



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ

Αντικειμενοστρεφής ανάλυση πολυφασματικών εικόνων με σκοπό την επιτάχυνση και διευκόλυνση της διαδικασίας δημιουργίας του προκαταρκτικού υποβάθρου των υπό ένταξη στο κτηματολόγιο περιοχών.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θεοχάρη Σταματίνα

Επιβλέπων καθηγητής: Αργιαλάς Δημήτριος
Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Μάρτιος 2019



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF RURAL AND SURVEYING ENGINEERING
DEPARTMENT OF TOPOGRAPHY
LABORATORY OF REMOTE SENSING

Object base analysis of multispectral images in order to
accelerate and facilitate the procedure of the preliminary
infrastructure of the regions to be integrated in the Greek
Cadastral

DIPLOMA THESIS

Theochari Stamatina

Supervising Professor: Argialas Demetre
Professor at NTUA

Athens, March 2019



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ

Αντικειμενοστρεφής ανάλυση πολυφασματικών εικόνων με σκοπό
την επιτάχυνση και διευκόλυνση της διαδικασίας δημιουργίας του
προκαταρκτικού υποβάθρου των υπό ένταξη στο κτηματολόγιο
περιοχών

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θεοχάρη Σταματίνα

Επιβλέπων καθηγητής: Αργιαλάς Δημήτριος
Καθηγητής ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή στις 13 Μαρτίου 2019

.....

Δ. Αργιαλάς
Καθηγητής ΕΜΠ

.....

Π. Κολοκούσης
Διδάκτωρ ΕΜΠ

.....

Κ. Καράντζαλος
Αναπληρ. Καθηγ. ΕΜΠ

.....
Θεοχάρη Σταματίνα

Αγρονόμος και Τοπογράφος Μηχανικός ΕΜΠ

Copyright © Θεοχάρη Σταματίνα, 2019

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ' ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου

Πρόλογος

Το Ελληνικό Κτηματολόγιο συντάσσεται για πρώτη φορά στην Ελλάδα και έχει σκοπό τη δημιουργία μιας ενιαίας βάσης η οποία καταγράφει τη χωρική και ιδιοκτησιακή κατάσταση των ακίνητων με βάση το ακίνητο και όχι μόνο τον ιδιοκτήτη. Στην παρούσα διπλωματική εργασία έγινε προσπάθεια ανάπτυξης μιας μεθοδολογίας για την επιτάχυνση της διαδικασίας σύνταξης του προκαταρκτικού υποβάθρου, το οποίο αποτελεί το πρώτο βήμα της διαδικασίας κτηματογράφησης.

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Αργιαλά Δημήτριο για την ανάθεση της διπλωματικής εργασίας, την καθοδήγηση, τις συμβουλές και τις υποδείξεις του.

Θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον Δρ. Κολοκούση Πολυχρόνη για την συνεχή υποστήριξη, την παροχή των δεδομένων και την καθοδήγηση σε όλα τα βήματα της εργασίας.

Ευχαριστώ την εταιρία ΤΟΠΟΔΟΜΙΚΗ ΑΕ για την παροχή των δεδομένων του προκαταρκτικού υποβάθρου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια, τους φίλους και τους συναδέλφους μου για την στήριξη τους.

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια καταγραφής όλων των ακίνητων της χώρας σε μία ενιαία βάση η οποία θα συσχετίζει την περιγραφική με την χωρική πληροφορία. Στο πλαίσιο αυτής της προσπάθειας χρησιμοποιήθηκαν όλα τα διαθέσιμα στοιχεία έτσι ώστε να παραχθεί μια μεθοδολογία η οποία θα επισπεύσει την διαδικασία δημιουργίας του προκαταρκτικού υποβάθρου.

Το προκαταρκτικό υπόβαθρο δημιουργείται από το φωτοερμηνευτή ο οποίος καλείται να αναγνωρίσει το όριο των ιδιοκτησιών από αυτά που βλέπει στη εικόνα. Καταλαβαίνει κανείς ότι το αποτέλεσμα είναι άμεσα συνυφασμένο με την εμπειρία και τις δεξιότητες του φωτοερμηνευτή. Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας προσπαθήσαμε να δημιουργήσουμε ένα σύνολο κανόνων στο περιβάλλον του eCognition το οποίο θα παρέχει ένα ομοιόμορφο αποτέλεσμα και θα κατευθύνει το φωτοερμηνευτή να πάρει την καλύτερη δυνατή απόφαση.

Πιο συγκεκριμένα αναπτύχθηκε μία μεθοδολογία η οποία θα μπορέσει να καλύψει τις ανάγκες της ψηφιοποίησης χρησιμοποιώντας όλα τα δεδομένα που παρέχονται από το Ελληνικό Κτηματολόγιο. Οι περιοχές που επιλέξαμε είναι τέτοιες ώστε να καλύπτουν ένα ευρύ πεδίο μορφολογικών χαρακτηριστικών ώστε οι ιδιαιτερότητες που εμφανίζει η κάθε περιοχή να μην επιβραδύνει την ψηφιοποίησή τους.

Αξιοποιώντας μεγάλο μέρος από τα δεδομένα έγινε προσπάθεια να γίνει αντικειμενοστρεφής ανάλυση εικόνας αφού πρώτα επεξεργαστήκαμε αυτά με τρόπο τέτοιο που να βοηθά στην επίτευξη του στόχου. Οι εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν είναι τρεις. Οι δύο πρώτες αφορούν τον αγροτικό τομέα και η τρίτη τον αστικό. Οι δύο πρώτες εικόνες επιλέχτηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να έχουν έντονες διαφορές ως προς την μορφολογία και τα χαρακτηριστικά.

Στις δύο πρώτες εικόνες οι οποίες απεικονίζουν αγροτικές κυρίως καλλιέργειες ακολουθήθηκε παρόμοια μεθοδολογία. Ξεκινώντας δημιουργήθηκαν κατατμήσεις από μεγάλα αντικείμενα προς μικρότερα μέχρι να φτάσουμε στην επιθυμητή λεπτομέρεια. Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκαν ταξινομήσεις σε δύο επίπεδα. Στο πρώτο επίπεδο ταξινομήθηκαν οι ειδικές εκτάσεις (δρόμοι, ρέματα) και στο επόμενο επίπεδο ταξινομήθηκαν οι ιδιοκτησίες δια μέσου των τύπων των διαφόρων καλλιεργειών.

Στην τελευταία εικόνα που απεικονίζει αστικό ιστό η διαδικασία διαχωρισμού των

ιδιοκτησιών ήταν ιδιαίτερος δύσκολη. Αρχικά ακολουθήθηκε η διαδικασία που περιγράφηκε και στα αγροτικά ακίνητα αλλά τα αποτελέσματα δεν ήταν το αναμενόμενο. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν εκ νέου κατατμήσεις φτάνοντας σε πολύ μικρού μεγέθους αντικείμενα όπου και έγινε η τελική ταξινόμηση. Και σε αυτή την περίπτωση οι ταξινομήσεις πραγματοποιήθηκαν σε δύο επίπεδα, με το πρώτο να περιλαμβάνει ένα πλήθος κατηγοριών (κατοικίες, αστική βλάστηση, αστικός αδόμητος κλπ) και το επόμενο επίπεδο την ταξινόμηση των ειδικών εκτάσεων .

Τέλος, έγινε η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Η αξιολόγηση των αγροτικών περιοχών έγινε μέσω των δεικτών της πληρότητας ,της ορθότητας και της ποιότητας ενώ στον αστικό ιστό χρησιμοποιήθηκε επιπλέον η μέθοδος πίνακα σύγκρισης λόγω του ιδιαίτερου αποτελέσματος που προέκυψε.

Λέξεις κλειδιά:

Προκαταρκτικό υπόβαθρο, Ελληνικό Κτηματολόγιο, LSO25, VLSO, Ψηφιακό μοντέλο επιφάνειας, Ψηφιακό Υψομετρικό Μοντέλο, αντικειμενοστρεφής ανάλυση, ειδικές εκτάσεις, ιδιοκτησίες, eCognition, Saga-gis, Qgis, ανάλυση πεδίου, επεξεργασία εικόνας, ασαφής λογική

Abstract

In the last few years there has been an attempt to document every piece of land property of the country in a unified database which will correlate descriptive with spatial information. For this attempt, all available methods were used in order to produce a methodology which will accelerate the process of the preliminary documentation.

The preliminary infrastructure is created by the image interpreter who is called to recognize the boundaries of the land properties based on what he observes in the depiction of the area. It is obvious then that the results of the preliminary examination is directly associated with the skills of the image interpreter. In this project we attempted to create a set of rules in the eCognition program which will provide with a uniform result, that will guide the image interpreter to make the best possible decision.

More specifically a methodology was developed which could fulfill the needs of digitization using all the data provided by the Greek Cadastre. The areas that we chose to investigate exhibit a vast variety of morphological characteristics in a way that will not slow down their digitization.

Utilizing the major part of the data provided an object oriented analysis was attempted following the processing of the image in such a way that assists in our purpose. Three images were used. The first two involve rural sections and the third involves an urban section. The first two were chosen in such a manner that they display vast differences in regards to their morphology and characteristics.

In the first two images that depict mainly agricultural land a similar methodology was developed. In the beginning, segmentation was created starting from larger to smaller objects leading to the desired level of detail. Subsequently, a two stage classification was made. The first stage included special areas such as roads and streams and the second stage included land properties identified by recognizing the different types of crops.

In the final image that depicts urban center the process of property identification and separation was especially difficult. At first the process described for the rural areas was also utilized but the results were not as expected. Thereafter new segmentation was made leading to objects of especially small size where the final classification was done. Similarly

to the rural areas a two stage classification was made with the first one involving a multitude of categories such as housing properties, urban vegetation and urban unstructured areas, and the second one involving roads and streams.

Concluding, evaluation of the results was conducted. The evaluation of the rural areas was based on markers on the completeness, correctness and quality while in the urban area the method of error matrix based on samples was used due to the particular results.

key words:

preliminary infrastacture, Greek cadastre, LSO25, VLISO, Digital Surface Model, Digital Elevation Model, Object orientated analysis, eCognition, Saga-gis, Qgis, terrain Analysis, image analysis, fuzzy logic

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος	6
Περίληψη.....	7
Abstract.....	9
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	18
1.1 Γενικά.....	18
1.1.1 Κτηματογράφηση	19
1.1.2 Στάδια κτηματογράφησης.....	19
1.2 Σκοπός της διπλωματικής εργασίας.....	20
1.3 Διάρθρωση της διπλωματικής εργασίας.....	21
2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	23
2.1 Τεχνικές Προδιαγραφές Κτηματολογίου	23
2.1.1 Ορισμοί βασικών εννοιών	23
2.1.2 Χορηγούμενα στοιχεία.....	25
2.1.3 Προκαταρκτικό κτηματογραφικό υπόβαθρο - πρόχειρη κτηματογράφηση.....	29
2.1.3.1 Συλλογή και αξιολόγηση υφιστάμενων στοιχείων.....	30
2.1.3.2 Εφαρμογή ορίων περιοχής κτηματογράφησης	31
2.1.3.3 Καθορισμός και κωδικοποίηση των κτηματολογικών ενοτήτων – τομέων – γεωτεμαχίων.....	32
2.1.3.4 Πρόχειρη κτηματογράφηση.....	33
2.2.4 Αρχείο ΟΚΧΕ.....	34
2.2 Τηλεπισκόπηση.....	37
2.3 Προεπεξεργασία δεδομένων.....	39
2.3.1 Το λογισμικό SAGA GIS	39
2.3.2 Το λογισμικό Qgis	39
2.3.3 Φίλτρα εξομάλυνσης.....	40
2.3.4 Basic terrain analysis	41
2.4 Αντικειμενοστρεφής ανάλυση εικόνων (object-oriented image analysis).....	42
2.4.1 Το Λογισμικό Ecognition	42
2.4.1.1 Κατάτμηση	43
2.4.1.2 Ταξινόμηση	44
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ	49
3.1 1 ^η Περιοχή Μελέτης (Αγροτική).....	49

3.1.1 Γενικά στοιχεία περιοχής	49
3.1.2 Χρησιμοποιηθέντα δεδομένα.....	50
3.1.3 Φωτοερμηνεία	51
3.1.4 Κατατμήσεις	54
3.1.4.1 Κατάτμηση 1 ^{ου} επιπέδου.....	54
3.1.4.2 Κατάτμηση 2 ^{ου} επιπέδου.....	56
3.1.4.3 Κατάτμηση 3 ^{ου} επιπέδου.....	58
3.1.4.4 Κατάτμηση 4 ^{ου} επιπέδου.....	60
3.1.5.1 Ταξινόμηση 3 ^{ου} επιπέδου.....	63
3.1.5.2 Ταξινόμηση 4 ^{ου} επιπέδου.....	65
3.2 2 ^η Περιοχή Μελέτης (Αγροτική).....	70
3.2.1 Γενικά στοιχεία περιοχής.....	70
3.2.2 Χρησιμοποιηθέντα δεδομένα.....	71
3.2.3 Φωτοερμηνεία	72
3.2.4 Προεπεξεργασία δεδομένων	74
3.2.5 Κατατμήσεις	78
3.2.5.1 Κατάτμηση 1 ^{ου} επιπέδου.....	78
3.2.5.2 Κατάτμηση 2 ^{ου} επιπέδου.....	81
3.2.5.3 Κατάτμηση 3 ^{ου} επιπέδου.....	82
3.2.5.4 Κατάτμηση 4 ^{ου} επιπέδου.....	85
3.2.6 Ταξινομήσεις.....	86
3.2.6.1 Ταξινόμηση 3 ^{ου} επιπέδου.....	87
3.2.6.2 Ταξινόμηση 4 ^{ου} επιπέδου.....	90
3.3.1 Γενικά στοιχεία περιοχής.....	96
3.3.2 Χρησιμοποιηθέντα δεδομένα.....	97
3.3.3 Φωτοερμηνεία	98
3.3.4 Προεπεξεργασία δεδομένων	99
3.3.4.1 Προεπεξεργασία Εικόνας.....	99
3.3.4.2 Προεπεξεργασία DEM και DSM.....	104
3.3.5 Κατατμήσεις	107
3.3.5.1 Κατάτμηση 1 ^{ου} επιπέδου.....	108
3.3.5.2 Κατάτμηση 2 ^{ου} επιπέδου.....	110
3.3.5.3 Κατάτμηση 3 ^{ου} επιπέδου.....	110

3.3.5.4 Κατάτμηση 4 ^{ου} επιπέδου.....	112
3.3.5.5 Κατάτμηση 5 ^{ου} επιπέδου.....	114
3.3.5.6 Κατάτμηση 6 ^{ου} επιπέδου.....	116
3.3.6 Ταξινομήσεις.....	117
3.3.6.1 Ταξινόμηση 1 ^{ου} επιπέδου.....	118
3.3.1.2 Ταξινόμηση 2 ^{ου} επιπέδου.....	120
3.3.1.3 Ταξινόμηση 5 ^{ου} επιπέδου.....	122
3.3.1.4 Ταξινόμηση 6 ^{ου} επιπέδου.....	124
3.3.1.5 Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων.....	126
4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	130
4.1 Αξιολόγηση 1 ^{ης} περιοχής μελέτης (Δαμασίου).....	131
4.1.1 Αξιολόγηση δρόμων	131
4.1.2 Αξιολόγηση ιδιοκτησιών.....	132
4.2 Αξιολόγηση 2 ^{ης} περιοχής μελέτης (Ποταμιάς)	135
4.2.1 Αξιολόγηση ρεμάτων	135
4.2.2 Αξιολόγηση δρόμων	136
4.2.2 Αξιολόγηση ιδιοκτησιών.....	136
4.3 Αξιολόγηση 3 ^{ης} περιοχής μελέτης (Βάρης).....	139
4.3.1 Αξιολόγηση δρόμων	139
4.3.2 Αξιολόγηση 5 ^{ου} επιπέδου περιοχής Βάρης.....	140
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ.....	142
5.1 Συμπεράσματα	142
5.2 Προοπτικές	143
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	144

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 2.1: Αεροφωτογραφία Σαντορίνης, περιοχή Περίσσας.....	36
Εικόνα 2.2: Διαφορές μεταξύ φίλτρων gauss και median	41
Εικόνα 2.3 : Ιεραρχία αντικειμένων bottom up.....	44
Εικόνα 2.4: Συναρτήσεων συμμετοχής.....	47
Εικόνα 3.1: 1η Περιοχή Μελέτης.....	50
Εικόνα 3.2: Επιλογή συνδυασμού καναλιών στο eCognition.....	51
Εικόνα 3.3: Συνδυασμός 4-2-3 στο eCognition	52
Εικόνα 3.4: Αποτέλεσμα συνδυασμού 4-2-3 στο eCognition	53
Εικόνα 3.5: Αποτέλεσμα κατάτμησης 1 ^{ου} επιπέδου	55
Εικόνα 3.6: Παράμετροι κατάτμησης 1ου επιπέδου	56
Εικόνα 3.7: Αποτέλεσμα κατάτμησης 2ου επιπέδου.....	57
Εικόνα 3.8: Παράμετροι κατάτμησης 2 ^{ου} επιπέδου.....	58
Εικόνα 3.9: Αποτέλεσμα κατάτμησης 3ου επιπέδου.....	59
Εικόνα 3.10: Παράμετροι κατάτμησης 3ου επιπέδου	60
Εικόνα 3.11: Copy image object από το level 3 στο level 4	61
Εικόνα 3.12: Αποτέλεσμα ταξινόμησης 3 ^{ου} επιπέδου	64
Εικόνα 3.13: Αποτέλεσμα ταξινόμησης 4 ^{ου} επιπέδου	67
Εικόνα 3.14 : 2 ^η Περιοχή Μελέτης	71
Εικόνα 3.15: Επιλογή συνδυασμού καναλιών στο eCognition.....	72
Εικόνα 3.16: Συνδυασμός 4-2-3 στο eCognition.....	73
Εικόνα 3.17: Αποτέλεσμα συνδυασμού 4-2-3 στο eCognition	74
Εικόνα 3.18: Τα τελικά κανάλια που χρησιμοποιήθηκαν	76
Εικόνα 3.19: Αποτελέσματα κατάτμησης 1 ^{ου} επιπέδου.....	79
Εικόνα 3.20: Παράμετροι κατάτμησης 1 ^{ου} επιπέδου.....	80
Εικόνα 3.21: Αποτελέσματα κατάτμησης 2 ^{ου} επιπέδου.....	81
Εικόνα 3.22: Παράμετροι κατάτμησης 2 ^{ου} επιπέδου.....	82
Εικόνα 3.23: Αποτελέσματα κατάτμησης 3 ^{ου} επιπέδου.....	83
Εικόνα 3.24: Παράμετροι κατάτμησης 3 ^{ου} επιπέδου.....	84
Εικόνα 3.25: Copy image object από το level 3 στο level 4	85
Εικόνα 3.26: Αποτέλεσμα ταξινόμησης 3 ^{ου} επιπέδου	89
Εικόνα 3.27: Αποτέλεσμα ταξινόμησης 4 ^{ου} επιπέδου	92
Εικόνα 3.28: 3 ^η Περιοχή Μελέτης	97

Εικόνα 3.29: Τα τελικά Layers που χρησιμοποιήθηκαν.....	104
Εικόνα 3.30 : Το DEM που αντιστοιχεί στην περιοχή.....	105
Εικόνα 3.31: Το DSM που αντιστοιχεί στην περιοχή.....	106
Εικόνα 3.32 : Το τελικό αποτέλεσμα τις αφαίρεσης.....	107
Εικόνα 3.33: Αποτελέσματα κατάτμησης 1 ^{ου} επιπέδου.....	109
Εικόνα 3.34: Παράμετροι κατάτμησης 1 ^{ου} επιπέδου.....	110
Εικόνα 3.35: Αποτελέσματα κατάτμησης 3 ^{ου} επιπέδου.....	111
Εικόνα 3.36: Παράμετροι κατάτμησης 3 ^{ου} επιπέδου.....	112
Εικόνα 3.37: Αποτελέσματα κατάτμησης 4 ^{ου} επιπέδου.....	113
Εικόνα 3.38: Παράμετροι κατάτμησης 4 ^{ου} επιπέδου.....	114
Εικόνα 3.39: Αποτελέσματα κατάτμησης 5 ^{ου} επιπέδου.....	115
Εικόνα 3.40: Παράμετροι κατάτμησης 5 ^{ου} επιπέδου.....	116
Εικόνα 3.41: Αποτελέσματα ταξινόμησης 1ου επιπέδου	119
Εικόνα 3.42: Αποτελέσματα ταξινόμησης 2 ^{ου} επιπέδου.....	121
Εικόνα 3.43: Δείγματα για την περιοχή της Βάρης.....	122
Εικόνα 3.44: Αποτελέσματα ταξινόμησης 5 ^{ου} επιπέδου.....	123
Εικόνα 3.45: Αποτελέσματα ταξινόμησης 6 ^{ου} επιπέδου.....	124
Εικόνα 4.1 : Προκαταρκτικό υπόβαθρο περιοχής Δαμασίου.....	133
Εικόνα 4.2: Αποτέλεσμα eCognition περιοχής Δαμασίου	134
Εικόνα 4.3: Προκαταρκτικό υπόβαθρο περιοχής Ποταμιάς	137
Εικόνα 4.4: Αποτέλεσμα eCognition περιοχής Ποταμιάς	138
Εικόνα 4.5: Δείγματα για την Αξιολόγηση.....	140

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 2-1: Σύγκριση των δύο προσεγγίσεων ερμηνείας πολυφασματικών εικόνων	38
Πίνακας 3-1 : Φωτοερμηνεία περιοχής Δαμασίου.....	52
Πίνακας 3-2 : Κανόνες ταξινόμησης κατηγοριών ανά επίπεδο	68
Πίνακας 3-3: Φωτοερμηνεία περιοχής Ποταμιάς	73
Πίνακας 3-4 : Μοντέλα εδάφους που παρήχθησαν	77
Πίνακας 3-5 : Εικόνα χωρίς τη συνάρτηση relative border to stream και εικόνα με την συνάρτηση.....	88
Πίνακας 3-6 : Κανόνες ταξινόμησης κατηγοριών ανά επίπεδο	94
Πίνακας 3-7: Φωτοερμηνεία περιοχής Βάρης.....	99
Πίνακας 3-8: Αποτελέσματα επεξεργασίας αρχικής εικόνας	102
Πίνακας 3-9: Αποτελέσματα κατάτμησης αρχικής και τελικής εικόνας	103
Πίνακας 3-10: Κανόνες ταξινόμησης κατηγοριών ανά επίπεδο	125
Πίνακας 3-11: Αποτελέσματα ταξινόμησης 1 ^{ου} και 5 ^{ου} επιπέδου.....	126
Πίνακας 3-12: Αποτελέσματα ταξινόμησης 2 ^{ου} και 6 ^{ου} επιπέδου	127
Πίνακας 4-1: Πίνακας σύγχυσης 5 ^{ου} επιπέδου περιοχής Βάρης.....	141

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Διάγραμμα 3-1: Διάγραμμα ροής για την ταξινόμηση της 1 ^{ης} περιοχής	69
Διάγραμμα 3-2: Διάγραμμα ροής για την ταξινόμηση της 2 ^{ης} περιοχής	95
Διάγραμμα 3-3: Διάγραμμα ροής για την ταξινόμηση της 3 ^{ης} περιοχής	129

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Το Εθνικό Κτηματολόγιο είναι ένα ενιαίο και διαρκώς ενημερωμένο σύστημα πληροφοριών που καταγράφει τις νομικές, τεχνικές και άλλες πρόσθετες πληροφορίες για τα ακίνητα και τα δικαιώματα πάνω σε αυτά, με την ευθύνη και την εγγύηση του Δημοσίου.

Η σύνταξη του αποσκοπεί στη δημιουργία ενός σύγχρονου, πλήρως αυτοματοποιημένου αρχείου ακίνητης ιδιοκτησίας, όλα τα στοιχεία του οποίου έχουν αποδεικτικό χαρακτήρα, εξασφαλίζοντας τη μεγαλύτερη δυνατή δημοσιότητα και ασφάλεια των συναλλαγών.

Πρόκειται για ένα σύστημα πολύ πιο σύγχρονο και ολοκληρωμένο από το παλαιό σύστημα των Υποθηκών και Μεταγραφών που υποστηρίζουν τα Υποθηκοφυλακεία. Συγκεκριμένα, το Εθνικό Κτηματολόγιο:

1. Καταγράφει με βάση το ακίνητο όλες τις πράξεις που δημιουργούν, μεταβιβάζουν, αλλοιώνουν ή καταργούν δικαιώματα σε ακίνητα. Μπορούμε συνεπώς να πληροφορηθούμε άμεσα, εύκολα και αξιόπιστα το σύνολο των δικαιωμάτων που υπάρχουν σε κάθε ακίνητο. Έτσι, όλα γίνονται πιο απλά και ξεκάθαρα.
2. Εγγυάται τις νομικές πληροφορίες που καταγράφει, καθώς η καταχώριση κάθε πράξης γίνεται μόνο μετά από ουσιαστικό έλεγχο νομιμότητας, δηλαδή καμία πράξη δεν καταχωρείται αν ο μεταβιβάζων δεν είναι ο φερόμενος στο κτηματολόγιο ως δικαιούχος.
3. Καταγράφει και την γεωγραφική περιγραφή (μορφή, θέση και μέγεθος) του ακινήτου.
4. Αποκαλύπτει και καταγράφει συστηματικά τη Δημόσια ακίνητη περιουσία, για πρώτη φορά στη σύγχρονη Ελλάδα.
5. Καταγράφει τα δικαιώματα από χρησικτησία η οποία, ιδίως στην επαρχία, αποτελεί τον συνηθέστερο ίσως τρόπο κτήσης κυριότητας λόγω της συνήθειας των «διά λόγου» μεταβιβάσεων.
6. Καταγράφει και τα δικαιώματα με αιτία κτήσης κληρονομιά για τα οποία δεν έχει συνταχθεί πράξη αποδοχής κληρονομιάς ή άλλη ισοδύναμη με αυτήν πράξη.

1.1.1 Κτηματογράφηση

Η σύνταξη του κτηματολογίου ("κτηματογράφηση") μιας περιοχής ορίζεται ως η διαδικασία καταγραφής των εμπράγματων ή άλλων εγγραπτών δικαιωμάτων (π.χ. πλήρης ή ψιλή κυριότητα, επικαρπία, προσημείωση ή άλλο εμπράγματο βάρος, κ.λπ.) που έχουν τα φυσικά ή νομικά πρόσωπα σε ακίνητα μιας συγκεκριμένης περιοχής της χώρας και η σύνδεση των δικαιωμάτων αυτών με συγκεκριμένο(α) ακίνητο(α), όπως αυτά ορίζονται και απεικονίζονται κατόπιν διαδικασιών ελέγχου και τεχνικής επεξεργασίας στα κτηματολογικά διαγράμματα.

Κατά την καταγραφή ενός εμπράγματος δικαιώματος καταγράφονται επίσης και μια σειρά νομικών πληροφοριών (ληξιαρχικά στοιχεία και στοιχεία ταυτότητας του δικαιούχου, τρόπος απόκτησης του δικαιώματος, στοιχεία της πράξης με την οποία έχει αποκτηθεί το δικαίωμα κ.λπ.). Επιπροσθέτως, τα γεωτεμάχια απεικονίζονται στα κτηματολογικά διαγράμματα κατά απόλυτο τρόπο με συγκεκριμένες συντεταγμένες κορυφών στο Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ 87), οριογραμμές και εμβαδά.

Συνεπώς, η διαδικασία κτηματογράφησης αποσκοπεί αφενός στη συλλογή, επεξεργασία και καταγραφή των εμπράγματων και άλλων εγγραπτών δικαιωμάτων ανά ακίνητο και, αφετέρου, στη συλλογή και επεξεργασία στοιχείων που θα επιτρέψουν την κατά το δυνατόν ακριβέστερη απεικόνιση των γεωτεμαχίων στο κτηματολογικό διάγραμμα.

1.1.2 Στάδια κτηματογράφησης

Συνοπτικά, περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

- **Σύνταξη προκαταρκτικού υποβάθρου** από τον ανάδοχο.
- **Υποβολή δηλώσεων ιδιοκτησίας** από τους δικαιούχους στα Γραφεία Κτηματογράφησης ή ηλεκτρονικά και καταχώριση των δηλώσεων αυτών σε ψηφιακή βάση.
- **Σύνταξη προσωρινών κτηματολογικών πινάκων και διαγραμμάτων** με βάση τα στοιχεία που έχουν συλλεχθεί από τη διαδικασία της υποβολής δηλώσεων και έχουν

τύχει επεξεργασίας από νομικούς και τοπογράφους.

- **Ανάρτηση προσωρινών κτηματολογικών στοιχείων** (πινάκων και διαγραμμάτων) στα Γραφεία Κτηματογράφησης και αποστολή αποσπασμάτων κτηματολογικού πίνακα ανάρτησης και προσωρινού κτηματολογικού διαγράμματος στους δικαιούχους προς ενημέρωσή τους.
- **Υποβολή ενστάσεων** που παραπέμπονται για εκδίκαση ενώπιον ανεξάρτητων διοικητικών επιτροπών ή αιτήσεων διόρθωσης κτηματολογικής εγγραφής/ διόρθωσης πρόδηλων σφαλμάτων κατά περίπτωση – από οποιονδήποτε έχει έννομο συμφέρον- για διάστημα δύο μηνών για τους κατοίκους εσωτερικού και τεσσάρων μηνών για τους κατοίκους εξωτερικού.
- **Αναμόρφωση των κτηματολογικών στοιχείων** μετά την έκδοση αποφάσεων επί των ενστάσεων και την επεξεργασία των αιτήσεων διόρθωσης που υποβλήθηκαν και **σύνταξη των τελικών κτηματολογικών πινάκων και διαγραμμάτων**. Οι εγγραφές που εμφανίζονται στους τελικούς κτηματολογικούς πίνακες ονομάζονται Αρχικές Εγγραφές, καθώς αποτελούν την πρώτη (αρχική) εγγραφή στο κτηματολόγιο.
- **Έναρξη λειτουργίας Κτηματολογικού Γραφείου** στη συγκεκριμένη περιοχή στη θέση του παλαιού Υποθηκοφυλακείου.

1.2 Σκοπός της διπλωματικής εργασίας

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η διευκόλυνση και επιτάχυνση της σύνταξης του προκαταρκτικού υποβάθρου, που αποτελεί το πρώτο στάδιο της κτηματογράφησης μίας υπό ένταξη στο κτηματολόγιο περιοχής. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας θα χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα που παρέχονται από την πρώτην ΕΚΧΑ, όπως αυτά περιγράφονται στο 2^ο κεφάλαιο.

Γίνεται προσπάθεια για την αυτοματοποίηση κατά το δυνατόν της διαδικασίας αυτής. Θέλουμε εν ολίγη να ορίσουμε μια μεθοδολογία στο περιβάλλον eCognition μέσω ενός συνόλου όμοιων κανόνων οι οποίοι θα μπορούν να δώσουν ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα ανεξαρτήτως των ιδιοτήτων της εκάστοτε εικόνας.

Ειδικότερα, γίνεται προσπάθεια να ορισθούν οι ιδιοκτησίες με τον απλούστερο

τρόπο, καθώς και να εξαχθούν οι ειδικές εκτάσεις όπως είναι οι δρόμοι και τα ρέματα. Οι τελευταίες είναι και αυτές που ορίζουν τις κτηματολογικές ενότητες.

1.3 Διάρθρωση της διπλωματικής εργασίας

Κεφάλαιο 1^ο

Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί την εισαγωγή, δηλαδή τις γενικές πληροφορίες που αφορούν την κτηματογράφηση και τον στόχο της εργασίας.

Κεφάλαιο 2^ο

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στους διάφορους ορισμούς που αφορούν την κτηματογράφηση και τα δεδομένα που παρέχονται από το Ελληνικά Κτηματολόγιο. Επιπροσθέτως γίνεται μια αναφορά στις τηλεπισκοπικές μεθόδους και τέλος, γίνεται λόγος για την προεπεξεργασία των δεδομένων και τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά την διάρκεια της εργασίας.

Κεφάλαιο 3^ο

Το τρίτο κεφάλαιο αποτελεί το κυρίως μέρος της εργασίας όπου παρουσιάζονται τα γενικά στοιχεία και οι ιδιαιτερότητες της κάθε περιοχής, η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την επίτευξη του στόχου, τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για κάθε περιοχή και τα αποτελέσματα των ταξινομήσεων.

Κεφάλαιο 4^ο

Το τέταρτο κεφάλαιο γίνεται η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Για τις αγροτικές περιοχές χρησιμοποιήθηκαν οι δείκτες της πληρότητας, της ορθότητας και της ποιότητας ενώ στον αστικό ιστό χρησιμοποιήθηκε και η μέθοδος πίνακα σύγχυσης.

Κεφάλαιο 5^ο

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα των αποτελεσμάτων αλλά και οι προοπτικές της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε

2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 Τεχνικές Προδιαγραφές Κτηματολογίου

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούν τα χορηγούμενα στοιχεία από το Ελληνικό Κτηματολόγιο και τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει το προκαταρκτικό υπόβαθρο, που είναι και το αντικείμενο της παρούσας εργασίας. Οι παρακάτω ορισμοί θεσμοθετούνται στα ΦΕΚ 3370/2012 και ΦΕΚ 923/2016.

2.1.1 Ορισμοί βασικών εννοιών

Αστική περιοχή

Ως αστική περιοχή για τις ανάγκες της κτηματογράφησης ορίζεται:

- i) Η περιοχή εντός σχεδίου πόλης ή εντός ορίου οικισμού προϋφιστάμενου του 1923 ή ορίου οικισμού κάτω των 2.000 κατοίκων που έχει οριοθετηθεί.
- ii) Η περιοχή η οποία κατ' αρχήν περιλαμβάνει τη δομημένη επιφάνεια ενός οικισμού καθώς και την περίξ αυτού περιοχή στην οποία παρατηρείται τέτοια κατάτμηση οικοπέδων ή αγροτεμαχίων που υποδηλώνει προοπτική μελλοντικής αστικής ανάπτυξης του οικισμού έστω και αν σήμερα δεν παρατηρείται συμπαγής αστικός ιστός εκεί.

Αγροτική περιοχή

Ως αγροτική περιοχή για τις ανάγκες της κτηματογράφησης ορίζεται η περιοχή η οποία βρίσκεται εκτός σχεδίου πόλης ή εκτός ορίου οικισμού προϋφισταμένου του 1923 ή εκτός οριοθετημένου οικισμού κάτω των 2.000 κατοίκων και δεν παρουσιάζει χαρακτηριστικά συστηματικής δόμησης. Το όριο της αγροτικής περιοχής καθορίζεται από το ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ με την διαδικασία που προβλέπεται από τις προδιαγραφές και δεν μεταβάλλεται μετά την έναρξη συλλογής των δηλώσεων.

Γεωτεμάχιο

Ως γεωτεμάχιο ορίζεται η συνεχόμενη έκταση γης, που ανήκει κατά κυριότητα σε έναν ή περισσότερους δικαιούχους εξ αδιαιρέτου. Το γεωτεμάχιο αποτελεί τη μοναδιαία επιφάνεια αναφοράς όλων των πληροφοριών του Κτηματολογίου. Κάθε γεωτεμάχιο απεικονίζεται στα κτηματολογικά διαγράμματα και χαρακτηρίζεται με τον μοναδικό Κωδικό Αριθμό Εθνικού Κτηματολογίου (ΚΑΕΚ), ως τμήμα εδάφους, μαζί με τα συστατικά του μέρη, ανεξαρτήτως του χαρακτήρα αυτού, ως δασικού, αγροτικού ή αστικού, οικοδομημένου ή μη, δημόσιου ή ιδιωτικού με ή χωρίς εφαρμογή του συστήματος οριζόντιων ή κάθετων αυτοτελών διηρημένων ιδιοκτησιών, και ανεξαρτήτως της εξυπηρέτησης με αυτό της ιδιωτικής ή της κοινής χρήσης ή της κοινής ωφέλειας (άρθ.4 Ν. 2664/1998).

Κτηματολογική Ενότητα

Ως κτηματολογική ενότητα ορίζεται το σύνολο συνεχόμενων γεωτεμαχίων που περιβάλλονται από κάποιο φυσικό ή τεχνητό χαρακτηριστικό (δηλ. δρόμο, ποτάμι, αρδευτικό κανάλι, κτλ.)

Κτηματολογικός Τομέας

Ως κτηματολογικός τομέας ορίζεται το σύνολο κτηματολογικών ενοτήτων που περιβάλλονται από κύριους οδικούς άξονες ή άλλου είδους φυσικά ή τεχνητά χαρακτηριστικά.

Κωδικός Αριθμός Εθνικού Κτηματολογίου (ΚΑΕΚ).

Ο Κωδικός Αριθμός Εθνικού Κτηματολογίου (ΚΑΕΚ), είναι ο μοναδικός για κάθε γεωτεμάχιο κωδικός αριθμός. Ο ΚΑΕΚ έχει ως βάση τη διοικητική διαίρεση της χώρας και αποτελείται από δώδεκα ψηφία. Τα δύο πρώτα ψηφία αντιστοιχούν στο νομό, τα τρία επόμενα είτε στο δήμο είτε στο Τοπικό διαμέρισμα είτε στην κοινότητα, τα δύο επόμενα στον κτηματολογικό τομέα, τα δύο επόμενα στην κτηματολογική ενότητα ενώ τα τρία τελευταία αντιστοιχούν στον αύξοντα αριθμό του γεωτεμαχίου εντός της ενότητας.

Προσωρινός Κωδικός Αριθμός Εθνικού Κτηματολογίου

Προσωρινός Κωδικός Αριθμός Εθνικού Κτηματολογίου είναι αυτός ο οποίος αποδίδεται σε κάθε γεωτεμάχιο σύμφωνα με τα παραπάνω, κατά την σύνταξη του προκαταρκτικού κτηματογραφικού υποβάθρου. Ο προσωρινός ΚΑΕΚ ενός γεωτεμαχίου δύναται να μεταβάλλεται κατά την διάρκεια της κτηματογράφησης.

Ακίνητο

Ως ακίνητο ορίζεται ένα αυτοτελές και ενιαίο ιδιοκτησιακό αντικείμενο που ανήκει σε έναν ή περισσότερους συγκύριους εξ' αδιαιρέτου. Ως ακίνητα χαρακτηρίζονται τα γεωτεμάχια, οι οριζόντιες, κάθετες και σύνθετες κάθετες ιδιοκτησίες, τα μεταλλεία, καθώς και τα ειδικά ιδιοκτησιακά αντικείμενα που μπορεί να υφίστανται σε συγκεκριμένες περιοχές της χώρας με βάση το εθνικό δίκαιο.

2.1.2 Χορηγούμενα στοιχεία

Ψηφιακά δεδομένα ορίων

ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ χορηγεί σε ψηφιακή μορφή:

- Τα όρια των υπό κτηματογράφηση δήμων / κοινοτήτων / Τοπικών διαμερισμάτων σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΣΥΕ.
- Τα όρια των δήμων / κοινοτήτων / τοπικών διαμερισμάτων που είναι ήδη ενταγμένοι στο Εθνικό Κτηματολόγιο και είναι όμοροι στους υπό κτηματογράφηση δήμους / κοινότητες / τοπικά διαμερίσματα.
- Ενδεικτικά όρια της αστικής / αγροτικής περιοχής των υπό κτηματογράφηση δήμων / κοινοτήτων / τοπικών διαμερισμάτων

Κωδικοί Ο.Τ.Α

Χορηγούνται οι κωδικοί των υπό κτηματογράφηση περιοχών σύμφωνα με την κωδικοποίηση του Εθνικού Κτηματολογίου, σε ψηφιακή μορφή.

Ορθοφωτογραφίες μεγάλης κλίμακας (L.S.O.)

