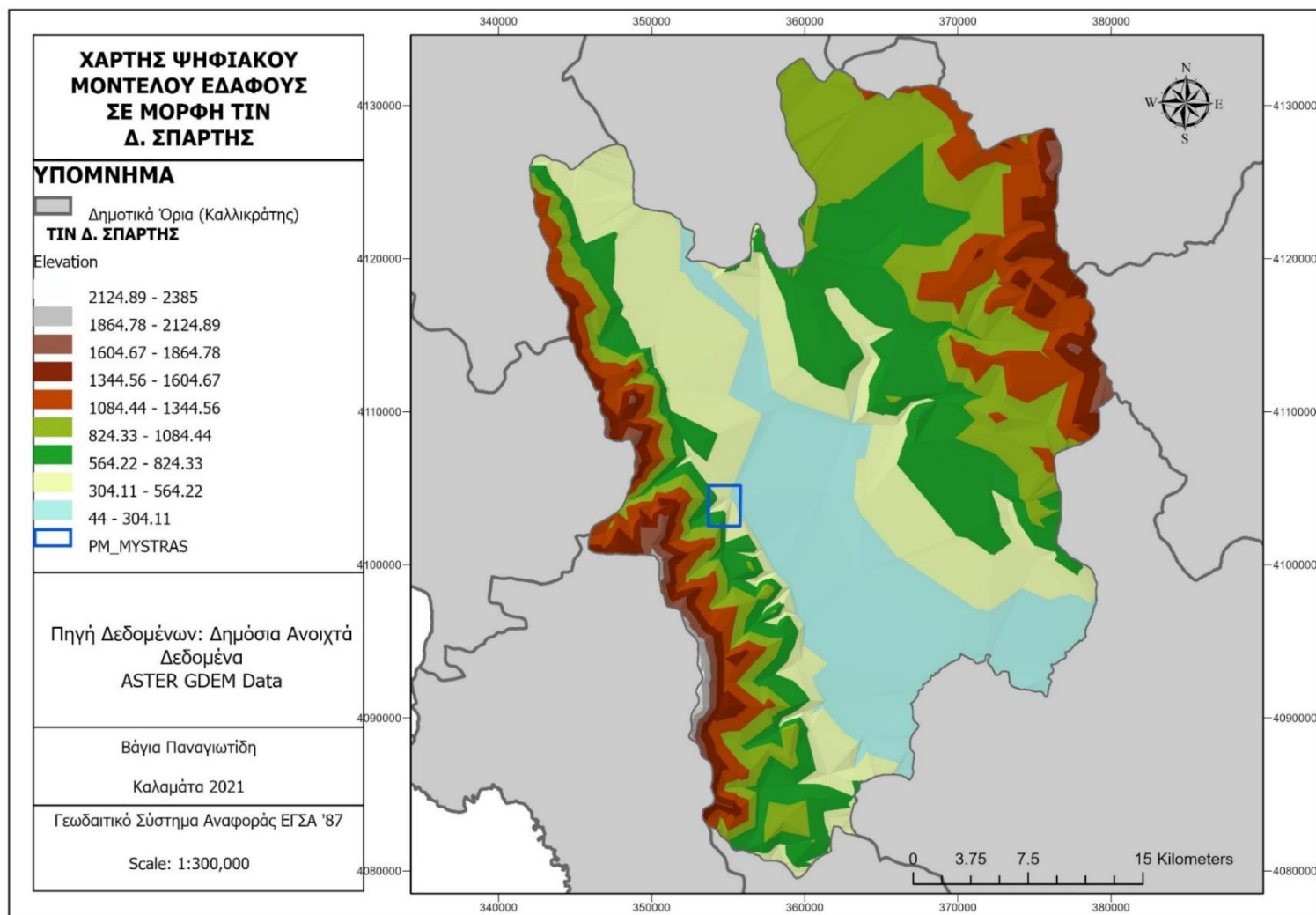
Εικόνα 20 Ανάλυση οπτικού πεδίου Δήμου Λαμιέων



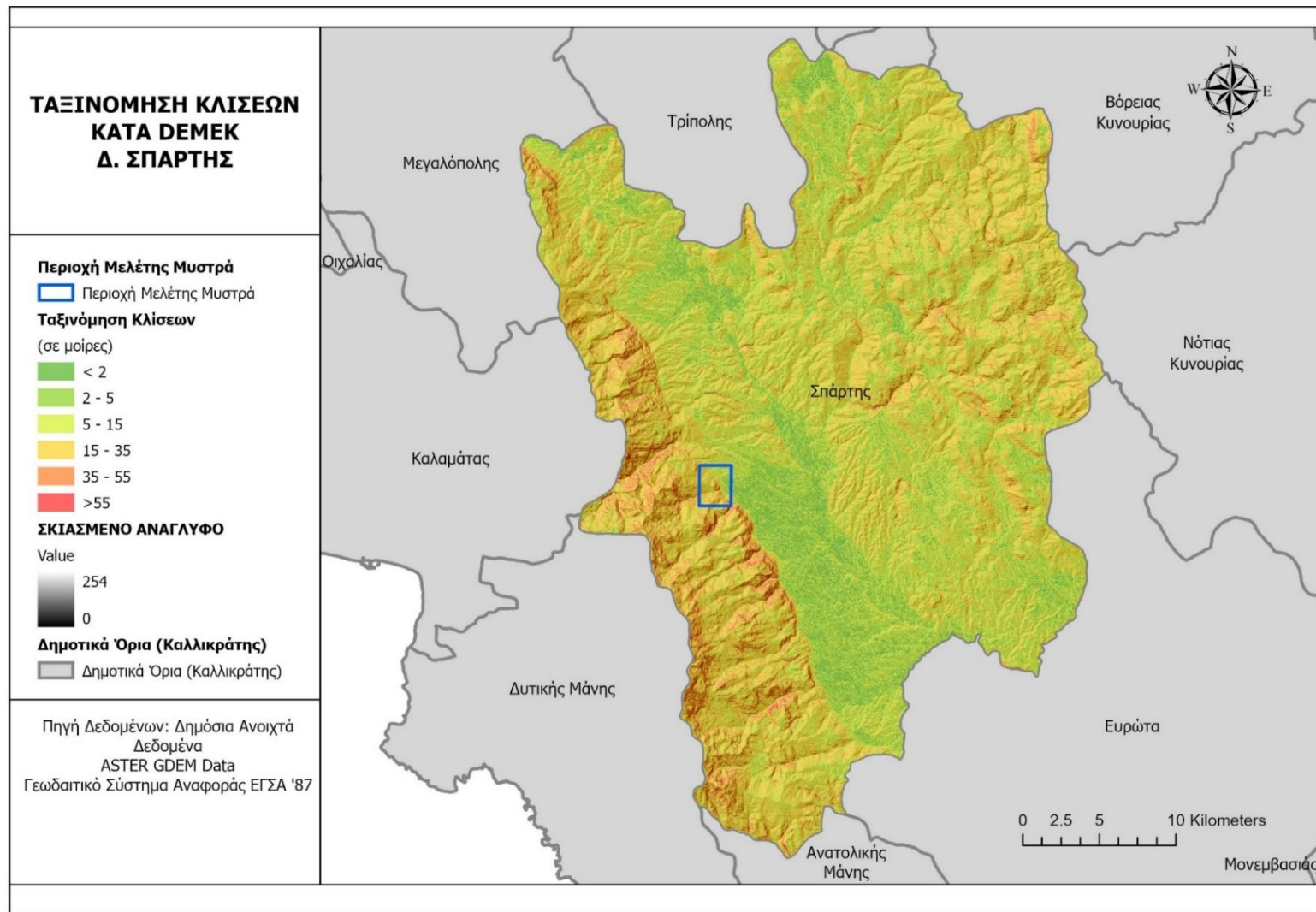
Εικόνα 21 Χάρτης έκθεσης Δήμου Σπάρτης



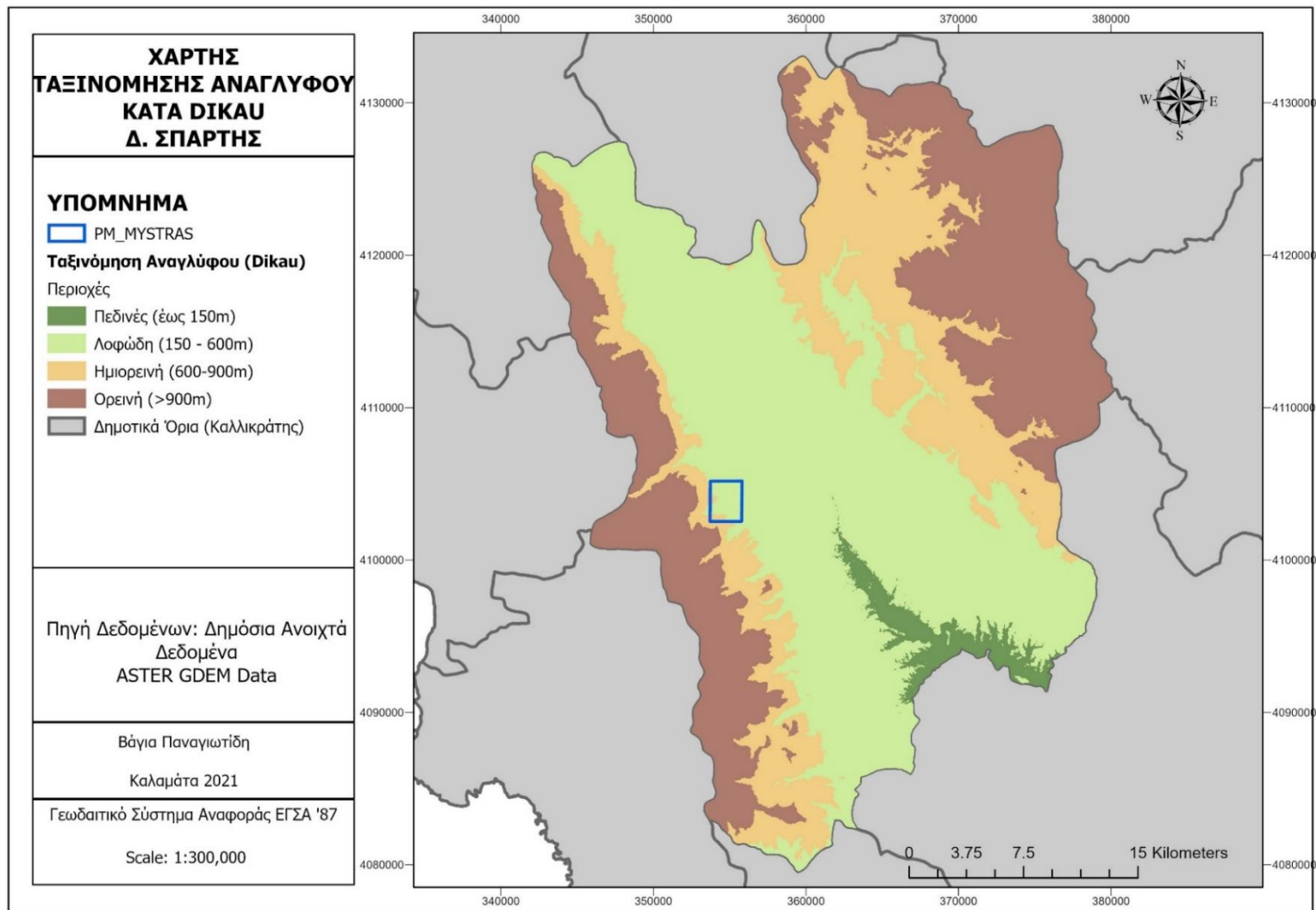
Εικόνα 22 Χάρτης ψηφιακού μοντέλος εδάφους με υπέρθεση σκιασμένου αναγλύφου Δήμου Σπάρτης



