



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Δ.Π.Μ.Σ. "ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ"

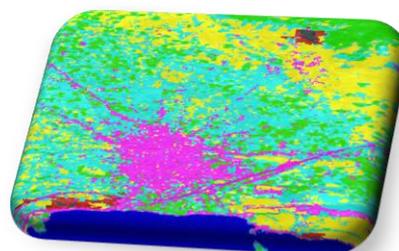
Τομέας Τοπογραφίας

Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης

NTUA

REMOTE SENSING
LAB

Μεθοδολογικό Πλαίσιο Εντοπισμού Ανενεργών Λατομείων μέσω Αντικειμενοστρεφούς Ανάλυσης Landsat 5 & 8 Διαχρονικών Απεικονίσεων και Ιεράρχησης τους προς Ανάπλαση σε Περιβάλλον Γ.Σ.Π (GIS)



Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία: Τσένη Ξανθής

Επιβλέπων καθηγητής: Δημήτρης Αργιαλάς

Αθήνα, Δεκέμβριος 2016

N T U A

REMOTE SENSING
LAB



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Δ.Π.Μ.Σ. “ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ”

Τομέας Τοπογραφίας

Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης

Μεθοδολογικό Πλαίσιο Εντοπισμού Ανενεργών Λατομείων μέσω Αντικειμενοστρεφούς Ανάλυσης Landsat 5 & 8 Διαχρονικών Απεικονίσεων και Ιεράρχησης τους προς Ανάπλαση σε Περιβάλλον Γ.Σ.Π (GIS)

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τσένη Ξανθή

Επιβλέπων : Δ. Αργιαλάς
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 17^η Ιανουαρίου. 2017

.....
Δ. Αργιαλάς
Καθηγητής

.....
Γ. Φώτης
Καθηγητής

.....
Κ. Καράτζαλος
Επ. Καθηγητής

.....
Τσένη Ξανθή

Δρ. Γεωλόγος

Copyright © Τσένης Ξανθής, 2017

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 της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

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

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Από τη θέση αυτή, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου σε όσους βοήθησαν να περατώσω τη Μεταπτυχιακή Εργασία.

Καταρχήν, θέλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Καθηγητή και Επιβλέποντα της παρούσας Εργασίας Δρ. Δ.Αργιαλά, ο οποίος στάθηκε πλάι μου καθ' όλη τη διάρκεια περάτωση της. Οι επιστημονικές συζητήσεις μαζί του καθώς και το συνεχές και πραγματικό ενδιαφέρον του, ήταν καθοριστικοί παράγοντες για την ολοκλήρωση της Μεταπτυχιακής Εργασίας.

Ειλικρινείς ευχαριστίες αξίζουν και στα υπόλοιπα μέλη της Επιτροπής τον Καθηγητή Δρ. Γ. Φώτη και τον Επίκ. Καθηγητή Δρ. Κ. Καρατζάλο για τις υποδείξεις που έκαναν.

Επίσης θερμές ευχαριστίες εκφράζω στον Δρ. Π. Κολοκούση, του Εργαστηρίου της Τηλεπισκόπησης για τη βοήθεια που μου προσέφερε στην επίλυση των τηλεπισκοπικών θεμάτων με τις εύστοχες υποδείξεις του. Επίσης ευχαριστώ τον κ. Β. Ανδρώνη, του εργαστηρίου Τηλεπισκόπησης για τη βοήθεια του σε θέματα Φωτοερμηνείας.

Τέλος θα ήθελα να εκφράσω τις βαθύτερες ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου, για την συμπαράσταση, ηθική και οικονομική υποστήριξη που μου προσέφεραν απλόχερα κατά τη περίοδο των σπουδών και εκπόνησης της Μεταπτυχιακής Εργασίας, χωρίς αυτούς θα ήταν αδύνατη η ολοκλήρωση της.

Ξανθή Τσένη

Αθήνα, 2017

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο εντοπισμός των λατομικών χώρων και η διερεύνηση της διαχρονικής εξέλιξής των μέσω της τηλεπισκόπησης και ειδικότερα της αντικειμενοστρεφούς ανάλυσης, με κύριο στόχο τη συγκρότηση ενός Μεθοδολογικού Πλαισίου καθολικής χρήσης, προκειμένου να γίνει συλλογή γνώσης και επιλογής της καλύτερης δυνατής ιεράρχησης των λατομικών περιοχών με τελικό σκοπό τη διάθεση των περιοχών και την εξυπηρέτηση των κοινωνικών αναγκών.

Η επιλογή της αντικειμενοστρεφούς ανάλυσης πλεονεκτεί των υπολοίπων, γιατί συνδυάζει τη δημιουργία αντικειμένων μέσω της διαδικασίας κατάτμησης της εικόνας και τις σχέσεις ιεραρχίας και τοπολογίας μεταξύ των αντικειμένων. Το δεύτερο σκέλος πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των Γ.Σ.Π και των μοντελοποιημένων διαδικασιών παρέχοντας τη δυνατότητα της επιλογής των ψηφιδωτών δεδομένων για ανάλυση. Η ανάλυση των ψηφιδωτών παίζει ουσιαστικό ρόλο στις περιπτώσεις όπου υπάρχει πληθώρα κριτηρίων, συνεπώς και αλληλεπίθεση.

Αρχικά επιλέχθηκαν τρεις δορυφορικές εικόνες Landsat στο χρονικό διάστημα 1986 - 2015 των δεκτών Landsat 5 και 8. Η ανάπτυξη της αντικειμενοστρεφούς ανάλυσης, για την επίτευξη των στόχων της, πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού eCognition 8.64 της εταιρίας DEFINIENS Imaging GmbH δημιουργώντας μια βάση γνώσης σε αντικειμενοστρεφές περιβάλλον. Επιπλέον, για την επίτευξη της διερεύνησης χρησιμοποιείται παρόμοια λογική επεξεργασία μεταξύ των διαφορετικών απεικονίσεων, προκειμένου να εξαχθούν συγκρίσιμα αποτελέσματα. Η ανάλυση των απεικονίσεων Landsat περιέλαβε τρία επίπεδα κατάτμησης και ταξινόμησης. Στο πρώτο επίπεδο πραγματοποιήθηκε η ταξινόμηση των κύριων κατηγοριών κάλυψης γης που επικρατούν στην περιοχή. Στο τρίτο επίπεδο κατάτμησης έγινε διαχωρισμός των λατομείων και του περιβάλλοντος χώρου της εξόρυξης πετρωμάτων από τις υπόλοιπες χρήσεις. Τέλος, το δεύτερο επίπεδο κατάτμησης αποτελεί το βασικό επίπεδο εξαγωγής της ταξινόμησης των χρήσεων γης, σε α) βλάστηση, β) θάλασσα, γ) τεχνητές επιφάνειες, δ) λατομεία και ε) περιβάλλουσα περιοχή της εξόρυξης πετρωμάτων. Επισημαίνεται επίσης ότι δεν χρησιμοποιήθηκαν δείγματα εκπαίδευσης. Στη συνέχεια ακολούθησε αξιολόγηση των αποτελεσμάτων στο δεύτερο επίπεδο ταξινόμησης για κάθε εικόνα χωριστά.

Η εξαγωγή των λατομείων από την προαναφερθείσα μέθοδο εισάγεται στο μοντέλο ανάλυσης προκειμένου να δημιουργηθεί ένα ψηφιδωτό κόστους, το οποίο θα περιλαμβάνει κριτήρια (περιβαλλοντικά, γεωλογικά, κοινωνικο-οικονομικά).

Επιλέχθηκε η περιοχή του Δήμου Μεγαρέων ως υπόβαθρο της Μελέτης Εφαρμογής για το προτεινόμενο Μεθοδολογικό Πλαίσιο, διότι αν και μοιάζει ευνοημένη περιοχή λόγω γεωγραφικής θέσης (μεγάλο θαλάσσιο μέτωπο, Γεράνεια όρη, ανεπτυγμένο οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο), στην πραγματικότητα η περιοχή στερείται αστικού πρασίνου, αθλητικών χώρων, χώρων αναψυχής κ.α., ενώ παράλληλα δεν αξιοποιεί εγκατελειμμένους χώρους οδηγώντας τη σε περιβαλλοντική υποβάθμιση.

Λέξεις κλειδιά: *Ανενεργά Λατομεία, Αντικειμενοστρεφής Ανάλυση, Χρήσεις Γης Μοντελοποιημένη Διαδικασία Ψηφιδωτών, Δήμος Μεγαρέων,*

ABSTRACT

The objective of this thesis is the identification of quarries via remote sensing and in particular object – based image analysis (OBIA), establishing a methodological framework, with universal use, in order to accumulate knowledge and indicate an optimal hierarchy of quarries with the ultimate purpose of disposal area and serve societal requirements.

The object – based image analysis (OBIA) is advantageous because it combines object creation by image segmentation and the hierarchical topology relation between objects. Furthermore GIS use and modeling procedures, make it feasible to choose the raster structure of data or analysis. It plays a substantial role in cases where there are plenty criteria involved and continuous overlaid layers.

Three multitemporal (Landsat 5 and 8) images were selected from 1986 to 2015. The research was carried out using the eCognition 8.64 program from DEFINIENS Imaging GmbH by creating an object Based knowledge base. The different satellite images were analyzed with the same procedures in order to extract comparable results. The analysis of Landsat images included three levels of classification. In the first level, the different types of land cover that have been developed in the region are being classified i) vegetation, ii) sea, iii) bare land, iv) artificial surface and v) other. In the third level, quarries were identified from remaining classes and the second level was the level of the main classification. It is also noted that no training samples were used. The evaluation of the results take place for the second level of classification for each image separately.

Then identification and extraction of quarries were introduced in the model in order to create a cost raster which includes all the criteria (environmental, geological, social-economic).

As an area for the Application Study was selected the municipality of Megara. This particular municipality was chosen because although it seems as a favored region by its location (big water front, Geraneia Mountain and developed road and rail network) in fact there is no urban landscape, lack sport facilities and no use of abandoned areas. All of these lead to environmental degradation. For the above reasons, the Municipality of Megara is an appropriate case study of checking the proposed methodological framework.

Keywords: *Abandoned Quarries, Object Based Image Analysis, Land cover, Modeled raster analysis, Municipality of Megara*

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1	Ερευνητική Υπόθεση	1
1.2	Σκοπιμότητα έρευνας.....	2
2.	ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	3
2.1	Εισαγωγή	3
2.2	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα ανενεργά λατομεία	4
2.3	Σημασία Ιεράρχησης Λατομείων	6
2.4	Εργαλεία Λήψης Αποφάσεων.....	6
2.5	Κριτήρια Ιεράρχησης Λατομείων	7
2.6	Νομοθετικό Πλαίσιο.....	9
2.6.1	Εισαγωγή.....	9
2.6.2	Λατομική Νομοθεσία.....	9
2.6.3	Περιβαλλοντική Νομοθεσία.....	12
2.6.4	Δασική Νομοθεσία	13
2.6.5	Πολιοδομία και χωροταξία.....	15
3.	ΜΕΘΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ	18
3.1	Εισαγωγή στην Τηλεπισκόπηση	20
3.2	Τηλεπισκοπικά Δεδομένα LandSat 5 & 8	21
3.3	Αντικειμενοστρεφή Ανάλυση Εικόνας.....	24
3.4	Εισαγωγή στο λογισμικό eCognition	25
3.4.1	Κατάτμηση.....	25
3.4.2	Ιεραρχία Πολλαπλών Επιπέδων και Κλάσεων Ταξινόμησης	28
3.4.3	Αντικειμενοστρεφής Ταξινόμηση (Object- Based Classification).....	29
3.4.4	Χαρακτηριστικά λογισμικού eCognition	31
3.4.5	Υπολογισμός Δεικτών	33
3.4.5.1	Δείκτης Νερού	33
3.4.5.2	Δείκτης MSAVI	33

3.4.5.3 Ενισχυμένος Δείκτης EBBI	34
3.4.5.4 Κανονικοποιημένο Δείκτης δόμησης και Γυμνού Εδάφους	35
3.4.6 Λόγοι Καναλιών	35
3.4.7 Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων.....	36
3.4.7.1 Σταθερότητα Ταξινόμησης “Classification Stability”	37
3.4.7.2 Καλύτερο Αποτέλεσμα Ταξινόμησης “Best Classification Result”	38
3.4.7.3 Μήτρα Σφάλματος βασισμένη σε μια μάσκα επίγειου ελέγχου “Error Matrix Based on TPA Mask”	39
3.4.7.4 Μήτρα Σφάλματος Βασισμένη σε Δειγματοληπτικά Αντικείμενα “Error Matrix based on Samples”	40
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	41
4.1 Ανάλυση της προς μελέτη περιοχής	41
4.2 Συλλογή δεδομένων	42
4.3. Οργάνωση σε βάσεις Δεδομένων.....	43
4.4 Αξιολόγηση Κριτηρίων	43
4.5 Δημιουργία Ψηφιδωτού Κόστους	44
4.6 Κριτήρια ανάλυσης για την ανάπλαση των λατομείων	45
4.6.1 Περιβαλλοντικά Κριτήρια – Επιπτώσεις στο Φυσικό Περιβάλλον.....	47
4.6.1.1 Ρύπανση Υδάτων	47
4.6.1.2 Ασφάλεια χώρου	49
4.6.1.3 Οπτική Όχληση	50
4.6.2 Κοινωνικο – Οικονομικά Κριτήρια.....	51
4.6.2.1 Αποστάσεις από Περιοχές Ενδιαφέροντος.....	51
4.6.2.2 Επηρεαζόμενος Πληθυσμός.....	52
4.6.2.3 Έκταση Λατομείων.....	52
4.7 Σταθμίσεις Κριτηρίων	53
4.8 Πράξη Δημιουργίας Ψηφιδωτού Κόστους.....	53
5. ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ - ΔΗΜΟΥ ΜΕΓΑΡΕΩΝ	54

5.1 Περιοχή Μελέτης.....	54
5.1.1. Γεωγραφική θέση	54
5.1.2. Γεωμορφολογικά στοιχεία	54
5.1.3 Περιβαλλοντικά στοιχεία	57
5.2 Γεωλογία	60
5.2.1 Πελαγονική Ενότητα	60
5.2.2 Υποπελαγονική Ενότητα	62
5.2.3 Βοιωτική Ζώνη	65
5.2.4 Μεταλλικοί Σχηματισμοί	67
5.3 Χρήσεις γης.....	67
5.4 Δίκτυο Natura 2000	70
5.4.1 Περιοχή μελέτης και δίκτυο Natura 2000.....	72
5.5 Κλιματικά δεδομένα	72
5.5.1 Ομβροθερμικά στοιχεία.....	73
5.6 Πληθυσμιακά Στοιχεία.....	75
5.7 Οικονομικά Στοιχεία	76
6. ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ	77
6.1. Δεδομένα Μελέτης.....	77
6.2 Απόκτηση Δεδομένων.....	77
6.3 Προεπεξεργασία Δεδομένων	78
6.3.1 Γεωμετρική Διόρθωση	78
6.3.2 Ραδιομετρική Διόρθωση.....	78
6.4 Φωτοερμηνεία Πολυφασματικών Δεδομένων	81
6.5 Ταξινόμηση με αντικειμενοστρεφή προσέγγιση.....	86
6.5.1. Ταξινόμηση της Εικόνας.....	87
6.5.1.1 Κατάτμηση πολλαπλής ανάλυσης της απεικόνισης.....	88
6.5.2 Ταξινόμηση Επιπέδων Κατάτμησης για την απεικόνιση 2015	91
6.5.2.1 Ταξινόμηση 1ου επιπέδου	92

6.5.2.2 Ταξινόμηση 3ου Επιπέδου	99
6.5.2.3 Ταξινόμηση 2ου Επιπέδου	105
6.5.3. Κανόνες Κατηγοριών ανά επίπεδο για τις απεικονίσεις 2003	112
6.5.4. Κανόνες Κατηγοριών ανά επίπεδο για τις απεικονίσεις 1986	115
6.5.4. Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων.....	117
6.5.4.1 Αξιολόγηση των ταξινομήσεων της απεικόνισης 2015 ως προς την ευστάθεια, την αξιοπιστία και των πινάκων σύγκυσης	118
6.5.4.2 Αξιολόγηση των ταξινομήσεων της απεικόνισης 2003 με δημιουργία Πίνακα Σύγκυσης.....	121
6.5.4.3 Αξιολόγηση των ταξινομήσεων της απεικόνισης 1986 με δημιουργία Πίνακα Σύγκυσης.....	122
6.6 Εμβαδομέτρηση.....	123
6.7 Αλλαγές Χρήσεων Γης κατά τα έτη 1986, 2003 και 2015	125
6.7.1 Δημιουργία Ψηφιδωτών	126
6.7.2 Περιοχές με Αλλαγή χρήσης.....	127
7. ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕ ΓΣΠ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΕΓΑΡΕΩΝ	130
7.1 Συλλογή Δεδομένων του Δήμου Μεγαρέων.....	130
7.2 Οργάνωση σε Βάσεις Δεδομένων - Μελέτη Εφαρμογής.....	131
7.3 Δημιουργία Ψηφιδωτού κόστους	133
7.3.1 Επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον.....	133
7.3.1.1 Ρύπανση Υδάτων	133
7.3.1.2 Ασφάλεια χώρου	140
7.3.1.3 Οπτική Όχληση	144
7.3.2 Κοινωνικο - οικονομικά Κριτήρια	147
7.3.2.1 Αποστάσεις από Περιοχές Ενδιαφέροντος.....	147
7.3.2.2 Επηρεαζόμενος Πληθυσμός.....	155
7.3.2.3 Έκταση Λατομικού Χώρου	155
7.4 Σταθμίσεις Κριτηρίων	159

7.4.1 Στάθμιση Περιβαλλοντικών Κριτηρίων.....	159
7.4.2 Στάθμιση Κοινωνικο - Οικονομικών Κριτηρίων.....	165
ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ	173
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	175
ΔΙΕΘΝΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	179
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	183

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 3.1. Παράθυρο καθορισμού χαρακτηριστικών των αντικειμένων στο επίπεδο για τον αλγόριθμο πολλαπλής κατάτμησης.	28
Εικόνα 3.2 Αναπαράσταση ιεραρχίας πολλαπλών επιπέδων αντικειμένων, τα οποία αλληλοσχετίζονται μεταξύ τους, τόσο όσον αφορά αντικείμενα του ίδιου επιπέδου, όσο και αντικείμενα διαφορετικών επιπέδων.	29
Εικόνα 3.3 Παράδειγμα συνάρτησης συμμετοχής του κανονικοποιημένου δείκτη βλάστησης NDVI, για όρια ασαφούς ζώνης μεταξύ 0,22 – 0,24.....	31
Εικόνα 3.4. Παράθυρο εργαλειοθήκης “Feature View” του λογισμικού eCognition.....	32
Εικόνα 3.5. Παράθυρο εκτίμησης ακρίβειας.	37
Εικόνα 3.6. Πίνακας σταθερότητας ταξινόμησης.....	38
Εικόνα 3.7 Πίνακας καλύτερου αποτελέσματος ταξινόμησης.....	39
Εικόνα 3.8 Πίνακας σύγχυσης σφάλματος βασισμένη σε δειγματοληπτικά αντικείμενα (Error Matrix Based on Samples).....	40
Εικόνα 4.1. Μοντέλο λήψης αποφάσεων για ανάπλαση εγκαταλειμμένων λατομείων	47
Εικόνα 4.2. Επανακατηγοριοποίηση κάθε ψηφιδωτού για το κριτήριο ρύπανσης υδάτων.....	48
Εικόνα 4.3. Επανακατηγοριοποίηση κάθε ψηφιδωτού για το κριτήριο ασφάλειας χώρου.	49
Εικόνα 4.4. Επανακατηγοριοποίηση κάθε ψηφιδωτού για το κριτήριο οπτικής όχλησης.	50
Εικόνα 4.5. Επανακατηγοριοποίηση κάθε ψηφιδωτού για το κριτήριο αποστάσεις από περιοχές ενδιαφέροντος.	51
Εικόνα 4.6. Επανακατηγοριοποίηση κάθε ψηφιδωτού για το κριτήριο επηρεαζόμενος πληθυσμός..	52
Εικόνα 4.7. Επανακατηγοριοποίηση κάθε ψηφιδωτού για το κριτήριο έκταση λατομείου.	52
Εικόνα 5.1. (από αριστερά προς τα δεξιά) Κεφαλληνιακή ελάτη, μαύρη πεύκη και σχίνος.....	60
Εικόνα 5.2 Τεκτονοστρωματογραφική διάρθρωση της Πελαγονικής ζώνης.....	61

Εικόνα 5.3. Λιθοστρωματογραφική στήλη της Υποπελαγονικής Ζώνης για την περιοχή Μπελέτσι (Πάρνηθα) του Clementi (1971), η οποία τροποποιήθηκε σε αντιστοιχία με τον Μουντράκη (2010).	62
Εικόνα 5.4. Σχηματική αναπαράσταση της γεωτεκτονικής εξέλιξης των Ελληνίδων.....	66
Εικόνα 5.5 Η εξάπλωση των ορογενετικών φάσεων στις Ελληνίδες οροσειρές. Στην εικόνα διακρίνονται οι εξωτερικές Ελληνίδες με μία ορογενετική φάση και οι εσωτερικές Ελληνίδες με δύο ορογενετικές φάσεις.....	66
Εικόνα 6.1. Επιλογή περιοχής μελέτης.	78
Εικόνα 6.2 Φωτοερμηνευτικά πρότυπα (α) συνεχούς, (β) μη συνεχούς αστικής δόμησης.....	82
Εικόνα 6.3 Φωτοερμηνευτικά πρότυπα (α) βιομηχανικών περιοχών και (β) οδικού δικτύου.....	83
Εικόνα 6.4 Φωτοερμηνευτικά πρότυπα α) Λιμένος και β) Αεροδρομίου.	83
Εικόνα 6.5. Φωτοερμηνευτικά πρότυπα α) χώρων εξόρυξης και β) μη αρδεύσιμης αρόσιμης γης (κόκκινο τετράγωνο) και γ) βοσκότοπων (κίτρινη έλλειψη).....	84
Εικόνα 6.6 Φωτοερμηνευτικά πρότυπα ελαιώνων.	84
Εικόνα 6.7. Φωτοερμηνευτικά πρότυπα α) σύνθετων συστημάτων καλλιέργειας και β) φυσικών βοσκότοπων.	85
Εικόνα 6.8. Φωτοερμηνευτικά πρότυπα α) σκληροφυλλικής βλάστησης και β) μεταβατικών δασωδών – θαμνωδών εκτάσεων.....	86
Εικόνα 6.9. Φωτογραφίες (α,β) ανενεργών λατομείων στη λατομική περιοχή, όπου διακρίνονται τα κτίρια επεξεργασίας υλικού και γ) ενεργού λατομείου ανακύκλωσης υλικού.	87
Εικόνα 6.10. α) δημιουργία “Project” και ορισμός αλληλουχίας των καναλιών, β) ορισμός υποπεριοχής «Λατομική περιοχή» του Δήμου Μεγαρέων.	88
Εικόνα 6.11. Επίπεδα κατάτμησης: (α) τμήματος εικόνας της λατομικής περιοχής, μεγέθυνση εικόνας και απεικόνιση αντικειμένων στο (β) Level 1, (γ) Level 2, (δ) Level 3.	90
Εικόνα 6.12. Ιεραρχία επιπέδων.	91
Εικόνα 6.13. (α) Επιλογή χαρακτηριστικού ιεραρχίας για την περιγραφή κάθε επιπέδου, (β) Ορισμός συνάρτησης συμμετοχής της απόλυτης ταύτισης κάθε επιπέδου με αριθμό.	92
Εικόνα 6.14. Ιεραρχία 1 ^{ου} επιπέδου της απεικόνισης του 2015.	92
Εικόνα 6.15. (α) Απεικόνιση της βλάστησης σε όλο το εύρος της εικόνας με την εφαρμογή του δείκτη βλάστησης ‘MSAVI’ στις τιμές ασάφειας 0,349 έως 0.351 με συνάρτηση της μορφής S θετικής κλίσης.....	93
Εικόνα 6.16. (α) Απεικόνιση της θάλασσας σε όλο το εύρος της εικόνας με την εφαρμογή του δείκτη ‘NDWI’ στις τιμές ασάφειας 0 έως 0.1 με συνάρτηση της μορφής S θετικής κλίσης	94
Εικόνα 6.17. Περιγραφή των χαρακτηριστικών που εκφράζουν την τεχνητή επιφάνεια “Artificial Surface (L1)”.....	95

Εικόνα 6.18. Απεικόνιση της τεχνητής επιφάνειας σε όλο το εύρος της εικόνας με την εφαρμογή του δείκτη « <i>NDBBBI</i> » στις τιμές ασάφειας -0,3 έως -0,2 με συνάρτηση της μορφής S θετικής κλίσης.	95
Εικόνα 6.19. Απεικόνιση της τεχνητής επιφάνειας σε όλο το εύρος της εικόνας με την διαφορά από τη μέση τιμή της εικόνα στο μπλε κανάλι « <i>mean dif. to scene blue</i> » στις τιμές ασάφειας 260 έως 280 με συνάρτηση της μορφής S θετικής κλίσης.....	96
Εικόνα 6.20. Απεικόνιση της τεχνητής επιφάνειας σε όλο το εύρος της εικόνας με την εφαρμογή της μέσης τιμής στο μέσο υπέρυθρο κανάλι « <i>mean dif. to scene SWIR-1</i> » στις τιμές ασάφειας 8450 έως 8470 με συνάρτηση της μορφής S αρνητικής κλίσης.....	96
Εικόνα 6.21. (α) Απεικόνιση της βλάστησης σε όλο το εύρος της εικόνας με την εφαρμογή του ενισχυμένου δείκτη άγονου εδάφους στις τιμές ασάφειας 0,85 έως 0,92 με συνάρτηση της μορφής S θετικής κλίσης.	97
Εικόνα 6.22. Περιγραφή των χαρακτηριστικών που εκφράζουν τη γενική κατηγορία “Other (L1)”, μέσα στην οποία ταξινομούνται οι καλλιέργειες και διάφορες μορφές υπολειπόμενης βλάστησης.	97
Εικόνα 6.23. Αποτέλεσμα ταξινόμησης με τη χρήση κανόνων και συναρτήσεων ασαφούς λογικής για το πρώτο επίπεδο στην απεικόνιση 2015.....	99
Εικόνα 6.24. Ιεραρχία 3 ^{ου} επιπέδου της απεικόνισης 2015.....	99
Εικόνα 6.25. Περιγραφή των χαρακτηριστικών που εκφράζουν τα ενεργά λατομεία “Active Mines (L3)”.....	100
Εικόνα 6.26. Απεικόνιση των ενεργών λατομείων σε όλο το εύρος της εικόνας με την εφαρμογή του λόγου 5/6 στις τιμές ασάφειας 0,81 έως 0,83 με συνάρτηση της μορφής S θετικής κλίσης.....	101
Εικόνα 6.27. Απεικόνιση του εμβαδού “Area” σε όλο το εύρος της εικόνας στις τιμές ασάφειας 0,37 έως 0,45 Ha με συνάρτηση της μορφής S θετικής κλίσης.	101
Εικόνα 6.28. Απεικόνιση των κλίσεων εδάφους (%) σε όλο το εύρος της εικόνας στις τιμές ασάφειας 11 έως 13% με συνάρτηση της μορφής S θετικής κλίσης.....	102
Εικόνα 6.29. Περιγραφή των χαρακτηριστικών που εκφράζουν την περιβάλλουσα περιοχή της εξόρυξης των πετρωμάτων των ενεργών λατομείων “Mined Wasteland (L3)”.....	102
Εικόνα 6.30. Απεικόνιση του λόγου 5/6 στις τιμές ασάφειας 0,6 έως 0,817 με συνάρτηση τραπεζοειδούς μορφής.....	103
Εικόνα 6.31. Απεικόνιση της απόσταση από τα ενεργά λατομεία “Active Mine” στις τιμές ασάφειας 0,28 έως 0,83 με συνάρτηση της μορφής S αρνητικής κλίσης.	103
Εικόνα 6.32. Αποτέλεσμα ταξινόμησης με τη χρήση κανόνων και συναρτήσεων ασαφούς λογικής για το τρίτο επίπεδο στην απεικόνιση 2015.....	104
Εικόνα 6.33. Ιεραρχία 2 ^{ου} επιπέδου της απεικόνισης 2015.....	105
Εικόνα 6.34. Χαρακτηριστική συνάρτηση μεταφοράς πληροφορίας της κατηγορίας “Vegetation (L2)” από ένα επίπεδο σε ανώτερο, συνάρτηση συμμετοχής και όρια ασαφούς ζώνης.	106

Εικόνα 6.35. Χαρακτηριστική συνάρτηση μεταφοράς της κατηγορίας “Sea (L2)” από ένα επίπεδο σε ανώτερο, συνάρτηση συμμετοχής και όρια ασαφούς ζώνης.	107
Εικόνα 6.36. Χαρακτηριστική συνάρτηση μεταφοράς της κατηγορίας “Active Mine (L2)” από ένα επίπεδο σε ανώτερο, συνάρτηση συμμετοχής και όρια ασαφούς ζώνης.	107
Εικόνα 6.37. Χαρακτηριστική συνάρτηση μεταφοράς της κατηγορίας “Mined Wasteland (L2)” από ένα επίπεδο σε ανώτερο, συνάρτηση συμμετοχής και όρια ασαφούς ζώνης.	108
Εικόνα 6.38. Χαρακτηριστική συνάρτηση μεταφοράς της κατηγορίας “Artificial Surface (L2)” από ένα επίπεδο σε ανώτερο, συνάρτηση συμμετοχής και όρια ασαφούς ζώνης.	108
Εικόνα 6.39. Χαρακτηριστική συνάρτηση μεταφοράς της κατηγορίας “Bare Land (L2)” από ένα επίπεδο σε ανώτερο, συνάρτηση συμμετοχής και όρια ασαφούς ζώνης.	109
Εικόνα 6.40. Αποτέλεσμα ταξινόμησης με τη χρήση κανόνων και συναρτήσεων ασαφούς λογικής για το δεύτερο επίπεδο στην απεικόνιση 2015.	110
Εικόνα 6.41. Αναλυτικό διάγραμμα ροής για την ταξινόμηση όλων των επιπέδων.	111
Εικόνα 6.42. Ιεραρχία των κατηγοριών και αποτέλεσμα ταξινόμησης με χρήση κανόνων και συναρτήσεων ασαφούς λογικής για το πρώτο επίπεδο “Level 1” στην εικόνα 2003.	112
Εικόνα 6.43. Ιεραρχία των κατηγοριών και αποτέλεσμα ταξινόμησης με χρήση κανόνων και συναρτήσεων ασαφούς λογικής για το τρίτο επίπεδο “Level 3” στην εικόνα 2003.	113
Εικόνα 6.44. Ιεραρχία των κατηγοριών και αποτέλεσμα ταξινόμησης με χρήση κανόνων και συναρτήσεων ασαφούς λογικής για το δεύτερο “Level 2” στην απεικόνιση 2003.	114
Εικόνα 6.45. Ιεραρχία των κατηγοριών και αποτέλεσμα ταξινόμησης με χρήση κανόνων και συναρτήσεων ασαφούς λογικής για το πρώτο επίπεδο “Level 1” στην εικόνα 1986.	115
Εικόνα 6.46. Ιεραρχία των κατηγοριών και αποτέλεσμα ταξινόμησης με χρήση κανόνων και συναρτήσεων ασαφούς λογικής για το τρίτο επίπεδο “Level 3” στην εικόνα 1986.	116
Εικόνα 6.47. Φωτογραφία του λατομείου που εντοπίστηκε στην απεικόνιση του 1986.	116
Εικόνα 6.48. Ιεραρχία των κατηγοριών και αποτέλεσμα ταξινόμησης με χρήση κανόνων και συναρτήσεων ασαφούς λογικής για το δεύτερο “Level 2” στην απεικόνιση 1986.	117
Εικόνα 6.49. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων στο δεύτερο επίπεδο ταξινόμησης με τη μέθοδο Σταθερότητας ταξινόμησης “Classification Stability” στην απεικόνιση 2015.	119
Εικόνα 6.50. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων στο δεύτερο επίπεδο ταξινόμησης με τη μέθοδο καλύτερου αποτελέσματος ταξινόμησης “Best Classification Result” στην εικόνα 2015.	120
Εικόνα 6.51. Παράθυρο διαλόγου του εργαλείου “dissolve” και οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων στο ArcMap.	124
Εικόνα 6. 52. Παράθυρο διαλόγου “environment” για τον ορισμό της περιοχής ανάλυσης.	126
Εικόνα 6.53. Παράθυρο διαλόγου μετατροπής διανυσματικών δεδομένων σε ψηφιδωτά και οπτικοποίησή των.	126

Εικόνα 6.54. Αποτέλεσμα μετά την εφαρμογή του “Majority” .	127
Εικόνα 6.55. Αποτέλεσμα μετά τη χρήση του τελεστή “IsNull” .	128
Εικόνα 6.56. Περιοχές που άλλαξαν χρήση. .	128
Εικόνα 6.57. Αποτέλεσμα με τη χρήση του εργαλείου “Variety” .	129
Εικόνα 7.1 Οργάνωση της αρχικής γεωβάσης “protogeni_dedomena.gdb” .	131

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 3.1. Φασματικά κανάλια του Θεματικού Χαρτογράφου TM και οι κύριες εφαρμογές τους. .	22
Πίνακας 3.2. Φασματικά κανάλια του “Operational Land Imager – (OLI)” , αισθητήρες θερμικού υπέρυθρου και οι κύριες εφαρμογές τους. .	23
Πίνακας 4.1: Αναγκαία Συλλογή Δεδομένων .	42
Πίνακας 4.2. Οργάνωση σε βάσεις δεδομένων. .	43
Πίνακας 5.1 Πίνακας Κατανομής εκτάσεων του δήμου Μεγάρων βάσει του χάρτη κάλυψης CORINE 2000. .	69
Πίνακας 5.2 Απλοποιημένος πίνακας κατανομής εκτάσεων του Δυτικού Τμήματος της Περιφέρειας Αττικής του χάρτη κάλυψης CORINE 2000. .	70
Πίνακας 5.3 Μετεωρολογικά στοιχεία μετεωρολογικού σταθμού Μεγάρων (1946-1988). .	73
Πίνακας 5.4. Πληθυσμιακή εξέλιξη. .	75
Πίνακας 5.5. Κατανομή εργατικού δυναμικού ανά τομέα 2014. .	76
Πίνακας 6.1. Μεταδεδομένα δορυφορικής απεικόνισης Landsat 5 TM. .	80
Πίνακας 6.2. Μεταδεδομένα δορυφορικής απεικόνισης Landsat 8 OLI/TIRS. .	80
Πίνακας 6.3. Παράμετροι κατάτμησης ανά επίπεδο. .	90
Πίνακας 6.4. Ιεραρχία κατηγοριών για το πρώτο επίπεδο (L1) της απεικόνισης 2015. .	93
Πίνακας 6.5. Ιεραρχία κατηγοριών για το τρίτο επίπεδο (L3) της απεικόνισης 2015. .	99
Πίνακας 6.6. Ιεραρχία κατηγοριών για το δεύτερο επίπεδο (L2) της απεικόνισης 2015. .	106
Πίνακας 6.7. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων στο πρώτο επίπεδο ταξινόμησης με τη μέθοδο του πίνακα σύγκρισης σφάλματος βασισμένη στα νέα δειγματοληπτικά αντικείμενα «Error Matrix Based on Samples» .	121
Πίνακας 6.8. Πίνακας σύγκρισης σφάλματος για το δεύτερο επίπεδο της απεικόνισης του 2003 και ακρίβειες παραγωγού και χρήστη. .	122
Πίνακας 6.9. Πίνακας σύγκρισης σφάλματος για το δεύτερο επίπεδο της απεικόνισης του 1986 και ακρίβειες παραγωγού και χρήστη. .	122
Πίνακας 6.10. Εμβαδομέτρηση κατηγοριών του κύριου επιπέδου ταξινόμησης των απεικονίσεων 1986, 2003 και 2015 .	124

Πίνακας 7.1. Πίνακας δεδομένων μελέτης εφαρμογής στον Δήμο Μεγαρέων	130
Πίνακας 7.2. Ορατές και μη περιοχές σε ακτίνα 8 km από το κέντρο των λατομείων.	144
Πίνακας 7.3. Χρήσεις γης ανά ζώνη παρατήρησης.	145
Πίνακας 7.4. Βάρος κριτηρίων με τη μέθοδο “ranking” για την ρύπανση υδάτων.	159
Πίνακας 7.5. Βάρος κριτηρίων με τη μέθοδο “ranking” για την ασφάλεια χώρου.	161
Πίνακας 7.6. Βάρος κριτηρίων με τη μέθοδο “ranking” για την οπτική όχληση.	161
Πίνακας 7.7. Βάρος κριτηρίων με τη μέθοδο “ranking” για τα περιβαλλοντικά κριτήρια.	161
Πίνακας 7.8. Βάρος κριτηρίων με τη μέθοδο “ranking” για τις αποστάσεις ενδιαφέροντος.	165
Πίνακας 7.9. Βάρος κριτηρίων με τη μέθοδο “ranking” για τον επηρεαζόμενο πληθυσμό.....	165
Πίνακας 7.10. Βάρος κριτηρίων με τη μέθοδο “ranking” για την έκταση.	165
Πίνακας 7.11. Βάρος κριτηρίων με τη μέθοδο ranking για τα κοινωνικο – οικονομικά κριτήρια.	168
Πίνακας 7.12. Βάρος Κριτηρίων τελικής ιεράρχησης των λατομείων.....	168

Κατάλογος Χαρτών

Χάρτης 5.1. Περιοχή Μελέτης.	55
Χάρτης 5.2. Ψηφιακό μοντέλο εδάφους.	55
Χάρτης 5.3. Μορφολογικές Κλίσεις της Περιοχής Μελέτης.	56
Χάρτης 5.4. Προσανατολισμός πρηνών της Περιοχής Μελέτης.....	57
Χάρτης 5.5. Χρήσεις Γης Δυτικής Αττικής.....	69
Χάρτης 7.1. Κριτήριο Περατότητας, Ψηφιδωτό Α.	135
Χάρτης 7.2. Κριτήριο Παρουσίας αποβλήτων, Ψηφιδωτό Β.	136
Χάρτης 7.3. Κριτήριο Επικινδυνότητας αποβλήτων, Ψηφιδωτό Γ.	137
Χάρτης 7.4. Κριτήριο ποταμών μόνιμης ροής, Ψηφιδωτό Δ.	138
Χάρτης 7.5. Κριτήριο ποταμών παροδικής ροής. Ψηφιδωτό Ε.....	139
Χάρτης 7.6. Κριτήριο Απόστασης από ρήγματα, Ψηφιδωτό Στ.	141
Χάρτης 7.7. Κριτήριο κλίσεων γης, Ψηφιδωτό Ζ.	142
Χάρτης 7.8. Κριτήριο προσανατολισμού πρηνών, Ψηφιδωτό Η.	143
Χάρτης 7.9. Κριτήριο έκτασης της περιοχής ορατότητας σε ακτίνα 8 km από τα λατομεία.....	146
Χάρτης 7.10. Κριτήριο απόστασης από δρόμους παντός καιρού σκληρής επιφάνειας, Ψηφιδωτό Ξ	148
Χάρτης 7.11. Κριτήριο απόστασης από δρόμους παντός καιρού χαλαρής επιφάνειας, Ψηφιδωτό Ο	149
Χάρτης 7.12. Κριτήριο απόστασης από την Εθνική Οδό, Ψηφιδωτό Π.....	150
Χάρτης 7.13. Κριτήριο Απόστασης από τους αρχαιολογικούς χώρους, Ψηφιδωτό Ρ	151

Χάρτης 7.14. Κριτήριο απόστασης από περιοχές “Natura”, ψηφιδωτό Σ.....	152
Χάρτης 7.15. Κριτήριο απόστασης από δημόσια κτίρια, Ψηφιδωτό Τ.....	153
Χάρτης 7.16. Κριτήριο απόστασης από το σιδηροδρομικό δίκτυο, Ψηφιδωτό Υ.....	154
Χάρτης 7.17. Κριτήριο απόστασης οικισμών άνω των 1000 κατοίκων.	156
Χάρτης 7.18. Κριτήριο απόστασης από τις εγγύτερες πρωτεύουσες, Ψηφιδωτό Φ.	157
Χάρτης 7.19. Κριτήριο έκτασης λατομικών χώρων, Ψηφιδωτό Χ.....	158
Χάρτης 7.20. Ψηφιδωτό κόστους ρύπανσης υδάτων.....	160
Χάρτης 7.21. Ψηφιδωτό κόστους ασφάλειας χώρου.....	162
Χάρτης 7.22. Ψηφιδωτό κόστους οπτικής όχλησης.	163
Χάρτης 7.23. Ψηφιδωτό κόστους περιβαλλοντικών κριτηρίων.....	164
Χάρτης 7.24. Ψηφιδωτό κόστους απόστασης από περιοχές ενδιαφέροντος.	166
Χάρτης 7.25. Ψηφιδωτό κόστους επηρεαζόμενου πληθυσμού.	167
Χάρτης 7.26. Κοινωνικό – Οικονομικά Κριτήρια.	169
Χάρτης 7.27. Τελικό ψηφιδωτό κόστους για την ιεράρχηση του λατομείου 1.	170
Χάρτης 7.28. Τελικό ψηφιδωτό κόστους για την ιεράρχηση της λατομικής περιοχής.	171
Χάρτης 7.29. Τελικό ψηφιδωτό κόστους για την ιεράρχηση του λατομείου.	172

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 3.1. Προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο (Κουτσόπουλος 2006).	19
Σχήμα 7.2. Αρχικά δεδομένα	132

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 5.1. Κατανομή μέσου μηνιαίου ύψους βροχής (Πηγή: Ε.Μ.Υ).....	74
Διάγραμμα 5.2. Κατανομή μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας (Πηγή: Ε.Μ.Υ).....	74
Διάγραμμα 5.3. Ομβροθερμικό διάγραμμα περιοχής μελέτης περιόδου 1946-1988..	75
Διάγραμμα 6.3. Οπτικοποίηση της εξέλιξης των κατηγοριών του Δήμου Μεγαρέων για τη χρονολογία 1986-2015.	125

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ερευνητική Υπόθεση

Η σύγχρονη βιομηχανική και τεχνολογική ανάπτυξη που έχει επιτευχθεί κυρίως από το δεύτερο μισό του 20^{ου} αιώνα έχει συντελέσει αποφασιστικά στην βελτίωση της ποιότητας ζωής αλλά και της αύξησης του προσδόκιμου ηλικίας του σύγχρονου ανθρώπου. Παρόλα αυτά η δημιουργία και ανάπτυξη μεγάλων αστικών κέντρων καθώς και η υπερεκμετάλλευση του περιβάλλοντος έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση περιβαλλοντικών προβλημάτων που καλείται να λύσει ο σύγχρονος άνθρωπος. Ένα από τα προβλήματα αυτά εντοπίζεται στα μεγάλα αστικά κέντρα και αποτυπώνεται από την ανεξέλεγκτη οικοδομική δραστηριότητα που οδηγεί στην υποβάθμιση των ελεύθερων χώρων πρασίνου, στην έλλειψη χώρων αναψυχής, αθλητικών εγκαταστάσεων και πολιτισμικών δραστηριοτήτων, απαραίτητων για το επίπεδο διαβίωσης των πολιτών.