Έγχρωμες (true color) ψηφιακές ορθοφωτογραφίες κατάλληλης χωρικής ανάλυσης 50 cm (Large Scale Orthophotos–LSO) που θα καλύπτουν το σύνολο της υπό κτηματογράφηση περιοχής. Η γεωμετρική ακρίβεια των ορθοφωτογραφιών αυτών είναι: $RMSE_x \leq 1.00$ m, $RMSE_y \leq 1.00$ m, $RMSE_{xy} \leq 1.41$ m, Απόλυτη ακρίβεια ≤ 2.44 m για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Τα δεδομένα αυτά θα αποτελέσουν το υπόβαθρο της κτηματογράφησης για τις αγροτικές περιοχές.

Ορθοφωτογραφίες πολύ μεγάλης κλίμακας (VLSO)

Έγχρωμες (true color) ψηφιακές ορθοφωτογραφίες, χωρικής ανάλυσης 20 cm (Very Large Scale Orthophotos– VLSO) με πλήρη ορθοαναγωγή των χαρακτηριστικών της πρωτογενούς εικόνας (fully rectified images) συμπεριλαμβανομένων, εκτός του εδάφους, όλων των τεχνικών κατασκευών (κτίρια, γέφυρες, τεχνικά έργα, κλπ). Η γεωμετρική ακρίβεια των ορθοφωτογραφιών αυτών είναι:

- i) Για σημεία στο έδαφος: $RMSE_x \leq 0.20$ m, $RMSE_y \leq 0.20$ m, $RMSE_{xy} \leq 0.28$ m, Απόλυτη ακρίβεια ≤ 0.48 m για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.
- ii) Για σημεία που βρίσκονται σε οροφές κτηρίων: $RMSE_x \leq 0.40$ m, $RMSE_y \leq 0.40$ m, $RMSE_{xy} \leq 0.56$ m, Απόλυτη ακρίβεια ≤ 0.97 m για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Τα δεδομένα αυτά θα αποτελέσουν το υπόβαθρο της κτηματογράφησης για τις αστικές περιοχές.

Τα δεδομένα αυτά καθώς και εκείνα της προηγούμενης παραγράφου, χορηγούνται από το ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ με κατάλληλο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η χρήση τους στο γεωγραφικό λογισμικό που χρησιμοποιεί ο ανάδοχος. Η διαδικασία χορήγησης γίνεται κατά κανόνα μέσω κατάλληλου λογισμικού που προσφέρεται από το ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ προκειμένου να διατηρηθεί η ευκρίνεια των πρωτογενών δεδομένων.

Ορθοφωτογραφίες μεγάλης κλίμακας (L.S.O.25)

Πολυφασματικές ορθοφωτογραφίες, χωρικής ανάλυσης 25 cm (Large Scale Orthophotos-LSO25) που καλύπτουν το σύνολο ή μέρος της υπό κτηματογράφησης περιοχής. Η γεωμετρική ακρίβεια των ορθοφωτογραφιών αυτών είναι: : $RMSE_x \leq 0.25$ m, $RMSE_y \leq 0.25$ m, $RMSE_{xy} \leq 0.35$ m, Απόλυτη ακρίβεια ≤ 0.60 m για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Τα δεδομένα αυτά θα αποτελέσουν το υπόβαθρο της κτηματογράφησης για τις αγροτικές περιοχές.

Διαδικτυακή και ειδική εφαρμογή

Για την διευκόλυνση του έργου, το ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ διαθέτει στους αναδόχους ένα σύνολο διαδικτυακών και ειδικών εφαρμογών, με τις οποίες αξιοποιούνται, κατά το δυνατόν περισσότερο, οι δυνατότητες που παρέχει η σημερινή τεχνολογία στην επεξεργασία και στη διαχείριση της συλλεγόμενης πληροφορίας.

Οι εφαρμογές απαιτούν για την πρόσβαση σε αυτές έναν απλό web browser και είναι διαθέσιμες στους αναδόχους μέσω ασφαλών δικτυακών συνδέσεων των Γραφείων Κτηματογράφησης και του κεντρικού γραφείου επεξεργασίας με ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ.

Συνοπτικά οι διαδικτυακές εφαρμογές παρέχουν τις εξής δυνατότητες:

- Καταχώρισης των στοιχείων της δήλωσης στην κεντρική βάση του ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ. Τα υποχρεωτικά πεδία της δήλωσης καταχωρίζονται κατά την παραλαβή της. Οι λοιπές εγγραφές της δήλωσης καταχωρίζονται – συμπληρώνονται ταυτόχρονα με την παραλαβή ή σε μεταγενέστερο χρόνο.
- Απόδοσης αριθμού πρωτοκόλλου δήλωσης, κωδικού προσώπου, κωδικού εγγράφου, κωδικού ιδιοκτησίας και κωδικού δικαιώματος.
- Απόδοσης αριθμού πρωτοκόλλου σε κάθε είδους αίτηση.
- Καταχώρισης των στοιχείων της ένστασης και απόδοσης αριθμού πρωτοκόλλου ένστασης μετά την καταχώριση των υποχρεωτικών πεδίων της, κατά την

παραλαβή της, και την δυνατότητα καταχώρισης των υπολοίπων πεδίων της ένστασης σε μεταγενέστερο χρόνο.

- Καταχώρισης των στοιχείων της ένστασης και απόδοσης αριθμού πρωτοκόλλου μετά την καταχώριση των υποχρεωτικών πεδίων της κατά την παραλαβή της και την δυνατότητα καταχώρισης των υπολοίπων πεδίων της ένστασης σε μεταγενέστερο χρόνο.
- Έκδοσης αποδεικτικών παραλαβής δηλώσεων, κάθε είδους αιτήσεων και ενστάσεων.
- Έκδοσης βεβαιώσεων και πιστοποιητικών.

Διανομή πινακίδων ΕΓΣΑ'87

Χορηγούνται ψηφιακά δεδομένα της διανομής των πινακίδων του ΕΓΣΑ '87.

Θεματικά μητρώα των αγροτικών εκμεταλλεύσεων του ΥΠ.Α.Α.Τ.

Χορηγούνται τα αντίστοιχα θεματικά μητρώα των αγροτικών εκμεταλλεύσεων του ΥΠ.Α.Α.Τ (L.P.I.S), εφόσον είναι διαθέσιμα.

Ψηφιακά δεδομένα δασικών χαρτών

Χορηγούνται τα ψηφιακά δεδομένα των μελετών σύνταξης δασικών χαρτών θεωρημένων ή και κυρωμένων εφόσον είναι διαθέσιμα.

Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους – DEM

Το ψηφιακό υψομετρικό μοντέλο (DEM) που δημιουργήθηκε για την παραγωγή των παραπάνω ορθοφωτογραφιών έχει μέγεθος εικονοστοιχείου στο έδαφος 5,00m. Κάθε πινακίδα DEM έχει διαστάσεις στο έδαφος 4600m X 3600m και ακολουθεί τη διανομή ΕΓΣΑ87, κλίμακας 1:5000. Ο τύπος των αρχείων είναι img. Η γεωμετρική ακρίβεια του προϊόντος είναι $RMSE_z \leq 2,00m$ και η απόλυτη ακρίβεια $\leq 3,92m$ για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους – DSM

Το ψηφιακό υψομετρικό μοντέλο (DEM) που δημιουργήθηκε για την παραγωγή των παραπάνω ορθοφωτογραφιών έχει μέγεθος εικονοστοιχείου στο έδαφος 5,00m. Κάθε πινακίδα DEM έχει διαστάσεις στο έδαφος 4600m X 3600m και ακολουθεί τη διανομή ΕΓΣΑ87, κλίμακας 1:5000. Ο τύπος των αρχείων είναι img. Η γεωμετρική ακρίβεια του προϊόντος είναι $RMSEz \leq 2,00m$ και η απόλυτη ακρίβεια $\leq 3,92m$ για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Μεταδεδομένα

Για κάθε ένα από τα παραπάνω σύνολα δεδομένων υπάρχουν τα αντίστοιχα μεταδεδομένα. Ο τύπος των αρχείων των μεταδεδομένων είναι xml. Για κάθε σύνολο δεδομένων υπάρχει ένα αρχείο xls, όπου φαίνεται η αντιστοιχία των αρχείων xml με κάθε πινακίδα.

2.1.3 Προκαταρκτικό κτηματογραφικό υπόβαθρο - πρόχειρη κτηματογράφηση

Ο ανάδοχος οφείλει να προβεί με βάση το χρονοδιάγραμμα στην κατάλληλη προετοιμασία, ώστε να είναι δυνατή η ορθή αντιστοίχιση των δικαιωμάτων με τα γεωτεμάχια, προκειμένου να αποφεύγονται οι λανθασμένες εγγραφές λόγω εσφαλμένων εντοπισμών, καθώς και τυχόν μεγάλος αριθμός ανεντόπιστων δικαιωμάτων. Για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός, ο ανάδοχος υποχρεούται να συντάξει το προκαταρκτικό κτηματογραφικό υπόβαθρο σύμφωνα με τα παρακάτω αναφερόμενα, αξιοποιώντας και τα στοιχεία τα οποία, ως ελέχθη, χορηγούνται από το ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ.

Επίσης, στο πλαίσιο της πρόχειρης κτηματογράφησης, εκτός από την απαραίτητη επεξεργασία των χορηγούμενων στοιχείων του προηγούμενου κεφαλαίου, ο ανάδοχος οφείλει να συλλέξει τα απαραίτητα χωρικά στοιχεία, όπως αυτά περιγράφονται παρακάτω, και να οριοθετήσει κατ' αρχήν όλα τα εμφανή γεωτεμάχια, αξιοποιώντας τα πλέον αξιόπιστα από τα προαναφερθέντα δεδομένα, σε συνδυασμό και με εκείνα τα οποία δύναται να συλλέξει από επί τόπου εργασίες, ώστε στη συνέχεια να καταστεί

δυνατή η σύνταξη των κτηματολογικών διαγραμμάτων.

Το προκαταρκτικό κτηματογραφικό υπόβαθρο υποβάλλεται σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα της μελέτης για έλεγχο και έγκριση από το ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ. Μετά την έγκρισή του δεν είναι δυνατή η μεταβολή των ορίων της υπό κτηματογράφηση περιοχής, των ορίων της αστικής περιοχής και των κωδικών των κτηματολογικών τομέων και ενοτήτων, παρά μόνο με έγκριση του ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ μετά από σχετική αιτιολογημένη πρόταση του αναδόχου.

2.1.3.1 Συλλογή και αξιολόγηση υφιστάμενων στοιχείων

Ο ανάδοχος υποχρεούται να καταγράψει και να συλλέξει όλες τις διοικητικές αποφάσεις καθορισμού ορίων καθώς και τις σχετικές δικαστικές αποφάσεις. Επίσης υποχρεούται να συλλέξει το υφιστάμενο χαρτογραφικό και κτηματογραφικό υλικό για την υπό κτηματογράφηση περιοχή και ειδικότερα:

- τα όρια των εντός σχεδίου περιοχών και τα όρια οικισμών των υπό κτηματογράφηση δήμων / κοινοτήτων / τοπικών διαμερισμάτων
- κυρωμένες ή εκπνούμενες πράξεις εφαρμογής,
- κυρωμένους ή εκπνούμενους αναδασμούς και διανομές,
- απαλλοτριώσεις,
- πράξεις καθορισμού αιγιαλού,
- κτηματογραφήσεις,
- πράξεις καθορισμού παρόχθιων περιοχών,
- οριοθετήσεις ρεμάτων,
- φωτογραμμετρικές και επίγειες αποτυπώσεις,
- μελέτες μεγάλων τεχνικών έργων.

Για την συλλογή των ανωτέρω στοιχείων ο ανάδοχος οφείλει να απευθυνθεί κυρίως στις κατά τόπους αρμόδιες τεχνικές και οικονομικές υπηρεσίες, τα αρμόδια υποθηκοφυλακεία καθώς και οποιαδήποτε άλλη δημόσια ή δημοτική υπηρεσία. Ο ανάδοχος οφείλει να ενημερώσει άμεσα εγγράφως το ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ στην περίπτωση που υπάρξει δυσχέρεια απόκτησης των ανωτέρω στοιχείων.

Το συλλεχθέν υλικό αξιολογείται από τον ανάδοχο, κυρίως ως προς τις απαιτήσεις ακρίβειας του Εθνικού Κτηματολογίου, έτσι ώστε να αποφασίσει τη μεθοδολογία ένταξης / αξιοποίησής του στο πλαίσιο του έργου. Το αποτέλεσμα της αξιολόγησης καθώς και η προτεινόμενη μεθοδολογία περιλαμβάνονται στο Π.Π.Ε. και στη σχετική τεχνική έκθεση (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β, Κεφάλαιο 5 § 5.1.2).

2.1.3.2 Εφαρμογή ορίων περιοχής κτηματογράφησης

Ως όριο της κτηματογράφησης λαμβάνεται κατ' αρχήν το όριο του υπό κτηματογράφηση δήμου / τοπικού διαμερίσματος / κοινότητας σύμφωνα με τα στοιχεία της Ε.Σ.Υ.Ε. και τυχόν συμπληρωματικά χωρικά δεδομένα, τα οποία χορηγούνται από το ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ στον ανάδοχο με την υπογραφή της σύμβασης. Ο ανάδοχος πραγματοποιεί εφόσον απαιτούνται διορθώσεις του ορίου αυτού με βάση διοικητικές και δικαστικές αποφάσεις καθορισμού ορίων τις οποίες οφείλει να συλλέξει και να εφαρμόσει. Στην περίπτωση που η περιοχή κτηματογράφησης συνορεύει με περιοχή που έχει ήδη ενταχθεί στο Εθνικό Κτηματολόγιο, το τμήμα του κοινού ορίου θεωρείται κατ' αρχήν οριστικό.

Ο ανάδοχος είναι υπεύθυνος για την ορθή εφαρμογή του ορίου αυτού επί των χορηγούμενων υποβάθρων, κατά τρόπον ώστε να μην υπάρχουν κενά ή επικαλύψεις μεταξύ των ορίων όμορων δήμων / Τοπικών διαμερισμάτων / κοινοτήτων υπό κτηματογράφηση.

Μετά την εφαρμογή του σύμφωνα με τα παραπάνω, το όριο κτηματογράφησης υποβάλλεται προς έλεγχο στο ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα και το χρονοδιάγραμμα της Σύμβασης.

Εφόσον διαπιστωθούν αμφισβητήσεις ορίων μεταξύ όμορων διοικητικών περιοχών σε οποιαδήποτε φάση της κτηματογράφησης, ο ανάδοχος υποχρεούται να ενημερώσει άμεσα εγγράφως το ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ και να υποβάλει σχετική πρόταση για την επίλυση του προβλήματος, ώστε το ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ να προβεί στις απαραίτητες ενέργειες.

2.1.3.3 Καθορισμός και κωδικοποίηση των κτηματολογικών ενοτήτων – τομέων – γεωτεμαχίων

Ο ανάδοχος επί των χορηγούμενων υποβάθρων επιβεβαιώνει και εφαρμόζει τα χορηγούμενα από το ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ όρια των αστικών/ αγροτικών περιοχών της περιοχής μελέτης. Αν απαιτηθεί, εισηγείται την τροποποίηση των σχετικών ορίων με την απαραίτητη τεκμηρίωση, προκειμένου να εγκριθεί από το ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ. Στη συνέχεια, χωρίζει τις αστικές και αγροτικές περιοχές σε κτηματολογικές ενότητες και κτηματολογικούς τομείς σύμφωνα με τα παρακάτω. Οι κτηματολογικές ενότητες καλύπτουν, στις μεν αστικές περιοχές, την έκταση ενός οικοδομικού τετραγώνου, (χωρίς να περιλαμβάνονται οι περιβάλλοντες το οικοδομικό τετράγωνο δρόμοι), στις δε αγροτικές και λοιπές περιοχές, έκταση 20 έως 200 στρεμμάτων (ή και περισσότερων εάν αυτό κριθεί απαραίτητο), η οποία περιβάλλεται από δρόμους, κανάλια άρδευσης ή άλλα φυσικά ή τεχνητά χαρακτηριστικά. Κάθε κτηματολογική ενότητα αποτελείται από ένα και μόνο πολύγωνο και κωδικοποιείται με απλή αύξουσα αρίθμηση εντός κάθε τομέα.

Οι κτηματολογικοί τομείς περιλαμβάνουν στις μεν αστικές περιοχές ένα σύνολο περίπου 20 έως 50 (ή και περισσότερων εάν αυτό κριθεί απαραίτητο) κτηματολογικών ενοτήτων που περιβάλλονται από κύριους οδικούς άξονες ή άλλου είδους χαρακτηριστικά του αστικού χώρου (π.χ. πάρκα, άλση κλπ), στις δε αγροτικές και λοιπές περιοχές ένα σύνολο κτηματολογικών ενοτήτων, οι οποίες περιβάλλονται από φυσικά ή τεχνητά χαρακτηριστικά και έχουν συνολική έκταση από 200 έως 2000 στρεμμάτων (ή και περισσότερων εάν αυτό κριθεί απαραίτητο). Κάθε κτηματολογικός τομέας αποτελείται από ένα και μόνο πολύγωνο και κωδικοποιείται με απλή αύξουσα αρίθμηση εντός ενός κτηματογραφούμενου ΟΤΑ. Στους κτηματολογικούς τομείς περιλαμβάνονται και οι ειδικές εκτάσεις (δρόμοι, ρέματα, αιγιαλοί κλπ).

Ο ανάδοχος συμπληρώνει το προκαταρκτικό κτηματογραφικό υπόβαθρο με τους κωδικούς των κτηματολογικών τομέων και ενοτήτων, καθώς και με τα τοπωνύμια και τις ονομασίες περιοχών, λιμνών, ποταμών και ρεμάτων προκειμένου τα ανωτέρω στοιχεία να χρησιμοποιηθούν στην χορηγούμενη εφαρμογή εντοπισμού.

2.1.3.4 Πρόχειρη κτηματογράφηση

- Ο ανάδοχος, επιπλέον των οριζόμενων στις προηγούμενες παραγράφους, οφείλει ακόμα να εκτελέσει τις παρακάτω εργασίες και να αναγνωρίσει και σημειώσει τα εμφανή ενδεικτικά όρια των γεωτεμαχίων.
- να αντιστοιχίσει προσωρινούς ΚΑΕΚ σε κάθε γεωτεμάχιο.
- να καταρτίσει πίνακες φερομένων ιδιοκτητών, οι οποίοι θα χρησιμοποιηθούν βοηθητικά για τον εντοπισμό των ακινήτων.
- να αντιστοιχίσει οδό και αριθμό σε κάθε προσωρινό ΚΑΕΚ στις περιοχές που υφίστανται ταχυδρομικές διευθύνσεις.
- να αποτυπώσει στο χορηγούμενο υπόβαθρο τα όρια του σχεδίου πόλης και τα όρια των προϋφισταμένων του 1923 οικισμών και των οικισμών κάτω των 2000 κατοίκων.
- να αποτυπώσει στο χορηγούμενο υπόβαθρο το οδικό δίκτυο το οποίο αποτελείται από τους άξονες των οδών (μεσοπαράλληλες) για τις περιοχές που φέρουν διεύθυνση (εντός σχεδίου περιοχές, σημαντικοί οδικοί άξονες εκτός σχεδίου) και τα σημεία ενδιαφέροντος (π.χ. εκκλησίες, υπηρεσίες, τοπωνύμια κ.α.) για το σύνολο των περιοχών που κτηματογραφούνται προκειμένου τα ανωτέρω στοιχεία να χρησιμοποιηθούν στην χορηγούμενη εφαρμογή εντοπισμού.
- Ειδικότερα στις περιοχές που υφίστανται διοικητικές πράξεις ή αξιόπιστα κτηματογραφικά / τοπογραφικά υπόβαθρα, να απεικονίσει επί του υποβάθρου τα όρια των διοικητικών πράξεων, τις οποίες έχει συλλέξει, να αντιστοιχίσει προσωρινούς ΚΑΕΚ στα γεωτεμάχια της διοικητικής πράξης και να τους συσχετίσει με τους αντίστοιχους κτηματολογικούς αριθμούς των γεωτεμαχίων της πράξης, καθώς και με τα υπόλοιπα κτηματολογικά στοιχεία (δικαιούχοι, εμβαδά κλπ) της πράξης.

2.2.4 Αρχείο ΟΚΧΕ

Το αρχείο της Διεύθυνσης Αεροφωτογραφίσεων του Ο.Κ.Χ.Ε. περιέχει υλικό ασπρόμαυρων και έγχρωμων αεροφωτογραφιών, ο αριθμός των οποίων υπερβαίνει τις 400.000. Το υλικό αυτό μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ως εξής:

Ασπρόμαυρες Α/Φ:

- 248.645 ασπρόμαυρες αεροφωτογραφίες διαφόρων κλιμάκων, οι οποίες προέρχονται από φωτοληψίες που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ των ετών 1950 και 2003. Οι φωτοληψίες πραγματοποιήθηκαν με φωτομηχανές Zeiss και διατίθενται σε διαστάσεις (format) 23x23 εκ.
- 84.187 ασπρόμαυρες αεροφωτογραφίες διαφόρων κλιμάκων, οι οποίες προέρχονται από φωτοληψίες που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ των ετών 1929 και 1982. Οι διαστάσεις των αεροφωτογραφιών είναι μικρότερες από 23x23 εκ., ενώ οι φωτοληψίες πραγματοποιήθηκαν με φωτομηχανές Wild. Πιο συγκεκριμένα, διατίθενται σε διαστάσεις 18x18 εκ. και 15x10 εκ.
- 11.000 περίπου ασπρόμαυρες αεροφωτογραφίες διαφόρων κλιμάκων, οι οποίες προέρχονται από φωτοληψίες που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ των ετών 1951 και 1964. Διατίθενται σε διαστάσεις 23x23 εκ., 18x18 εκ. και 15x10 εκ. Οι φωτοληψίες πραγματοποιήθηκαν με φωτομηχανές Zeiss.
- 35.246 ασπρόμαυρες αεροφωτογραφίες διαφόρων κλιμάκων, οι οποίες προέρχονται από φωτοληψίες που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ των ετών 1994 και 2000, υπό την επίβλεψη του Οργανισμού. Διατίθενται σε διαστάσεις 23x23 εκ. Οι φωτοληψίες πραγματοποιήθηκαν με φωτομηχανές Zeiss.
- 4.100 ασπρόμαυρες αεροφωτογραφίες διαφόρων κλιμάκων, οι οποίες προέρχονται από φωτοληψίες που πραγματοποιήθηκαν την περίοδο 1955 - 1957 με χρήση φωτομηχανών Zeiss.

Έγχρωμες Α/Φ:

- 17.341 έγχρωμες αεροφωτογραφίες διαφόρων κλιμάκων, οι οποίες προέρχονται από φωτοληψίες που πραγματοποιήθηκαν από το έτος 1994 έως το έτος 2004, υπό την επίβλεψη του Οργανισμού. Διατίθενται σε διαστάσεις 23x23 εκ. Οι φωτοληψίες πραγματοποιήθηκαν με φωτομηχανές Zeiss.
- 2.034 έγχρωμες αεροφωτογραφίες κλιμάκων 1:6000 και 1:15000, οι οποίες προέρχονται από φωτοληψίες που πραγματοποιήθηκαν το έτος 2010 από τον ΟΚΧΕ. Διατίθενται σε διαστάσεις 23 X 23 εκ.. Οι φωτοληψίες πραγματοποιήθηκαν με φωτομηχανές Zeiss

Ενενήντα χιλιάδες (90.000) και πλέον από τις αεροφωτογραφίες του αρχείου έχουν ενταχθεί στο Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης και Διάχυσης Γεωγραφικών Πληροφοριών του Οργανισμού. Η διαδικασία ένταξης περιλάμβανε τη σάρωση, υδατογράφηση και τον προσανατολισμό των εικόνων στο χώρο μέσω φωτογραμμετρικής επεξεργασίας. Ο προσανατολισμός πραγματοποιήθηκε με ακρίβεια της τάξης μερικών δεκάδων μέτρων. Αποτέλεσμα της παραπάνω διαδικασίας είναι η δυνατότητα προεπισκόπησης τόσο των ιχνών των αεροφωτογραφιών όσο και των αεροφωτογραφιών καθαυτών, προσανατολισμένων στο χώρο.



Εικόνα 2.1: Αεροφωτογραφία Σαντορίνης, περιοχή Περίσσας
(<http://www.okxe.gr/el/proionta/aerofotografika>)

2.2 Τηλεπισκόπηση

Τηλεπισκόπηση είναι η επιστήμη και τεχνική που εξετάζει τις αρχές, μεθόδους, όργανα και συστήματα με τα οποία επιτυγχάνεται η εξ αποστάσεως συλλογή, επεξεργασία, ανάλυση και ερμηνεία πληροφοριών που σχετίζονται με συγκεκριμένες ιδιότητες αντικειμένων ή φαινομένων. Η τηλεπισκόπηση έχει εφαρμοσθεί στη γεωργία δασολογία γεωλογία, γεωμορφολογία, τεχνική γεωμορφολογία, τεχνική φωτογεωμορφολογία, ωκεανογραφία, κλιματολογία, γεωγραφία, περιφερειακή ανάπτυξη και στην καταγραφή και παρακολούθηση των φυσικών και ανθρώπινων διαθέσιμων γενικότερα (Αργιαλάς 1977, Μπατέκας 1984, Ρόκος 1988).

Η φωτοερμηνεία ή απλώς ερμηνεία των ψηφιακών πολυφασματικών εικόνων περιλαμβάνει την αναγνώριση αντικειμένων και την εξαγωγή συμπερασμάτων από τον φωτοερμηνευτή που εξετάζει οπτικά και λεπτομερώς μια εικόνα που έχει προέλθει από ψηφιακά δεδομένα. Η επιτυχία εξαρτάται από την επιδεξιότητα και εμπειρία του φωτοερμηνευτή να χρησιμοποιεί αποτελεσματικά τις χωρικές, και διαχρονικές πληροφορίες που ενυπάρχουν στις πολυφασματικές εικόνες.

Η ψηφιακή ερμηνεία πολυφασματικών εικόνων περιλαμβάνει τη χρήση ενός υπολογιστή και κατάλληλων αλγορίθμων που εξετάζουν κάθε εικονοστοιχείο της εικόνας, συνήθως ξεχωριστά, προσπαθώντας βάσει των χαρακτηριστικών του να εξάγουν συγκεκριμένα συμπεράσματα γι'αυτό, κυρίως δε, την κατάταξή του σε μια θεματική κατηγορία. Γι αυτού του είδους την ανάλυση έχει επικρατήσει ο όρος ποσοτική ή μαθηματική ανάλυση κυρίως διότι εικοστοιχεία με παρόμοιες ιδιότητες καταμετρούνται για τον υπολογισμό της επιφάνειας που καλύπτουν με χρήση μαθηματικών τεχνικών. (Αργιαλάς 1998)

Στον πίνακα 2-1 παρατίθενται τα θετικά και αρνητικά χαρακτηριστικά της κάθε μεθόδου.

ΦΩΤΟΕΡΜΗΝΕΙΑ

ΨΗΦΙΑΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Εκτελείται κυρίως από τον φωτοερμηνευτή	Εκτελείται κυρίως από τον υπολογιστή
Επεξεργάζεται ομάδες αντικειμένων	Επεξεργάζεται συνήθως μεμονωμένα εικαστοιχεία
Δεν έχει ακρίβεια σε υπολογισμούς επιφανειών	Δυνατή η ακρίβεια σε υπολογισμούς επιφανειών
Αυτοπεριορίζεται η πραγματική πολυφασματική ανάλυση	Δεν υπάρχει περιορισμός σε υπολογισμούς επιφανειών
Ο φωτοερμηνευτής μπορεί να αφομοιώσει ένα περιορισμένο μόνο αριθμό από διακριτές διαβαθμίσεις του τόνου	Μπορεί να κάνει χρήση όλων των διαθέσιμων επιπέδων σε όλα τα κανάλια
Η αναγνώριση του σχήματος, των προτύπων της υφής, και των αντικειμένων είναι εύκολη	Η αναγνώριση του σχήματος, των προτύπων της υφής, και των αντικειμένων είναι πολύ δύσκολη η αδύνατη
Η εξαγωγή συμπερασμάτων είναι εύκολη	Η εξαγωγή συμπερασμάτων είναι αυτόματη
Οι διαθέσιμες χωρικές πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά ποιοτικό τρόπο	Είναι περιορισμένες οι διαθέσιμες τεχνικές για χρήση χωρικών δεδομένων
Οι διαθέσιμες γνώσεις του χρήστη μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά ποιοτικό τρόπο	Οι διαθέσιμες γνώσεις του χρήστη μπορούν έμμεσα και επίμονα, να χρησιμοποιηθούν με κατασκευή βάσεων γνώσεων και εμπειρων συστημάτων

Πίνακας 2-1: Σύγκριση των δύο προσεγγίσεων ερμηνείας πολυφασματικών εικόνων

(Αργιαλάς 1998)

2.3 Προεπεξεργασία δεδομένων

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις διαδικασίες που διενεργήθηκαν προκειμένου να έχουμε τα τελικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν. Η επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε στο περιβάλλον SAGA GIS. Τέλος χρησιμοποιήθηκε και το λογισμικό Qgis για τόσο για απλή επεξεργασία των εικόνων αλλά και για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

2.3.1 Το λογισμικό SAGA GIS

Το λογισμικό SAGA GIS (System for Automated Geoscientific Analyses) αποτελεί ένα ανοιχτού κώδικα σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS) που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία πλήθους χωρικών δεδομένων. Σκοπός του είναι η εύκολη και αποδοτική εκτέλεση χωρικών αλγορίθμων. Προσφέρει περιεκτικές και συνεχώς αναπτυσσόμενες γεωεπιστημονικές μεθόδους. Τέλος παρέχει ένα εύχρηστο περιβάλλον με απεικόνιση των διαφόρων επιλογών. (πηγή: <http://www.saga-gis.org>)

Οι βασικότερες επεξεργασίες που πραγματοποιήθηκαν σε αυτό το περιβάλλον έγιναν για δύο από τις περιοχές την Ποταμιά και την Βάρη. Πιο συγκεκριμένα για την περιοχή της Ποταμιάς παράχθηκε ένα σύνολο από παράγωγα με το εργαλείο Basic terrain Analysis από το DEM που αφορά την περιοχή. Στην περίπτωση της Βάρης χρησιμοποιήθηκαν διάφορα φίλτρα εξομάλυνσης της εικόνας με σκοπό την μείωση της πληροφορίας που είχαμε από την αρχική εικόνα.

Επιπροσθέτως πραγματοποιήθηκε η αφαίρεση των μοντέλων DEM και DSM για την διευκόλυνση των μεταγενέστερων διαδικασιών.

2.3.2 Το λογισμικό Qgis

Το Qgis όπως και το SAGA GIS αποτελεί ένα ανοιχτού κώδικα σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών που υποστηρίζει την επεξεργασία και ανάλυση χωρικών δεδομένων.

Επιπροσθέτως επιτρέπει στο χρήστη να συνθέσει και να εξαγει γραφικούς χάρτες. Το Qgis υποστηρίζει τόσο raster όσο και vector δεδομένα.

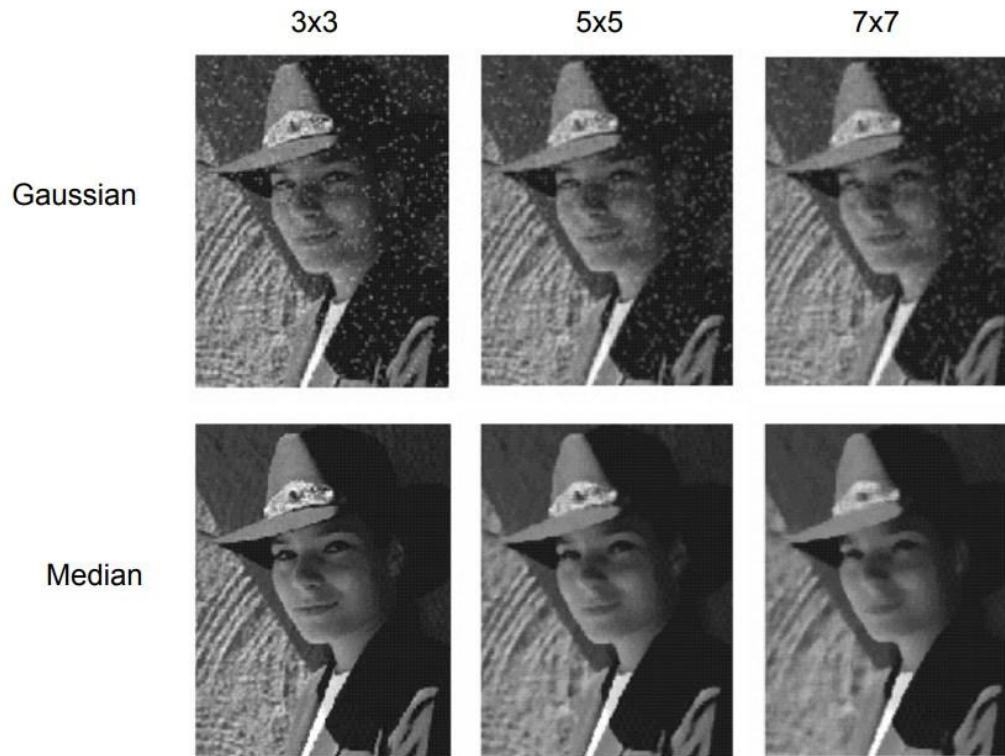
Το λογισμικό χρησιμοποιήθηκε για την οριοθέτηση των περιοχών μελέτης αλλά και για την μείωση ανάλυσης της εικόνας της Βάρης.

2.3.3 Φίλτρα εξομάλυνσης

Σε αυτή την ενότητα θα δούμε τα φίλτρα που χρησιμοποιήθηκαν και ποιες οι διαφορές τους. Τα φίλτρα εξομάλυνσης που χρησιμοποιήθηκαν είναι δύο. Το πρώτο είναι το φίλτρο gauss 5x5 και το δεύτερο είναι median 3x3. Και τα δύο αποτελούν φίλτρα εξομάλυνσης της εικόνας. Αυτό σημαίνει ότι σκοπός τους είναι να μειώσουν τον θόρυβο μιας εικόνας ή να μειώσουν την ανάλυση της προκαλώντας ένα ελαφρύ θόλωμα.

Η διαφορά ανάμεσα στα δύο έγκειται στο γεγονός ότι το φίλτρο median είναι πιο αποδοτικό σε ακραίες τιμές που οφείλονται σε θόρυβο και επομένως δίνει ιδιαίτερως καλά αποτελέσματα σε εικόνες που παρουσιάζουν "μεμονωμένο" θόρυβο. (πηγή: διαφάνειες καθηγητή Γ. Καρρά)

Median vs. Gaussian filtering



Εικόνα 2.2: Διαφορές μεταξύ φίλτρων gauss και median

(Πηγή: https://cs.nyu.edu/~fergus/teaching/vision/3_filtering.pdf)

2.3.4 Basic terrain analysis

Σε αυτή την ενότητα θα αναφερθεί περιεκτικά η επεξεργασία του DEM της περιοχής της Ποταμιάς. Η συγκεκριμένη επεξεργασία έγινε στο λογισμικό SAGA GIS με πιο χρήσιμα τα παρακάτω παράγωγα:

Channel network distance: Αυτό το μοντέλο υπολογίζει τις αποστάσεις των υπέργειων ρών σε ένα δίκτυο καναλιών βασισμένο στο αρχικό DEM. (πηγή: <http://www.saga-gis.org>)

Valley depth: Αυτό το μοντέλο υπολογίζεται ως η διαφορά μεταξύ των υψομέτρων και της παρεμβολής μιας κορυφογραμμής. (πηγή: <http://www.saga-gis.org>)

Relative slope position: Αυτό το μοντέλο απεικονίζει τη την κλίση ενός σημείου και την σχετική του θέση ανάμεσα στο χαμηλότερο (κοιλάδα) και το υψηλότερο σημείο. (πηγή: Jeffrey S. Evans)

2.4 Αντικειμενοστρεφής ανάλυση εικόνων (object-oriented image analysis)

Η αντικειμενοστρεφής ανάλυση εικόνας αποτελεί μια ειδική εφαρμογή των συστημάτων Γεωγραφικών πληροφοριών, που έχει σκοπό την ανάλυση της εικόνας με βάση τα σημασιολογικά αντικείμενα αυτής (OBIA), τα οποία φέρουν χωρικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά. (Hay και Castilla 2006).

Πρόκειται για μια νέα προσέγγιση η οποία κατατμεί την εικόνα σε ένα δίκτυο από ομογενή αντικείμενα σε διάφορες κλίμακες δημιουργώντας ιεραρχικά δίκτυα κατάτμησης. Τα αντικείμενα που προκύπτουν από την κατάτμηση φέρουν ιδιότητες οι οποίες είναι χρήσιμες για την ταξινόμησή τους σε κατηγορίες με βάση την ασαφή λογική.

(Αργιαλάς, Μιχαηλίδου και Τζότσος 2012)

Παρακάτω γίνεται αναφορά στο λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της εργασίας. Επίσης γίνεται τονίζονται τα διάφορα χαρακτηριστικά και οι δυνατότητές του.

2.4.1 Το Λογισμικό Ecognition

Η αντικειμενοστρεφής ανάλυση εικόνας βασίζεται στο γεγονός ότι η πληροφορία δεν βρίσκεται στα Pixel της εικόνας αλλά στα αντικείμενα που προκύπτουν από την κατάτμηση της εικόνας αλλά και τις μεταξύ τους σχέσεις. Το λογισμικό eCognition εκμεταλλεύεται την πληροφορία αυτή έτσι ώστε να ταξινομήσει τα αντικείμενα που προκύπτουν και όχι τα pixel.

Το λογισμικό παρέχει μεγάλη ποικιλία αλγόριθμων κατάτμησης που δίνουν στον χρήστη μεγάλο εύρος επιλογών ώστε να επιτύχει τον στόχο του. Για την επίτευξη του στόχου της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκε ο αλγόριθμος multiresolution segmentation. Ο αλγόριθμος αυτός μέσω μιας διαδοχικής διαδικασίας συνενώνει pixels της εικόνας τα οποία παρουσιάζουν ομοιογενή χαρακτηριστικά με βάση τα κριτήρια που έχουμε ορίσει. Ο αλγόριθμος μπορεί τόσο να συνενώσει όσο και να διασπάσει αντικείμενα ανάλογα με τη μέθοδο που ακολουθούμε.

Τη διαδικασία της κατάτμησης διαδέχεται η διαδικασία της ταξινόμησης. Το λογισμικό και σε

αυτή τη περίπτωση παρέχει ένα πλήθος διαφορετικών αλγορίθμων από τους οποίους ο χρήστης δύναται να επιλέξει τον καταλληλότερο. Γενικά η διαδικασία της ταξινόμησης βασίζεται στη ασαφή λογική και ταξινομεί τα αντικείμενα με βάση τα χαρακτηριστικά αυτών. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος Hierarchical Classification ο οποίος χρησιμοποιείται, εφαρμόζει ένα σύνολο σύνθετων κανόνων που βασίζονται σε ιδιότητες των αντικειμένων και τις μεταξύ τους σχέσεις.

Το λογισμικό eCognition είναι αρκετά σημαντικό όχι μόνο διότι επεκτείνει σημαντικά τις δυνατότητες της Ψηφιακής Τηλεπισκόπησης αλλά και γιατί δίνει τη δυνατότητα παραγωγής επιπρόσθετων γεωγραφικών πληροφοριών καθώς μπορεί να εξάγει τα δεδομένα σε μορφές εύκολα αξιοποιήσιμες σε περιβάλλον GIS.

2.4.1.1 Κατάτμηση

Η κατάτμηση είναι η διαδικασία με τη οποία η εικόνα υποδιαιρείται σε επιμέρους αντικείμενα. Με την κατάτμηση ομαδοποιούνται τα pixel της εικόνας τα οποία φέρουν παραπλήσιες ιδιότητες - χαρακτηριστικά. Έτσι με μια επαναλαμβανόμενη διαδικασία προκύπτουν αντικείμενα που παρουσιάζουν ομοιογένεια με βάση το πως έχουμε ορίσει τα κριτήρια της ταξινόμησης. Η κατεύθυνση μιας κατάτμησης πολλαπλών επιπέδων είναι είτε από πάνω προς τα κάτω (top-down) είτε από κάτω προς τα πάνω (bottom-up). Η από πάνω προς τα κάτω κατάτμηση διασπά τα αρχικά αντικείμενα σε μικρότερα ενώ η από κάτω προς τα πάνω συνενώνει τα αντικείμενα σε μεγαλύτερα. Η παραπάνω διαδικασία ορίζει και την ιεραρχική κατανομή των επιπέδων.