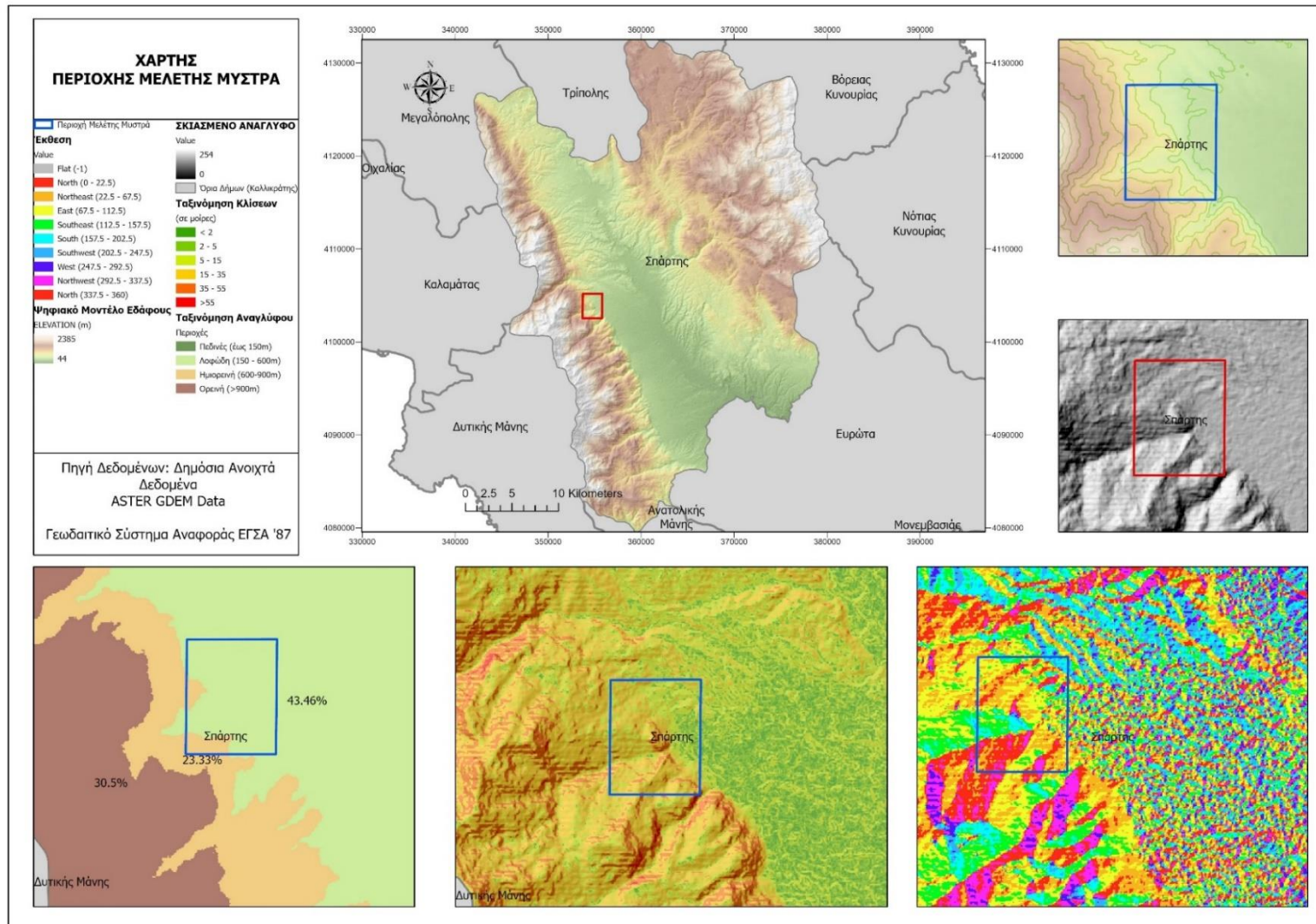
Εικόνα 23 Ψηφιακό μοντέλο εδάφους τύπου ΤΙΝ Δήμου Σπάρτης



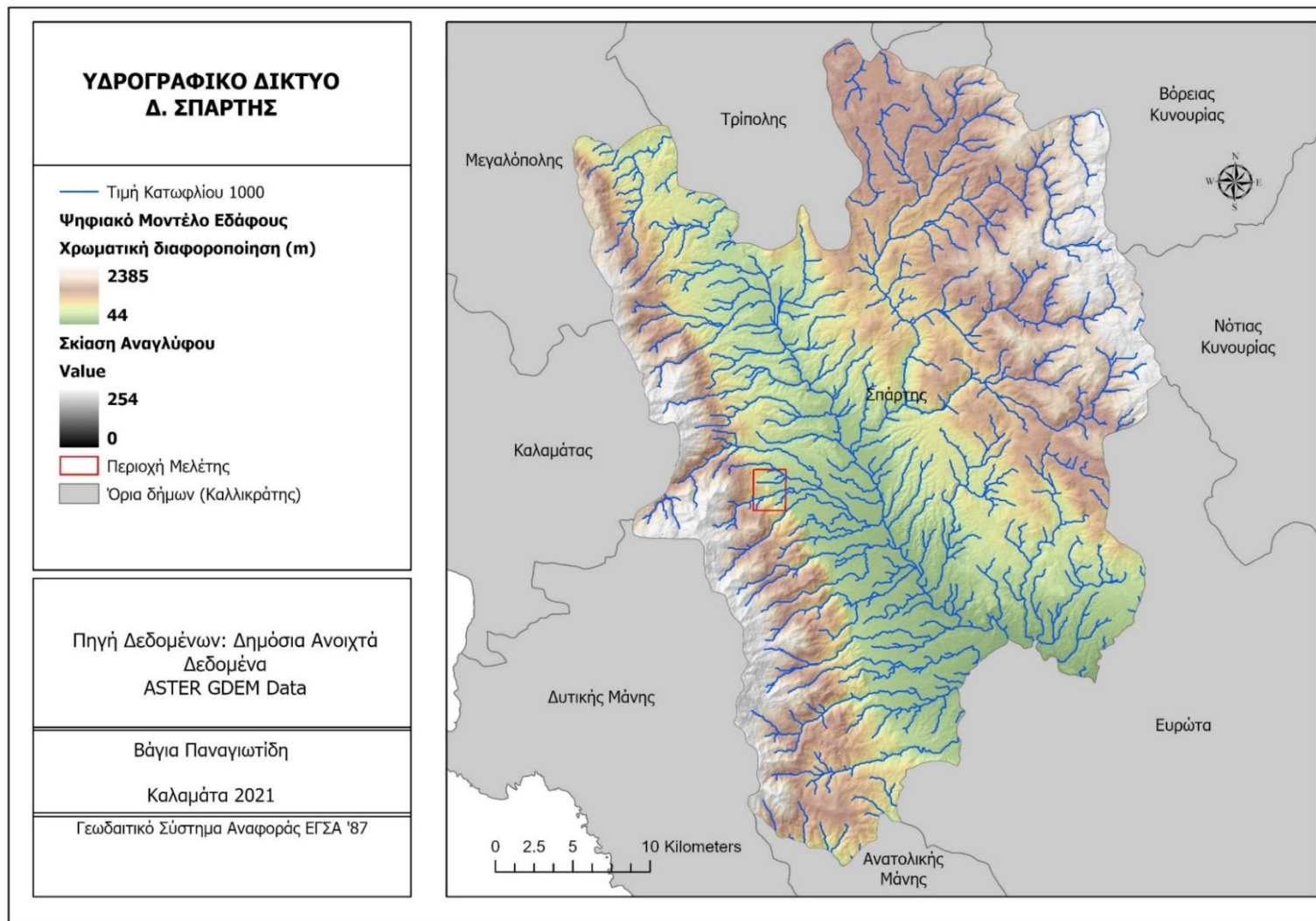
Εικόνα 24 Χάρτης ταξινόμησης κλίσεων κατά DEMEK Δήμου Σπάρτης



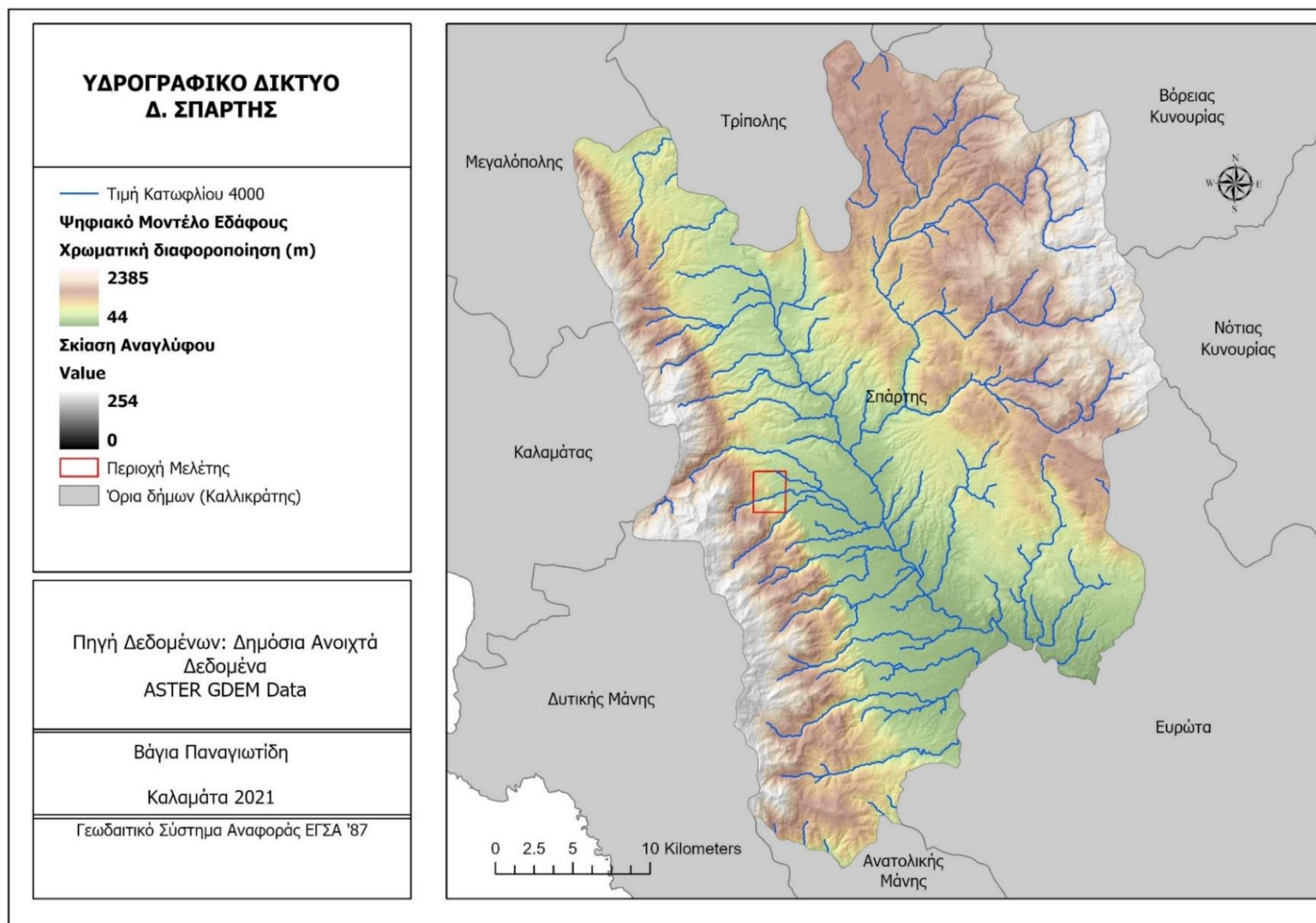
Εικόνα 25 Χάρτης ταξινόμησης κλίσεων κατά ΔΙΚΑΥ Δήμου Σπάρτης



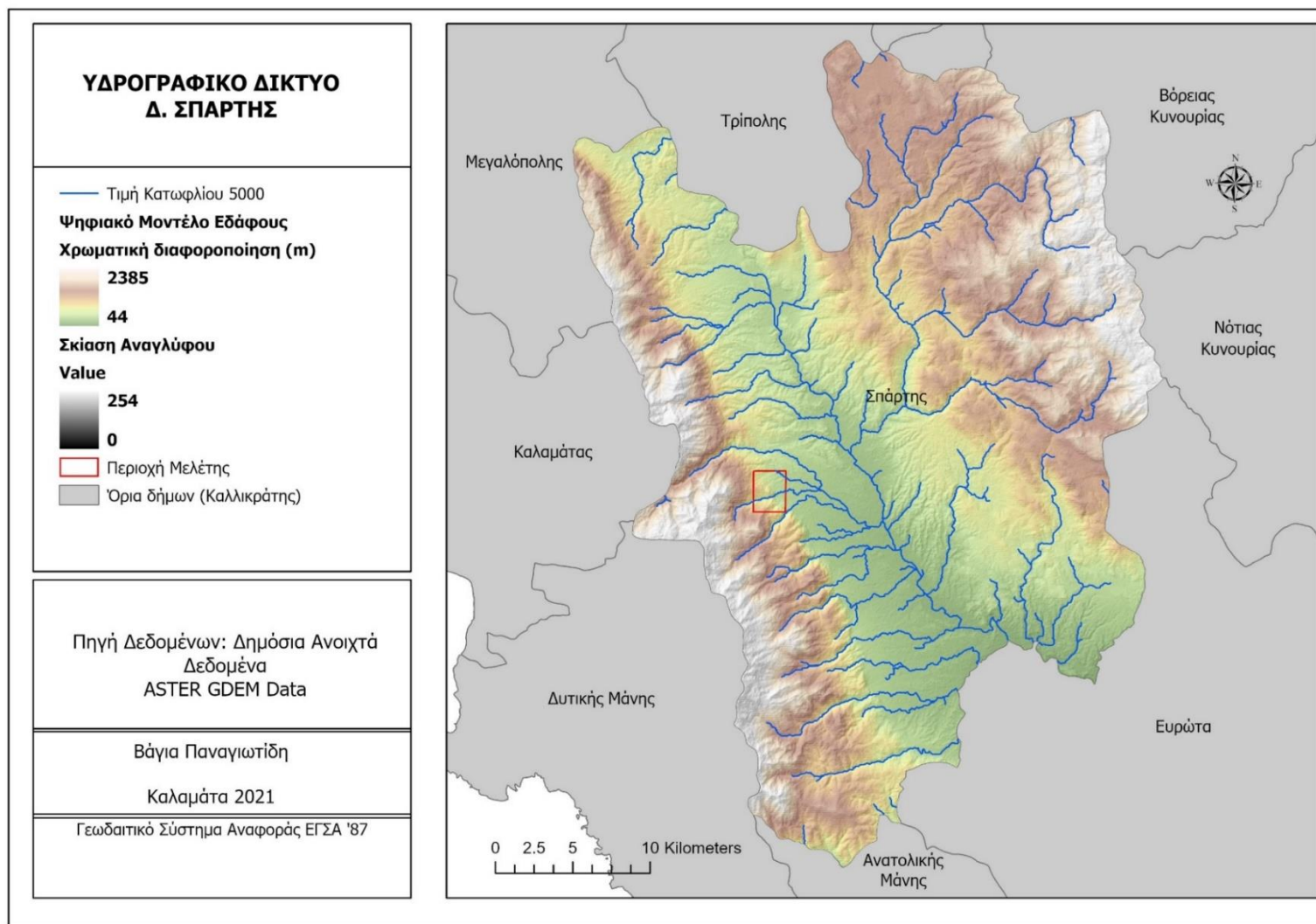
Εικόνα 26 Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρου (DEM) Δήμου Σπάρτης, (α) ΨΜΕ Μυστρά, (β) Σκίαση αναγλύφου Μυστρά, (γ) Εκθεση Μυστρά, (δ) Ταξινόμηση κλίσεων Μυστρά και (ε) Ταξινόμηση αναγλύφου Μυστρά (ASTER GDEM data)