Η μη αξιοποίηση και η υποβάθμιση του δημόσιου χώρου της Αττικής εξαιτίας του παραπάνω φαινομένου έχει οδηγήσει τα τελευταία 50 χρόνια στην υποβάθμιση του αστικού και περιαστικού τοπίου, ενώ επιπροσθέτως η εικόνα επιδεινώνεται από δευτερογενείς βιομηχανικές δραστηριότητες, όπως οι λατομικές επιχειρήσεις του παρελθόντος, οι περιοχές των οποίων φιλοξενούνται εντός του οικιστικού ιστού και παραμένουν ακόμη και σήμερα αναξιοποίητες.

Τα λατομεία που λειτούργησαν στην Αττική κατά τις δεκαετίες 1950 έως 1970 εγκαταλείφθηκαν εξαιτίας της απαγόρευσής τους λόγω της εγγύτητας και ορατότητάς τους από τις κατοικημένες περιοχές, καθιστώντας δύσκολη την ανεύρεση πληροφοριών σχετικών με την περίοδο λειτουργίας τους και του ιδιοκτησιακού καθεστώτος. Τα λατομεία της Αττικής εντοπίζονται στους πρόποδες του Υμηττού, της Πεντέλης, της Πάρνηθας και του Αιγάλεω, ενώ μεγάλο μέρος της αποκατάστασής τους πραγματοποιήθηκε μετά το 1980 και μαζικά κατά τη φάση κατασκευής των έργων υποδομής της Ολυμπιάδας το 2004, με κύριο στόχο την εξυπηρέτηση των βασικών κοινωνικών αναγκών. Ωστόσο, πολλά ανενεργά λατομεία δεν αποκαταστάθηκαν λόγω έλλειψης χρηματοδότησης με αποτέλεσμα να χρησιμοποιηθούν ως παράνομοι χώροι διάθεσης απορριμμάτων (χωματερές), με

χαρακτηριστικό παράδειγμα την περιοχή πέριξ του Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) Φυλής, όπου οι συγκεκριμένες λατομικές περιοχές μετατράπηκαν σε άτυπους χώρους απόθεσης απορριμμάτων και μπαζών υποβαθμίζοντας περαιτέρω το αστικό τοπίο.

1.2 Σκοπιμότητα έρευνας

Αντικείμενο της εργασίας αποτελεί αρχικά ο εντοπισμός των ανενεργών λατομείων με δορυφορικές εικόνες Landsat, μέτριας χωρικής ανάλυσης (30 m) και η διερεύνηση της εξέλιξής τους καθώς και των άλλων χρήσεων γης στην περιοχή του Δήμου Μεγαρέων. Για αυτό το λόγο επιλέχθηκαν τρεις δορυφορικές εικόνες σε χρονικό διάστημα 30 χρόνων και συγκεκριμένα τις χρονιές 1986, 2003 και 2015 των δεκτών Landsat 5 και 8, προερχόμενες από την υπηρεσία GLOVIS (Global Visualization Viewer) του Αμερικάνικου Γεωλογικού Ινστιτούτου “*United States Geological Survey - U.S.G.S*”. Η επιλογή των χρονολογιών και των εικόνων έγινε με την αντιστοίχιση εικόνων περίπου ίδιας εποχής έτσι ώστε να μην εμφανίζουν εσφαλμένες διαφορές λόγω εποχικής βλάστησης ενώ η επιλογή της εικόνας στη χρονιά 2003 έγινε λόγω των εν εξελίξει έργων της Ολυμπιάδας του 2004.

Στη συνέχεια έγινε μελέτη και ανάπτυξη ενός μεθοδολογικού εργαλείου, το οποίο θα συμβάλλει στη διαδικασία λήψης αποφάσεων για τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου σχεδίου ανάπλασης των λατομείων της Δυτικής Αττικής με κύριο σκοπό την πρόληψη και τη βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών καθώς και της οικονομικής ανάκαμψης της περιοχής. Ωστόσο, πολλές φορές, η λήψη μιας τέτοιας απόφασης μπορεί να αποβεί οικονομικά δυσβάστακτη, λόγω της αύξησης των λειτουργικών δαπανών. Στην παρούσα εργασία, προτείνεται η μέθοδος της πολυκριτηριακής ανάλυσης με σκοπό να αποτελέσει ένα βασικό εργαλείο για τη συλλογή γνώσης και την επιλογή της καλύτερης δυνατής ιεράρχησης των λατομικών περιοχών προκειμένου να αξιολογηθούν όλα τα εναλλακτικά σενάρια αποκατάστασης και κόστους με τελικό στόχο την διάθεση των περιοχών για την εξυπηρέτηση των κοινωνικών αναγκών.

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1 Εισαγωγή

Στην Ελλάδα, λόγω της αφθονίας διακοσμητικών πετρωμάτων και αδρανών υλικών, αναπτύχθηκε έντονη λατομική δραστηριότητα από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα. Εδώ λοιπόν πρέπει να επισημανθεί «τι είναι λατομείο». Λατομείο ή νταμάρι ορίζεται η περιοχή που προσφέρεται για την εξόρυξη πετρωμάτων χρήσιμων για οικοδομικές εργασίες. Πρόκειται κυρίως για ανοικτές εκμεταλλεύσεις, οι οποίες προσφέρουν οικοδομικά υλικά, όπως τα αδρανή που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή του σκυροδέματος.

Μετά το Β΄ Παγκόσμιο πόλεμο, κρίθηκε αναγκαίο να χρησιμοποιηθούν μεγάλες ποσότητες αδρανών υλικών με κύριο στόχο την ανάπτυξη των μεγάλων αστικών κέντρων και των έργων υποδομής. Γεγονός είναι ότι η ανάγκη αυτή σε συνδυασμό με την έλλειψη περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης και την απουσία αυστηρού νομικού πλαισίου, οδήγησε στην ανεξέλεγκτη λειτουργία πολυάριθμων λατομείων, κυρίως κοντά στις μεγάλες πόλεις. Επιπλέον, αξίζει να αναφερθεί ότι η συνεχόμενη ανάπτυξη του οικιστικού ιστού, είχε ως αποτέλεσμα πολλά από τα λατομεία που βρίσκονται εντός του οικιστικού ιστού να εγκαταληφθούν, χωρίς όμως να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα αποκατάστασής των. Συνεπώς, τα εγκαταλειμμένα λατομεία αποτελούν ένα σύνθετο πρόβλημα, αφού εκτός από τα προβλήματα οπτικής ρύπανσης που δημιουργούν αποτελούν και εστιές μόλυνσης, γιατί χρησιμοποιούνται ως χωματερές χωρίς άδεια. Παράλληλα, ο λατομικός χώρος, αποτελεί ένα μέρος με μεγάλη κινητικότητα μηχανημάτων, τα οποία με τη σειρά τους δημιουργούν έντονα κυκλοφοριακά προβλήματα και ηχορύπανση, γεγονός που εντείνεται με τις ανατινάξεις που λαμβάνουν χώρα στο λατομικό χώρο για την απόσπαση του υλικού, και προκαλούν μεγάλες εκπομπές σκόνης στην ατμόσφαιρα (Kaliampakos, 1996). Στη συνέχεια, η ευθύνη για τα ανενεργά λατομεία περιήλθε στα Δασαρχεία ή σε άλλες υπηρεσίες του Δημοσίου, οι οποίες με τη σειρά τους κατέταξαν τα λατομεία σε αναδασωτές περιοχές. Τα περισσότερα λατομεία σφραγίστηκαν κατά τις δεκαετίες του 50 έως του 70.

Η έλλειψη ελεύθερων χώρων παράλληλα με την αύξηση της αξίας της γης τόσο στην Αθήνα όσο και στα μικρότερα αστικά κέντρα οδήγησε στην αποκατάσταση και χρήση των

ανενεργών λατομείων. Ειδικότερα, για το Ν. Αττικής, σύμφωνα με την νομοθεσία ο Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου Αθήνας είναι υπεύθυνος όπως ορίζεται από το Ν. 2742/99 «Χωροταξικός Σχεδιασμός και αειφόρος Ανάπτυξη, το άρθρο 25 ΦΕΚ 207 και την κατ'εφαρμογή της Απόφασης του Υπ. ΠΕΧΩΔΕ με αρ. 15420/3278/2000 (ΦΕΚ 783). Ορισμένα από αυτά διαμορφώθηκαν σε χώρους άθλησης, αναψυχής και πολιτιστικών εκδηλώσεων. Εδώ αξίζει να επισημανθεί ότι οι αναπλάσεις είναι αποσπασματικές, προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες της τοπικής κοινωνίας για τη βέλτιστη χρήση αυτών των χώρων. Η αξιοποίηση των παλαιών λατομείων είναι ένα πολυπαραμετρικό πρόβλημα, αφού θα πρέπει να ληφθούν υπόψη περιβαλλοντικοί, νομικοί, τεχνικοί και οικονομικοί παράγοντες. Τόσο στην Ελληνική όσο και στην Διεθνή βιβλιογραφία προτείνονται ποικίλες προτάσεις, όπως το απλό μπάζωμα, οι δενδροφυτεύσεις και η δημιουργία χώρων υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ), χώρων στάθμευσης, αποθηκευτικών χώρων, βιοτεχνικών πάρκων, θεάτρων κλπ.

2.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα ανενεργά λατομεία

Τα λατομεία και οι περιοχές επιφανειακής εξόρυξης αποτελούν ένα σύνθετο πρόβλημα, γιατί δημιουργούν περιβαλλοντικά αποτυπώματα (Ziev, 1985, Varzburger, 2004, Willis & Garrod, 1999, Lin et al., 2005, Sullivan et al., 2006). Εδώ, θα πρέπει να δοθεί έμφαση στο γεγονός, ότι οι επιπτώσεις διαφέρουν πολύ από ένα λατομικό χώρο σε κάποιο άλλο, γιατί εξαρτώνται από τις μεθόδους εξόρυξης, τις τεχνικές επεξεργασίας και το μέγεθος της εξόρυξης. Οι επιπτώσεις μπορούν να διακριθούν σε μόνιμες και παροδικές. Μόνιμες χαρακτηρίζονται εκείνες που συνεχίζονται μετά την παύση των λατομικών δραστηριοτήτων, ενώ παροδικές είναι αυτές που εξελίσσονται παράλληλα με την εξορυκτική διαδικασία και παύουν να υφίστανται μετά το πέρας των εργασιών. Στη παρούσα ενότητα θα ασχοληθούμε με τις μόνιμες επιπτώσεις, αφού το αντικείμενο εργασίας είναι η ανάπλαση των ανενεργών λατομείων. Συνεπώς, στις μόνιμες βλάβες κατατάσσονται οι εξής:

- Γεωμεταβολές (Μορφολογικές αλλοιώσεις που δέχεται ο χώρος λατόμευσης)
- Εξάντληση του φυσικού πόρου
- Οικολογικές επιπτώσεις (χλωρίδα, πανίδα, οικότοποι, φυσικό οικοσύστημα)

Συνήθως, η ανάπλαση του φυσικού περιβάλλοντος μετά τη λατομική δραστηριότητα δεν πραγματοποιείται από τους ανάλογους φορείς ή δεν γίνεται σωστά, με αποτέλεσμα η περιοχή να χαρακτηρίζεται υποβαθμισμένη (Winfield & Taylor 2005). Αυτή λοιπόν η υποβάθμιση εκδηλώνεται με αφαίρεση του επιφανειακού εδάφους και συνεπώς με την έκθεση γυμνών βραχωδών επιφανειών, οδηγώντας σε προβλήματα οπτικής ρύπανσης καθώς και σε βιολογικές διαταραχές (Goodie, 2000). Η τελευταία μπορεί να προέλθει εξαιτίας της εξορυκτικής δραστηριότητας, αφού οι σχέσεις που συνδέουν τους οργανισμούς με τις γεωλογικές, υδρολογικές, τοπογραφικές και κλιματολογικές συνθήκες, μετά την εξόρυξη γίνονται ασταθείς (Nieman & Merkin, 1995). Τα λατομεία ακολούθως επηρεάζουν μόνιμα το φυσικό περιβάλλον, διαταράσσοντας δραματικά τις φυσικές ισορροπίες (Winfield & Taylor 2005).

Αρχικά, η λατομική δραστηριότητα έχει ως συνέπεια τη μόνιμη και σημαντική αλλοίωση της μορφολογίας και των φυσικών χαρακτηριστικών, ενώ η αποψίλωση της βλάστησης μπορεί να χαρακτηριστεί ως παροδική. Επιπλέον, οι αναβαθμίδες εγκαταλειμμένων λατομείων είναι απόκρημνες, καθιστώντας υψηλό το κίνδυνο κατολίσθησης (Zuquette et al., 2002).

Παράλληλα, εδώ αξίζει να αναφερθεί ότι όχι μόνο οι περιοχές της επιφανειακής εξόρυξης αλλά και οι γεινιάζουσες επηρεάζονται κατά την εξορυκτική δραστηριότητα εξαιτίας της διατάραξης της οικολογικής ισορροπίας, αφού καταστρέφονται εντελώς τα οικοσυστήματα (Shwarz, 1988, Sklenicka & Charvatova, 2003, Lameed & Ayodele, 2010, Darwish et al., 2011), με αποτέλεσμα να καθιστά αδύνατη τη χρήση τους από κάποια είδη πουλιών είτε για τροφοδοσία, είτε για καταφύγιο (Aldwell, 1990). Με λίγα λόγια, η απομάκρυνση της φυσικής πανίδας και χλωρίδας και η μη αποκατάσταση του χώρου μπορεί να οδηγήσει στη διάβρωση του εδάφους, στην καταστροφή του οικοσυστήματος και τέλος στην μόλυνση των υδάτων και του εδάφους (Kaliampakos & Mavrikos, 2006).

Επιπλέον ο θόρυβος που παράγεται κατά τη διάρκεια των εργασιών προκαλεί σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Μια άλλη πηγή σημαντικής ενόχλησης είναι η σκόνη που εκλύεται στην ατμόσφαιρα, τόσο κατά τη διάρκεια των εργασιών στο λατομείο όσο και

κατά την μεταφορά των υλικών (Caldwell, 1990, Darwish et al., 2011).

2.3 Σημασία Ιεράρχησης Λατομείων

Η ιεράρχηση των κριτηρίων για την επιλογή των λατομείων είναι εξαιρετικής σημασίας, ωστόσο τόσο στην ελληνική όσο και στη διεθνή βιβλιογραφία, ο αριθμός των εργασιών είναι αρκετά περιορισμένος, ενώ υπάρχουν πολλές εργασίες και βιβλία που δίνουν κατευθυντήριες γραμμές και υποδεικνύουν τη κατάλληλη μέθοδο αποκατάστασης. Αυτό ενισχύεται από το γεγονός, ότι η εφαρμογή δοκιμασμένων ή νέων λύσεων αποκατάστασης των ανενεργών λατομικών χώρων, δεν είναι δυνατόν να γίνει συγχρόνως για όλα τα λατομεία για λόγους κυρίως οικονομικούς, καθώς και νομικών δεσμεύσεων. Είναι επιτακτική ανάγκη λοιπόν, να θεσπιστούν κριτήρια, με χρήση συντελεστών βαρύτητας, τα οποία θα συμβάλλουν στην επιλογή με βάση την προτεραιότητα των κατάλληλων χώρων για ανάπλαση και ακολούθως στον ορθολογικό σχεδιασμό των εφικτών λύσεων (Husbands and Dey, 2002).

Συνεπώς κρίνεται απαραίτητη η διαδικασία ιεράρχησης των λατομικών περιοχών, αφού εξαρτάται από ένα πλήθος παραγόντων - κριτηρίων (περιβαλλοντικά, οικονομικά, κοινωνικο - οικονομικά) (Dey 2001, 2006). Λόγω της παγκόσμιας ευαισθητοποίησης και της παρουσίας ρυθμιστικών φορέων σε πολλές χώρες για τον έλεγχο των δραστηριοτήτων ανάπτυξης, αυτό έχει ως αποτέλεσμα πολλοί φορείς όχι μόνο να απαιτούν από τους οργανισμούς να συμμορφώνονται όπως ορίζουν οι περιβαλλοντικές πρακτικές αλλά και να εγκρίνουν την υποδομή και να παρακολουθούν την εξέλιξη του έργου.

2.4 Εργαλεία Λήψης Αποφάσεων

Η αξιολόγηση των φυσικών και περιβαλλοντικών κινδύνων σε εγκαταλελειμμένα λατομεία είναι αρκετά δύσκολη χωρίς ουσιώδεις πληροφορίες, όπως ευστάθεια πρανών, ή εκτίμηση της ασφάλειας του χώρου, ενώ κάποιοι παράμετροι είναι άμεσα μετρήσιμοι (πχ παρουσία εξορυκτικών αποβλήτων, είδος κ.α). Τα παραπάνω είχαν ως αποτέλεσμα την υποκειμενική κρίση των φορέων για την επιλογή των λατομείων για ανάπλαση. Η μέθοδος "Delphi", η Αναλυτική διαδικασία Ιεράρχησης - Analytical Hierarchy Process (A.H.P) (Dey and Ramcharan, 2008, Kubit et al. 2015) και η μέθοδος ταξινόμησης "Ranking" (Nyegres & Jankowski, 2010, Μουγιάκου, 2010) χρησιμοποιούνται ευρέως από τη διεθνή βιβλιογραφία για την επίλυση παρόμοιων προβλημάτων, προκειμένου να συμβάλλουν στη μείωση της

υποκειμενικότητας.

Η μέθοδος “Delphi” είναι μια συστηματική τεχνική λήψης αποφάσεων, η οποία βασίζεται σε μια επιτροπή εμπειρογνομόνων “*expert panel*” (Hsu and Sandford, 2007), αποτυπώνοντας την τεχνογνωσία τους. Οι εμπειρογνώμονες καλούνται να απαντήσουν σε ένα ερωτηματολόγιο σχετικό με τη σημασία της κάθε παραμέτρου. Στη συνέχεια οι απαντήσεις επεξεργάζονται και προκύπτουν συμπεράσματα σχετικά με το πρόβλημα. Το κύριο πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι η εξαγωγή βέλτιστων λύσεων σε θέματα αλληλοσυγκρουόμενα και με διαφορετικό επιστημονικό υπόβαθρο.

Η Αναλυτική διαδικασία Ιεράρχησης (A.H.P) αναπτύχθηκε αρχικά από το Saaty (1980) και το κύριο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι συμβάλλει στη μείωση των σύνθετων αποφάσεων σε μια σειρά απλών συγκρίσεων, δυαδικές συγκρίσεις “*pairwise comparison*” (Saaty and Vargas, 1991).

Η μέθοδος κατάταξης “*Ranking*”, όπως προτείνεται από τους Nyegres & Jankowski (2010) είναι μια απλή μέθοδος, αφού ο ίδιος ο χρήστης ταξινομεί τα κριτήρια με σειρά προτεραιότητας.

Οι παραπάνω μέθοδοι είναι απλοί και αποδεκτοί από όλη την επιστημονική κοινότητα. Παρ’ όλα αυτά δεν υπάρχουν μοντέλα που να ικανοποιούν την ιεράρχηση των λατομείων σε ανάπλαση. Στην παρούσα εργασία γίνεται προσπάθεια για τη δημιουργία ενός μοντέλου λήψης αποφάσεων, το οποίο αποσκοπεί στην πληρότητα των παραμέτρων, στη διαφάνεια του τρόπου λήψης αποφάσεων και στην εξεύρεση της βέλτιστης λύσης.

2.5 Κριτήρια Ιεράρχησης Λατομείων

Σχετικά με την αναγκαιότητα αποκατάστασης των λατομικών περιοχών, τα κριτήρια ιεράρχησης που λαμβάνονται υπόψη αφορούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της περιοχής, την ασφάλεια του χώρου, την εκτίμηση του κινδύνου εξαιτίας της προσβασιμότητας σε χώρους με υψηλή επικινδυνότητα, την οπτική ρύπανση και τα εδαφικά χαρακτηριστικά. Αναφορικά με τη δυνατότητα αξιοποίησης, συμπεριλήφθηκε η έκταση του χώρου, ο πληθυσμός καθώς και οι αποστάσεις από περιοχές ενδιαφέροντος (αρχαιολογικούς χώρους, υδροβιότοπους, κύριο οδικό δίκτυο).

Τα σπουδαιότερα κριτήρια που πρέπει να εξετάζονται προκειμένου να αποφασιστεί η καταλληλότητα ενός λατομείου για ανάπλαση είναι τα εξής (Hagiou & Konstantopoulou, 2006, 2010):

- Ρύπανση (υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, επιφανειακών υδάτων)
- Υγειονομικοί κίνδυνοι (ανεξέλεγκτη απόθεση απορριμμάτων)
- Κίνδυνοι για την ασφάλεια (απότομα πρανή, αστοχίες)
- Οπτική ρύπανση (ορατό από οικισμούς, από οδικό δίκτυο, από αρχαιολογικούς ή τουριστικούς χώρους)
- Προσβολή φυσικού περιβάλλοντος (χλωρίδα, πανίδα)
- Έκταση
- Μορφολογία (κλίσεις φυσικού ανάγλυφου, πρανών)
- Γεωλογία
- Υδρογεωλογία
- Απόσταση από αστικά κέντρα ή οικισμούς
- Απόσταση από βασικά δίκτυα υποδομής (οδικό, ύδρευσης, ηλεκτρικού ρεύματος)
- Προσβασιμότητα
- Δυνατότητα αξιοποίησης αποθεμάτων υλικού, προϊόντων και παραπροϊόντων από τη φάση της λειτουργίας του λατομείου
- Χρήσεις γης στον περιβάλλοντα του λατομείου χώρο (οικιστική ζώνη, καλλιεργήσιμη γη, δασική έκταση, προστατευόμενη ζώνη)
- Αναπτυξιακό σχέδιο περιοχής (βελτίωση περιβάλλοντος, σταθερότητα συνθηκών, επιβάρυνσης)

Τα κριτήρια που αναφέρονται παραπάνω έχουν διαφορετική βαρύτητα και προφανώς διαφοροποιούνται ανάλογα με τη συγκεκριμένη χρήση που επιλέγεται κάθε φορά.

2.6 Νομοθετικό Πλαίσιο

2.6.1 Εισαγωγή

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας κρίνεται σκόπιμο να εξεταστεί το νομικό πλαίσιο που διέπει την αποκατάσταση – ανάπλαση των ανενεργών λατομείων όσο και τις επιτρεπόμενες εναλλακτικές λύσεις αξιοποίησης τους. Για αυτό το λόγο μελετήθηκε τόσο η Εθνική όσο και η Ευρωπαϊκή Νομοθεσία. Ειδικότερα:

- Η λειτουργία και αποκατάσταση Λατομείων (Λατομική Νομοθεσία)
- Η προστασία του περιβάλλοντος (Περιβαλλοντική Νομοθεσία)
- Η προστασία του δασικού πλούτου (Δασική Νομοθεσία)
- Πολεοδομία και χωροταξία (νέο Ρυθμιστικό Σχέδιο Αθήνας – Αττικής)

2.6.2 Λατομική Νομοθεσία

Νόμος πλαίσιο για την λειτουργία των λατομείων αδρανών είναι ο **N. 1428/841**, όπως τροποποιήθηκε από τον **N. 2115/93** και ισχύει, ενώ ο αντίστοιχος για τα λατομεία μαρμάρων είναι ο **N.669/77**, όπως τροποποιήθηκε και ισχύει.

Όσον αφορά για την αποκατάσταση των λατομικών χώρων, εξασφαλίζεται νομοθετικά από το θεσμό των εγγυητικών επιστολών, **Υπ. Αποφ. _10/Φ68/6812/18-3-93** του Υπ. Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας.

Ειδικότερα στο **άρθρο 85** αναφέρεται ότι:

«οι μεταλλευτικές και λατομικές εργασίες πρέπει να σχεδιάζονται και εκτελούνται με τρόπο ώστε να αποφεύγεται η υποβάθμιση του περιβάλλοντος, πέρα από το απόλυτα αναγκαίο μέτρο, αλλά και να είναι εφικτή η πρόληψη, όπου είναι δυνατό, των επιπτώσεων, ή στην αντίθετη περίπτωση ή αναγκαία αποκατάσταση. Η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί υποχρέωση του εκμεταλλευτή. Πριν από την έναρξη νέου έργου ή νέου μέρους του έργου, ο εκμεταλλευτής υποχρεώνεται να συμπεριλάβει στην τεχνική μελέτη του άρθρου 4, ειδική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων».

Στο **άρθρο 86** προτείνονται ειδικά μέτρα προστασίας και αποκατάστασης

«...»

- *Χωροθέτηση κάθε επέμβασης (θέση και προσανατολισμός) με τρόπο ώστε να προκαλείται η μικρότερη δυνατή αισθητική αλλοίωση του τοπίου. Σε περίπτωση που η επιλογή της θέσης δεν μπορεί να δώσει ικανοποιητικό αποτέλεσμα, πρέπει να γίνεται προσπάθεια τεχνητής απόκρυψης (ζώνες πρασίνου, αναχώματα κλπ.)*
- *Κάθε επιφανειακή εκσκαφή, πρέπει να γίνεται με βαθμίδες κατάλληλων γεωμετρικών χαρακτηριστικών, ώστε να δημιουργείται η μικρότερη δυνατή αισθητική αλλοίωση του τοπίου και να διασφαλίζεται η αποκατάσταση του*
- *Πρέπει να γίνεται ξεχωριστή εξόρυξη και απόθεση της φυτικής γης και να διατηρείται αυτή κατάλληλα για μελλοντική επαναχρησιμοποίηση της.*
- *Η φόρτωση, μεταφορά και αποθήκευση προϊόντων, πρώτων υλών και απορριμμάτων, πρέπει να γίνεται με τρόπο ώστε να αποφεύγεται η ρύπανση ή μόλυνση του περιβάλλοντος. Για το σκοπό αυτό, πρέπει να προβλέπονται κατάλληλα μέσα διαβροχής ή επικάλυψης των υλικών, καθώς και η κατασκευή αποθηκών στεγασμένων ή χωροθετημένων σε υπήνεμα μέρη.*
- *Η τελική μορφή της αποκατάστασης πρέπει να εναρμονίζεται με το ευρύτερο περιβάλλον και στις περιπτώσεις δημόσιων ή δημοτικών ή κοινοτικών εκτάσεων να προβλέπεται η κάλυψη των τοπικών αναγκών, για ειδικές χρήσεις γης, σύμφωνα με τις έγγραφες υποδείξεις της Νομαρχίας και της Τοπικής Αυτοδιοίκησης».*

Για αυτό το λόγο κρίνεται απαραίτητη η εκπόνηση της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, Τεχνικής Μελέτης Εκμετάλλευσης σύμφωνα με τα **Άρθρα 4 και 97** του ΚΜΛΕ, κ.ά, οι οποίες αποβλέπουν στην αποκατάσταση του μορφοαναγλύφου, βλαστητική αποκατάσταση και φυτοτεχνική διαμόρφωση των χώρων φύτευσης.

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας λήφθηκαν υπόψη οι παρακάτω νομοθεσίες

- **N.Δ. 210/1973** (ΦΕΚ 277/A/5.10.1973) Περί μεταλλευτικού κώδικος
- **N.Δ. 180/1974** (ΦΕΚ 347/A/20.11.1974) Περί ρυθμίσεως θεμάτων ανακουπτώντων κατά την εφαρμογή του Μεταλλευτικού Κώδικα κλπ
- **N. 274/1976** (ΦΕΚ 277/A/5.10.1973) Περί τροποποιήσεως του Μεταλλευτικού

Κώδικος

- **N.669/77** : «Περί εκμεταλλεύσεως λατομείων»
- **Π.Δ.285/1979** «Περί εκμισθώσεως δημοσίων λατομείων βιομηχανικών ορυκτών και μαρμάρων», ΦΕΚ 83/Α'/26-4-1979
- **Υ.Α.ΙΙ-5η/Φ/17402/1984** (ΦΕΚ 931/Β/31.12.1984) «Κανονισμός Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών» και Υ.Α. τροποποίησής του.
- **N. 1428/1984** (ΦΕΚ 43/Α/11.4.1984) Εκμετάλλευση λατομείων αδρανών υλικών και άλλες διατάξεις
- **N. 2115/1993** (ΦΕΚ15/Α/15.2.1993) Τροποποίηση, αντικατάσταση και συμπλήρωση διατάξεων του ν. 1428/84 «εκμετάλλευση λατομείων αδρανών υλικών» κλπ
- **N.2702/1999** (ΦΕΚ 70/Α'/7.4.1999) 1ιάφορες ρυθμίσεις θεμάτων αρμοδιότητας Υπουργείου Ανάπτυξης και άλλες διατάξεις
- **Κ.Υ.Α 39264/2209/Ε103** (ΦΕΚ 2076Β/25.9.2009). Μέτρα, όροι και περιορισμοί για τη διαχείριση των αποβλήτων της εξορυκτικής βιομηχανίας, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2006/21/ΕΚ της 15ης Μαρτίου 2006 «σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων της εξορυκτικής βιομηχανίας και την τροποποίηση της οδηγίας 2004/35/ΕΚ» του Συμβουλίου της 15ης Μαρτίου 2006
- **2006/21/ΕΚ**: Απόφαση της Επιτροπής της 15ης Μαρτίου 2006 «σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων της εξορυκτικής βιομηχανίας και την τροποποίηση της οδηγίας 2004/35ΕΚ»
- **2009/359/ΕΚ**: Απόφαση της Επιτροπής της 30ης Απριλίου 2009 «για τη συμπλήρωση του ορισμού των αδρανών αποβλήτων κατ' εφαρμογή του άρθρου 22 παράγραφος 1 στοιχείο στ) της Οδηγίας 2006/21/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων της εξορυκτικής βιομηχανίας» (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης L 110/46, 1-5-2009).
- **2009/360/ΕΚ**: Απόφαση της Επιτροπής της 30ης Απριλίου 2009 «για τη συμπλήρωση των τεχνικών απαιτήσεων όσον αφορά το χαρακτηρισμό των αποβλήτων, τις οποίες ορίζει η Οδηγία 2006/21/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων της εξορυκτικής βιομηχανίας» (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης L 110/50, 1-5-2009).
- **2009/337/ΕΚ**: Απόφαση της Επιτροπής της 20ης Απριλίου 2009 «σχετικά με τον καθορισμό των κριτηρίων ταξινόμησης των εγκαταστάσεων διαχείρισης αποβλήτων σύμφωνα με το Παράρτημα ΙΙΙ της Οδηγίας 2006/21/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων από εξορυκτικές βιομηχανίες» (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης L 102/7, 22-4-2009).
- **2009/335/ΕΚ**: Απόφαση της Επιτροπής, της 20ής Απριλίου 2009, «σχετικά με τις τεχνικές κατευθυντήριες γραμμές για τη σύσταση της χρηματικής εγγύησης σύμφωνα με την Οδηγία 2006/21/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων της εξορυκτικής βιομηχανίας»

(Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωση L 101/25, 22-4-2009), καθώς επίσης και τις αντίστοιχες Οδηγίες (guidance document)

- **2009/358/ΕΚ**: Απόφαση της Επιτροπής, της 29ης Απριλίου 2009, «για την εναρμόνιση και την τακτική διαβίβαση των πληροφοριών και του ερωτηματολογίου που προβλέπονται στο άρθρο 22 παράγραφος 1 στοιχείο α) και στο άρθρο 18 της Οδηγίας 2006/21/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων της εξορυκτικής βιομηχανίας» (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης L 110/39, 1-5 2009).

2.6.3 Περιβαλλοντική Νομοθεσία

Η προστασία του περιβάλλοντος, σύμφωνα με το Άρθρο 24 του Συντάγματος της Ελλάδας είναι υποχρέωση του κράτους, το οποίο με τη σειρά του οφείλει να λαμβάνει προληπτικά ή κατασταλτικά μέτρα για τη διαφύλαξη και προστασία του.

Ο **N. 1650/86** αποτελεί το βασικό πυλώνα για την προστασία του Περιβάλλοντος όπως τροποποιήθηκε με το **N. 3010/2002**, «Εναρμόνιση του N. 1650/86 με τις οδηγίες **97/11/ΕΕ** και **96/61/ΕΕ** κ.α.» και τις υπουργικές αποφάσεις που εκδόθηκαν για την εφαρμογή του. Βάσει των παραπάνω καθορίστηκαν οι βασικοί στόχοι, επιδιώξεις και αρμοδιότητες, για την πρόληψη και τον περιορισμό των περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Αναφορικά με το περιβάλλον, η Ευρωπαϊκή Κοινοτική Νομοθεσία στηρίζεται στις παρακάτω αρχές

- Την επανόρθωση των καταστροφών του περιβάλλοντος, κατά προτεραιότητα στην πηγή.
- ο «ρυπαίνων» πληρώνει.

Οι αρχές αυτές εξειδικεύονται με την Οδηγία 2004/35/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 21ης Απριλίου 2004 σχετικά με την **περιβαλλοντική ευθύνη**, όσον αφορά στην πρόβλεψη και αποκατάσταση περιβαλλοντικής ζημιάς (L 143 της 30/04/2004) όπως τροποποιήθηκε και ισχύει (L 102 της 11/04/2006).

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας λήφθηκαν υπόψη οι παρακάτω νομοθεσίες σχετικά

με το περιβάλλον

- **Νόμος 1650/1986 (ΦΕΚ 160/A/18.10.1986)** «για την Προστασία του Περιβάλλοντος», όπως συμπληρώθηκε με το **Νόμο 3010/2002 (ΦΕΚ 91/A/25.04.2002)** «Εναρμόνιση του Ν. 1650/86 με τις Οδηγίες 97/11/Ε.Ε. και 96/61/Ε.Ε., διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις».
- **Κ.Υ.Α. 15393/2332/02 (ΦΕΚ 1022/B/05.08.2002)** «Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες σύμφωνα με το άρθρο 3 του Ν. 1650/1986, όπως αντικαταστάθηκε από το άρθρο 1 του Ν. 3010/2002 "Εναρμόνιση του Ν. 1650/86 με τις οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61/ΕΕ κ.ά. (Α91)"».
- **Κ.Υ.Α. 11014/703/Φ104/03 (ΦΕΚ 332/B/20.03.2003)** «Διαδικασία Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (ΠΠΕΑ) και Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ) σύμφωνα με το άρθρο 4 του Ν. 1650/1986 (Α'160) όπως αντικαταστάθηκε από το άρθρο 2 του Ν. 3010/02 "Εναρμόνιση του Ν. 1650/1986 με τις οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61/ΕΕ... και άλλες διατάξεις (Α'91)"».
- **Εγκύκλιος 122859/02.02.2004** της Γενικής Ιεύθυνσης Περιβάλλοντος του ΥΠΕΧ91Ε «Περιεχόμενο φακέλου για την εφαρμογή του άρθρου 13 της ΚΥΑ Η.Π. 11014/7033/14.3.03 (ΦΕΚ 332 Β/2003)».
- **Κ.Υ.Α. 37111/2021/03 (ΦΕΚ 1391/B/29.09.2003)** «Καθορισμός τρόπου ενημέρωσης και συμμετοχής του κοινού κατά τη διαδικασία έγκρισης περιβαλλοντικών όρων των έργων και δραστηριοτήτων σύμφωνα με την παράγραφο 2 του άρθρου 5 του Ν. 1650/1986 όπως αντικαταστάθηκε με τις παραγράφους 2 και 3 του άρθρου 3 του Ν. 3010/2002».

2.6.4 Δασική Νομοθεσία

Η Δασική Νομοθεσία αφορά στην προστασία του δασικού πλούτου και στη διαχείριση των δασών και των δασικών εκτάσεων. Η ως άνω νομοθεσία αποτελεί το καθοριστικό πλαίσιο για την επιλογή των έργων αποκατάστασης στο πλαίσιο του παρόντος Έργου, καθώς η συντριπτική πλειονότητα των υπό εξέταση δημοσίων λατομείων βρίσκονται εντός δασικών εκτάσεων. Για το λόγο αυτό κρίνεται σκόπιμο να παρουσιαστούν τα κυριότερα σημεία της Δασικής Νομοθεσίας.

Όσον αφορά στην **αποκατάσταση των ανενεργών λατομείων**, εάν πρόκειται για κηρυγμένη αναδασωτέα περιοχή, τότε δεν προβλέπεται καμία άλλη λύση αποκατάστασης εκτός από φυτεύσεις και αναδασώσεις (Γνωμ. ΝΣΚ 260/2010). Σε περίπτωση που η δασική έκταση δεν

έχει κηρυχθεί αναδασωτέα, τότε ισχύει το νομικό καθεστώς που ορίζεται στον **N. 998/1979** «περί προστασίας δασών και των δασικών εν γένει εκτάσεων της Χώρας», όπως τροποποιήθηκε και ισχύει, καθώς και στην εγκύκλιο 181845/7475/15-10-1985 «Αποκατάσταση αργούντων λατομείων» του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και **Τροφίμων**, σύμφωνα με την οποία: «... Δεν πρέπει να παραγνωρίζεται όμως ότι πολλοί από τους χώρους αυτούς βρίσκονται κοντά σε κατοικημένες περιοχές και μπορούν να εξυπηρετήσουν άμεσες και επιτακτικές ανάγκες, δίνοντας για παράδειγμα διέξοδο στο πρόβλημα διάθεσης των μπαζών ή ικανοποιώντας διάφορες χρήσεις για πολιτιστικές, αθλητικές ή άλλες δραστηριότητες, για τις οποίες σε πολλές περιπτώσεις προσφέρονται και λόγω της διαμόρφωσής τους. Αποκατάσταση επομένως δε νοείται μονάχα η επανόρθωση του φυσικού τοπίου, αλλά και η κατάλληλη οργάνωση και διαμόρφωση του καταστραφέντος χώρου για την εξυπηρέτηση διαφόρων χρήσεων που τις επιβάλλει το Δημόσιο συμφέρον ...».

Με βάση τις διατάξεις του νέου δασικού νόμου **N. 4280/2014** (ΦΕΚ Α 159), οι οποίες αφορούν την εξορυκτική δραστηριότητα.

Με βάση το άρθρο 51 « οι παράγραφοι 1, 2 και 3 του άρθρου 40 του Ν. 4030/2011 (ΦΕΚ Α' 249) αντικαθίσταται ως εξής :

1. Επιτρέπεται η εγκατάσταση μονάδων επεξεργασίας αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ) σε ανενεργά λατομεία, ανεξαρτήτως του ιδιοκτησιακού καθεστώτος τους, μετά την έκδοση όλων των απαιτούμενων εγκρίσεων και αδειών, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και τα οριζόμενα στις παραγράφους 1 έως 3 του παρόντος

Στα λατομεία αυτά συμπεριλαμβάνονται και τα οριζόμενα στο άρθρο 33 του ν. 3164/2003 (Α' 176) ως θέσεις κατάλληλες για εγκαταστάσεις ολοκληρωμένης διαχείρισης αποβλήτων (ΟΕΔΑ). Η λειτουργία των εγκαταστάσεων επεξεργασίας των ΑΕΚΚ σε λατομεία δεν πρέπει να παρατείνεται πέραν του χρόνου αποκατάστασης του λατομείου που ορίζεται με τη σύμβαση ανάθεσης του αναδόχου.