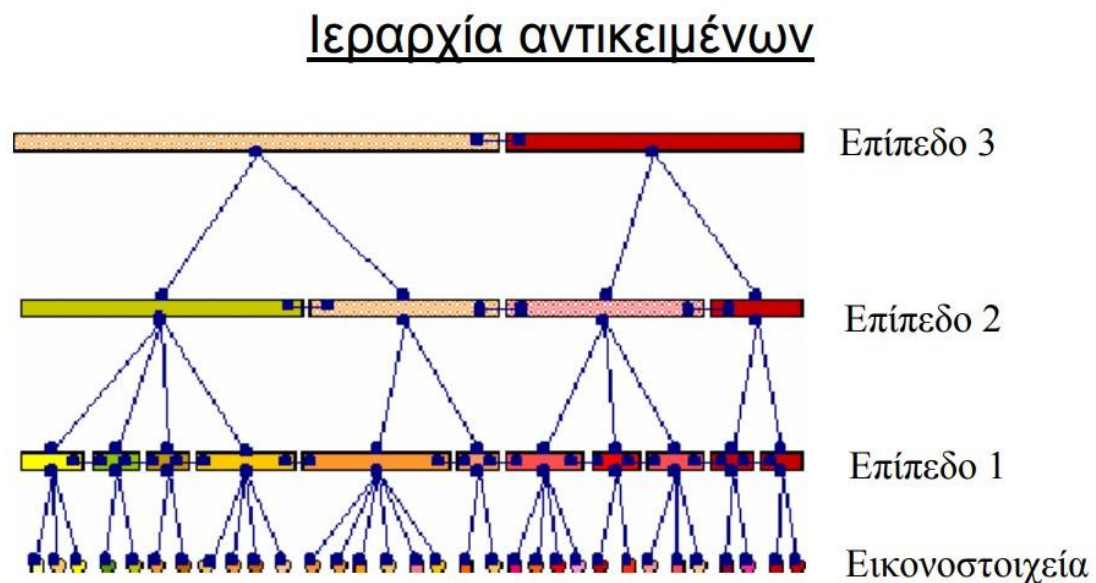
Τα κριτήρια της ταξινόμησης είναι πολύ σημαντικά επειδή αυτά είναι που καθορίζουν τον αποτέλεσμα της ταξινόμησης και είναι τα παρακάτω:

- **Παράμετρος κλίμακας (scale parameter):** καθορίζει το μέγεθος των αντικειμένων που παράγονται με βάση την επιτρεπόμενη ετερογένεια τους. Αλλάζοντας την τιμή αυτή αλλάζουν μεγέθη τους.
- **Παράμετρος χρώματος (color criterion):** καθορίζει το βάρος κάθε φασματικού χαρακτηριστικού που αφορούν τα pixel και καθορίζει το σχήμα του παραγόμενου

αντικείμενου.

- **Παράμετρος σχήματος (shape criterion):** η παράμετρος αυτή είναι συμπληρωματική της παραμέτρου χρώματος διότι με αυτή ορίζουμε την τη βαρύτητα που θέλουμε να δίνεται στο σχήμα και όχι στην φασματική υπογραφή.

Η επιλογή των επιθυμητών επιπέδων κατάτμησης γίνεται με επαναλαμβανόμενες δοκιμές και φωτοερμηνευτικά κριτήρια. Έτσι καταλαβαίνει κάποιος ότι το αποτέλεσμα μιας κατάτμησης γίνεται ευκολότερα αντιληπτό σε μεγαλύτερα αντικείμενα άρα και κλίμακες.



Εικόνα 2.3 : Ιεραρχία αντικειμένων bottom up

(πηγή: http://library.tee.gr/digital/m2187/m2187_argialas1.pdf)

2.4.1.2 Ταξινόμηση

Μετά την κατάτμηση ακολουθεί η ταξινόμηση η οποία είναι και αυτή που θα παράγει το

τελικό αποτέλεσμα. Το λογισμικό παρέχει ένα μεγάλο αριθμό αλγορίθμων ταξινόμησης από τις οποίες μπορεί να διαλέξει. Η ταξινόμηση των αντικειμένων στην προκειμένη περίπτωση γίνεται βάσει κανόνων ασαφούς λογικής (Fuzzy logic). Γίνεται χρήση διαφόρων συναρτήσεων συμμετοχής χαρακτηριστικών των αντικείμενων καθώς και της μεθόδου του εγγύτερου γείτονα. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα συνδυασμού των δύο μεθόδων για βέλτιστα αποτελέσματα.

Στην πρώτη περίπτωση ορίζονται διάφορα χαρακτηριστικά όπως οι φασματικές υπογραφές των αντικειμένων ή οι σχέσεις τους με γειτονικά αντικείμενα με χρήση διαφόρων συναρτήσεων για να προκύψουν οι διαφορές κατηγορίες. Στη δεύτερη περίπτωση ο χρήστης ορίζει αντιπροσωπευτικά δείγματα για την κάθε κατηγορία. Στην περίπτωση αυτή το αποτέλεσμα εξαρτάται από το πόσο καλό είναι το δείγμα.

Ασαφής λογική

Η ασαφής λογική χρησιμοποιείται για την ταξινόμηση των αντικειμένων που προκύπτουν από τις κατατάξεις στις θεματικές κατηγορίες που έχουν οριστεί με βάσει της ιδιότητες τους. Οι βάσεις της ασαφούς λογικής διατυπώθηκαν για πρώτη φορά το 1965 από τον Zadeh Lotfi.

Πρόκειται για μια μαθηματική προσέγγιση η οποία έχει σκοπό τη ποσοτικοποίηση αβέβαιων δεδομένων. Έτσι μπορεί και προσαρμόζεται καλύτερα στα προβλήματα διότι δεν περιορίζεται στη λογική των δύο ενδεχομένων (αληθές και ψευδές), αλλά επιτρέπει στις τιμές να είναι λιγότερο ακριβείς. Πιο απλά πρόκειται για μια όχι τόσο αυστηρή μέθοδο εξαγωγής πληροφορίας. Η ασαφής λογική χρησιμοποιείται τόσο στον αλγόριθμο του εγγύτερου γείτονα (χρήση δειγμάτων) όσο και μέσω των συναρτήσεων συμμετοχής.


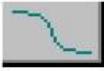


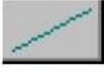
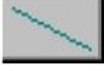
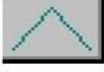
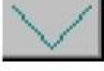

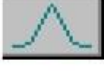


i) Η μέθοδος του εγγύτερου γείτονα

Η μέθοδος αυτή ζητά από τον χρήστη να ορίσει τις φασματικές υπογραφές των κατηγοριών δηλαδή αντιπροσωπευτικά δείγματα της κάθε κατηγορίας. Η ταξινόμηση χρησιμοποιεί έναν

αλγόριθμο ο οποίος ταξινομεί όλα τα αντικείμενα της κατηγορίας, με βάση ποιο από αυτά είναι εγγύτερο στο αρχικό δείγμα. Η μέθοδος του εγγύτερου γείτονα θεωρείται μια σχετικά εύκολη μέθοδος παρόλα αυτά το αποτέλεσμα της ταξινόμησης εξαρτάται αποκλειστικά από την ποιότητα του δείγματος.

ii) Οι συναρτήσεις συμμετοχής

Οι συναρτήσεις συμμετοχής ορίζονται από τον χρήστη και αφορούν διαφορές ιδιότητες των αντικειμένων. Μία τέτοια ιδιότητα είναι και η μέση τιμή σε ένα κανάλι (mean) και το εύρος τιμών για που μπορεί να έχει μία κατηγορία είναι [0,255]. Επιπροσθέτως παρέχεται ένας μεγάλος αριθμός από τύπους συναρτήσεων από τις οποίες μπορεί να επιλέξει ο χρήστης καθορίζοντας το δεξί και αριστερό όριο τιμών (εύρος ασάφειας). Οι τύποι αυτοί φαίνονται στην εικόνα 2.4.

Button	Function Form
	Larger than
	Smaller than
	Larger than (Boolean, crisp)
	Smaller than (Boolean, crisp)
	Larger than (linear)
	Smaller than (linear)
	Linear range (triangle)
	Linear range (triangle inverted)
	Singleton (exactly one value)
	Approximate Gaussian
	About range
	Full range

Εικόνα 2.4: Συναρτήσεων συμμετοχής.

(πηγή: eCognition developer user's guide 2014)

Ιδιότητες αντικειμένων

Οι ιδιότητες των αντικειμένων μπορεί να έχουν να κάνουν με την φασματική τους υπογραφή στα διάφορα κανάλια (πχ.mean, standard deviation) ή με την γεωμετρία τους (πχ.area, length/width) ή ακόμα με τη σχέση τους με γειτονικά αντικείμενα (πχ.relative border) ή με

κατηγορίες άλλων επιπέδων (πχ.relation to super objects).

Τα χαρακτηριστικά αυτά με την επιλογή των κατάλληλων ορίων και συναρτήσεων συμμετοχής μπορούν να ορίσουν από μόνα τους τις κατηγορίες ή να λειτουργήσουν συμπληρωματικά στην ταξινόμηση του εγγύτερου γείτονα για να δώσουν το επιθυμητό αποτέλεσμα.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει ανάλυση των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος όπως αυτός αναφέρεται παραπάνω, σε τρεις διαφορετικές περιοχές μελέτης. Οι πρώτες δύο είναι αγροτικές και η τελευταία αποτελείται κυρίως από αστικό ιστό.

3.1 1^η Περιοχή Μελέτης (Αγροτική)

Η πρώτη περιοχή μελέτης είναι το Δαμάσι που βρίσκεται στον δήμο Τυρνάβου στον νομό Λάρισας. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, η φωτοερμηνεία της περιοχής, και τέλος οι κατατμήσεις και οι ταξινομήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο περιβάλλον του eCognition.

3.1.1 Γενικά στοιχεία περιοχής

Το Δαμάσι (Τοπική Κοινότητα Δαμασίου - Δημοτική Ενότητα ΤΥΡΝΑΒΟΥ), ανήκει στον δήμο ΤΥΡΝΑΒΟΥ της Περιφερειακής Ενότητας ΛΑΡΙΣΑΣ που βρίσκεται στην Περιφέρεια Θεσσαλίας, σύμφωνα με τη διοικητική διαίρεση της Ελλάδας όπως διαμορφώθηκε με το πρόγραμμα “Καλλικράτης”.

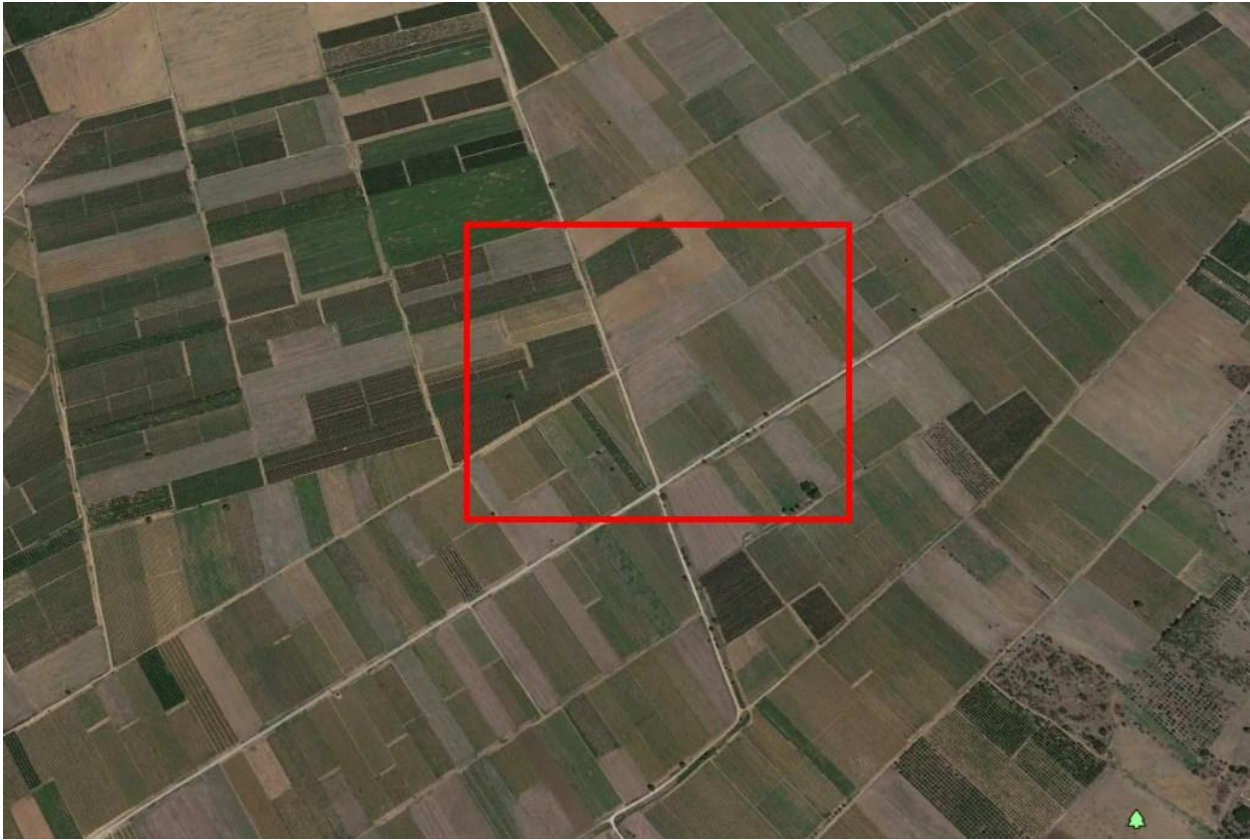
Η επίσημη ονομασία είναι “το Δαμάσιον”. Έδρα του δήμου είναι ο Τύρναβος και ανήκει στο γεωγραφικό διαμέρισμα Θεσσαλίας.

Κατά τη διοικητική διαίρεση της Ελλάδας με το σχέδιο “Καποδίστριας”, μέχρι το 2010, το Δαμάσι ανήκε στο Τοπικό Διαμέρισμα Δαμασίου, του πρώην Δήμου ΤΥΡΝΑΒΟΥ του Νομού ΛΑΡΙΣΗΣ.

Το Δαμάσι έχει υψόμετρο 116 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας, σε γεωγραφικό πλάτος 39,7105311288 και γεωγραφικό μήκος 22,1854472606 και η συνολική του έκταση ανέρχεται στα 148.18km² (πηγή: <https://buk.gr>)

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται βορειοανατολικά σε σχέση με τον οικισμό του Δαμασίου και

αποτελεί 353.089 τμ και χαρακτηρίζεται από ομοιόμορφα κατανεμημένες καλλιέργειες κυρίως αμπέλια.



Εικόνα 3.1: 1η Περιοχή Μελέτης

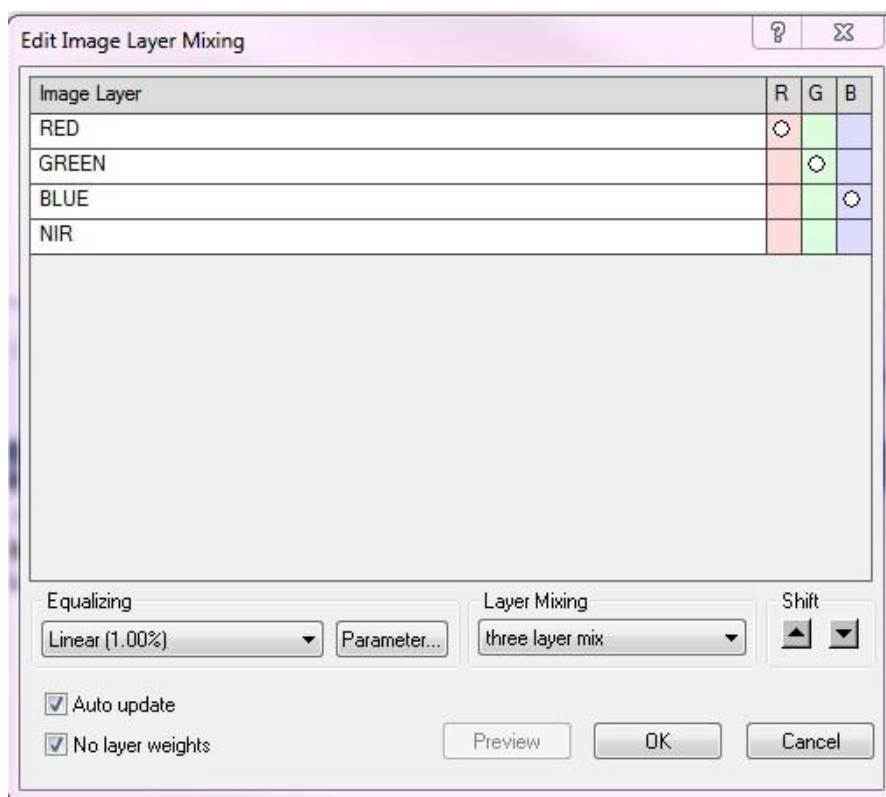
(Πηγή: Google maps)

3.1.2 Χρησιμοποιηθέντα δεδομένα

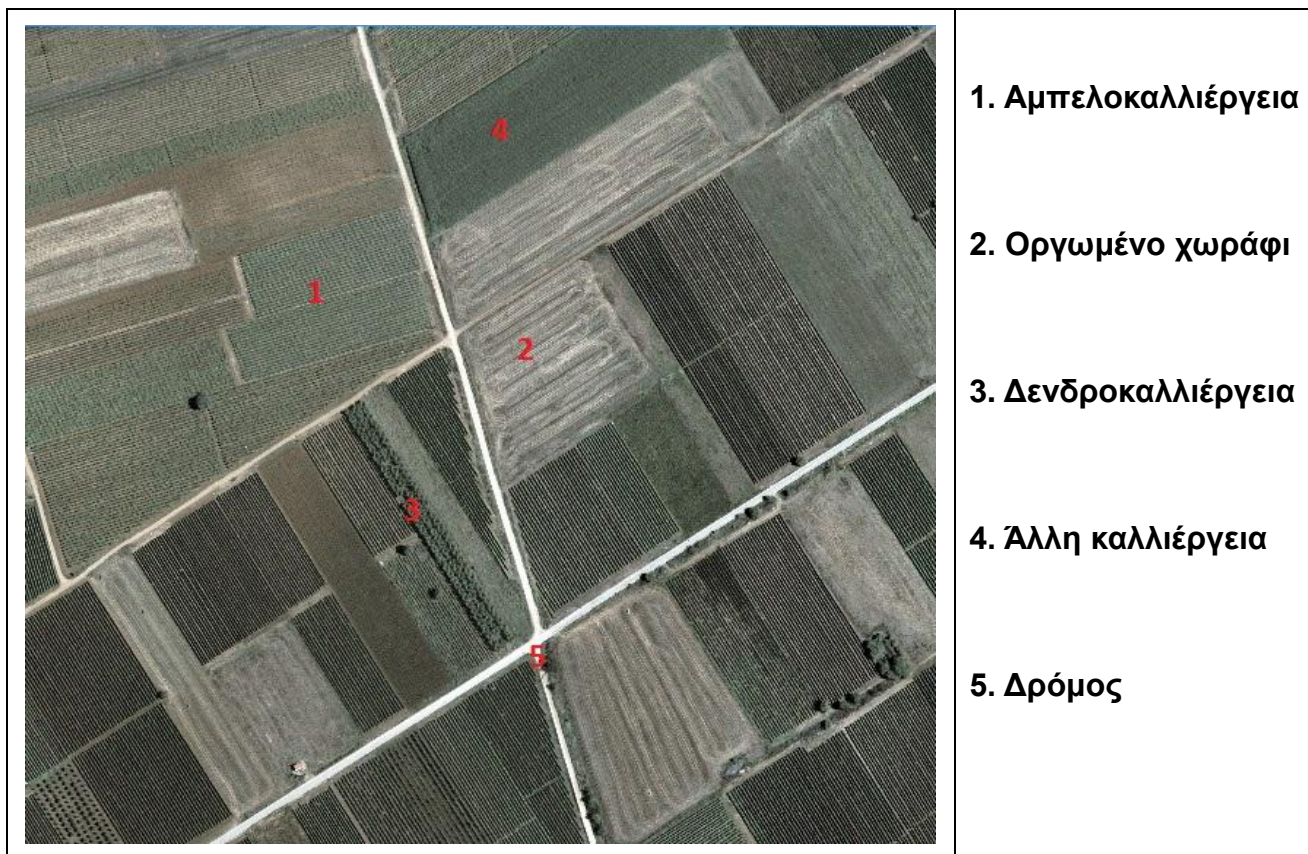
Η εικόνα που χρησιμοποιήθηκε για τη συγκεκριμένη περιοχή είναι LSO25. Οι LSO25 είναι πολυφασματικές ορθοφωτογραφίες κατάλληλης χωρικής ανάλυσης 25 cm. Αποτελείται από 4 φασματικά κανάλια (RED, GREEN, BLUE, NIR)

3.1.3 Φωτοερμηνεία

Η εικόνα που χρησιμοποιήθηκε έχει πολύ υψηλή ανάλυση, γεγονός που διευκολύνει την διαδικασία της φωτοερμηνείας. Η περιοχή που καλύπτει η εικόνα είναι αμιγώς αγροτική και αποτελείται από καλλιέργειες κυρίως αμπελιών οι οποίες εμφανίζουν έντονη ομοιογένεια και δυσχεραίνει την αναγνώριση των διαφορετικών ιδιοκτησιών που είναι και ο στόχος της εργασίας. Επιπροσθέτως διακρίνονται οργωμένα χωράφια και κάποιες δενδροκαλλιέργειες. Τέλος βλέπουμε δρόμους τόσο ασφαλτοστρωμένους όσο και χωματόδρομους. Γενικά η αναγνώριση των καλλιεργειών γίνεται πολύ εύκολα με το φυσικό τους χρώμα σε σύνθετο RGB 1-2-3.



Εικόνα 3.2: Επιλογή συνδυασμού καναλιών στο eCognition



Πίνακας 3-1 : Φωτοερμηνεία περιοχής Δαμασίου

Πρέπει να σημειωθεί ότι για την αναγνώριση των καλλιεργειών είναι πολύ χρήσιμο και το σύνθετο 4-2-3 όπου οι ενεργές καλλιέργειες διακρίνονται με κόκκινο χρώμα.

Image Layer	R	G	B
RED			
GREEN		○	
BLUE		○	
NIR	○		

Εικόνα 3.3: Συνδυασμός 4-2-3 στο eCognition



Εικόνα 3.4: Αποτέλεσμα συνδυασμού 4-2-3 στο eCognition

3.1.4 Κατατμήσεις

Σε αυτό το σημείο θα δούμε αναλυτικά τις διάφορες κατατμήσεις και τα αποτελέσματα αυτών. Η ορθότητα των κατατμήσεων είναι μείζονος σημασίας για την επίτευξη του στόχου της εργασίας. Επιπροσθέτως αποτελεί το πρώτο και βασικό τμήμα της αντικειμενοστρεφούς ανάλυσης.

Η τελική επιλογή των παραμέτρων κατάτμησης πραγματοποιήθηκε μετά από επαναλαμβανόμενες δοκιμές με στόχο να προκύψουν αντικείμενα τέτοια που θα είναι αντιπροσωπευτικά των κατηγοριών που θα ταξινομούμε κάθε φορά,

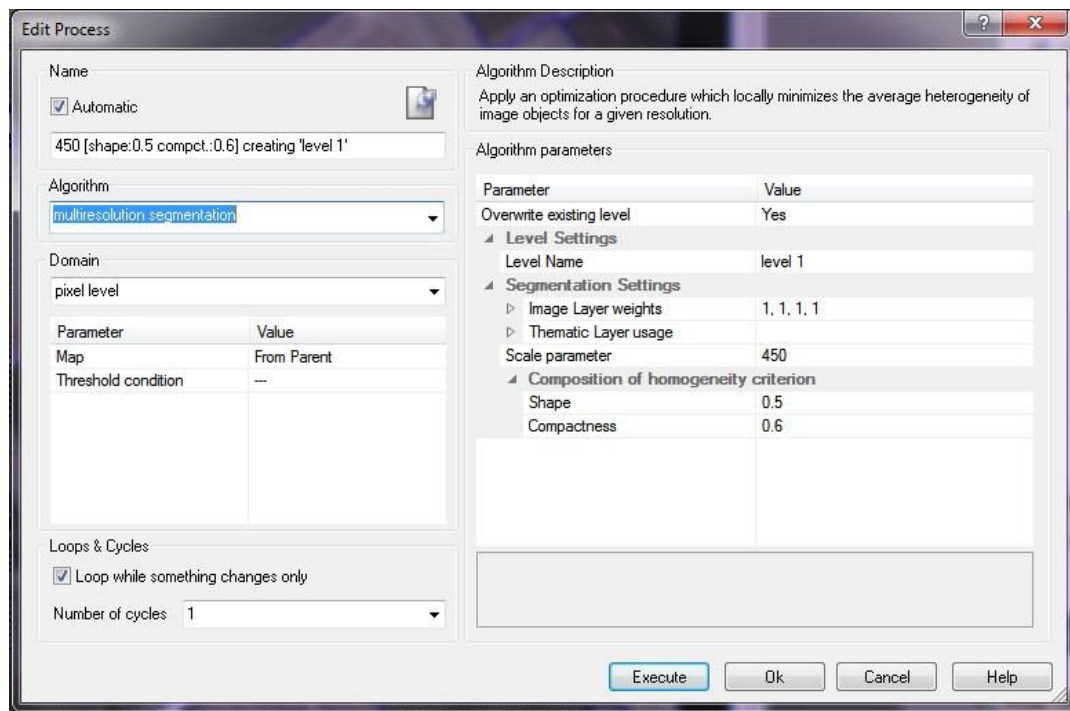
3.1.4.1 Κατάτμηση 1^{ου} επιπέδου

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναπτυχθεί η μεθοδολογία με την οποία πραγματοποιήθηκαν οι κατατμήσεις. Πιο συγκεκριμένα θα γίνει λόγος για τις παραμέτρους που επιλέχθηκαν τελικά, καθώς και τα αποτελέσματα αυτών. Στόχος της κατάτμησης του 1ου επιπέδου (level 1) είναι να αναδειχθούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τα μεγαλύτερα αντικείμενα. Μετά από πολλαπλές δοκιμές οι τιμές που επιλέχθηκαν είναι: 450 για την κλίμακα, 0.5 για το σχήμα, 0.6 για το συμπαγές του σχήματος. Επίσης δόθηκε ίσο βάρος και στα 4 κανάλια ίσο με 1 ώστε να αξιοποιηθεί όλη η πληροφορία.

Τα αποτελέσματα φαίνονται στην παρακάτω εικόνα 3.5. Όπως μπορεί να δει κανείς έχουμε ένα γενικό διαχωρισμό των οντοτήτων όμως δεν είναι ικανοποιητικός ο αριθμός των οντοτήτων που παράγονται, εν ολίγης δεν μας δίνει σε καμία περίπτωση την λεπτομέρεια που θα θέλαμε. Παρόλα αυτά το αποτέλεσμα είναι ικανό να οδηγήσει σε καλύτερο αποτέλεσμα στην επόμενη κατάτμηση που θα είναι και μικρότερης κλίμακας.



Εικόνα 3.5: Αποτέλεσμα κατάτμησης 1^{ου} επιπέδου



Εικόνα 3.6: Παράμετροι κατάτμησης 1ου επιπέδου

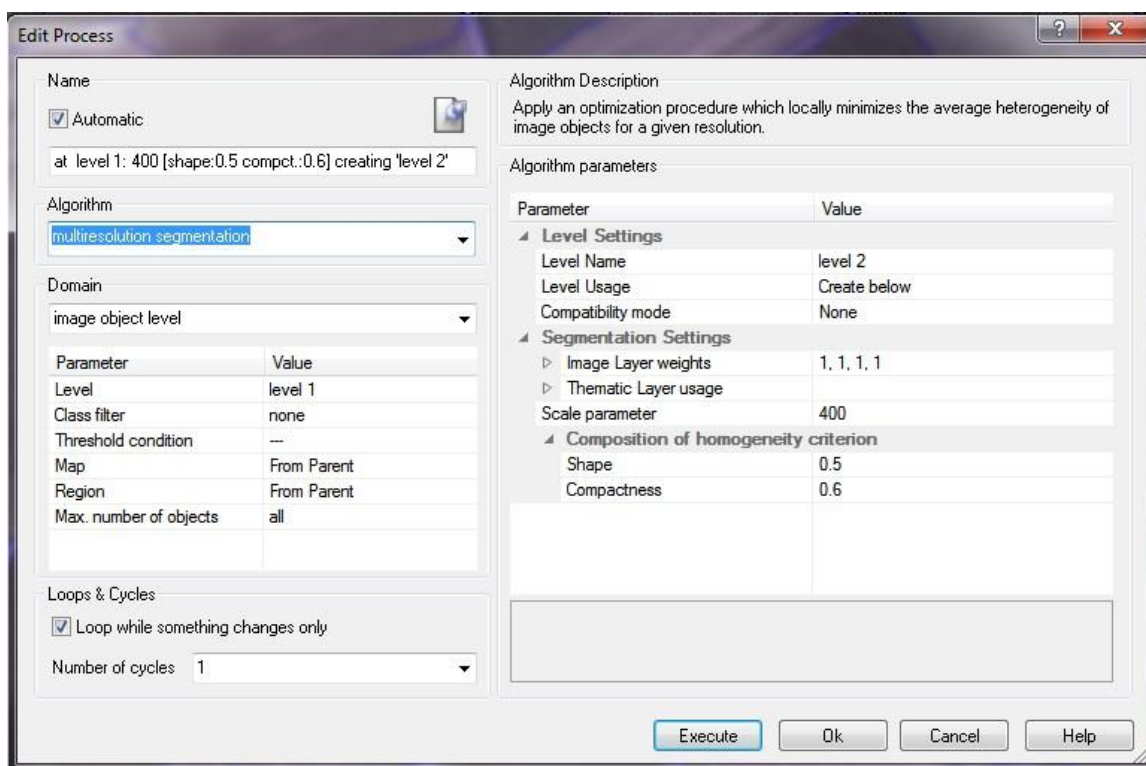
3.1.4.2 Κατάτμηση 2^{ου} επιπέδου

Το δεύτερο επίπεδο δημιουργήθηκε κάτω από το πρώτο (create below) έχει μικρότερη κλίμακα διότι όπως προαναφέρθηκε ξεκινήσαμε τη διαδικασία από μεγαλύτερα προς μικρότερα αντικείμενα. Τα βάρη και οι παράμετροι παρέμειναν ίδια ενώ αυτό που μεταβλήθηκε είναι η κλίμακα (εικόνα 3.8).

Όπως βλέπουμε παρακάτω, στην εικόνα 3.7 έχουμε καλύτερο διαχωρισμό των ιδιοκτησιών αλλά και πάλι δεν παίρνουμε την ακρίβεια που θέλουμε. Για τον λόγο αυτό θα πραγματοποιηθεί ακόμα μια κατάτμηση με μικρότερη κλίμακα.



Εικόνα 3.7: Αποτέλεσμα κατάτμησης 2ου επιπέδου

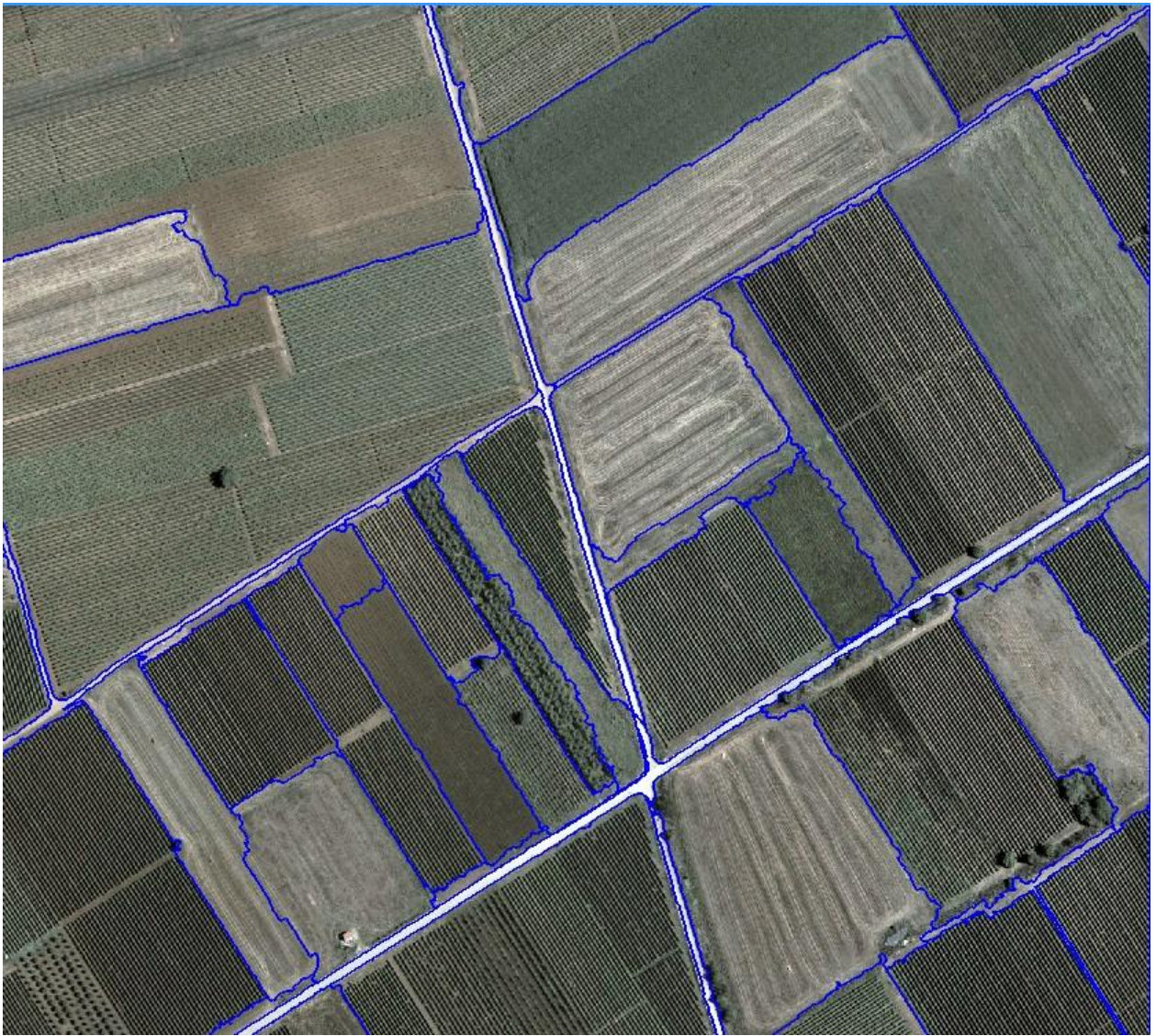


Εικόνα 3.8: Παράμετροι κατάτμησης 2^{ου} επιπέδου

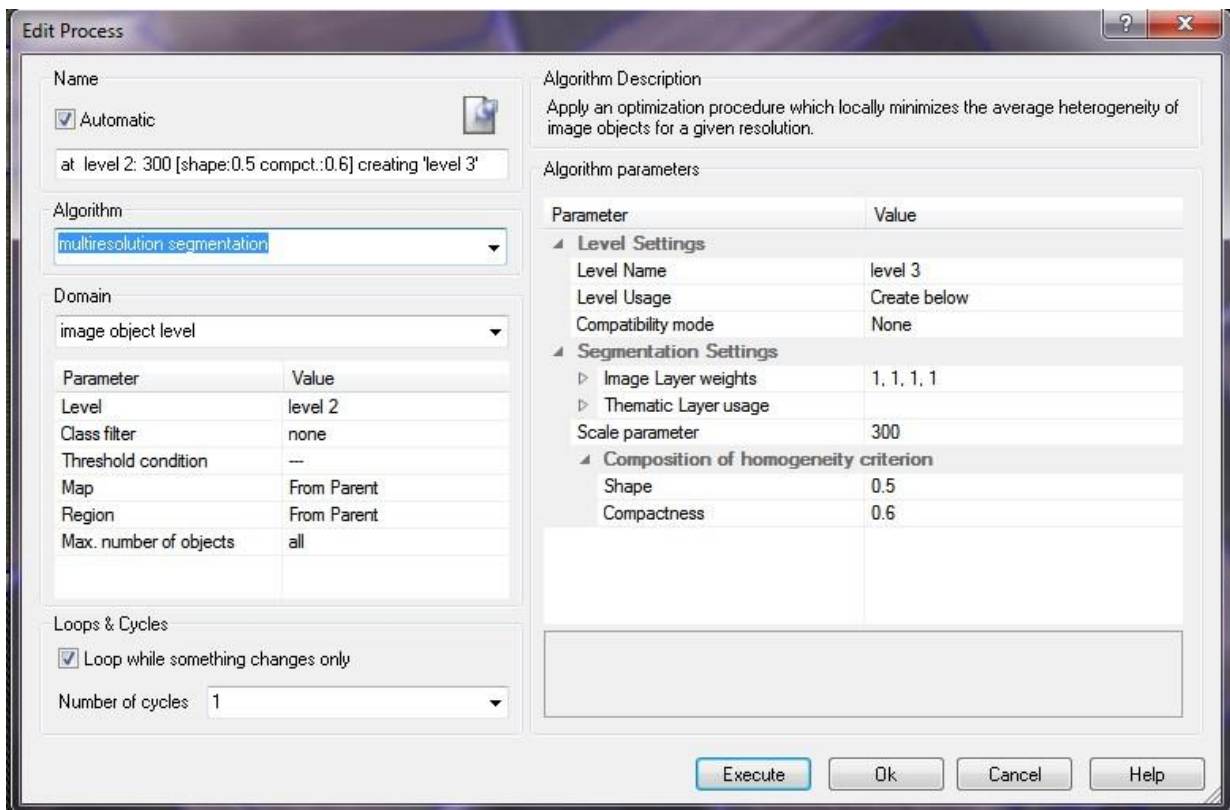
3.1.4.3 Κατάτμηση 3^{ου} επιπέδου

Το τρίτο επίπεδο (level 3) δημιουργήθηκε κάτω από το δεύτερο επίπεδο ακριβώς με την ίδια λογική κρατώντας τις ίδιες παραμέτρους και μικραίνοντας την κλίμακα (300).

Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι το καλύτερο καθώς δίνει την απαιτούμενη λεπτομέρεια στο διαχωρισμό των καλλιεργειών. Επιπροσθέτως σε αυτό το επίπεδο ξεχωρίζονται με καλή ευκρίνεια τόσο οι ασφαλοστρωμένοι δρόμοι όσο και οι χωματόδρομοι οι οποίοι όπως θα δούμε παρακάτω έχουν πολύ σημαντικό ρόλο. Τα αποτελέσματα της εν λόγω κατάτμησης φαίνονται στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 3.9)



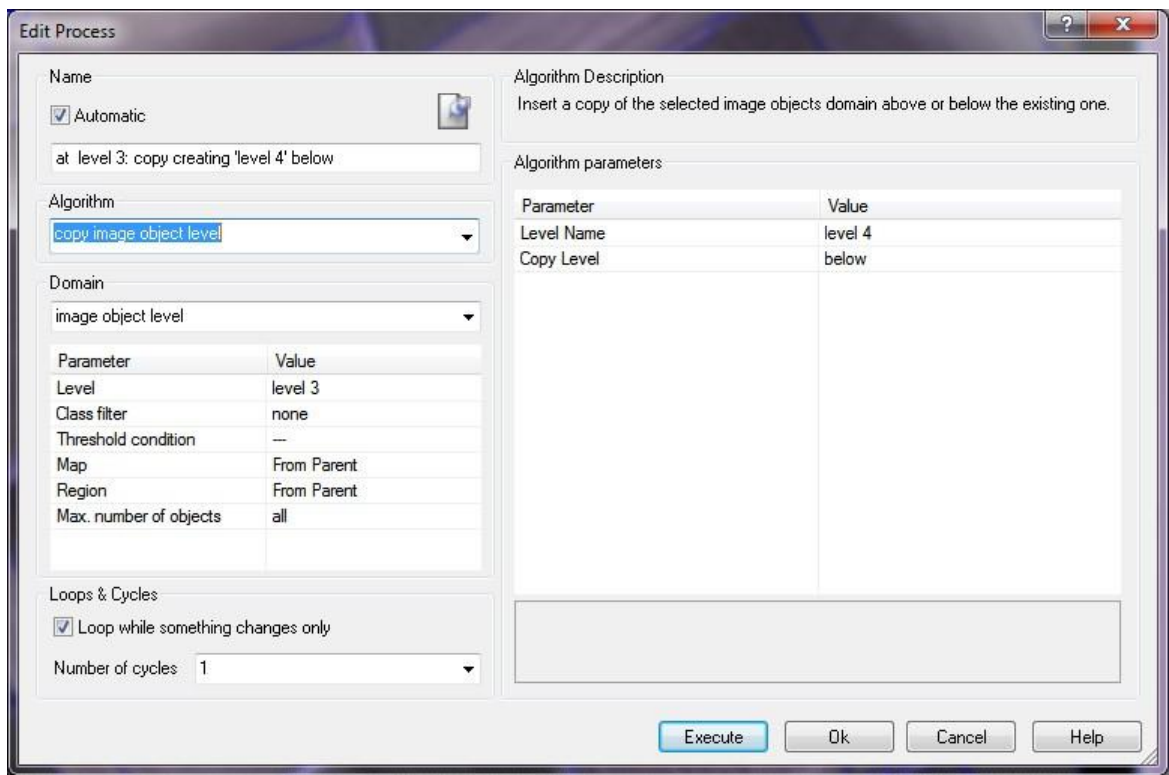
Εικόνα 3.9: Αποτέλεσμα κατάτμησης 3ου επιπέδου



Εικόνα 3.10: Παράμετροι κατάτμησης 3ου επιπέδου

3.1.4.4 Κατάτμηση 4^{ου} επιπέδου

Η δημιουργία του 4^{ου} επιπέδου αποτελεί αντιγραφή του 3^{ου} επιπέδου (εικόνα 3.11) το οποίο μας έδωσε και τα καλύτερα αποτελέσματα. Ο λόγος που δημιουργήθηκε ένα αντίγραφο του τρίτου επιπέδου καθώς και η αναγκαιότητα του εξηγείται καλύτερα στο κεφάλαιο της ταξινόμησης.



Εικόνα 3.11: Copy image object από το level 3 στο level 4

3.1.5 Ταξινομήσεις

Στο παρόν κεφάλαιο θα αναπτυχθεί η διαδικασία ταξινόμησης των διαφόρων επιπέδων στο λογισμικό eCognition. Η ταξινόμηση αποτελεί το σημαντικότερο και τελικό κομμάτι της διαδικασίας και είναι αυτό που θα δώσει το αποτέλεσμα του στόχου που είναι η οριοθέτηση των ιδιοκτησιών. Τα επίπεδα που χρησιμοποιούνται είναι το 3^ο και το 4^ο, πρακτικά δύο φορές το ίδιο επίπεδο.

Στο επίπεδο 3 (level 3) παράγουμε δύο κύριες κατηγορίες. Αυτές είναι οι: roads και not roads.

Στο επίπεδο 4 (level 4) παράγουμε περισσότερες κατηγορίες που αποτελούν υποκατηγορίες της not roads.

Οι λόγοι για τους οποίους επιλέξαμε να φτιάξουμε έτσι τις ταξινομήσεις εξηγείται αναλυτικότερα στα παρακάτω κεφάλαια.

Σημειώνεται επίσης ότι κατά την ταξινόμηση των κατηγοριών που θα αναπτυχθούν παρακάτω δημιουργήθηκε ο δείκτης NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

Ο δείκτης βλάστησης (NDVI) είναι ένας δείκτης που υπολογίζει την ζωτικότητα αυτής. Ενδεικτικές αρνητικές τιμές είναι τα σύννεφα, το χιόνι, το νερό, οι δρόμοι και άλλες περιοχές δίχως βλάστηση, ενώ οι θετικές τιμές υποδηλώνουν βλάστηση ή ανακλαστικές επιφάνειες. Όσο υψηλότερη είναι η τιμή NDVI, τόσο πιο έντονη ή φωτοσυνθετικά ενεργή, είναι η φυτική κάλυψη.

3.1.5.1 Ταξινόμηση 3^{ου} επιπέδου

Η ταξινόμηση της εικόνας ξεκινάει από το 3^ο επίπεδο διότι όπως προαναφέρθηκε μας δίνει το βέλτιστο αποτέλεσμα. Σημειώνεται ότι στις δύο προηγούμενες κατατμήσεις δεν πραγματοποιείται κάποια ταξινόμηση αυτό όμως δεν υποβαθμίζει την σπουδαιότητα τους καθώς χάρη σε αυτές φτάσαμε στην τελική και πιο σημαντική του επιπέδου 3.

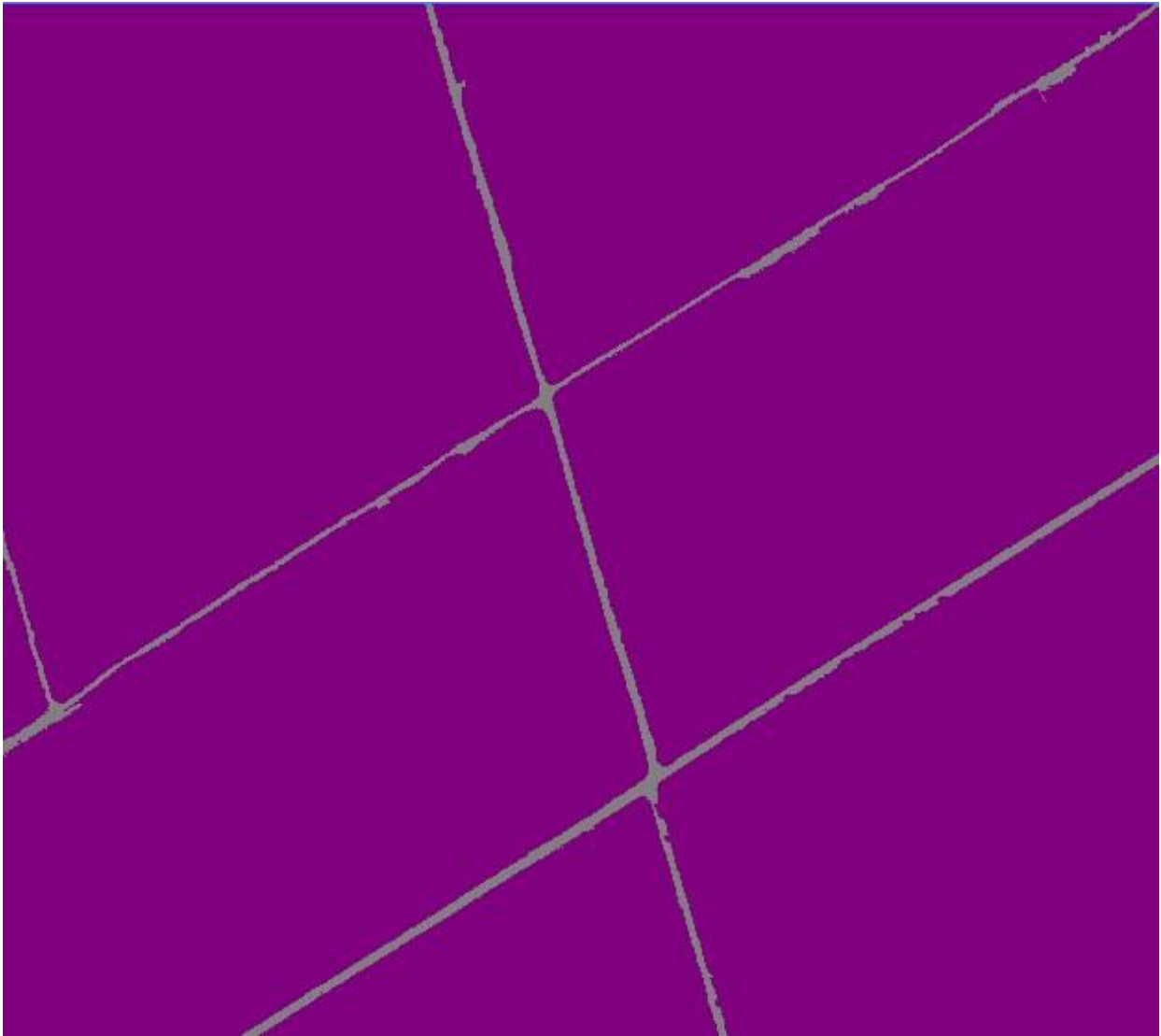
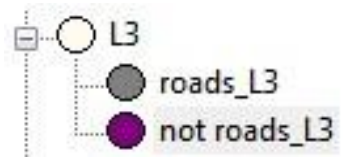
Όπως προαναφέρθηκε το επίπεδο 3 αποτελείται από δύο κατηγορίες την `roads_L3` και την `not roads_L3`. Σε αυτό το σημείο πρέπει αναφερθεί ότι οι δρόμοι είναι ειδικές εκτάσεις. Σύμφωνα με τους κανόνες ψηφιοποίησης ως κτηματολογική ενότητα ορίζεται σύνολο συνεχόμενων γεωτεμαχίων που περιβάλλονται από όποιο φυσικό ή τεχνητό χαρακτηριστικό (δηλ. δρόμο, ποτάμι, αρδευτικό κανάλι, κτλ.). Επομένως πρακτικά έχουμε την δημιουργία των ενότητων στο 3^ο επίπεδο.

Για να απομονωθούν οι δρόμοι χρησιμοποιήθηκαν δύο ιδιότητές τους η πυκνότητα (`density`) και ο `NDVI`.

Όπως βλέπουμε παρακάτω και συγκεκριμένα στον πίνακα 3.2 και για τις 2 ιδιότητες, `Density` και `NDVI` χρησιμοποιήθηκε ασαφής συνάρτηση συμμετοχής μορφής Z. Πιο συγκεκριμένα για την ιδιότητα `density` χρησιμοποιήθηκαν τιμές 0.8 με 0.9 και για την τιμή `NDVI` χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές -0,001 με 0. Με τον τρόπο αυτό καταφέραμε να εξάγουμε τους δρόμους.

Για την γενική κατηγορία όχι δρόμοι χρησιμοποιήθηκε ο λογικός τελεστής `not roads_L3` έτσι ώστε να δημιουργηθεί αυτή η κατηγορία η οποία πρακτικά αποτελεί και τις ενότητες.

Στην παρακάτω εικόνα 3.12 φαίνεται το αποτέλεσμα της ταξινόμησης.



Εικόνα 3.12: Αποτέλεσμα ταξινόμησης 3^{ου} επιπέδου

3.1.5.2 Ταξινόμηση 4^{ου} επιπέδου

Συνεχίζοντας στο 4^ο επίπεδο προσπαθούμε να παράγουμε ένα αποτέλεσμα με περισσότερη λεπτομέρεια η οποία θα μπορέσει να μας διασφαλίσει κατά το δυνατόν καλύτερο αποτέλεσμα στην αναγνώριση των ορίων των ιδιοκτησιών. Σε αυτό το επίπεδο λοιπόν δημιουργούνται γενικές κατηγορίες, οι οποίες πιο συγκεκριμένα είναι οι παρακάτω:

roads_L4, plowed fields, crops η οποία χωρίζεται στις υποκατηγορίες: tree-growing crop, crop 1, crop 2, crop 3.

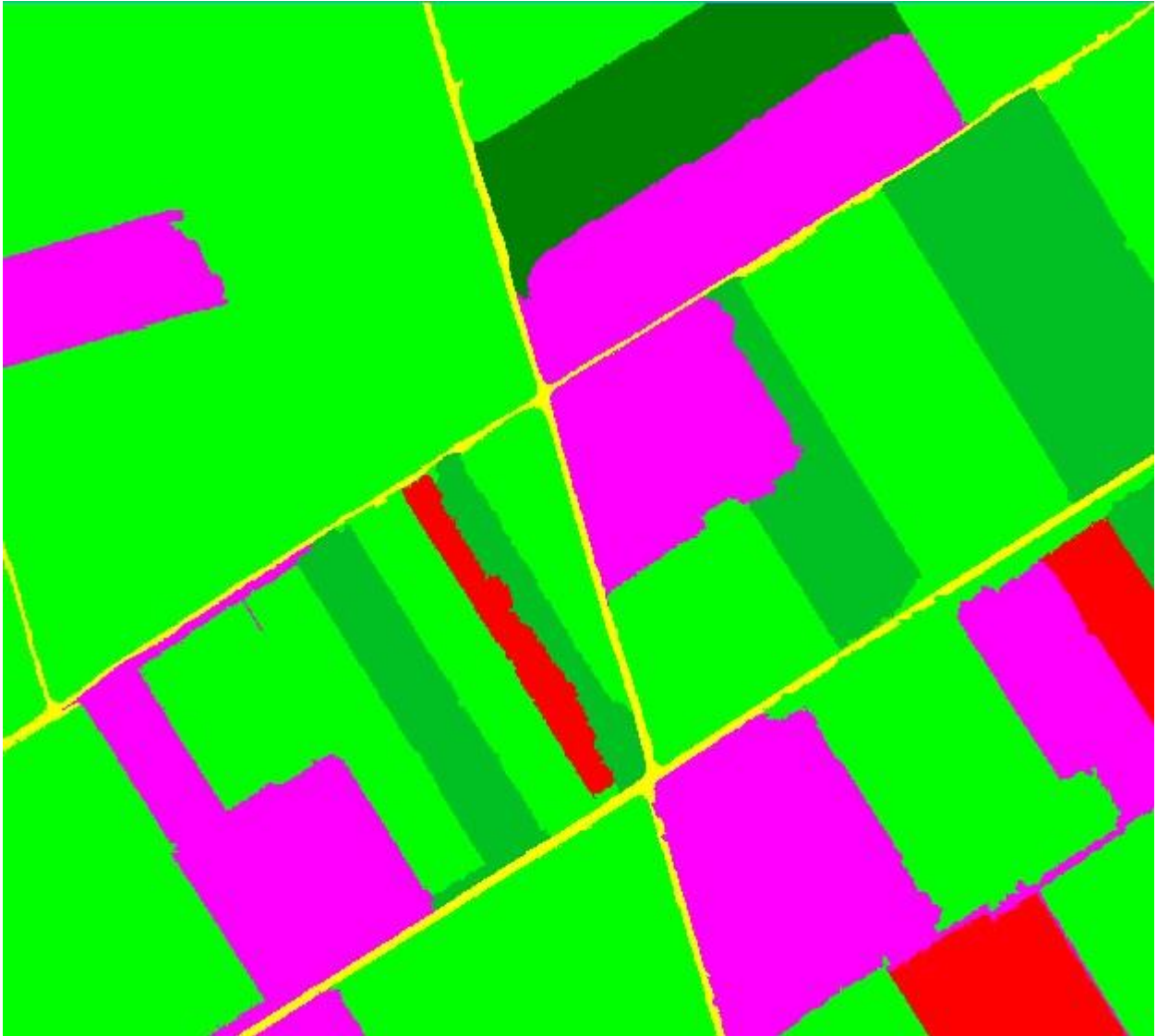
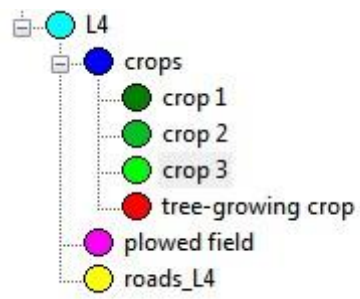
Η κατηγοριοποίηση αυτή είναι αρκετά γενική διότι δεν μας ενδιαφέρει άμεσα το είδος της καλλιέργειας, αλλά το γεγονός της αλλαγής αυτών θα μας δώσει τις διαφορετικές ιδιοκτησίες που είναι και το αντικείμενο της συγκεκριμένης εργασίας. Ουσιαστικά στο επίπεδο αυτό προσπαθούμε να κατηγοριοποιήσουμε την κατηγορία not roads_L3 του προηγούμενου επιπέδου.

Πιο συγκεκριμένα η κατηγορία roads_L4 ταξινομήθηκε βάση της κατηγορίας roads_L3 (Existence of super objects roads_L3). Οι ταξινομήσεις των υπόλοιπων κατηγοριών έγιναν βάσει των συναρτήσεων συμμετοχής μορφής S και μορφής Z τόσο για τον NDVI όσο και του standard deviation στο 4ο επίπεδο (NIR). Η κατηγορία crops είναι γενική κατηγορία έχει τιμές στο NDVI 0 με 0.01 έτσι ώστε να περιλαμβάνει όλες τις μορφές βλάστησης. Στη συγκεκριμένη εικόνα που εμφανίζει ομοιόμορφα κατανεμημένες καλλιέργειες όλη η βλάστηση αποτελείται από καλλιέργειες. Στη συνέχεια ταξινομήθηκε η κατηγορία tree-growing crop με όρια συμμετοχής μορφής S στον NDVI 0.2 με 0.22 και στο standard deviation 25 με 30. Αντίστοιχα για την κατηγορία crop 1 επιλέχθηκαν τα όρια 0.22 με 0.25 με συναρτήσεων συμμετοχής S και του standard deviation στο NIR 15 με 20 συναρτήσεων συμμετοχής μορφής Z. Το crop 2 ορίστηκε να έχει NDVI μορφής Z με τιμές 0.2 με 0.22 και standard deviation στο NIR επίσης μορφής Z με τιμές 10 με 15. Στη τρίτη κατά σειρά καλλιέργεια (crop 3) ορίστηκαν οι καλλιέργειες που έμειναν αταξινομήτες από την διαδικασία ταξινόμησης που προηγήθηκε. Τέλος ταξινομήθηκε η κατηγορία των οργωμένων χωραφιών (Plowed field) για τη οποία ουσιαστικά ορίστηκαν οι αρνητικές τιμές του NDVI. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε συνάρτηση συμμετοχής μορφής Z και τιμές -0.01 με 0.











Παρακάτω στην εικόνα 3.16 απεικονίζεται το αποτέλεσμα της παραπάνω ταξινόμησης.

Γενικά η κατηγορία crop 3 είναι περισσότερο εμφανής διότι πρόκειται για αμπελοκαλλιέργειες, Γενικά το αποτέλεσμα είναι ικανοποιητικό με ορισμένα προβληματικά σημεία.

Στη συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας 3-2 με τις συναρτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν ανά επίπεδο και οδήγησαν στο αποτέλεσμα της προηγούμενης εικόνας.

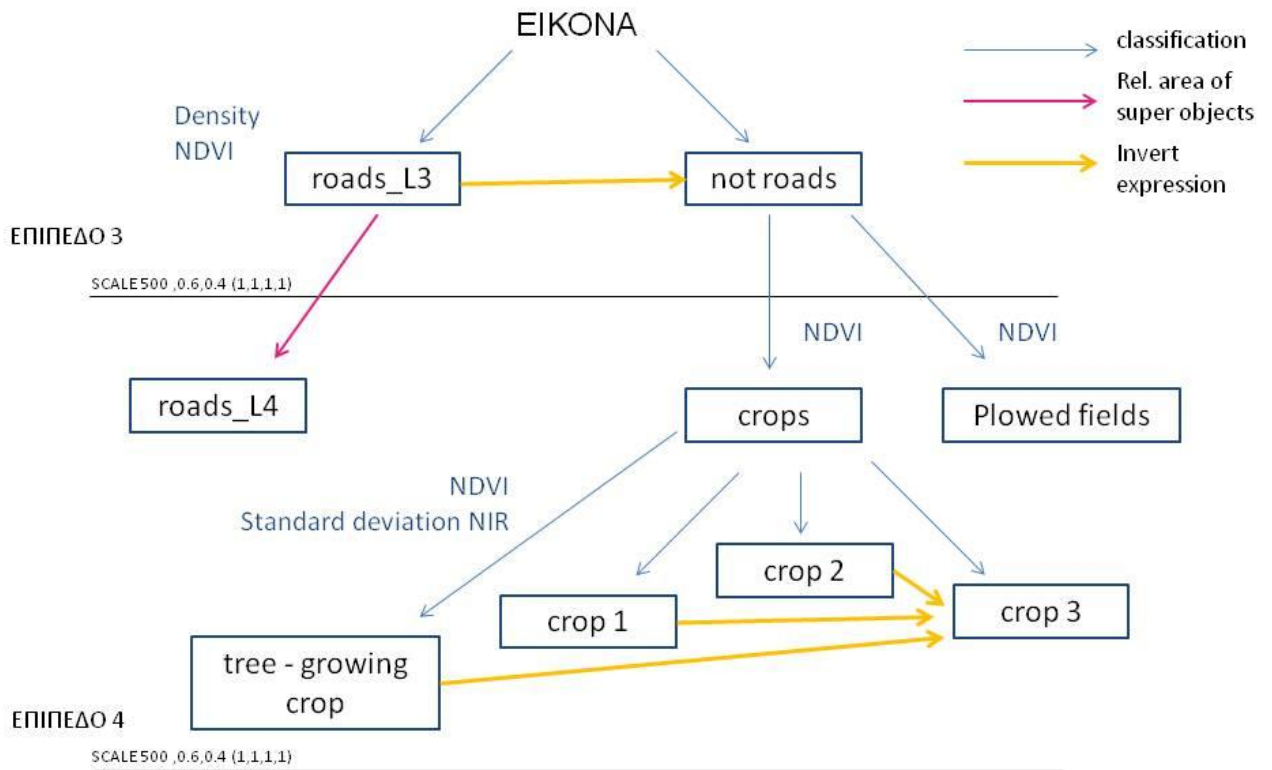


Εικόνα 3.13: Αποτέλεσμα ταξινόμησης 4^{ου} επιπέδου

ΕΠΙΠΕΔΟ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ		ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ	ΑΡΙΣΤΕΡΟ ΟΡΙΟ	ΔΕΞΙ ΟΡΙΟ
3	roads_L3	and	density		0.8	0.9
			NDVI		-0.001	0
	not roads_L3		not roads_L3			
4	crops		NDVI		0	0.01
	crop 1	and	NDVI		0.22	0.25
			standard deviation NIR		15	20
	crop 2	and	NDVI		0.2	0.22
			standard deviation NIR		10	15
	crop 3	and	not crop 1 not crop 2 not tree-growing crop			
	tree-growing crop	and	NDVI		0.2	0.22
			standard deviation NIR		25	30
	plowed field		NDVI		-0.01	0
	roads_L4		existence of super objects roads_L3			

Πίνακας 3-2 : Κανόνες ταξινόμησης κατηγοριών ανά επίπεδο

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ



23

Διάγραμμα 3-1: Διάγραμμα ροής για την ταξινόμηση της 1ης περιοχής

3.2 2^η Περιοχή Μελέτης (Αγροτική)

Η δεύτερη περιοχή μελέτης είναι η Ποταμιά που βρίσκεται στον δήμο Αγιάς στον νομό Λάρισας. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, η φωτοερμηνεία της περιοχής, και τέλος οι κατατμήσεις και οι ταξινομήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο περιβάλλον του eCognition.

3.2.1 Γενικά στοιχεία περιοχής

Η Ποταμιά (Τοπική Κοινότητα Ποταμιάς - Δημοτική Ενότητα ΑΓΙΑΣ), ανήκει στον δήμο ΑΓΙΑΣ της Περιφερειακής Ενότητας ΛΑΡΙΣΑΣ που βρίσκεται στην Περιφέρεια Θεσσαλίας, σύμφωνα με τη διοικητική διαίρεση της Ελλάδας όπως διαμορφώθηκε με το πρόγραμμα “Καλλικράτης”.

Η επίσημη ονομασία είναι “η Ποταμιά”. Έδρα του δήμου είναι η Αγιά και ανήκει στο γεωγραφικό διαμέρισμα Θεσσαλίας.

Κατά τη διοικητική διαίρεση της Ελλάδας με το σχέδιο “Καποδίστριας”, μέχρι το 2010, η Ποταμιά ανήκε στο Τοπικό Διαμέρισμα Ποταμιάς, του πρώην Δήμου ΑΓΙΑΣ του Νομού ΛΑΡΙΣΗΣ.

Η Ποταμιά έχει υψόμετρο 150 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας, σε γεωγραφικό πλάτος 39,6583432594 και γεωγραφικό μήκος 22,7840531218 και η συνολική της έκτασης ανέρχεται στα 36,93km². (πηγή: <https://buk.gr>)

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται λίγα χιλιόμετρα δυτικά του οικισμού της Ποταμιάς και αποτελείται από 639.837 τμ.



Εικόνα 3.14 : 2^η Περιοχή Μελέτης

(Πηγή: Google maps)

3.2.2 Χρησιμοποιηθέντα δεδομένα

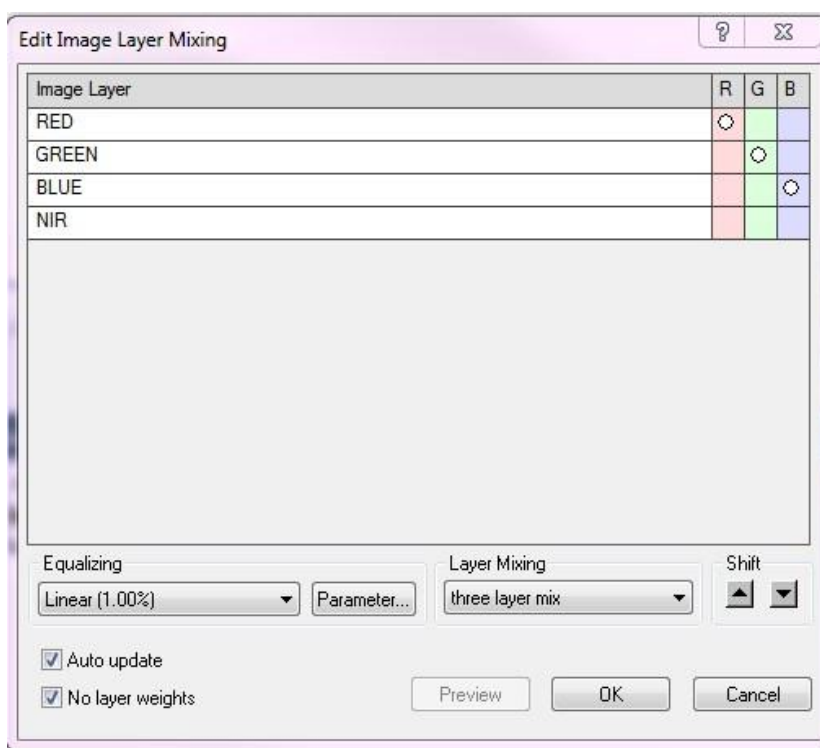
Για την περιοχή της Ποταμιάς χρησιμοποιήθηκε εικόνα LSO25 όπως και το DEM της περιοχής.

A. Η εικόνα (LSO25) που χρησιμοποιήθηκε είναι πολυφασματική ορθοφωτογραφία 24 bit, χωρικής ανάλυσης 25 cm με πλήρη ορθοαναγωγή των χαρακτηριστικών της πρωτογενούς εικόνας και διαστάσεις 2000m X 1500m. Αποτελείται από 4 φασματικά κανάλια (RED, GREEN, BLUE, NIR).

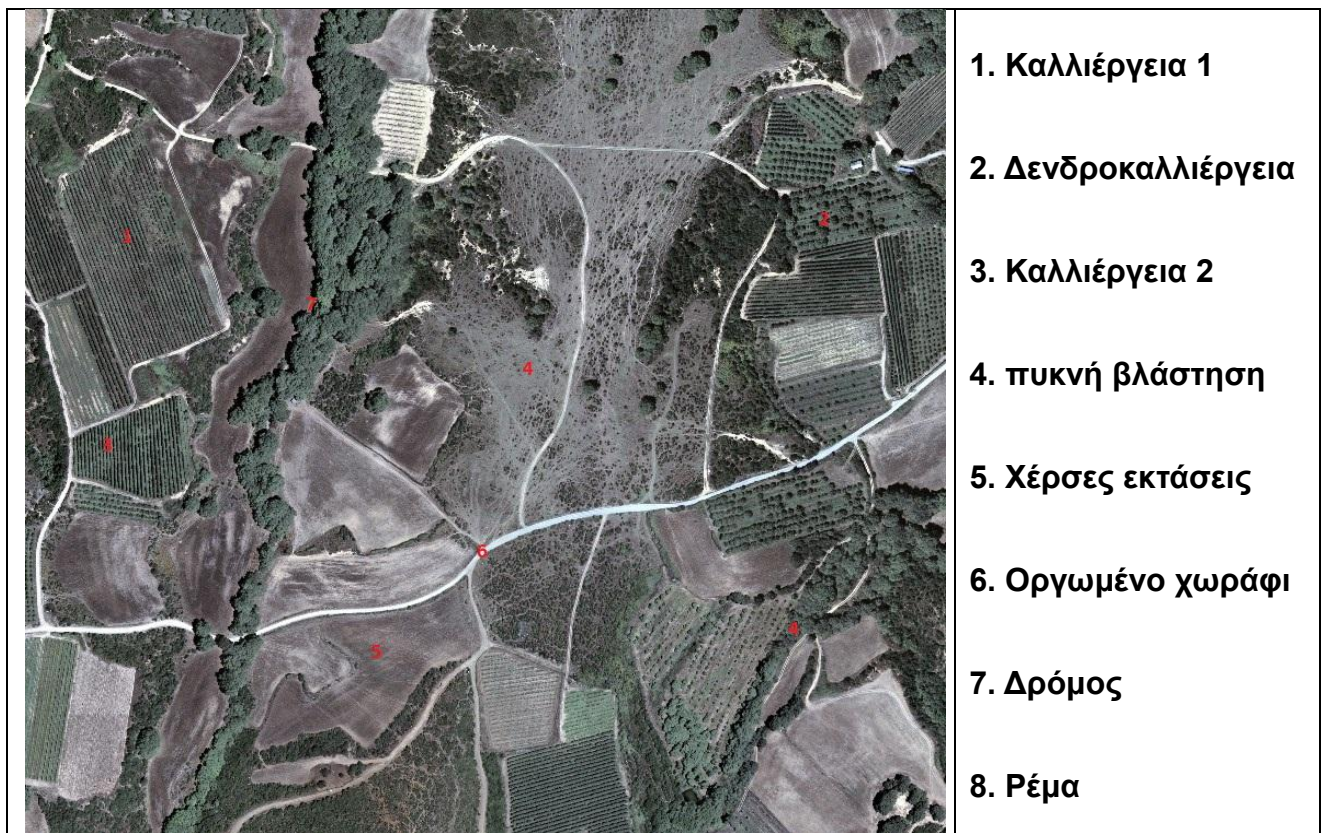
B. Χρησιμοποιήθηκε το DEM που αντιστοιχεί στην περιοχή με εικονοστοιχείο 2m.

3.2.3 Φωτοερμηνεία

Αυτή η εικόνα όπως και η προηγούμενη έχει πολύ υψηλή ανάλυση, επομένως η διαδικασία της φωτοερμηνείας παραμένει μια σχετικά εύκολη διαδικασία. Η περιοχή που καλύπτει η εικόνα εμφανίζει ιδιαίτερη ποικιλομορφία. Όπως μπορεί να παρατηρήσει κανείς υπάρχουν καλλιέργειες διαφορετικών κατηγοριών διάσπαρτες στην εικόνα. Επίσης βλέπουμε ότι υπάρχουν τόσο χέρσες εκτάσεις όσο και πυκνής βλάστησης σημεία. Επιπροσθέτως είναι εύκολο να διακρίνει κανείς τα οργωμένα χωράφια. Επίσης υπάρχουν οι δρόμοι οι οποίοι διακρίνονται σε ασφαλτοστρωμένους και χωματόδρομους. Τέλος υπάρχει και το ρέμα το οποίο δεν είναι γίνεται εύκολα αντιληπτό. Γενικά η αναγνώριση των παραπάνω κατηγοριών γίνεται πολύ εύκολα με το φυσικό τους χρώμα σε σύνθετο RGB 1-2-3.



Εικόνα 3.15: Επιλογή συνδυασμού καναλιών στο eCognition



1. Καλλιέργεια 1
2. Δενδροκαλλιέργεια
3. Καλλιέργεια 2
4. πυκνή βλάστηση
5. Χέρσες εκτάσεις
6. Οργανωμένο χωράφι
7. Δρόμος
8. Ρέμα

Πίνακας 3-3: Φωτοερμηνεία περιοχής Ποταριάς

Όπως και στην προηγούμενη εικόνα έτσι και σε αυτή πολύ χρήσιμη αποδεικνύεται η ύπαρξη του υπέρυθρου καναλιού τόσο για την ανάδειξη τόσο των καλλιεργειών όσο και της υπόλοιπης βλάστησης. Και σε αυτή την περίπτωση λοιπόν το έγχρωμο σύνθετο 4-2-3 είναι μείζονος σημασίας.

Image Layer	R	G	B
RED			
GREEN		○	
BLUE		○	
NIR	○		

Εικόνα 3.16: Συνδυασμός 4-2-3 στο eCognition



Εικόνα 3.17: Αποτέλεσμα συνδυασμού 4-2-3 στο eCognition

3.2.4 Προεπεξεργασία δεδομένων

Για την παραγωγή του επιθυμητού αποτελέσματος όπως αυτό αναφέρεται στα παρακάτω

κεφάλαια ήταν απαραίτητη η προεπεξεργασία των δεδομένων και συγκεκριμένα του DEM.

Το DEM είναι ιδιαίτερης σημασίας για την συγκεκριμένη περιοχή, διότι χρησιμοποιήθηκε για την οριοθέτηση του ρέματος. Όμως για να καταφέρουμε να εκμεταλλευτούμε πλήρως τις δυνατότητές του πραγματοποιήθηκε μια προεπεξεργασία σε περιβάλλον gis και συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε η επέκταση saga του λογισμικού QGIS.

Με το εργαλείο Basic terrain Analysis από το αρχικό μας DEM παρήχθησαν οι τα εξής μοντέλα:

- analytical hillshading
- slope
- aspect
- plan curvature
- profile curvature
- convergence index
- closed depressions
- total catchment area
- topographic wetness index
- LS-factor
- channel network distance
- valley depth
- relative slope position

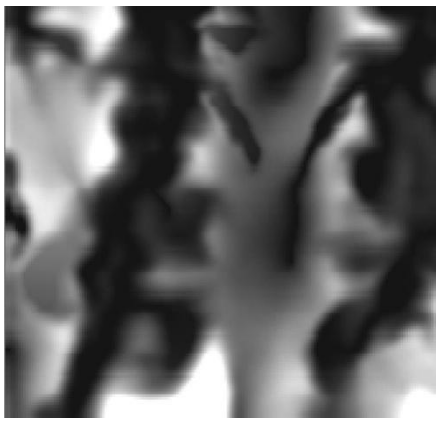
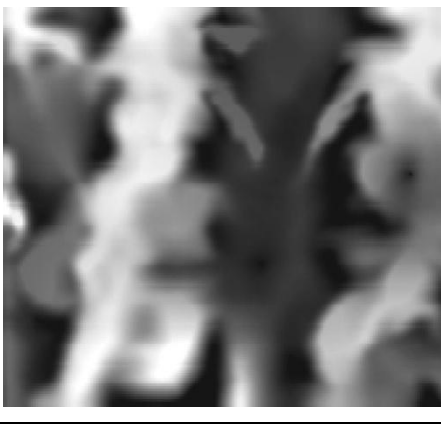

Από τις παραπάνω κατηγορίες χρησιμότερα αποτελέσματα επέφεραν τα channel network distance , valley depth, relative slope position. Τα αποτελέσματα αυτών των κατηγοριών φαίνονται καλύτερα στον πίνακα που ακολουθεί.

Τελικά και μετά από διερεύνηση των αποτελεσμάτων, χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο που παράχθηκε από το relative slope position, διότι εξυπηρέτησε καλύτερα στην εύκολη οριοθέτηση του ρέματος. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε πως διαμορφώθηκαν τα επίπεδα των καναλιών.

Image Layer	R	G	B
RED	○		
GREEN		○	
BLUE			○
NIR			
DEM			
RSP			

Εικόνα 3.18: Τα τελικά κανάλια που χρησιμοποιήθηκαν



	<p>Channel network distance: Αυτό το μοντέλο υπολογίζει τις αποστάσεις των υπέργειων ροών σε ένα δίκτυο καναλιών βασισμένο στο αρχικό DEM.</p>
	<p>Valley depth: Αυτό το μοντέλο υπολογίζεται ως η διαφορά μεταξύ των υψομέτρων και της παρεμβολής μιας κορυφογραμμής.</p>
	<p>Relative slope position: Αυτό το μοντέλο απεικονίζει τη την κλίση ενός σημείου και την σχετική του θέση ανάμεσα στο χαμηλότερο (κοιλιάδα) και το υψηλότερο σημείο.</p>

Πίνακας 3-4 : Μοντέλα εδάφους που παρήχθησαν

3.2.5 Κατατμήσεις

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν οι κατατμήσεις των διαφόρων επιπέδων και τα οπτικά αποτελέσματα αυτών. Η βασική λογική που ακολουθήθηκε είναι αντίστοιχη αυτής που αναπτύσσεται στο κεφάλαιο 3.1.4 που αφορά την προηγούμενη περιοχή. Η βασική λογική είναι η ανάπτυξη μιας ενιαίας μεθοδολογίας έτσι ώστε να παραχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα με μια σχετικά γρήγορη διαδικασία.

Πρακτικά επιλέχθηκαν κατά το δυνατόν ίδιες τιμές στις παραμέτρους κατάτμησης. Οι παράμετροι εξ αρχής είναι τέτοιες ώστε να δίνουν το καλύτερο αποτέλεσμα ανεξαρτήτως των χαρακτηριστικών τις εικόνας. Οι κατατμήσεις και σε αυτή την περίπτωση κατευθύνονται από τη μεγαλύτερης κλίμακας αντικείμενα σε μικρότερης.