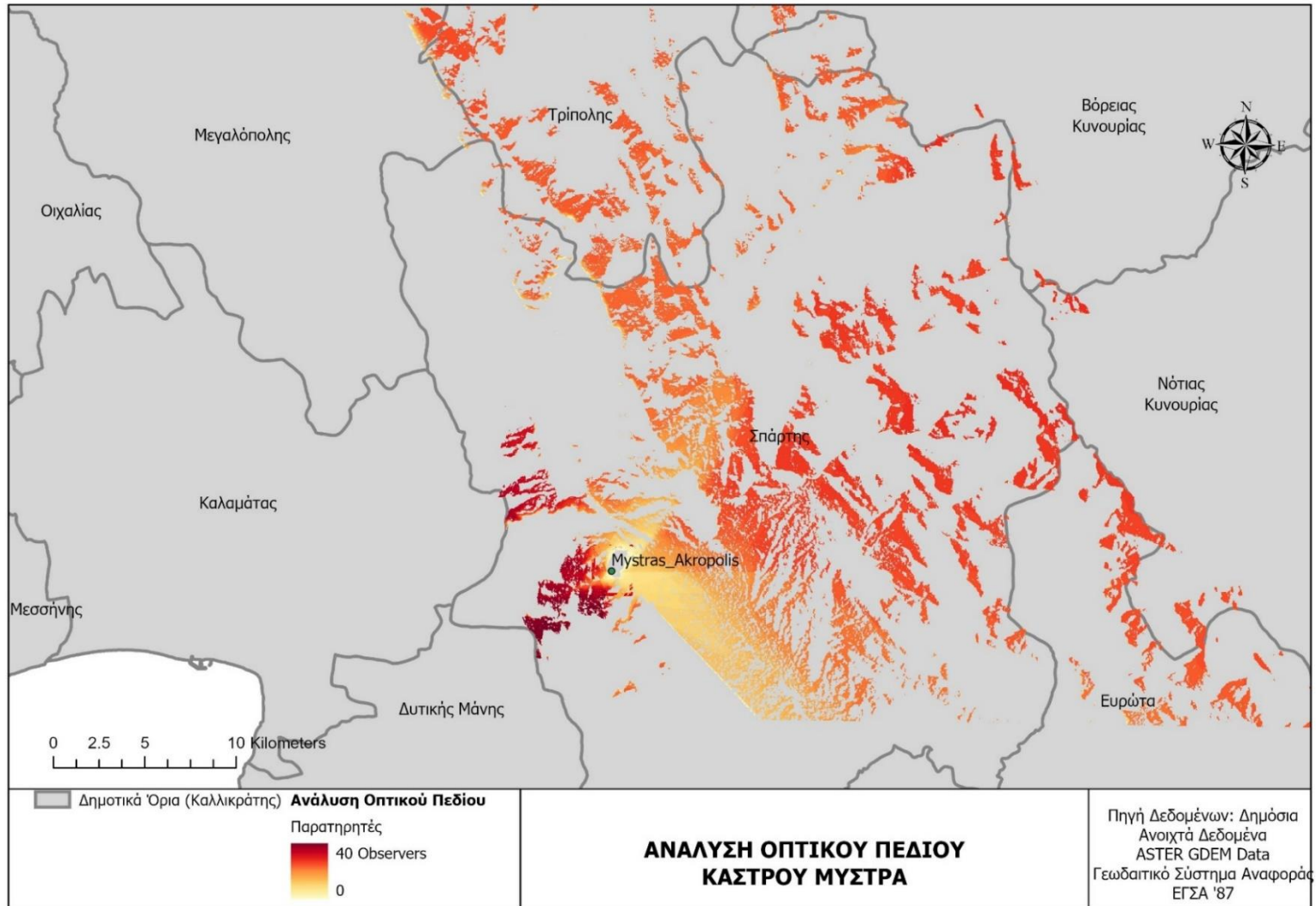
Εικόνα 27 Υδρογραφικό δίκτυο τιμή κατωφλίου 1000 Δήμου Σπάρτης



Εικόνα 28 Υδρογραφικό δίκτυο τιμή κατωφλίου 4000 Δήμου Σπάρτης



Εικόνα 28 Υδρογραφικό δίκτυο τιμή κατωφλίου 1000 Δήμου Σπάρτης



Εικόνα 29 Ανάλυση οπτικού πεδίου Κάστρου Μυστρά

Παράρτημα IV

Επίπεδα δεδομένων Γεωβάσης «Η Καστροπολιτεία του Μυστρά»

Πίνακας 1 Εκκλησίες και Παρεκκλησια

Εκκλησιαστικά Κτήρια						
OBJECTID *	Κώδικος	Όνομα	Περίοδος	Αρχιτεκτονική	Κτήτορας	Περιγραφή
1	N3.2	Οδηγήτρια ("Αφεντικό")	1262-1348	Εγγεγραμμένος Σταυροειδής με Τρούλο	Ηγούμενος Παχώμιος	Ναός αφιερωμένος στη Θεοτόκο Οδηγήτρια αμέσως μετά μετονομάστηκε από τον κόσμο, Αφεντικό. Προέκταση της μονής Βροντοχίου προς τα βορειοδυτικά των Αγίων Θεοδώρων.
2	N3.1	Άγιοι Θεόδωροι	1262-1348	Σταυροειδής Οκταγωνικός	Ηγούμενο Δανιήλ & Παχώμιος	Ο ναός των Αγίων Θεοδώρων (N3.1) χτίστηκε μεταξύ 1290-1295 μετά την ανέγερση της μητρόπολης από του ηγουμένους Δανιήλ και Παχώμιο.
3	N2.1	Ευαγγελίστρια	1384-1460	Δικιόνιος Σταυροειδής Εγγεγραμμένος	Άγνωστο	Η Ευαγγελίστρια ήταν πιθανώς κοιμητηριακός ναός και είχε κτισθεί σε δύο φάσεις, τον κυρίως ναό και νάρθηκα με προσθήκη ορόφου.
4	N1.1	Άγιος Δημήτριος (Μητρόπολη)	1262-1348	Εγγεγραμμένος Σταυροειδής με Τρούλο	Μητροπολίτες Ευγένιος, Θεοδόσιος, Θεράποντας, ιεράρχης Νικηφόρος Μοσχόπουλος, Μητροπολίτης Ματθαίος.	Ο μητροπολιτικός ναός του Μυστρά, Άγιος Δημήτριος (N1.1), είναι συγχρόνως αφιερωμένος και "εις Δόξαν Θεού".
5	Π9	Άγιος Χριστόφορος	1384-1460			Ο Άγιος Χριστόφορος στραμμένος νότια της κάτω πύλης στον δρόμο κοντά στην οικία Λάσκαρη, στην τελευταία οικοδομική του φάση χρονολογείται σύμφωνα με τα κατάλοιπα των τοιχογραφιών στο δεύτερο μισό του 14 ^{ου} αιώνα.

6	Π1	Άγιος Γεώργιος		Θολοσκεπής		Το παρεκκλήσιο του Αγίου Γεωργίου (Π1) αποτελεί από τα καλύτερα αναστηλωμένα παρεκκλήσια του οικισμού.
7	Π3	Παρεκκλήσιο Π3				Το παρεκκλήσιο Π3 βρίσκεται στο νότιο τμήμα της Κάτω Πόλης βόρεια της οικίας Φραγκόπουλου (Θ). Κατασκευάζεται τον 14ο αιώνα.
8	Π18	Παρεκκλήσιο Π18				Το παρεκκλήσιο Π18 νότια του Αγίου Νικολάου στην Άνω Πόλη παρουσιάζει κάτοψη με περισσότερες της μιας φάσεις. Το ανατολικό τμήματα αποτελεί τον αρχικό πυρήνα του παρεκκλησίου ενώ ο νότιος διατηρεί το αρχικό επίχρισμα.
9	Π14	Παρεκκλήσιο Π14	1262-1348			Τα ερείπια του παρεκκλησίου Π14 βρίσκονται εφαπτόμενα στον δυτικό τοίχο του περιβόλου της Μητρόπολης. Πρόκειται για ένα από τα πιο κανονικά σε σχήμα παρεκκλήσια του Μυστρά.
10	Π4	Αγία Άννα	1262-1348	Θολοσκεπής		Το παρεκκλήσιο της Αγίας Άννας, ανατολικά του κάτω τοίχους της Μονής της Παντάνασσας, ήταν θολοσκεπές και πιθανολογείται σύμφωνα με τα κατάλοιπα στον νότιο τοίχο να υπήρχε κωδωνοστάσιο .
11	Π2	Ταξιάρχης	1384-1460	Θολοσκεπής		Τα ερείπια του παρεκκλησίου του Ταξιάρχη βρίσκονται στο κοντά στην οικία Φραγκόπουλου δυτικά και νότια της Παντάνασσας, κτισμένο το 1455.
12	Π10	Αϊ-Γιαννάκης	1348-1384			Το παρεκκλήσιο του Αϊ-Γιαννάκη, νότια της κάτω πύλης, δομήθηκε περί το 1370 και έχει περίπου ίδιο μέγεθος με τον Ταξιάρχη.
13	Π16	Αγία Βαρβάρα	1384-1460	Θολοσκεπής		Η Αγία Βαρβάρα, παρεκκλήσι κτισμένο πάνω από την περίβολο της Παντάνασσας. εξωτερικά έχει σαν οικοδόμημα το κανονικότερο σχέδιο παρεκκλησίου του Μυστρά και καλυπτόταν με θολοδομία.
14	Π6	Παρεκκλήσιο Π6		Θολοσκεπή		Συγκρότημα, δίδυμων παρεκκλησίων, χωροθετούνται βορειοανατολικά της οικίας Φραγκόπουλου. Πρόκειται για το μοναδικό

					συγκρότημα δίδυμων παρεκκλησιών του οικισμού εκτός των παρεκκλησιών του Κάστρου.
15	X	Παρεκκλήσιο του Παλατιού Π20	1384-1460		Το παρεκκλήσιο X πρόκειται για το παρεκκλήσιο του παλατιού, βρίσκεται δυτικά του παλατιού ανατολικά της Αγίας Σοφίας και χρονολογείται στ
16	Π19	Αγία Παρασκευή	1262-1348	Θολοσκεπής	Βόρεια του Αγίου Νικολάου στην Άνω Πόλη χωροθετείται το παρεκκλήσιο της Αγίας Παρασκευής.
17	Π5	Αγία Κυριακή		Ξυλόστεγο	Τα ερείπια του παρεκκλησίου της Αγίας Κυριακής (FM), νοτιοανατολικά της Παντάνασσας, παρουσιάζουν δύο οικοδομικές φάσεις.
18	Π8	Παρεκκλήσιο Π8	1460-1821		Παρεκκλήσιο (CM) δυτικά της κάτω πύλης, Ch. C σύμφωνα με τον Millet και νότια του Αγίου Χριστοφόρου.
19	Π7	Παρεκκλήσιο Π7			Παρεκκλήσιο νοτιοανατολικά του Π6. Ch B σύμφωνα με τον Millet.
20	Π12	Παρεκκλήσιο Π12			Παρεκκλήσιο της Κάτω Πόλης, στον δρόμο από την κάτω πύλη προς την Παντάνασσα βόρεια της οικίας Λάσκαρη, κατεστραμμένο.
21	Π13	Παρεκκλήσιο Π13	1460-1821		Παρεκκλήσιο Π13, βόρειαδυτικά του Π12. Αποτελεί το μικρότερο παρεκκλήσι του οικισμού.
22	Π11	Παρεκκλήσιο Π11			Παρεκκλήσιο Π11, νότια του Π12 στο δρόμο προς την Παντάνασσα από την κάτω πύλη. Αποτελεί το μικρότερο παρεκκλήσι του οικισμού.
23	Π17	Παρεκκλήσιο Π17			Παρεκκλήσιο Π17, ανατολικά του Αγίου Νικολάου.
24	Π21	Παρεκκλήσιο Π21			Παρεκκλήσιο ανακτόρων παράλληλο στον δυτικό τοίχο του κτηρίου E.
25	Π22	Παρεκκλήσιο Π22	1460-1821		Παρεκκλήσιο δυτικά του κάστρου προς τη Μονή Παντάνασσας.
26	Π23	Παρεκκλήσια του κάστρου	1249-1262	Ξυλοστεγή	Παρεκκλήσια του κάστρου, στο εσωτερικό του. Το βόρειο παρεκκλήσιο φαίνεται να προϋπήρχε του κάστρου πιθανότατα ως ναός του Προφήτη Ηλία.
27	Π15	Υπαπαντή	1460-1821		Παρεκκλήσιο της Υπαπαντής, εντός της Μονής Παντάνασσας στη βορειοδυτική γωνία.