Επιτρέπεται η χρήση της περίσσειας εκσκαφών από την κατασκευή δημόσιων έργων, στα οποία περιλαμβάνονται και τα έργα με σύμβαση παραχώρησης, για την αποκατάσταση ανενεργών λατομείων ανεξαρτήτως του ιδιοκτησιακού καθεστώτος τους, μετά από εκπόνηση ειδικής μελέτης μορφολογικής και βλαστητικής αποκατάστασης, καθώς και έκδοση Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ), σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

2.β. Ομοίως επιτρέπεται η χρήση των αδρανών καταλοίπων που προκύπτουν από τις μονάδες επεξεργασίας των ΑΕΚΚ και της περίσσειας εκσκαφών από την κατασκευαστική δραστηριότητα ιδιωτικών έργων κατά την αποκατάσταση ανενεργών λατομείων ανεξαρτήτως του ιδιοκτησιακού καθεστώτος τους μετά από εκπόνηση ειδικής μελέτης μορφολογικής και βλαστητικής αποκατάστασης, καθώς και έκδοση Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ), σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

Ειδικότερα η αποκατάσταση των ανενεργών λατομείων που ανήκουν στο Δημόσιο, στους Ο.Τ.Α. και στα Ν.Π.Δ.Δ., με την επιφύλαξη της περίπτωσης α' της παραγράφου 2, γίνεται με μέριμνα των εγκεκριμένων συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης ΑΕΚΚ. Εφόσον η συγκεκριμένη δραστηριότητα καλύπτεται από τροποποίηση των όρων έγκρισής τους από τον Ελληνικό Οργανισμό Ανακύκλωσης (ΕΟΑΝ) μετά από υποβολή τροποποιητικού φακέλου, σύμφωνα με την κοινή υπουργ- γική απόφαση υπ' αριθ. 36259/1757/ Ε103/23.8.2010. Οι δαπάνες των μελετών και των εργασιών αποκατάστα- σης βαρύνουν τα εγκεκριμένα συστήματα».

2.6.5 Πολεοδομία και χωροταξία

Σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία, η αποκατάσταση του περιβάλλοντος χώρου των ανενεργών λατομείων της Αττικής πραγματοποιείται από τον Οργανισμό Ρυθμιστικού Σχεδίου Αθήνας (Ν. 2742/99 «Χωροταξικός Σχεδιασμός και αειφόρος ανάπτυξη και άλλες διατάξεις», άρθρο 25 ΦΕΚ 207) κατ' εφαρμογήν της Απόφασης του Υπ. ΠΕΧΩΔΕ με αρθ. 15420/3278/2000 (ΦΕΚ 783) «διαδικασία αποκατάστασης περιβάλλοντος ανενεργών λατομείων νομού Αττικής» όπως αυτή τροποποιήθηκε με την αρ. 18217/12-10-2002

απόφαση (ΦΕΚ 1204B). Συνεπώς, ο φορέας αποκατάστασης του περιβάλλοντος όλων των ανενεργών λατομείων του Νομού Αττικής είναι ο Οργανισμός Αθήνας, ο οποίος με τη σειρά του αναθέτει την αποκατάσταση με σύναψη πρωτοκόλλου συνεργασίας στους φορείς εκτέλεσης των μεγάλων δημοσίων έργων της Αττικής και στον ΕΣΔΚΝΑ με την σύμπραξη του ενδιαφερόμενου ΟΤΑ.

Οι στρατηγικοί στόχοι του νέου ρυθμιστικού σχεδίου Αθήνας προσδιορίζονται, για τη χρονική περίοδο 2014–2021, σε τρεις ενότητες συμπληρωματικών στρατηγικών στόχων:

- Ισορροπη οικονομική ανάπτυξη και ενίσχυση του διεθνούς ρόλου της Αθήνας–Αττικής, βελτίωση της ανταγωνιστικότητας, αύξηση της παραγωγής και της απασχόλησης σε όλους τους τομείς δραστηριοτήτων.
- Βιώσιμη χωρική ανάπτυξη, εξοικονόμηση πόρων, αποτελεσματική προστασία του περιβάλλοντος και της πολιτιστικής κληρονομιάς και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.
- Βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων, εξισορρόπηση στην κατανομή των πόρων και των ωφελειών από την ανάπτυξη.

Ειδικότερα στο **άρθρο 18** αναφέρεται ότι:

«Για την αποτελεσματική διατήρηση και διαχείριση της δασικής γης και την αποκατάσταση υποβαθμισμένων φυσικών περιοχών, καθώς και για την αποτελεσματική προστασία και διαφύλαξη της Γεωργικής Γης Υψηλής Παραγωγικότητας και την ορθολογική βιώσιμη ανάπτυξη του αγροτικού χώρου απαιτείται ολοκλήρωση του προγράμματος ανάκτησης και διαχείρισης ανενεργών λατομείων και πρώην Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων (ΧΑΔΑ), με στόχο την αξιοποίησή τους με όρους βιώσιμης χωρικής ανάπτυξης»

Στο **άρθρο 22** υπάρχει ειδική μνεία για το Αττικό Τοπίο

«Αναγνωρίζονται ως «τοπία προτεραιότητας», αυτά για τα οποία εκπονούνται ειδικές μελέτες, οι οποίες προωθούν ολοκληρωμένες δράσεις διαχείρισης. Μέρος του αναφερόμενου στην παρ. 1 προγράμματος είναι η ανάκτηση και διαχείριση ανενεργών λατομείων και πρώην ΧΑΔΑ, με την αποκατάσταση του τοπίου και την απορρύπανση του περιβάλλοντος, με στόχο την απόδοσή τους ως χώρων αναψυχής, πολιτισμού και αθλητισμού».

Στο **άρθρο 24** αναφέρεται « Στη Βελτίωση των τεχνικών και περιβαλλοντικών υποδομών, προς εξυπηρέτηση του δευτερογενούς τομέα, ιδιαίτερα σε περιοχές που παρουσιάζουν προβλήματα αναπτυξιακής υστέρησης και περιβαλλοντικής υποβάθμισης».

Στο **άρθρο 27** δίνεται έμφαση στην οργάνωση δραστηριοτήτων Λιανικού εμπορίου και εμπορικών κέντρων. Πιο συγκεκριμένα, « Οι εμπορικές επιφάνειες – εμπορικά κέντρα μικτής επιφάνειας άνω των 5.000 τμ, με συνυπολογισμό των χρήσεων εστίασης και αναψυχής, καθώς και των διαδρόμων κίνησης, θεωρούνται μητροπολιτικής ή διαδημοτικής εμβέλειας. Προτεραιότητα αποτελεί η χωροθέτησή τους:

- εντός αστικού ιστού και ειδικότερα στις περιοχές των πολεοδομικών κέντρων,
- Με ενθάρρυνση της επανάχρησης υφιστάμενων κελυφών,
- σε περιοχές ανενεργών χρήσεων (*brownfields*) ή σε φθίνουσες και υποβαθμισμένες περιοχές, όπου μπορούν να λειτουργήσουν ως καταλύτης για την αναβάθμισή τους, με τον προσδιορισμό νέων κεντρικών χρήσεων, εφόσον εξυπηρετούνται από μέσα σταθερής τροχιάς ή εφόσον στα πλαίσια του ολοκληρωμένου προγράμματος αστικής ανασυγκρότησης περιληφθεί η επένδυση της επέκτασης του δικτύου μέσων σταθερής τροχιάς».

Στο **άρθρο 28** επισημαίνεται η σημασία της ανάπτυξης του τουρισμού.

« Η εξασφάλιση της προστασίας και της βιωσιμότητας των φυσικών πόρων και περιβαλλοντική αναβάθμιση περιοχών τουριστικού ενδιαφέροντος».

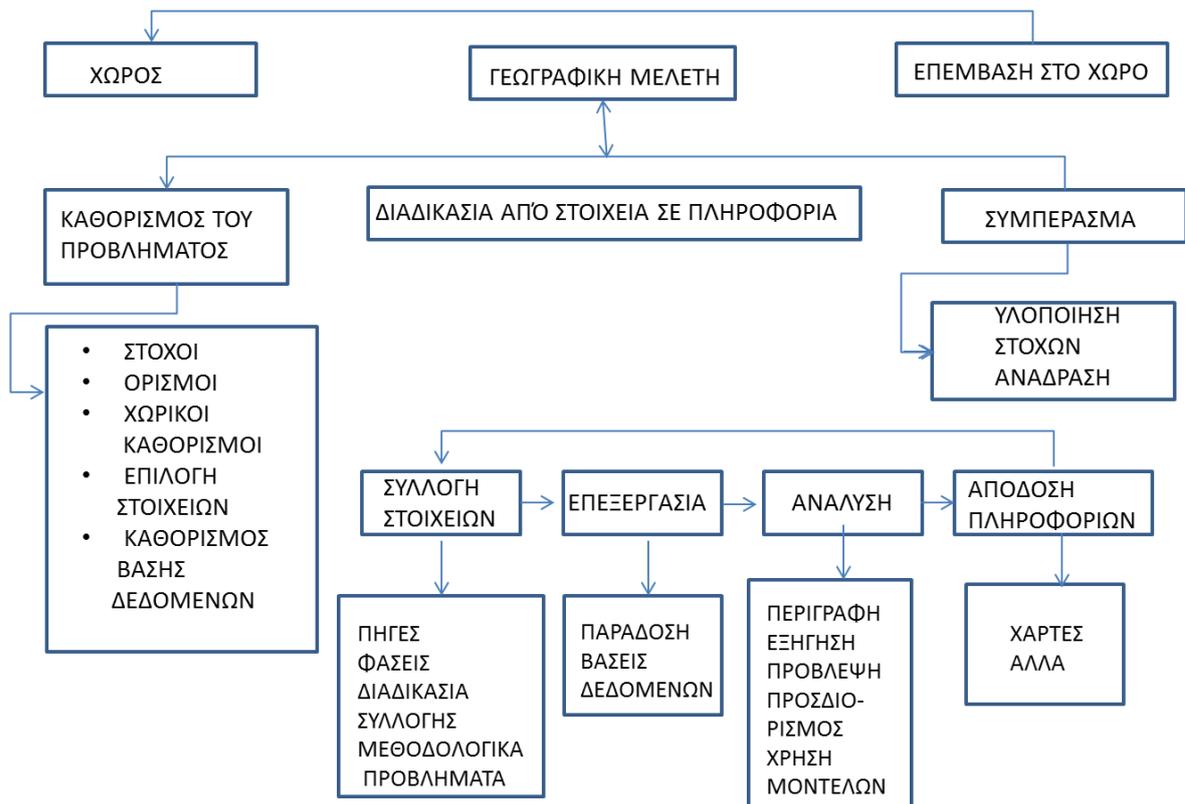
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ

Ο τρόπος προσέγγισης σε οποιονδήποτε επιστημονικό πρόβλημα καθορίζεται από το μεθοδολογικό πλαίσιο το οποίο καθοδηγεί την εύρεση της καλύτερης δυνατής λύσης και ερμηνείας. Ο [Κουτσόπουλος](#) (2006) κάνει διάκριση σε 2 βασικές έννοιες, στη μεθοδολογία και στη γεωγραφική μελέτη.

- Μεθοδολογία, είναι η συστηματική και εύπλαστη διαδικασία που γεννιέται από την παρατήρηση, τη μελέτη και τον πειραματισμό, βασίζεται στην ικανότητα, την εκπαίδευση και την εμπειρία, παρέχει τρόπους προσπέλασης στην ερμηνεία φαινομένων και δημιουργεί κατευθύνσεις στη νοητική διαδικασία, ώστε η εξέταση των θεμάτων και των φαινομένων να γίνεται με ορισμένους κανόνες. Η τεχνική είναι απλά το μέσο, με το οποίο επιτυγχάνονται τα παραπάνω ([Κουτσόπουλος, 2006](#)).
- Γεωγραφική μελέτη, είναι το μέσο που επιτρέπει την εφαρμογή της έκφρασης των θεωριών και των νόμων της γεωγραφίας στο χώρο. Είναι η έκφραση της έννοιας της μεθοδολογίας στην εξέταση των προβλημάτων του χώρου ([Κουτσόπουλος, 2006](#)).
- Το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο, πρέπει να αποτελεί ένα σύστημα, με σαφώς προσδιορισμένα όρια, στοιχεία και διασυνδέσεις. Είναι γερές οι βάσεις της τεκμηρίωσης και της πρόβλεψης πριν την παρέμβασή μας στο χώρο και στην κοινωνία και ως εκ τούτου η επιστημονική δεοντολογία το επιτάσσει. Παρακάτω παρατίθεται το Σχ. 3.1 στο οποίο φαίνονται «οι σχέσεις ανάδρασης που διέπουν όχι μόνο τις διαδικασίες μέσα στη γεωγραφική μελέτη αλλά και στη σχέση της ίδιας μέσα στο χώρο» ([Κουτσόπουλος, 2006](#)).

Γενικά το σχήμα αυτό, αποτελεί το βασικό σκελετό, μέσω του οποίου θα σχεδιάσουμε το μεθοδολογικό πλαίσιο για την ανάπτυξη των λατομείων του Δήμου Μεγαρέων.

Σκόπιμο είναι πριν την ανάλυση του μεθοδολογικού πλαισίου που θα ακολουθήσουμε στην μελέτη να τεθεί ο γενικός στόχος και οι αντικειμενικοί στόχοι.



Σχήμα 3.1. Προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο (Κουτσόπουλος 2006).

Γενικός στόχος της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου σχεδίου ιεράρχησης των λατομείων του Δήμου Μεγαρέων με κύριο σκοπό την ανάπτυξη και συνεπώς την πρόληψη και τη βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών.

Αντικειμενικοί στόχοι είναι ο εντοπισμός - αναγνώριση των λατομείων και παρακολούθηση “monitoring” των αλλαγών τους κατά τη διάρκεια των τελευταίων τριάντα χρόνων. Στη συνέχεια γίνεται αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ανενεργών λατομείων. Επιπλέον, δημιουργείται ένα μεθοδολογικό πλαίσιο που θα συμβάλει στην ιεράρχηση των ανενεργών λατομείων της περιοχής, προκειμένου να βελτιωθούν οι περιβαλλοντικές συνθήκες, οι οποίες θα έχουν ως αποτέλεσμα την κοινωνικο - οικονομική ανάπτυξη της περιοχής. Για να επιτευχθούν τα παραπάνω, η παρούσα εργασία θα προσεγγίσει με όσο το δυνατόν καλύτερο τρόπο τα εναλλακτικά σενάρια για την ιεράρχηση των λατομικών χώρων, δίνοντας έμφαση σε περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά κριτήρια.

Στο παρόν κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με την αναγνώριση των λατομείων καθώς και την

παρακολούθηση των αλλαγών κατά τη διάρκεια των τελευταίων τριάντα χρόνων. Αυτό θα επιτευχθεί με την Τηλεπισκόπηση, η οποία εξυπηρετεί τον ερευνητή στην ανάλυση των εικόνων, χωρίς να έρθει σε φυσική επαφή με το αντικείμενο, στη μείωση των σφαλμάτων κατά την καταγραφή των αντικειμένων και στην οικονομικότερη πραγματοποίηση της έρευνας. Η ταξινόμηση των εικόνων με τη μέθοδο της αντικειμενοστρεφούς ανάλυσης δίνει τη δυνατότητα διάκρισης των φασματικών χαρακτηριστικών σύμφωνα με τον καθορισμό της υφής και της μορφής των αντικειμένων.

3.1 Εισαγωγή στην Τηλεπισκόπηση

Η συμβολή της τηλεπισκόπησης στην Επιστήμη παίζει ουσιαστικό ρόλο, διότι επιτυγχάνεται η χαρτογράφηση, η διερεύνηση και η τελική καταγραφή των αλλαγών χρήσης/κάλυψης γης. Η Τηλεπισκόπηση παρέχει πληροφορίες χαμηλού κόστους χωρίς την ανάγκη επιτόπιας επίσκεψης του επιστήμονα. Αυτό αποτελεί ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματά της έναντι άλλων μεθόδων συλλογής πληροφορίας, αφού ο χρήστης μπορεί να αποκτήσει μία ολοκληρωμένη και γρήγορη εικόνα της ευρύτερης περιοχής που μελετά. Επιπλέον, τα δεδομένα της παρέχουν πληροφόρηση για δύσβατες περιοχές. Εδώ ωστόσο αξίζει να τονιστεί ότι η τηλεπισκόπηση δεν αντικαθιστά πλήρως τις παρατηρήσεις υπαίθρου.

Αναλυτικότερα, τα πλεονεκτήματα της τηλεπισκόπησης έναντι των άλλων μεθόδων συλλογής δεδομένων και, κυρίως, αυτών που χρησιμοποιούν μόνο εργασία υπαίθρου, είναι σύμφωνα με τον [Townshend \(1981\)](#) τα παρακάτω:

- Η υψηλή ικανότητα χωρικής αντίληψης (spatial comprehensiveness) των δεδομένων των δορυφορικών εικόνων, έναντι αυτών που συλλέγονται με εργασία υπαίθρου. Κύριο αποτέλεσμα της ικανότητας αυτής είναι η ευκολία προσέγγισης (accessibility) μεγάλων σε έκταση ή δύσβατων περιοχών.
- Η κάλυψη διαφόρων περιοχών είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί σε γρήγορο χρονικό διάστημα και καθιστά εύκολη τη σύγκριση μεταξύ ίδιων δεδομένων από διάφορες περιοχές (comparability of data).
- Η συνοπτική απεικόνιση (synoptic view) μεγάλων σε έκταση περιοχών σε μία δορυφορική εικόνα καθιστά δυνατή την ταυτοποίηση διαφοροποιήσεων των βιοφυσικών στοιχείων της περιοχής σε ευρεία κλίμακα.
- Η δυνατότητα διαχρονικών λήψεων (multidate images) από τους δορυφόρους

παρέχει τη δυνατότητα να μελετηθούν δυναμικά φαινόμενα, να γίνουν διαχρονικές συγκρίσεις και να καταγράφονται στοιχεία ή φαινόμενα σε συνεχή βάση (monitoring).

- Η λήψη των εικόνων, σε πολλές ζώνες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος (πολυφασματικές λήψεις), δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να ανιχνεύσει διαφορές των βιοφυσικών στοιχείων της επιφάνειας, οι οποίες δεν είναι δυνατό να γίνουν αντιληπτές με την ανάλυση μιας μόνο φασματικής ζώνης.

Τα τελευταία χρόνια η τηλεπισκόπηση εξελίσσεται με ραγδαίους ρυθμούς. Η εκτόξευση δορυφόρων στο διάστημα, οι οποίοι είναι πολύ υψηλής διακριτικής ικανότητας (ικανότητα λεπτομέρειας μέχρι το μισό μέτρο), οδήγησε στην εξέλιξη των γεωεπιστημών (μελέτη και διαχείριση περιβάλλοντος, φυσικών πόρων κ.α.). Τα διαθέσιμα, πολυάριθμα πλέον τηλεπισκοπικά δεδομένα με την αυξανόμενη χωρική και φασματική τους διακριτική ικανότητα και σε συνδυασμό με προηγμένες τεχνικές εξαγωγής της πληροφορίας αποτελούν μία πολύτιμη πηγή πληροφοριών για την ανάπτυξη και βιώσιμη διαχείριση του παράκτιου περιβάλλοντος.

3.2 Τηλεπισκοπικά Δεδομένα LandSat 5 & 8

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε ο Θεματικός Χαρτογράφος του δορυφόρου Landsat 5 TM σε δύο από τις τρεις δορυφορικές απεικονίσεις (1986 και 2003) και ο Ενισχυμένος Θεματικός Χαρτογράφος Landsat 8 ETM+ στη δορυφορική απεικόνιση του 2015. Ο τρόπος καταγραφής των εικόνων για τους παραπάνω δορυφόρους ήταν η σάρωση σε πολλαπλά περάσματα (ένα για κάθε εικονοστοιχείο) και η καταγραφή της ανακλαστικότητας σε επτά διακριτά φασματικά κανάλια. Στην συνέχεια αναφέρονται μερικές χρήσιμες πληροφορίες για τους Landsat δορυφόρους και τα βασικότερα χαρακτηριστικά τους.

Ο Landsat TM είναι ένας θεματικός χαρτογράφος που καταγράφει την ανακλώμενη ακτινοβολία της επιφάνειας της γης σε επτά κανάλια (Πίνακας 3.1). Το μέγεθος του εικονοστοιχείου είναι 30 m x 30 m για το ορατό, το εγγύς και το μέσο υπέρυθρο φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Για το έκτο κανάλι (θερμικό), η ανάλυση είναι στα 120 m x 120 m (τέσσερις φορές μικρότερη χωρική ανάλυση), αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι για την καταγραφή της πληροφορίας στο κανάλι αυτό, χρησιμοποιούνται τέσσερις φορές

λιγότεροι ανιχνευτές για την σάρωση.

Πίνακας 3.1. Φασματικά κανάλια του Θεματικού Χαρτογράφου TM και οι κύριες εφαρμογές τους.

Band	WaveLength (μm)	Spectral Location	Εφαρμογές
1	0.45-0.52	Blue	Χαρτογράφηση παράκτιων υδάτων. Διαφοροποίηση εδαφών και βλάστησης. Διαχωρισμός κωνοφόρων και φυλλοβόλων ειδών. Διαχωρισμός δασικών περιοχών και ανθρωπογενών κατασκευών
2	0.52-0.60	Green	Μέτρηση των μεγίστων ανακλάσεων του ορατού πρασίνου για εκτίμηση της ευρωστίας της βλάστησης και ανθρωπογενών κατασκευών
3	0.63-0.69	Red	Προσδιορισμός των φυτικών ειδών μέσω της μέτρησης της απορρόφησης της χλωροφύλλης.
4	0.76-0.90	Near Infrared	Περιγραφή των υδάτινων μαζών. προσδιορισμός της περιεχόμενης βιομάζας. Χαρτογράφηση περιεχόμενης υγρασίας στο έδαφος. Προσδιορισμός ειδών βλάστησης
5	1.55-1.75	Mid Infrared	Μέτρηση βλάστησης και εδαφικής υγρασίας. Διάκριση νεφών και χιονιού
6	10.4-12.4	Thermal Infrared	Θερμικές εικόνες και χαρτογράφηση. Εντοπισμός ασθενειών βλάστησης. Προσδιορισμός εδαφικής υγρασίας. Αποτύπωση της θερμικής συμπεριφοράς των διαφόρων χρήσεων γης
7	2.08-2.35	Mid Infrared	Προσδιορισμός της λιθολογίας, καταγραφή της υδροθερμικής εξαλλοίωσης . Προσδιορισμός περιεχόμενης υγρασίας

Πηγή: <http://mycourses.ntua.gr/courses/SURVEY1011/document/TM.pdf>

Ο Landsat 8 μεταφέρει δύο όργανα καταγραφής: i) το Operational Land Imager(OLI) και ii) το Thermal Infrared Sensor (TIRS). Αυτοί οι δύο αισθητήρες παρέχουν εποχιακή κάλυψη της παγκόσμιας ξηράς σε χωρική ανάλυση 30 μέτρων για τα κανάλια που βρίσκονται στο ορατό, κοντινό υπέρυθρο και μικροκυματικό υπέρυθρο, 100 μέτρων για τα θερμικά κανάλια και 15 μέτρων για το παγχρωματικό κανάλι. Ο αισθητήρας OLI συλλέγει δεδομένα στο ορατό κοντινό υπέρυθρο, μικροκυματικό υπέρυθρο καθώς και στο παγχρωματικό τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Τέλος, ο αισθητήρας OLI παρέχει δύο νέες φασματικές ζώνες, μία προσαρμοσμένη ειδικά για την ανίχνευση νεφών (κανάλι 9) και μία για

παρατηρήσεις της παράκτιας ζώνης (κανάλι 1). Όσον αφορά τον αισθητήρα TIRS συλλέγει δεδομένα σε 2 φασματικά κανάλια στο τμήμα του θερμικού υπέρυθρου, σε αντίθεση με τους προηγούμενους δορυφόρους του προγράμματος Landsat στους οποίους υπήρχε μόνο 1 φασματικό κανάλι στο συγκεκριμένο τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

Πίνακας 3.2. Φασματικά κανάλια του “Operational Land Imager – (OLI)” , αισθητήρες θερμικού υπέρυθρου και οι κύριες εφαρμογές τους.

1	0.433-0.453	Coastal/ Aerosol	Μελέτη παράκτιων περιβαλλόντων και αεροζόλ
2	0.450-0.515	Blue	Χαρτογράφηση παράκτιων υδάτων. Διαφοροποίηση εδαφών και βλάστησης. Διαχωρισμός κωνοφόρων και φυλλοβόλλων ειδών
3	0.525-0.600	Green	Μέτρηση των μεγίστων ανακλάσεων του ορατού πρασίνου για εκτίμηση της ευρωστίας της βλάστησης
4	0.630-0.680	Red	Προσδιορισμός των φυτικών ειδών μέσω της μέτρησης της απορρόφησης της χλωροφύλλης.
5	0.845-0.885	Near Infrared	Περιγραφή των υδάτινων μαζών. προσδιορισμός της περιεχόμενης βιομάζας. Χαρτογράφηση περιεχόμενης υγρασίας στο έδαφος. Προσδιορισμός ειδών βλάστησης
6	1.560-1.660	Short Wave Infrared 1 (SWIR-1)	Μέτρηση βλάστησης και εδαφικής υγρασίας. Διάκριση νεφών και χιονιού
7	2.100-2.300	Short Wave Infrared 2 (SWIR-2)	Βελτίωση της διερεύνησης της περιεχόμενης υγρασίας του εδάφους και της βλάστησης . Διάκριση νεφών και χιονιού
8	0.500-0.680	Pan	15 m ανάλυση, υψηλή διακριτική ανάλυση
9	1.360-1.390	Cirrus	Βελτίωση του εντοπισμού των νεφών
10	10.30-11.30	TIR-1	100 m ανάλυση. Θερμική χαρτογράφηση και προσδιορισμός εδαφικής υγρασίας
11	11.50-12.50	TIR-2	100 m ανάλυση. Βελτιωμένη θερμική χαρτογράφηση και προσδιορισμός εδαφικής υγρασίας

Πηγή : http://landsat.usgs.gov/best_spectral_bands_to_use.php

Συνοψίζοντας, ο Landsat 8 έχει σαφώς καλύτερη ραδιομετρική διακριτική ικανότητα (μεγαλύτερη ευαισθησία) συγκριτικά με τους Landsat TM. Οι δέκτες του δορυφόρου Landsat 8 καταγράφουν πληροφορίες στα 12 bit (εύρος τιμών από 0 έως 4096) σε αντίθεση

με τους δέκτες TM, ETM και ETM+ των Landsat -4,-5 και -7 αντίστοιχα, των οποίων η ραδιομετρική ανάλυση είναι 8 bits (εύρος τιμών από 0 έως 256). Η υψηλή ραδιομετρική διακριτική ικανότητα αυξάνει τις πιθανότητες μεγαλύτερης ακριβείας στην τηλεπισκοπική παρατήρηση φαινομένων. Επιπλέον είναι ο αυξημένος αριθμός των φασματικών ζωνών έναντι των προκατόχων του, αφού διαθέτει δύο επιπλέον φασματικές ζώνες, δύο στενότερες θερμικές ζώνες στη θέση του ενιαίου θερμικού καναλιού του Landsat 5, καθώς επίσης μια παγχρωματική μπάντα με αποτέλεσμα να διαθέτει 11 κανάλια. Οι δύο επιπλέον ζώνες είναι μια στενή παράκτια ζώνη σε ένα ελαφρώς μικρότερο μήκος κύματος από τη μπλε ζώνη και μια ζώνη θυσάνων (Cirrus) ευαίσθητη σε μήκη κύματος μεταξύ 1.36-1.38 μm. Επίσης, το παγχρωματικό κανάλι του Landsat 8 καλύπτει ένα εύρος μεταξύ 0,50-0,68 μm. Μ'αυτό το τρόπο εξακολουθεί να αποκλείεται η μπλε ζώνη αλλά αποκλείεται και η ζώνη του εγγύς υπέρυθρου, εκτείνοντας τα κανάλια του ορατού πράσινου και κόκκινου. Τέλος, τα κανάλια 5,6 και 7 του Landsat 8 έχουν μικρότερο εύρος από τα αντίστοιχα κανάλια των προκατόχων.

3.3 Αντικειμενοστρεφή Ανάλυση Εικόνας

Την τελευταία δεκαπενταετία υιοθετείται η ταξινόμηση αντικειμενοστρεφούς ανάλυσης έναντι της ανάλυσης της εικόνας με στοιχειώδη χωρική μονάδα το εικονοστοιχείο. Η νέα αυτή μέθοδος συνδυάζει αλγόριθμους ανάλυσης εικόνας χαμηλού, μεσαίου και υψηλού επιπέδου σε ένα ενιαίο περιβάλλον λογισμικού ([Αργιαλάς και Τζώτσος, 2002](#)). Το κύριο πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η δημιουργία αντικειμένων μέσω της διαδικασίας της κατάτμησης της εικόνας, τα οποία στη συνέχεια αναπαριστούν οντότητες με εννοιολογική σημασία. Επιπλέον, λαμβάνονται υπόψη σχέσεις ιεραρχίας και τοπολογίας μεταξύ των στοιχείων καθώς επίσης και τα χαρακτηριστικά της εικόνας. Η λογική της αντικειμενοστρεφούς ανάλυσης προσεγγίζει τον τρόπο λειτουργίας του ανθρώπινου εγκεφάλου, δηλαδή ο ανθρώπινος εγκέφαλος κατηγοριοποιεί συγκεκριμένα τμήματα ανάλογα με το σχήμα, το χρώμα και το μέγεθος. Όλες αυτές οι πληροφορίες είναι απαραίτητες για την φωτοερμηνεία και την ταξινόμηση αυτής. Με τις διαδικασίες της κατάτμησης και της ταξινόμησης, η αντικειμενοστρεφής ανάλυση εικόνας, καταφέρνει να εξετάζει και να συνδέει διαφορετικά αντικείμενα ([Gercek, 2010](#)).

Γενικός στόχος της μεθόδου είναι η δημιουργία ενός θεματικού χάρτη που να εξυπηρετεί

τους στόχους της ταξινόμησης. Επιπροσθέτως, στην ταξινόμηση με αντικειμενοστρεφείς μεθόδους, κάθε αντικείμενο διεκδικείται κατά ένα ποσοστό από κάθε κατηγορία και στο τέλος ταξινομείται σε εκείνο με τη μεγαλύτερη πιθανότητα. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα εφαρμόζει αντικειμενοστρεφείς μεθόδους ταξινόμησης εικόνας και σύμφωνα με αυτό οι στρατηγικές ταξινόμησης μπορούν να βασιστούν είτε στη μεταβολή των χαρακτηριστικών τιμών των αντικειμένων, είτε στη σύγκριση των ταξινομήσεων ή στη μεταβολή που παρατηρείται όταν συγκρίνεται μια ταξινόμηση με ένα θεματικό επίπεδο (Σιώρα, 2011).

3.4 Εισαγωγή στο λογισμικό eCognition

Το λογισμικό eCognition δημιουργήθηκε και διατίθεται από τη γερμανική εταιρία DEFiNiENS Imaging GmbH (www.definiens.com). Το λογισμικό αντικειμενοστρεφούς ανάλυσης χρησιμοποιεί μια νέα καινοτομική μεθοδολογία που αφορά στον τομέα της κατάτμησης και ταξινόμησης της εικόνας. Σκοπός της είναι να βελτιώσει την ποιότητα ταξινόμησης και να επιταχύνει την ταξινόμηση των εικόνων με μεγαλύτερη ακρίβεια. Κύριο χαρακτηριστικό της προσέγγισης αυτής είναι ότι η πληροφορία δεν βρίσκεται στο επίπεδο εικονοστοιχείων αλλά στο επίπεδο σημασιολογικών αντικειμένων της εικόνας και των μεταξύ των σχέσεων (Baatz and Schäpe 2000, Hofman 2001).

Το λογισμικό αυτό παρέχει τη δυνατότητα της εισαγωγής δεδομένων raster, LIDAR και πολυφασματικών εικόνων πολύ υψηλής ανάλυσης, δηλαδή σύγχρονα τηλεπισκοπικά δεδομένα.

3.4.1 Κατάτμηση

Η κατάτμηση είναι ένα καθοριστικό βήμα της αντικειμενοστρεφούς ανάλυσης για την ποιότητα της ταξινόμησης, αφού μειώνει την πολυπλοκότητα και δίνει έμφαση στις λεπτομέρειες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη σωστή διαχείριση των πληροφοριών, εξάγοντας πιο ακριβή αποτελέσματα. Στόχος της είναι η δημιουργία αντικειμένων όσο το δυνατόν μεγαλύτερα, αλλά ταυτόχρονα όσο μικρότερα απαιτείται, ώστε να μπορεί να αποδοθεί στον τελικό θεματικό χάρτη η επιθυμητή πληροφορία (Manual eCognition 2001). Κοντολογίς, με την κατάτμηση της εικόνας θα δημιουργηθούν πρωτογενή δεδομένα, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για περαιτέρω επεξεργασία.

Γενικά πρέπει να δημιουργείται πρώτα το επίπεδο στο οποίο θα γίνει η κύρια ταξινόμηση

και μετά τα επίπεδα εκείνα τα οποία θα λειτουργήσουν συμπληρωματικά και θα βοηθήσουν στην εξαγωγή καλύτερου αποτελέσματος της βασικής ταξινόμησης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αποφευχθεί ο κίνδυνος αρνητικής επιρροής των αντικειμένων του κύριου επιπέδου από τα υπέρ και υπό αντικείμενα ([eCognition, user guide, 2012](#)).

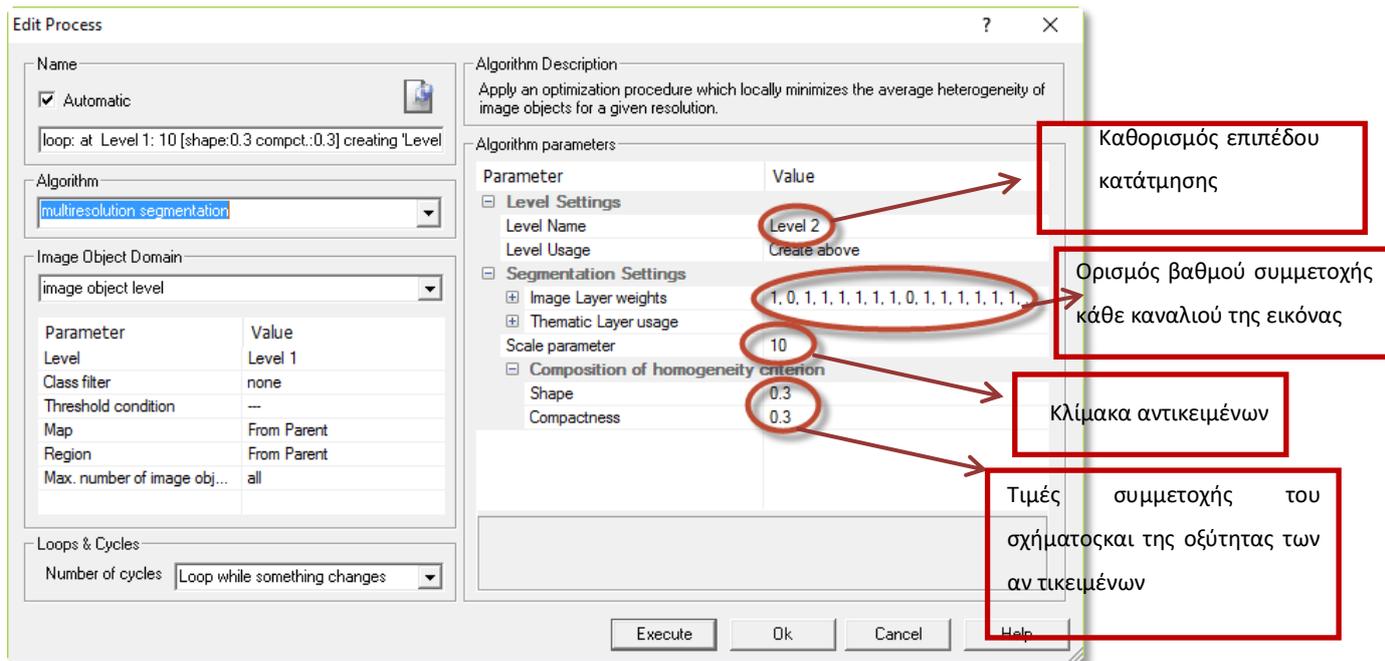
Σκόπιμο είναι να καθοριστούν εξαρχής οι 3 βασικοί παράμετροι που παίζουν σημαντικό ρόλο στην κατάτμηση στο λογισμικό eCognition.

Παράμετρος Κλίμακας (scale parameter):	Η παράμετρος αυτή αποτελεί ένα συντελεστή, οι τιμές του οποίου επηρεάζουν το μέσο μέγεθος των αντικειμένων, καθορίζοντας με αυτό τον τρόπο την ετερογένεια αυτών καθώς και τους όρους συνένωσή τους. Με λίγα λόγια όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή που λαμβάνει η παράμετρος τόσο μεγαλύτερα αντικείμενα προκύπτουν. Ωστόσο, η κλίμακα δεν πρέπει να συγχέεται με τη χωρική ανάλυση.
Κριτήριο Χρώματος/Σχήματος (Colour/Shape):	Αυτά συνθέτουν το κριτήριο της ομοιογένειας των αντικειμένων. Το κριτήριο του χρώματος αναφέρεται στο φασματικό κριτήριο, βάσει του οποίου τα αντικείμενα ενώνονται ανάλογα με τη φασματική τους ομοιογένεια. Πρακτικά, όσο υψηλότερη τιμή λαμβάνει ο δείκτης του σχήματος, τόσο λιγότερο επηρεάζει την φασματική ομοιογένεια των χαρακτηριστικών των αντικειμένων. Επισημαίνεται επίσης ότι τα δύο αυτά κριτήρια λειτουργούν αλληλοσυμπληρωματικά και οι τιμές τους έχουν άθροισμα τη μονάδα.

Κριτήριο συμπαγούς/ομαλότητας (Compactness/ Smoothness) :	Όταν ο δείκτης του σχήματος είναι μεγαλύτερος από το μηδέν, τότε ο χρήστης μπορεί να καθορίσει τη μορφή που θα έχουν τα αντικείμενα μετά την κατάτμηση της εικόνας. Όπως και στην παραπάνω περίπτωση, τα δύο αυτά κριτήρια λειτουργούν συμπληρωματικά. Ο δείκτης συμπαγούς σχήματος χρησιμοποιείται για να βελτιστοποιήσει τα όρια των αντικειμένων ως προς την κανονικοποίησή τους (πχ αστικές περιοχές, κτίρια), ενώ αν ο δείκτης ομαλότητας λάβει υψηλότερη τιμή τότε τα αντικείμενα που θα προκύψουν θα ναι πιο επιμήκη (πχ οδικό δίκτυο).
--	--

Το λογισμικό δίνει επίσης τη δυνατότητα εναλλαγής των βαρών των καναλιών που θα λάβουν μέρος στη διαδικασία της κατάτμησης ανάλογα με τη σημαντικότητά τους για κάθε εφαρμογή ([eCognition user guide, 2012](#)). Το θερμικό κανάλι είναι εκείνο που συνήθως εξαιρείται από τη διαδικασία της κατάτμησης λόγω μειωμένης χωρικής ανάλυσης (Εικ. 3.1).

Το βέλτιστο αποτέλεσμα της κατάτμησης των επιπέδων μεγαλύτερης κλίμακας για τις εικόνες Landsat επέρχεται ύστερα από εναλλαγή παραμέτρων, ώστε να προκύψουν τα επιθυμητά αντικείμενα για τον τελικό στόχο ταξινόμησης κάθε επιπέδου.



Εικόνα 3.1. Παράθυρο καθορισμού χαρακτηριστικών των αντικειμένων στο επίπεδο για τον αλγόριθμο πολλαπλής κατάτμησης.

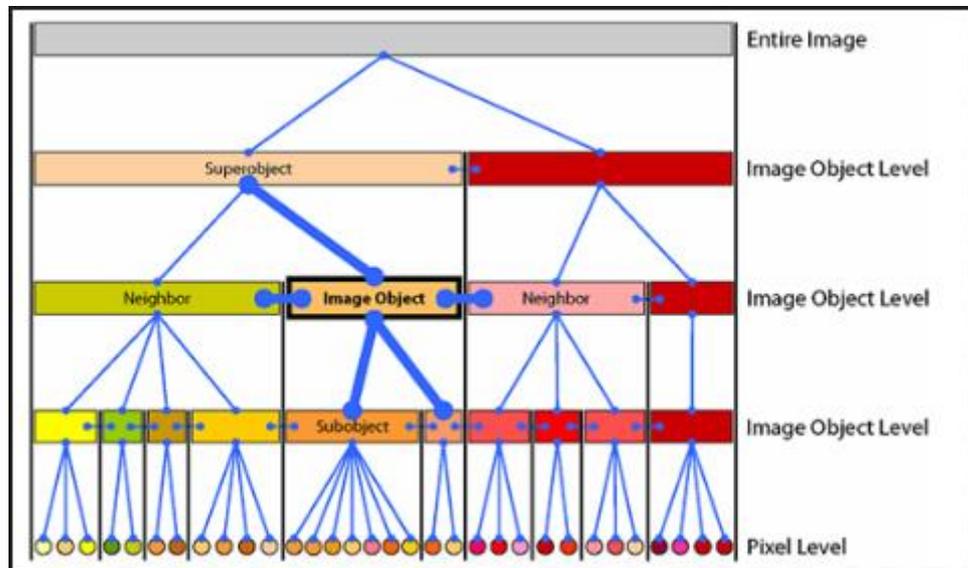
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

3.4.2 Ιεραρχία Πολλαπλών Επιπέδων και Κλάσεων Ταξινόμησης

Το ιεραρχικό δίκτυο των αντικειμένων βοηθά ώστε οι δομές διαφορετικών κλιμάκων να αναπαρίστανται ταυτόχρονα και να ταξινομούνται λαμβάνοντας πληροφορίες από όλες τις κλίμακες (Εικόνα 3.2). Στα επίπεδα ενσωματώνονται τα αντικείμενα ανάλογα με την ομοιογένειά τους και τα οποία κάθε στιγμή γνωρίζουν τόσο τους γείτονές τους στο ίδιο επίπεδο, όσο και τα αντικείμενα που βρίσκονται πάνω ή κάτω από αυτά. Στο στάδιο αυτό, σύμφωνα με τα φασματικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά των αντικειμένων, γίνεται υπολογισμός των στατιστικών παραμέτρων που αφορούν στις τιμές χρώματος των αντικειμένων (μέση τιμή τόνου, τυπική απόκλιση, υφή, κ.α.), αλλά και ιδιοτήτων που αφορούν στο σχήμα των αντικειμένων (προσανατολισμός, μήκος, πλάτος, επιμήκυνση, καμπυλότητα, αδιάσπαστη συνοχή κ.α.).