3.2.5.1 Κατάτμηση 1^{ου} επιπέδου

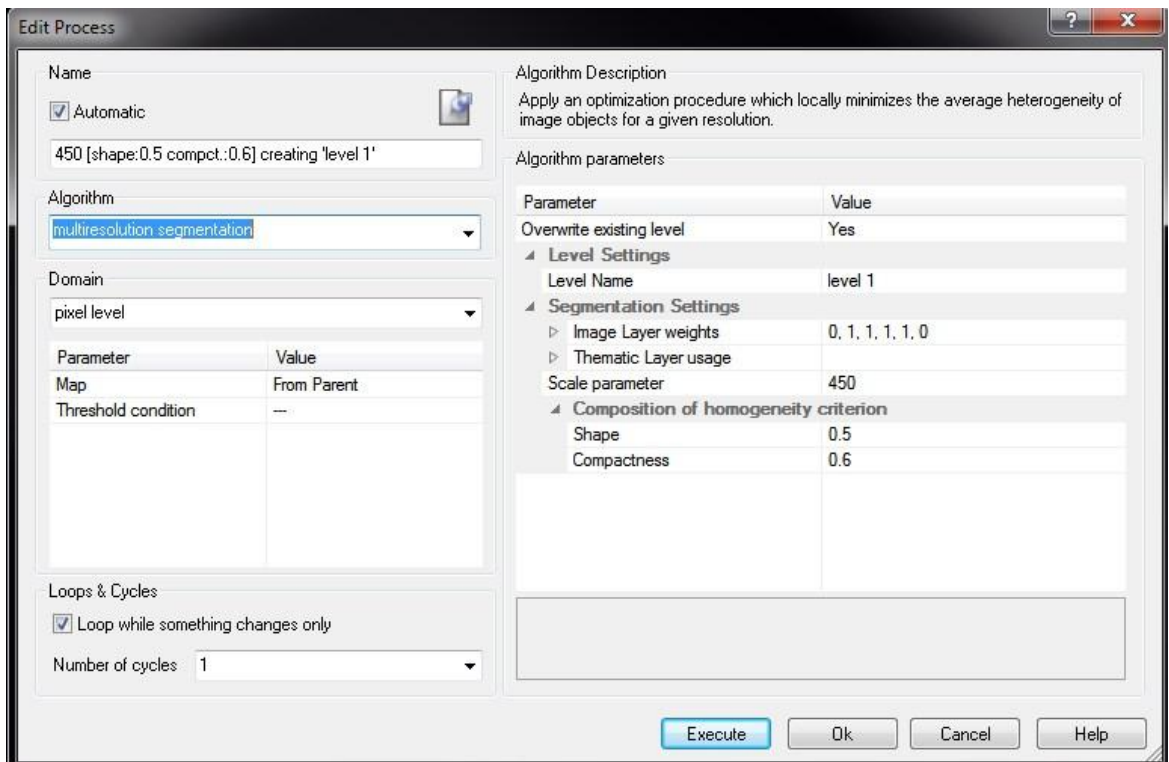
Όπως και στο αντίστοιχο κεφάλαιο της προηγούμενης περιοχής έτσι και εδώ θα δούμε την ανάπτυξη της μεθοδολογίας με την οποία έγιναν οι κατατμήσεις. Θα γίνει σχολιασμός των παραμέτρων και των αποτελεσμάτων του πρώτου επιπέδου κατάτμησης. Μετά από πολλές δοκιμές οι τιμές που επιλέχθηκαν είναι:

450 για την κλίμακα, 0.5 για το σχήμα, 0.6 για το συμπαγές του σχήματος. Επίσης δόθηκε βάρος στα κανάλια GREEN, BLUE, NIR, DEM και βάρος 0 στα κανάλια RED και RSP (Relative slope position). Η επιλογή έγινε βάσει των αποτελεσμάτων.

Το αποτέλεσμα της κατάτμησης απεικονίζεται παρακάτω στην εικόνα 3.19. Ο διαχωρισμός που προκύπτει όπως και στην προηγούμενη περίπτωση δεν είναι ο επιθυμητός. Το πρόβλημα έγκειται κυρίως στον διαχωρισμό των καλλιεργειών όπου δεν έχουμε την επιθυμητή λεπτομέρεια.



Εικόνα 3.19: Αποτελέσματα κατάτμησης 1^{ου} επιπέδου



Εικόνα 3.20: Παράμετροι κατάτμησης 1^{ου} επιπέδου

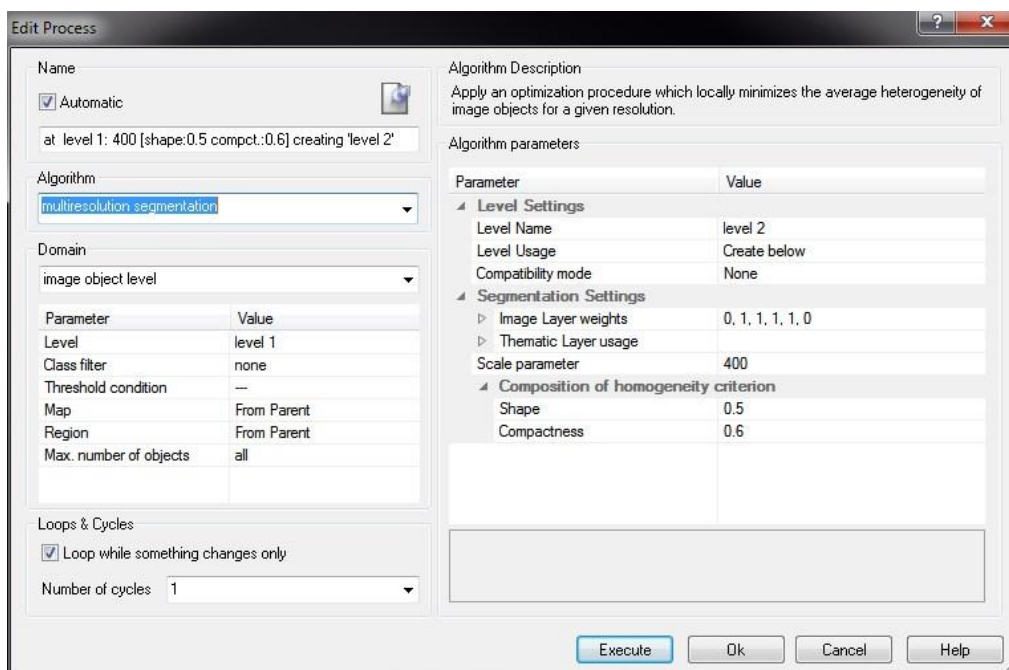
3.2.5.2 Κατάτμηση 2^{ου} επιπέδου

Όπως και προηγουμένως το δεύτερο επίπεδο δημιουργήθηκε κάτω από το πρώτο (create below) και έχει μικρότερη κλίμακα διότι όπως προαναφέρθηκε ξεκινήσαμε τη διαδικασία από μεγαλύτερα προς μικρότερα αντικείμενα. Τα βάρη και οι παράμετροι παρέμειναν ίδια ενώ αυτό που μεταβλήθηκε είναι η κλίμακα (εικόνα 3.22).

Παρακάτω και συγκεκριμένα στην εικόνα 3.21 έχουμε καλύτερο διαχωρισμό των ιδιοκτησιών αλλά και πάλι δεν παίρνουμε την ακρίβεια που θέλουμε. Για τον λόγο αυτό θα πραγματοποιηθεί ακόμα μια κατάτμηση με μικρότερη κλίμακα.



Εικόνα 3.21: Αποτελέσματα κατάτμησης 2^{ου} επιπέδου



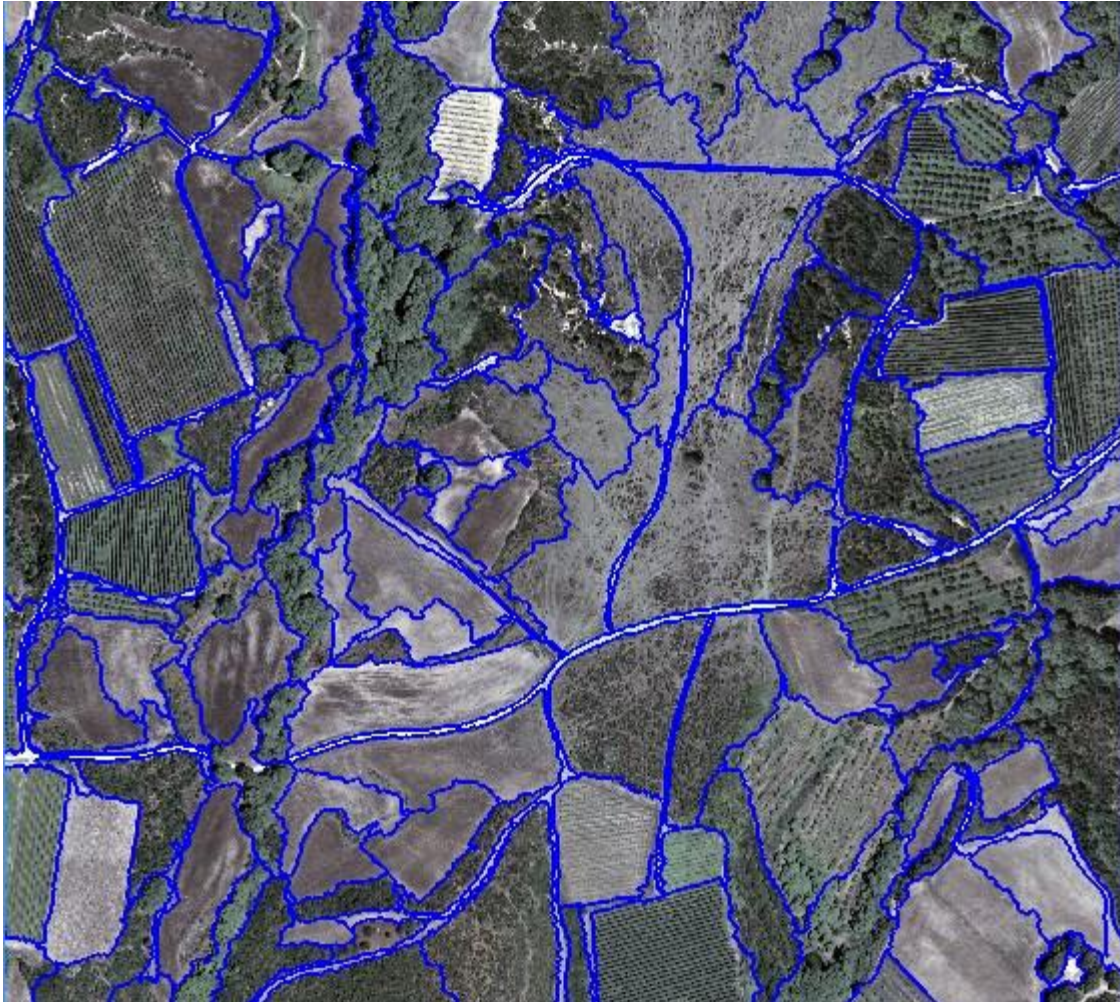
Εικόνα 3.22: Παράμετροι κατάτμησης 2^{ου} επιπέδου

3.2.5.3 Κατάτμηση 3^{ου} επιπέδου

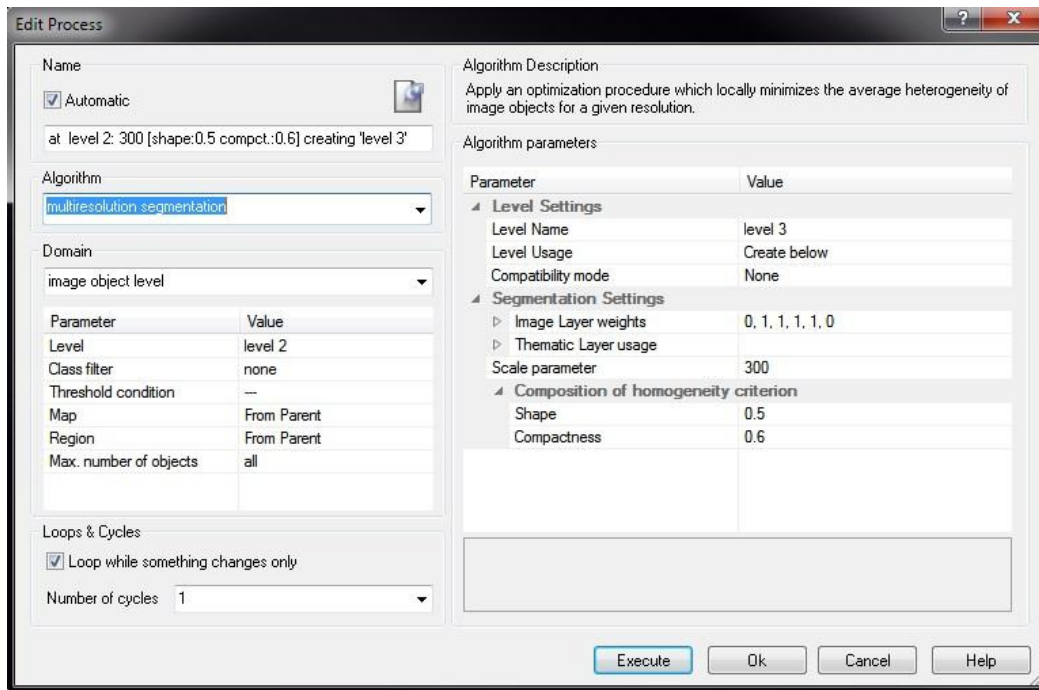
Το τρίτο επίπεδο (level 3) ακριβώς όπως και το προηγούμενο δημιουργήθηκε κάτω από το δεύτερο επίπεδο, με την ίδια λογική κρατώντας τις ίδιες παραμέτρους και μικραίνοντας την κλίμακα (300) (εικόνα 3.24).

Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι το καλύτερο που είχαμε μέχρι τώρα καθώς δίνει την απαιτούμενη λεπτομέρεια στο διαχωρισμό τόσο των καλλιεργειών όσο και των υπολοίπων τύπων βλάστησης. Επιπροσθέτως σε αυτό το επίπεδο ξεχωρίζονται με καλή ευκρίνεια τόσο οι ασφαλτοστρωμένοι δρόμοι όσο και οι χωματόδρομοι οι οποίοι όπως θα δούμε παρακάτω έχουν πολύ σημαντικό ρόλο. Επίσης πολύ σημαντικό είναι να τονίσουμε ότι υπάρχει μεγαλύτερη λεπτομέρεια στο κομμάτι που θα δούμε στη συνέχεια ότι είναι το

ρέμα. Τα αποτελέσματα της εν λόγω κατάτμησης φαίνονται στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 3.23)



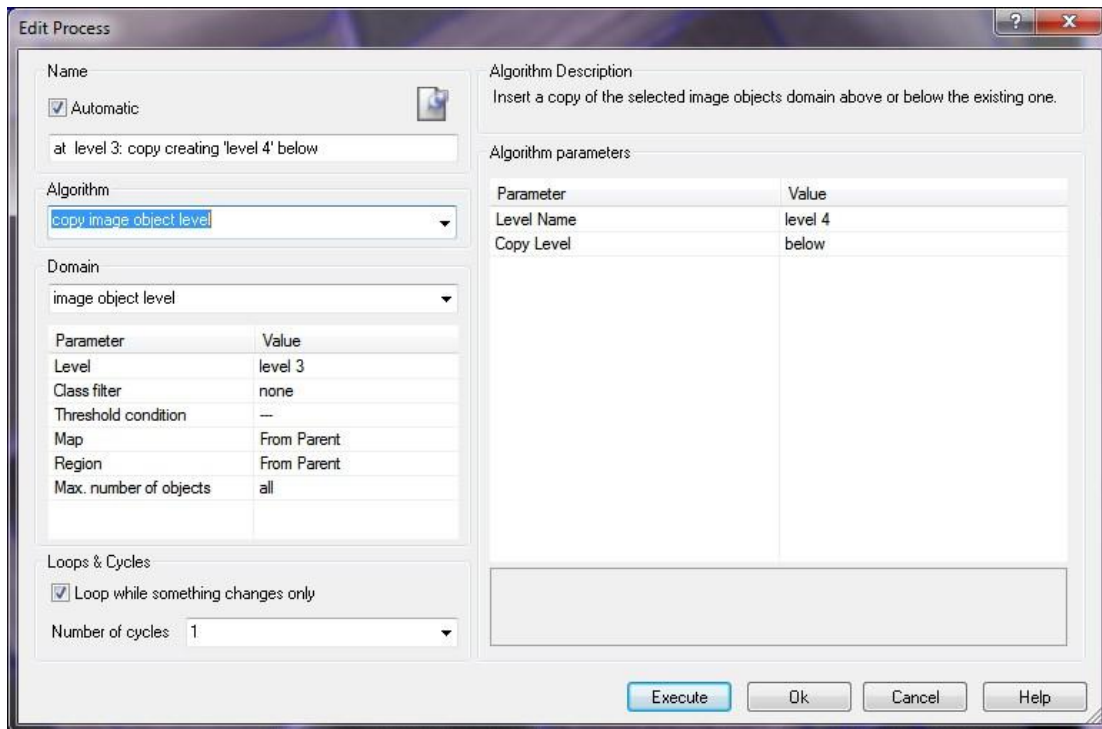
Εικόνα 3.23: Αποτελέσματα κατάτμησης 3^{ου} επιπέδου



Εικόνα 3.24: Παράμετροι κατάτμησης 3^{ου} επιπέδου

3.2.5.4 Κατάτμηση 4^{ου} επιπέδου

Το τέταρτο επίπεδο ακριβώς όπως και για την προηγούμενη περιοχή δημιουργήθηκε αντιγράφοντας το 3^ο επίπεδο. Η αναγκαιότητα της αντιγραφής του επιπέδου εξηγείται στο επόμενο κεφάλαιο, της ταξινόμησης.



Εικόνα 3.25: Copy image object από το level 3 στο level 4

3.2.6 Ταξινομήσεις

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναπτυχθεί η διαδικασία ταξινόμησης των διαφόρων επιπέδων στο λογισμικό eCognition. Η ταξινόμηση αποτελεί το τελικό στάδιο της διαδικασίας και είναι αυτό που θα μας δώσει το τελικό αποτέλεσμα. Τα επίπεδα που χρησιμοποιούνται είναι το 3^ο και το 4^ο, ουσιαστικά δύο φορές το ίδιο επίπεδο.

Στο επίπεδο 3 (level 3) παράγουμε τρεις κύριες κατηγορίες. Αυτές είναι οι: roads, stream, not stream-roads.

Στο επίπεδο 4 (level 4) παράγουμε περισσότερες κατηγορίες που αποτελούν υποκατηγορίες της not stream-roads και θα αναπτυχθούν καλύτερα στο επόμενο κεφάλαιο.

Οι λόγοι για τους οποίους επιλέξαμε να φτιάξουμε έτσι της ταξινομήσεις εξηγείται αναλυτικότερα στα παρακάτω κεφάλαια.

Σημειώνεται επίσης ότι κατά την ταξινόμηση των κατηγοριών που θα αναπτυχθούν παρακάτω δημιουργήθηκε ο δείκτης NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) ακριβώς όπως έγινε και για την προηγούμενη περιοχή.

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

Ο δείκτης βλάστησης (NDVI) είναι ένας δείκτης που υπολογίζει την ζωτικότητα αυτής. Ενδεικτικές αρνητικές τιμές είναι τα σύννεφα, το χιόνι, το νερό, οι δρόμοι και άλλες περιοχές δίχως βλάστηση, ενώ οι θετικές τιμές υποδηλώνουν βλάστηση ή ανακλαστικές επιφάνειες. Όσο υψηλότερη είναι η τιμή NDVI, τόσο πιο έντονη ή φωτοσυνθετικά ενεργή, είναι η φυτική κάλυψη.

3.2.6.1 Ταξινόμηση 3^{ου} επιπέδου

Η ταξινόμηση ξεκινάει στο 3^ο επίπεδο διότι είναι αυτό που προσφέρει το καλύτερο αποτέλεσμα από άποψη κατάτμησης. Στο τρίτο επίπεδο ουσιαστικά δημιουργούνται οι ενότητες ακριβώς όπως έγινε και με την προηγούμενη περιοχή.

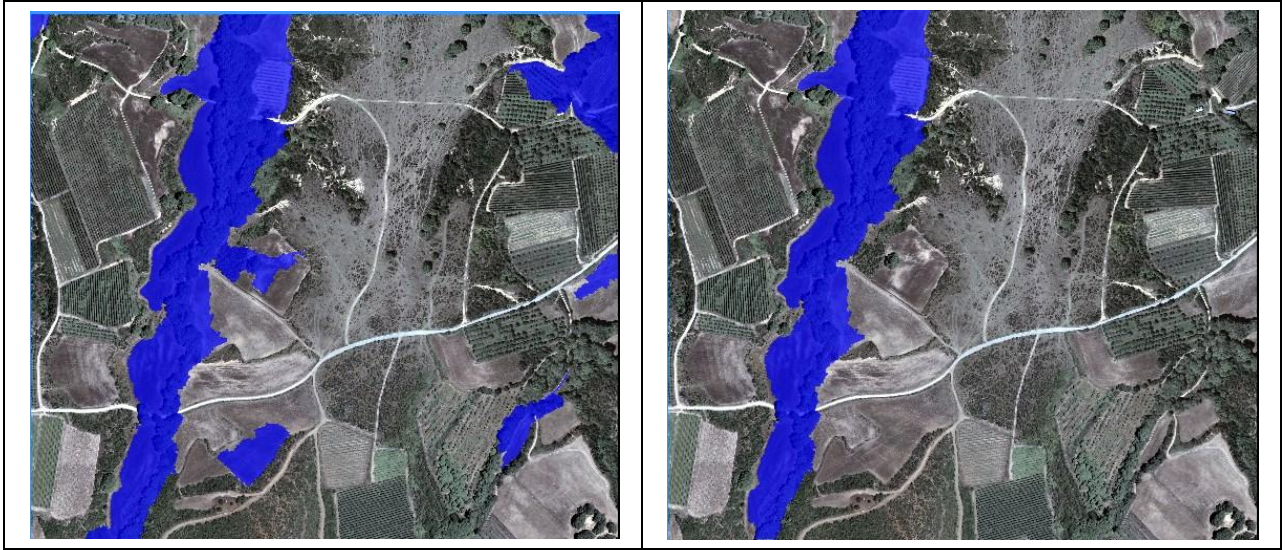
Όπως προαναφέρθηκε το επίπεδο 3 αποτελείται από τρεις κατηγορίες την `roads_L3`, `stream_L3` και την `not stream-roads`. Σε αυτό το σημείο πρέπει αναφερθεί ότι οι δρόμοι είναι ειδικές εκτάσεις. Υπενθυμίζεται ότι σύμφωνα με τους κανόνες ψηφιοποίησης ως κτηματολογική ενότητα ορίζεται σύνολο συνεχόμενων γεωτεμαχίων που περιβάλλονται από όποιο φυσικό ή τεχνητό χαρακτηριστικό (δηλ. δρόμο, ποτάμι, αρδευτικό κανάλι, κτλ.).

Για να απομονωθούν οι δρόμοι χρησιμοποιήθηκαν δύο ιδιότητές τους η πυκνότητα (`density`) και ο NDVI ακριβώς όπως και στην προηγούμενη περίπτωση.

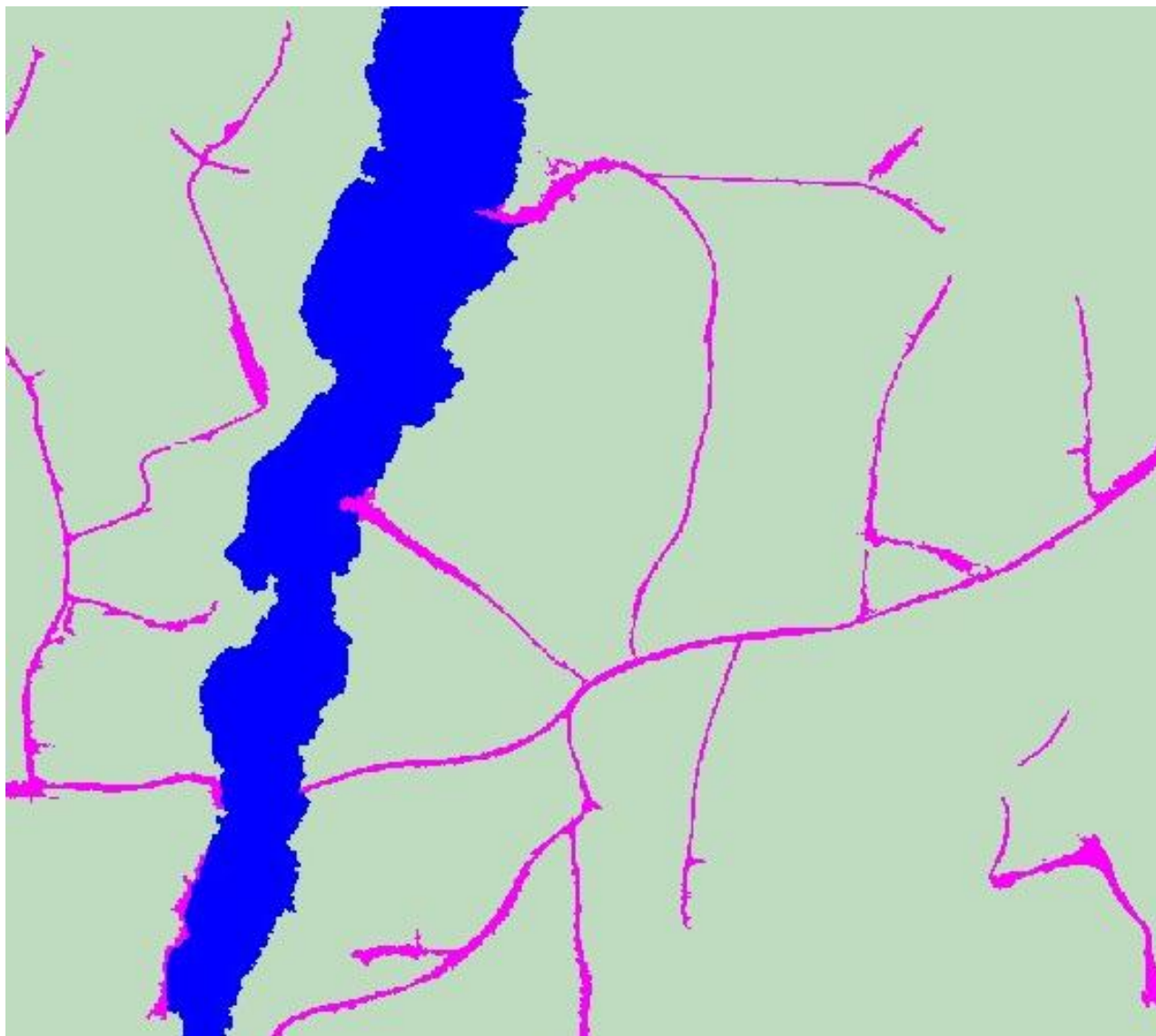
Όπως βλέπουμε παραπάνω και συγκεκριμένα στον πίνακα 3-6 και για τις δύο ιδιότητες, `Density` και `NDVI` χρησιμοποιήθηκε ασαφής συνάρτηση συμμετοχής μορφής Z. Πιο συγκεκριμένα για την ιδιότητα `density` χρησιμοποιήθηκαν τιμές 0.8 με 0.9 και για την τιμή `NDVI` χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές 0.001 με 0.1. Με τον τρόπο αυτό καταφέραμε να εξάγουμε τους δρόμους.

Στη συνέχεια προσπαθήσαμε να σχηματίσουμε το ρέμα στην κατηγορία `stream_L3`. Για τη κατηγορία αυτή χρησιμοποιήθηκε το κανάλι `RSP` (`relative slope position`) με ασαφή συνάρτηση συμμετοχής μορφής Z. Για την ιδιότητα αυτή επιλέχτηκαν οι τιμές 1.2 με 1.3. Επειδή τα αποτελέσματα δεν ήταν ακριβώς τα επιθυμητά χρησιμοποιήθηκε η συνάρτηση `relative border to stream` μορφής S με τιμές 0 με 1. με αυτό τον τρόπο εξαφανίστηκαν κάποιες περιοχές που δεν θα θέλαμε να είναι μέσα στο ρέμα. Το αποτέλεσμα φαίνεται στο παρακάτω πίνακα 3.5.

Για την γενική κατηγορία όχι ρέμα-δρόμοι (`not stream-roads`) χρησιμοποιήθηκαν οι λογικοί τελεστές `not roads_L3` και `not_stream_L3` έτσι ώστε να δημιουργηθεί αυτή η κατηγορία η οποία πρακτικά αποτελεί και τις ενότητες.



Πίνακας 3-5 : Εικόνα χωρίς τη συνάρτηση relative border to stream και εικόνα με την συνάρτηση



Εικόνα 3.26: Αποτέλεσμα ταξινόμησης 3^{ου} επιπέδου

3.2.6.2 Ταξινόμηση 4^{ου} επιπέδου

Συνεχίζοντας στο 4^ο επίπεδο ακριβώς όπως και στην προηγούμενη περίπτωση προσπαθούμε να παράγουμε ένα αποτέλεσμα με περισσότερη λεπτομέρεια η οποία έχει σκοπό να μας διασφαλίσει κατά το δυνατόν καλύτερο αποτέλεσμα στην αναγνώριση των ορίων των ιδιοκτησιών. Σε αυτό το επίπεδο λοιπόν δημιουργούνται γενικές κατηγορίες οι οποίες πιο συγκεκριμένα είναι οι παρακάτω:

roads_L4, stream_L4, plowed field, sparse vegetation, other vegetation και crops η οποία χωρίζεται στις υποκατηγορίες: crop 1, crop 2 και crop 3.

Η κατηγοριοποίηση αυτή ακολουθεί τη λογική της προηγούμενης περίπτωσης και είναι αρκετά γενική διότι δεν μας ενδιαφέρει άμεσα το είδος της καλλιέργειας, διότι ο στόχος είναι να εντοπιστούν οι ιδιοκτησίες και όχι το ακριβές είδος της καλλιέργειας. Στο επίπεδο αυτό πρακτικά χωρίζουμε σε υποκατηγορίες την κατηγορία not stream-roads του προηγούμενου επιπέδου.

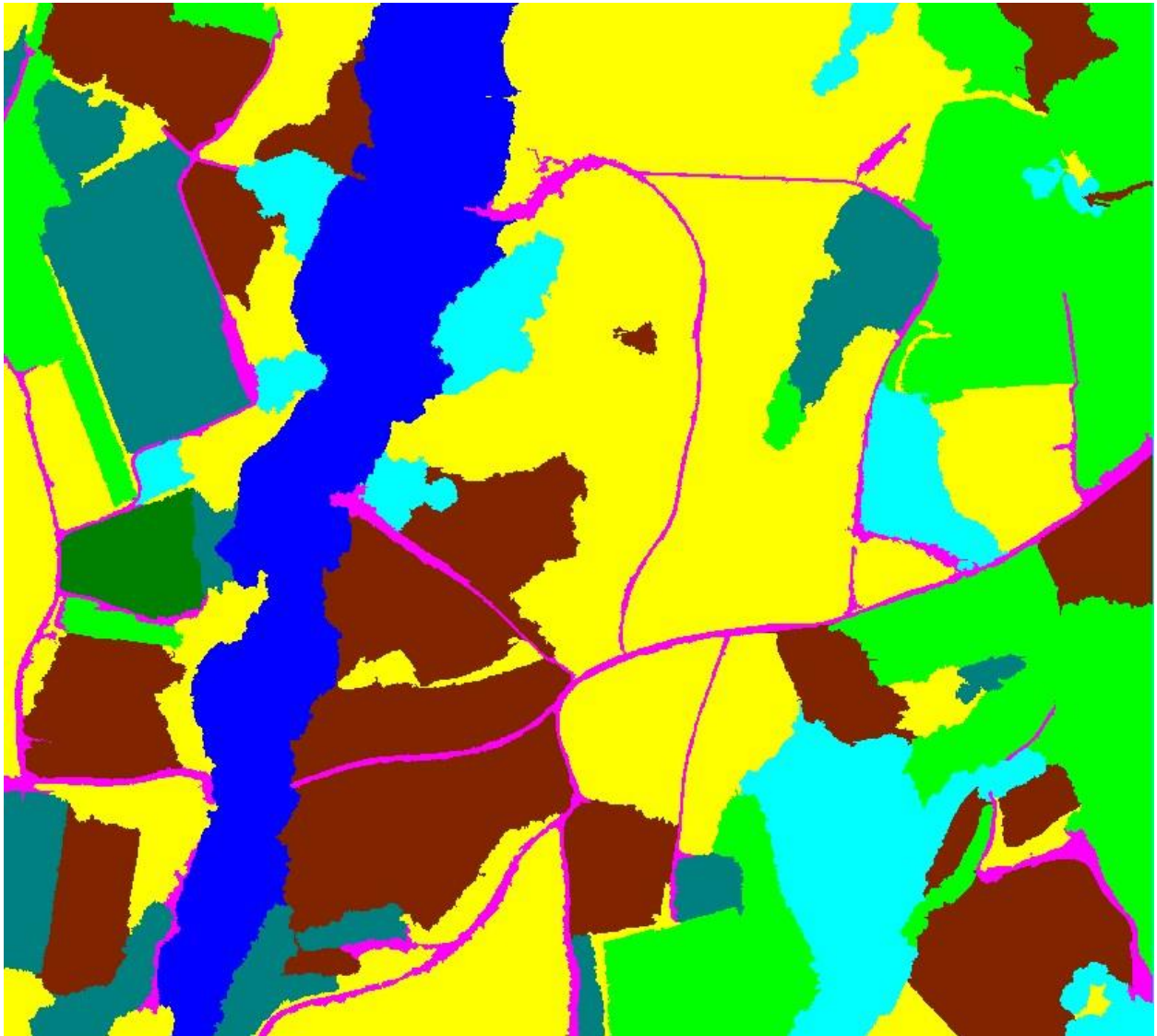
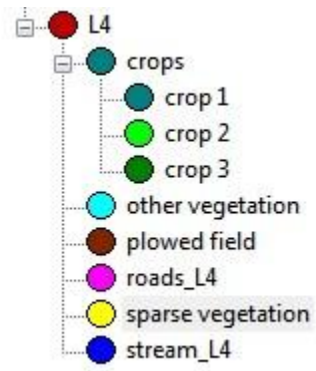
Έτσι η κατηγορία roads_L4 και η κατηγορίας stream_L4 ταξινομήθηκαν βάση της κατηγορίας roads_L3 και της κατηγορίας stream_L4 αντίστοιχα (Existence of super objects roads_L3, Existence of super objects stream_L4). Η συγκεκριμένη εικόνα εμφανίζει έντονη ανομοιομορφία ειδικά σε σχέση με την προηγούμενη. Αυτός είναι και ο λόγος που εισήχθησαν οι νέες κατηγορίες στην ταξινόμηση. Οι ταξινομήσεις των υπόλοιπων κατηγοριών αυτών έγιναν βάσει των συναρτήσεων συμμετοχής S και Z τόσο για τον NDVI όσο και του standard deviation στο 4^ο επίπεδο (NIR) ακριβώς όπως και στη προηγούμενη περίπτωση. Πρώτα ταξινομήθηκε η κατηγορία plowed field όπου χρησιμοποιήθηκε ο NDVI με συνάρτηση συμμετοχής μορφής Z και όρια μεταξύ -0.02 και -0.01. Επιπροσθέτως χρησιμοποιήθηκαν οι λογικοί τελεστές not roads_L4 και not stream_L4. Η κατηγορία crops είναι γενική κατηγορία και περιέχει δύο λογικούς τελεστές τους not roads_L4 και not stream_L4. Στη συνέχεια ταξινομήθηκε η κατηγορία sparse vegetation για την οποία χρησιμοποιήθηκε πάλι ο NDVI με συνάρτηση συμμετοχής μορφής Z και όρια μεταξύ 0.08 και 0.09. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν οι λογικοί τελεστές roads_L4, not stream_L4 και not plowed field.

Για την γενική κατηγορία crops χρησιμοποιήθηκαν μόνο οι λογικοί τελεστές not roads_L4 και not stream_L4 οι οποίοι κληρονομούνται και στις υπόλοιπες κατηγορίες. Στην κατηγορία













crop 1 χρησιμοποιήθηκε ο NDVI με συνάρτηση συμμετοχής μορφής S και όρια 0.09 με 0.1 και ο standard deviation στο NIR με συνάρτηση μορφής Z και όρια 26 με 28. Στη συνέχεια ταξινομήθηκε η κατηγορία crop 2 η οποία ορίστηκε να έχει NDVI μορφής S και τιμές 0.12 με 0.13 και standard deviation στο NIR μορφής Z με τιμές 35 με 36. Στη τρίτη κατά σειρά καλλιέργεια (crop 3) χρησιμοποιήθηκε ο NDVI με συνάρτηση συμμετοχής S και τιμές 0.19 με 0.2 και ο standard deviation στο NIR με συνάρτηση συμμετοχής S και τιμές 41 με 42. Τέλος ταξινομήθηκε η κατηγορία other vegetation στην οποία εισήχθησαν όλα τα μη ταξινομημένα αντικείμενα. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε ο NDVI με συνάρτηση συμμετοχής S και τιμές 0.08 με 0.12 και τους λογικούς τελεστές not crops, not sparse vegetation, not plowed field, not roads_L4 not και stream_L4.




Το αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής φαίνεται στη εικόνα 3.27 που ακολουθεί. Παρατηρώντας το αποτέλεσμα βλέπουμε ότι σε λίγες περιπτώσεις ταξινομούνται στις καλλιέργειες και αντικείμενα που δεν θα έπρεπε. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα αντικείμενα αυτά έχουν ίδιες τιμές στα χαρακτηριστικά που χρησιμοποιήθηκαν. Το πρόβλημα αυτό όμως δεν επηρεάζει αρνητικά διότι το ζητούμενο της εργασίας είναι να οριοθετηθούν οι ιδιοκτησίες και όχι απαραίτητα το είδος τους.

Στη συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας 3-2 ο οποίος εμπεριέχει τους κανόνες ταξινόμησης της κάθε κατηγορίας.



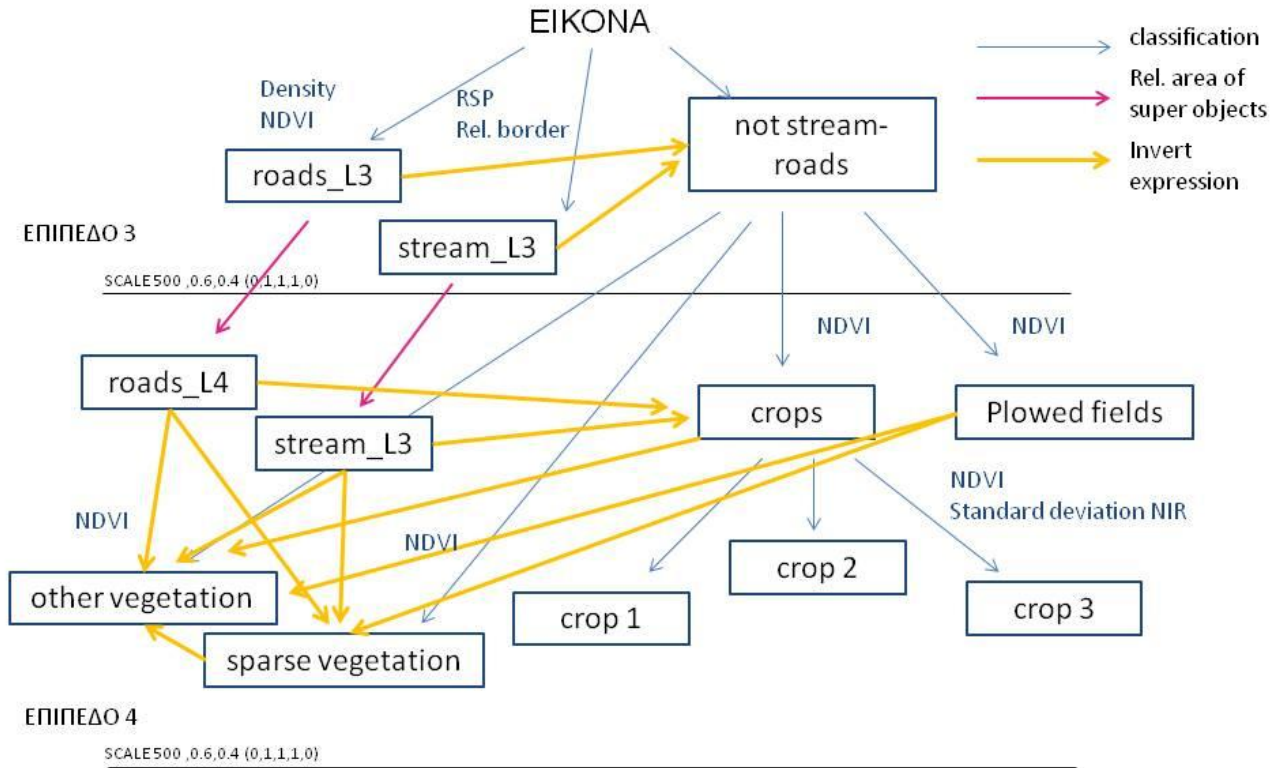
Εικόνα 3.27: Αποτέλεσμα ταξινόμησης 4^{ου} επιπέδου

ΕΠΙΠΕΔΟ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ		ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ	ΑΡΙΣΤΕΡΟ ΟΡΙΟ	ΔΕΞΙ ΟΡΙΟ
3	roads_L3	and	density		0.8	0.9
			ndvi		0.001	0.1
	stream_L3	and	mean RSP		1.2	1.3
			relative border to stream_L3		0.2	0.8
	not roads_L3		not roads_L3 not stream_L3			
4	crops		not roads_L4 not stream_L4			
	crop 1	and	ndvi		0.09	0.1
			standard deviation NIR		26	28
	crop 2	and	ndvi		0.12	0.13
			standard deviation NIR		35	36
	crop 3	and	ndvi		0.19	0.2
			standard deviation NIR		41	42
	plowed field	and	ndvi		-0.02	-0.01
			not roads_L4 not stream_L4			
	sparse vegetation	and	ndvi		0.08	0.09
			not roads_L4 not stream_L4 not plowed field			

	other vegetation	and	ndvi		0.08	0.12
			not roads_L4 not stream_L4 not sparse vegetation not crops not plowed field			
4	stream_L4		existence of super objects stream_L3		0	1
	roads_L4		existence of super objects stream_L3		0	1

Πίνακας 3-6 : Κανόνες ταξινόμησης κατηγοριών ανά επίπεδο

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ



34

Διάγραμμα 3-2: Διάγραμμα ροής για την ταξινόμηση της 2ης περιοχής

3.3 3^η Περιοχή Μελέτης (Αστική)

Η τρίτη περιοχή μελέτης είναι η Βάρη που βρίσκεται στον δήμο Βάρης- Βούλας - Βουλιαγμένης στον νομό Αττικής. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, η φωτοερμηνεία της περιοχής, και τέλος οι κατατμήσεις και οι ταξινομήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο περιβάλλον του eCognition.