28	N4.1	Περίβλεπτος	1348-1384	Δικιόνιος Σταυροειδής Εγγεγραμμένος		Η Μονή Περιβλέπτου βρίσκεται στο νοτιοανατολικό άκρο του οικισμού με την εκκλησία δίπλα στον βράχο και σε κάποια σημεία λαξευμένα σε αυτό.
29	N6.1	Αγία Σοφία	1348-1384	Δικιόνιος Σταυροειδής Εγγεγραμμένος	Μανουήλ Κατακουζινός	Η Αγία Σοφία, η εκκλησία του παλατιού, βρίσκεται στη συνοικία του παλατιού νότια των ανακτόρων. Η Αγία Σοφία αποτελεί το καθολικό μικρής μονής πιθανόν της Μονής Ζωοδότου.
30	N7	Άγιος Νικόλαος	1460-1821	Τετράστυλος Σταυροειδής με τρούλο		Ο Άγιος Νικόλαος κτίστηκε τον 17ο αιώνα ελλείψει ναού στην Άνω Πόλη μετά τη μετατροπή της Αγίας Σοφίας σε τζαμί επί τουρκοκρατίας.
31	N5.1	Παντάνασσα	1384-1460	Εγγεγραμμένος Σταυροειδής με Τρούλο	Ιωάννης Φραγκόπουλος	Το καθολικό της Μονής έχει οικοδομηθεί επί τεχνητού πλατώματος σε περίοπτη θέση, ορατή από όλο σχεδόν τον οικισμό.
32	N3.7		1262-1348			
33	N3.6		1262-1348			
34	N3.6		1262-1348			
35	N3.6		1262-1348			
36	N3.5		1262-1348			
37	N3.4		1262-1348			
38	N6.8	Κτίσμα Μεταβυζαντινό	1460-1821			Η Μονή της "Αγίας Σοφίας" μετατράπηκε σε τζαμί. Το κτίσμα αποτελεί βοηθητικό κτήριο του τζαμιού.
39	N6.7	Τράπεζα	1348-1384			
40	N6.3	Κινστέρνα	1348-1384			Υδραγωγείο στο πλάτωμα της Αγίας Σοφίας χρησίμευε και ως ταμειυτήρας των υδάτων που συγκεντρώνονταν πριν διοχετευθούν στο μεγάλο πλάτωμα.
41	N6.2	Τράπεζα	1348-1384			
42	N6.4.2	Κτίσμα υποστηρικτικό	1348-1384			
43	N6.4.1	Κελιά Μονής "Αγίας Σοφίας"	1348-1384			
44	N6.5		1348-1384			Διώροφο πειόσχημο κτίσμα

Πίνακας 2 Πύργοι Οικισμού

ΠΥΡΓΟΙ				
OBJECTID *	Κωδικός	Περίοδος	Θέση	Περιγραφή
1	Φ1	1249-1262	Άνω Πόλη	Ευρύς πύργος μεγάλου ύψους
2	Φ2	1460-1821	Άνω Πόλη	Ημικυκλικός μεταβυζαντινός πύργος
3	Φ3		Άνω Πόλη	Τραπεζιόσχημη κατασκευή
4	Φ4	1249-1262	Άνω Πόλη	Ευμεγέθης κυκλικός πύργος
5	Φ7	1460-1821	Άνω Πόλη	Πυργοειδής διαμόρφωση
6	Φ6	1249-1262	Άνω Πόλη	Πυργοειδής κατασκευή, προσιτή μόνο από τον εσωτερικό περίβολο.
7	Φ5	1249-1262	Άνω Πόλη	Ημικυκλικός πύργος, ο μεγαλύτερος του Κάστρου.
8	A1		Άνω Πόλη	Μικρών διαστάσεων τραπεζιόσχημος πύργος στον οποίο ανοίγεται η πυλίδα E1.
9	A2		Άνω Πόλη	Τετράγωνος πύργος που διατρύπεται από την πύλη E2.
10	A3		Άνω Πόλη	Ημικυκλικός πύργος
11	A4		Άνω Πόλη	Ορθογώνιος πύργος
12	A5		Άνω Πόλη	Μικρός τετράγωνος πύργος
13	A6	1460-1821	Άνω Πόλη	Ελαφρώς τραπεζιόσχημος πύργος
14	A7		Άνω Πόλη	Τετράγωνος πύργος
15	A8		Άνω Πόλη	Τετράγωνος πύργος
16	A9		Άνω Πόλη	Τετράγωνος πύργος
17	A10	1348-1384	Άνω Πόλη	Ημικυκλικό πύργος μέρος του κλωβού πύργων συγκροτήματος ανακτόρων.
18	A11	1348-1384	Άνω Πόλη	Τετράγωνος πύργος μέρος του κλωβού πύργων συγκροτήματος ανακτόρων.
19	A12	1348-1384	Άνω Πόλη	Τετράγωνος πύργος μέρος του κλωβού πύργων συγκροτήματος ανακτόρων.
20	A13	1348-1384	Άνω Πόλη	Ημικυκλικό πύργος μέρος του κλωβού πύργων συγκροτήματος ανακτόρων.
21	A14		Άνω Πόλη	Πύργος (περ. 5 x 7 μ.) συγκροτείται από τα παράλληλα τοιχία της εξωτερικής και της εσωτερικής πύλης Σιδερόπορτας (E5).
22	A15		Άνω Πόλη	Πυργοειδές κτίσμα που περιβάλλει την πύλη Μαυρόπορτα (E7).
23	K5		Κάτω Πόλη	Πολύ μικρός πύργος σε δύο τουλάχιστον στάθμες.
24	K4		Κάτω Πόλη	Μικρός πύργος για την προστασία της Μονής Βροντοχίου.
25	K3	1460-1821	Κάτω Πόλη	Πεντάωροφος πύργος
26	K2	1460-1821	Κάτω Πόλη	
27	K1	1460-1821	Κάτω Πόλη	Πύργος περιβόλης Μονής Βροντοχίου, ελαφρώς τραπεζιόσχημος.
28	K6		Κάτω Πόλη	Πιθανός πύργος που προστάτευε την πυλίδα E13.
29	K7		Κάτω Πόλη	
30	K8	1348-1384	Κάτω Πόλη	Πύργος τετράγωνος, πολυώροφος (σώζονται τέσσερις στάθμες επάνω από χαμηλή βάση) με διαστάσεις περ. 4,50 X 6,00μ.

31	K9	1348-1384	Κάτω Πόλη	Ο πύργος Κ9, τετραώροφος, κτίστηκε ακριβώς επάνω από την πηγή της Μαρμάρας.
32	K10		Κάτω Πόλη	Σχεδόν τετράγωνης κάτοψης τυπικής αρχιτεκτονικής πύργου του οικισμού.
33	K11		Κάτω Πόλη	Πύργος Κ11 τειχών Κάτω Πόλης

Πίνακας 3 Πύλες Οικισμού

ΠΥΛΕΣ					
OBJECTID *	Κωδικός	Όνομα	Περίοδος	Θέση	Περιγραφή
1	E2	Πύλη E2		Άνω Πόλη	Πύλη που περιβάλεται από τον πύργο Α2, μεγάλου πλάτους και ύψους, με ημικυκλικό υπέρθυρο.
2	E1	Πύλη E1		Άνω Πόλη	Πυλίδα E1, σχεδόν αθέατη εξωτερικά, οδηγούσε στο Διάσελο»
3	E3	Πύλη E3		Άνω Πόλη	Πύλη εισόδου στον κλωβό, φραγμένη σήμερα.
4	E4	Πύλη του Ναυπλίου		Άνω Πόλη	Πύλη τ'Αναπλιού, πρόκειται στην ουσία για δύο τοξωτές πύλες.
5	E5	Πύλη της Μονεμβασιάς		Άνω Πόλη	Πύλη της Μονεμβασιάς ή Σιδηρόπορτα (E5)
6	E6	Πύλη E6		Άνω Πόλη	Πύλη με ύψος περ. 3μ. και ημικυκλικό υπέρθυρο, ανοίγεται στην ανατολική πλευρά μιας τριγωνικής προεξοχής. ύψος περ. 3μ.342 και ημικυκλικό υπέρθυρο.
7	E7	Μαυρόπορτα		Άνω Πόλη	Την πύλη περιβάλλει και σε αυτή την περίπτωση πυργοειδές κτίσμα (Α15).
8	E9	Πυλίδα E9		Κάτω Πόλη	
9	E10	Πύλη E10		Κάτω Πόλη	Πύλη περιβόλου Μονής Περιβλέπτου.
10	E11	Πύλη E11		Κάτω Πόλη	
11	E12	Πύλη E12		Κάτω Πόλη	Πιθανώς στρατιωτικού τύπου πύλη.
12	E13	Πύλη E13		Κάτω Πόλη	Πύλη της Μητροπόλεως.
13	E14	Πύλη E14		Κάτω Πόλη	Πιθανότατα η κύρια πύλη της Κάτω Πόλης.
14	E15	Πυλίδα E15		Κάτω Πόλη	Τοξωτό άνοιγμα στον πιθανό πύργο κτήριο 198.
15	N2	N2		Κάτω Πόλη	Πύλη εισόδου περιβόλου συγκροτήματος Ευαγγελίστριας
16	N3	N3		Κάτω Πόλη	Πυλίδα περιβόλου Μονής Βροντοχίου.
17	N5	N5		Άνω Πόλη	Βόρεια πύλη Μονής Παντανάσσης
18	N4	N4	1348-1384	Κάτω Πόλη	Πύλη περιβόλου Μονής Περιβλέπτου
19	N4.2	Πύργος Περιβλέπτου	1348-1384	Κάτω Πόλη	
20	N1	N1		Άνω Πόλη	Πύλη Μητροπολιτικού Μεγάρου

Πίνακας 4 Κινστέρνες, Αποχωρητήρια, Νιπτήρες οικισμού

ΥΔΡΕΥΣΗ					
OBJECTID *	Κωδικός	Όνομα	Περίοδος	Θέση	Περιγραφή
1	K1	Κινστέρνα Κάστρο	1249-1262	Κάστρο	Μεγάλη κινστέρνα καμαροσκεπής για τη συγκέντρωση πόσιμου νερού κατασκευασμένη από τους Φράγκους μαζί με το Κάστρο.
2	K2	Κινστέρνα Καταφυγίου	1249-1262	Κάστρο	Ημιυπόγεια κινστέρνα κάτω από το δάπεδο του Καταφυγίου του Κάστρο.
3	K3	Υδραγωγείο Αγ. Σοφίας		Άνω Πόλη	Υδραγωγείο στο πλάτωμα της Αγίας Σοφίας χρησίμευε και ως ταμιευτήρας των υδάτων που συγκεντρώνονταν πριν διοχετευθούν στο μεγάλο πλάτωμα
4	K4	Κινστέρνα πύργου		Άνω Πόλη	Το ισόγειο του πύργου Α12 χρησίμευε ως κινστέρνα.
5	K5	Κινστέρνα Ανακτόρων		Άνω Πόλη	
6	S1	Νιπτήρας S1		Άνω Πόλη	
7	S2	Νιπτήρες S2		Άνω Πόλη	
8	S3	Νιπτήρες S3		Άνω Πόλη	
9	L1	Αποχωρητήρια ΑΠ1		Άνω Πόλη	
10	L2	Αποχωρητήρια ΑΠ2		Άνω Πόλη	
11	L3	Αποχωρητήρια ΑΠ3		Άνω Πόλη	
12	K6	Κινστέρνα ανακτόρων		Άνω Πόλη	
13	J1	Συνδυασμός στοιχείων S1		Άνω Πόλη	
14	J2	Συνδυασμός στοιχείων S2		Άνω Πόλη	
15	L4	Αποχωρητήρια ΑΠ4		Άνω Πόλη	
16	L5	Αποχωρητήρια ΑΠ5		Άνω Πόλη	
17	L6	Αποχωρητήρια ΑΠ6		Άνω Πόλη	
18	J3	Συνδυασμός στοιχείων S3		Άνω Πόλη	
19	K8	Κινστέρνα Φραγκόπουλου		Κάτω Πόλη	
20	K10	Κινστέρνα Π2		Κάτω Πόλη	
21	L7	Αποχωρητήρια Περιβλέπτου (N4)		Κάτω Πόλη	
22	K9	Κινστέρνα K9		Κάτω Πόλη	
23	S4	Νιπτήρας κτηρίου M		Κάτω Πόλη	
24	S5	Νιπτήρας κτηρίου 229		Κάτω Πόλη	
25	S6	Νιπτήρας κτηρίου 222		Κάτω Πόλη	
26	S7	Νιπτήρας κτηρίου 223		Κάτω Πόλη	
27	S8	Νιπτήρας κτηρίου O		Κάτω Πόλη	

28	S9	Νιπτήρας κτηρίου Ο		Κάτω Πόλη	
29	S10	Νιπτήρας κτηρίου Ο		Κάτω Πόλη	
30	L8	Αποχωρητήρια κτηρίου 262		Κάτω Πόλη	
31	L9	Αποχωρητήρια κτηρίου 289		Κάτω Πόλη	
32	L10	Αποχωρητήρια κτηρίου 180		Κάτω Πόλη	
33	L11	Αποχωρητήρια κτηρίου 262		Κάτω Πόλη	
34	K7	Κινστέρνα Κ7		Κάτω Πόλη	Κινστέρνα Παρεκκλησίου Π2
35	K3	Κινστέρνα Κ3 Κάστρου	1460-1821	Κάστρο	Κινστέρνα μεταβυζαντινής περιόδου

Πίνακας 5 Μονές Οικισμού

ΜΟΝΕΣ						
OBJECTID *	Κωδικός	Όνομα	Περίοδος	Κτήτορας	Θέση	Περιγραφή
1	M3	Μονή Βροντοχίου	1262-1348	Ηγούμενο Δανιήλ & Παχώμιος	Κάτω Πόλη	Η Μονή Βροντοχίου κοντά στη βορεινή γωνία του Μυστρά αποτελείται από δύο Μονές πολύ κοντινές κτισμένες σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα.
2	M6	Μονή Ζωοδόχου Πηγής	1348-1384	Μανουήλ Κατακουζηνός	Άνω Πόλη	Ερευνητές ταυτίζουν τη Μονή με το καθολικό της Αγίας Σοφίας ως η Μονή της Ζωοδόχου Πηγής που ίδρυσε ο Μανουήλ Κατακουζηνός.
3	M5	Μονή Παντάνασσας	1384-1460	Ιωάννης Φραγκόπουλος	Άνω Πόλη	Η Μονή Παντάνασσας στο νοτιοδυτικό άκρο της πόλης οικοδομείται το 1428 από τον Ιωάννη Φραγκόπουλο. Συνέχισε την λειτουργία της ως χριστιανική μονή και κατά τη διάρκεια της Τουρκοκρατίας.
4	M4	Μονή Περιβλέπτου	1348-1384		Κάτω Πόλη	Η Μονή Περιβλέπτου βρίσκεται στο νοτιοανατολικό άκρο του οικισμού με την εκκλησία δίπλα στον βράχο και σε κάποια σημεία λαξευμένη σε αυτό.