Οι κλάσεις αποτελούν τον πυρήνα της αντικειμενοστρεφούς ανάλυσης. Μια κλάση είναι μια κατηγορία, στην οποία ανήκουν τα αντικείμενα με παρόμοια δομή, συμπεριφορά και σχέσεις (Χατζηγεωργίου 2005). Ο καθορισμός των κλάσεων γίνεται από το χρήστη και εξαρτάται από τις ανάγκες της έρευνας και από τα τηλεπισκοπικά δεδομένα που διαθέτει.

Η ιεραρχία των κλάσεων καθορίζεται από τις ιδιότητες και τις λειτουργίες τους, τις σχέσεις κληρονομικότητας μεταξύ τους καθώς και τις εξαρτήσεις μεταξύ τους. Σύμφωνα με αυτά τα χαρακτηριστικά τα αντικείμενα ιεραρχούνται σε πολλαπλά επίπεδα.



Εικόνα 3.2 Αναπαράσταση ιεραρχίας πολλαπλών επιπέδων αντικειμένων, τα οποία αλληλοσχετίζονται μεταξύ τους, τόσο όσον αφορά αντικείμενα του ίδιου επιπέδου, όσο και αντικείμενα διαφορετικών επιπέδων.

Πηγή: eCognition Developer 7, User's Guide, 2007

Μεταξύ των κλάσεων υπάρχουν συσχετίσεις βάσει των οποίων τα αντικείμενα διαφόρων κλάσεων μπορούν να αλληλεπιδρούν και να ανταλλάσσουν πληροφορία. Οι συσχετίσεις μεταξύ των κλάσεων μπορεί να έχουν κατεύθυνση, δηλαδή να αλληλεπιδρούν με πιο γενικές ή πιο ειδικές κλάσεις, αλλά παράλληλα έχουν τη δυνατότητα συσχέτισης μόνο προς μία κατεύθυνση. Ακόμη, μεταξύ των κλάσεων υπάρχει και η σχέση κληρονομικότητας, όπου επεκτείνεται η σχέση μιας γενικότερης περιγραφής σε μια ειδικότερη. Τέλος σε κάθε κλάση τίθενται κάποιοι περιορισμοί με μια λογική συνθήκη από το χρήστη, η οποία περιγράφει τα χαρακτηριστικά του αντικειμένου (Αϊναλή, 2012).

3.4.3 Αντικειμενοστρεφής Ταξινόμηση (Object- Based Classification)

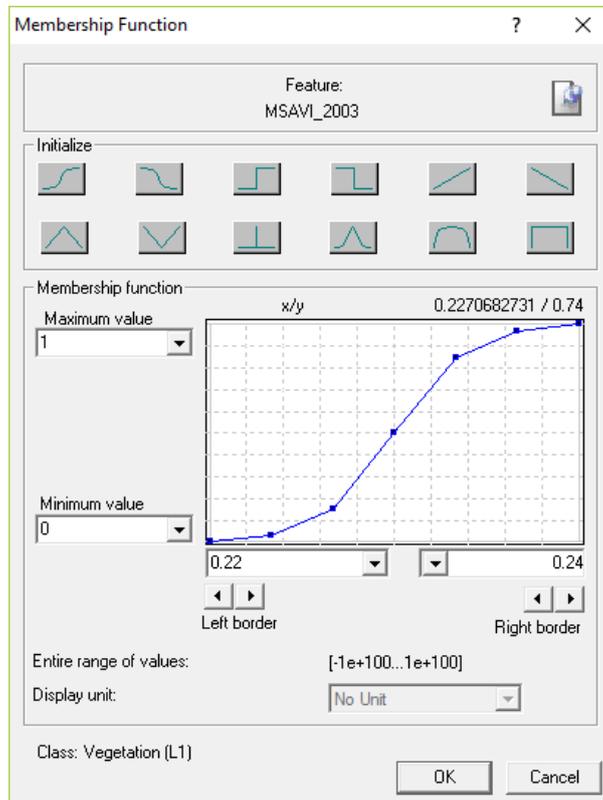
Μετα τη διαδικασία της κατάτμησης στην οποία αρκετά εικονοστοιχεία συνενώθηκαν για την δημιουργία σημασιολογικών αντικειμένων ακολουθεί η διαδικασία της ταξινόμησης. Αυτή επιτυγχάνεται με δύο μεθόδους. Ο πρώτος τρόπος είναι με τη χρήση δειγμάτων "samples", στην οποία γίνεται έλεγχος αν το κάθε αντικείμενο ικανοποιεί τις συνθήκες των

διαφόρων ιδιοτήτων των θεματικών κατηγοριών ή όχι, ενώ ο δεύτερος τρόπος με τη χρήση συναρτήσεων συμμετοχής “*membership function*”, δηλαδή ορίζεται ο βαθμός συμμετοχής κάθε αντικειμένου για κάθε ιδιότητά του και με βάση τον βαθμό αυτό το αντικείμενο ταξινομείται στη θεματική κατηγορία όπου ανήκει.

Αναλυτικότερα, η ταξινόμηση με τη χρήση δειγμάτων γίνεται μέσω της εφαρμογής του αλγόριθμου του Εγγύτερου γείτονα. Ο μελετητής ορίζει δείγματα βάσει των διαφορετικών θεματικών κατηγοριών, έτσι ώστε να τις περιγράψουν με το καλύτερο δυνατό τρόπο. Ωστόσο, πολλές φορές ταξινομούνται στην ίδια κατηγορία, διαφορετικά είδη της ίδιας θεματικής ενότητας (πχ οικίες με σκεπές και οικίες με επικάλυψη τσιμέντου). Για την αποφυγή αλληλοεπικαλύψεων ενδείκνυται ο μικρός αριθμός δειγμάτων. Επιπλέον πρέπει να οριστεί η απόσταση διαχωρισμού των χαρακτηριστικών για κάθε κατηγορία. Εδώ αξίζει να αναφερθεί ότι η συγκεκριμένη μεθοδολογία παρουσιάζει αρκετές ομοιότητες με την επιβλεπόμενη ταξινόμηση άλλων λογισμικών.

Η ασαφής λογική προέκυψε από την μετατροπή απόλυτου “ναι ή όχι”, σε ένα διάστημα τιμών συμμετοχής της μορφής $[0,1]$ με το μηδέν να αντιστοιχεί στο απόλυτο όχι και το ένα στο απόλυτο ναι. Η μετατροπή όμως αυτή από την δυαδική στην ασαφή λογική, έδωσε την δυνατότητα να γίνει εκμετάλλευση και των ενδιάμεσων τιμών, υποδεικνύοντας λιγότερο ή περισσότερο απόλυτες εκφράσεις του ναι και του όχι αντίστοιχα. Υπάρχουν διάφορες μορφές συναρτήσεων (καμπύλη S, τραπεζοειδής, απόλυτης ταύτισης κ.α.) και ο χρήστης επιλέγει εκείνη που θεωρεί πως εκφράζει με το βέλτιστο τρόπο την μεταβολή της πιθανότητας ενός αντικειμένου να ανήκει σε μια κατηγορία στο διάστημα της ασαφούς ζώνης. Όσο πιο υψηλή είναι η τιμή συμμετοχής τόσο περισσότερο το αντικείμενο αυτό μπορεί να χαρακτηριστεί από τις ιδιότητες αυτές. Στην Εικόνα 3.3 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα συνάρτησης συμμετοχής τύπου ‘S’ που εφαρμόστηκε στον κανονικοποιημένο δείκτη βλάστησης NDVI. Ο κάθετος άξονας εκφράζει την πιθανότητα ενός αντικειμένου να ανήκει στην κατηγορία ανάλογα με τα όρια της ασαφούς ζώνης. Τα όρια αυτά ορίστηκαν από τον χρήστη να είναι μεταξύ 0,22 και 0,24 και μέση τιμή στο 0,23. Όταν η τιμή ενός αντικειμένου είναι μεγαλύτερη από 0,24 τότε σίγουρα ανήκει στη βλάστηση και λαμβάνει για την κατηγορία αυτή τιμή συμμετοχής 1. Μεταξύ των τιμών 0,22 και 0,24, τα αντικείμενα λαμβάνουν συμμετοχή βάσει της μορφής συνάρτησης της συμμετοχής, ενώ για τιμές

μικρότερες από 0,22 τα αντικείμενα δεν διεκδικούνται καθόλου από την κατηγορία της βλάστησης (τιμή συμμετοχής 0). Το λογισμικό επίσης παρέχει τη δυνατότητα συνδιασμού των συναρτήσεων συμμετοχής των διαφορετικών χαρακτηριστικών ενός αντικειμένου με τη βοήθεια κάποιων τελεστών 'and' και 'or'.



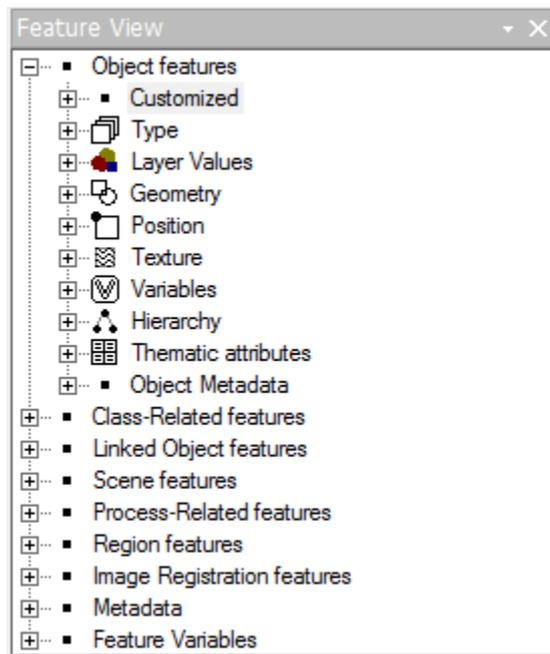
Εικόνα 3.3 Παράδειγμα συνάρτησης συμμετοχής για τον κανονικοποιημένο δείκτη βλάστησης NDVI, για όρια ασαφούς ζώνης μεταξύ 0,22 – 0,24.

3.4.4 Χαρακτηριστικά λογισμικού eCognition

Στο παρόν υποκεφάλαιο θα παρουσιαστούν κάποια από τα χαρακτηριστικά του λογισμικού eCognition που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία.

Γενικά μέσω της εργαλειοθήκης "Feature View" είναι δυνατή η απεικόνιση ενός χαρακτηριστικού για όλα τα αντικείμενα της εικόνας. Ο τόνος της απεικόνισης του χαρακτηριστικού είναι φωτεινότερος όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του χαρακτηριστικού.

Ενδεικτικά στη συνέχεια παρουσιάζονται τα βασικότερα χαρακτηριστικά που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία (Εικ. 3.4)



Εικόνα 3.4. Παράθυρο εργαλειοθήκης “Feature View” του λογισμικού eCognition.

Mean: Πρόκειται για τη μέση τιμή ενός χαρακτηριστικού όλων των εικονοστοιχείων που ορίζουν ένα αντικείμενο. Εδώ υπάγονται οι περιπτώσεις υπολογισμού των μέσων τιμών των αντικειμένων στα κανάλια του δορυφόρου, αλλά και στις τιμές των αντικειμένων στις εικόνες που έχουν εισαχθεί.

Mean Difference to Scene : Πρόκειται για τη διαφορά της μέσης τιμής ενός χαρακτηριστικού όλων των εικονοστοιχείων που ορίζουν ένα αντικείμενο σε κάποιο κανάλι της επιλογής μας.

Relative area of subobjects: Πρόκειται για το ποσοστό από το εμβαδόν ενός αντικειμένου που καλύπτεται από μια συγκεκριμένη κατηγορία σύμφωνα με τα ταξινομημένα υπο-αντικείμενα ενός επιπέδου. Ο χρήστης μπορεί να καθορίσει την απόσταση των επιπέδων αυτών, καθώς είναι δυνατόν να μην είναι διαδοχικά. Επειδή το αποτέλεσμα επιστρέφει ποσοστό, το εύρος τιμών είναι μεταξύ μηδέν και της μονάδας.

Existence of superobjects: Η συνάρτηση αυτή ελέγχει αν το υπέρ-αντικείμενο ενός αντικειμένου έχει ταξινομηθεί σε μια κατηγορία. Αν ναι, επιστρέφεται η τιμή της μονάδας, αλλιώς επιστρέφεται μηδέν ως τιμή συμμετοχής.

3.4.5 Υπολογισμός Δεικτών

Για την πραγματοποίηση της μελέτης και την εξαγωγή της κάλυψης γης χρησιμοποιήθηκαν κάποιοι δείκτες, οι οποίοι δεν είναι ενσωματωμένοι στο λογισμικό. Ωστόσο παρέχουν τη δυνατότητα υπολογισμού του στατιστικού τύπου τους χρησιμοποιώντας τα στατιστικά δεδομένα των φασματικών υπογραφών που είναι ενσωματωμένα στο σύστημα. Αυτοί οι δείκτες είναι α) ο κανονικοποιημένος δείκτης MSAVI (Modified Soil Adjusted Vegetation Index), ο δείκτης ανάδειξης αστικών περιοχών NDBBBI, ο δείκτης Νερού NDWI και ο ενισχυμένος δείκτης δόμησης και γυμνού εδάφους EBBI.

3.4.5.1 Δείκτης Νερού

Ο δείκτης νερού Water Index εντοπίζει τα στάσιμα ύδατα σε μια εικόνα. Για να πετύχει ο σκοπός αυτός, ο δείκτης εκφράζει το λόγο του πράσινου καναλιού με το εγγύς υπέρυθρο. Η διαφορά απόκρισης του πράσινου καναλιού (Green layer) με το εγγύς υπέρυθρο (NIR) αναδεικνύεται η ανίχνευση του νερού.

$$\text{Water Index} = \frac{\text{Green} - \text{NIR}}{\text{Green} + \text{NIR}}$$

Όπου, Green = η τιμή στο πράσινο κανάλι

NIR = η τιμή στο εγγύς υπέρυθρο κανάλι

3.4.5.2 Δείκτης MSAVI

Ο δείκτης SAVI (Soil – Adjusted Vegetation Index) προτάθηκε από το Huette (1988) και περιγράφει την ελάχιστη επίδραση της φωτεινότητας του εδάφους στους φασματικούς δείκτες βλάστησης στις περιοχές του κόκκινου και του εγγύς υπέρυθρου του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Ο δείκτης SAVI ορίζεται ως εξής:

$$SAVI = \frac{NIR - Red}{NIR + L + R} \times (1 + L)$$

Όπου L = Δείκτης, η τιμή του οποίου εξαρτάται από την πυκνότητα της βλάστησης και η τιμή του κυμαίνεται μεταξύ 0 και 1. Συνήθως χρησιμοποιείται ένας ενδιάμεσος τύπος βλάστησης (L= 0,5).

Οι Qi et al. (1994a,b) πρότειναν τον τροποποιημένο δείκτη που ονομάζεται MSAVI (Modified Soil – Adjusted Vegetation Index), ο οποίος λαμβάνει υπόψη τις διαφορές στο είδος του

εδάφους. Η τιμή μεταβάλλεται από -1 και 1 και υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$MSAVI = \frac{2 \times NIR + 1 - \sqrt{(2 \times NIR + 1)^2 - 8 \times (NIR - RED)}}{2}$$

Όπου NIR = η τιμή στο εγγύς υπέρυθρο

Red = η τιμή στο κόκκινο κανάλι

Ο δείκτης αυτός παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα έναντι του δείκτη NDVI. γιατί περιγράφει με καλύτερο τρόπο την πυκνότητα της βλάστησης και έχει τη δυνατότητα να διεχωρίζει το έδαφος από περιοχές με χαμηλή δασοκάλυψη. Είναι ιδιαίτερα επωφελής για τα “topsoil” σε ξήρα και ημίξηρα περιβάλλοντα ([Mfondoum et al. 2016](#)).

3.4.5.3 Ενισχυμένος Δείκτης EBBI

Ο δείκτης EBBI (Enhanced Built-Up and Bareness Index) προτάθηκε από τους [Syakur et al. \(2012\)](#). Αυτοί λοιπόν εισήγαν στον τύπο και το θερμικό κανάλι (TIR), το NIR και το SWIR1. Αυτά τα μήκη κύματος βασίστηκαν στο φάσμα ανάκλασης και απορρόφησης σε αστικές περιοχές και σε γυμνά εδάφη. Η βλάστηση έχει υψηλό συντελεστή ανάκλασης στο NIR έναντι των αστικών περιοχών, ενώ το SWIR έχει υψηλή ανακλαστικότητα σε αστικές περιοχές. Το TIR επίσης μπορεί να διακρίνει χαμηλά και υψηλά επίπεδα ανακλαστικότητας σε αστικές περιοχές. Ο [Weng \(2008\)](#) επισημαίνει ότι το TIR είναι πολύ σημαντικό κανάλι για την χαρτογράφηση των αστικών περιοχών εξαιτίας χαμηλής ανακλαστικότητας, εξαλείφοντας με αυτό τον τρόπο τις σκιές και το νερό, ενώ η υψηλή ανακλαστικότητα αναδεικνύει τα άγονα εδάφη. Συνεπώς το άθροισμα του μέσου υπέρυθρου και του θερμικού καναλιού δίνουν ικανοποιητικά αποτελέσματα για την χαρτογράφηση των αστικών και άγονων περιοχών.

Επιπλέον οι [Syakur et al. \(2012\)](#) συγκρίνουν το δείκτη EBBI με αρκετούς δείκτες (IBI, NDBI, UI, NDBaI, NDVI) και προκύπτει ότι ο δείκτης EBBI παρουσιάζει τα καλύτερα από πλευρά στατιστικής αποτελέσματα σε σχέση με τους άλλους δείκτες. Ο τύπος που περιγράφει το δείκτη είναι ο εξής:

$$EBBI = \frac{SWIR - NIR}{10\sqrt{SWIR + TIR}}$$

Όπου SWIR = η τιμή στο μέσο υπέρυθρο κανάλι

NIR = η τιμή στο εγγύς υπέρυθρο κανάλι

TIR = η τιμή στο θερμικό κανάλι

3.4.5.4 Κανονικοποιημένο Δείκτης δόμησης και Γυμνού Εδάφους

Ο δείκτης NDBBBI είναι κατάλληλος για την ανάδειξη περιοχών με δόμηση, πρόκειται για ένα κανονικοποιημένο δείκτη διαφορών ανάμεσα στο μπλε κανάλι, το οποίο αποτελεί κατεχοχρήν κανάλι ανάδειξη αστικής περιοχής και του μέσου υπέρυθρου, το οποίο αποτελεί το κανάλι ανάδειξης γυμνού εδάφους (Baraldi et al. 2006). Ο τύπος που περιγράφει το δείκτη είναι ο εξής :

$$NDBBBI = \frac{Blue - SWIR}{Blue + SWIR + 0.001}$$

[-1.1]

Όπου Blue = η τιμή στο μπλε κανάλι

SWIR = η τιμή στο μέσο υπέρυθρο κανάλι

3.4.6 Λόγοι Καναλιών

Οι λόγοι καναλιών είναι ενισχύσεις, οι οποίες προκύπτουν από τη διαίρεση των ψηφιακών τιμών σ' ένα φασματικό κανάλι, με τις αντίστοιχες τιμές σ' ένα άλλο κανάλι. Οι λόγοι αφενός αποτελούν τις πλέον χρήσιμες αριθμητικές πράξεις και αφετέρου μειώνουν σε ένα βαθμό την επίδραση του ανάγλυφου και των σκιάσεων στις προκύπτουσες εικόνες. Ένα κύριο πλεονέκτημα των εικόνων - λόγων είναι ότι αναδεικνύουν τα φασματικά χαρακτηριστικά των διαφόρων στοιχείων της εικόνας, ανεξάρτητα από την έκταση των συνθηκών φωτισμού της περιοχής κατόπτευσης.

Οι λόγοι καναλιών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διπλωματική είναι

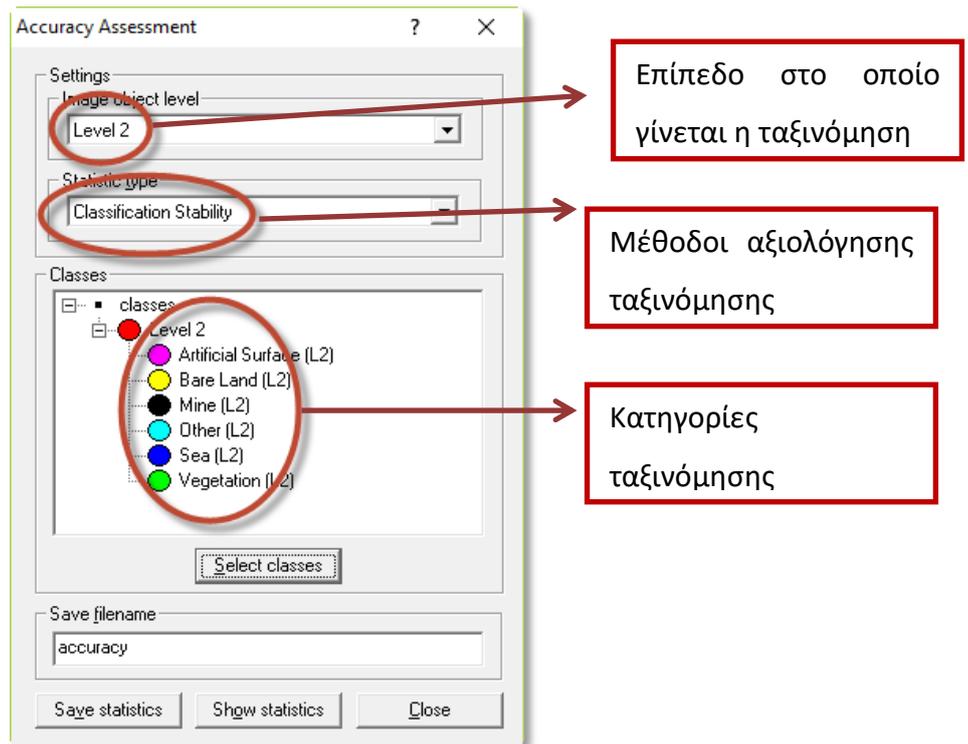
Λόγος	Χρήση
TM5/TM6	Τα άγονα εδάφη παρουσιάζουν ζώνη φασματικής απορρόφησης στο κανάλι TM5 (SWIR-1. Ο λόγος TM5/TM6, άγονα και βραχώδη εδάφη θα φαίνονται πιο λευκά. Αυτός ο λόγος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάδειξη των λατομείων.

Σύμφωνα με το [Weng \(2009,2012\)](#) θεωρεί ότι το θερμικό κανάλι μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην διάκριση των αστικών και άγονων περιοχών σε σχέση με τη βλάστηση. Δεδομένου ότι αυτές οι περιοχές έχουν γενικά υψηλότερη απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας και μεγαλύτερη θερμική χωρητικότητα και αγωγιμότητα, λόγω του ότι καλύπτονται με κτίρια, δρόμους και άλλες αδιαπέρατες επιφάνειες. Οι αστικές περιοχές συνήθως έχουν μια σχετικά υψηλότερη θερμοκρασία σε σύγκριση με τις γύρω αγροτικές περιοχές.

3.4.7 Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων

Εφόσον ολοκληρωθεί η ταξινόμηση, ακολουθεί η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της ταξινόμησης (Εικόνα 3.5). Το στάδιο αυτό θεωρείται πολύ σημαντικό για να διαπιστώσουμε κατά πόσο λειτούργησαν σωστά οι αλγόριθμοι και οι κανόνες για την παραγωγή της επεξεργασμένης εικόνας και με κύριο σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Αρχικά το πρώτο στάδιο της διερεύνησης των αποτελεσμάτων της ταξινόμησης λαμβάνει χώρα από τον ίδιο το χρήστη, ο οποίος εξετάζει την ορθότητα των αποτελεσμάτων. Ωστόσο, αυτή η μέθοδος αποτελεί υποκειμενική εκτίμηση. Το λογισμικό eCognition παρέχει εξειδικευμένα εργαλεία, τα οποία παράγουν στατιστικά και γραφικά αποτελέσματα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο της ποιότητας των αποτελεσμάτων της ταξινόμησης. Παρέχει τέσσερις στατιστικούς ελέγχους για την αξιολόγηση της ταξινόμησης : Σταθερότητα ταξινόμησης "*Classification Stability*", Καλύτερο αποτέλεσμα ταξινόμησης "*Best Classification Result*", Μήτρα σφάλματος βασισμένη σε μια μάσκα επίγειου ελέγχου "*Error Matrix based on TTA Mask*" και μήτρα σφάλματος βασισμένη σε δειγματοληπτικά αντικείμενα "*Error Matrix based on Samples*".



Εικόνα 3.5. Παράθυρο εκτίμησης ακρίβειας.

3.4.7.1 Σταθερότητα Ταξινόμησης “Classification Stability”

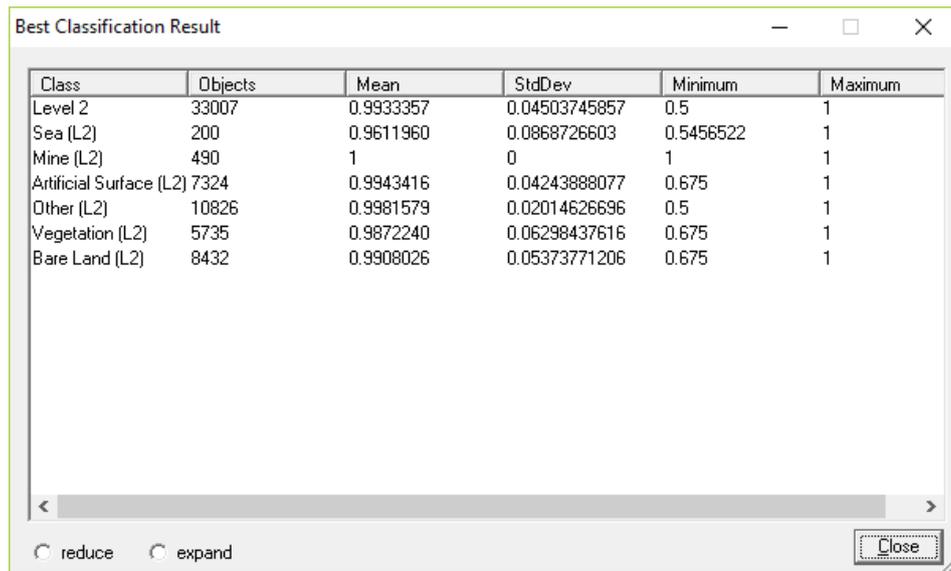
Η μέθοδος αυτή δημιουργεί ένα πίνακα στον οποίο υπολογίζεται ο βαθμός συμμετοχής κάθε αντικειμένου σε μια κατηγορία σε σύγκριση με την αμέσως επόμενη υποψήφια κατηγορία (Εικόνα 3.6). Η σύγκυση ανάμεσα στις καθορισμένες κατηγορίες αναδεικνύεται με την απόκλιση των δυο μεγαλύτερων βαθμών συμμετοχής του αντικειμένου. Ο έλεγχος της αξιοπιστίας διακρίνεται και γραφικά, με την αναπαράσταση του οποίου καθορίζεται από το έγχρωμο σύνθετο, στο οποίο κάθε τμήμα ορίζεται με μια ποιοτική κλίμακα χρωμάτων από σκούρο πράσινο για το σαφές [1,1] και έντονο κόκκινο για το απολύτως σαφές [0,0].

Class	Objects	Mean	StdDev	Minimum	Maximum
Level 2	33007	0.9796945	0.123	0	1
Sea (L2)	200	0.934	0.1734077	0.09130433202	1
Mine (L2)	490	0.9822449	0.125	0	1
Artificial Surface (L2)	7324	0.9567050	0.1934485	0	1
Other (L2)	10826	0.9971751	0.03754568114	0	1
Vegetation (L2)	5735	0.9745300	0.126	0.35	1
Bare Land (L2)	8432	0.9816678	0.1074371	0.35	1

Εικόνα 3.6. Πίνακας σταθερότητας ταξινόμησης.

3.4.7.2 Καλύτερο Αποτέλεσμα Ταξινόμησης “Best Classification Result”

Ένα ακόμα εργαλείο αξιολόγησης που παρέχει το λογισμικό eCognition, είναι το βέλτιστο αποτέλεσμα της ταξινόμησης (“Best Classification Result”). Δεδομένης της ασαφούς λογικής που χρησιμοποιείται για τον ορισμό των κλάσεων, το εργαλείο αυτό, δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να ελέγχει το βαθμό συμμετοχής ενός αντικειμένου σε περισσότερες από μία τάξεις. Η τελική ταξινόμηση του εκάστοτε αντικειμένου πραγματοποιείται στην τάξη για την οποία παρουσιάζει το μεγαλύτερο βαθμό συμμετοχής. Ένα χρήσιμο μέτρο αξιολόγησης των αποτελεσμάτων είναι η διερεύνησή του κατά πόσο υψηλές είναι οι τιμές των μεγαλύτερων βαθμών συμμετοχής βάσει των οποίων διαμορφώθηκε η τελική ταξινόμηση των αντικειμένων. Το εξαγόμενο αποτέλεσμα της εν λόγω αξιολόγησης είναι και γραφικό και αριθμητικό. Το αριθμητικό εξαγόμενο της απεικόνισης είναι ένας πίνακας με τιμές που προέκυψαν από στατιστικές συναρτήσεις για τους μέγιστους βαθμούς συμμετοχής με τους οποίους ταξινομήθηκαν τα αντικείμενα στην εκάστοτε τάξη (Εικόνα 3.7). Στον πίνακα αυτό, παρουσιάζονται ο αριθμός των αντικειμένων που ανήκουν στην κάθε κλάση και τέσσερα στατιστικά στοιχεία (ελάχιστο, μέγιστο, μέση τιμή και τυπική απόκλιση), τα οποία αναφέρονται στους βαθμούς συμμετοχής.



Class	Objects	Mean	StdDev	Minimum	Maximum
Level 2	33007	0.9933357	0.04503745857	0.5	1
Sea (L2)	200	0.9611960	0.0868726603	0.5456522	1
Mine (L2)	490	1	0	1	1
Artificial Surface (L2)	7324	0.9943416	0.04243888077	0.675	1
Other (L2)	10826	0.9981579	0.02014626696	0.5	1
Vegetation (L2)	5735	0.9872240	0.06298437616	0.675	1
Bare Land (L2)	8432	0.9908026	0.05373771206	0.675	1

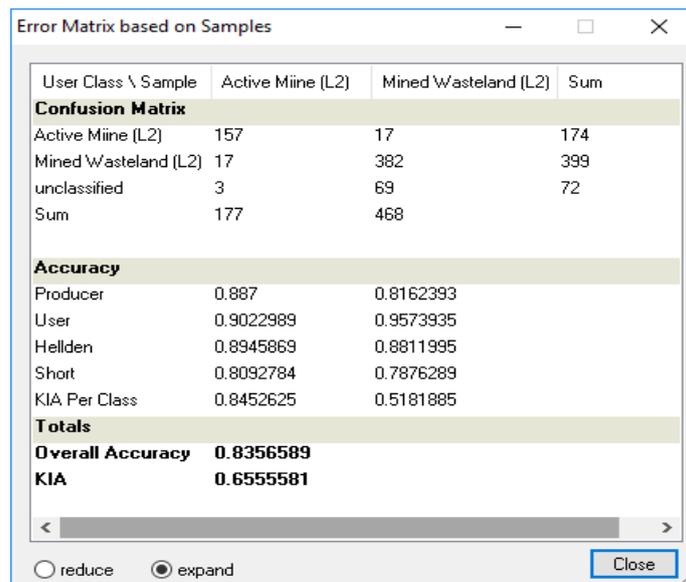
Εικόνα 3.7 Πίνακας καλύτερου αποτελέσματος ταξινόμησης.

3.4.7.3 Μήτρα Σφάλματος βασισμένη σε μια μάσκα επίγειου ελέγχου “Error Matrix Based on TTA Mask”

Στη συγκεκριμένη μέθοδο, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η συλλογή δειγματοληπτικών αντικειμένων για κάθε κατηγορία, ώστε να γίνει η σωστή αξιολόγηση της ποιότητας της ταξινόμησης. Βασική προϋπόθεση αποτελεί η γνώση του χρήστη, ότι ανήκουν στη συγκεκριμένη κατηγορία. Επιπλέον, ο αριθμός των δειγμάτων ελέγχου πρέπει να είναι ανάλογος και ισομεγέθης για κάθε κατηγορία. Στη συνέχεια το λογισμικό δημιουργεί μάσκα επίγειου ελέγχου για να συγκρίνει την ταξινόμηση στην επεξεργασμένη παραγόμενη εικόνα. Οι κατηγορίες της μάσκας αντιστοιχίζονται με τις κατηγορίες της ταξινόμησης και ο πίνακας που προκύπτει, ονομάζεται πίνακας σύγχυσης και παρουσιάζει το πλήθος των εικονοστοιχείων της ταξινόμησης που καλύπτονται από το πλήθος των εικονοστοιχείων της μάσκας. Τα αποτελέσματα του πίνακα εμφανίζουν σφάλματα παράλειψης και σφάλματα συμπερίληψης μεταξύ των κατηγοριών. Τα σφάλματα παράλειψης ή αποκλεισμού δηλώνουν τα στοιχεία των στηλών, τα οποία αποκλίνουν από τη διαγώνιο, ενώ στα σφάλματα συμπερίληψης εντοπίζονται τα στοιχεία των γραμμών, τα οποία αποκλίνουν από τη διαγώνιο (Αργιαλάς, 1998).

3.4.7.4 Μήτρα Σφάλματος Βασισμένη σε Δειγματοληπτικά Αντικείμενα “Error Matrix based on Samples”

Η μέθοδος αυτή όπως και η προηγούμενη βασίζεται σε περιοχές εκπαίδευσης, με τη διαφορά ότι τα δείγματα ελέγχου αξιολογούνται σύμφωνα με τα αντικείμενα. Τα δειγματοληπτικά αντικείμενα είναι διαφορετικά από τα αντικείμενα του εγγύτερου γείτονα. Η γνώση της περιοχής μελέτης είναι απαραίτητη, ώστε τα δειγματοληπτικά αντικείμενα να προσδιορίζουν με ακρίβεια την κατηγορία. Έπειτα από τη συλλογή των αντικειμένων το λογισμικό έχει τη δυνατότητα δημιουργία μάσκας επίγειου ελέγχου για να συγκρίνει την ταξινόμηση με την επεξεργασμένη παραγόμενη εικόνα. Οι κατηγορίες των δειγμάτων εκπαίδευσης αντιστοιχίζονται με τις κατηγορίες της ταξινόμησης και προκύπτει ο πίνακας σύγχυσης. Στην πρώτη στήλη του πίνακα εμφανίζονται οι κατηγορίες της προς εκτίμηση ταξινόμησης, στη δεύτερη το πλήθος των αντικειμένων για κάθε κατηγορία και στις επόμενες ο λόγος των δειγμάτων που καταχωρήθηκαν σε αυτή την κατηγορία (Εικόνα 3.8).



User Class \ Sample	Active Miine (L2)	Mined Wasteland (L2)	Sum
Confusion Matrix			
Active Miine (L2)	157	17	174
Mined Wasteland (L2)	17	382	399
unclassified	3	69	72
Sum	177	468	
Accuracy			
Producer	0.887	0.8162393	
User	0.9022989	0.9573935	
Hellden	0.8945869	0.8811995	
Short	0.8092784	0.7876289	
KIA Per Class	0.8452625	0.5181885	
Totals			
Overall Accuracy	0.8356589		
KIA	0.6555581		

Εικόνα 3.8 Πίνακας σύγχυσης σφάλματος βασισμένη σε δειγματοληπτικά αντικείμενα (Error Matrix Based on Samples).

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Στον παρόν κεφάλαιο θα αναλυθεί το μεθοδολογικό πλαίσιο που εφαρμόστηκε με στόχο την κατάταξη των ανενεργών λατομείων για την επιλογή των κατάλληλων προς αποκατάσταση / αξιοποίηση λατομικών χώρων.

Αρχικά ενδείκνυται να καθορισθεί το πρόβλημα το οποίο διακρίνει το στόχο από την υφιστάμενη κατάσταση. Στη φάση αυτή λαμβάνονται τα δεδομένα σε πρωτογενή μορφή και ακολουθείται η διαδικασία εξέτασης όλων των παραμέτρων για την επίλυση του προβλήματος. Για παράδειγμα στην ιεράρχηση των ανενεργών λατομείων, ο στόχος είναι η βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων μιας περιοχής και τα μέγιστα οφέλη για το περιβάλλον.

Στα επόμενα κεφάλαια αναλύεται βήμα – βήμα το Μεθοδολογικό Πλαίσιο, παρότι γίνεται προσπάθεια να αποφεύγεται η αναφορά σε τεχνικές, μερικές φορές ωστόσο κρίνεται απαραίτητη η επεξήγηση μέσω ενός παραδείγματος, προκειμένου να διασαφηνιστεί καλύτερα η διαδικασία.

4.1 Ανάλυση της προς μελέτη περιοχής

Αρχικά θα πρέπει να μελετηθεί η περιοχή με την οποία θα ασχοληθούμε, δίνοντας έμφαση τόσο στα δομικά μειονεκτήματα όσο και στα πλεονεκτήματά της. Για αυτό το λόγο θα χρησιμοποιηθούν :

- Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο
- Ειδικό χωροταξικό
- Προστατευόμενες περιοχές
- Δασικές και Αναδασωτές

Επίσης, θα χρειαστούμε πληροφορίες σχετικές με το πληθυσμό και την εξέλιξή του καθώς και το ποσοστό απασχόλησης. Επιπλέον θα πρέπει να δοθεί έμφαση στις περιοχές, οι οποίες είναι επιβαρυνμένες περιβαλλοντικά καθώς και στις περιοχές που έχουν ιδιαίτερη ιστορική και αρχαιολογική αξία. Συνεπώς, θα πρέπει να γίνει καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης του Δήμου Μεγαρέων και μια πρώτη εκτίμηση των λατομικών χώρων που χρειάζονται ανάπλαση.

4.2 Συλλογή δεδομένων

Η ανάγκη για την παροχή έγκυρων και επικαιροποιημένων χωρικών δεδομένων στη χώρα μας προκύπτει από κάθε μελέτη και έρευνα. Ανεξάρτητα το πόσο καλή ή σωστή είναι η ανάλυση θα πρέπει τα δεδομένα που θα εισαχθούν στην ανάλυση να είναι πρόσφατα. Κρίνεται λοιπόν απαραίτητο να συλλεχθούν τα δεδομένα από τους απαραίτητους φορείς (ΟΚΧΕ, ΓΥΣ, ΕΣΥΕ, ΙΓΜΕ, ΥΠΕΚΑ και ο πολιτιστικός χάρτης Ελλάδας <http://odysseus.culture.gr/a/map/gmap.jsp>) και τα ΦΕΚ για την αποτύπωση των αρχαιολογικών χώρων. Παράλληλα κάποια δεδομένα θα πρέπει να συλλεχθούν από επιτόπιες μελέτες(Πιν. 4.1).

Η ανάλυση και αξιολόγηση των διαθέσιμων στοιχείων και δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού ArcInfo v. 10.2.2 της ESRI και τα δεδομένα μας είναι σε εγκάρσια Μερκατορική κλίμακα «ΕΓΣΑ 87»

Πίνακας 4.1: Αναγκαία Συλλογή Δεδομένων

Είδος	Γεωμετρία	Περιγραφική Πληροφορία	Πηγή	Σχόλια
Περιφερειακές Ενότητες	Πολυγωνικό Επίπεδο	Πληθυσμός	ΕΣΥΕ	
Όρια Δήμου	Γραμμικό Επίπεδο			
Γεωλογικοί Σχηματισμοί	Πολυγωνικό Επίπεδο		ΙΓΜΕΜ	
Ρήγματα	Γραμμικό Επίπεδο		ΙΓΜΕΜ	
Κοίτες Ποταμών και μεγάλων ρεμάτων	Γραμμικό Επίπεδο			
Περατότητα σχηματισμών	Πολυγωνικό Επίπεδο		Χαρακτηρισμός από τα γεωλογικά φύλλα ΙΓΜΕ	
Παρουσία και είδος αποβλήτων			Επιτόπια έρευνα	
Λατομεία	Πολυγωνικό επιπέδο			Τηλεπισκόπηση
Καταφύγια άγριων ζώων			ΥΠΕΚΑ	
Όρια Προστατευόμενων Περιοχών	Πολυγωνικό Επίπεδο		ΥΠΕΚΑ	Natura 2000 και περιοχές που έχουν χαρακτηριστεί RAMSAR και SRA
Αρχαιολογικοί χώροι & Πολιτιστικά μνημεία	Σημειακό Επίπεδο			Οριοθετήθηκαν οι αρχαιολογικοί χώροι με βάση τις Υ.Α

Οδικό δίκτυο	Γραμμικό Επίπεδο	Ονομασία δρόμου Κατηγορία δρόμου		
Ακτογραμμή	Γραμμικό Επίπεδο			
Ισοϋψείς	Γραμμικό επίπεδο		Κτηματολόγιο	ακρίβειας 5m
Χρήσεις γης	Πολυγωνικό Επίπεδο		Ιδία επεξεργασία-Τηλεπισκόπηση	

4.3. Οργάνωση σε βάσεις Δεδομένων

Στη συνέχεια θα πρέπει να γίνει μια σωστή οργάνωση των δεδομένων και των εργαλείων που χρησιμοποιούνται. Δεδομένου ότι τα ενδιάμεσα παραγόμενα ψηφιδωτά αρχεία έχουν δυσανάγνωστα ονόματα καθώς και μετατροπή των διανυσματικών δεδομένων σε ψηφιδωτά. Προτείνεται η οργάνωση σε 2 γεωβάσεις (Πιν. 4.2).