3.3.1 Γενικά στοιχεία περιοχής

Η Βάρη (Δημοτική Κοινότητα Βάρης - Δημοτική Ενότητα ΒΑΡΗΣ), ανήκει στον δήμο ΒΑΡΗΣ - ΒΟΥΛΑΣ - ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ της Περιφερειακής Ενότητας ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ που βρίσκεται στην Περιφέρεια Αττικής, σύμφωνα με τη διοικητική διαίρεση της Ελλάδας όπως διαμορφώθηκε με το πρόγραμμα “Καλλικράτης”.

Η επίσημη ονομασία είναι “η Βάρη”. Έδρα του δήμου είναι η Βούλα και ανήκει στο γεωγραφικό διαμέρισμα Στερεάς Ελλάδας.

Κατά τη διοικητική διαίρεση της Ελλάδας με το σχέδιο “Καποδίστριας”, μέχρι το 2010, η Βάρη ανήκε στο Τοπικό Διαμέρισμα Βάρης, του πρώην Δήμου ΒΑΡΗΣ του Νομού ΑΤΤΙΚΗΣ.

Η Βάρη έχει υψόμετρο 23 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας, σε γεωγραφικό πλάτος 37,8304430951 και γεωγραφικό μήκος 23,8029262204 και η συνολική του έκταση ανέρχεται στα 18,35km². (πηγή: <https://buk.gr>)

Η περιοχή μελέτης έχει το τοπωνύμιο Κόρμπι και αποτελεί 57546 τμ και χαρακτηρίζεται από όχι ιδιαίτερα έντονη αστικοποίηση.



Εικόνα 3.28: 3^η Περιοχή Μελέτης

(Πηγή: Google maps)

3.3.2 Χρησιμοποιηθέντα δεδομένα

Για την περιοχή της Βάρης χρησιμοποιήθηκε εικόνα VLSO όπως και τα DEM και DSM της περιοχής.

A. Η εικόνα (VLSO) που χρησιμοποιήθηκε είναι έγχρωμη (true color) ψηφιακή ορθοφωτογραφία, χωρικής ανάλυσης 20 cm (Very Large Scale Orthophotos- VLSO) με πλήρη ορθοαναγωγή των χαρακτηριστικών της πρωτογενούς εικόνας (fully rectified images) συμπεριλαμβανομένων, εκτός του εδάφους, όλων των τεχνικών κατασκευών (κτίρια, γέφυρες, τεχνικά έργα, κλπ).

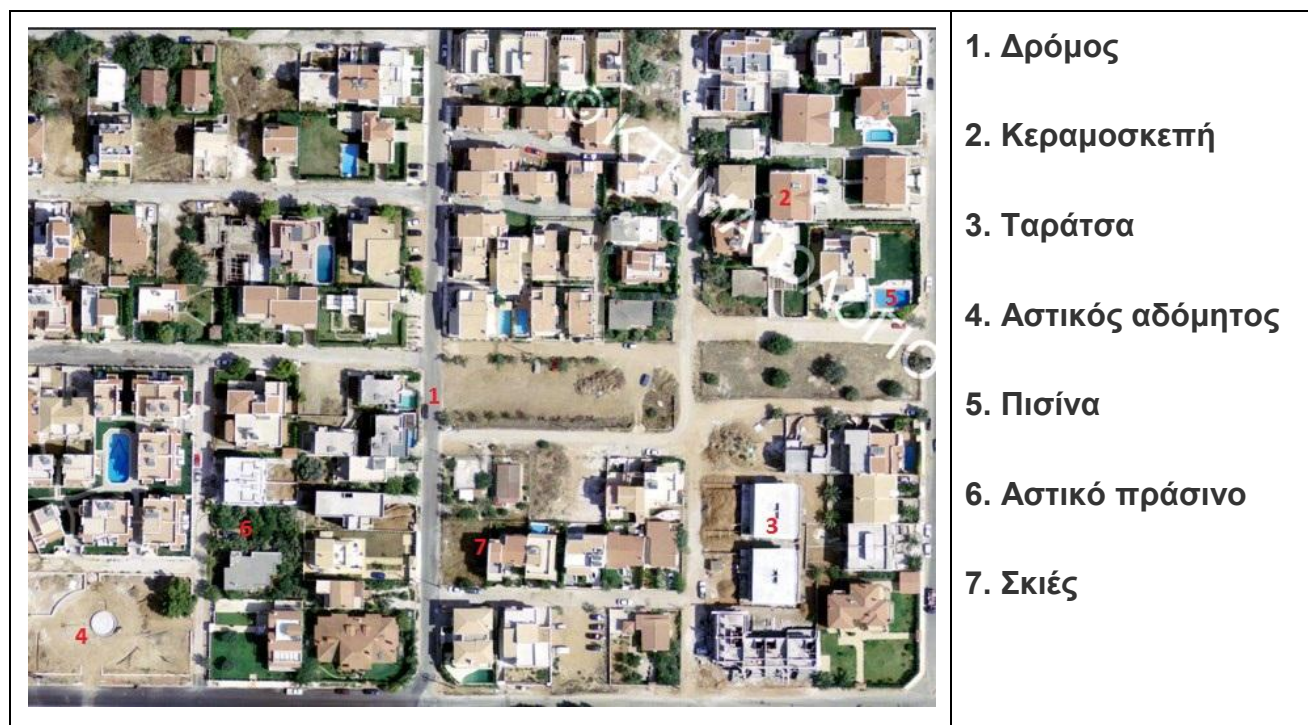
Β. Το DEM που αντιστοιχεί στην περιοχή

Γ. Το DSM που αντιστοιχεί στη περιοχή.

Τα χαρακτηριστικά των παραπάνω στοιχείων περιγράφονται αναλυτικά στην παράγραφο 2.1.2.

3.3.3 Φωτοερμηνεία

Η εικόνα που χρησιμοποιήθηκε για την αστική περιοχή της Βάρης ανήκει στην κατηγορία VLSO, πολύ υψηλής ανάλυσης εικόνα. Έτσι και σε αυτή την περίπτωση η διαδικασία της φωτοερμηνείας είναι μια σχετικά εύκολη διαδικασία. Παρατηρώντας την εικόνα βλέπουμε ότι ο αστικός ιστός δεν είναι ιδιαίτερα πυκνός. Η δόμηση μπορεί να χωριστεί σε δύο κατηγορίες: κεραμοσκεπές και τaráτσες. Επίσης βλέπουμε ότι ένα μέρος της εικόνας παραμένει αδόμητο. Επιπροσθέτως παρατηρείται ότι αρκετές κατοικίες περιλαμβάνουν και κολυμβητικές δεξαμενές αλλά και αυλικό χώρο που καλύπτεται από πράσινο. Τέλος υπάρχουν οι δρόμοι οι οποίοι και σε αυτή την περίπτωση οι οποίοι κατηγοριοποιούνται σε ασφαλτοστρωμένους δρόμους και χωματόδρομους. Γενικά η αναγνώριση των παραπάνω κατηγοριών γίνεται πολύ εύκολα με το φυσικό τους χρώμα σε σύνθετο RGB 1-2-3.



1. Δρόμος
2. Κεραμοσκεπή
3. Ταράτσα
4. Αστικός αδόμητος
5. Πισίνα
6. Αστικό πράσινο
7. Σκιές

Πίνακας 3-7: Φωτοερμηνεία περιοχής Βάρης

3.3.4 Προεπεξεργασία δεδομένων

Για την περιοχή της Βάρης χρησιμοποιήθηκαν διάφορα δεδομένα όπως αυτά περιγράφονται στο κεφάλαιο 3.3.2. Για την καλύτερη δυνατή εκμετάλλευσή τους χρειάστηκε η προεπεξεργασία τους. Έτσι επεξεργαστήκαμε τόσο την αρχική εικόνα όσο και τα DEM και DSM που αντιστοιχούν στην περιοχή. Από την επεξεργασία των δεδομένων προέκυψαν τα τελικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στο περιβάλλον του eCognition.

3.3.4.1 Προεπεξεργασία Εικόνας

Αρχικά διαπιστώθηκε ότι η εικόνα που χρησιμοποιούμε λόγω της υψηλής ανάλυσης της δεν δίνει αρκετά καλά αποτελέσματα στη διαδικασία της κατάτμησης η οποία όπως έχει

προαναφερθεί είναι μείζονος σημασίας για τον σκοπό της εργασίας. Για τον λόγο αυτό πραγματοποιήθηκαν ενέργειες έτσι ώστε να μειωθεί η ανάλυση της εικόνας. Οι αλλαγές αυτές πραγματοποιήθηκαν στο περιβάλλον SAGA του Qgis.

Πρώτα μειώθηκε η ανάλυση της αρχικής εικόνας στο μισό. Μετά εφαρμόστηκαν φίλτρα εξομάλυνσης Gauss 5x5 και median 3x3. Στον πίνακα 3-7 βλέπουμε τα αποτελέσματα αυτών των διαδικασιών.

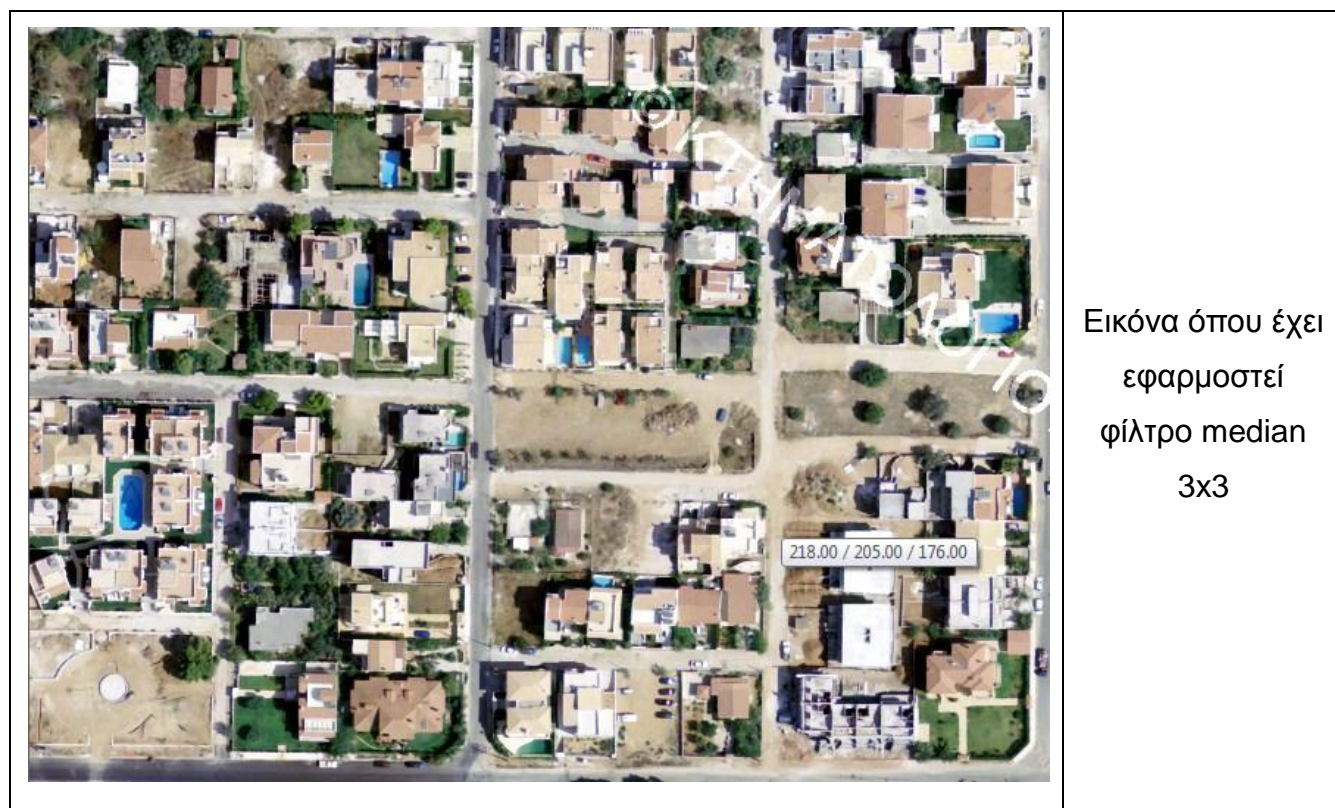




Εικόνα όπου έχει
εφαρμοστεί
Resampling,
Ανάλυση
658x518



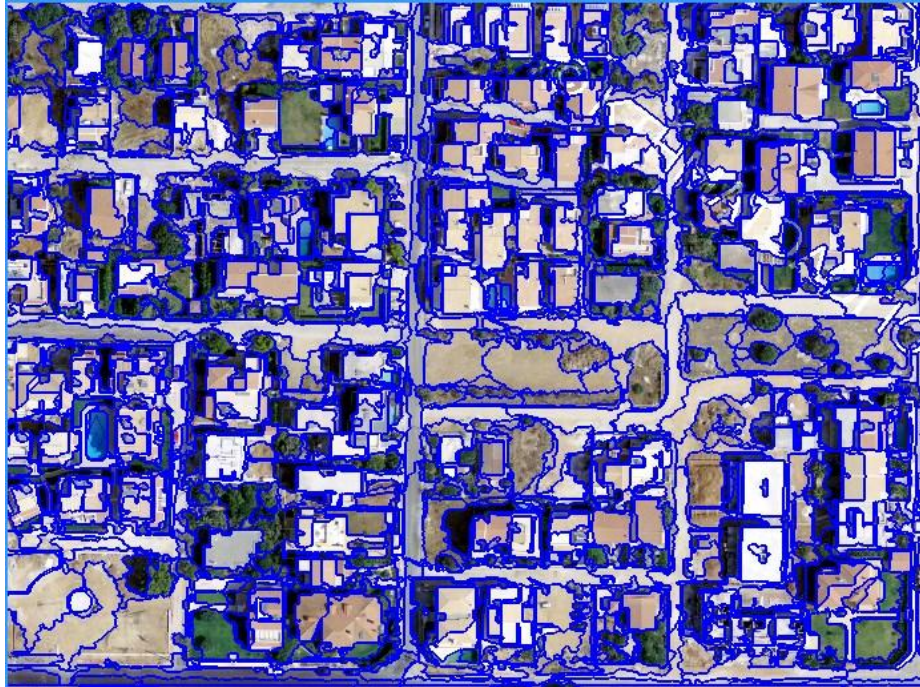
Εικόνα όπου έχει
εφαρμοστεί
φίλτρο Gauss
5x5



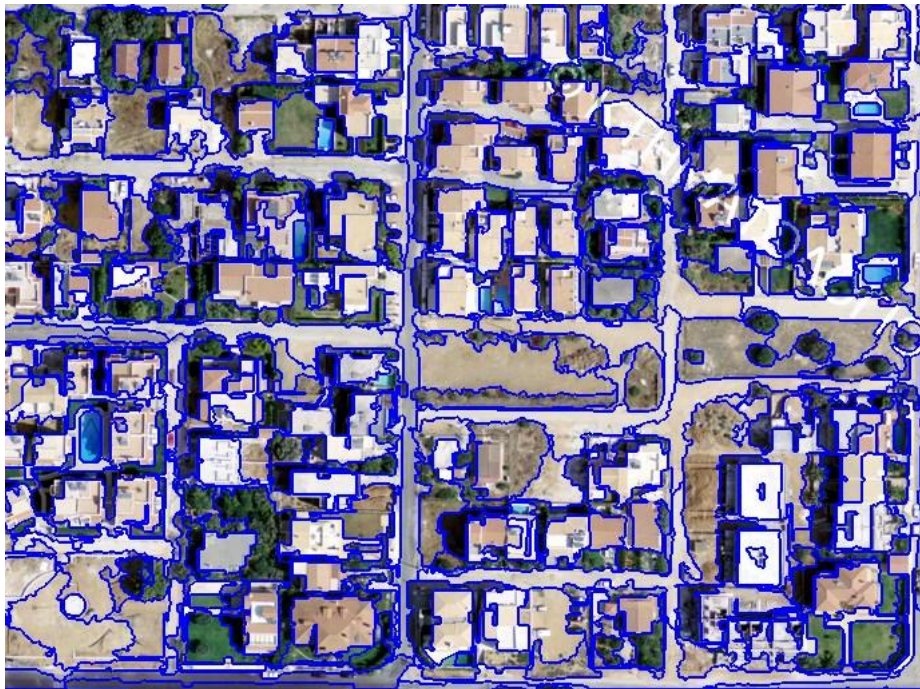
Πίνακας 3-8: Αποτελέσματα επεξεργασίας αρχικής εικόνας

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα βλέπουμε πως δεν υπάρχουν οπτικά μεγάλες διαφορές. Παρατηρείται ένα γενικό θόλωμα έτσι ώστε να μην έχουμε την ανάλυση της αρχικής εικόνας που είναι και το ζητούμενο της διαδικασίας. Κατά τη διαδικασία της κατάτμησης οι τρεις παραγόμενες εικόνες έδωσαν παραπλήσιο αποτέλεσμα. Η τελική εικόνα που επιλέχθηκε είναι αυτή που παράχθηκε με την μισή ανάλυση της αρχικής. Στον πίνακα 3-8 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της διαδικασίας.

Βλέποντας το αποτέλεσμα της κατάτμησης παρατηρούμε ότι στην δεύτερη εικόνα σε σχέση με την αρχική τα αντικείμενα έχουν λιγότερη λεπτομέρεια και είναι μεγαλύτερα. Εν ολίγης έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα. Σημειώνεται ότι και στις δύο εικόνες χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες παράμετροι.



Κατάτμηση αρχικής
εικόνας



Κατάτμηση εικόνας
με τη μισή ανάλυση

Πίνακας 3-9: Αποτελέσματα κατάτμησης αρχικής και τελικής εικόνας

3.3.4.2 Προεπεξεργασία DEM και DSM

Όπως και για την προηγούμενη περιοχή έτσι και σε αυτή θα προηγηθεί η επεξεργασία των DEM και DSM. Σκοπός της επεξεργασίας αυτής είναι να διευκολυνθεί η διαδικασία της ταξινόμησης.

Το DEM (digital elevation model) αποτελεί ψηφιακό υψομετρικό μοντέλο της περιοχής που μας ενδιαφέρει ενώ το DSM (digital surface model) αποτελεί το ψηφιακό μοντέλο επιφάνειας.

Ένα ψηφιακό μοντέλο εδάφους περιέχει τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά και τις ανωμαλίες του εδάφους. Το ψηφιακό μοντέλο επιφάνειας απεικονίζει όλα τα φυσικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του εδάφους όπως κτήρια και βλάστηση. Εφόσον έχουμε περιοχή με αστική ανάπτυξη καταλαβαίνει κανείς εύκολα ότι η σημασία του DSM είναι κρίσιμη διότι με πολύ εύκολο τρόπο μπορούν να διαχωριστούν οι κατοικίες από τις υπόλοιπες κατηγορίες.

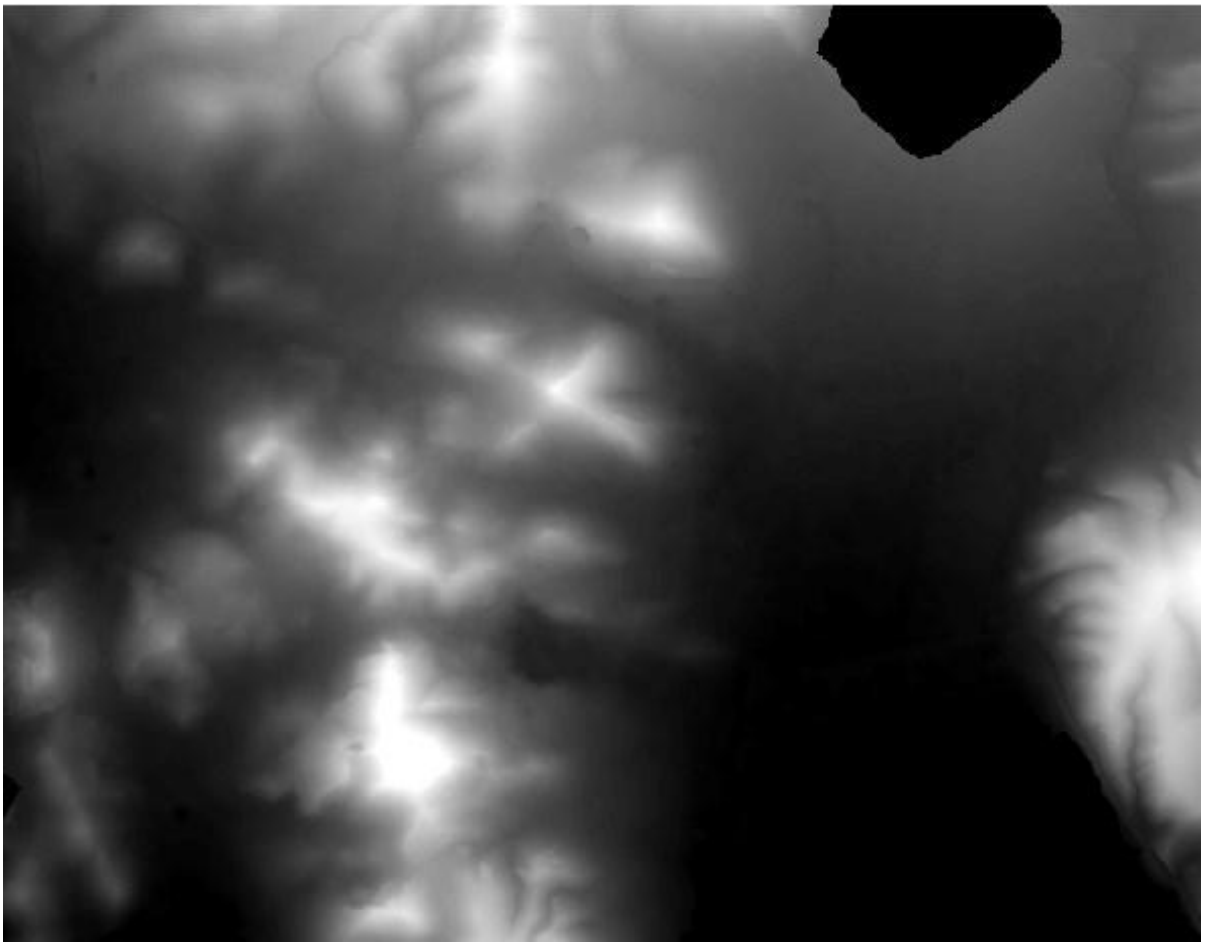
Από τους δύο παραπάνω ορισμούς καταλαβαίνει κανείς ότι αν πραγματοποιηθεί αφαίρεση θα προκύψει ένα αποτέλεσμα που θα περιλαμβάνει μόνο τα στοιχεία της επιφάνειας του εδάφους. Αυτό ακριβώς πραγματοποιήθηκε σε αυτό το βήμα.

Στις εικόνες που ακολουθούν 3.30 και 3.31 βλέπουμε το αρχικό DEM και DSM αντίστοιχα. Το τελικό αποτέλεσμα της αφαίρεσης απεικονίζεται στην εικόνα 3.31. Σημειώνεται ότι το τελικό αποτέλεσμα αντιστοιχεί στην περιοχή της εικόνας την οποία και δουλέψαμε. Σαν αποτέλεσμα μοιάζει με αυτό του DSM ως προς την απεικόνιση όχι όμως και ως προς τις τιμές.

Τα τελικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν είναι η εικόνα με τη μειωμένη ανάλυση και το παραγόμενο αποτέλεσμα της παραπάνω αφαίρεσης το οποίο χάριν συντομίας ονομάστηκε και αυτό DSM όπως φαίνεται στην εικόνα.

Image Layer	R	G	B
RED	○	■	■
GREEN	■	○	■
BLUE	■	■	○
DSM	■	■	■

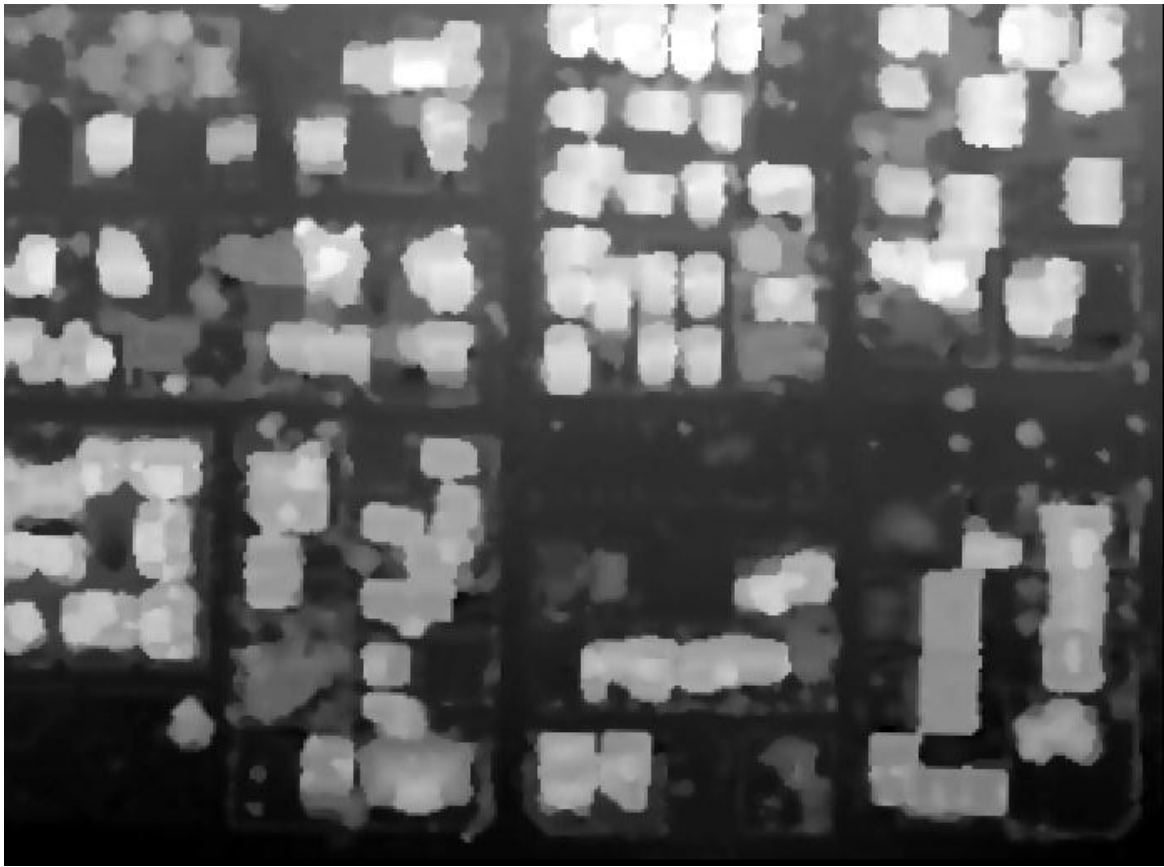
Εικόνα 3.29: Τα τελικά Layers που χρησιμοποιήθηκαν



Εικόνα 3.30 : Το DEM που αντιστοιχεί στην περιοχή



Εικόνα 3.31: Το DSM που αντιστοιχεί στην περιοχή



Εικόνα 3.32 : Το τελικό αποτέλεσμα τις αφαιρέσης

3.3.5 Κατατμήσεις

Η Βάρη αποτελεί όπως προαναφέρθηκε μια αστική περιοχή η οποία χαρακτηρίζεται αραιή δόμηση. Το γεγονός αυτό καθιστά πολύ δύσκολη τη διαδικασία της αυτόματης οριοθέτησης των ιδιοκτησιών. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι μια ιδιοκτησία μπορεί να περιλαμβάνει κτήρια, αστικό πράσινο και αστικό αδόμητο χώρο. όποτε καταλαβαίνει κανείς ότι είναι μια δύσκολη διαδικασία.

Στο κεφάλαιο λοιπόν αυτό γίνεται παρουσίαση των κατατμήσεων που πραγματοποιήθηκαν έτσι ώστε να έχουμε ένα καλύτερο αποτέλεσμα . Ξεκινώντας δημιουργήσαμε ένα επίπεδο με σχετικά μεγάλα αντικείμενα ακριβώς όπως και στις προηγούμενες περιοχές και στη συνέχεια λόγω του φτωχού αποτελέσματος στο οποίο καταλήξαμε κατά τη διάρκεια της ταξινόμησης επιλέξαμε μια πιο λεπτομερή κατάτμηση. Παρακάτω θα δούμε λεπτομερώς τα αποτελέσματα

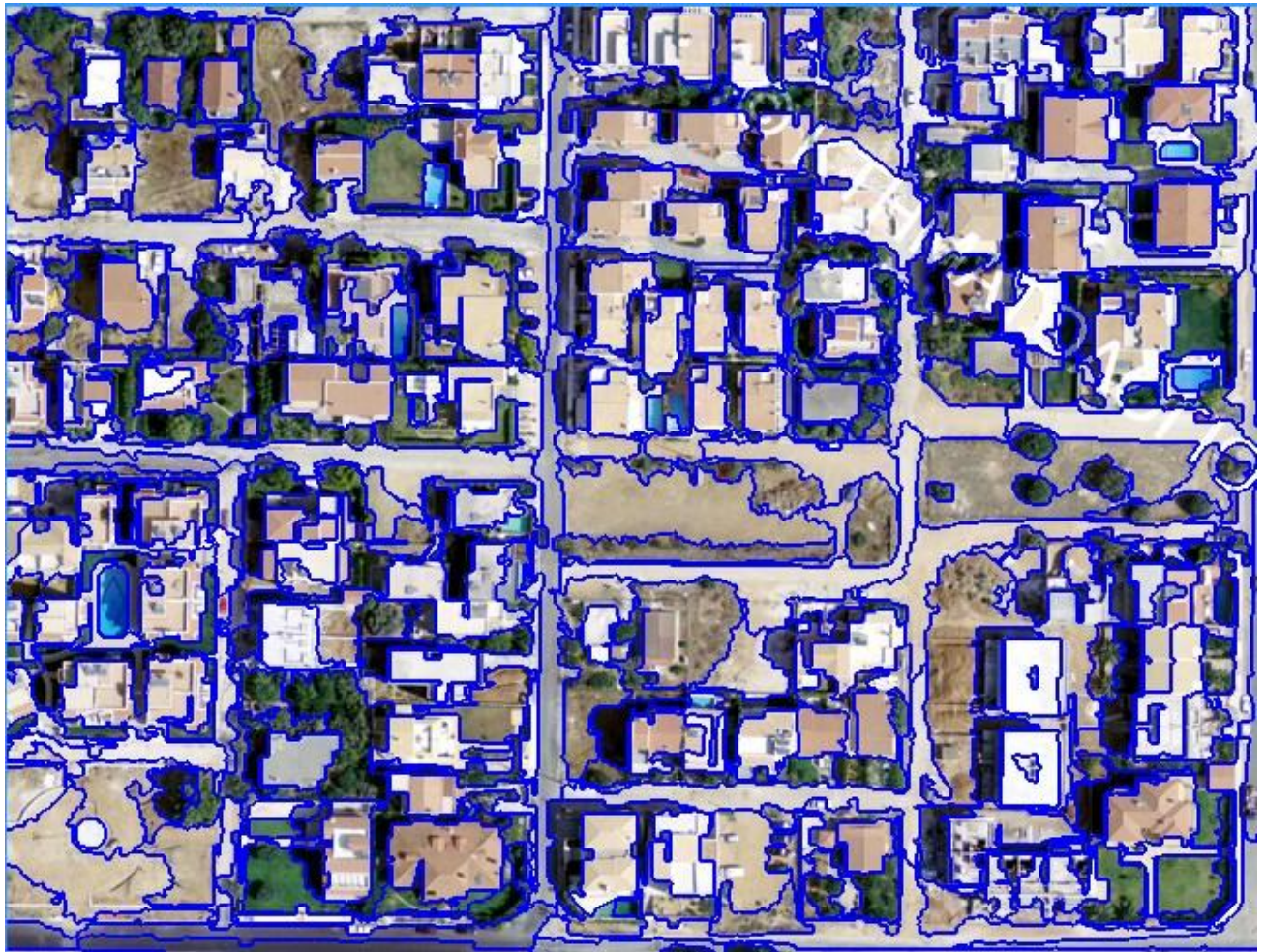
των κατατμήσεων.

3.3.5.1 Κατάτμηση 1^{ου} επιπέδου

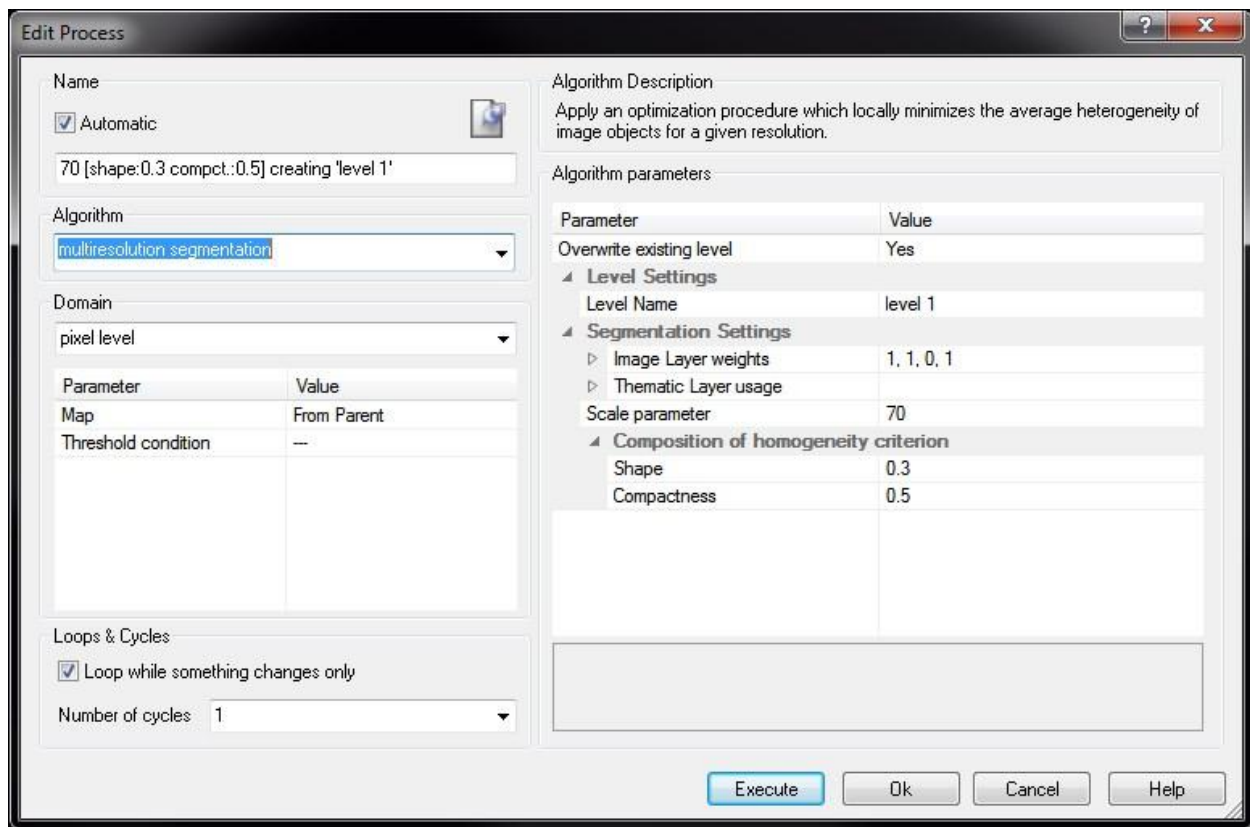
Σε αυτή την ενότητα θα γίνει αναφορά στις παραμέτρους που χρησιμοποιήθηκαν για την κατάτμηση του πρώτου επιπέδου. Οι παράμετροι όπως και στις προηγούμενες περιοχές επιλέχτηκαν μετά από μια σειρά δοκιμών. Έτσι οι παράμετροι στις οποίες καταλήξαμε είναι οι εξής:

70 για την κλίμακα, 0.3 για το σχήμα, 0.5 για το συμπαγές του σχήματος. Επίσης δόθηκε βάρος 1 στα κανάλια RED, GREEN, DSM και βάρος 0 στο κανάλι BLUE διότι είχε πολύ θόρυβο.

Το αποτέλεσμα της κατάτμησης φαίνεται στην εικόνα 3.33. Αρχικά θεωρήσαμε ότι στο επίπεδο αυτό υπάρχει η λεπτομέρεια που χρειαζόμαστε ώστε να διαχωριστούν οι ιδιοκτησίες. Ωστόσο η κατάτμηση εξ αρχής φαίνεται προβληματική και αδύναμη.



Εικόνα 3.33: Αποτελέσματα κατάτμησης 1^{ου} επιπέδου



Εικόνα 3.34: Παράμετροι κατάτμησης 1^{ου} επιπέδου

3.3.5.2 Κατάτμηση 2^{ου} επιπέδου

Το δεύτερο επίπεδο ακριβώς όπως και για την προηγούμενη περιοχή δημιουργήθηκε αντιγράφοντας το 1^ο επίπεδο. Σκοπός ήταν να δημιουργηθεί ένα επίπεδο που θα περιέχει τις ιδιοκτησίες και το επίπεδο κάτω από αυτό να περιέχει τις ειδικές εκτάσεις και τις ενότητες. Τα αποτελέσματα της διαδικασίας αυτής φαίνονται καλύτερα στο κεφάλαιο της ταξινόμησης καθώς και ο λόγος για τον οποίο τελικά απορρίφθηκε.