Πίνακας 6 Μη χρονολογημένα κτήρια

Μη χρονολογημένα κτήρια						
OBJECTID *	Κωδικός	Περίοδος	Θέση	Περιγραφή	Όροφοι	Ηλιακός
4	3		Άνω Πόλη	Τουλάχιστον διώροφο κτίσμα παράλληλο με την υψομετρική καμπύλη.	Διώροφο	0
5	4		Άνω Πόλη	Μικρό σχεδόν τετράγωνο κτίσμα που συγκροτείται από τέσσερις γωνιακές παραστάδες συνδεδεμένες μεταξύ τους.		0
1	5		Άνω Πόλη	Τουλάχιστον διώροφο κτήριο βόρεια του πύργου Α1 σύγκολλο του δυτικού τείχους.	Διώροφο	0
336	6		Άνω Πόλη	Μεγάλων διαστάσεων κτήριο, παράλληλο με την υψομετρική καμπύλη.	Διώροφο	0
337	7		Άνω Πόλη	Πιθανότατα πρόκειται για ανάλημμα του υπερκείμενου δρόμου.		0
317	8		Άνω Πόλη	Κτήριο μικρού πλάτους, τουλάχιστον διώροφο, εγκάρσιο στην κλιτύ.	Διώροφο	0
318	9		Άνω Πόλη	Ανατολικά του κτ. Ζ κτισμένο σε επαφή ή σε πολύ κοντινή αποσταση από το φυσικό βράχο.		0
320	10		Άνω Πόλη	Μονώροφο αρχικά κτήριο που απέκτησε επιπλέον στάθμη με την οικοδόμηση του σύγκολλου κτηρίου 11 ανατολικά	Διώροφο	0
321	11		Άνω Πόλη	Κτήριο τουλάχιστον διώροφο μεταγενέστερο του σύγκολλου προς τα δυτικά	Διώροφο	0
322	12		Άνω Πόλη	Πιθανόν αναλημματικός τοίχος.		0
13	13		Άνω Πόλη	Διώροφο τουλάχιστον κτήριο παράλληλο με την υψομετρική καμπύλη σύγκολλο του κτηρίου 14 προς την ανατολή.	Διώροφο	0
6	14		Άνω Πόλη	Το αρχαιότερο μεταξύ των διπλανών κτηρίων 13 και 15.		0
7	15		Άνω Πόλη	Διώροφο κτήριο κάτω από το Κάστρο παράλληλο με την υψομετρική καμπύλη.	Διώροφο	1
8	16		Άνω Πόλη	Σύγκολλο κτήριο του 17 προς την ανατολή, τουλάχιστον διώροφο πιθανόν μεταβυζαντινή κατασκευή.	Διώροφο	0
12	17		Άνω Πόλη	Τουλάχιστον διώροφο κτήριο κάτω από το Κάστρο σύγκολλο του κτηρίου 16.	Διώροφο	0
11	18		Άνω Πόλη	Μεταβυζαντινό κτίσμα σύγκολλο του κτηρίου 17 προς τα δυτικά.		0
9	19		Άνω Πόλη	Τουλάχιστον διώροφο κτίσμα κάτω από το Κάστρο.	Διώροφο	1
10	20		Άνω Πόλη	Σε επαφή με το κτήριο 19 στη νότια πλευρά του, κτισμένο παράλληλα με την υψομετρική καμπύλη.	Διώροφο	0
37	22		Άνω Πόλη	Μικρών διαστάσεων ίσως και διώροφο.	Διώροφο	0

41	23		Άνω Πόλη	Διώροφο κτίσμα αμέσως ανατολικά του κτηρίου 24.	Διώροφο	0
40	24		Άνω Πόλη	Κάτω από το Κάστρο.		0
43	26		Άνω Πόλη	Κάτω από το Κάστρο, μεγάλων διαστάσεων τουλάχιστον διώροφο κτήριο, παράλληλο στην υψομετρική καμπύλη.	Διώροφο	0
42	27		Άνω Πόλη	Τριώροφο κτίσμα κάτω από το Κάστρο, εγκάρσιο στην κλιτύ.	Τριώροφο	0
38	28		Άνω Πόλη	Διώροφο κτίσμα, εφαπτόμενο του παρεκκλησίου Π22 προς τα Δ, μικρών διαστάσεων, μεταγενέστερο του παρεκκλησίου.	Διώροφο	0
57	29		Άνω Πόλη	Διώροφο τουλάχιστον κτίσμα, εγκάρσιο στην κλιτύ.	Διώροφο	0
325	30		Άνω Πόλη	Κάτω από το Κάστρο ανατολικά του παρακκλησίου Π22.		0
326	31		Άνω Πόλη	Κάτω από το Κάστρο νότια του παρεκκλησίου Π22.		0
58	32		Άνω Πόλη	Τουλάχιστον διώροφο πλατυμέτωπο κτίσμα κάτω από το Κάστρο.		0
59	33		Άνω Πόλη	Ανατολικά του κτηρίου 32, κάτω από το Κάστρο, κτίσμα πιθανώς τριώροφο.	Τριώροφο	0
15	34		Άνω Πόλη	Κτίσμα εφαπτόμενο δυτικά στο κτίσμα 35, μικρών διαστάσεων διώροφο.	Διώροφο	0
14	35		Άνω Πόλη	Κάτω από το Κάστρο, σύγκολλο στο κτήριο 34.		0
29	38		Άνω Πόλη	Κτίσμα παράλληλο με την υψομετρική καμπύλη, μικρών διαστάσεων, ορθογώνιας κάτοψης. Ο τυφλός τοίχος της β' στάθμης διαμορφώνει εστία ελλειπτικής διατομής.	Διώροφο	0
19	41		Άνω Πόλη	Πιθανόν ενιαίο κτίσμα με το κτήριο 42 βόρεια, σχεδόν τετράγωνο.		0
18	44		Άνω Πόλη	Κτίσμα εγκάρσιο στην κλιτύ, τουλάχιστον διώροφο.	Διώροφο	0
26	45		Άνω Πόλη	Τριώροφο κτήριο μεταξύ των κτηρίων 44 και 46 με οικοδόμηση εγκάρσια στην κλιτύ.	Τριώροφο	0
27	47		Άνω Πόλη	Τριώροφο κτίσμα ανατολικά του κτηρίου 43, εφαπτόμενο των κτηρίων 45 και 48. Στενομέτωπο, μικρών διαστάσεων.	Τριώροφο	1
28	48		Άνω Πόλη	Τριώροφο, πλατυμέτωπο, μεγάλων διαστάσεων κτίσμα νότια της Αγίας Σοφίας.	Τριώροφο	0
34	50		Άνω Πόλη	Τουλάχιστον διώροφο κτίσμα.	Διώροφο	0
35	51		Άνω Πόλη	Ιδιαίτερος μεγάλου μήκους, τουλάχιστον διώροφο κτήριο.	Διώροφο	0
33	52		Άνω Πόλη	Τουλάχιστον διώροφο κτήριο.	Διώροφο	0
30	53		Άνω Πόλη	Μεγάλων διαστάσεων τουλάχιστον διώροφο κτήριο, ορθογώνιας κάτοψης.	Διώροφο	0
32	54		Άνω Πόλη	Τουλάχιστον διώροφο κτίσμα.	Διώροφο	0
31	55		Άνω Πόλη	Διώροφο γαμματοειδής κατασκευή ισοϋψή με το κτήριο 53.	Διώροφο	0

140	57		Άνω Πόλη	Σύγκολλο του κτηρίου 57.	Διώροφο	0
24	58		Άνω Πόλη	Πιθανώς τριώροφο κτήριο, μεταγενέστερο του κτηρίου 59.	Τριώροφο	0
25	59		Άνω Πόλη	Στενομέτωπο τριώροφο κτίσμα.	Τριώροφο	0
23	60		Άνω Πόλη	Τουλάχιστον διώροφο κτήριο μεταγενέστερο του σύγκολλου κτηρίου 59.	Διώροφο	0
137	61		Άνω Πόλη	Μικρών διαστάσεων, τριώροφο κτήριο με τραπεζόσχημη κάτοψη.	Τριώροφο	0
126	62		Άνω Πόλη	Μεγάλων διαστάσεων, διώροφο κτίσμα σύγκολλο του Δ προς νότο κτισμένο παράλληλα με την υψομετρική καμπύλη πιθανώς αρχαιότερο του Δ.	Διώροφο	0
128	63		Άνω Πόλη	Πλατυμέτωπο, τριώροφο, σύγκολλο των κτηρίων Δ και 62 προς τα ανατολικά.	Τριώροφο	0
129	64		Άνω Πόλη	Τουλάχιστον διώροφο κτίσμα μεταγενέστερο του σύγκολλου κτηρίου 63.	Διώροφο	0
130	65		Άνω Πόλη	Τουλάχιστον διώροφο, μικρών διαστάσεων κτήριο.	Διώροφο	0
134	66		Άνω Πόλη	Σύγκολλο των κτηρίων 67 και 68, μεταγενέστερο και των δύο.		0
132	67		Άνω Πόλη	Τουλάχιστον διώροφο, μικρών διαστάσεων οικοδόμημα σύγκολλο των κτηρίων 66 και 68.	Διώροφο	0
133	68		Άνω Πόλη	Δύο εφαπτόμενα, πλατυμέτωπα τριώροφα κτίσματα με αρχαιότερο εκείνο στα δυτικά. Πρόκειται για κτήριο μεταγενέστερο του σύγκολλου κτηρίου 6.	Τριώροφο	0
131	69		Άνω Πόλη	Διώροφο κτίσμα που το βορειότερο τμήμα του εδράζεται επί μιας σπηλαιώδους διαμόρφωσης.	Διώροφο	0
136	70		Άνω Πόλη	Πλατυμέτωπο τουλάχιστον διώροφο.	Διώροφο	0
297	72		Άνω Πόλη	Μικρών διαστάσεων ίσως τραπεζόσχημο.		0
288	73		Άνω Πόλη		Διώροφο	0
289	74		Άνω Πόλη	Μικρών διαστάσεων, τουλάχιστον διώροφο σχεδόν τετράγωνο κτίσμα.	Διώροφο	0
298	75		Άνω Πόλη	Μικρών διαστάσεων κτίσμα.		0
299	76		Άνω Πόλη			0
290	77		Άνω Πόλη	Τουλάχιστον διώροφο, ιδιαίτερα στενοεπίμηκες κτίσμα μέρος συγκροτήματος.	Διώροφο	0
291	78		Άνω Πόλη			0
292	79		Άνω Πόλη			0
294	81		Άνω Πόλη	Μικρών διαστάσεων, τουλάχιστον διώροφο.	Διώροφο	0
296	82		Άνω Πόλη	Συγκρότημα τριών εφαπτόμενων χώρων. Ο νοτιότερος ημιυπόγειος, καμαροσκεπής. Ο δεύτερο ορθογώνιος με ημικυλινδρική καμάρα μικρών διαστάσεων σύγκολλος τόσο του		0