1^η Γεωβάση: Πρωτογενή δεδομένα

2^η Γεωβάση: Τελική αξιολόγηση

Πίνακας 4.2. Οργάνωση σε βάσεις δεδομένων.

ΓΕΩΒΑΣΕΙΣ	ΣΥΝΟΛΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ "FEATURE DATASET"	ΚΛΑΣΕΙΣ "FEATURE CLASS"	ΕΡΓΑΛΕΙΑ "TOOLBOXES"	ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΑ ΑΡΧΕΙΑ (που χρησιμοποιούνται στα επόμενα βήματα)
1 ^η Γεωβάση: Πρωτογενή δεδομένα	Σύνολο διανυσματικών δεδομένων	Το σύνολο των δεδομένων, όπως περιγράφεται στο κεφάλαιο 2 που είναι οργανωμένα βάσει των περιβαλλοντικών και κοινωνικο-οικονομικών κριτηρίων	Το εργαλείο δημιουργίας ψηφιδωτού κόστους	Ψηφιδωτό κόστους
	Τα ενδιάμεσα παραγόμενα που δεν χρησιμοποιούνται περαιτέρω, θα αποθηκεύονται εντός της βάσης αλλά εκτός συνόλων			
2 ^η Γεωβάση: Τελικής Αξιολόγησης	Ένα σύνολο ψηφιδωτών δεδομένων	Τελικά αποτελέσματα και συμπεράσματα για ψηφιακή παράδοση και σύγκριση		
Χάρτες, Πίνακες και άλλες μετρήσεις ποσοτικές και ποιοτικές				

4.4 Αξιολόγηση Κριτηρίων

Στην φάση αυτή θα πρέπει να αξιολογηθούν τα κριτήρια ως προς την σπουδαιότητά τους στην ανάλυση του προβλήματος. Το κάθε κριτήριο αποτελεί από μόνο του έναν στόχο, άρα η πολυκριτηριακή ανάλυση αποτελεί χωρική ανάλυση πολλαπλών ιδιοτήτων που πρέπει να συγκεντρώνουν τα κριτήρια (spatial multiattributes). Έτσι κάθε κριτήριο θα βαθμολογηθεί

ως προς την ιδιότητα που έχει (απόσταση, χρήση γης), σε μια κοινή κλίμακα σπουδαιότητας από το 1-5, όπου όσο χαμηλότερη βαθμολογία συγκεντρώνει κάθε ιδιότητα κριτηρίου, τόσο λιγότερο σημαντική συμμετοχή-προτίμηση έχει στην ανάλυση και την λήψη της τελικής απόφασης.

4.5 Δημιουργία Ψηφιδωτού Κόστους

Αρχικά επιλέχθηκε η ανάλυση μέσω ψηφιδωτών λόγω της αλληλεπίθεσης αρκετών επιπέδων, συνεχών επιφανειών (ανάγλυφο) και εισαγωγής δεδομένων τηλεπισκόπησης. Θα πρέπει να μετατραπούν όλα τα δεδομένα σε ψηφιδωτά, επιλέγοντας το κατάλληλο μέγεθος κελιού, έτσι ώστε το τελικό αποτέλεσμα κάθε κριτηρίου να έχει την ίδια έκταση.

Το ψηφιδωτό κόστους θα καθορίσει τις διαδρομές που θα χαραχθούν από την πηγή προς τους προορισμούς και πίσω σε αυτή. Εξετάζεται κελί - κελί το μικρότερο δυνατό κόστος για να χαρακτηί αυτή η πορεία. Η λογική που διέπει όλη τη διαδικασία είναι του λιγότερου κόστους. Ο πραγματικός κόσμος θα πρέπει να αναπαρασταθεί σε ψηφιδωτά δεδομένα και στο κάθε κελί να αποδοθεί κάποιο βάρος. Εδώ θα πρέπει να τονίσουμε τη σημασία του κόστους δηλαδή όσο καλύτερες είναι οι τιμές στο φυσικό επίπεδο, τόσο μικρότερη τιμή πρέπει να πάρουν στο λογικό επίπεδο (Μουγιάκου, 2010). Θα πρέπει να έχουμε υπόψη ότι το θέμα εξετάζεται όχι μόνο από την πλευρά του χρήστη αλλά και του περιβάλλοντος. Για να γίνει κατανοητό, θα δώσουμε δύο παραδείγματα:

Παράδειγμα 1^ο : Στην περίπτωση που το οδικό δίκτυο είναι κοντά στο ανενεργό λατομείο, συνάδει με εύκολη προσβασιμότητα. Συνεπώς τα κελιά που θα βρίσκονται σε μικρή απόσταση από το λατομείο θα έχουν μικρότερο κόστος το οποίο θα αυξάνει όσο απομακρυνόμαστε από αυτό, δηλαδή θα έχουν υψηλή προτεραιότητα για ανάπτυξη.

Παράδειγμα 2^ο : Η αποκατάσταση των λατομείων επιβάλλεται όταν τα λατομεία είναι ορατά από τους αρχαιολογικούς χώρους ή περιοχές Natura, τότε το κόστος είναι ιδιαίτερα υψηλό.

Τέλος, όλα τα κριτήρια θα πρέπει να επαναταξινομηθούν στην ίδια κλίμακα και να τους αποδοθεί κάποιος βαθμός σημαντικότητας. Η επανακατηγοριοποίηση που αφορά το

κόστος είναι ουσιώδης, προκειμένου να διορθωθούν τυχόν λάθη εξαιτίας απόδοσης υψηλής ή χαμηλής βαθμολογίας. Η επιλογή των κριτηρίων, για την αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων, ακολουθεί δύο βασικές προσεγγίσεις: η μεν πρώτη δίνει έμφαση στους κύριους στόχους και κατά συνέπεια στους υπό στόχους, οι οποίοι με τη σειρά τους διαχωρίζονται σε επιμέρους κριτήρια. Από αυτά θα δημιουργηθούν επιμέρους ψηφιδωτά, στα οποία θα δοθούν βάρη με τη μέθοδο κατάταξης “Ranking” και τέλος να αθροιστούν σε ένα ψηφιδωτό, το οποίο θα αποτελεί το ψηφιδωτό κόστους. Επισημαίνεται ότι όλα τα ψηφιδωτά θα πρέπει να έχουν την ίδια έκταση “extend”, γεγονός που επιτυγχάνεται με λειτουργίες λογικής διαζευξης (πχ συνδυασμός con/isnull). Στη συνέχεια θα δοθεί έμφαση στην εξεύρεση εναλλακτικών σεναρίων και συνεπώς στη σύγκριση και στην αξιολόγησή τους.

4.6 Κριτήρια ανάλυσης για την ανάπλαση των λατομείων

Τα πιο κοινά προβλήματα των εγκατελειμμένων λατομείων είναι η αστάθεια πρανών, πτώση βράχων, μόλυνση του νερού και του εδάφους, η αλλοίωση του τοπίου και οι διαδικασίες διάβρωσης που λαμβάνουν χώρα μέσα στα λατομεία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη εισροή ιζημάτων στις τοπικές λεκάνες απορροής, επηρεάζοντας με αυτό τον τρόπο το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής, αφού τροποποιείται η ροή των ποταμών.

Τα παραπάνω προβλήματα σχετίζονται με τις τοπογραφικές αλλοιώσεις κατά τη διάρκεια των λατομικών δραστηριοτήτων και ποικίλουν ανάλογα με το είδος της μεθόδου λατόμευσης.

Η εξόρυξη μεταλλευμάτων και πετρωμάτων πραγματοποιείται είτε με επιφανειακή εκμετάλλευση συνήθως με τη μέθοδο ορθών βαθμίδων με ανοιχτή ή κλειστή εσκαφή, όπου η εξόρυξη διενεργείται με χρήση εκρηκτικών υλών, και συνεπώς την υψηλή σύγκεντρωση αποβλήτων εξόρυξης, είτε με υπόγειες μεθόδους εξόρυξης, προκαλώντας μικρή οπτική όχληση, αλλά και τεράστιες ποσότητες αποβλήτων εξόρυξης.

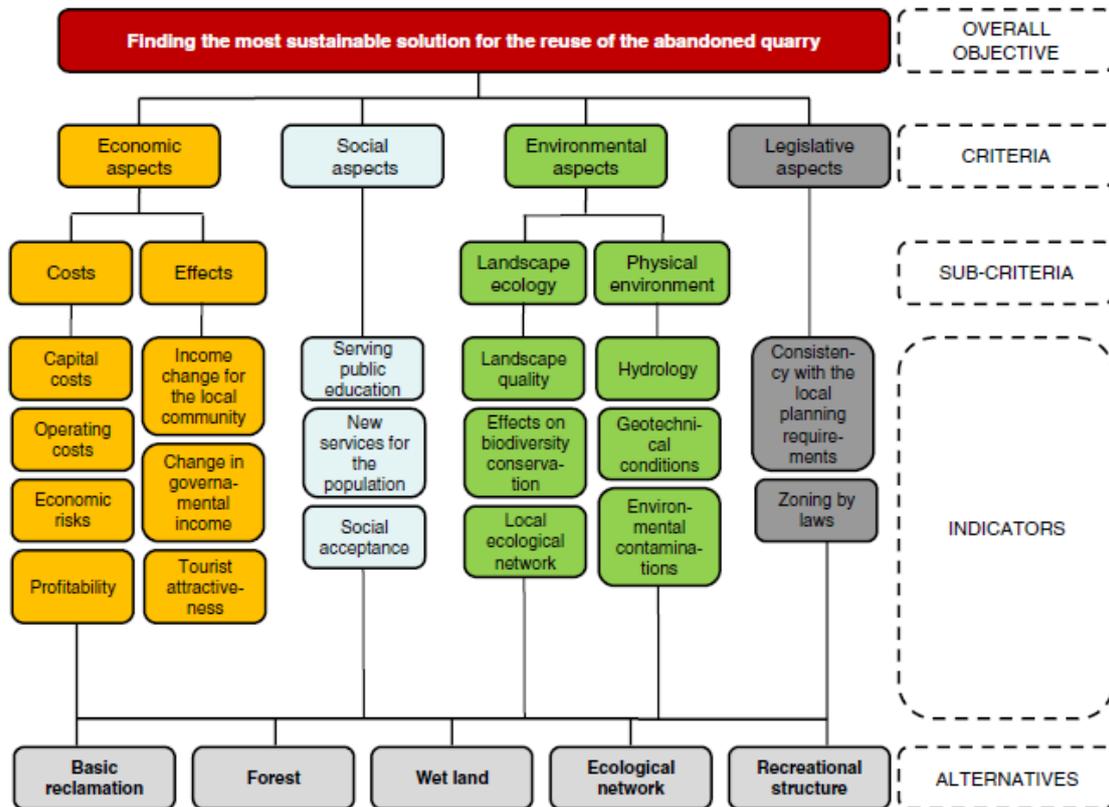
Την περασμένη τριαντακονταετία δεν είχαν ληφθεί μέτρα για την αποκατάσταση/ανάπλαση των ανενεργών λατομείων αυτό είχε ως αποτέλεσμα να είναι διάσπαρτα σε όλη την περιφέρεια. Διεθνής και ελληνική βιβλιογραφία είναι αφιερωμένη στους τρόπους

ανάπλασης των ανενεργών λατομείων, όμως έλαχιστα άρθρα ασχολούνται με την ιεράρχηση της προτεραιότητάς τους για ανάπλαση, δηλαδή τη βέλτιστη επιλογή των λατομείων.

Στην παρούσα μελέτη αναπτύχθηκε ένα σύστημα λήψης αποφάσεων που δίνει προτεραιότητα στα ανενεργά λατομεία. Η ιεράρχησή τους για ανάπλαση αποτελεί μια σύνθετη διαδικασία, της οποίας βασικός στόχος είναι η αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων. Κρίνεται σκόπιμο για την εξαγωγή βέλτιστων συμπερασμάτων, η επιλογή των κατάλληλων κριτηρίων αξιολόγησης, δεδομένου ότι η συμμετοχή αυτών εξαρτάται άμεσα από την ιδιομορφία του προβλήματος. Γενικά η πολυπλοκότητα ενός περιβαλλοντικού προβλήματος εστιάζεται σε μια σειρά κριτηρίων όπως (Εικ. 4.1):

- Κοινωνικά
- Γεωγραφικά
- Οικονομικά
- Πολιτικά
- Περιβαλλοντικά

Στην παρούσα μελέτη, συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση α) περιβαλλοντικά β) γεωγραφικά και γ) κοινωνικο-οικονομικά κριτήρια. Μεγάλη παράλειψη, αλλά δυστυχώς αναγκαία λόγω έλλειψης χρόνου ήταν ότι στη μελέτη δεν λήφθηκαν υπόψη οι γνώμες αυτών που επηρεάζονται άμεσα ή έμμεσα από τη διαδικασία, καθώς και τα οικονομικά στοιχεία.



Εικόνα 4.1. Μοντέλο λήψης αποφάσεων για ανάπλαση εγκαταλειμμένων λατομείων

Πηγή: [bottero et al., 2014](#)

Παράλληλα, κριτήρια για τη βέλτιστη λύση αποκατάστασης των λατομικών χώρων, που υπεισέρχονται στην ανάλυση αποτελούν συνδυασμό λύσεων και βασίζονται σε σχετικές έρευνες των [Bascetin \(2007\)](#), [Soithanmohammadi et al. \(2010\)](#), [Golestanifor & Aghasani Bazzari, \(2010\)](#), [Hagiou & Konstantopoulou, \(2010\)](#).

4.6.1 Περιβαλλοντικά Κριτήρια – Επιπτώσεις στο Φυσικό Περιβάλλον

4.6.1.1 Ρύπανση Υδάτων

Η ρύπανση υδάτων εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την ύπαρξη ή όχι απορριμμάτων, το είδος των απορριμμάτων, δηλαδή αν πρόκειται για εξορυκτικά, αστικά ή επικίνδυνα, από την περατότητα των σχηματισμών καθώς και την εγγύτητα των λατομείων πλησίον του υδρογραφικού δικτύου.

Πρώτος στόχος είναι η δημιουργία ενός μωσαϊκού ρύπανσης υδάτων, για να υλοποιηθεί αυτό απαιτούνται να εκπονηθούν προαναλυτικές διαδικασίες χωρικής και περιγραφικής επιλογής (Εικ. 4.2). Πριν από τη διαδικασία ενδείκνυται να μετατραπούν όλα τα κριτήρια σε

ψηφιδωτά με βάση το πρωτεύον κλειδί.

		ΕΠΑΝΑΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ			
		Κατηγορίες	Νέα τιμή		
ΚΡΙΤΗΡΙΟ : ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΥΔΑΤΩΝ	Περατότητα σχηματισμών	Αδιαπέρατο Ημι-περατό Περατό	1 3 5	Ψηφιδωτό Α	
	Παρουσία αποβλήτων	Ναι Όχι	5 1	Ψηφιδωτό Β	
	Είδος εξορρυκτικών αποβλήτων	Επικίνδυνα Μη Επικίνδυνα	5 1	Ψηφιδωτό Γ	
	Απόσταση των λατομείων από Υδρογραφικό δίκτυο	Μόνιμη ροή	< 500 m 500 – 1000 m 1000 – 1500 m > 1500 m	5 4 2 1	Ψηφιδωτό Δ
		Παροδική ροή	< 200 m 200 – 500 m 500 – 1000 m > 1000 m	5 4 3 1	Ψηφιδωτό Ε

Εικόνα 4.2. Επανακατηγοριοποίηση κάθε ψηφιδωτού για το κριτήριο ρύπανσης υδάτων.

Η περατότητα ή διαπερατότητα ορίζεται η ιδιότητα των πετρωμάτων και των σχηματισμών να επιτρέπουν την κίνηση των υγρών διαμέσου αυτών. Το νερό μπορεί να ρέει είτε διαμέσου ενός συστήματος αγωγών που δημιουργούν οι μικροί ή μεγάλοι πόροι είτε διαμέσου ενός συστήματος ρωγμών που σχηματίστηκαν δευτερογενώς, δηλαδή μετά την απόθεση των σχηματισμών. Με λίγα λόγια η περατότητα κάθε γεωλογικού σχηματισμού καθορίζει την ικανότητά του να συγκρατεί ή να επιτρέπει τη διέλευση του νερού. Τα στοιχεία της περατότητας του υπόβαθρου θα αντληθούν μετά τη μελέτη της λιθολογίας των χαρτών του ΙΓΜΕ.

Για την αποτύπωση του υδρογραφικού δικτύου θα χρησιμοποιηθούν τα αντίστοιχα φύλλα ΓΥΣ του Δήμου. Η απόσταση των λατομείων από τα ποτάμια μόνιμης ή παροδικής ροής

λαμβάνεται σοβαρά υπόψη. Στη συνέχεια μέσω του λογισμικού ArcGis θα δημιουργηθεί μια ζώνη απόστασης γύρω από τα πόταμια με μόνιμη ή παροδική ροή.

Τέλος τα στοιχεία για την παρουσία και το είδος αποβλήτων θα αντληθούν έπειτα από την επίσκεψη στα λατομεία αυτά.

4.6.1.2 Ασφάλεια χώρου

Η ασφάλεια χώρου είναι από τα πιο βασικά κριτήρια για την ιεράρχηση της προτεραιότητας ενός λατομείου, διότι μπορεί να αποβεί άκρως επικίνδυνη. Το κριτήριο αυτό εξετάζει τους κινδύνους ασφαλείας και την εν γένει επικινδυνότητα του λατομικού χώρου (πτώσεις λίθων, ολισθήσεις πρανών) (Εικ. 4.3). Η απόσταση από τα ρήγματα, οι κλίσεις των πρανών και ο προσανατολισμός τους παίζουν ουσιαστικό λόγο για την ασφάλεια του χώρου ενός λατομείου.

ΕΠΑΝΑΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ																																																		
ΚΡΙΤΗΡΙΟ : ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΧΩΡΟΥ	<table border="1"> <tr> <td>Απόστασεις από τα ρήγματα</td> <td> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Απόσταση</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< 200m</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>200 - 500 m</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>500 - 1000</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>> 1000 m</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> </td> <td>Ψηφιδωτό ΣΤ</td> </tr> <tr> <td>Κλίσεις εδαφών</td> <td> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Κλίσεις (%)</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 - 5%</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>5 - 10%</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>10 - 15%</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>15 - 30%</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>> 30%</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> </td> <td>Ψηφιδωτό Ζ</td> </tr> <tr> <td>Έκθεση πρανών</td> <td> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Κατεύθυνση</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>B</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>BΔ</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>BA</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>NΔ</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>NA</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Δ</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> </td> <td>Ψηφιδωτό Η</td> </tr> </table>	Απόστασεις από τα ρήγματα	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Απόσταση</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< 200m</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>200 - 500 m</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>500 - 1000</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>> 1000 m</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Απόσταση	Νέα τιμή	< 200m	5	200 - 500 m	4	500 - 1000	3	> 1000 m	1	Ψηφιδωτό ΣΤ	Κλίσεις εδαφών	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Κλίσεις (%)</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 - 5%</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>5 - 10%</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>10 - 15%</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>15 - 30%</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>> 30%</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Κλίσεις (%)	Νέα τιμή	0 - 5%	1	5 - 10%	2	10 - 15%	3	15 - 30%	4	> 30%	5	Ψηφιδωτό Ζ	Έκθεση πρανών	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Κατεύθυνση</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>B</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>BΔ</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>BA</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>NΔ</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>NA</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Δ</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Κατεύθυνση	Νέα τιμή	B	5	BΔ	5	BA	3	N	1	NΔ	3	NA	1	Δ	4	A	1	Ψηφιδωτό Η
	Απόστασεις από τα ρήγματα	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Απόσταση</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< 200m</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>200 - 500 m</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>500 - 1000</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>> 1000 m</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Απόσταση	Νέα τιμή	< 200m	5	200 - 500 m	4	500 - 1000	3	> 1000 m	1	Ψηφιδωτό ΣΤ																																					
	Απόσταση	Νέα τιμή																																																
< 200m	5																																																	
200 - 500 m	4																																																	
500 - 1000	3																																																	
> 1000 m	1																																																	
Κλίσεις εδαφών	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Κλίσεις (%)</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 - 5%</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>5 - 10%</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>10 - 15%</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>15 - 30%</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>> 30%</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Κλίσεις (%)	Νέα τιμή	0 - 5%	1	5 - 10%	2	10 - 15%	3	15 - 30%	4	> 30%	5	Ψηφιδωτό Ζ																																				
Κλίσεις (%)	Νέα τιμή																																																	
0 - 5%	1																																																	
5 - 10%	2																																																	
10 - 15%	3																																																	
15 - 30%	4																																																	
> 30%	5																																																	
Έκθεση πρανών	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Κατεύθυνση</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>B</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>BΔ</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>BA</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>NΔ</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>NA</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Δ</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Κατεύθυνση	Νέα τιμή	B	5	BΔ	5	BA	3	N	1	NΔ	3	NA	1	Δ	4	A	1	Ψηφιδωτό Η																														
Κατεύθυνση	Νέα τιμή																																																	
B	5																																																	
BΔ	5																																																	
BA	3																																																	
N	1																																																	
NΔ	3																																																	
NA	1																																																	
Δ	4																																																	
A	1																																																	

Εικόνα 4.3. Επανακατηγοριοποίηση κάθε ψηφιδωτού για το κριτήριο ασφαλείας χώρου.

Η απόδοση τιμών στις εξεταζόμενες παραμέτρους θα προκύψει από τα δεδομένα υφιστάμενων μελετών, τα συμπεράσματα από την επιτόπια έρευνα καθώς και από

επεξεργασία δορυφορικών εικόνων “Google Earth”

4.6.1.3 Οπτική Όχληση

Μία από τις επιπτώσεις της λατομικής δραστηριότητας είναι η οπτική όχληση, με τον όρο αυτό εννοούμε την αλλοίωση των βασικών χαρακτηριστικών του λατομικού χώρου (μορφή, σχήμα). Το μέγεθος της οπτικής ρύπανσης καθορίζεται από τον αριθμό των σημείων του λατομικού χώρου τα οποία βλέπει ο παρατηρητής από μια συγκεκριμένη θέση. Η ορατότητα του παρατηρητή καθορίζεται από το υψόμετρο της θέσης του καθώς και από τις υψομετρικές εναλλαγές που παρεμβάλλονται στο πεδίο ορατότητάς του (Εικ. 4.4).

ΕΠΑΝΑΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ																																																																		
ΚΡΙΤΗΡΙΟ : ΟΠΤΙΚΗ ΟΧΛΗΣΗ	<table border="1"> <tr> <td>Έκταση ορατής περιοχής</td> <td> <table border="1"> <tr> <th>Εμβαδόν</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> <tr> <td>< 10000 στρ</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>10000-30000</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>30000-50000</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>> 50000</td> <td>5</td> </tr> </table> </td> <td>Ψηφιδωτό Β</td> </tr> <tr> <td>Χρήσεις Γης</td> <td> <table border="1"> <tr> <th>Πληθυσμός</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> <tr> <td>Κύριες Χρήσεις</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Δευτερεύουσες Χρήσεις</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Περιοδικές Χρήσεις</td> <td>1</td> </tr> </table> </td> <td>Ψηφιδωτό Ι</td> </tr> <tr> <td>Μήκος οδικού δικτύου Με οπτική επαφή προς το λατομείο</td> <td> <table border="1"> <tr> <th>Μήκος</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> <tr> <td>< 250 m</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>250 – 600 m</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>600 – 1000 m</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>1000 -2000</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>> 2000 m</td> <td>5</td> </tr> </table> </td> <td>Ψηφιδωτό Κ</td> </tr> <tr> <td>Μήκος εθνικής οδού με Οπτική επαφή προς το λατομείο</td> <td> <table border="1"> <tr> <th>Μήκος</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> <tr> <td>< 5 km</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>5-10 km</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>10 -15 m</td> <td>5</td> </tr> </table> </td> <td>Ψηφιδωτό Λ</td> </tr> <tr> <td>Έκταση αρχαιολογικών Χώρων με οπτική επαφή Προς το λατομείο</td> <td> <table border="1"> <tr> <th>Εμβαδόν (στρεμ)</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> <tr> <td>< 12</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>12-100</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>100- 150</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>150-200</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>>250</td> <td>5</td> </tr> </table> </td> <td>Ψηφιδωτό Μ</td> </tr> </table>	Έκταση ορατής περιοχής	<table border="1"> <tr> <th>Εμβαδόν</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> <tr> <td>< 10000 στρ</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>10000-30000</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>30000-50000</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>> 50000</td> <td>5</td> </tr> </table>	Εμβαδόν	Νέα τιμή	< 10000 στρ	1	10000-30000	2	30000-50000	4	> 50000	5	Ψηφιδωτό Β	Χρήσεις Γης	<table border="1"> <tr> <th>Πληθυσμός</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> <tr> <td>Κύριες Χρήσεις</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Δευτερεύουσες Χρήσεις</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Περιοδικές Χρήσεις</td> <td>1</td> </tr> </table>	Πληθυσμός	Νέα τιμή	Κύριες Χρήσεις	5	Δευτερεύουσες Χρήσεις	3	Περιοδικές Χρήσεις	1	Ψηφιδωτό Ι	Μήκος οδικού δικτύου Με οπτική επαφή προς το λατομείο	<table border="1"> <tr> <th>Μήκος</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> <tr> <td>< 250 m</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>250 – 600 m</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>600 – 1000 m</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>1000 -2000</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>> 2000 m</td> <td>5</td> </tr> </table>	Μήκος	Νέα τιμή	< 250 m	1	250 – 600 m	2	600 – 1000 m	3	1000 -2000	4	> 2000 m	5	Ψηφιδωτό Κ	Μήκος εθνικής οδού με Οπτική επαφή προς το λατομείο	<table border="1"> <tr> <th>Μήκος</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> <tr> <td>< 5 km</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>5-10 km</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>10 -15 m</td> <td>5</td> </tr> </table>	Μήκος	Νέα τιμή	< 5 km	1	5-10 km	3	10 -15 m	5	Ψηφιδωτό Λ	Έκταση αρχαιολογικών Χώρων με οπτική επαφή Προς το λατομείο	<table border="1"> <tr> <th>Εμβαδόν (στρεμ)</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> <tr> <td>< 12</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>12-100</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>100- 150</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>150-200</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>>250</td> <td>5</td> </tr> </table>	Εμβαδόν (στρεμ)	Νέα τιμή	< 12	1	12-100	2	100- 150	3	150-200	4	>250	5	Ψηφιδωτό Μ
	Έκταση ορατής περιοχής	<table border="1"> <tr> <th>Εμβαδόν</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> <tr> <td>< 10000 στρ</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>10000-30000</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>30000-50000</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>> 50000</td> <td>5</td> </tr> </table>	Εμβαδόν	Νέα τιμή	< 10000 στρ	1	10000-30000	2	30000-50000	4	> 50000	5	Ψηφιδωτό Β																																																					
	Εμβαδόν	Νέα τιμή																																																																
	< 10000 στρ	1																																																																
	10000-30000	2																																																																
30000-50000	4																																																																	
> 50000	5																																																																	
Χρήσεις Γης	<table border="1"> <tr> <th>Πληθυσμός</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> <tr> <td>Κύριες Χρήσεις</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Δευτερεύουσες Χρήσεις</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Περιοδικές Χρήσεις</td> <td>1</td> </tr> </table>	Πληθυσμός	Νέα τιμή	Κύριες Χρήσεις	5	Δευτερεύουσες Χρήσεις	3	Περιοδικές Χρήσεις	1	Ψηφιδωτό Ι																																																								
Πληθυσμός	Νέα τιμή																																																																	
Κύριες Χρήσεις	5																																																																	
Δευτερεύουσες Χρήσεις	3																																																																	
Περιοδικές Χρήσεις	1																																																																	
Μήκος οδικού δικτύου Με οπτική επαφή προς το λατομείο	<table border="1"> <tr> <th>Μήκος</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> <tr> <td>< 250 m</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>250 – 600 m</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>600 – 1000 m</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>1000 -2000</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>> 2000 m</td> <td>5</td> </tr> </table>	Μήκος	Νέα τιμή	< 250 m	1	250 – 600 m	2	600 – 1000 m	3	1000 -2000	4	> 2000 m	5	Ψηφιδωτό Κ																																																				
Μήκος	Νέα τιμή																																																																	
< 250 m	1																																																																	
250 – 600 m	2																																																																	
600 – 1000 m	3																																																																	
1000 -2000	4																																																																	
> 2000 m	5																																																																	
Μήκος εθνικής οδού με Οπτική επαφή προς το λατομείο	<table border="1"> <tr> <th>Μήκος</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> <tr> <td>< 5 km</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>5-10 km</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>10 -15 m</td> <td>5</td> </tr> </table>	Μήκος	Νέα τιμή	< 5 km	1	5-10 km	3	10 -15 m	5	Ψηφιδωτό Λ																																																								
Μήκος	Νέα τιμή																																																																	
< 5 km	1																																																																	
5-10 km	3																																																																	
10 -15 m	5																																																																	
Έκταση αρχαιολογικών Χώρων με οπτική επαφή Προς το λατομείο	<table border="1"> <tr> <th>Εμβαδόν (στρεμ)</th> <th>Νέα τιμή</th> </tr> <tr> <td>< 12</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>12-100</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>100- 150</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>150-200</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>>250</td> <td>5</td> </tr> </table>	Εμβαδόν (στρεμ)	Νέα τιμή	< 12	1	12-100	2	100- 150	3	150-200	4	>250	5	Ψηφιδωτό Μ																																																				
Εμβαδόν (στρεμ)	Νέα τιμή																																																																	
< 12	1																																																																	
12-100	2																																																																	
100- 150	3																																																																	
150-200	4																																																																	
>250	5																																																																	

Εικόνα 4.4. Επανακατηγοριοποίηση κάθε ψηφιδωτού για το κριτήριο οπτικής όχλησης.

Για αυτό το λόγο κρίνεται επιτακτική ανάγκη να προσδιοριστεί η έκταση του πεδίου ορατότητας που βασίζεται στην αρχή της αμοιβαίας ορατότητας ως σημεία θέασης θα επιλεχθούν όλα τα κελιά του λατομικού χώρου και ως σημεία παρατήρησης όλα τα κελιά της περιβάλλουσας περιοχής (πχ αρχαιολογικοί χώροι, εθνική οδός, περιοχές Natura κ.α)

4.6.2 Κοινωνικο – Οικονομικά Κριτήρια

4.6.2.1 Αποστάσεις από Περιοχές Ενδιαφέροντος

Η αξιολόγηση της εγγύτητας των λατομείων σε περιοχές ενδιαφέροντος επιτυγχάνεται με τη βοήθεια Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Η Εικόνα 4.5 παρουσιάζει τις περιοχές ενδιαφέροντος.

ΚΡΙΤΗΡΙΟ : ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ		ΕΠΑΝΑΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ		
Απόσταση από το κύριο οδικό δίκτυο	Μήκος (km)	Νέα τιμή	Ψηφιδωτό N	
	< 1	5		
	1-5	4		
	5-10	2		
	> 10	1		
Απόσταση από το δευτερεύων οδικό δίκτυο	Μήκος (m)	Νέα τιμή	Ψηφιδωτό Ν	
	0-200	5		
	200-500	3		
	>500	1		
Απόσταση από την Εθνική οδό	Μήκος (km)	Νέα τιμή	Ψηφιδωτό ο	
	< 1	1		
	1-5	2		
	5-15	3		
	>15	4		
	> 2000 m	5		
Απόσταση από τους αρχαιολογικούς χώρους	Μήκος	Νέα τιμή	Ψηφιδωτό Π	
	< 5 km	1		
	5-10 km	3		
	10-15 m	5		
Απόσταση από τις περιοχές Natura	Απόσταση (km)	Νέα τιμή	Ψηφιδωτό Ρ	
	Εντός	5		
	< 1	5		
	1-5	4		
	5-10	3		
	10-15	2		
	> 15	1		
Απόσταση από τα δημόσια κτίρια	Απόσταση (km)	Νέα τιμή	Ψηφιδωτό Σ	
	< 1	5		
	1-3	3		
	> 3	2		
Απόσταση από το σιδηροδρομικό δίκτυο	Απόσταση (km)	Νέα τιμή	Ψηφιδωτό Τ	
	0-0.5	5		
	0.5 - 1	4		
	1- 5	3		
	5-10	2		
	>10	1		

Εικόνα 4.5. Επανακατηγοριοποίηση κάθε ψηφιδωτού για το κριτήριο αποστάσεις από περιοχές ενδιαφέροντος.

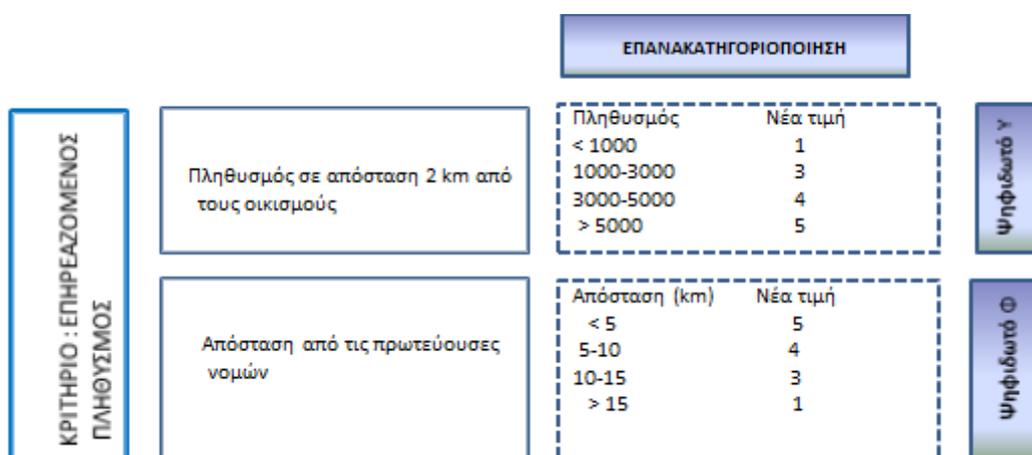
Μέσω της δημιουργίας ζωνών επιρροής εξετάζεται η ύπαρξη ή όχι λατομείων από περιοχές με ιδιαίτερο ενδιαφέρον όπως:

- Προστατευόμενες περιοχές NATURA
- Απόσταση από κύριο οδικό δίκτυο
- Απόσταση από το δευτερεύων οδικό δίκτυο
- Απόσταση από το σιδηροδρομικό δίκτυο

- Απόσταση από τους αρχαιολογικούς χώρους
- Αποστάσεις από Δημόσια Κτίρια

4.6.2.2 Επηρεαζόμενος Πληθυσμός

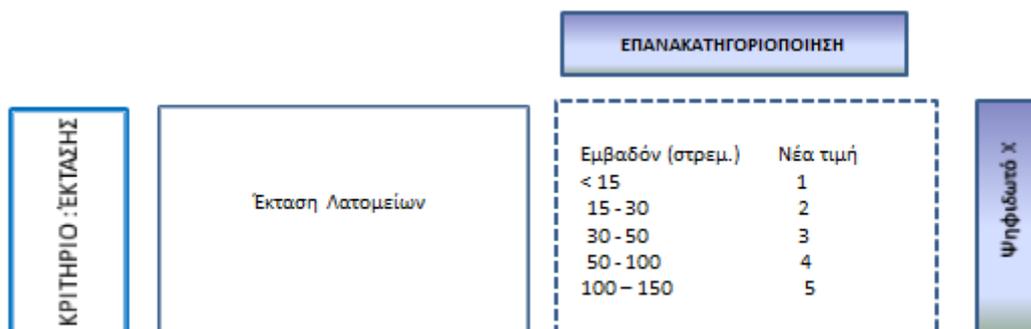
Ο υπολογισμός του επηρεαζόμενου πληθυσμού από πιθανή αξιοποίηση του λατομικού χώρου θα πραγματοποιηθεί με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και στην συνέχεια θα αξιοποιηθούν τα δεδομένα από τον Ο.Κ.Χ.Ε. και την Εθνική Στατιστική Αρχή. Επίσης, θα ληφθεί υπόψη η απόσταση από τις πρωτεύουσες των γειτονικών νομών (Εικ. 4.6)



Εικόνα 4.6. Επανακατηγοριοποίηση κάθε ψηφιδωτού για το κριτήριο επηρεαζόμενος πληθυσμός.

4.6.2.3 Έκταση Λατομείων

Η έκταση του λατομείου αποτελεί κρίσιμο παράγοντα ως προς τις δυνατότητες που παρουσιάζει προς αξιοποίηση. Η μεθοδολογία απόδοσης βαθμολογίας παρουσιάζεται στην Εικ. 4.7.



Εικόνα 4.7. Επανακατηγοριοποίηση κάθε ψηφιδωτού για το κριτήριο έκταση λατομείου.

4.7 Σταθμίσεις Κριτηρίων

Μια απλή σκέψη είναι να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα με το γεγονός ότι όλα τα κριτήρια είναι ίδιας σημαντικότητας μεταξύ τους, απλά θα αθροίζαμε τα ψηφιδωτά A+B+Γ+...X, ώστε να καταλήξουμε στο ψηφιδωτό του κόστους. Αυτή η μέθοδος είναι αρκετά απλή, ωστόσο δεν αντιπροσωπεύει την πραγματικότητα.

Στην παρούσα μελέτη θα χρησιμοποιήσουμε τη μέθοδο κατάταξης “*Ranking*”, όπως προτείνεται από τους Nyegres & Jankowski (2010) στην οποία ο χρήστης ταξινομεί τα κριτήρια με σειρά σπουδαιότητας. Αφού τεθεί η σειρά αυτή μεταξύ των κριτηρίων, ακολουθεί η διαδικασία στάθμισης του κάθε κριτηρίου. Για να υπολογιστεί το βάρος, με το οποίο θα πολλαπλασιαστεί το ψηφιδωτό κάθε κριτηρίου χρησιμοποιείται η εξίσωση «*Αθροιστικής Στάθμισης (Rank Sum)*», όπως φαίνεται παρακάτω:

$$W_j = \frac{n - r_j + 1}{\sum_{k=1}^n (n - r_k + 1)}$$

Όπου το W_j = κανονικοποιημένο βάρος

n = αριθμός κριτηρίων

r_j = η θέση στην Ιεράρχηση των κριτηρίων

Η μέθοδος “*Ranking*” επιλέχθηκε έναντι των άλλων μεθόδων εξαιτίας του γεγονότος ότι είναι εύκολη στη χρήση, κατανοήσιμη και ευρέως αποδεκτή

4.8 Πράξη Δημιουργίας Ψηφιδωτού Κόστους

Για να παραχθεί τελικώς το ψηφιδωτό κόστους, θα πρέπει να αθροιστούν οι σταθμισμένες τομές του κόστους, κάθε κελιού στην ίδια θέση από όλα τα ψηφιδωτά, ώστε να προκύψει ένα και μοναδικό ψηφιδωτό.

5. ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ - ΔΗΜΟΥ ΜΕΓΑΡΕΩΝ

5.1 Περιοχή Μελέτης

Επιλέχθηκε η περιοχή του Δήμου Μεγαρέων για να εφαρμοστεί το προτεινόμενο Μεθοδολογικό Πλαίσιο, διότι συγκεντρώνει πολλά ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά. Βρίσκεται στο νομό Αττικής και παραδοσιακά ήταν μια αγροτική περιοχή, παρότι πλέον οι κάτοικοί της ασχολούνται κυρίως με το εμπόριο. Ο δήμος είναι ο δεύτερος πιο πυκνοκατοικημένος, μετά από το Δήμος Φυλής, στην Περιφέρεια Δυτικής Αττικής, και είναι αρκετά επιβαρυσμένος περιβαλλοντικά.

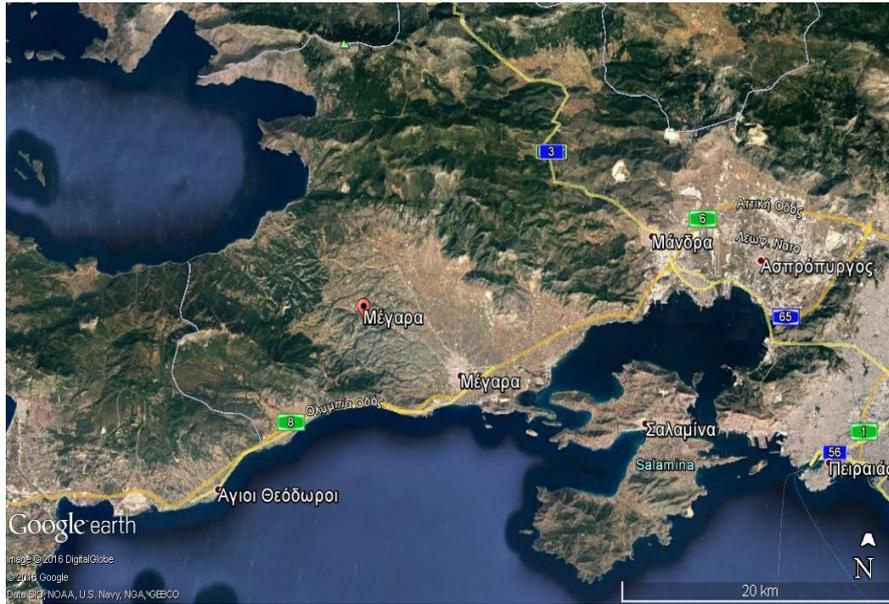
5.1.1. Γεωγραφική θέση

Η Αττική, από γεωγραφική άποψη, αποτελεί μια χερσόνησο που βρίσκεται στο νοτιοανατολικό τμήμα της Στερεάς Ελλάδας, η οποία μαζί με ένα τμήμα της Βοιωτίας παρουσιάζει ένα τριγωνικό σχεδόν σχήμα. Η περιοχή μελέτης της παρούσας εργασίας εντάσσεται στην Περιφέρεια Αττικής και ειδικότερα στο Δήμο Μεγαρέων, που αποτελεί ένα τμήμα στην Υποπεριφέρεια Δυτικής Αττικής.