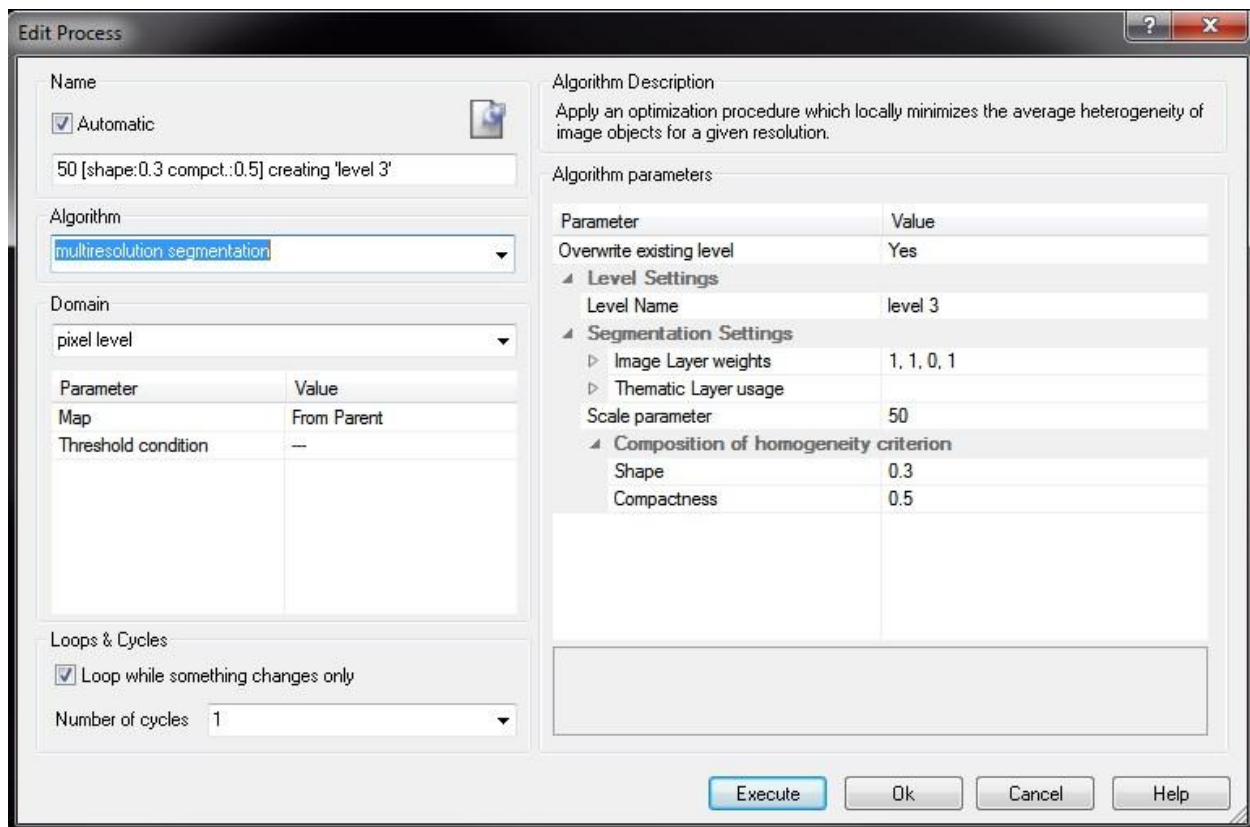
3.3.5.3 Κατάτμηση 3^{ου} επιπέδου

Λόγω της αποτυχίας της προηγούμενης κατάτμησης προχωρήσαμε στην δημιουργία νέων επιπέδων μέχρι να φτάσουμε σε ένα επίπεδο που θα μας φέρει καλύτερο αποτέλεσμα.

Έτσι ξεκινήσαμε από το τρίτο επίπεδο στο ίδιο Project αυτή τη φορά με ίδιες παραμέτρους 0.3 για το σχήμα, 0.5 για το συμπαγές του σχήματος αλλά διαλέξαμε κλίμακα 50. Όπως και προηγουμένως δόθηκε βάρος 1 στα κανάλια RED, GREEN, DSM και βάρος 0 στο κανάλι BLUE διότι είχε πολύ θόρυβο. Στην εικόνα 3.35 μπορεί κανείς να δει το αποτέλεσμα της κατάτμησης.



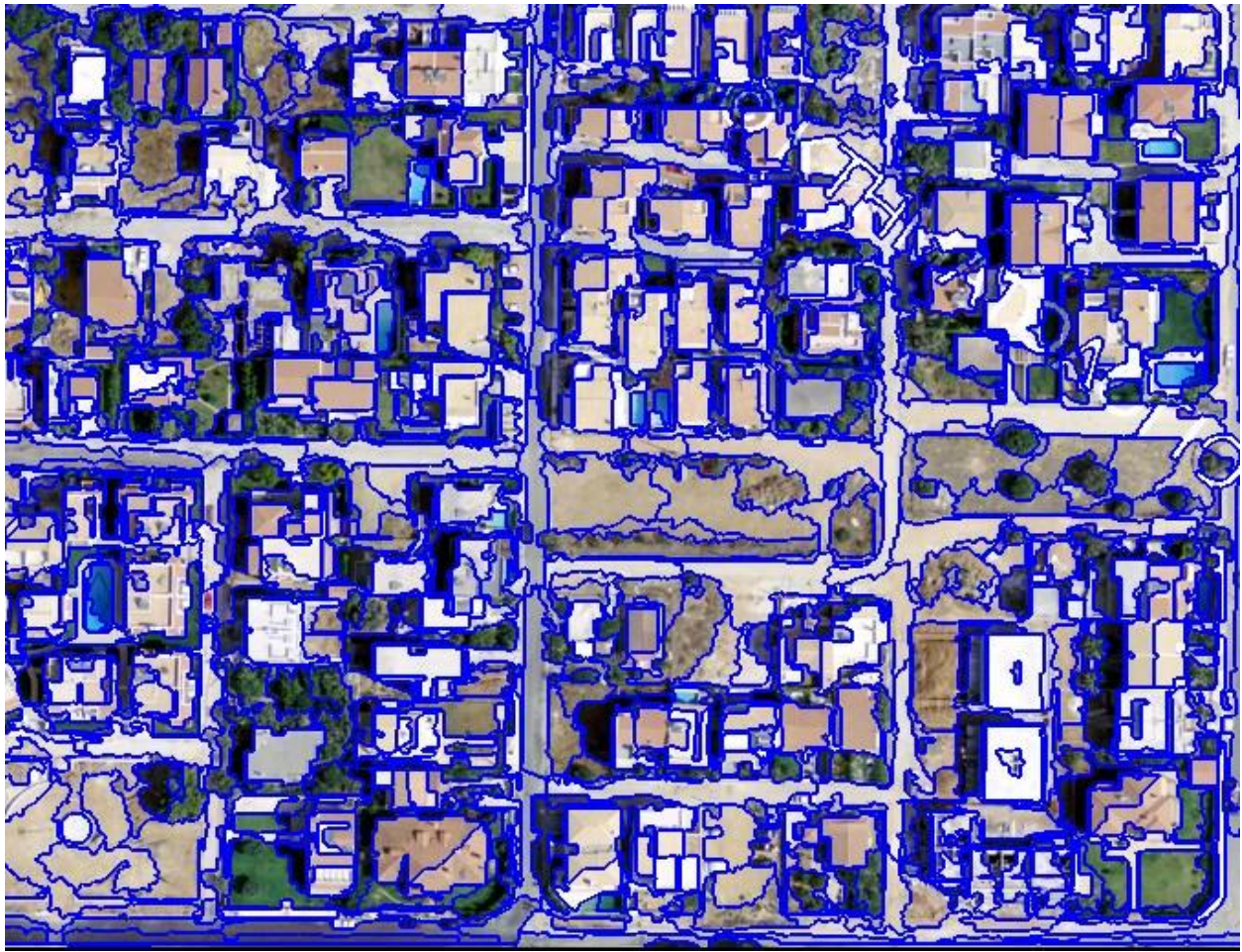
Εικόνα 3.35: Αποτελέσματα κατάτμησης 3^{ου} επιπέδου



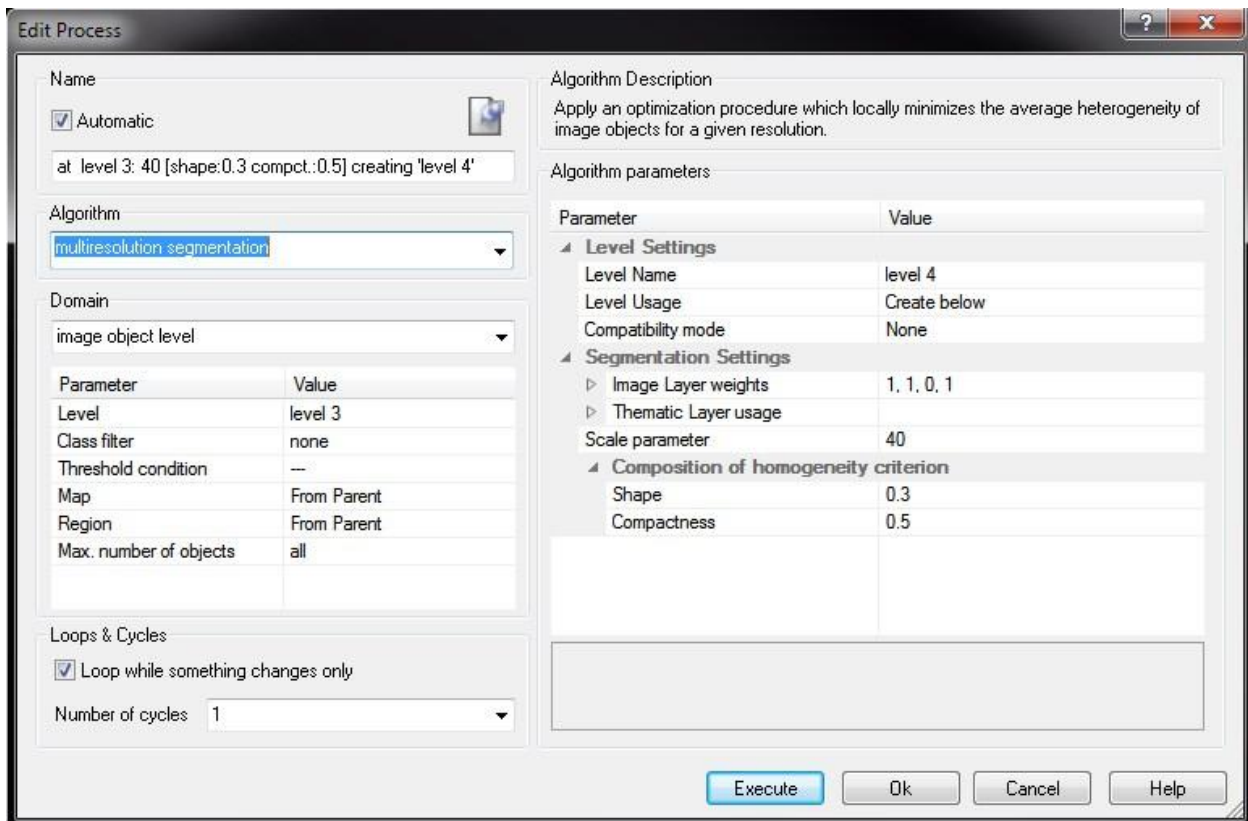
Εικόνα 3.36: Παράμετροι κατάτμησης 3^{ου} επιπέδου

3.3.5.4 Κατάτμηση 4^{ου} επιπέδου

Συνεχίζουμε με την κατάτμηση του τέταρτου επιπέδου. Χρησιμοποιήθηκαν ακριβώς οι ίδιες παράμετροι με διαφορά την κλίμακα η οποία είναι 40. Γενικά θέλουμε να καταλήξουμε σε μια πιο λεπτομερή κατάτμηση και για τον λόγο αυτό θα ακολουθήσει και άλλη μία κατάτμηση. Τα αποτελέσματα της κατάτμησης 4^{ου} επιπέδου φαίνονται στην εικόνα 3.37.



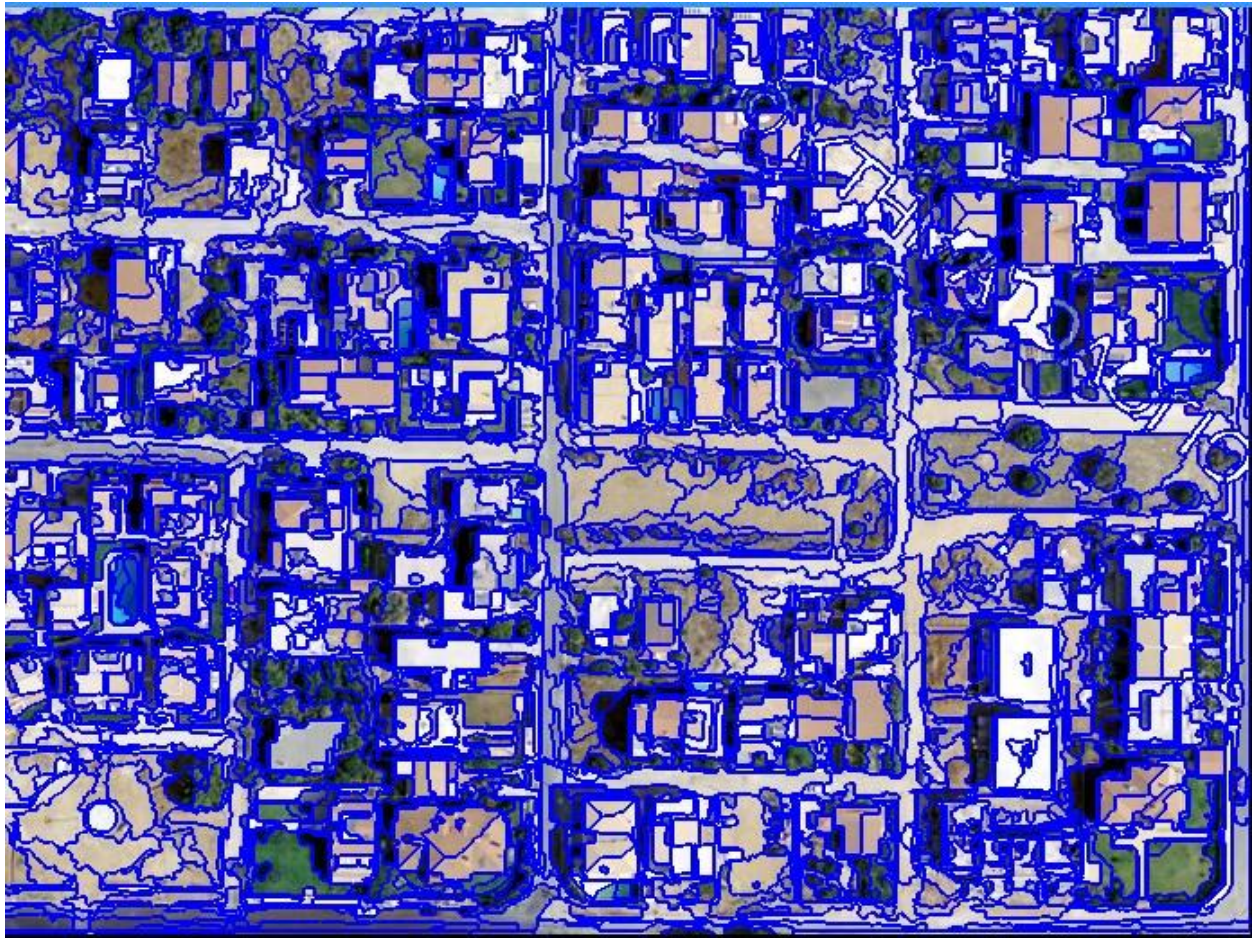
Εικόνα 3.37: Αποτελέσματα κατάτμησης 4^{ου} επιπέδου



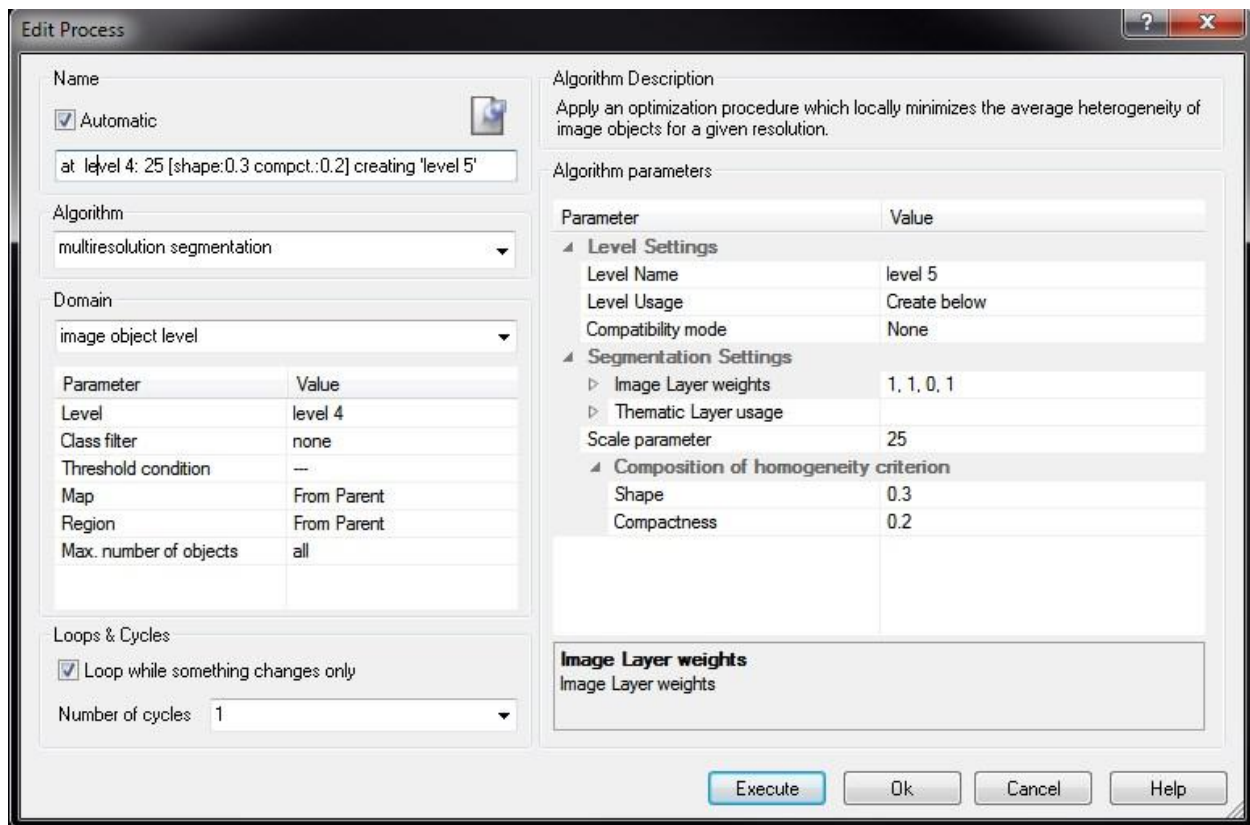
Εικόνα 3.38: Παράμετροι κατάτμησης 4^{ου} επιπέδου

3.3.5.5 Κατάτμηση 5^{ου} επιπέδου

Στην ενότητα αυτή θα δούμε την κατάτμηση του 5^{ου} επιπέδου. Επιλέχθηκαν οι ίδιες παράμετροι με μεγαλύτερη κλίμακα. Το επίπεδο αυτό είναι αρκετά ικανοποιητικό και θα είναι αυτό στο οποίο θα πραγματοποιηθούν οι ταξινομήσεις που θα δούμε στο επόμενο κεφάλαιο. Στην εικόνα 3.39 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ταξινόμησης και στην εικόνα 3.40 οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν.



Εικόνα 3.39: Αποτελέσματα κατάτμησης 5^{ου} επιπέδου



Εικόνα 3.40: Παράμετροι κατάτμησης 5^{ου} επιπέδου

3.3.5.6 Κατάτμηση 6^{ου} επιπέδου

Το έκτο επίπεδο αποτελεί αντιγραφή του 5^{ου} επιπέδου. Όπως και προηγουμένως σκοπός είναι να δημιουργηθεί ένα επίπεδο που θα περιέχει τις ιδιοκτησίες και το επίπεδο κάτω από αυτό να περιέχει τις ειδικές εκτάσεις. Τα αποτελέσματα της διαδικασίας αυτής φαίνονται καλύτερα στο κεφάλαιο της ταξινόμησης. Στην πραγματικότητα ο τρόπος με το οποίο προσπαθούμε να εξάγουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα είναι αντίστροφος του τρόπου που χρησιμοποιήθηκε για τις αγροτικές περιοχές.

3.3.6 Ταξινομήσεις

Στο παρόν κεφάλαιο θα αναπτυχθεί η διαδικασία ταξινόμησης των διαφόρων επιπέδων στο λογισμικό eCognition. Η ταξινόμηση αποτελεί το σημαντικότερο και τελικό κομμάτι της διαδικασίας.

Η αστική περιοχή είναι αρκετά περίπλοκη και η εικόνα που χρησιμοποιήθηκε δεν περιέχει το υπέρυθρο κανάλι. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν δύο άλλοι δείκτες ο δείκτης blue/red και ο δείκτης red/green. Ο τρόπος που χρησιμοποιήθηκαν αυτοί οι δύο δείκτες αναπτύσσεται στις παρακάτω ενότητες. Παρακάτω φαίνεται το πως δημιουργήθηκαν.

$$\text{BLUE/RED} = ([\text{Mean BLUE}] - [\text{Mean RED}]) / ([\text{Mean BLUE}] + [\text{Mean RED}])$$

$$\text{RED/GREEN} = ([\text{Mean GREEN}] - [\text{Mean RED}]) / ([\text{Mean GREEN}] + [\text{Mean RED}])$$

Στο κεφάλαιο αυτό θα δούμε το τελικό αποτέλεσμα αλλά και την διαδικασία μέσω της οποίας καταλήξαμε σε αυτό. Λόγω του αποτελέσματος των κατατμήσεων είναι αδύνατη εξαγωγή των δρόμων με γεωμετρικά χαρακτηριστικά. Έτσι αποφασίσαμε στην ταξινόμηση του πρώτου επιπέδου να εξάγουμε τις ιδιοκτησίες και στο κάτω από αυτό (δεύτερο επίπεδο) να δημιουργηθούν οι δρόμοι.

Αρχικά οι ταξινομήσεις πραγματοποιήθηκαν σε μεγάλα αντικείμενα ακολουθώντας την μεθοδολογία των αγροτικών περιοχών. Τα αποτελέσματα όμως δεν ήταν τα αναμενόμενα και έτσι έγιναν νέες κατατμήσεις έτσι ώστε να έχουμε μικρότερα αντικείμενα. Τα αποτελέσματα και οι ακριβείς διαδικασίες παρουσιάζονται στις παρακάτω ενότητες.

3.3.6.1 Ταξινόμηση 1^{ου} επιπέδου

Η ταξινόμηση ξεκινάει στο 1^ο επίπεδο και αρχικά προσπαθούμε να οριοθετήσουμε τις ιδιοκτησίες. Για αυτό το λόγο η ταξινόμηση αυτού του επιπέδου θα έχει πολλές κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές είναι: οι κατοικίες που χωρίζονται στις υποκατηγορίες κεραμοσκεπές (tile) και ταρατσες (roof tops), ο αστικός αδόμητος (urban unstructured), το αστικό πράσινο (urban vegetation), οι σκιές (shadows), οι πισίνες (swimming pools) και τέλος οι δρόμοι (roads). Οι κατηγορίες αυτές όπως ακριβώς και στις αγροτικές περιοχές ορίστηκαν με συναρτήσεις συμμετοχής.

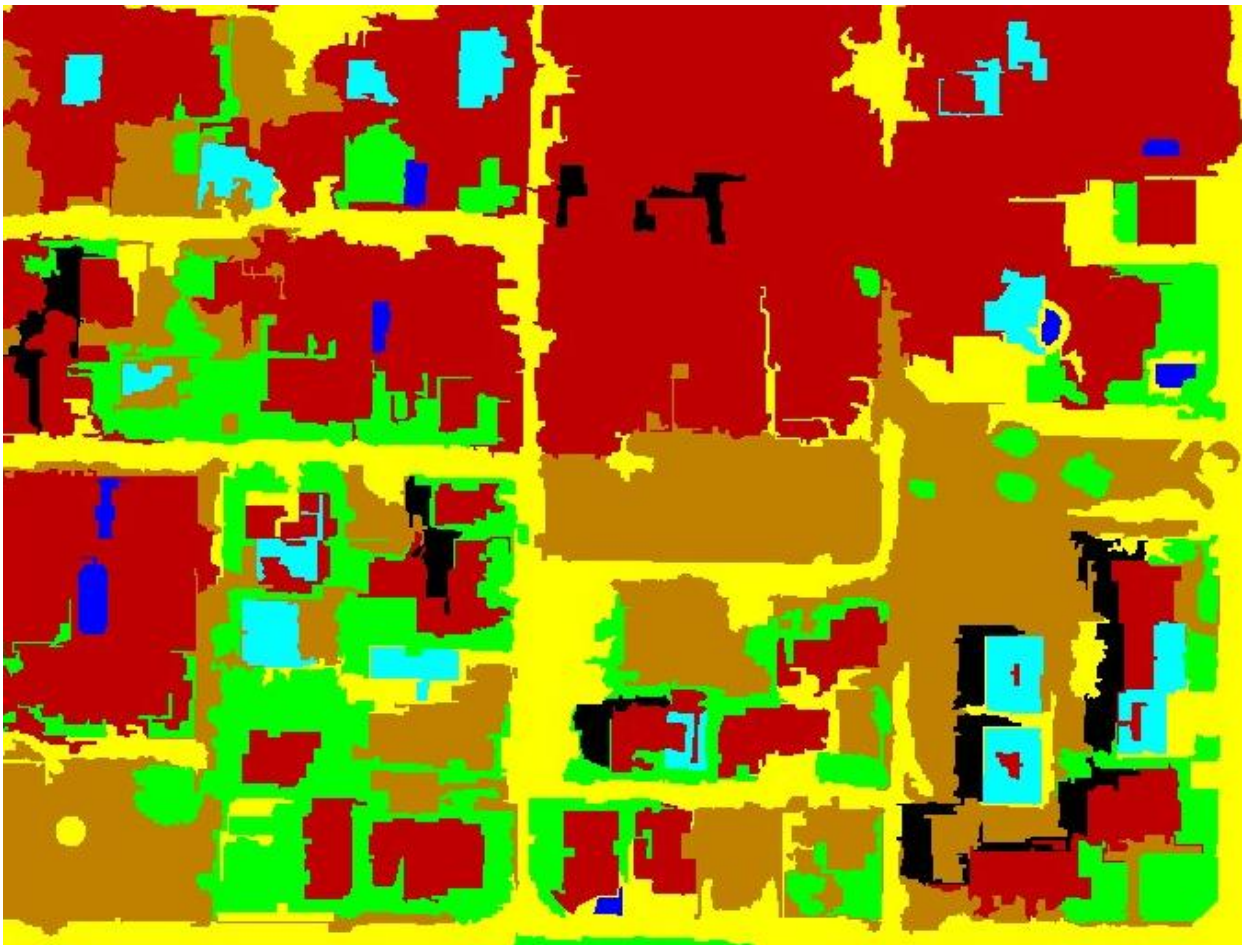
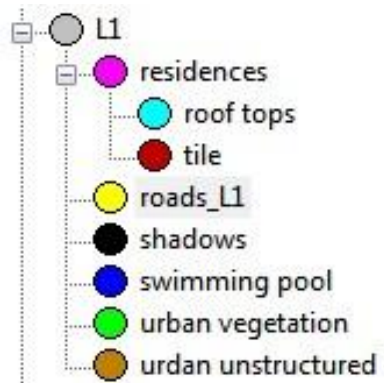
Στην γενική κατηγορία κατοικίες χρησιμοποιήθηκε συνάρτηση μορφής S στο χαρακτηριστικό mean DSM με τιμές από 30 μέχρι 31. Το DSM αποτελεί την αφαίρεση των DEM και DSM και είναι ο ευκολότερος και πιο αποδοτικός τρόπος να ξεχωρίσουμε τις κατοικίες από τις υπόλοιπες κατηγορίες. Αυτή η ιδιότητα κληροδοτείται και στις επόμενες δύο κατηγορίες που είναι ταρατσες και κεραμοσκεπές.

Για τις ταρατσες (roof tops) επιλέχτηκε η ιδιότητα Brightness με συνάρτηση μορφής S και τιμές 180 με 181 ενώ στην κατηγορία κεραμοσκεπές χρησιμοποιήθηκε ο λογικός τελεστής not roof tops.

Έπειτα προσπαθήσαμε να εξάγουμε τον αστικό αδόμητο χώρο χρησιμοποιώντας τον δείκτη red/green με συνάρτηση συμμετοχής μορφής S και τιμές από -0.03 μέχρι -0.01. Σειρά πήρε το αστικό πράσινο για το οποίο χρησιμοποιήθηκε και πάλι ο δείκτης red/green με συνάρτηση συμμετοχής μορφής S και τιμές από 0 μέχρι 0.02. Στη συνέχεια προσπαθήσαμε να εξάγουμε τις πισίνες χρησιμοποιώντας τον δείκτη blue/red με συνάρτηση μορφής S και τιμές μεταξύ 0.18 και 0.22.

Τέλος προσπαθήσαμε να εξάγουμε τις σκιές και τους δρόμους. Για τις σκιές χρησιμοποιήθηκε το χαρακτηριστικό Brightness με συνάρτηση μορφής Z και τιμές 52 με 53. Τελευταία δημιουργήθηκε η κατηγορία δρόμοι η οποία προέκυψε ουσιαστικά από τα αταξινομήτα αντικείμενα. Έτσι χρησιμοποιήθηκαν οι λογικοί τελεστές not residences, not shadows, not swimming pool, not urban unstructured και not urban vegetation.

Ακολουθεί η εικόνα 3.41 η οποία δείχνει την ταξινόμηση που προέκυψε χρησιμοποιώντας τις παραπάνω παραμέτρους.



Εικόνα 3.41: Αποτελέσματα ταξινόμησης 1ου επιπέδου

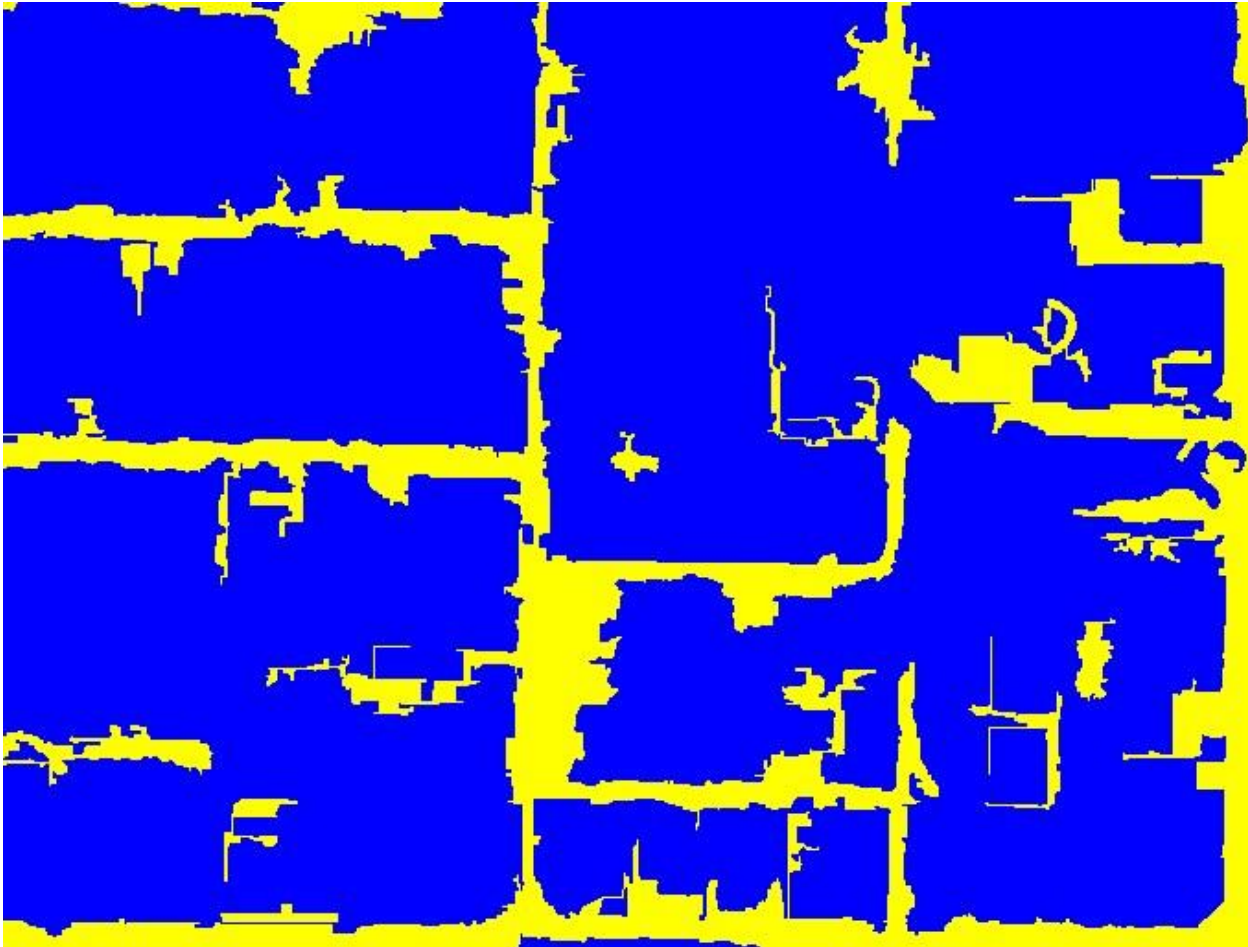
Το αποτέλεσμα της ταξινόμησης είναι αρκετά απογοητευτικό και αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι τα αντικείμενα είναι μεγάλα. Για το λόγο αυτό ακολούθησαν κατατμήσεις και τελικά δημιουργήθηκε ένα επίπεδο το οποίο έδωσε το καλύτερο αποτέλεσμα.

3.3.1.2 Ταξινόμηση 2^{ου} επιπέδου

Όπως αναφέρθηκε στο κεφαλαίο των κατατμήσεων το επίπεδο αυτό αποτελεί αντιγραφή του πρώτου επιπέδου. Το επίπεδο αυτό περιλαμβάνει δύο κατηγορίες: την `roads_L2` και την `not roads_L2` και σκοπός του είναι να εξάγουμε τους δρόμους.

Η διαδικασία που ακολουθήσαμε είναι σχετικά απλή. Χρησιμοποιήθηκε η ιδιότητα `existence of super objects roads_L1` με συνάρτηση συμμετοχής S με τιμές 0 έως 1. Έτσι έχουμε όλους τους δρόμους όπως αυτοί σχηματίστηκαν στο πρώτο επίπεδο. Η κατηγορία `not roads` σχηματίστηκε χρησιμοποιώντας τον λογικό τελεστή `not roads_L2`. Προσπαθήσαμε να διορθώσουμε το αποτέλεσμα χρησιμοποιώντας την ιδιότητα `relative border to not roads_L2` με συνάρτηση συμμετοχής Z και τιμές 0.9 με 0.1.

Στην εικόνα 3.42 απεικονίζεται το αποτέλεσμα της ταξινόμησης.



Εικόνα 3.42: Αποτελέσματα ταξινόμησης 2^{ου} επιπέδου

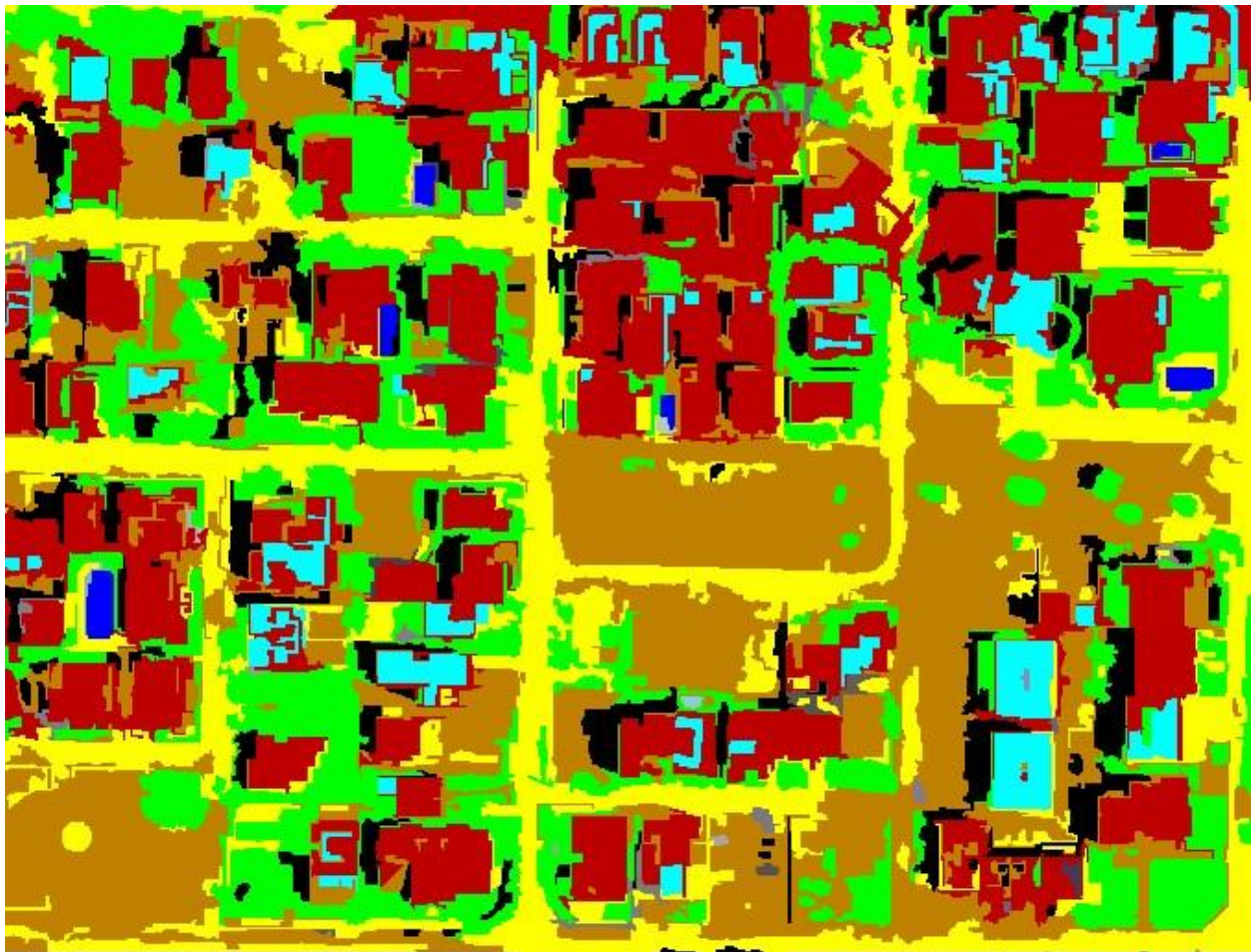
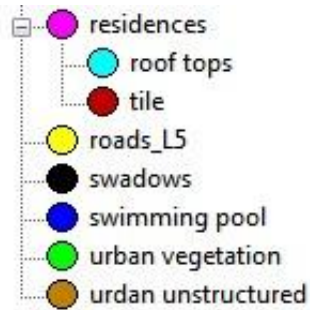
3.3.1.3 Ταξινόμηση 5^{ου} επιπέδου

Για την ταξινόμηση του 5ου επιπέδου χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες κατηγορίες με την κατάτμηση του πρώτου επιπέδου. Σε αυτή την περίπτωση όμως επιλέξαμε την ταξινόμηση της μεθόδου του εγγύτερου γείτονα επιλέγοντας αντιπροσωπευτικά δείγματα για την κάθε κατηγορία σε συνδυασμό με την μέθοδο των συναρτήσεων συμμετοχής. Στην εικόνα 3.43 βλέπουμε τα δείγματα που επιλέχθηκαν για την κάθε κατηγορία.