				χώρου Ι όσο και του πύργου Α12 και της εξωτερικής παρειάς του 84.		
287	83		Άνω Πόλη	Τραπεζιόσχημο, πολύ μικρών διαστάσεων πιθανώς διώροφο κτίσμα.	Διώροφο	0
295	84		Άνω Πόλη	Μικρός τραπεζιόσχημος χώρος που καλύφθηκε με σταυροθόλιο και συνεχόμενο προς τον βορρά ακανόνιστο θόλο.		0
273	85		Άνω Πόλη	Στενομέτωπο, ιδιαίτερος μεγάλων διαστάσεων κτίσμα, τουλάχιστον διώροφο.	Διώροφο	0
271	87		Άνω Πόλη	Ενιαία κατασκευή όπου διακρίνονται δύο χώροι. Ένας τετράγωνος δυτικά σύγκολλος του πύργου Α13 και ένας σύγκολλος του πρώτου και του κτηρίου		0
280	88		Άνω Πόλη	Διώροφο πλατυμέτωπο κτίσμα, μεταγενέστερο των εφαπτόμενων κτηρίων 89 και 98.	Διώροφο	0
283	89		Άνω Πόλη	Μικρών διαστάσεων, σχεδόν τετράγωνο διώροφο κτίσμα.	Διώροφο	0
284	90		Άνω Πόλη	Τριώροφο πλατυμέτωπο κτίσμα σύγκολλο του κτηρίου 89 προς βορρά.	Τριώροφο	1
285	91		Άνω Πόλη			0
276	92		Άνω Πόλη			0
275	93		Άνω Πόλη			0
277	94		Άνω Πόλη		Τριώροφο	0
278	95		Άνω Πόλη		Τριώροφο	0
279	96		Άνω Πόλη			0
281	97		Άνω Πόλη		Διώροφο	0
282	98		Άνω Πόλη		Τριώροφο	0
169	100		Άνω Πόλη			0
172	101		Άνω Πόλη			0
171	102		Άνω Πόλη			0
173	103		Άνω Πόλη		Διώροφο	0
174	105		Άνω Πόλη			0
177	106		Άνω Πόλη		Τριώροφο	0
181	107		Άνω Πόλη		Διώροφο	0
180	108		Άνω Πόλη		Διώροφο	0
175	109		Άνω Πόλη		Τριώροφο	0
176	110		Άνω Πόλη			0
149	111		Άνω Πόλη			0
150	112		Άνω Πόλη	Δυτικά του Αγίου Νικολάου, εφαπτόμενο προς βορρά στο κτήριο 111.		0
151	113		Άνω Πόλη	Παράλληλο με την κλιτύ, μικρών διαστάσεων κτίσμα.		0
156	116		Άνω Πόλη	Πλατυμέτωπο, τριώροφο, μικρών διαστάσεων κτίσμα νοτιοδυτικά των παλατιών.	Τριώροφο	0
157	120		Άνω Πόλη	Βόρεια του κτηρίου 199, στενοεπίμηκες τουλάχιστον διώροφο κτίσμα.	Διώροφο	0
138	122		Άνω Πόλη	Τριώροφο πλατυμέτωπο κτήριο στα δεξιά του κατερχόμενου από την Αγία Σοφία μεταξύ των κτηρίων Β και 61.	Τριώροφο	1

139	123		Άνω Πόλη	Πιθανώς διώροφο κτήριο, μεταγενέστερο του κτ. Β και επαπτόμενο του πύργου του προς βορρά.	Διώροφο	1
152	125		Άνω Πόλη	Κτίσμα δυτικά του κτηρίου 114.		0
145	126		Άνω Πόλη	Τουλάχιστον διώροφο κτίσμα στα δεξιά του κατερχόμενου προς τον Άγιο Νικόλαο μεγάλων διαστάσεων.	Διώροφο	0
148	127		Άνω Πόλη	Κτίσμα επαπτόμενο στο κτήριο 126 νότια.		0
341	129		Άνω Πόλη		Διώροφο	0
146	130		Άνω Πόλη	Αμέσως νότια του κτηρίου Α, τουλάχιστον διώροφο κτήριο που έχει οικοδομηθεί σε επαφή με το φυσικό βράχο.	Διώροφο	0
179	131		Κάτω Πόλη	Τουλάχιστον διώροφο κτήριο έξω από την πύλη Ε5, στα δεξιά του κατευθυνόμενου προς τη Μονή Παντανάσσης.	Διώροφο	0
184	133		Κάτω Πόλη	Τουλάχιστον διώροφο κτήριο στα δεξιά ανερχόμενου προς την πύλη Ε5 με επαπτόμενα κτίσματα βόρεια το κτήριο 134 και νότια σχεδόν αθέατο.	Διώροφο	0
183	134		Κάτω Πόλη	Στα όρια Άνω και Κάτω Πόλης σύγκολλο του κτηρίου 133 προς βορρά.		0
182	135		Κάτω Πόλη	Μεγάλων διαστάσεων , πιθανόν της μεταβυζαντινής περιόδου στα όρια Άνω και Κάτω πόλης.		0
91	138		Κάτω Πόλη	Μεγάλων διαστάσεων τριώροφο, στενοεπίμηκες κτίσμα, στη διακλάδωση της μέσης, στα δεξιά κατευθυνόμενου προς τη Μονή Παντανάσσης.	Τριώροφο	0
93	139		Κάτω Πόλη	Διώροφο κτίσμα, μικρών διαστάσεων, στα δεξιά κατευθυνόμενου προς τη Μονή Παντανάσσης (Ν5).	Διώροφο	0
95	140		Κάτω Πόλη	Τριώροφο κτίσμα, στα αριστερά κατευθυνόμενου προς τη Μονή Παντανάσσης (Ν5).	Τριώροφο	0
94	141		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
96	142		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
98	143		Κάτω Πόλη			0
99	145		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
100	146		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
101	147		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
48	148		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
47	149		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
49	150		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
51	151		Κάτω Πόλη		Τριώροφο	0
45	152		Κάτω Πόλη		Διώροφο	1
52	154		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
53	155		Κάτω Πόλη			0
56	156		Κάτω Πόλη			0
55	157		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
54	158		Κάτω Πόλη		Τριώροφο	0

186	161		Κάτω Πόλη	Πολύ μεγάλου μήκους, γαμματοειδούς σχήματος, τουλάχιστον διώροφο.	Διώροφο	0
188	162		Κάτω Πόλη			0
187	164		Κάτω Πόλη			0
190	165		Κάτω Πόλη	Τέσσερις εφαιπτόμενοι χώροι, ένα μεγάλων διαστάσεων εγκάρσιο στην κλιτύ, δύο στενοεπιμήκεις παράλληλους μεταξύ τους και έναν τέταρτο κατεστραμμένο.	Διώροφο	0
223	166		Κάτω Πόλη			0
191	167		Κάτω Πόλη			0
344	168		Κάτω Πόλη			0
195	169		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
196	170		Κάτω Πόλη		Τριώροφο	0
192	171		Κάτω Πόλη			0
197	172		Κάτω Πόλη			0
199	173		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
200	174		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
206	175		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
201	176		Κάτω Πόλη	Μεταγενέστερο κτίσμα του κτηρίου 177.	Διώροφο	0
205	177		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
203	178		Κάτω Πόλη	Προσκολλήθηκε επάνω του το μεταγενέστερο κτήριο 179.	Διώροφο	0
221	180		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
220	181		Κάτω Πόλη		Διώροφο	1
346	182		Κάτω Πόλη	Μικρών διαστάσεων, τριώροφο, τριγωνικό κτίσμα.	Τριώροφο	0
345	183		Κάτω Πόλη	Μικρών διαστάσεων, μεταγενέστερο των εκατέρωθεν κτηρίων 182 και 184.	Διώροφο	0
347	184		Κάτω Πόλη	Σύγκολλο του κτηρίου 183.	Διώροφο	0
222	187		Κάτω Πόλη			0
210	188		Κάτω Πόλη			0
207	190		Κάτω Πόλη	Ελαφρώς τραπεζιόσχημο διώροφο κτίσμα. Η β' στάθμη έχει υποστεί πληθώρα μετασκευές. Κατοικούνταν μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα.	Διώροφο	1
348	193		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
261	195		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
259	196		Κάτω Πόλη	Μεγάλων διαστάσεων κτήριο.		0
260	197		Κάτω Πόλη			0
350	198		Κάτω Πόλη	Πιθανόν η αρχική του χρήση να ήταν ως πύργος της οχύρωσης.		0
258	199		Κάτω Πόλη	Μεγάλων διαστάσεων κτίσμα με μία μόνο στάθμη ισόγεια. Με πολλές μετασκευές που κατά τη νεώτερη περίοδο χρησιμοποιήθηκε ως ελαιοτριβείο μέχρι την αποχώρηση των τελευταίων κατοίκων το 1952.		0
253	202		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
252	203		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
251	204		Κάτω Πόλη			0
250	205		Κάτω Πόλη		Τριώροφο	0
212	206		Κάτω Πόλη	Μεταγενέστερο του κτηρίου 207, τουλάχιστον διώροφο.	Διώροφο	0
213	207		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0

230	208		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
229	209		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
249	210		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
254	211		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
255	212		Κάτω Πόλη		Τριώροφο	0
225	214		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
228	215		Κάτω Πόλη			0
227	216		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
351	217		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
247	218		Κάτω Πόλη		Διώροφο	1
224	220		Κάτω Πόλη			0
87	221		Κάτω Πόλη		Τριώροφο	0
85	222		Κάτω Πόλη		Διώροφο	1
86	223		Κάτω Πόλη		Διώροφο	1
88	224		Κάτω Πόλη		Διώροφο	1
232	225		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
89	226		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
231	227		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
234	228		Κάτω Πόλη	Συγκρότημα κτηρίων με ένα εξαιρετικά μεγάλου μήκους πυρήνα και δύο προσθήκες βόρει αυτού.	Διώροφο	0
233	229		Κάτω Πόλη	Μεγάλων διαστάσεων, γαμματοειδές κτίσμα.	Διώροφο	1
84	230		Κάτω Πόλη	Ιδιαιτέρων στενοεπίμηκες κτίσμα. Η α' στάθμη χρησίμευε ως κινστέρνα.	Διώροφο	0
83	231		Κάτω Πόλη	Πιθανότατα ενιαίο κτίσμα με το μεταγενέστερο ως προσθήκη κτήριο 232.	Διώροφο	0
81	232		Κάτω Πόλη		Τριώροφο	0
246	233		Κάτω Πόλη			0
245	234		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
244	235		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
242	236		Κάτω Πόλη	Πολύ μεγάλων διαστάσεων συγκροτημα με έναν αρχικό πυρήνα, στενοεπιμήκη και ένα μονόροφο μικρότερο διάδρομο ανατολικά.	Διώροφο	1
241	238		Κάτω Πόλη			0
240	239		Κάτω Πόλη			0
79	241		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
75	242		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
76	243		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
235	244		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
74	245		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
72	246		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
354	249		Κάτω Πόλη		Τριώροφο	0
355	250		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
352	251		Κάτω Πόλη			0
239	252		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
236	254		Κάτω Πόλη			0
237	255		Κάτω Πόλη			0
69	256		Κάτω Πόλη	Μεγάλων διαστάσεων τραπεζιόσχημη κινστέρνα που χρονολογείται στους πρώτος μεταβυζαντινούς χρόνους.		0
71	258		Κάτω Πόλη			0
63	259		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0

68	260		Κάτω Πόλη		Διώροφο	1
67	261		Κάτω Πόλη		Διώροφο	1
60	262		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
105	263		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
104	264		Κάτω Πόλη			0
103	265		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
102	266		Κάτω Πόλη			0
62	267		Κάτω Πόλη	Μεγάλων διαστάσεων, τουλάχιστον διώροφο κτίσμα με προσαρτημένο τριώροφο πύργο βόρεια.	Διώροφο	0
50	268		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
356	269		Κάτω Πόλη	Στενομέτωπο, τριώροφο κτίσμα.	Τριώροφο	0
116	270		Κάτω Πόλη		Τριώροφο	0
117	271		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
360	272		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
358	273		Κάτω Πόλη			0
110	274		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
323	275		Κάτω Πόλη		Διώροφο	1
359	276		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
324	277		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
357	278		Κάτω Πόλη			0
114	279		Κάτω Πόλη			0
113	281		Κάτω Πόλη		Τριώροφο	0
112	282		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
111	283		Κάτω Πόλη			0
66	284		Κάτω Πόλη	Πιθανότατα μέρος του συγκροτήματος Φραγκόπουλου.	Διώροφο	0
64	285		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
106	286		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
107	287		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
109	289		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
362	290		Κάτω Πόλη			0
361	291		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
368	293		Κάτω Πόλη			0
369	294		Κάτω Πόλη			0
365	295		Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
364	296		Κάτω Πόλη			0
366	297		Κάτω Πόλη			0
367	298		Κάτω Πόλη			0
262	299		Κάτω Πόλη			0
166	[I]		Άνω Πόλη			0
92	138A		Κάτω Πόλη			0
123	N6.2		Άνω Πόλη			0
124	N6.3		Άνω Πόλη			0
125	N6.4.2		Άνω Πόλη			0
122	N6.7		Άνω Πόλη			0
219	P		Κάτω Πόλη	Τουλάχιστον διώροφο κτήριο με σχεδόν ορθογώνια κάτοψη. Περιλαμβάνει στη βορειοδυτική γωνία του σε όλο το ύψος μια ευρεία κόγχη. Μπροστά από την κόγχη διατηρείται μία λίθινη κλίμακα.	Διώροφο	0
193	T		Κάτω Πόλη	Τριώροφο κτισμένο παράλληλα στην υψομετρική καμπύλη.	3	0