Ο Δήμος Μεγαρέων είναι δήμος της περιφέρειας Αττικής που προέκυψε με το Πρόγραμμα Καλλικράτης από την συνένωση των προ υπαρχόντων δήμων Μεγαρέων και Νέας Περάμου. Έδρα του δήμου είναι τα Μέγαρα. Ο δήμος Μεγαρέων βρίσκεται στο δυτικότερο τμήμα της Αττικής και περιλαμβάνει το μεγαλύτερο κομμάτι της επαρχίας Μεγαρίδας, στην νοτιοδυτική πλευρά της Αττικής, 41 χλμ. από την Αθήνα δεξιά του οδικού άξονα Αθηνών – Κορίνθου. Βρέχεται στα βόρεια από τα νερά του Κορινθιακού κόλπου και στα νότια από τον Σαρωνικό.

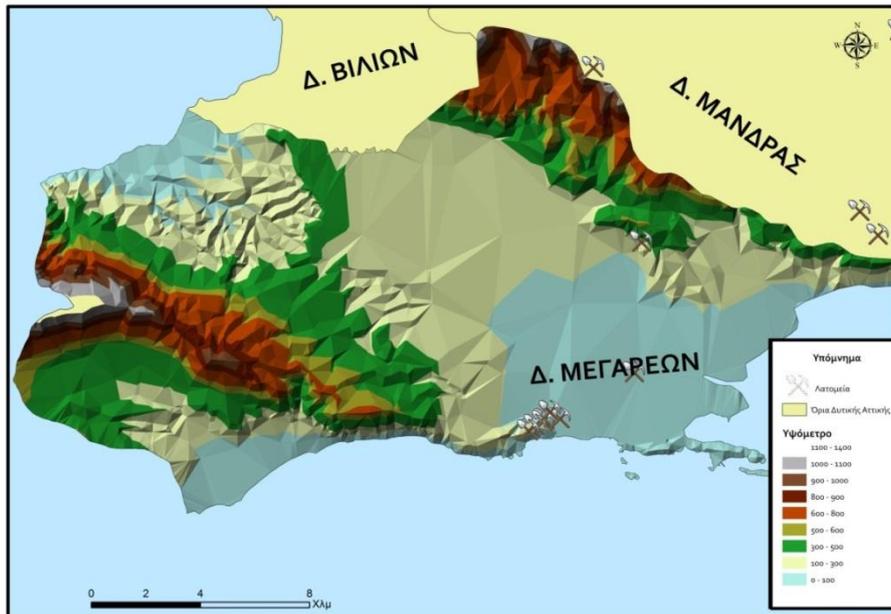
5.1.2. Γεωμορφολογικά στοιχεία

Ειδικότερα, στην περιοχή της Δυτικής Αττικής μπορεί να διακριθεί η επίπεδη καθώς και η ορεινή ζώνη της, η οποία περιβάλλεται από τα όρη της Πάρνηθας, Ποικίλου, Γερανείων και Κιθαιρώνα. Ειδικότερα, ο δήμος Μεγαρέων, μαζί με τους δήμους Ελευσίνας, Ασπροπύργου, Οινόης, Ερυθρών, Λιοσίων, Μαγούλας και Ζεφυρίου, μπορούν να θεωρηθούν ως «πεδινοί» δήμοι, σε αντίθεση με τους δήμους της Μάνδρας, Βιλίων και Φυλής, μεγάλα τμήματα των οποίων περιλαμβάνουν τις ανατολικές υπώρειες των δυτικών ορεινών όγκων του λεκανοπεδίου. Παρακάτω, παρουσιάζονται αναλυτικά τοπογραφικά στοιχεία και το Ψηφιακό Μοντέλο Ανάγλυφου, με την κατανομή του οικιστικού ιστού (Χάρτης 4.2).



Χάρτης 5.1. Περιοχή Μελέτης.

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



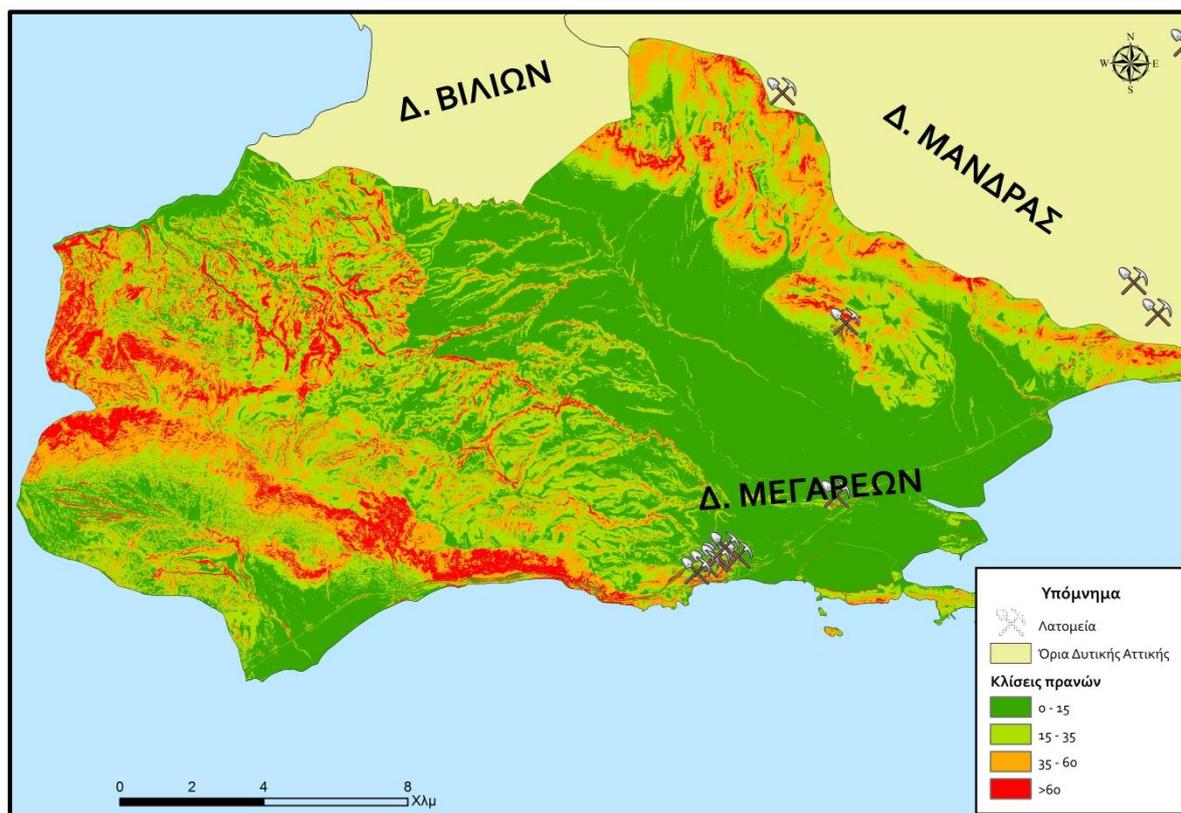
Χάρτης 5.2. Ψηφιακό μοντέλο εδάφους.

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Τα Ψηφιακά Μοντέλα Ανάγλυφου παρέχουν τη δυνατότητα μοντελοποίησης, ανάλυσης και απόδοσης των χωρικών φαινομένων που σχετίζονται με το ανάγλυφο ή άλλες επιφάνειες

με ανάλογες χωρικές ιδιότητες (Miller & Laflamme, 1958), με κύριο σκοπό την παραγωγή πολύ λεπτομερών και μεγάλης ακρίβειας θεματικών χαρτών, όπως οι χάρτες κλίσεων.

Η δημιουργία ενός χάρτη κλίσεων επιτεύχθηκε με το λογισμικό ArcInfo 10.2.2. Με αυτό τον τρόπο από το ψηφιακό μοντέλο ανάγλυφου του δήμου Μεγαρέων προέκυψε ο χάρτης μορφολογικών κλίσεων (Χάρτης 4.3). Μελετώντας τις μορφολογικές κλίσεις του δήμου, με πράσινο χρώμα διακρίνονται οι επίπεδες περιοχές του (0-15%), ενώ με κόκκινο οι περιοχές αυξημένων κλίσεων (>60%). Στον γενικότερο χάρτη, διαχωρίστηκαν τέσσερις (4) βασικές τάξεις. Η πρώτη (0-15%), η οποία περιλαμβάνει περιοχές με μικρές κλίσεις και μεταβατικές περιοχές, οι οποίες εντοπίζονται στις υπώρειες των ορεινών όγκων. Οι υπόλοιπες κατηγορίες (15%-35%, 35%-60%, >60%) περιλαμβάνουν περιοχές αυξημένων κλίσεων. Η πλειοψηφία των οποίων βρίσκεται στο όρος, Ποικίλου, Γερανείων και στον Κιθαιρώνα.

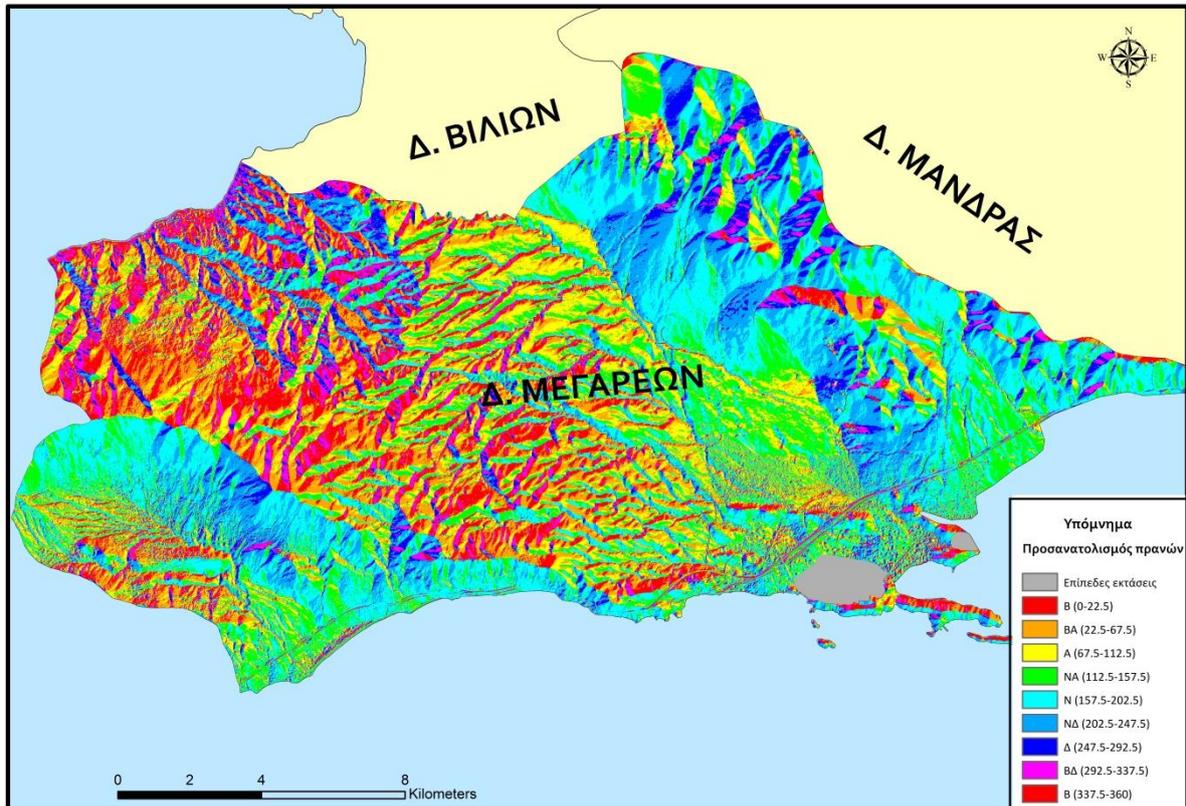


Χάρτης 5.3. Μορφολογικές Κλίσεις της Περιοχής Μελέτης.

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Στη συνέχεια, μέσω της επεξεργασίας των ψηφιακών μοντέλων εδάφους, υπάρχει η δυνατότητα του υπολογισμού του προσανατολισμού των πρανών που δεν αποτελούν

επίπεδες περιοχές. Ο προσανατολισμός είναι συνήθως ταξινομημένος σε κατηγορίες καθορισμένου μεγέθους, έτσι ώστε το παραγόμενο επίπεδο πληροφοριών να μην είναι συνεχές, αλλά αριθμητικό. (Star and Estes, 1990). Οι χάρτες προσανατολισμού κλιτύων έχουν συνήθως εννέα κλάσεις- μία για κάθε μία από τις κύριες διευθύνσεις της πυξίδας, δηλαδή Β, ΒΑ, Α, ΝΑ, Ν, ΝΔ, Δ, ΒΔ και μία για επίπεδο ανάγλυφο (Burrough, 1986).



Χάρτης 5.4. Προσανατολισμός πρηνών της Περιοχής Μελέτης.

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

5.1.3 Περιβαλλοντικά στοιχεία

Η γεωγραφική θέση του Δήμου είναι ιδιαίτερα προνομακική, καθώς η γεωμορφολογία του ποικίλλει από τις παραλίες των στενών της Σαλαμίνας έως και την Κινέττα στην πλευρά του Σαρωνικού κόλπου και του κόλπου των Αλκυονίδων, στον Κορινθιακό έως τις ανατολικές κορυφές των Γερανείων Ορέων και τις νότιες πλαγιές του όρους Πατέρας.

Ανάμεσα στα δύο βουνά και τους δύο κόλπους εκτείνεται η άνυδρη Μεγαρική πεδιάδα κατάφυτη από ελιές, η ηλικία πολλών από αυτές ανέρχεται σε αιώνες.

Το ρεύμα αέρος που διαπερνά την Μεγαρίδα, από τον Κορινθιακό προς τον Σαρωνικό, δημιουργεί ένα ξηρό τοπικό μικροκλίμα ιδανικό για την διαβίωση του ανθρώπου, ενώ τα

λιγοστά αγροτικά προϊόντα είναι περιζήτητα εξ αιτίας του κλίματος. Σήμερα στις ψηλές κορυφές υπάρχουν πεύκα, σχίνα, κουμαριές και έλατα μεταξύ Κολοσούρας και Γκορίτσας αλλά και στο Καρύδι. Η ανατολική και νοτιοανατολική πλευρά του Πατέρα είναι χαρακτηρισμένη ως καταφύγιο θηραμάτων με πλούσια πανίδα από αλεπούδες, λαγούς, γεράκια, αετούς, πετροπέρδικες κ.α. Ο υγρότοπος της Αγίας Τριάδας των Μεγάρων στη Δυτική Αττική (που αποκαλείται από τους ντόπιους και ως "Βουρκάρι") φιλοξενεί περίπου 100 είδη πουλιών σύμφωνα με τα στοιχεία της μελέτης του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Βρίσκονται στα όρια των νομών Αττικής και Κορινθίας, στη χερσόνησο του Ισθμού και περιστοιχίζονται από τους δήμους Μεγάρων, Αγίων Θεοδώρων, Βιλίων και Λουτρακίου. Το δάσος, που ξεκινά με πεύκα και συνεχίζει με έλατα ως τις κορυφές, είναι προστατευόμενη περιοχή Natura 2000. Ο συνδυασμός Χαλεπίου πεύκης και κεφαλληνιακής ελάτης στην ίδια δασική περιοχή είναι ένα σπάνιο φαινόμενο και καθιστά τα Γεράνεια Όρη ιδιαίτερα πολύτιμα για το οικοσύστημα.

Το καταφύγιο θηραμάτων έχει χαρακτηριστεί δασική έκταση 25.000 στρεμμάτων . Επίσης το Βουρκάρι αποτελεί μοναδικό υδροβιότοπο στην Αττική και θα πρέπει να προστατευτεί. Το φυσικό περιβάλλον αποτελούν τα εξής:

- Γεράνεια Όρη
- Το δάσος της Ελάτης στην κορυφή των Γερανείων
- Όρος Πατέρας
- Υγροβιότοπος "Βουρκάρι" (Προστατευμένη Περιοχή)
- Παραλίες Σαρωνικού (Βαρέα, Κινέττα, Νεράκι, Λουτρόπυργος, Ήρεμο Κύμα)
- Παραλίες Κορινθιακού (Αλεποχώρι)
- Απόκρημνες ακτές της Κακιάς Σκάλας
- Βραχονησίδες Ρεβυθούσα, Μακρονήσι, Πάχη και Παχάκι
- (Επιχειρησιακό πρόγραμμα Δήμου Μεγαρέων 2015 – 2019)

Χλωρίδα

Τα Γεράνεια όρη είναι κατάφυτα από έλατα (κεφαλληνιακή ελάτη), πεύκα (Χαλέπιο πεύκη και μαύρη πεύκη), δρύες, πλατάνια, σχίνα, πικροδάφνες, μυρτιές, κουμαριές, ρείκια, εβένους και μεγάλα πουρνάρια. Γενικά έχουν καταγραφεί 946 φυτικά είδη.

Οι τύποι οικοτόπων της περιοχής είναι χαρακτηριστικοί για τα μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα, όπως δάση αείφυλλων σκληρόφυλλων, με *Quercus coccifera* (πουρνάρι), *Pistacia lentiscus* (σχίνο), *P. terebinthus* (κοκορεβιθιά), *Phillyrea latifolia* (φιλλύκι), *Cistus creticus* (λαδανιά), *C. monspelliensis* και *Brachyrodium ramosum*, που καλύπτουν την πλειονότητα των ασβεστολιθικών πλαγιών. Στην περιοχή εμφανίζεται υψηλή δασοκάλυψη με κωνοφόρα είδη της εύκρατης ζώνης, κυρίως με δάση Χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis*).

Επίσης το τοπικό ενδημικό είδος των Γερανείων *Centaurea attica* ssp. *Megarensis* (*Centaurea Megarensis*), έχει χαρακτηριστεί ως Ε (κινδυνεύον) και περιλαμβάνεται στο Παράρτημα II της οδηγίας 92/43 ΕΟΚ ως είδος προτεραιότητας περιλαμβάνεται στο Προεδρικό Διάταγμα 67/81 και στη συνθήκη της Βέρνης.

Όσο αφορά το όρος Πατέρα, η μορφολογία του εδάφους του είναι έντονη παρουσιάζοντας χαραδρώσεις και απότομες πλαγιές. Το ανάγλυφό του επιτρέπει όψεις θέασης του ορεινού συμπλέγματος, δηλαδή εναλλασσόμενων κορυφογραμμών, δασωμένων κλιτύων, βραχωδών εξάρσεων και δενδρόφυτων ή καλλιεργούμενων κοιλάδων, με ποικιλόμορφη σε πυκνότητα υφή και χρώματα βλάστηση και πολλαπλό βάθος πεδίου προς την Μεγαρική πεδιάδα, τον Σαρωνικό ή Κορινθιακό κόλπο και τις γραφικές παραλίες.

Οι κύριοι τύποι οικοσυστημάτων που παρουσιάζονται στο όρος Πατέρα είναι οι εξής:

- Δασικά οικοσυστήματα
- Υποβαθμισμένα χερσαία οικοσυστήματα
- Παραποτάμια οικοσυστήματα.

Η περιοχή διαθέτει σημαντικά είδη χλωρίδας που αποτελούν και χαρακτηριστικά είδη του νομού Αττικής και της νότιας Ελλάδας είναι τα ακόλουθα : *Acantholimon echinus lycionicum*, *Asperula baenitzii*, *Asperula pulvinaris*, *Centaurea subsericans*, *Cerastium candidissimum*, *Convolvulus boissieri parnassicus*, *Dianthus serratifolius*, *Fritillaria graeca*,

Nepeta argolica argolica, *Onosma kaheirei*, *Sideritis raeseri attica*, *stachys spruneri*, *Thymus parnassicus*.



Εικόνα 5.1. (από αριστερά προς τα δεξιά) Κεφαλληνιακή ελάτη, μαύρη πεύκη και σχίνος.

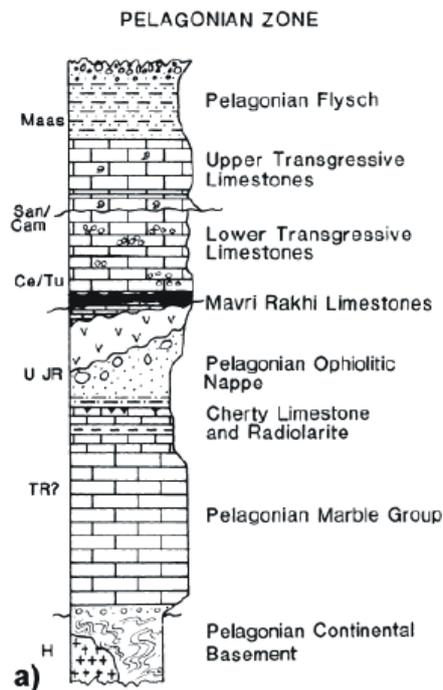
5.2 Γεωλογία

Οι σχηματισμοί που λαμβάνουν μέρος στη γεωλογική δομή της περιοχής των Δήμων της Δ.Αττικής, διακρίνονται σε αλπικούς και μεταλπικούς. Οι αλπικοί εντοπίζονται κυρίως στους ορεινούς όγκους, ενώ οι μεταλπικοί πληρούν τις χαμηλά ταπεινωμένες περιοχές. Οι αλπικοί σχηματισμοί του δυτικού τμήματος της Αττικής αποτελούν την Υποπελαγονική ενότητα, η οποία αντιστοιχεί σε μη μεταμορφωμένα πετρώματα, κυρίως ανθρακικά και κλαστικά ιζηματογενή, που δομούν τους ορεινούς όγκους του Ποικίλου όρους και των Γερανείων. Η ζώνη αυτή είναι επωθημένη πάνω στις ζώνες Βοιωτίας και Παρνασσού και το Νότιο τμήμα της Δυτικής Περιοχής είναι επωθημένο πάνω στην Ενότητα Αλμυροποτάμου- Αττικής

5.2.1 Πελαγονική Ενότητα

Η Πελαγονική ζώνη θεωρήθηκε ως ένα ύβωμα από κρυσταλλικά πετρώματα που διαχώριζε κατά τη διάρκεια του Μεσοζωικού δύο ωκεάνιες αύλακες την Πινδική αύλακα στα δυτικά της από την αύλακα του Αξιού στα ανατολικά της.

Η διάθρωση της στρωματογραφικής στήλης (Εικ. 5.2) από κάτω προς τα πάνω:



Εικόνα 5.2 Τεκτονοστρωματογραφική διάρθρωση της Πελαγονικής ζώνης.

Πηγή: Mountrakis, 1984

Μία ταφρογενετική ακολουθία μετα-ιζημάτων και μετα-ηφαιστειακών πετρωμάτων χαμηλής μεταμορφώσεως που υπόκεινται Τριαδικό-Ιουρασικών μαρμάρων που ονομάζονται "Πελαγονικά μάρμαρα" (μέγιστο πάχος 1.5 χλμ.) (Εικ. 5.2).

Το Πελαγονικό υπόβαθρο αποτελείται από γρανίτες, ορθογνευσίους και παραγνευσίους με δομικό πάχος 8 περίπου χιλιομέτρων. Ραδιογεωχρονολογήσεις που έγιναν έδειξαν ηλικίες μεταμόρφωσης 300 Ma και υποδηλώνουν την ύπαρξη Ερκυνίων ορογενετικών κινήσεων. Ηλικίες μεταξύ 120-100 Ma δείχνουν ένα δεύτερο μεταμορφικό γεγονός που καταχωρήθηκε ότι ανήκει στη Παλαιο-Αλπική ορογενετική φάση.

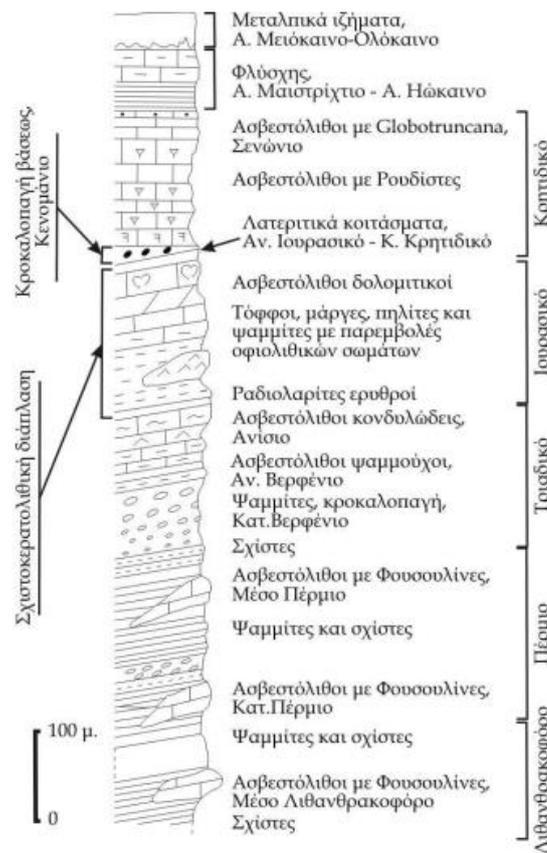
Το κάλυμμα των γλαυκοφανιτικών σχιστόλιθων που μπορεί να διαιρεθεί σε δύο υποενότητες: α) μια ανώτερη ενότητα από σχίστες και γνευσίους που προέρχονται από το Πελαγονικό υπόβαθρο και β) μία κατώτερη ενότητα την ενότητα των Αμπελακίων που συνίσταται από μάρμαρα, χαλαζίτες και ηφαιστειακά πετρώματα που προήλθαν από μία Πεννινικού τύπου ιζηματογενή λεκάνη στα ανατολικά περιθώρια της Πελαγονικής ηπείρου.

5.2.2 Υποπελαγονική Ενότητα

Η γεωτεκτονική ενότητα της «Υποπελαγονικής» δομεί το μεγαλύτερο τμήμα της Αττικής και αναπτύσσεται κυρίως στον ορεινό όγκο της Πάρνηθας και δυτικότερα. Η υποπελαγονική Ζώνη βρίσκεται στη δυτική πλευρά της Πελαγονικής ζώνης ([Aubouin, 1959](#), [Κίλιας & Μουντράκης, 1989](#), [Mountrakis et al., 1983](#), [Κατσικάτσος, 1992](#)) και εκτείνεται με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ από την Αλβανία, προς τη Δυτική Θεσσαλία, την Ανατολική Στερεά Ελλάδα φθάνοντας τουλάχιστον έως την Ανατολική Πελοπόννησο ενώ πιθανά συνεχίζεται στη νήσο Κω και την Μικρά Ασία. Αρχικά η υποπελαγονική είχε ονομασθεί από τους [Renz \(1955\)](#) και [Μαρίνο \(1957\)](#) ως Ζώνη ή Σειρά της Ανατολικής Ελλάδας. Η ονομασία της δόθηκε από τον [Aubouin \(1959\)](#), για να χαρακτηρίσει τα πετρώματα που απαρτίζουν τη ζώνη μετάβασης δυτικά του πελαγονικού υβώματος προς τη βαθιά αύλακα της Πίνδου, με αποτέλεσμα οι λιθοφάσεις να χαρακτηρίζονται από τη μετάβαση των νηριτικών σε πελαγικών .

Κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα της Ζώνης αυτής είναι η παρουσία μεγάλων οφιολιθικών μαζών και η σχιστοκερατολιθική διάπλαση που τις συνοδεύει ([Κατσικάτσος, 1992](#)). Οι οφιόλιθοι της Υποπελαγονικής χαρακτηρίζονται ως η εξωτερική (προς δυσμάς) οφιολιθική λωρίδα της Ελλάδας, γνωστή με το χαρακτηρισμό ERO ([Μουντράκης, 2010](#)).

Το υπόβαθρο της Υποπελαγονικής ζώνης συνιστούν γενεύσιοι, μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι, αμφιβολίτες με παρεμβολές μαρμάρων και θεωρείται ως αντίστοιχο του Κάτω Παλαιοζωικού υποβάθρου της Πελαγονικής. Ενίοτε διαπιστώνεται η παρουσία Άνω Παλαιοζωικών αμεταμόρφωτων σχηματισμών, οι οποίοι με τη σειρά τους συνιστούν τους ασβεστόλιθους του Πέρμιου και σχιστόλιθοι και ψαμμίτες με ασβεστολιθικούς φακούς ηλικίας Λινθαθρακοφόρου ([Δούτσος, 2000](#)). Άνω παλαιοζωικοί σχηματισμοί απαντώνται στην Πάρνηθα ([Χριστοδούλου, 1982](#)).



Εικόνα 5.3. Λιθοστρωματογραφική στήλη της Υποπελαγονικής Ζώνης για την περιοχή Μπελέτσι (Πάρνηθα) του Clementi (1971), η οποία τροποποιήθηκε σε αντιστοιχία με τον Μουντράκη (2010).

Η «σχιστοκερατολιθική διάπλαση» αποτίθενται πάνω στους ανωτέρω ασβεστόλιθους κατά τη διάρκεια του Ιουρασικού, αντιπροσωπεύοντας πελαγική έως ωκεάνια ιζηματογένεση. Ιδιαίτερα, στην οροφή της Ανώτερης Σχιστοκερατολιθικής διάπλασης παίρνει τη μορφή του Τεκτονικού καλύμματος (mélange), που υπόκειται του καλύμματος των οφιολίθων. Τα πετρώματα που την απαρτίζουν είναι αργιλικόι σχίστες, ραδιολαρίτες, μάργες, ψαμμίτες και πηλίτες με ασβεστολιθικές παρενστρώσεις. Τα ανώτερα στρώματα της διάπλασης μπορούν να χαρακτηριστούν ως φλυσχοειδή ενώ μέσα στη διάπλαση παρεμβάλλονται οφιολιθικά σώματα. Συχνές είναι επίσης οι διεισδύσεις βασικών ηφαισπιτών και τόφφων.

Κατά την περίοδο Α. Ιουρασικού – Κ. Κρητιδικού πραγματοποιήθηκε Παλαιοαλπική ορογένεση στο χώρο των εσωτερικών Ελληνίδων, η υποπελαγονική αναδύθηκε, χέρσευσε και λόγω της εκτεταμένης διάβρωσης των οφιολίθων σχηματίστηκαν σιδηρονικελιούχα

λατερικά κοιτάσματα. Με την Κενομάνια επίκληση αποτέθηκαν κροκαλοπαγή βάσεως και στην συνέχεια ασβεστόλιθος Κρητιδικού. Τέλος κατά το Παλαιόκαινο-Κ. Ηώκαινο έλαβε χώρα η απόθεση του φλύσχη της Υποπελαγονικής (Μιγκίρος κ.α, 1989, Μιγκίρος, 1990, Robertson, 1990).

Η ενότητα της Υποπελαγονικής συνίσταται από μια σειρά ιζηματογενών πετρωμάτων. Κλαστικών στη βάση, και στη συνέχεια ανθρακικών, η ηλικία των οποίων κυμαίνεται από το Ανώτερο Παλαιοζωϊκό μέχρι το Ανώτερο Ιουραϊκό. Ο σχηματισμός βάσης, αποτελεί ένα ηφαιστειοϊζηματογενές σύμπλεγμα που αποτελείται από εναλλαγές τεφροπράσινων κυρίως και φαιών αργιλικών σχιστών, πηλιτών, ψαμμιτών, χαλαζιακών κροκαλοπαγών, τόφφων και τοφφιτών μέσα στις οποίες απαντούν επίσης ασβεστόλιθοι, αρκόζες και γραουβάκες, καθώς και τεμάχη λαβών, που ανήκουν κυρίως στον τύπο του χαλαζιακού κερατοφύρη (Σπανός, 2012). Χαρακτηριστική λιθολογική φάση του κλαστικού σχηματισμού της βάσης της Υποπελαγονικής αποτελούν οι βαθυκύανοι έως μαύροι βιοκλαστικοί ασβεστόλιθοι που βρίσκονται μέσα στα κλαστικά ιζήματα ως ανεξάρτητα τεμάχη με τη μορφή μεγάλων ή μικρότερων ολισθολίθων. Μερικές φορές αποτελούνται σχεδόν εξ ολοκλήρου από θραύσματα στελεχών κρινοειδών και άλλων εχινόδερμων, φυκών, ενώ απαντούν επίσης και βραγχιονόποδα, γαστερόποδα και τρηματοφόρα, όλα χαρακτηριστικά είδη του Περμίου (250-230 εκατομμύρια χρόνια από σήμερα). Από τα απολιθώματα των ασβεστολιθικών ολισθολίθων και από τη στρωματογραφική θέση του συνόλου του σχηματισμού προκύπτει η ηλικία του, η οποία είναι μεταξύ Ανώτερου Παλαιοζωϊκού και Κατώτερου Τριαδικού (Σπανός, 2012). Ο κλαστικός σχηματισμός της βάσης της Υποπελαγονικής αναπτύσσεται με μικρή σχετικά επιφανειακή εξάπλωση, σε όλη την έκταση του Ποικίλου Όρους (Περιοχή Καματερού), ενώ αρκετά εκτεταμένος βρίσκεται στην περιοχή του Αιγάλεω. Σε όλες τις προαναφερθείσες περιοχές ο σχηματισμός βρίσκεται τεκτονικά ενσφηνωμένος με τα ανθρακικά πετρώματα της Υποπελαγονικής, λόγω των φαινομένων επιπτεύσεως, που χαρακτηρίζουν ολόκληρη την ενότητα. Έτσι σε πολλές θέσεις το ηφαιστειοϊζηματογενές σύμπλεγμα της βάσης της Υποπελαγονικής, αν και κατώτερος στρωματογραφικά σχηματισμός, επικάθεται τεκτονικά των ανθρακικών σχηματισμών, που είναι και οι νεώτεροι, όπως συμβαίνει σε πολλές θέσεις στο Ποικίλο Όρος (Γουλιώτης, 2002), και μέσα στην κύρια ορεινή μάζα του Αιγάλεω (Τάταρης-Σίδερης 1989).

Οι σχηματισμοί της Ενότητας καλύπτονται ασύμφωνα από τις μεταλλικές αποθέσεις πλευρικά κορήματα και κώνους κορημάτων.

5.2.3 Βοιωτική Ζώνη

Η ζώνη αυτή ανήκει στις Εξωτερικές Ζώνες και αποτελεί την πιο εσωτερική από αυτές (Celet et al, 1976, Clement, 1977). Εκτείνεται μεταξύ των υποθαλάσσιων υβωμάτων της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας και της υπόπελαγονικής Ζώνης, με τη μορφή βαθιάς αύλακας, η οποία διαμορφώθηκε κατά το τέλος του Α. Ιουρασικού - Κ. Κρητιδικού μεταξύ του χώρου των Εσωτερικών Ελληνίδων.

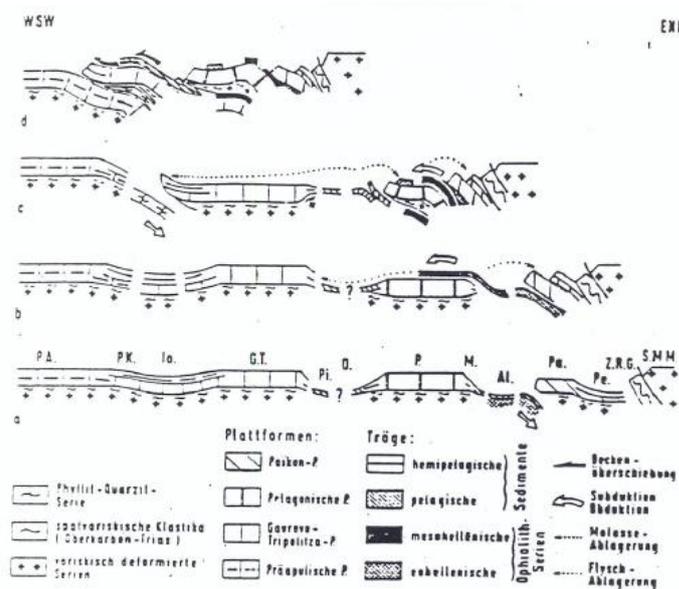
Το κύριο γνώρισμα της Βοιωτικής Ζώνης είναι η παρουσία ενός φλυσχικού Σχηματισμού, ηλικίας Κ. Κρητιδικού. Η προέλευση των κλαστικών υλικών προέρχεται από την ανατολική πλευρά των εσωτερικών Ελληνίδων με την Πρώιμη Ορογενετική φάση (Κατσικάτσος, 1992).

Κατά τη διάρκεια του Τριαδικού μέχρι το Μ. Ιουρασικό αποτέθηκαν δολομιτικοί ασβεστόλιθοι νηριτικής φάσης. Στη συνέχεια, κατά το Άνω Ιουρασικό αποτέθηκαν μια σειρά από ραδιολαρίτες, κερατόλιθους και πηλίτες. Ειδικότερα, κατά τη διάρκεια του Α. Κρητιδικού σχηματίστηκε ένας φλύσχος με ρυθμικές εναλλαγές ερυθρών σχιστόλιθων, ροδοχρόνων-μαργαϊκών ασβεστόλιθων και λατυποπαγών ασβεστόλιθων με θραύσματα ραδιολαριτών και οφιολίθων.

Συνοψίζοντας τα στρωματογραφικά χαρακτηριστικά της ζώνης γίνεται εμφανής η ομοιότητα της ζώνης ως προς την ιζηματογένεση Τριαδικού- Μέσου Ιουρασικού με τις ζώνες Παρνασσού Γκιώνας και Υποπελαγονικής.

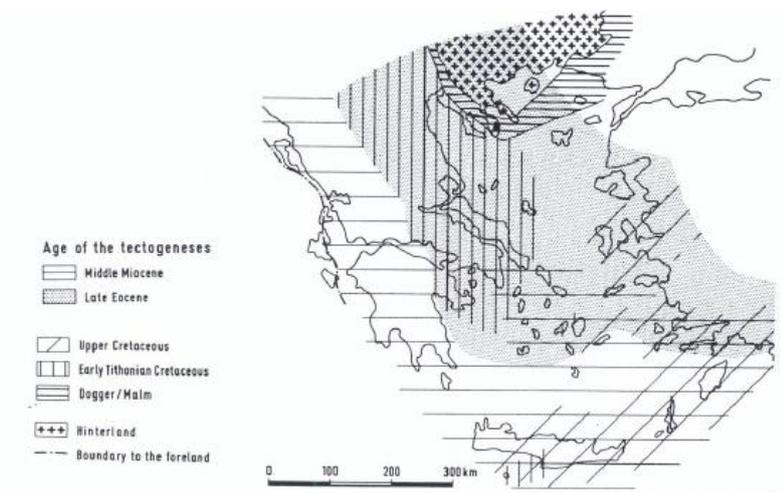
Η στρωματογραφική διάρθρωση της ζώνης από τα κατώτερα προς τα ανώτερα περιλαμβάνει τους ακόλουθους σχηματισμούς. Κατά το Άνω Ιουρασικό έλαβε χώρα έντονη ταφρογένεση ώστε η ζώνη να μετατραπεί σε αύλακα κατ' αναλογία με την Υποπελαγονική (Εικ. 4.3). Η ύπαρξη φλύσχη το οφιολιθικό υλικό μέσα στην αύλακα δείχνουν ότι η περιοχή δέχεται την επίδραση των Παλαιοαλπικών ορογενετικών φαινομένων καθώς και την επίδραση των ήδη ανυψωμένων περιοχών με οφιολιθικά συμπλέγματα (Εικ. 5.3 και 5.4).

Κύριο τεκτονικό χαρακτηριστικό της ζώνης είναι η εσωτερική της παραμόρφωση εν είδη λεπίων (Εικ. 4.3). Προς τα δυτικά η ζώνη αυτή εφίππευει είτε την ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας είτε απ' ευθείας την ζώνη Πίνδου.



Εικόνα 5.4. Σχηματική αναπαράσταση της γεωτεκτονικής εξέλιξης των Ελληνίδων.

Πηγή: [Jacobshagen, 1986](#)



Εικόνα 5.5 Η εξάπλωση των ορογενετικών φάσεων στις Ελληνίδες οροσειρές. Στην εικόνα διακρίνονται οι εξωτερικές Ελληνίδες με μία ορογενετική φάση και οι εσωτερικές Ελληνίδες με δύο ορογενετικές φάσεις.

Πηγή: [Jacobshagen et al. 1986](#)

5.2.4 Μεταλικοί Σχηματισμοί

Οι μεταλικοί σχηματισμοί καλύπτουν ασύμφωνα τους υποκείμενους αλπικούς στο μεγαλύτερο τμήμα της επίπεδης περιοχής του δυτικού λεκανοπέδιου, διακρίνονται δε, σε σχηματισμούς του Νεογενούς και σε Τεταρτογενή ιζήματα. Οι τεταρτογενείς σχηματισμοί καλύπτουν ασύμφωνα τους υποκείμενους σχηματισμούς στο μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής, είτε πρόκειται για αλπικούς, είτε για σχηματισμούς του Νεογενούς. Οι σχηματισμοί αυτοί διακρίνονται σε:

- Αλλούβια
- πλευρικά κορήματα
- Πλειστοκαινικά ριπίδια

Σε ότι αφορά τις αλλουβιακές αποθέσεις της περιοχής μελέτης, πρόκειται κυρίως για τις προσχώσεις του Κηφισού ποταμού και των βορειοδυτικών παραποτάμων του. Αποτελούνται από αργίλους, ιλύες και χαλαρά κροκαλοπαγή, με συχνές πλευρικές μεταβάσεις, γεγονός που αντικατοπτρίζει το ευμετάβλητο καθεστώς απόθεσής τους (εποχιακές μεταβολές κοίτης, υπερχειλίση ποταμών, περίοδοι ξηρασίας, κ.α.). Τα όριά τους με τους υποκείμενους σχηματισμούς είναι ιδιαίτερα ασαφή, τόσο λόγω της φύσης των αποθέσεων όσο και της εντονότατης ανθρώπινης δραστηριότητας, η οποία έχει καταστήσει ουσιαστικά αδύνατη οποιαδήποτε επιτόπια επιφανειακή μελέτη.