Εικόνα 3.43: Δείγματα για την περιοχή της Βάρης

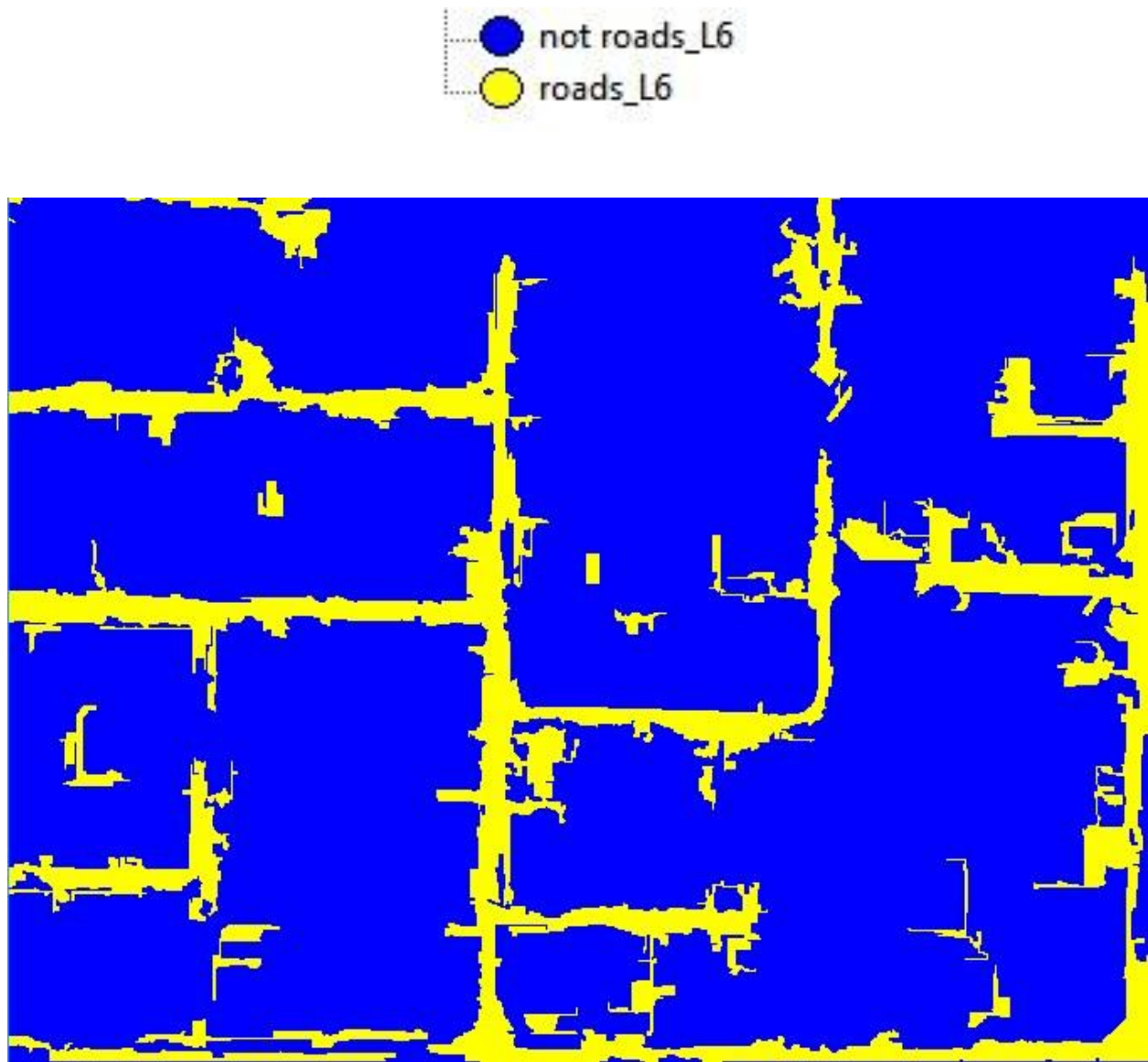
Οι συναρτήσεις συμμετοχής που χρησιμοποιήθηκαν και καθώς και τα όρια συμμετοχής είναι ίδια ακριβώς με αυτά της ταξινόμησης του πρώτου επιπέδου. Τα αποτελέσματα της ταξινόμησης απεικονίζονται στην εικόνα 3.44.











Εικόνα 3.44: Αποτελέσματα ταξινόμησης 5^{ου} επιπέδου

3.3.1.4 Ταξινόμηση 6^{ου} επιπέδου

Για την ταξινόμηση αυτού του επιπέδου ακολουθήθηκε ακριβώς η ίδια διαδικασία με αυτή του δεύτερου επιπέδου και τα αποτελέσματα φαίνονται στην εικόνα 3.45.



Εικόνα 3.45: Αποτελέσματα ταξινόμησης 6^{ου} επιπέδου

ΕΠΙΠΕΔΟ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ		ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ	ΑΡΙΣΤΕΡΟ ΟΡΙΟ	ΔΕΞΙ ΟΡΙΟ
5	roof tops	and	mean DSM		30	31
			Brightness		180	181
	tile		mean DSM		30	31
	swimming pool		blue/red		0.18	0.22
	urban unstructured		blue/red		0	0.02
	urban unstructured		red/green		-0.03	-0.01
	shadows	and	Brightness		52	53
			not swimming pool not urban vegetation			
roads_L5		not all the above				
6	roads_L6	and	existence of super objects roads_L5			
			relative border to not roads_L6		0.9	1
	not roads_L6		not roads_L6			

Πίνακας 3-10: Κανόνες ταξινόμησης κατηγοριών ανά επίπεδο

3.3.1.5 Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων

	Αποτελέσματα ταξινόμησης 1 ^{ου} επιπέδου
	Αποτελέσματα ταξινόμησης 5 ^{ου} επιπέδου

Πίνακας 3-11: Αποτελέσματα ταξινόμησης 1^{ου} και 5^{ου} επιπέδου

	<p>Αποτελέσματα ταξινόμησης 2^{ου} επιπέδου</p>
	<p>Αποτελέσματα ταξινόμησης 6^{ου} επιπέδου</p>

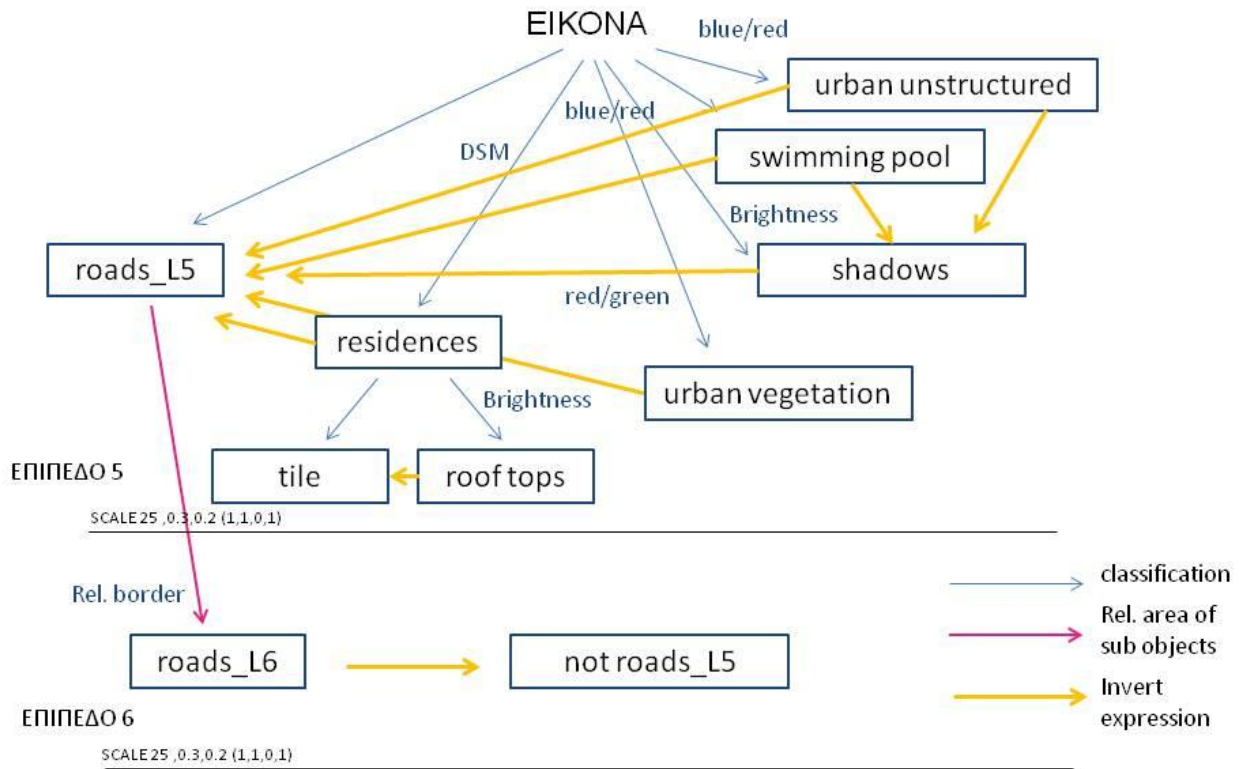
Πίνακας 3-12: Αποτελέσματα ταξινόμησης 2^{ου} και 6^{ου} επιπέδου

Παρατηρώντας τον πίνακα 3-11 βλέπουμε ότι το αποτέλεσμα της ταξινόμησης του 5^{ου} επιπέδου δίνει ένα πολύ ικανοποιητικό αποτέλεσμα ως προς την αναγνώριση των κατηγοριών σε σχέση με την ταξινόμηση του πρώτου επιπέδου και αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός της πιο λεπτομερούς κατάτμησης του 5^{ου} επιπέδου. Δυστυχώς κανένα από τα δύο αποτελέσματα δεν μπορεί να δώσει το επιθυμητό αποτέλεσμα που είναι η οριοθέτηση των ιδιοκτησιών.

Ο πίνακας 3-12 περιλαμβάνει τα αποτελέσματα του δεύτερου και έκτου επιπέδου. Παρατηρώντας τα μπορεί κανείς να δει ότι είναι παραπλήσια και στην πραγματικότητα εκεί που υπερτερεί το ένα υστερεί το άλλο. Ωστόσο δεχόμαστε ότι καλύτερα αποτελέσματα δίνει η ταξινόμηση του έκτου επιπέδου.

Οι αξιολογήσεις πραγματοποιήθηκαν για τα επίπεδα που θεωρήσαμε βέλτιστα, δηλαδή του πέμπτου και έκτου επιπέδου. Λόγω της ιδιαιτερότητας του 5^{ου} επιπέδου και των αποτελεσμάτων που είχαμε η αξιολόγηση θα γίνει με τη μέθοδο πίνακα σύγκυσης βασισμένου σε δείγματα (error matrix based on samples). Για τους δρόμους θα προσπαθήσουμε να προσδιορίσουμε πληρότητα, την ορθότητα και την ποιότητα ακριβώς όπως και στις αστικές περιοχές.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ



48

Διάγραμμα 3-3: Διάγραμμα ροής για την ταξινόμηση της 3ης περιοχής

4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Την ταξινόμηση των διαφόρων αντικειμένων διαδέχεται η αξιολόγηση. Μία πρώτη αξιολόγηση μπορεί να γίνει εποπτικά από τον φωτοερμηνευτή αλλά μια τέτοια διαδικασία είναι αρκετά υποκειμενική. Ο καλύτερος τρόπος να πραγματοποιηθεί η αξιολόγηση για το συγκεκριμένο θέμα είναι να το συγκρίνουμε με το αντίστοιχο παραγόμενο προκαταρκτικό υπόβαθρο που αντιστοιχεί στις περιοχές μελέτης μας.

Πιο συγκεκριμένα θα προσπαθήσουμε να προσδιορίσουμε την πληρότητα (Completeness), την ορθότητα (Correctness) και την ποιότητα (Quality) του παραγόμενου αποτελέσματος. Οι δείκτες υπολογίζονται με βάση τον αριθμό των αντικειμένων τα οποία χαρακτηρίζονται ως **True Positives [TP]** (αριθμός αντικειμένων που έχουν σωστά ανιχνευτεί), **False Positives [FP]** (αριθμός αντικειμένων που έχουν από λάθος του αλγορίθμου ανιχνευτεί) and **False Negatives [FN]** (αριθμός αντικειμένων που από λάθος του αλγορίθμου δεν έχουν ανιχνευτεί). Με βάση τις παραπάνω μετρήσεις υπολογίζονται σύμφωνα με τις παρακάτω διατυπώσεις οι διεθνώς καθιερωμένοι δείκτες **πληρότητας**, **ορθότητας**, και ολικής **ποιότητας** του αποτελέσματος.

$$\begin{aligned} \text{Completeness} &= \frac{\text{area of correctly detected segments}}{\text{area of the ground truth}} \\ &= \frac{TP}{TP + FN} \\ \text{Correctness} &= \frac{\text{area of correctly detected segments}}{\text{area of all detected segments}} \\ &= \frac{TP}{TP + FP} \\ \text{Quality} &= \frac{TP}{TP + FP + FN} \end{aligned}$$

Η πληρότητα προσδιορίζει το ποσοστό των δεδομένων ελέγχου που έχουν ανιχνευθεί από

τον αλγόριθμο, η ορθότητα το ποσοστό των δεδομένων ελέγχου που έχουν ανιχνευθεί σωστά από τον αλγόριθμο και η ποιότητα προσδιορίζει ένα γενικευμένο ποσοστό που συνδυάζει τις μετρήσεις για την πληρότητα και την ορθότητα των αποτελεσμάτων.

Επιπρόσθετα για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος πίνακα σύγκρισης βασισμένου σε δείγματα (error matrix based on samples) αλλά μόνο στην αστική περιοχή της Βάρης λόγω του αποτελέσματος. Η μέθοδος αυτή είναι σχετικά απλή και πραγματοποιείται μέσω του λογισμικού eCognition.

4.1 Αξιολόγηση 1^{ης} περιοχής μελέτης (Δαμασίου)

Η αξιολόγηση της περιοχής του Δαμασίου θα γίνει μέσω των δεικτών της πληρότητας (Completeness), της ορθότητας (Correctness) και της ποιότητας (Quality). Πιο συγκεκριμένα οι 3 δείκτες θα χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση των δρόμων ενώ για την κατηγορία των ιδιοκτησιών χρησιμοποιήθηκε μόνο ο δείκτης της πληρότητας.

4.1.1 Αξιολόγηση δρόμων

Με διαδικασίες που έγιναν στο λογισμικό QGIS καταφέραμε να υπολογίσουμε τα αντικείμενα που είναι True Positives [TP], False Positives [FP], False Negatives [FN] όπως αυτά έχουν οριστεί παραπάνω για υπολογίσουμε τους τελικούς δείκτες.

Completeness = 0.91 ή 91%

Correctness = 0.84 ή 84%

Quality= 0.77 ή 77%

4.1.2 Αξιολόγηση ιδιοκτησιών

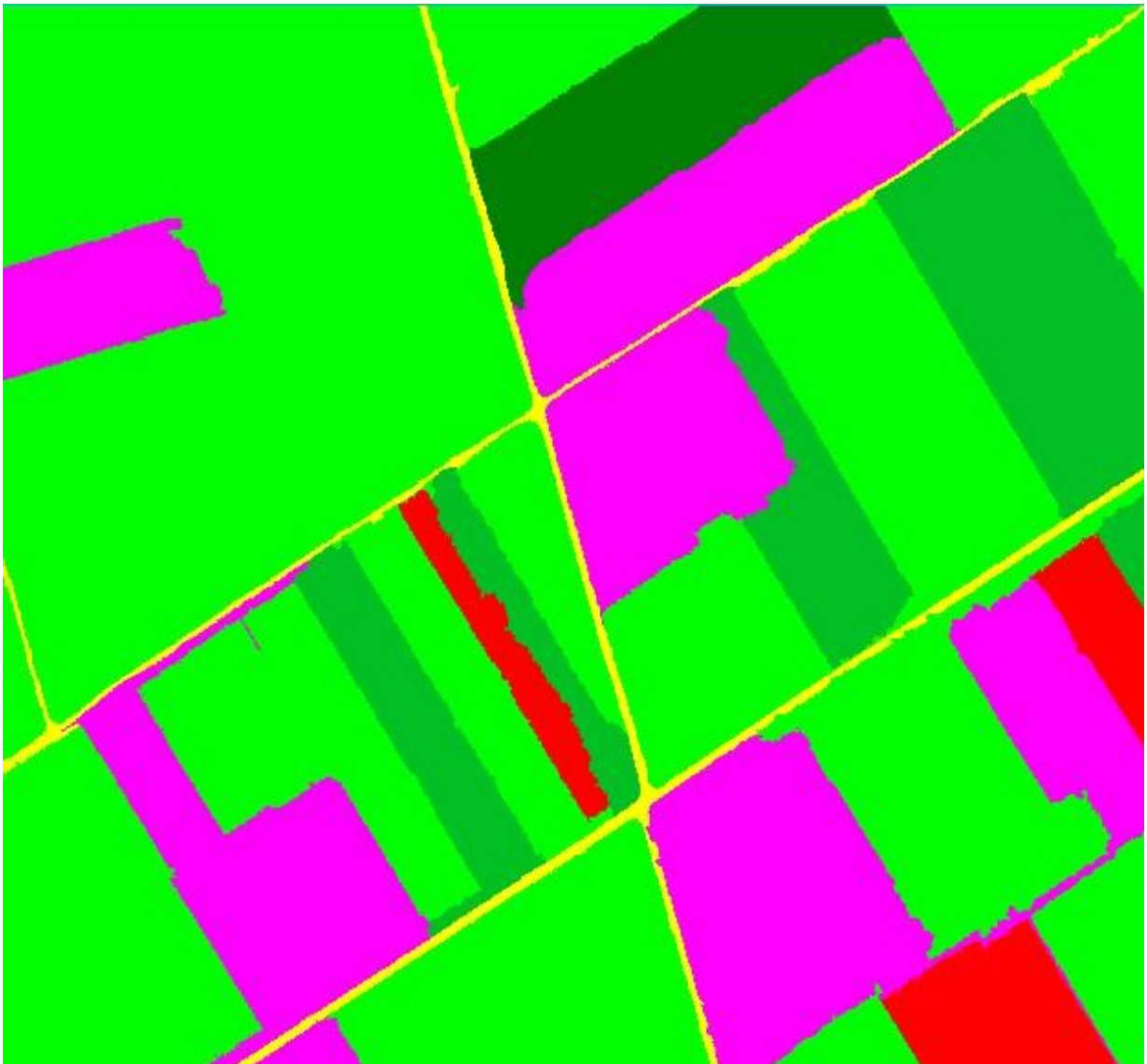
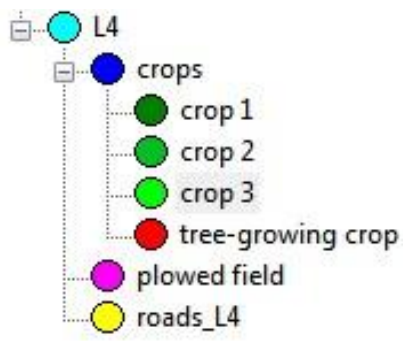
Η αξιολόγηση των ιδιοκτησιών θα γίνει μόνο βάσει του Quality διότι είναι μια πολύ γενική κατηγορία και δεν έχουν ιδιαίτερο νόημα οι άλλοι δείκτες, μιας και για την συγκεκριμένη κατηγορία μας ενδιαφέρει περισσότερο το σχήμα.

Quality = 0.96 ή 96%

- roads
- properties



Εικόνα 4.1 : Προκαταρκτικό υπόβαθρο περιοχής Δαμασίου



Εικόνα 4.2: Αποτέλεσμα eCognition περιοχής Δαμασίου

4.2 Αξιολόγηση 2^{ης} περιοχής μελέτης (Ποταμιάς)

Η αξιολόγηση της περιοχής της Ποτάμιας θα γίνει μέσω των δεικτών της πληρότητας (Completeness), της ορθότητας (Correctness) και της ποιότητας (Quality) όπως ακριβώς για την περιοχή του Δαμασίου. Πιο συγκεκριμένα οι 3 δείκτες θα χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση των ρεμάτων και των δρόμων ενώ για την κατηγορία των ιδιοκτησιών χρησιμοποιήθηκε μόνο ο δείκτης της πληρότητας.

4.2.1 Αξιολόγηση ρεμάτων

Με διαδικασίες που έγιναν στο λογισμικό QGIS καταφέραμε να υπολογίσουμε τα αντικείμενα που είναι True Positives [TP], False Positives [FP], False Negatives [FN] όπως αυτά έχουν οριστεί παραπάνω για υπολογίσουμε τους τελικούς δείκτες.

Completeness = 0.89 ή 89%

Correctness = 0.35 ή 35%

Quality= 0.34 ή 34%

Τα παραπάνω ποσοστά υποδηλώνουν ότι έχουν αποδοθεί τα περισσότερα ρέματα σωστά σε σχέση με το προκαταρκτικό υπόβαθρο απλά υπάρχει υπάρχουν αντικείμενα στα οποία έχει δοθεί η ιδιότητα του ρέματος που στο προκαταρκτικό δεν φαίνεται να είναι ρέματα και το αντίθετο.

4.2.2 Αξιολόγηση δρόμων

Ακριβώς όπως και πριν θα αξιολογήσουμε τα αποτελέσματα των δρόμων.

Completeness = 0.88 ή 88%

Correctness = 0.36 ή 36%

Quality = 0.35 ή 35%

Όπως μπορεί να παρατηρήσει κανείς τα αποτελέσματα είναι παραπλήσια με τα αποτελέσματα των ρεμάτων. Δηλαδή οι δρόμοι που έχουμε εξάγει είναι σωστοί απλά υπάρχουν κάποιοι δρόμοι που δεν έχουν αποδοθεί σε αυτή την κατηγορία όπως και το αντίθετο, κάποιοι δρόμοι δεν υπάρχουν στο προκαταρκτικό ενώ υπάρχουν στο αποτέλεσμα από το eCognition.

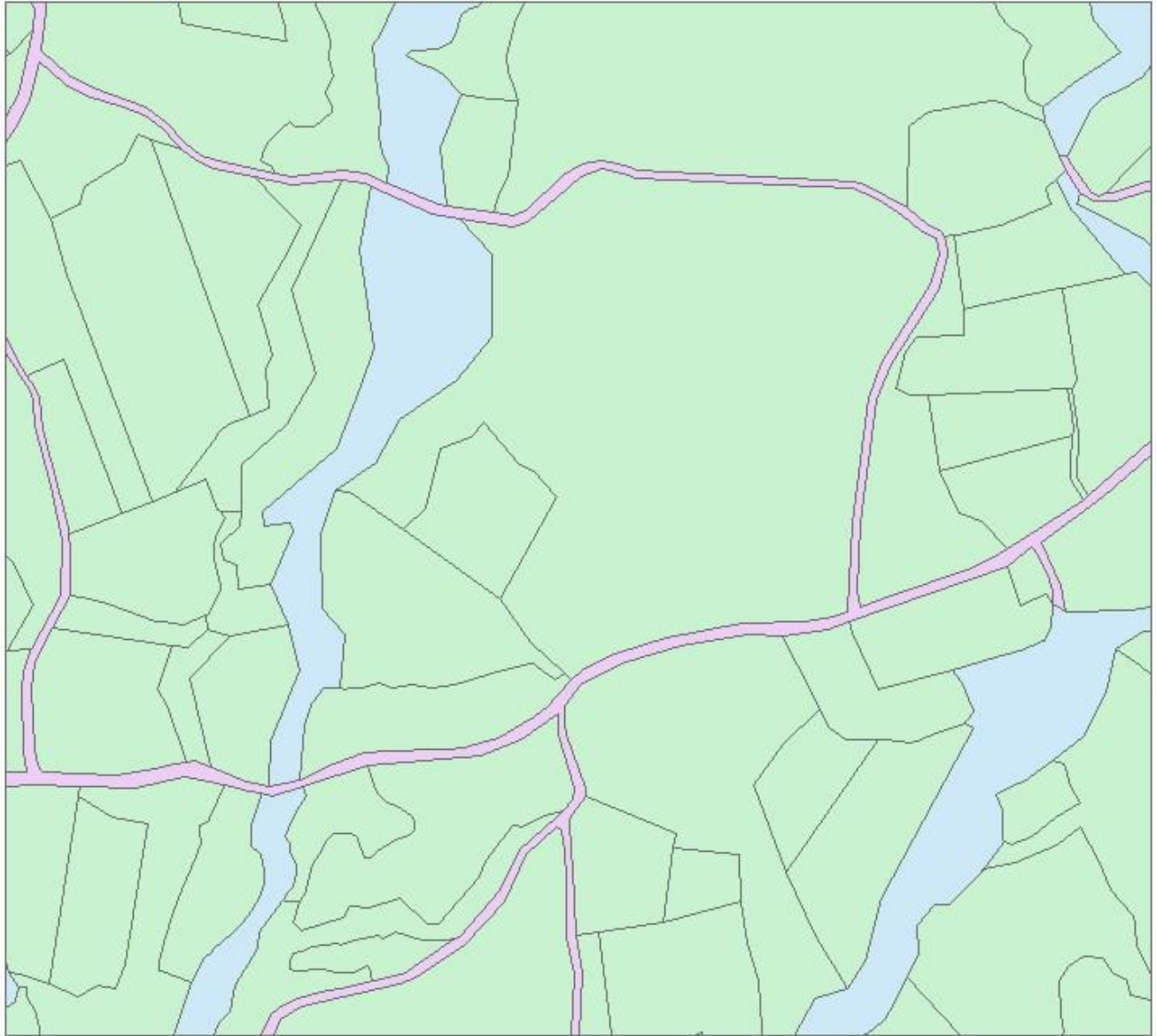
4.2.2 Αξιολόγηση ιδιοκτησιών

Η αξιολόγηση των ιδιοκτησιών θα γίνει μόνο βάσει του Quality διότι είναι μια πολύ γενική κατηγορία και δεν έχουν ιδιαίτερο νόημα οι άλλοι δείκτες.

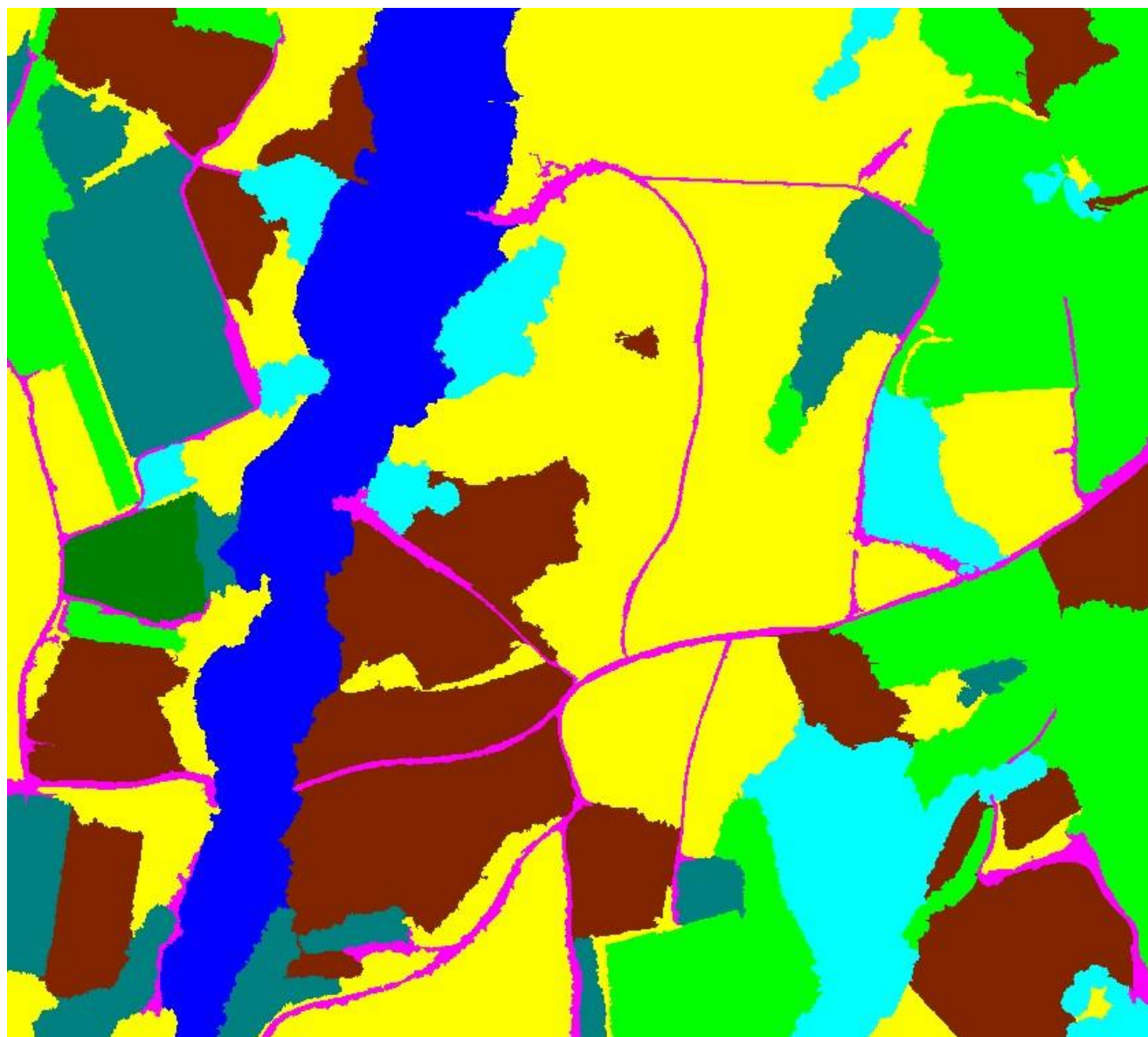
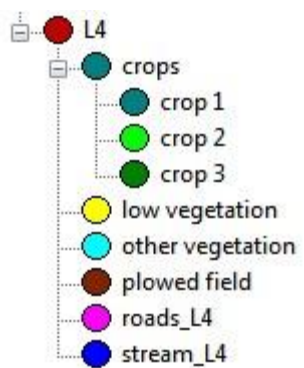
Quality = 0.85 ή 85%

Παρακάτω ακολουθούν οι εικόνες 4.3 και 4.4 με τα αποτελέσματα όπου μπορεί κανείς να δει και να συγκρίνει τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων και για τις τρεις κατηγορίες για τις οποίες έγινε η αξιολόγηση. Όπως εύκολα μπορεί κανείς να δει ότι τα σχήματα των αντικειμένων δεν διαφέρουν πολύ μεταξύ τους γεγονός που καθιστά το αποτέλεσμα αρκετά ικανοποιητικό.

- properties
- streams
- roads



Εικόνα 4.3: Προκαταρκτικό υπόβαθρο περιοχής Ποταμιάς



Εικόνα 4.4: Αποτέλεσμα eCognition περιοχής Ποταμιάς

4.3 Αξιολόγηση 3^{ης} περιοχής μελέτης (Βάρης)

Η αξιολόγηση της περιοχής της Βάρης θα γίνει μέσω των δεικτών της πληρότητας (Completeness), της ορθότητας (Correctness) και της ποιότητας (Quality) για τους δρόμους ενώ για τις υπόλοιπες κατηγορίες η αξιολόγηση θα γίνει με τη μέθοδο πίνακα σύγκρισης βασισμένου σε δείγματα (error matrix based on samples).

4.3.1 Αξιολόγηση δρόμων

Στην ενότητα αυτή θα ασχοληθούμε με την αξιολόγηση των δρόμων.

Completeness = 0.57 ή 57%

Correctness = 0.63 ή 63%

Quality= 0.43 ή 43%

Όπως μπορεί να παρατηρήσει κανείς η ανίχνευση των δρόμων είναι ελλιπής αλλά τα αντικείμενα που έχουν ανιχνευτεί είναι σωστά γεγονός που οδηγεί και σε μια σχετικά καλή ποιότητα.

4.3.2 Αξιολόγηση 5^{ου} επιπέδου περιοχής Βάρης

Η αξιολόγηση της ταξινόμησης του 5^{ου} επιπέδου θα γίνει με τη μέθοδο πίνακα σύγκρισης βασισμένου σε δείγματα (error matrix based on samples). Στην εικόνα 4.5 βλέπουμε τα δείγματα που επιλέξαμε για να γίνει η αξιολόγηση.



Εικόνα 4.5: Δείγματα για την Αξιολόγηση

User Class \ Sa...	roads_L5	tile	roof tops	swimming pool	urban vegetation	urdan unstructur...	swadows	Sum
Confusion Matrix								
roads_L5	8	0	0	0	0	0	0	8
tile	0	9	0	0	0	0	0	9
roof tops	0	0	2	0	0	0	0	2
swimming pool	0	0	0	3	0	0	0	3
urban vegetation	1	0	0	0	13	0	0	14
urdan unstructured	3	0	0	0	0	19	0	22
swadows	0	0	0	1	1	0	3	5
unclassified	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	12	9	2	4	14	19	3	
Accuracy								
Producer	0.6666667	1	1	0.75	0.9285714	1	1	
User	1	1	1	1	0.9285714	0.8636364	0.6	
Hellden	0.8	1	1	0.8571429	0.9285714	0.9268293	0.75	
Short	0.6666667	1	1	0.75	0.8666667	0.8636364	0.6	
KIA Per Class	0.6181818	1	1	0.7375000	0.9081633	1	1	
Totals								
Overall Accuracy	0.9047619							
KIA	0.8798856							

Πίνακας 4-1: Πίνακας σύγχυσης 5^{ου} επιπέδου περιοχής Βάρης

Παρατηρώντας τον δείκτη Overall Accuracy και τον δείκτη KIA καταλαβαίνουμε ότι τα δείγματα που δώσαμε για την αξιολόγηση έχουν ταξινομηθεί με πολύ καλή ακρίβεια.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Στο παρόν κεφάλαιο θα αναφερθούμε στα συμπεράσματα αλλά και τις προοπτικές της μεθόδου που αναπτύχθηκε.

5.1 Συμπεράσματα

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η διευκόλυνση της διαδικασίας δημιουργίας του προκαταρκτικού υποβάθρου του κτηματολογίου μέσω της ανάπτυξης μιας μεθοδολογίας που βασίζεται στην αντικειμενοστρεφή ανάλυση της εικόνας. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας χρησιμοποιήθηκαν όλα τα δεδομένα που παρέχονται από το Ελληνικό Κτηματολόγιο και χρησιμοποιήθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να έχουμε το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

Οι εικόνες που επιλέχθηκαν ήταν τέτοιες ώστε να καλύπτουν όλες τις εκφάνσεις και μορφολογίες του εδάφους διότι θέλουμε να παράγουμε μία πλήρη μεθοδολογία διατηρώντας κατά το δυνατόν απλές τις διαδικασίες. Με αυτό τον τρόπο καλύπτουμε ένα ευρύ πεδίο προβλημάτων που μπορεί κανείς να αντιμετωπίσει από τις πιο απλές μέχρι τις πιο σύνθετες περιπτώσεις.

Τα αποτελέσματα της διαδικασίας ποικίλουν μιας και οι εικόνες που επιλέξαμε απεικονίζουν διαφορετικές υφές, πρότυπα και μορφολογία. Ωστόσο τα αποτελέσματα των αγροτικών περιοχών φαίνεται να είναι πολύ πιο ικανοποιητικά σε σχέση με αυτά των αστικών.

Οι κατηγορίες που εξάγαμε στις αγροτικές περιοχές είναι αρκετά ικανοποιητικές περισσότερο ως προς το σχήμα μιας και η ακριβής κατηγορία των καλλιεργειών δεν ήταν το ζητούμενο. Έτσι με βάση αυτό το δεδομένο μπορέσαμε να εξάγουμε τα όρια των ιδιοκτησιών σε αρκετά ικανοποιητικό βαθμό. Αυτό γίνεται περισσότερο αντιληπτό όχι μόνο από τους δείκτες της αξιολόγησης αλλά συγκρίνοντας κανείς τα σχήματα μεταξύ του προκαταρκτικού υποβάθρου και του παραγόμενου από το eCognition αποτελέσματος.

Αντίθετα στις αστικές περιοχές ο ορισμός των ορίων των ιδιοκτησιών κατέστη αδύνατος λόγω της πολυπλοκότητας και πληροφορίας της εικόνας. Ωστόσο και σε αυτή την

περίπτωση τα αποτελέσματα μπορεί να είναι χρήσιμα σε άλλο στάδιο εργασιών ή ακόμα και για στατιστικά.

Σε κάθε περίπτωση προσπαθήσαμε να εξάγουμε τις ειδικές εκτάσεις δρόμους - ρέματα οι οποίοι είναι πολύ σημαντικοί στο στάδιο της κτηματογράφησης καθώς ορίζουν και τις ενότητες. Η ανίχνευση των ειδικών εκτάσεων ήταν επιτυχημένη ιδιαίτερα αν σκεφτεί κανείς ότι έδωσαν μεγαλύτερη λεπτομέρεια σε σχέση με το προκαταρκτικό υπόβαθρο.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα τις μεθόδου είναι άμεσα συνυφασμένα με τις διαθέσιμες εικόνες. Δηλαδή το αποτέλεσμα εξαρτάται από την ποιότητα των εικόνων μέχρι την εποχή που έγινε η λήψη τους.

5.2 Προοπτικές

Τα αποτελέσματα που έχουμε σίγουρα χρήζουν βελτίωσης αλλά είναι ικανά να προτείνουν έναν νέο τρόπο σύνταξης του προκαταρκτικού υποβάθρου ο οποίος θα είναι λιγότερο υποκειμενικός.

Επιπροσθέτως λόγω του γεγονότος ότι το πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα εξαγωγής των αποτελεσμάτων σε μορφές αξιοποιήσιμες από άλλα προγράμματα γεωγραφικών πληροφοριών το καθιστά πιο χρήσιμο και αποδοτικό.

Έτσι μπορεί ο εκάστοτε ανάδοχος να αποφασίσει τον τρόπο με τον οποίο θα το χρησιμοποιήσει το αποτέλεσμα, είτε επεξεργάζοντας το ίδιο το προϊόν, είτε χρησιμοποιώντας το βοηθητικά.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία:

- Αργιαλάς Δ. (2000), "Φωτοερμηνεία- Τηλεπισκόπηση", Ε.Μ.Π., Αθήνα
- Αργιαλάς Δ. (1998), "Ψηφιακή Τηλεπισκόπηση", Ε.Μ.Π., Αθήνα

Διπλωματικές εργασίες:

- Μαραγκουδάκης Α., 2014. Ανίχνευση και Εξαγωγή των Αδιαπέραστων Επιφανειών με Ανάπτυξη Βάσης Γνώσης σε Περιβάλλον Αντικειμενοστραφούς Ανάλυσης Ψηφιακών Τηλεπισκοπικών Δεδομένων, Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης, Αθήνα 2014.
- Φώτη Ε., 2011. Αντικειμενοστρεφής Ανάλυση Δορυφορικών Εικόνων με Σκοπό την Αυτόματη Ταξινόμηση Χρήσεων/Καλύψεων Γης σε Αγροτικές Περιοχές για τον Έλεγχο των Αγροτικών Επιδοτήσεων, Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης, Αθήνα 2011
- Μπέκα Σ., 2015. Ανίχνευση Κτηρίων με Γεωμορφομετρία και αντικειμενοστρεφή Ανάλυση Εικόνων, Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης, Αθήνα 2015

Επιστημονικά άρθρα- Δημοσιεύσεις:

- Μπέκα Σ. και Αργιαλάς Δ. 2016. Ανίχνευση Κτιρίων ως Συνιστώσα Ανάπτυξης με Γεωμορφολογικά Χαρακτηριστικά και Αντικειμενοστρεφή Ανάλυση Εικόνων, Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης, **Αθήνα** 2016
- Αργιαλάς Δ., Μιχαηλίδου Σ. και Τζώτσος Α. 2012. Change Detection of Buildings in Suburban Areas from High Resolution Satellite Using Object Image Analysis, Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης, 10-14 Δεκεμβρίου Αθήνα 2012
- Αργιαλάς Δ και Τζώτσος Α. Η Συμβολή Του eCognition στην Χαρτογράφηση γεωμορφολογικών Σχηματισμών από Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους, Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης, Αθήνα

Διαδικτυακοί ιστότοποι:

- <http://www.ktimatologio.gr>
- https://cs.nyu.edu/~fergus/teaching/vision/3_filtering.pdf
- <https://en.wikipedia.org/wiki/QGIS>
- <https://buk.gr>
- <http://www.saga-gis.org>
- http://library.tee.gr/digital/m2187/m2187_argialas1.pdf
- <https://gisgeography.com/ndvi-normalized-difference-vegetation-index/>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_elevation_model
- <http://www.ecognition.com/>
- <https://topografoi.wordpress.com>

Άλλες πηγές:

- eCognition User Guide. 2014. Trimble eCognition® Developer 9.0.1 User Guide.
- ΦΕΚ 3370 2012 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ
- ΦΕΚ 923B 2016 ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΚΤΙΜΑ 16
- Διαφάνειες Καθηγητή Γ. Καρρά, Ψηφιακή Φωτογραμμετρία- Εικόνες και Φίλτρα
- Jeffrey E. Topographic Variable Descriptions