334	A-κτΖ		Άνω Πόλη	Μετά την οικοδόμηση των 4003 και 4005 ο ηλιακός μετατράπηκε σε κατοικήσιμο χώρο το κτήριο 4006.	Διώροφο	0
127	Δ		Άνω Πόλη	Μεταγενέστερη προσθήκη του κτηρίου 62. Διώροφο, στενομέτωπο χρονολογημένο στον 14ο αιώνα.	Διώροφο	0
115	Κ		Κάτω Πόλη	Διώροφο μεγάλων διαστάσεων κτήριο όπου στην πρώτη στάθμη ο χώρος καλυπτόταν με θόλους.	Διώροφο	0
80	Μ		Κάτω Πόλη	Από τα μεγαλύτερα σπίτια του οικισμού σε σχήμα γαμμοειδές με τουλάχιστον δύο οικοδομικές φάσεις.	Διώροφο	1
300	Μ1		Κάστρο	Μικρό κτίσμα		0
301	Μ2		Κάστρο	Μικρό κτίσμα		0
302	Μ3		Κάστρο	Μικρό κτίσμα		0
82	Ν		Κάτω Πόλη	Πυργοειδές τριώροφο, με πλείστες μετασκευές. Ολόκληρο το πλάτος της αναολικής όψης καταλαμβάνει ένας ευρύς δωματηρός ηλιακός.	Τριώροφο	1
118	Ν6.4.1		Άνω Πόλη			0
119	Ν6.8		Άνω Πόλη			0
211	Π		Κάτω Πόλη	Τριώροφο κτήριο με δωματηρό ηλιακό με θέα στην κοιλάδα.	Τριώροφο	1
376	Π1		Κάτω Πόλη	Το παρεκκλήσιο του Αγίου Γεωργίου (Π1) αποτελεί από τα καλύτερα αναστηλωμένα παρεκκλήσια του οικισμού.		0
392	Π11		Κάτω Πόλη	Παρεκκλήσιο Π11, νότια του Π12 στο δρόμο προς την Παντάνασσα από την κάτω πύλη. Αποτελεί το μικρότερο παρεκκλήσι του οικισμού.		0
390	Π12		Κάτω Πόλη	Παρεκκλήσιο της Κάτω Πόλης, στον δρόμο από την κάτω πύλη προς την Παντάνασσα βόρεια της οικίας Λάσκαρη, κατεστραμμένο.		0
379	Π14		Κάτω Πόλη	Τα ερείπια του παρεκκλησίου Π14 βρίσκονται εφαιπτόμενα στον δυτικό τοίχο του περιβόλου της Μητρόπολης. Πρόκειται για ένα από τα πιο κανονικά σε σχήμα παρεκκλήσια του Μυστρά.		0
393	Π17		Άνω Πόλη	Παρεκκλήσιο Π17, ανατολικά του Αγίου Νικολάου.		0
378	Π18		Άνω Πόλη	Το παρεκκλήσιο Π18 νότια του Αγίου Νικολάου στην Άνω Πόλη παρουσιάζει κάτοψη με περισσότερες της μιας φάσεις. Το ανατολικό τμήματα αποτελεί τον αρχικό πυρήνα του παρεκκλησίου ενώ ο νότιος διατηρεί το αρχικό επίχρισμα.		0
394	Π21		Άνω Πόλη	Παρεκκλήσιο ανακτόρων παράλληλο στον δυτικό τοίχο του κτηρίου Ε.		0
377	Π3		Κάτω Πόλη	Το παρεκκλήσιο Π3 βρίσκεται στο νότιο τμήμα της Κάτω Πόλης βόρεια της οικίας Φραγκόπουλου (Θ). Κατασκευάζεται τον 14ο αιώνα.		0

387	Π5		Κάτω Πόλη	Τα ερείπια του παρεκκλησίου της Αγίας Κυριακής (FM), νοτιοανατολικά της Παντάνασσας, παρουσιάζουν δύο οικοδομικές φάσεις.		0
384	Π6		Κάτω Πόλη	Συγκρότημα, δίδυμων παρεκκλησιών, χωροθετούνται βορειοανατολικά της οικίας Φραγκόπουλου. Πρόκειται για το μοναδικό συγκρότημα δίδυμων παρεκκλησιών του οικισμού εκτός των παρεκκλησιών του Κάστρου.		0
389	Π7		Κάτω Πόλη	Παρεκκλήσιο νοτιοανατολικά του Π6. Ch B σύμφωνα με τον Millet.		0
257	Σ		Κάτω Πόλη	Τριώροφο κτήριο σχεδόν τετράγωνο εντυπωσιακή κατασκευή που δεν απαντάται αλλού στον οικισμό.	Τριώροφο	0
198	Φ		Κάτω Πόλη	Τριώροφο κτήριο πολύ μικρών διαστάσεων. Στο μέσον το νοτίου τοίχου της γ' στάθμης ανοίγεται "κρυπτή" περιστρεφόμενη κλίμακα.	Τριώροφο	1
274	X		Άνω Πόλη	Εντυπωσιακών διαστάσεων, τουλάχιστον διώροφο, κτήριο με μέγιστο σωζόμενο πλάτος του ορόφου τα 5,15μ και μήκος 16,75μ.	Διώροφο	0
61	Ψ		Κάτω Πόλη	Τουλάχιστον διώροφο κτήριο.	Διώροφο	0

Πίνακας 7 Κτήρια Λατινοκρατίας 1249 - 1262

Λατινοκρατία 1249 - 1262					
OBJECTID *	Κωδικός	Περίοδος	Θέση	Περιγραφή	
163	[A]	1249-1260	Άνω Πόλη	Μονόχωρο κτίσμα με πύργο στα βόρεια που δε διασώζεται. Πιθανότητα κτίστηκε με την εγκατάσταση των Φράγκων στον λόφο και αποτέλεσε πυρήνας των μετέπειτα ανακτόρων του Μυστρά.	
315	K	1249-1260	Κάστρο	Καταφύγιον, διώροφο, ευρύχωρο κτίσμα. Στην α' στάθμη υπήρχε μεγάλη κινστέρνα ενώ η β' στάθμη ήταν κατοικίσμιος χώρος.	
396	Π23	1249-1260	Κάστρο	Παρεκκλήσια του κάστρου, στο εσωτερικό του. Το βόρειο παρεκκλήσιο φαίνεται να προϋπήρχε του κάστρου πιθανότατα ως ναός του Προφήτη Ηλία.	

Πίνακας 8 Κτήρια Υστεροβυζαντινής Α' 1262 - 1348

Υστεροβυζαντινή Α 1262 - 1348						
OBJECTID *	Κωδικός	Περίοδος	Θέση	Περιγραφή	Όροφοι	Ηλιακός
160	[B]	1262-1348	Άνω Πόλη			0
165	[Z]	1262-1348	Άνω Πόλη			0
248	213	1262-1348	Κάτω Πόλη	Συγκρότημα δύο κτηρίων με στοιχεία χρονολόγησης στο 13ο αιώνα.	Διώροφο	0
371	N3.2	1262-1348	Κάτω Πόλη	Ναός αφιερωμένος στη Θεοτόκο Οδηγήτρια αμέσως μετά μετονομάστηκε από τον κόσμο, Αφεντικό. Προέκταση της μονής		

				Βροντοχίου προς τα βορειοδυτικά των Αγίων Θεοδώρων.		
316	Z	1262-1348	Άνω Πόλη	Διώροφο μικρών διαστάσεων κτίσμα.	Διώροφο	0
144	A	1262-1348	Άνω Πόλη	Παλατάκι, συγκρότημα πέντε κτηρίων, το μεγαλύτερο του οικισμού, δύο μεγάλων διαστάσεων ορθογώνια κτίσματα (4001 & 4004), ένα πολυγωνικό (4005) και δύο τετράγωνα (4002 & 4003)	Τριώροφο	1
331	A-κτB	1262-1348	Άνω Πόλη	Διώροφος τετράγωνος πύργος.	Διώροφο	0
65	Θ	1262-1348	Κάτω Πόλη	Κτήριο συνδεδεμένο με την Οικογένεια Φραγκόπουλου. Με τρεις στάθμες είναι κτισμένο εγκάρσια στην κλιτύ ενώ κινστέρνα καταλαμβάνει όλη τη πρώτη στάθμη.	Τριώροφο	1
77	Λ	1262-1348	Κάτω Πόλη	Το σπίτι του Λάσκαρη. Συγκρότημα συνδεδεμένο παραδοσιακά με την οικογένεια Λάσκαρη. Διατάσσεται σε δύο παράλληλες σειρές: τρία σύγκολλα κατά μήκος της αμφόδου και δύο επίσης σύγκολλα, αμέσως δυτικά των προηγούμενων.	Τριώροφο	1
374	N1.1	1262-1348	Κάτω Πόλη	Ο μητροπολιτικός ναός του Μυστρά, Άγιος Δημήτριος (N1.1), είναι συγχρόως αφιερωμένος και "είς Δόξαν Θεού".		
372	N3.1	1262-1348	Κάτω Πόλη	Ο ναός των Αγίων Θεοδώρων (N3.1)) χτίστηκε μεταξύ 1290-1295 μετά την ανέγερση της μητρόπολης από του ηγουμένου Δανιήλ και Παχώμιο.		
266	N3.4	1262-1348	Κάτω Πόλη			0
265	N3.5	1262-1348	Κάτω Πόλη			0
263	N3.6	1262-1348	Κάτω Πόλη			0
264	N3.6	1262-1348	Κάτω Πόλη			0
267	N3.6	1262-1348	Κάτω Πόλη			0
269	N3.7	1262-1348	Κάτω Πόλη			0
268	N3.8	1262-1348	Κάτω Πόλη			0
387	Π19	1262-1348	Άνω Πόλη	Βόρεια του Αγίου Νικολάου στην Άνω Πόλη χωροθετείται το παρεκκλήσιο της Αγίας Παρασκευής.	<Null>	<Null>
380	Π4	1262-1348	Κάτω Πόλη	Το παρεκκλήσιο της Αγίας Άννας, ανατολικά του κάτω τοίχους της Μονής της Παντάνασσας, ήταν θολοσκεπές και πιθανολογείται σύμφωνα με τα κατάλοιπα στον νότιο τοίχο να υπήρχε κωδωνοστάσιο .	<Null>	<Null>

Πίνακας 9 Κτήρια Υστεροβυζαντινής Β' 1348 – 1384

Υστεροβυζαντινή Β' 1348 – 1384						
FID	Κωδικός	Περίοδος	Θέση	Περιγραφή	Όροφοι	Ηλιακός
0	257	1348-1384	Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
1	[Δ]	1348-1384	Άνω Πόλη			0
2	[Η]	1348-1384	Άνω Πόλη	Κρήνη του Κατακουζηνού με καμαροσκεπή μικρή δεξαμενή.		0
3	[Θ]	1348-1384	Άνω Πόλη	Κρήνη του Κατακουζηνού με καμαροσκεπή μικρή δεξαμενή.		0
4	A-κτA	1348-1384	Άνω Πόλη	Τρεις στάθμες, ενιαίες εσωτερικές με εμβαδό 73τμ περίπου η κάθε μία.	Τριώροφο	0
5	Π10	1348-1384	Κάτω Πόλη	Το παρεκκλήσιο του Αϊ-Γιαννάκη, νότια της κάτω πύλης, δομήθηκε περί το 1370 και έχει περίπου ίδιο μέγεθος με τον Ταξιάρχη.		0
6	N4.1	1348-1384	Κάτω Πόλη	Η Μονή Περιβλέπτου βρίσκεται στο νοτιοανατολικό άκρο του οικισμού με την εκκλησία δίπλα στον βράχο και σε κάποια σημεία λαξευμένη σε αυτό.		0
7	N6.1	1348-1384	Άνω Πόλη	Η Αγία Σοφία, η εκκλησία του παλατιού, βρίσκεται στη συνοικία του παλατιού νότια των ανακτόρων. Η Αγία Σοφία αποτελεί το καθολικό μονής που πολλοί ερευνητές έχουν ταυτίσει με τη μονή Ζωοδότη Χριστού.		0
70	257	1348-1384	Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
161	[Δ]	1348-1384	Άνω Πόλη			0
167	[Η]	1348-1384	Άνω Πόλη	Κρήνη του Κατακουζηνού με καμαροσκεπή μικρή δεξαμενή.		0
327	[Θ]	1348-1384	Άνω Πόλη	Κρήνη του Κατακουζηνού με καμαροσκεπή μικρή δεξαμενή.		0
330	A-κτA	1348-1384	Άνω Πόλη	Τρεις στάθμες, ενιαίες εσωτερικές με εμβαδό 73τμ περίπου η κάθε μία.	Τριώροφο	0
382	Π10	1348-1384	Κάτω Πόλη	Το παρεκκλήσιο του Αϊ-Γιαννάκη, νότια της κάτω πύλης, δομήθηκε περί το 1370 και έχει περίπου ίδιο μέγεθος με τον Ταξιάρχη.		0
398	N4.1	1348-1384	Κάτω Πόλη	Η Μονή Περιβλέπτου βρίσκεται στο νοτιοανατολικό άκρο του οικισμού με την εκκλησία δίπλα στον βράχο και σε κάποια σημεία λαξευμένη σε αυτό.		0
399	N6.1	1348-1384	Κάτω Πόλη	Η Αγία Σοφία, η εκκλησία του παλατιού, βρίσκεται στη συνοικία του παλατιού νότια των ανακτόρων. Η Αγία Σοφία αποτελεί το καθολικό μικρής μο		0