Είτε ασύμφωνα, είτε σε πλευρική μετάβαση με τις αλλουβιακές αποθέσεις της περιοχής μελέτης αναπτύσσονται τα πλευρικά κορήματα και τα ριπίδια (Λέκκας, 2010). Οι σχηματισμοί αυτοί βρίσκονται κυρίως στους ορεινούς όγκους της περιοχής μελέτης. Τα πλευρικά κορήματα συνιστούν χαλαρές αποθέσεις με γωνιώδεις κλάστες και κόκκους μεγέθους άμμου ή ιλύος. Η πλειονότητα τους απαντάται στις εξόδους ρεμάτων και χειμάρρων από τους ορεινούς όγκους (Λέκκας, 2010).

5.3 Χρήσεις γης

Οι χρήσεις γης και η διαμόρφωση - εξέλιξή τους μέσα στην πάροδο του χρόνου μπορεί να επιφέρουν σημαντικές επιπτώσεις σε τομείς όπως η οικονομία και το περιβάλλον. Παράλληλα αποτελούν βασικό πυλώνα στην διαβίωση του ανθρώπου καθώς εξυπηρετούν

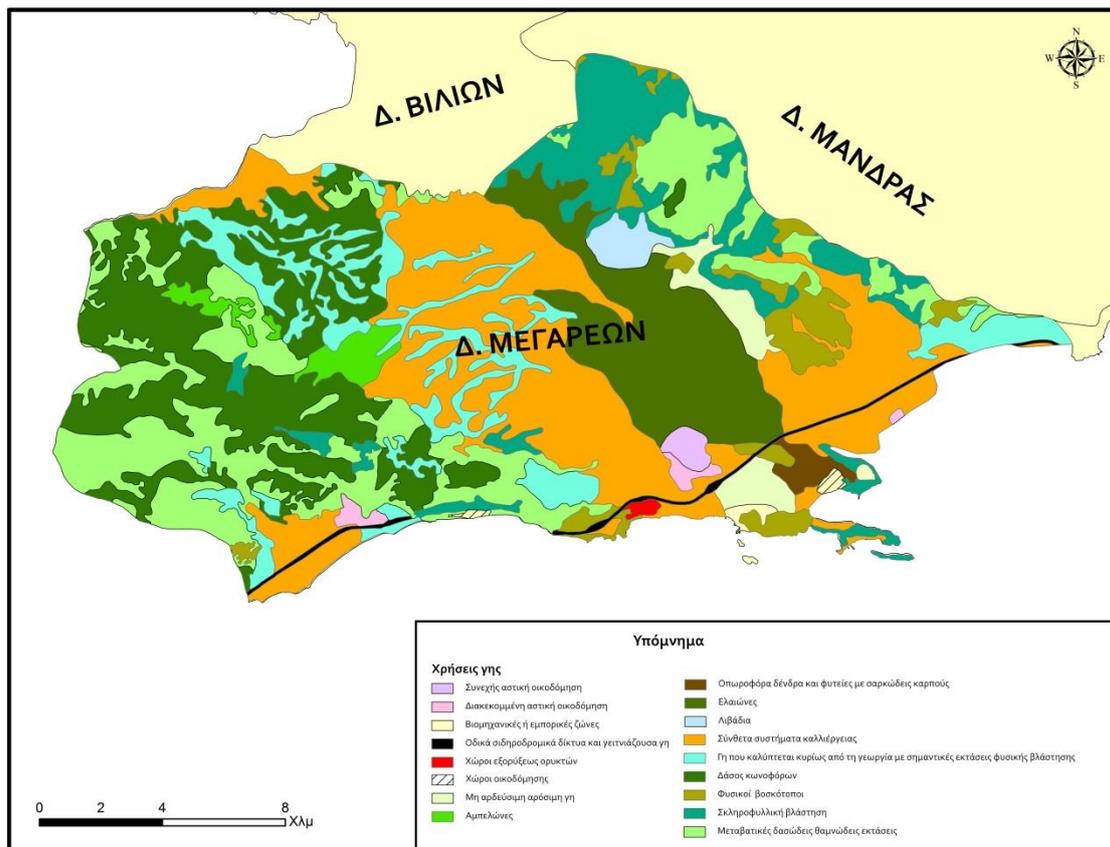
τις τέσσερις βασικές πολεοδομικές του ανάγκες, την κατοικία, την εργασία, την αναψυχή και την κυκλοφορία. Η δομή της ανάπτυξης των χρήσεων γης διαμορφώνεται διαχρονικά, αφού επηρεάζεται από αρκετούς παράγοντες που μπορεί να είναι οικονομικοί, κοινωνικοί, πολιτισμικοί, οικολογικοί ή και πολιτικοί (Αραβαντινός, 1997).

Για το σύνολο του δήμου Μεγάρων, με βάση τον πίνακα κατανομής των εκτάσεων του χάρτη κάλυψης CORINE, παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνεται από τα σύνθετα συστήματα καλλιέργειας, τα δάση κωνοφόρων και τις μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις, σε ποσοστό 60% (Πιν. 5.1 και Χάρτης 5.4). Παράλληλα μικρότερο ποσοστό σημειώνεται στο συνεχή και διακεκομμένο αστικό ιστό και στις βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες. Επίσης στο δήμο δεν παρατηρούνται εγκαταστάσεις αθλητισμού και ψυχαγωγής (Πιν. 5.1 και Χάρτης 5.4).

Η χρήση του προγράμματος CORINE, οδηγεί σε πρώτη ανάλυση σε κάποια βασικά και προφανή συμπεράσματα όσο αφορά στη χωρική διασπορά των χρήσεων. Ειδικότερα, ο δήμος συγκεντρώνει τη συντριπτική πλειοψηφία των παραγωγικών ζωνών του Πρωτογενή τομέα (γεωργικές εκτάσεις και μόνιμες καλλιέργειες), οι οποίες χωροθετούνται ως επί το πλείστον στο κεντρικό και ανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης, ενώ ένα μικρό ποσοστό συνδέεται με το Δευτερογενή και Τριτογενή τομέα. Οι βασικές εγκαταστάσεις μεταφορών βρίσκονται κατά μήκος της παράκτιας ζώνης. Πρέπει να σημειωθεί ότι η γεωργική γη που καλύπτεται με σημαντική φυσική βλάστηση και οι βοσκότοποι έχουν ανόμοια κατανομή σε σχέση με τη μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη, σε υψηλά ποσοστά στο δήμο.

Το ορεινό τμήμα του δήμου εκτείνεται από το όρος Πατέρα μέχρι το Κυθαιρώνα και τα Γεράνεια Όρη, περιλαμβάνοντας συνδυασμούς θαμνώδους και ποώδους βλάστησης (μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις και φυσικούς βοσκότοπους). Επιπλέον στο όρος Κιθαιρώνα προστίθενται τα δάση κωνοφόρων. Εδώ αξίζει να αναφερθεί ότι τα Γεράνεια όρη αποτελούν ένα από τα πιο σημαντικά δασικά οικοσυστήματα στην Περιφέρεια Αττικής στον οποίο φιλοξενούνται πλήθος από ενδημικά, σπάνια και απειλούμενα είδη της ελληνικής χλωρίδας και πανίδας. Τέλος, εξορμητικές δραστηριότητες σημειώνονται στο δήμο Μεγαρέων συμβάλλουν στην περιβαλλοντική υποβάθμιση της

περιοχής.



Χάρτης 5.5. Χρήσεις Γης Δυτικής Αττικής.

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 5.1 Πίνακας Κατανομής εκτάσεων του δήμου Μεγάρων βάσει του χάρτη κάλυψης CORINE 2000.

Κατηγορία Κάλυψης	Εκταση στρεμ.	%
Συνεχής αστικός ιστός	1570,25	0,48
Διακεκομμένη αστικός ιστός	1935,67	0,60
Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες	908,82	0,28
Οδικά σιδηροδρομικά δίκτυα και γειτινάζουσα γη	2564,48	0,79
Χώροι εξορύξεως ορυκτών	496,30	0,15
Χώροι οικοδόμησης	691,73	0,21
Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη	6997,42	2,16
Αμπελώνες	5620,11	1,73
Οπωροφόρα δένδρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς	2255,81	0,70
Ελαιώνες	32154,34	9,92
Λιβάδια	3102,11	0,96
Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	79515,28	24,52

Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	29789,61	9,19
Δάσος κωνοφόρων	56462,49	17,41
Φυσικοί βοσκότοποι	13555,30	4,18
Σκληροφυλλική βλάστηση	29278,65	9,03
Μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις	57342,80	17,69

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης κάλυψης εδάφους κατά τη βάση δεδομένων CORINE Land Cover παρατηρείται ότι ο συνδυασμός θαμνώδους και δασώδους βλάστηση καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό 45,53% ενώ οι ετερογενείς γεωργικές περιοχές και τα δάση κυμαίνονται στο ίδιο περίπου ποσοστό της τάξεως 18,73% και 16,71% αντίστοιχα. Μικρότερα ποσοστά παρατηρούνται στις τεχνητές μη γεωργικές ζώνες πράσινου, αποδεικνύοντας ότι το δυτικό τμήμα της περιφέρειας Αττικής υπολείπεται από χώρους αστικού πρασίνου αλλά και χώρους αθλητικών εγκαταστάσεων (Πίν. 5.2).

Πίνακας 5.2 Απλοποιημένος πίνακας κατανομής εκτάσεων του Δυτικού Τμήματος της Περιφέρειας Αττικής του χάρτη κάλυψης CORINE 2000.

Κατηγορία Κάλυψης	%
Αστική δόμηση	1.08
Βιομηχανικές, εμπορικές ζώνες & δίκτυα μεταφοράς	1.07
Ορυχεία, χώροι απορρίψεως απορριμάτων & χώροι οικοδόμησης	0.37
Αρόσιμη γη	2.16
Μόνιμες Καλλιέργειες	12.35
Λιβάδια	0.96
Ετερογενείς Γεωργικές Περιοχές	33.71
Δάση	17.41
Συνδιασμοί θαμνώδους και δασώδους βλάστησης	30.90

5.4 Δίκτυο Natura 2000

Το Δίκτυο Natura 2000 είναι ένα Ευρωπαϊκό Οικολογικό Δίκτυο περιοχών, οι οποίες φιλοξενούν φυσικούς τύπους οικοτόπων και οικοτόπους ειδών που είναι σημαντικοί σε

ευρωπαϊκό επίπεδο. Αποτελείται από δύο κατηγορίες περιοχών:

- Τις «Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ)» (Special Protection Areas-SPA) για την Οрниθοπανίδα, όπως ορίζονται στην Οδηγία 79/409/ΕΚ «για τη διατήρηση των άγριων πτηνών»
- Τους «Τόπους Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ)» (Sites of Community Importance-SCI) όπως ορίζονται στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. Χαρακτηρίζεται ένας τόπος ο οποίος συνεισφέρει σημαντικά στη διατήρηση ή την αποκατάσταση ενός τύπου φυσικού οικοτόπου του Παραρτήματος Ι ή ενός είδους του Παραρτήματος ΙΙ της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ καθώς και τα κριτήρια του Παραρτήματος ΙΙΙ αυτής.

Οι ΖΕΠ, μετά το χαρακτηρισμό τους από τα Κράτη Μέλη, εντάσσονται αυτόματα στο Δίκτυο Natura 2000, και η διαχείρισή τους ακολουθεί τις διατάξεις του Άρθρου 6 παρ. 2, 3, 4 της Οδηγίας 92/43/ΕΚ και τις διατάξεις του Άρθρου 4 της Οδηγίας 79/409/ΕΟΚ. Αντίθετα, για την ένταξη των ΤΚΣ πραγματοποιείται επιστημονική αξιολόγηση και διαπραγμάτευση μεταξύ των Κρατών Μελών και της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των κατά οικολογική ενότητα Βιογεωγραφικών Σεμιναρίων. Οι ΤΚΣ υπόκεινται στις διατάξεις του άρθρου 6 παρ. 2, 3, 4 της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.

Η καταγραφή των τόπων που πληρούν τα κριτήρια της παρουσίας τύπων οικοτόπων και οικοτόπων ειδών της Οδηγίας 92/43/ΕΚ στη χώρα μας (296 περιοχές- «Επιστημονικός Κατάλογος»), έγινε από ομάδα περίπου 100 επιστημόνων που συστήθηκε ειδικά για το σκοπό αυτό στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος LIFE (1994-1996) με τίτλο «Καταγραφή, Αναγνώριση, Εκτίμηση και Χαρτογράφηση των Τύπων Οικοτόπων και των Ειδών Χλωρίδας και Πανίδας της Ελλάδας (Οδηγία 92/43/ΕΟΚ)». Στον «Επιστημονικό Κατάλογο» εντάχθηκε το σύνολο σχεδόν των μέχρι τότε προστατευόμενων περιοχών σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Οι συμπληρώσεις - τροποποιήσεις του καταλόγου βασίστηκαν στα συμπεράσματα των Μελέτη αξιοποίησης του αδρανοποιημένου τμήματος της

Η Ελλάδα έχει χαρακτηρίσει σήμερα 202 ΖΕΠ και 241 ΤΚΣ, εκ των οποίων οι δύο είναι ακόμη προτεινόμενοι. Οι δύο κατάλογοι περιοχών παρουσιάζουν μεταξύ τους επικαλύψεις όσον

αφορά τις εκτάσεις τους (ΥΠΕΚΑ).

5.4.1 Περιοχή μελέτης και δίκτυο Natura 2000

Τα όρη Γεράνεια έχουν ενταχθεί στο δίκτυο Natura 2000, με συνολική έκταση περίπου 6989 χιλ. στρ. Μεγάλο τμήμα της έκτασης αυτής βρίσκεται εντός του νομού Κορινθίας και εκτός των στενών ορίων της περιοχής μελέτης. Οι συστάδες της καλά διατηρημένης κεφαλληνιακής ελάτης σε συνδιασμό με τα δάση της Χαλεπίου πεύκης δημιουργούν ένα φυσικό περιβάλλον μέγιστη αισθητικής αξίας καθώς και οικολογικής σημασίας. Η σπουδαιότητα της περιοχής κρίνεται αξιόλογη εξαιτίας του γεγονότος ότι οι δασωμένες εκτάσεις γειτνιάζουν με τη Δυτική Αττική, περιοχή ιδιαίτερα επιβαρυνόμενη από τη βιομηχανική δραστηριότητα. Σημαντικός αριθμός ενδημικών φυτών απαντάται στην ευρύτερη περιοχή. Τα Γεράνεια αποτελούν τη μοναδική περιοχή του κινδυνεύοντος ενδημικού υποείδους *Centaurea attica* ssp. *Megarensis* (*Centaurea Megarensis*), οι πληθυσμοί του οποίου είναι μικροί, διάσπαρτοι και δέχονται σημαντική πίεση από βόσκηση και υπερβόσκηση.

5.5 Κλιματικά δεδομένα

Το κλίμα της περιοχής μελέτης ανήκει στο μεσογειακό τύπο, στον οποίο οι βροχές περιορίζονται στο ψυχρό εξάμηνο (Οκτώβριος – Μάρτιος). Τα Μέγαρα καθώς και η δυτική βορειοδυτική ανηκεί ανήκει στη μεταβατική ζώνη μεταξύ ηπειρωτικών και γνήσιων μεσογειακών κλιμάτων (Σαχπατζής, 2001).

Ο χειμώνας ξεκινά κατά το δεύτερο δεκαήμερο του Δεκεμβρίου και συνεχίζεται έως τα μέσα Μαρτίου. Σε αυτό το διάστημα σημειώνονται και οι χαμηλότερες θερμοκρασίες. Η άνοιξη στην Αττική είναι σύντομη, εξαιτίας της έναρξης του καλοκαιριού από το τρίτο δεκάημερο του Μαΐου και παρατείνεται έως τα μέσα Σεπτεμβρίου. Το Μάιο παρατηρείται απότομη αύξηση της θερμοκρασίας. Ωστόσο συχνά κατά τις αρχές Μαΐου σημειώνεται σημαντική πτώση της θερμοκρασίας που οφείλεται κυρίως στους ανακυκλώνες της βόρειας και βορειοδυτικής Ευρώπης, στους κυκλώνες και ανακυκλώνες του Ατλαντικού και στις υφέσεις της ανατολικής Μεσογείου. Από τον Ιούνιο έως το Σεπτέμβριο κυρίως τον Ιούλιο και τον Αύγουστο επικρατούν οι υψηλότερες θερμοκρασίες του έτους. Το φθινόπωρο θεωρείται η καλύτερη εποχή για την υπό εξέταση περιοχή, όπου η καλοκαιρία παρατείνεται

έως τα μέσα Δεκεμβρίου. Η θερμοκρασία είναι ήπια, ενώ η ξηρασία διακόπτεται από τα πρωτοβρόχια (Θεός, 2010).

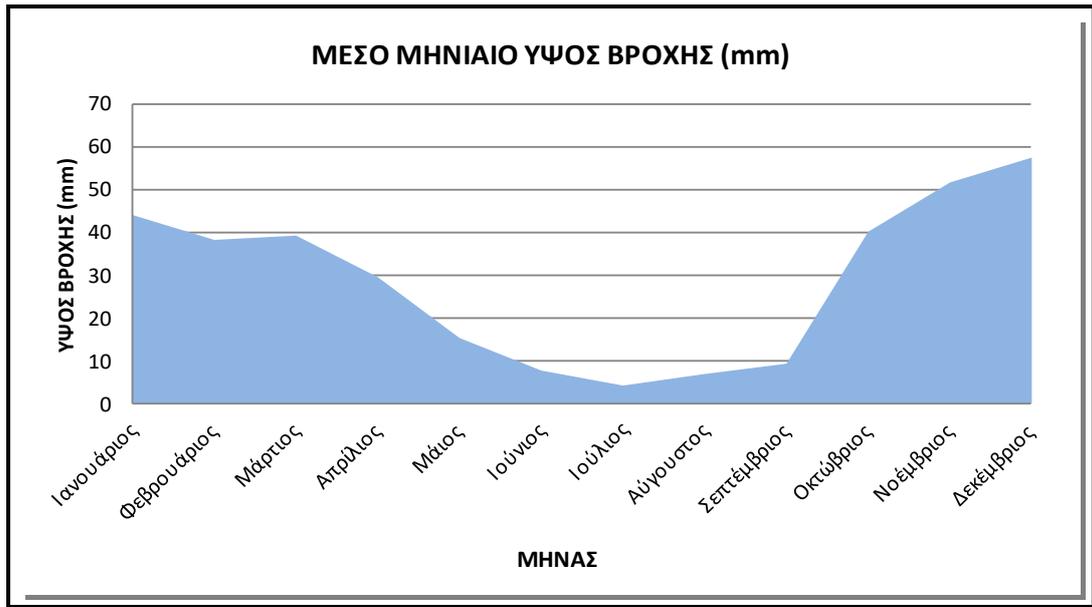
5.5.1 Ομβροθερμικά στοιχεία

Σχετικά με τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα στη περιοχή μελέτης, και σύμφωνα με τα στοιχεία από το βροχομετρικό σταθμό των Μεγάρων φαίνεται ότι τα μεγαλύτερα ύψη βροχών καταγράφονται από τον Οκτώβριο έως τον Μάρτιο (με μέγιστο ύψος τα 57,4 mm) (Διάγραμμα 5.1, Πιν. 5.3), ενώ η ξηρά περίοδος εντοπίζεται στους θερινούς μήνες Ιούλιο και Αύγουστο (με ελάχιστο ύψος 4,2 mm) (Διάγραμμα 5.1, Πιν. 5.3). Συνεπώς, οι βροχοπτώσεις τους χειμερινούς μήνες είναι αρκετές, σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα και το αντίστοιχο διάγραμμα, ενώ το καλοκαίρι περιορίζονται σε ένταση και εύρος (τοπικές μπόρες).

Πίνακας 5.3 Μετεωρολογικά στοιχεία μετεωρολογικού σταθμού Μεγάρων (1946-1988).

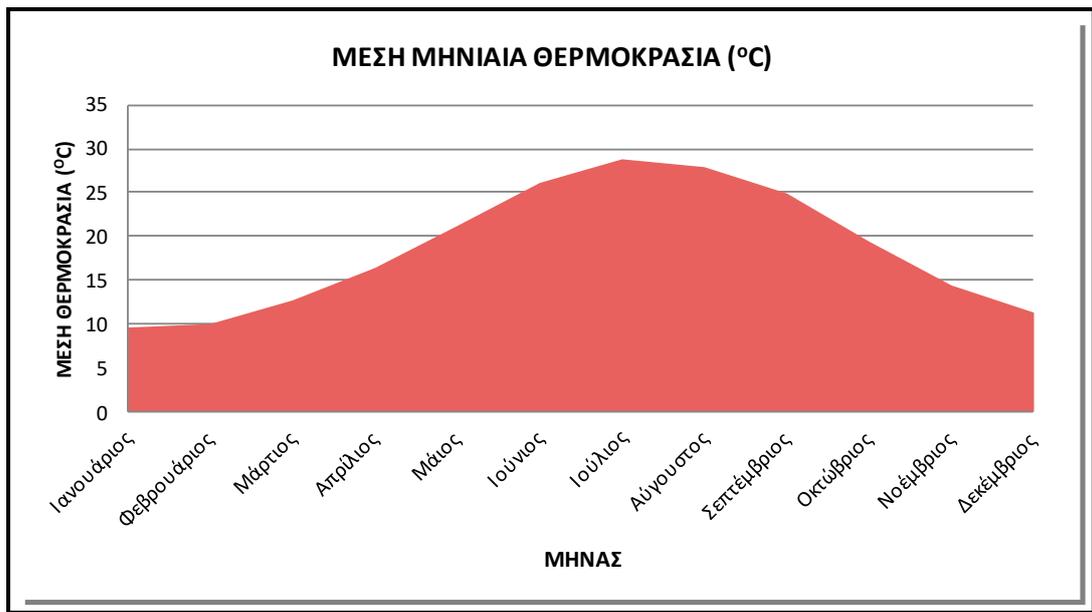
	Μέση βροχόπτωση (mm)	Μέση Θερμοκρασία (°C)
Ιανουάριος	44	9.6
Φεβρουάριος	38.2	10
Μάρτιος	39.2	12.7
Απρίλιος	29.5	16.4
Μάιος	15.3	21.2
Ιούνιος	7.7	26.1
Ιούλιος	4.2	28.8
Αύγουστος	6.9	27.9
Σεπτέμβριος	9.3	24.9
Οκτώβριος	40.1	19.4
Νοέμβριος	51.6	14.4
Δεκέμβριος	57.4	11.3

Πηγή: Ε.Μ.Υ



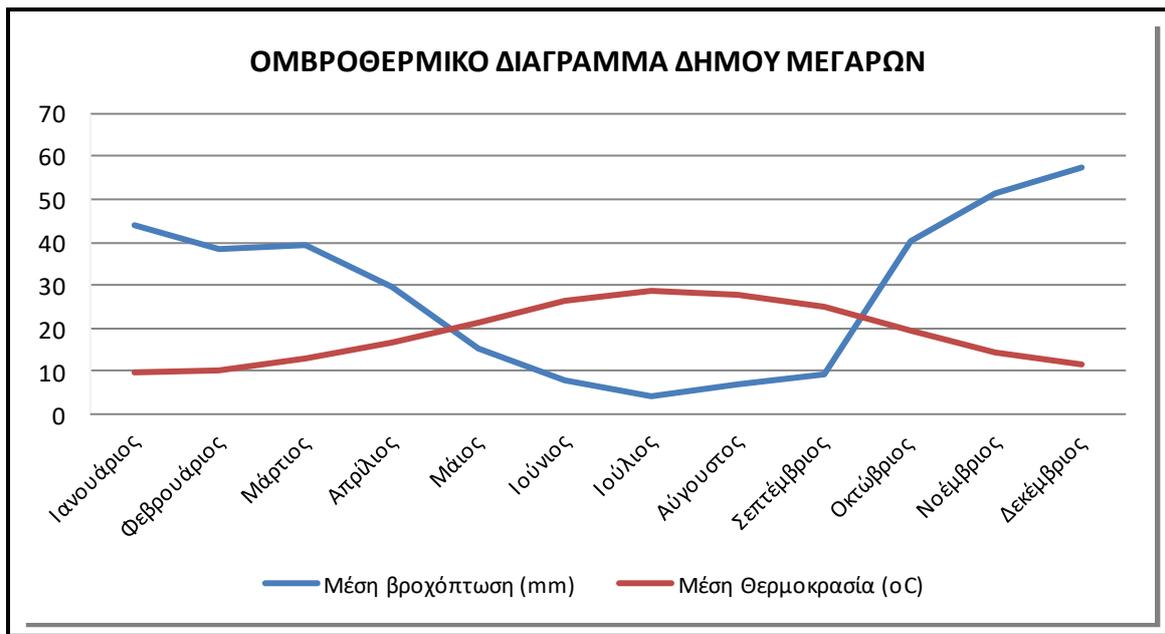
Διάγραμμα 5.1. Κατανομή μέσου μηνιαίου ύψους βροχής (Πηγή: Ε.Μ.Υ).

Ιδία Επεξεργασία



Διάγραμμα 5.2. Κατανομή μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας (Πηγή: Ε.Μ.Υ).

Ιδία Επεξεργασία



Διάγραμμα 5.3. Ομβροθερμικό διάγραμμα περιοχής μελέτης περιόδου 1946-1988.

(Πηγή: Ε.Μ.Υ).

5.6 Πληθυσμιακά Στοιχεία

Η Δυτική Αττική έχει μόνιμο πληθυσμό 160.927 ανθρώπων και στο σύνολο των 3.828.434 της Περιφέρειας Αττικής, αντιπροσωπεύοντας ποσοστό 4,20% του πληθυσμού της Περιφέρειας. Είναι ο δεύτερος πολυπληθεστερος δήμος, με πληθυσμό 36.924 κατοίκους (ΕΣΥΕ 2011).

Ο Δήμος Μεγαρέων παρουσιάζει μια αύξηση του πληθυσμού της τάξης του 15,6% για τα έτη 1991-2001, και 8,04% για τα έτη 2001-2011. Ο Πίνακας 5.4 δίνει στοιχεία σχετικά με το πληθυσμό κατά τα έτη 1991-2001-2011 σε σύγκριση με την αντίστοιχη μεταβολή στο Νομό Αττικής και σε ολόκληρη την Ελλάδα

Πίνακας 5.4. Πληθυσμιακή εξέλιξη.

Γεωγραφική Ενότητα	Πληθυσμός 1991	Πληθυσμός 2001	Πληθυσμός 2011	2011/2001
Ελλάδα	10.259.900	10.964.020	10.787.690	-1,6%
Περιφέρεια Αττικής	3.523.407	3.764.348	3.812.330	1,3%
Δήμος Μεγαρέων	29.564	34.174	36.924	8%

Πηγή: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Δήμου Μεγαρέων 2015-2019

Ένα γενικό συμπέρασμα που προκύπτει από τον Πίνακα 5.4 είναι ότι κατά τη δεκαετία 2001-2011 ο πληθυσμός του Δήμου Μεγαρέων αυξήθηκε κατά 8% περίπου, ενώ στο ίδιο διάστημα στο σύνολο της χώρας παρατηρήθηκε μείωση κατά 1,6% περίπου.

5.7 Οικονομικά Στοιχεία

Το μεγαλύτερο ποσοστό του οικονομικά ενεργού πληθυσμού στο Δήμο Μεγαρέων απασχολείται σε κλάδους του Τριτογενούς και του δευτερογενούς τομέα ενώ λιγότεροι από έναν στους πέντε στον πρωτογενή. Πιο συγκεκριμένα, το 47 % επί του συνόλου των του οικονομικά ενεργού πληθυσμού του Δήμου Μεγαρέων ασχολείται με τον τριτογενή τομέα, το 19 % με τον δευτερογενή και μόλις το 11 % με τον πρωτογενή τομέα.

Πίνακας 5.5. Κατανομή εργατικού δυναμικού ανά τομέα 2014.

Τομέας	Οικονομικά Ενεργός Πληθυσμός	Μη Οικονομικά Ενεργός Πληθυσμός
Πρωτογενής	1.621	21.865
Δευτερογενής	2.920	
Τριτογενής	7.153	
Άνεργοι	3.365	
Σύνολο	15.059	

Πηγή: : Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Δήμου Μεγαρέων 2015-2019

6. ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ

Για τον εντοπισμό των λατομείων στην περιοχή μελέτης χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές εικόνες “Landsat”, ανάλυσης 30 m. Η χρήση της αντικειμενοστρεφούς ανάλυσης στον εντοπισμό των λατομείων, εξυπηρέτησε στην όσο το δυνατόν καλύτερη ταξινόμηση των εικόνων.

6.1. Δεδομένα Μελέτης

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση της μελέτης καλύπτουν ένα μεγάλο μέρος του Δήμου Μεγαρέων. Η περιοχή αυτή βρίσκεται δυτικά του Νομού Αττικής και οι χρήσεις γης που εμφανίζονται στην περιοχή είναι τεχνητή επιφάνεια, γυμνό έδαφος, βλάστηση, θάλασσα, λατομεία και περιβάλλουσα περιοχή.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή της μεθόδου είναι:

- Δορυφορικές εικόνες “Landsat TM” με ημερομηνίες λήψης Μαΐος του 1986, Νοέμβριο του 2003
- Δορυφορική εικόνα “Landsat 8 OLI” με ημερομηνία λήψης 9 Ιουλίου 2015
- Δορυφορικές εικόνες του “Google Earth” για τις χρονικές στιγμές 2003 και 2015
- Ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DEM) από το κτηματολόγιο ακρίβειας 5 m

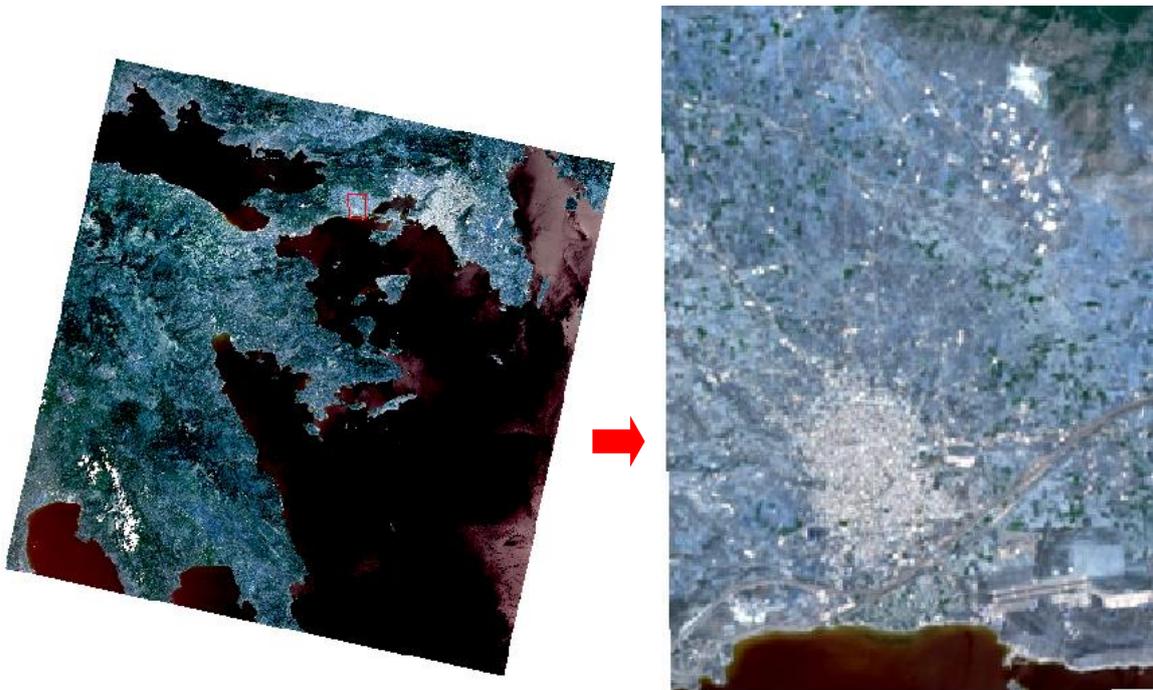
6.2 Απόκτηση Δεδομένων

Οι εικόνες 1986, 2003 προέρχονται από το θεματικό χαρτογράφο του δορυφόρου “Landsat 5 TM” ενώ του 2015 από το “Landsat 8 OLI/TIRS”. Η επιλογή και η απόκτηση των εικόνων έγινε ύστερα από την εγγραφή στην υπηρεσία GLOVIS (Global Visualization Viewer) του Αμερικάνικου Γεωλογικού Ινστιτούτου “United States Geological Survey - U.S.G.S” όπου είναι διαθέσιμες δωρεάν.

Και για τις τρεις εικόνες οι γήινες συντεταγμένες των αρχικών δεδομένων έχουν προέλθει από το ελλειψοειδές αναφοράς, όπως ορίζεται από το Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (WGS84). Στη συνέχεια, οι γήινες συντεταγμένες προβάλλονται σε δύο διαστάσεις σύμφωνα με την Παγκόσμια Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή (UTM) που αναπτύχθηκε από μηχανικούς στο Αμερικανικό Σώμα Στρατού. Η προβολή είναι σύμμορφη και διατηρεί τις γωνίες και τα σχήματα, ενώ παραμορφώνει τις αποστάσεις και τις

επιφάνειες.

Στη συνέχεια πραγματοποιείται ένωση των καναλιών των εικόνων με τη βοήθεια του εργαλείου “merge” από το μενού επιλογών Raster/ miscellaneous του λογισμικού Qgis. Τέλος, με τη βοήθεια του Qgis λαμβάνει χώρα η επιλογή της περιοχής μελέτης με περαιτέρω περικοπή των εικόνων από τις αρχικές τους διαστάσεις (Εικόνα 6.1).



Εικόνα 6.1. Επιλογή περιοχής μελέτης.

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

6.3 Προεπεξεργασία Δεδομένων

6.3.1 Γεωμετρική Διόρθωση

Σύμφωνα με την υπηρεσία GLOVIS, οι δορυφόροι Landsat 5 και 8 που χρησιμοποιήθηκαν παρέχουν γεωμετρικά διορθωμένες εικόνες από το 1984 με ενιαίο σύστημα συντεταγμένων και συγκεκριμένο προβολικό σύστημα ανά περιοχή. Η υπηρεσία GLOVIS παρέχει και τα μεταδεδομένα κάθε εικόνας ώστε να υπάρχει πλήρης αναφορά της επεξεργασίας που έχει υποστεί μια εικόνα αλλά και γενικά των ιδιοτήτων της.

6.3.2 Ραδιομετρική Διόρθωση

Τα μεταδεδομένα των εικόνων του Landsat 5 και Landsat 8 παρουσιάζονται στους

παρακάτω Πίνακες 6.1 και 6.2. Το χαρακτηριστικό που χρήζει ουσίας είναι «Data Type Level 1» που αναφέρεται στη ποιότητα των προϊόντων στο επίπεδο 1 και στην επεξεργασία που έχουν υποστεί. Αυτό λαμβάνει την τιμή L1T (Level 1T), υποδηλώνοντας ότι στα προϊόντα παρέχεται συστηματική και ραδιομετρική ακρίβεια συμπεριλαμβάνοντας σημεία επίγειου ελέγχου, τοπογραφικής ακρίβειας καθώς και το Ψηφιακό Μοντέλο Επιφανείας. Γενικά, η γεωδαιτική ακρίβεια του προϊόντος εξαρτάται από την ακρίβεια των διαθέσιμων επίγειων σημείων ελέγχου και από την ανάλυση του καλύτερου διατιθέμενου Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους που χρησιμοποιήθηκε.

Όταν η ποιότητα των εικόνων βαθμολογείται κοντά στο 9 και εμφανίζουν μικρότερο από 40% ποσοστό κάλυψης από σύννεφα, τότε γίνεται άμεσα η διαδικασία διόρθωσης, ενώ αν η νεφοκάλυψη είναι μεγαλύτερη τότε τα δεδομένα διατίθενται για επεξεργασία στο GLOVIS ή στον οργανισμό Earth Explorer. Αξίζει να σημειωθεί ότι η εικόνα του Landsat 8 είχε μια νεφοκάλυψη της τάξης του 0,34% ενώ οι εικόνες του Landsat 5 είχαν 0%. Οι εικόνες έχουν υποστεί τη διαδικασία διόρθωσης σύμφωνα με την υπόδειξη των μεταδεδομένων. Επιπροσθέτως δεν εμφανίστηκαν ανωμαλίες σε καμία. Η ποιότητα των δεδομένων εξαρτάται αφενός από τα σφάλματα που προέκυψαν κατά την επεξεργασία των αρχείων και αφετέρου από αυτά που προέκυψαν από το χειροκίνητο έλεγχο. Η τιμή 9 αντιστοιχεί σε άριστη ποιότητα, δηλαδή σε απουσία σφαλμάτων. Οι τιμές 7-8 αντιστοιχούν σε καλής ποιότητας δεδομένα, όπου εμφανίζονται μικρά έως ασήμαντα λάθη. Τιμές 5-6 σε μέτριας ποιότητας δεδομένα, ενώ οι τιμές 1-2 σε ιδιαίτερα κακής ποιότητας δεδομένα. Η τιμή 0 αντιστοιχεί σε έλλειψη τιμής. Οι ποιότητες των εικόνων αντιστοιχούν στη τιμή 9. Επίσης παρουσιάζεται το αζιμούθιο για τον ήλιο, όπου και στις τρεις εικόνες έχει θετική τιμή, το ύψος του ήλιου λαμβάνει θετικές τιμές, υποδεικνύοντας ότι η λήψη των εικόνων έγινε στη διάρκεια της ημέρας. Τέλος, δίνονται οι τιμές γεωγραφικού πλάτους και μήκους για τις ακραίες τιμές. Παρατηρείται πως όλες οι τιμές είναι θετικές που σημαίνει πως η εικόνα βρίσκεται Βορειοανατολικά σύμφωνα με το Σύστημα Αναφοράς που έχει οριστεί.

Πίνακας 6.1. Μεταδεδομένα δορυφορικής απεικόνισης Landsat 5 TM.

Χαρακτηριστικά Δεδομένων	Τιμές χαρακτηριστικών (2003)	Τιμές χαρακτηριστικών (1986)
Landsat Scene Identifier	LT51830342003285MTI01	LT51830341986142XXX05
Spacecraft Identifier	Landsat_5	Landsat_5
Sensor Mode	BUMPER	SAM
Station Identifier	MTI	TM
Day Night	Day	Day
WRS Path	183	183
WRS Row	34	34
Data Category	Nominal	Nominal
Data Acquired	12/10/2003	22/5/1986
Data type Level 1	L1T	L1T
Sensor Anomalies	N	N
Image Quality	9	9
Cloud Cover	0	0
Sun Elevation	40.41967973	59.7455632
Sun Azimuth	149.6740397	116.4539793
Corner Upper Left Latitude	38.43421	38.46194
Corner UpperLeft Longitude	21.80547	21.69575
Corner Upper Right Latitude	38.38476	38.41586
Corner Upper Right Longitude	24.49746	24.35812
Corner Lower Left Latitude	36.53611	36.57192
Corner Lower Left Longitude	21.78535	21.67842
Corner Lower Right Latitude	36.48992	36.52886
Corner Lower Right Longitude	24.41026	24.27465

Πίνακας 6.2. Μεταδεδομένα δορυφορικής απεικόνισης Landsat 8 OLI/TIRS.

Χαρακτηριστικά Δεδομένων	Τιμές χαρακτηριστικών (2015)
Landsat Scene Identifier	LC81830342015190LGN00
Spacecraft Identifier	Landsat_8
Sensor Mode	OLI/TIRS
Station Identifier	LGN
Day Night	Day
WRS Path	183
WRS Row	34
Data Acquired	9/7/2015
Data type Level 1	L1T
Sensor Anomalies	N
Image Quality OLI	9
Image Quality TIRS	9
Cloud Cover	0.34
Sun Elevation	65.78404843
Sun Azimuth	122.3690514
Corner Upper Left Latitude	38.53391
Corner UpperLeft Longitude	21.85133
Corner Upper Right Latitude	38.48563
Corner Upper Right Longitude	24.46795
Corner Lower Left Latitude	36.43575
Corner Lower Left Longitude	21.82785
Corner Lower Right Latitude	36.39097
Corner Lower Right Longitude	24.3725

6.4 Φωτοερμηνεία Πολυφασματικών Δεδομένων

Πριν από οποιαδήποτε εφαρμογή τεχνικής επεξεργασίας απαιτείται η επαρκής γνώση της περιοχής μελέτης. Στόχος λοιπόν του παρόντος υποκεφαλαίου είναι η δημιουργία προτύπων φωτοερμηνείας για τις Landsat εικόνες και ο συσχετισμός τους με τις επίσημες κατηγορίες όπως ορίζονται από το σύστημα χαρτογράφησης CORINE Land Cover. Η αναγνώριση των βασικότερων τύπων κάλυψης γης πρόεκυμε από το συνδιασμό της φωτοερμηνείας των δορυφορικών απεικονίσεων και εικόνων μεγάλης χωρικής ανάλυσης από το “Google Earth”. Στη συνέχεια έγινε συσχετισμός με την αναλυτικότερη βαθμίδα στην ιεραρχία των κατηγοριών του CORINE.