Πίνακας 10 Κτήρια Υστεροβυζαντινής Γ' 1384 – 1460

Υστεροβυζαντινής Γ' 1384 - 1460						
OBJECTID	Κωδικός	Περίοδος	Θέση	Περιγραφή	Όροφοι	Ηλιακός
2	1	1384-1460	Άνω Πόλη	Διώροφο στενοεπίμηκες εγκάρσιο στην κλιτύ.	Διώροφο	0
46	153	1384-1460	Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
78	240	1384-1460	Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
141	56	1384-1460	Άνω Πόλη	Τουλάχιστον διώροφο κτήριο.	Διώροφο	0
142	124	1384-1460	Άνω Πόλη	Τριώροφο πλατυμέτωπο κτήριο μεταξύ των κτηρίων Α και Β, εφαπτόμενο στο δεύτερο.	Τριώροφο	1
143	Β	1384-1460	Άνω Πόλη	Διώροφο, πλατυμέτωπο, με τριώροφο πύργο στα ανατολικά, σύγκολλο των κτηρίων 124 και 123.	Διώροφο	1
155	117	1384-1460	Άνω Πόλη	Διώροφο κτήριο πιθανώς αρχικά ενιαίο με το κτήριο 119.	Διώροφο	1
158	119	1384-1460	Άνω Πόλη	Σύγκολλο των κτηρίων 116 και 117 διώροφο κτήριο.	Διώροφο	1
162	[Γ]	1384-1460	Άνω Πόλη			0
164	[Ε]	1384-1460	Άνω Πόλη			0
178	Η	1384-1460	Άνω Πόλη	Τριώροφο κτίσμα ακανόνιστης κάτοψης. Η α' στάθμη προσαρμόζεται στο ανώμαλο έδαφος με απότομη κλιση στο σημείο. Χρονολογείται στον 15ο αιώνα.	Τριώροφο	0
204	Υ	1384-1460	Κάτω Πόλη	Διώροφο κτίσμα μικρών διαστάσεων. Στον νότιο τοίχο της β' στάθμης διατηρείται το μοναδικό δίλοβο παράθυρο κοσμικού κτηρίου στον οικισμό.	Διώροφο	0
214	Ξ	1384-1460	Κάτω Πόλη	Τριώροφο κτίσμα αρχαιότερο του κτηρίου Ο.	Τριώροφο	1
215	Ο	1384-1460	Κάτω Πόλη	Διώροφο κτήριο, ορθογώνιας κάτοψης, σύγκολλο στο κτήριο Ξ και μεταγενέστερης κατασκευής προς τα τέλη της υστεροβυζαντινής περιόδου.	Διώροφο	1
270	Ε	1384-1460	Άνω Πόλη	Διώροφο, πλατυμέτωπο κτίσμα μεταγενέστερο του κτηρίου 87 πάνω στο οποίο ακουμπούσε απευθείας ο βόρειος τοίχος του.	Διώοφοι	0
286	Γ	1384-1460	Άνω Πόλη	Το μοναδικό τετραώροφο ιδιωτικό κτίσμα του οικισμού.	Τετραώροφο	1
313	Θ1	1384-1460	Κάστρο			0
314	Θ2	1384-1460	Κάστρο			0
329	Α-κτΔ	1384-1460	Άνω Πόλη	Παράλληλο του κτηρίου 4004 (Α-κτΑ) ίσων περίπου διαστάσεων.	Τριώροφο	0
332	Α-κτΓ	1384-1460	Άνω Πόλη	Σχεδόν τετράγωνο, μικρών διαστάσεων που στη β' στάθμη έχει τέσσερις γωνιακές παραστάδες συνδεδεμένες μεταξύ τους με τόξα.	Διώροφο	0
333	Α-κτΕ	1384-1460	Άνω Πόλη	Κατασκευή μεταγενέστερη των 4001 και 4002.	Διώροφο	0

335	I	1384-1460	Κάτω Πόλη	Πλατυμέτωπο τουλάχιστον διώροφο κτίσμα.	Διώροφο	0
338	71	1384-1460	Άνω Πόλη		Τριώροφο	0
373	N2.1	1384-1460		Η Ευαγγελίστρια ήταν πιθανώς κοιμητηριακός ναός και είχε κτισθεί σε δύο φάσεις, τον κυρίως ναό και νάρθηκα με προσθήκη ορόφου.		0
375	Π9	1384-1460		Ο Άγιος Χριστόφορος στραμμένος νότια της κάτω πύλης στον δρόμο κοντά στην οικία Λάσκαρη, στην τελευταία οικοδομική του φάση χρονολογείται σύμφωνα με τα κατάλοιπα των τοιχογραφιών στο δεύτερο μισό του 14 ^{ου} αιώνα.		0
381	Π2	1384-1460		Τα ερείπια του παρεκκλησίου του Ταξιάρχη βρίσκονται στο κοντά στην οικία Φραγκόπουλου δυτικά και νότια της Παντάνασσας, κτισμένο το 1455.		0
383	Π16	1384-1460		Η Αγία Βαρβάρα, παρεκκλήσι κτισμένο πάνω από την περίβολο της Παντάνασσας. εξωτερικά έχει σαν οικοδόμημα το κανονικότερο σχέδιο παρεκκλησίου του Μυστρά και καλυπτόταν με θολοδομία.		0
385	X	1384-1460		Το παρεκκλήσιο X πρόκειται για το παρεκκλήσιο του παλατιού, βρίσκεται δυτικά του παλατιού ανατολικά της Αγίας Σοφίας και χρονολογείται στο. δεύτερο μισό του 14 ^{ου} αιώνα.		0
401	N5.1	1384-1460	Άνω Πόλη	Το καθολικό της Μονής έχει οικοδομηθεί επί τεχνητού πλατώματος σε περίοπτη θέση, ορατή από όλο σχεδόν τον οικισμό.		0

Πίνακας 11 Κτήρια Μεταβυζαντικής περιόδου 1460 - 1821

Μεταβυζαντινή 1460 – 1821						
OBJECTID *	Κωδικός	Περίοδος	Θέση	Περιγραφή	Όροφοι	Ηλιακός
3	2	1460-1821	Άνω Πόλη	Μικρών διαστάσεων κτήριο εγκάρσιο στην κλιτύ.		0
16	36	1460-1821	Άνω Πόλη	Ακανόνιστο ορθογώνιο κτήριο τουλάχιστον διώροφο. Εφαπτόμενο στο δυτικά τείχος του οικισμού, ενδεχομένως να αποτελούσε το φυλάκιο της πύλης E2.	Διώροφο	1
17	37	1460-1821	Άνω Πόλη	Κτίσμα ακαθόριστου σχήματος κάτοψης, σχεδόν τριγωνικού σχήματος.		0

20	43	1460-1821	Άνω Πόλη	Ιδιαίτερα στενοεπίμηκες τουλάχιστον διώροφο κτήριο. Πιθανώς πρόκειται για μέρος συγκροτήματος απαρτιζόμενου από τα κτήρια 41, 42 και 43.	Διώροφο	0
21	42	1460-1821	Άνω Πόλη	Ελαφρώς τραπεζιόσχημο κτίσμα σύγκολλο του κτηρίου Ν6.4.1 προς τον νότο.		0
22	49	1460-1821	Άνω Πόλη	Τριώροφο κτίσμα, παράλληλο στην κλιτύ νοτιοανατολικά της Αγίας Σοφίας.	Τριώροφο	0
36	21	1460-1821	Άνω Πόλη	Τουλάχιστον διώροφο κτισμένο σε επαφή με το βράχο εγκάρσια στην κλιτύ.	Διώροφο	0
39	25	1460-1821	Άνω Πόλη	Κάτω από το Κάστρο.		0
44	159	1460-1821	Κάτω Πόλη			0
73	247	1460-1821	Κάτω Πόλη			0
90	137	1460-1821	Κάτω Πόλη	Συγκρότημα τριών τριώροφων κτηρίων βόρεια της πύλης Μονεμβασίας στα αριστερά κατευθυνόμενου προς αυτή.	Τριώροφο	0
97	144	1460-1821	Κάτω Πόλη			0
108	288	1460-1821	Κάτω Πόλη			0
120	39	1460-1821	Άνω Πόλη	Νότια του κτηρίου 40 κτίσμα εξαιρετικά μεγάλων διαστάσεων, τουλάχιστον διώροφο, κατασκευασμένο εγκάρσια στην κλιτύ.	Διώροφο	0
121	40	1460-1821	Άνω Πόλη	Κτίσμα δυτικά των κτηρίων Ν6.4.1 και Ν6.8 της Αγίας Σοφίας		0
135	Ο2	1460-1821	Άνω Πόλη	Πιθανός λουτρόνας κατασκευασμένος επί τουρκοκρατίας		0
147	128	1460-1821	Άνω Πόλη	Κτίσμα νοτιοανατολικά του Α.		0
153	114	1460-1821	Άνω Πόλη	Μεταβυζαντινό κτίσμα βόρεια του Αγίου Νικολάου.		0
154	118	1460-1821	Άνω Πόλη	Εφαπτόμενο προς δύση του κτηρίου 243.		0
159	115	1460-1821	Άνω Πόλη	Μεγάλου μήκους μεταβυζαντινό κτίσμα.		0
168	[Κ]	1460-1821	Άνω Πόλη			0
170	Ο1	1460-1821	Άνω Πόλη	Μουσουλμανικό τέμενος κυβικού σχήματος.		0
185	132	1460-1821	Κάτω Πόλη	Μεταβυζαντινό οικοδόμημα, νότια του κτηρίου 133 και δυτικά του κτηρίου 137.		0
189	163	1460-1821	Κάτω Πόλη			0
194	Ο3	1460-1821	Κάτω Πόλη	Μικρών διαστάσεων μουσουλμανικό τέμενος, ορθογώνιας κάτοψης.		0
202	179	1460-1821	Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
208	191	1460-1821	Κάτω Πόλη			0
209	192	1460-1821	Κάτω Πόλη			0
216	189	1460-1821	Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
217	185	1460-1821	Κάτω Πόλη			0
218	186	1460-1821	Κάτω Πόλη		Διώροφο	0

226	219	1460-1821	Κάτω Πόλη	Κρήνη της περιόδου της Τουρκοκρατίας.		0
238	253	1460-1821	Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
243	237	1460-1821	Κάτω Πόλη			0
256	201	1460-1821	Κάτω Πόλη			0
272	86	1460-1821	Άνω Πόλη			0
293	80	1460-1821	Άνω Πόλη			0
303	EG	1460-1821	Κάστρο			0
304	E8	1460-1821	Κάστρο			0
305	E9	1460-1821	Κάστρο			0
306	E10	1460-1821	Κάστρο			0
307	E11	1460-1821	Κάστρο			0
308	E4	1460-1821	Κάστρο			0
309	E6	1460-1821	Κάστρο			0
310	E2	1460-1821	Κάστρο			0
311	E3	1460-1821	Κάστρο			0
312	E5	1460-1821	Κάστρο			0
319	46	1460-1821	Άνω Πόλη	Τριώροφο κτήριο νότια του κτηρίου 48, εφραπτόμενο του κτηρίου 45 ανατολικά.	Τριώροφο	0
328	121	1460-1821	Άνω Πόλη	Δυτικά του κτηρίου 1008 [Θ], τουλάχιστον διώροφο κτίσμα των μεταβυζαντινών χρόνων.	Διώροφο	0
339	99	1460-1821	Άνω Πόλη	Ιδιαίτερα μεγάλου μήκους κτίσμα εγκάρσιο στην κλιτύ.		0
340	104	1460-1821	Άνω Πόλη			0
342	136	1460-1821	Άνω Πόλη		Τριώροφο	0
349	194	1460-1821	Κάτω Πόλη	Μικρών διαστάσεων, σχεδόν τετράγωνο κτίσμα.		0
353	248	1460-1821	Κάτω Πόλη			0
363	292	1460-1821	Κάτω Πόλη		Διώροφο	0
370	300	1460-1821	Άνω Πόλη			0
388	Π8	1460-1821		Παρεκκλήσιο Π8 δυτικά της κάτω πύλης, (Ch. C σύμφωνα με τον Millet) και νότια του Αγίου Χριστοφόρου.		0
391	Π13	1460-1821		Παρεκκλήσιο Π13, βόρειαδυτικά του Π12. Αποτελεί το μικρότερο παρεκκλήσι του οικισμού.		0
395	Π22	1460-1821		Παρεκκλήσιο δυτικά του κάστρου προς τη Μονή Παντάνασσας.		0
397	Π15	1460-1821		Παρεκκλήσιο της Υπαπαντής, εντός της Μονής Παντάνασσας στη βορειοδυτική γωνία.		0
400	N7	1460-1821	Άνω Πόλη	Ο Άγιος Νικόλαος κτίστηκε τον 17ο αιώνα ελλείπει ναού στην Άνω Πόλη μετά τη μετατροπή της Αγίας Σοφίας σε τζαμί επί τουρκοκρατίας.		0



Εικόνα 1 Φωτογραφική λήψη του Κάστρου του Μυστρά με ΣμηΕΑ



Εικόνα 2 Φωτογραφική λήψη του συγκροτήματος των Ανακτόρων από ΣμηΕΑ



Εικόνα 3 Φωτογραφική λήψη της περιοχής της Αγίας Σοφίας και Αγίου Νικολάου στην Άνω Πόλη από ΣμηΕΑ



Εικόνα 4 Φωτογραφική λήψη της της οικίας Λάσκαρη από ΣμηΕΑ



Εικόνα 5 Φωτογραφική λήψη διαδικασίας αποτύπωσης με ΣμηΕΑ