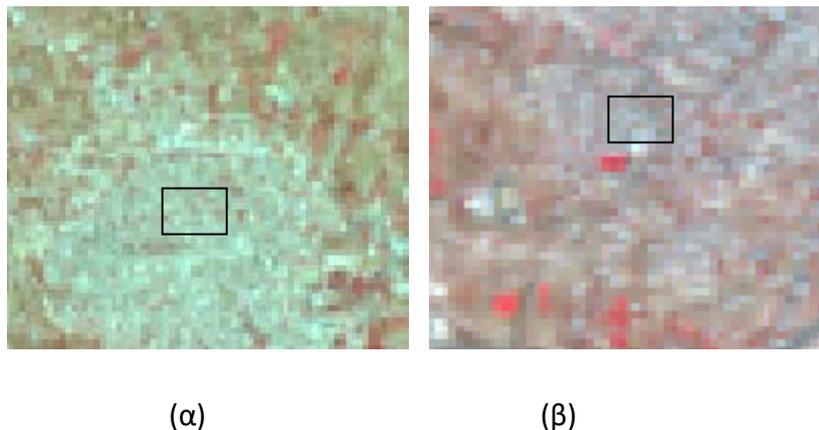
Το συγκεκριμένο σύστημα χαρτογράφησης διαθέτει πρότυπα των κατηγοριών σε εικόνες Landsat και με αυτό τον τρόπο γίνεται εφικτή η αντιστοίχιση. Σε ορισμένες περιοχές που η χρήση/κάλυψη γης δεν έχει μεταβληθεί έγινε χρήση του σχηματικού επιπέδου του CORINE 2000. Οι θεματικές κατηγορίες που εντοπίστηκαν στην απεικόνιση 2015, βάσει του εγχειριδίου του CORINE Land Cover, παρουσιάζονται παρακάτω:

Περιοχές συνεχούς και ασυνεχούς αστικής δόμησης (Κωδικοί 1.1.1 και 1.1.2): Στη συνεχή αστική δόμηση, το μεγαλύτερο μέρος της έκτασης της γης καλύπτεται από αστικές δομές και δίκτυα μεταφορών. Ειδικότερα, κτίρια, δρόμοι και ζώνες τεχνητών επιφανειών καλύπτουν περισσότερο από το 80% της συνολικής επιφάνειας. Εξαιρούνται οι μη γραμμικές ζώνες βλάστησης και το γυμνό έδαφος. Για να ξεχωρίσει ένας δρόμος ή ένας ποταμός πρέπει να έχει μεγάλο πλάτος, αλλιώς η περιοχή ταξινομείται ως ενιαία μονάδα συνεχούς αστικής δόμησης.

Η διάκριση της συνεχούς αστικής με την ασυνεχή αστική δόμηση είναι σε αρκετές περιπτώσεις δύσκολη, αλλά τα όρια μπορούν να τεθούν από την ύπαρξη και την επιφάνεια της βλάστησης. Στις περιοχές διακεκομμένης αστικής δόμησης τα κτίρια, οι δρόμοι και οι τεχνητές περιοχές δεν μπορούν να διαχωριστούν από περιοχές βλάστησης και γυμνού εδάφους, οι οποίες καταλαμβάνουν ασυνεχείς αλλά σημαντικές εκτάσεις επιφάνειας εδάφους. Συνήθως οι ασυνεχείς αστικές περιοχές βρίσκονται στα περίχωρα των αστικών κέντρων, ή αποτελούν τις αστικές περιοχές στις επαρχίες. Η κάλυψη από τεχνητές επιφάνειες για αυτή την κατηγορία κάλυψης γης κυμαίνεται από 50% μέχρι 80% της συνολικής επιφάνειας. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι παραπάνω κατηγορίες κάλυψης γης

για την δορυφορική εικόνα του 2015, από την οποία μπορούσε να γίνει έλεγχος από δορυφορική εικόνα μεγαλύτερης χωρικής διακριτικής ικανότητας “Google Earth”.

Χρησιμοποιήθηκε το έγχρωμο σύνθετο 4-3-2, που αναδεικνύει με κόκκινους τόνους τη βλάστηση, με αυτό τον τρόπο γίνεται διάκριση της συνεχούς αστικής δόμησης (Εικ. 6.2 α), με λευκό χρώμα και της μη συνεχούς, αφού η βλάστηση και το έδαφος κυριαρχούν στην επιφάνεια αυτή (Εικ. 6.2β). Σύμφωνα με αυτά τα φωτοερμηνευτικά πρότυπα, θα γίνει η φωτοερμηνεία αυτών των κατηγοριών και στις παλαιότερες δορυφορικές απεικονίσεις.

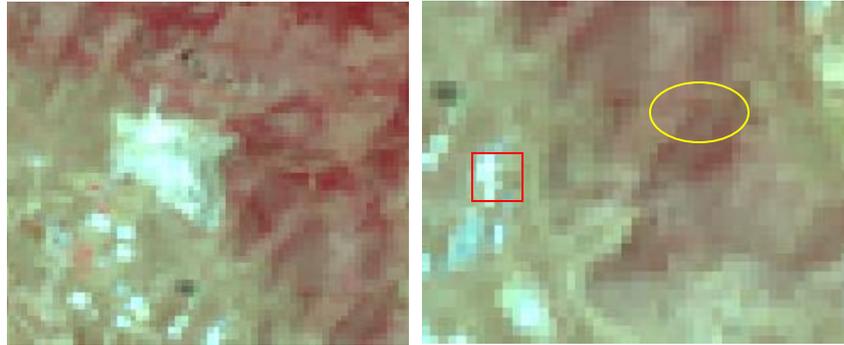


Εικόνα 6.2 Φωτοερμηνευτικά πρότυπα α) συνεχούς, β) μη συνεχούς αστικής δόμησης.

Βιομηχανικές ή εμπορικές μονάδες (κωδικός 1.2.1): Οι τεχνητές αυτές περιοχές αποτελούνται κυρίως από τσιμέντο, άσφαλο και σταθεροποιημένο έδαφος με ή χωρίς ενδείξεις βλάστησης και γυμνού εδάφους ή άλλων κατασκευών που συνήθως γειτνιάζουν σε αυτές (πχ χώροι στάθμευσης) (Εικ. 6.3 α). Συνήθως η έκτασή τους είναι μεγαλύτερη από 25 εκτάρια.

Οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα (κωδικός 1.2.2): Σε αυτή την κατηγορία υπάγονται οι αυτοκινητόδρομοι και οι σιδηροδρομικοί άξονες συμπεριλαμβανομένης και της γειτνιάζουσας γης (Εικ. 6.3β). Το ελάχιστο πλάτος για την ταξινόμησή τους είναι περίπου τα 100 m, αυτό πάντα δεν είναι εφικτό. Στην κατηγορία αυτή συνήθως περιλαμβάνονται ανισόπεδοι κόμβοι με την γειτνιάζουσα υποδομή και βλάστηση καθώς και διάφορου διαλογής περιβάλλοντος χώρου.

οργανωμένη γη χωρίς παραγόμενη κάλυψη από βλάστηση κατά την ημερομηνία λήψης της δορυφορικής εικόνας (Εικ. 6.5 β). Δεν περιλαμβάνει μόνιμους βοσκότοπους. Είναι ιδιαίτερα δύσκολος ο διαχωρισμός από τις κατηγορίες 2.1.2 (μόνιμα αρδευόμενη γη), 2.3.1 (βοσκότοποι), 2.4.1 (ετήσιες καλλιέργειες σε συνδυασμό με μόνιμες καλλιέργειες) και 2.4.4 (γεωργικό-δασικές περιοχές) (European Environment Agency).



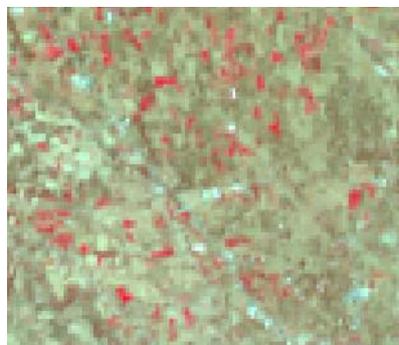
(α)

(β)

Εικόνα 6.5. Φωτοερμηνευτικά πρότυπα α) χώρων εξόρυξης και β) μη αρδεύσιμης αρδύσιμης γης (κόκκινο τετράγωνο) και βοσκότοπων (κίτρινη έλλειψη).

Οπωροφόρα και καρποφόρα δέντρα (κωδικός 2.2.2): Πρόκειται για αγροτεμάχια στα οποία ευδοκιμούν οπωροφόρα δέντρα (μεμονωμένα ή μικτά είδη) ή ακόμα και θάμνοι που γειτνιάζουν με μόνιμες εκτάσεις μικρής βλάστησης. Εδώ υπάγονται οι καστανιές αλλά και οι καρυδιές. Για να αναγνωριστούν δεν αρκεί μόνο μια δορυφορική εικόνα, αλλά και συμπληρωματικά δεδομένα όπως αεροφωτογραφίες ή και τοπογραφικοί χάρτες.

Ελαιώνες (2.2.3): Περιοχές φυτεμένες με ελαιόδενδρα, περιλαμβανομένων αυτών με μίξη ελαιόδενδρων και αμπελιών στο ίδιο αγροτεμάχιο (Εικ. 6.6).

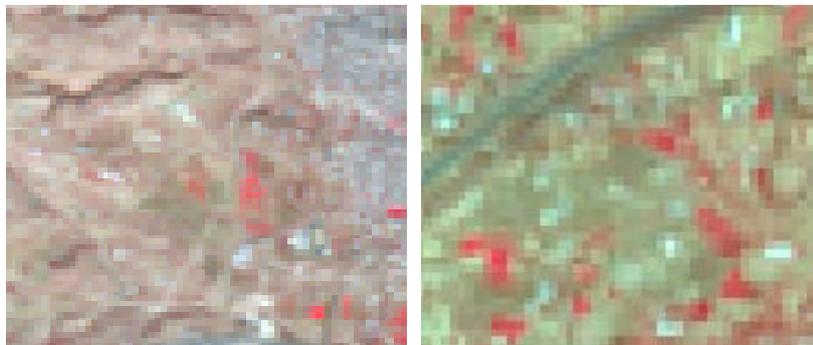


Εικόνα 6.6 Φωτοερμηνευτικά πρότυπα ελαιώνων.

Λιβάδια, βοσκότοποι (κωδικός 2.3.1): Οι βοσκότοποι αποτελούνται από πυκνή κάλυψη από γρασίδι-χορτάρια, ή από συνθέσεις λουλουδιών. Η φασματική υπογραφή τους εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του εδάφους όπως για παράδειγμα η υγρασία. Συνήθως βρίσκονται πλησίον κατοικημένων περιοχών και αυτή είναι και η βασική τους διαφορά από τα φυσικά λιβάδια 3.2.1.

Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας (κωδικός 2.4.2): Παράθεση μικρών γεωτεμαχίων ποικίλων ετήσιων καλλιεργειών, βοσκοτόπων και/ή μόνιμων καλλιεργειών (Εικ. 6.7 α).

Φυσικοί βοσκότοποι (κωδικός 3.2.1): Πρόκειται για λιβάδια με χαμηλή παραγωγικότητα. Συχνά βρίσκονται σε ανώμαλες επιφάνειες και πολλές φορές περιλαμβάνουν και βραχώδης εκτάσεις γης (Εικ. 6.7β). Βρίσκονται ως επί τω πλείστον κοντά σε περιοχές έντονης γεωργικής δραστηριότητας. Οι αεροφωτογραφίες βοηθούν στην διάκρισή τους από τις αμιγώς βραχώδεις εκτάσεις (γυμνοί βράχοι 3.3.2) και 3.2.2 (θάμνοι και χερσότοποι). Χαρακτηριστικό είναι επίσης το γνώρισμα ότι δεν υπάρχουν όρια γεωτεμαχίων και γενικά υπάρχει μεγάλο εύρος τόνων ανακλαστικότητας ανάλογα με τη βλάστηση.



(α)

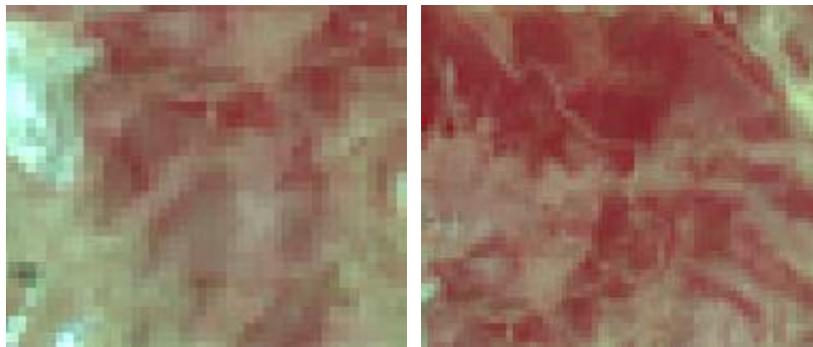
(β)

Εικόνα 6.7. Φωτοερμηνευτικά πρότυπα α) σύνθετων συστημάτων καλλιέργειας και β) φυσικών βοσκότοπων.

Σκληροφυλλική βλάστηση (κωδικός 3.2.3): Πρόκειται για θαμνώδη βλάστηση που συμπεριλαμβάνει δύο είδη. Το πρώτο είδος εμφανίζεται ως πυκνή βλάστηση και αποτελείται από πολλούς θάμνους και καλύπτει πυριτικά πετρώματα της Μεσογείου.

Μερικά είδη είναι βελανιδιές, αγριελιές, κουμαριές, κέδροι και χαμηλά ρείκια. Το δεύτερο είδος εδαφοκάλυψης αποτελείται από πιο αραιούς θάμνους και εμφανίζεται κυρίως σε ασβεστολιθικά οροπέδια. Εδώ ανήκει το πουρνάρι, η δρυς, η λεβάντα, το θυμάρι, ενώ μπορεί να εμφανίζονται και μεμονωμένα δέντρα. Ενδείκνυται η χρήση αεροφωτογραφιών και δασικών χαρτών για να γίνει η διάκρισή τους από τα δάση της Μεσογείου (Εικ. 6.8 α). Επίσης χρήσιμος είναι και ο δείκτης βλάστησης (European Environment Agency).

Μεταβατικές δασώδεις-θαμνώδεις εκτάσεις (κωδικός 3.2.4): Πρόκειται για θαμνώδη και ποώδη βλάστηση με διάσπαρτα δέντρα. Μπορεί να αντιπροσωπεύει την υποβάθμιση ενός δασικού οικοσυστήματος ή την αναγέννηση ενός δάσους. Οι μεταβατικές εκτάσεις εμφανίζονται σε ασβεστολιθικά πετρώματα. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει περιοχές που υπόκεινται σε διάβρωση ή όταν τα φυτά έχουν κάποια ασθένεια. Σε άλλες περιπτώσεις περιλαμβάνει περιοχές που αναδασώνονται. Αν η αναδάσωση είναι φυσική αυτό σημαίνει ότι θα υπαχθούν στις δύο προηγούμενες κατηγορίες. Επειδή η ανίχνευσή τους στις δορυφορικές εικόνες (Εικ. 6.8β) είναι δύσκολες, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και ο περιβάλλον χώρος (περιοχές διάβρωσης, απόκρημνες πλαγιές, αγρανάπαυση).



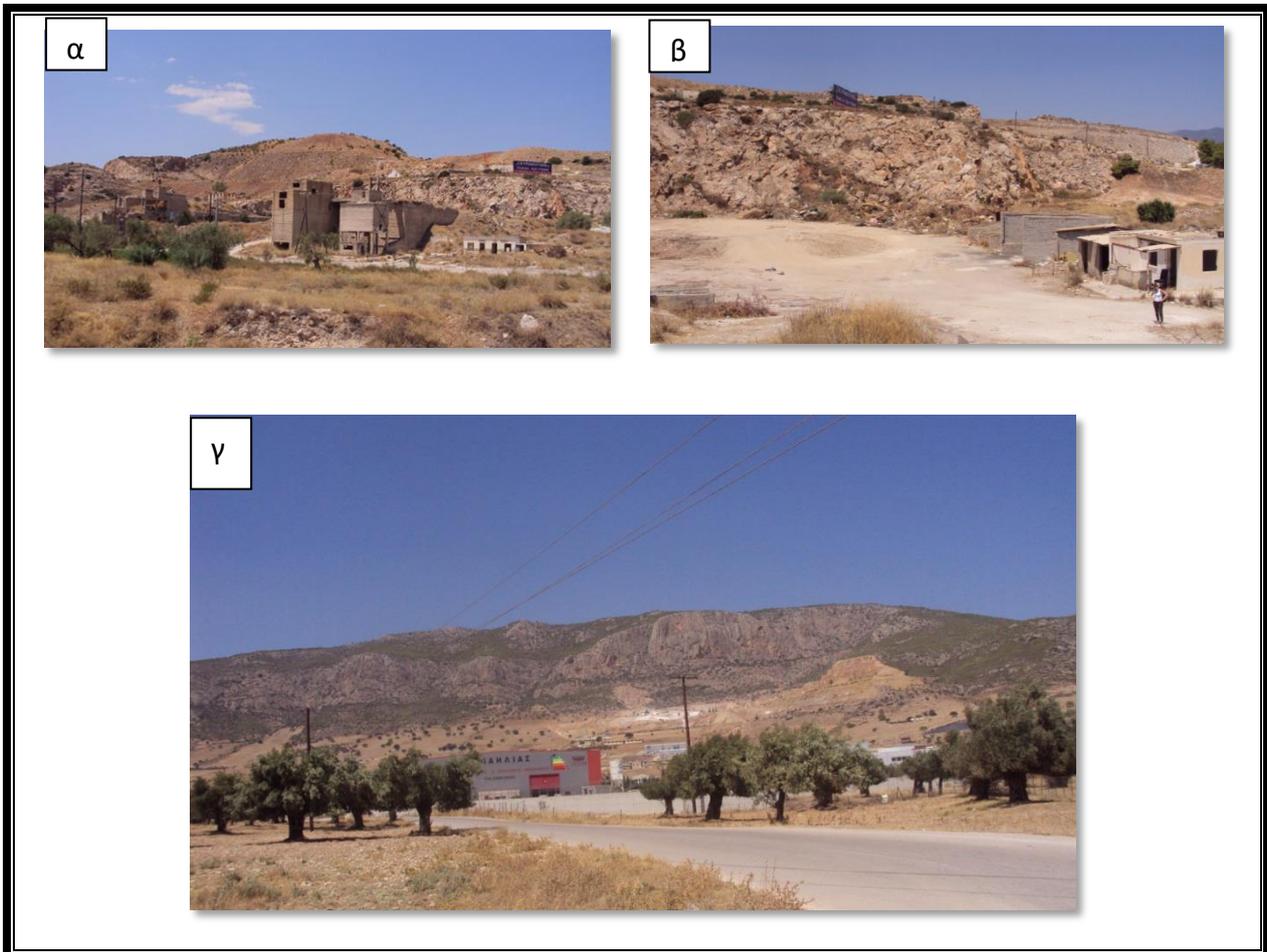
Εικόνα 6.8. Φωτοερμηνευτικά πρότυπα α) σκληροφυλλικής βλάστησης και β) μεταβατικών δασωδών - θαμνωδών εκτάσεων.

6.5 Ταξινόμηση με αντικειμενοστρεφή προσέγγιση

Τα τηλεπισκοπικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη και η ανάγκη ταξινόμησης των λατομείων που υπάρχουν στην περιοχή, οδήγησαν στην χρήση αντικειμενοστρεφούς ανάλυσης για την εξαγωγή καλύτερων αποτελεσμάτων. Παρακάτω περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία χρήσης αντικειμενοστρεφούς ανάλυσης για την

ταξινόμηση των λατομείων στην περιοχή.

Ένας από τους στόχους της μελέτης είναι ο εντοπισμός των λατομείων στο Δήμο Μεγαρέων. Για την πραγματοποίηση του στόχου εντοπίστηκαν τα λατομεία, έπειτα από επιτόπια έρευνα (Εικ. 6.9 α,β,γ).



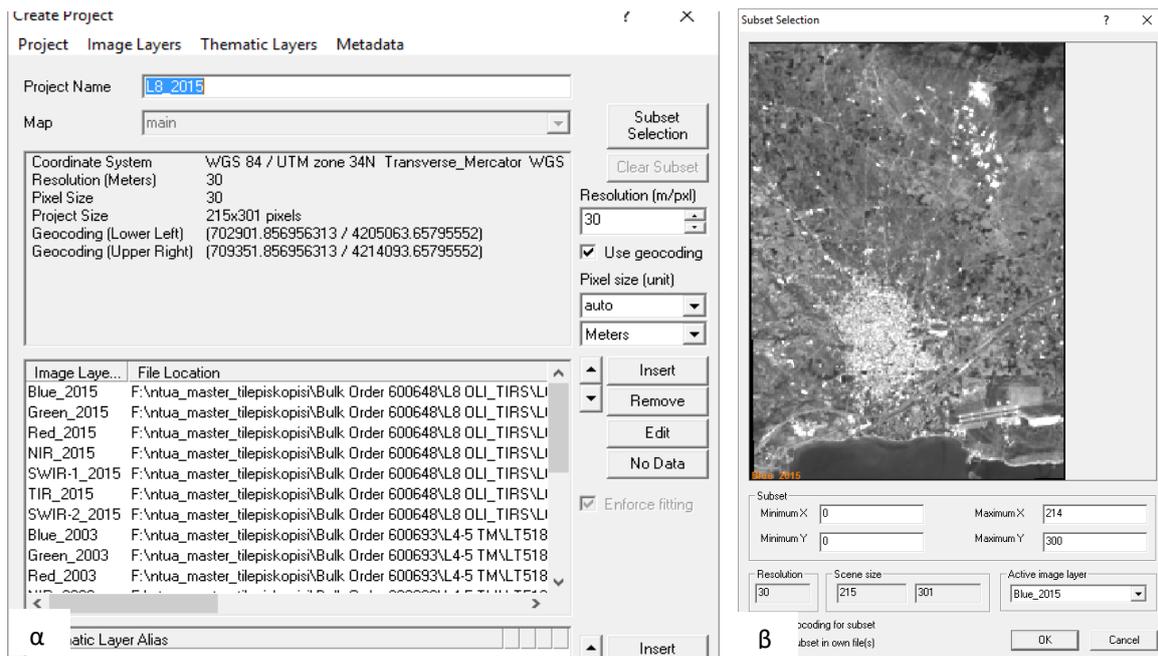
Εικόνα 6.9. Φωτογραφίες α,β) ανενεργών λατομείων στη λατομική περιοχή, όπου διακρίνονται τα κτίρια επεξεργασίας υλικού και γ) ενεργό λατομείο ανακύκλωσης υλικού.

Αρχικά τα ανενεργά λατομεία εντοπίστηκαν κατά μήκος της παλιάς εθνικής οδού Αθηνών Κορίνθου και της νέας οδού, ενώ το ενεργό λατομείο εντοπίστηκε στα βορειοανατολικό τμήμα του Δήμου Μεγαρέων.

6.5.1. Ταξινόμηση Εικόνων Landsat TM/OLI

Το πρώτο βήμα στο λογισμικό Ecognition είναι η δημιουργία ενός 'project' με τις εικόνες από τα επτά κανάλια που αντιστοιχούν σε κάθε χρονολογία. Άρα συνολικά

δημιουργήθηκαν 3 “projects”. Στη συνέχεια, προστέθηκαν στα ‘projects’ τρία ακόμα επίπεδα, τα DEM, Slope και Aspect, με μορφή ψηφιδωτών (raster) εικόνων. Η ψηφιακή τιμή κάθε εικονοστοιχείου αναφέρεται στο αζιμούθιο (0° - 360°), στο Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (υψόμετρα) και στο μοντέλο κλίσεων του εδάφους (%), αντίστοιχα (Εικ. 6.10). Η χωρική ανάλυση και των τριών επιπέδων ήταν στα 30 m.



Εικόνα 6.10. Δημιουργία “Project” και ορισμός αλληλουχίας των καναλιών, β) ορισμός υποπεριοχής «Λατομική περιοχή» του Δήμου Μεγαρέων.

6.5.1.1 Κατάτμηση πολλαπλής ανάλυσης της απεικόνισης

Για την επίτευξη του στόχου της έρευνας καθορίστηκε η κατάλληλη κατάτμηση της εικόνας. Κυρίαρχος σκοπός της κατάτμησης είναι ο εντοπισμός πρωτογενών αντικειμένων και η επίτευξη του ιεραρχικού δικτύου, ώστε να προκύψουν τα επίπεδα κατάτμησης. Οι δοκιμές έγιναν με αλλαγές της κλίμακας των αντικειμένων, του σχήματος τους, της ομαλότητας των ορίων τους και του βαθμού βαρύτητας των φασματικών τους υπογραφών.

Η πολλαπλή κατάτμηση καθορίστηκε σε μια ιεραρχία τριών επιπέδων. Για τη δημιουργία της χρησιμοποιήθηκε ο αλγόριθμος κατάτμησης πολλαπλής ανάλυσης “*Multiresolution Segmentation*”. Το πρώτο επίπεδο “*Level 1*” αποτελεί το επίπεδο με τη μικρότερη κλίμακα κατάτμησης στο οποίο δημιουργούνται τα μικρότερα αντικείμενα για τον εντοπισμό

λεπτομερών χαρακτηριστικών της εικόνας. Το επίπεδο αυτό δημιουργήθηκε με σκοπό τον εντοπισμό της βλάστησης που επικρατεί στην περιοχή. Οι κατηγορίες που ταξινομήθηκαν στο επίπεδο αυτό είναι η τεχνητή επιφάνεια, η άγονη γη, βλάστηση και θάλασσα. Τα υπόλοιπα επίπεδα διαμορφώνονται πάνω από το πρώτο “*Create above*”.

Το τρίτο επίπεδο (Level 3) παράγεται από επέκταση του δεύτερου και δημιουργήθηκε για να διακρίνει τα λατομεία και τις περιοχές που τα περιβάλλουν. Οι κατηγορίες οι οποίες ταξινομήθηκαν στο επίπεδο αυτό είναι τα λατομεία, η περιβάλλουσα περιοχή της εξόρυξης των πετρωμάτων και η θάλασσα. Στο δεύτερο επίπεδο (Level 2) πραγματοποιήθηκε η προβολή του αποτελέσματος των επιπέδων ένα και τρία προκειμένου να αναπτυχθεί η τελική ταξινόμηση.

Τα αντικείμενα του κάθε επιπέδου προέρχονται από ειδική κλίμακα, την κατάλληλη συμμετοχή του σχήματος και πόσο συμπαγές είναι, έτσι ώστε να αντιπροσωπεύουν καλύτερα τις διαφορετικές κατηγορίες. Η ανάλυση όλων των καναλιών που εμπεριέχονται στην εικόνα είναι η ίδια, οπότε καθορίζεται η ίδια τιμή βαρύτητας, να είναι 1, εξαίρεση αποτελεί το θερμικό υπέρυθρο (TIR). Στην εικόνα επίσης είναι ενσωματωμένο το Ψηφιακό Μοντέλο Επιφάνειας της περιοχής (DEM), οι κλίσεις και ο προσανατολισμός πρανών τα οποίο διαθέτουν 3 κανάλια που δεν συμμετέχουν στη διαδικασία της κατάτμησης, οπότε τους δίνεται η τιμή 0.

Η κατάτμηση του 1^{ου} επιπέδου αποτελεί το χαμηλότερο επίπεδο δημιουργίας αντικειμένων σύμφωνα με το οποίο καθορίστηκαν οι υψηλότερες κατατμήσεις με τα μεγαλύτερα αντικείμενα. Σκοπός της κατάτμησης αυτής είναι ο εντοπισμός της βλάστησης έτσι ώστε να εξαιρούνται οι περιοχές αυτές εξαρχής από την υπόλοιπη εικόνα και στη συνέχεια να προβάλλεται σε επίπεδα μεγαλύτερης κλίμακας. Η προβολή πραγματοποιείται όταν ορίσουμε την επιθυμητή συνάρτηση συμμετοχής καθώς και τα όρια της ασαφούς ζώνης ανάλογα με το ποσοστό της βλάστησης ώστε να καλύπτεται από τα υπό-αντικείμενα ενός αντικειμένου και να θεωρείται βλάστηση.

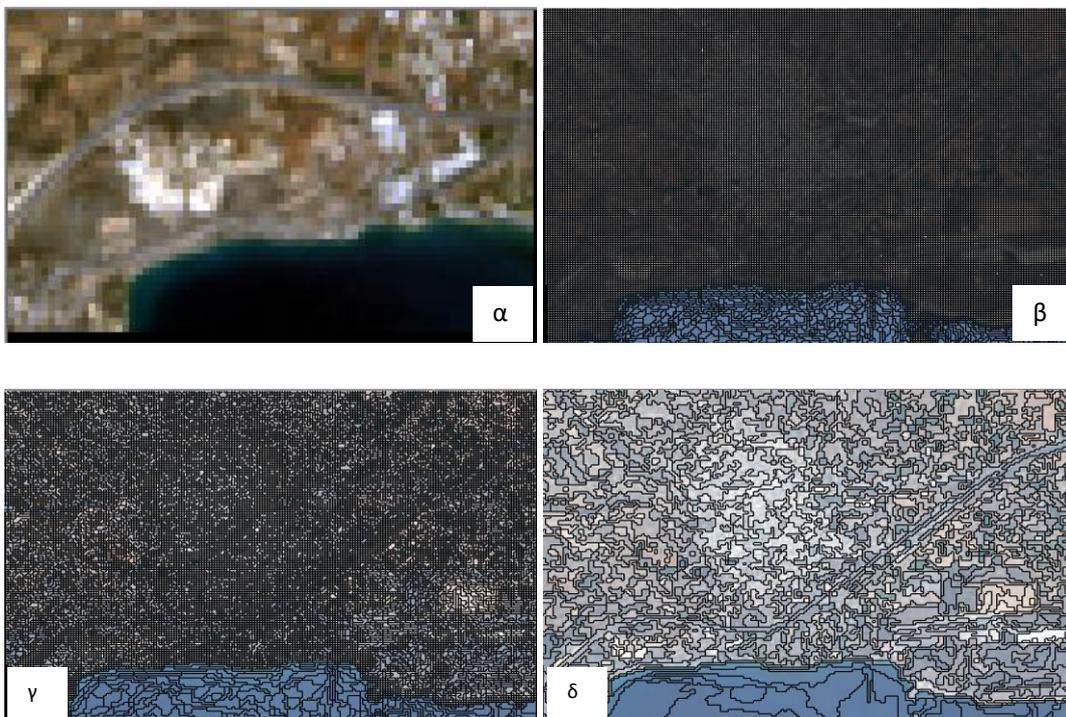
Στο δεύτερο επίπεδο θα προβληθούν κατηγορίες από τα επίπεδα ανώτερης και κατώτερης κλίμακας, με σκοπό τη βέλτιστη ταξινόμηση λατομικών περιοχών. Λόγω της χωρικής ανάλυσης των εικόνων, η κλίμακα πρέπει να είναι τόσο ώστε να δημιουργηθούν σωστά τα

πρωτογενή αντικείμενα. Τέλος, στο τρίτο επίπεδο γίνεται κατάτμηση σε μεγάλη κλίμακα για την εξαγωγή μεγάλων συμπαγών αντικειμένων. Μεγαλύτερη έμφαση δίνεται στο χρώμα, ενώ από τις παραμέτρους του σχήματος, στο συμπαγές των αντικειμένων.

Οι παράμετροι και τα κριτήρια της κατάτμησης κάθε επιπέδου συνοψίζονται στον Πίνακα 6.3. Απεικόνιση των αντικειμένων των επιπέδων φαίνονται στην Εικόνα 6.11.

Πίνακας 6.3. Παράμετροι κατάτμησης ανά επίπεδο

Επίπεδο	Παράμετροι				
	Scale	Colour	Shape	Smoothness	Compactness
1	3	0.9	0.1	0.7	0.3
2	10	0.7	0.3	0.7	0.3
3	40	0.7	0.3	0.5	0.5



Εικόνα 6.11. Επίπεδα κατάτμησης, (α) τμήματος εικόνας της λατομικής περιοχής, μεγέθυνση εικόνας και απεικόνιση αντικειμένων στο (β) Level 1, (γ) Level 2, (δ) Level 3.

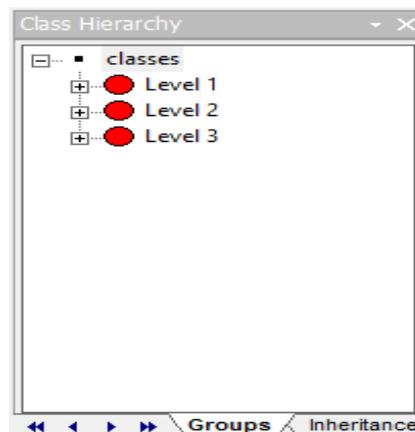
Γενικά, οι ταξινομήσεις των εικόνων στο λογισμικό eCognition πραγματοποιήθηκαν με εφαρμογή αποκλειστικά κανόνων και χωρίς δειγματοληψία. Το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, διότι η βάση γνώσης που εφαρμόστηκε σε κάθε περίπτωση, δεν συμπεριλαμβάνει ως ταξινομητή τον Εγγύτερο Γείτονα και συνεπώς αναμένονται καλύτερα αποτελέσματα κατά την αποτίμηση της ακρίβειας της ταξινόμησης.

6.5.2 Ταξινόμηση Επιπέδων Κατάτμησης για την Εικόνα 2015 Landsat 8/OLI

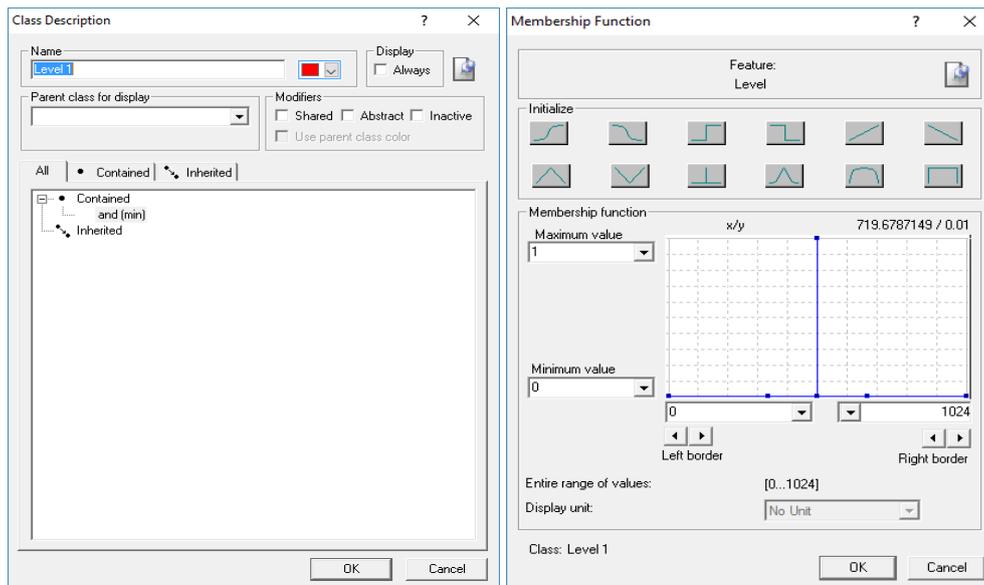
Επισημαίνεται ότι η διαδικασία της ταξινόμησης θα παρουσιαστεί αναλυτικά για την εικόνα του 2015, ενώ για τις προηγούμενες απεικονίσεις θα παρουσιαστούν οι πίνακες των κανόνων των κατηγοριών με τις συναρτήσεις συμμετοχής και τα ασαφή όρια.

Πριν την ταξινόμηση ορίζεται ένα επίπεδο ως μια κατηγορία με συνάρτηση συμμετοχής ως προς τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων. Αυτό πραγματοποιείται μέσω της βιβλιοθήκης ιεραρχίας των αντικειμένων. Το όνομα του κάθε επιπέδου ορίζεται από τις κατατμήσεις που είχαν προηγηθεί (πχ Level 1, Level 2 κλπ). Δημιουργώντας συνολικά 3 διαφορετικά επίπεδα. Στις Εικόνες 6.12, 6.13 παρουσιάζεται η ιεραρχία των επιπέδων και ενδεικτικά η συνάρτηση συμμετοχής για το πρώτο επίπεδο.

Σε όλες τις κατηγορίες του κάθε επιπέδου που περιγράφονται από μια συνάρτηση, έχει χρησιμοποιηθεί ο λογικός τελεστής 'AND' και συνεπώς, σε κάθε περίπτωση ο αλγόριθμος της ταξινόμησης επιλέγει την ελάχιστη τιμή των κριτηρίων (τομή).



Εικόνα 6.12. Ιεραρχία επιπέδων.



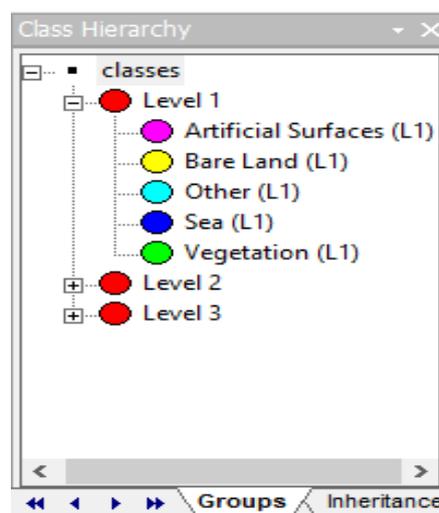
(α)

(β)

Εικόνα 6.13. (α) Επιλογή χαρακτηριστικού ιεραρχίας για την περιγραφή κάθε επιπέδου, (β) Ορισμός συνάρτησης συμμετοχής της απόλυτης ταύτισης κάθε επιπέδου με αριθμό.

6.5.2.1 Ταξινόμηση 1ου επιπέδου

Στην Εικόνα 6.14 και στον Πίνακα 6.4 παρατίθενται για κάθε κατηγορία του επιπέδου, τα χαρακτηριστικά που επιλέγονται να περιγράψουν κάθε κατηγορία, δηλαδή οι κανόνες, καθώς και οι συναρτήσεις συμμετοχής με τα όρια της ασαφούς ζώνης που ορίζονται για κάθε χαρακτηριστικό

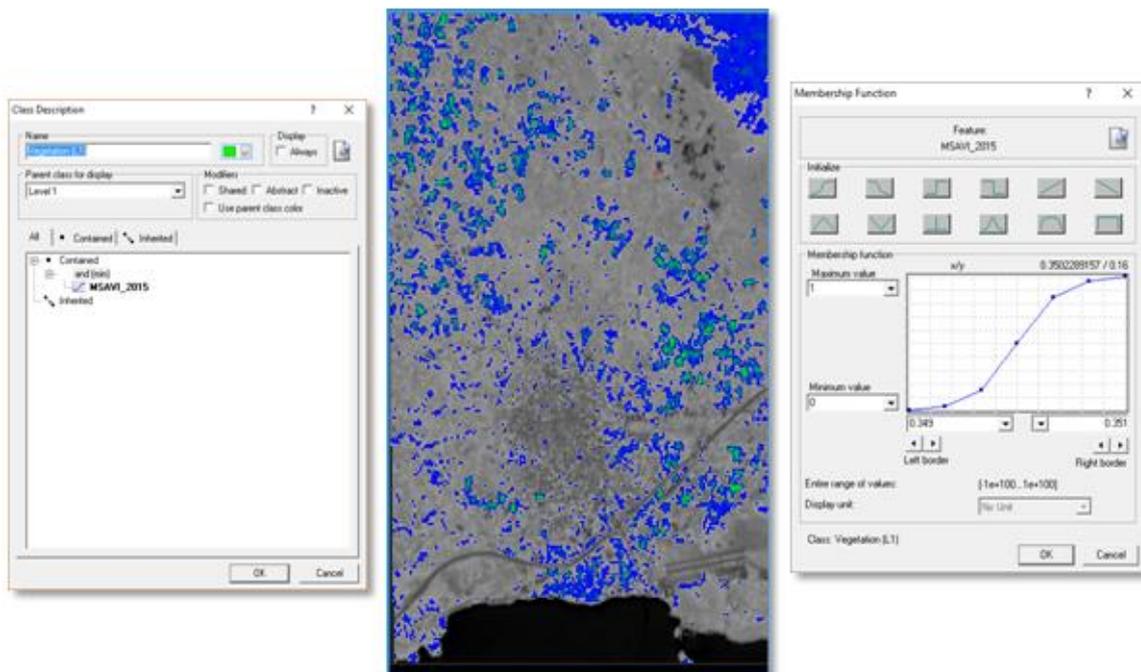


Εικόνα 6.14. Ιεραρχία 1^{ου} επιπέδου της εικόνας του 2015.

Πίνακας 6.4. Ιεραρχία κατηγοριών για το πρώτο επίπεδο (L1) της εικόνας 2015.

Level	Κατηγορία	Τελεστής	Κανόνας	Συνάρτηση Συμμετοχής	Αριστερό Όριο	Δεξί Όριο
1	Vegetation (L1)		MSAVI ₂		0.349	0.351
	Sea (L1)		NDWI		0	0.1
	Artificial Surface (L1)	and	NDBBBI		-0.3	-0.2
			mean dif. to scene blue		260	280
			mean dif. to scene SWIR-1		8450	8470
	Bare Land (L1)	and	EBBI		0.85	0.92
			not Vegetation (L1)			
	other (L1)	and	not Vegetation (L1)			
			not Sea (L1)			
			not bareland (L1)			
not Artificial Surface (L1)						

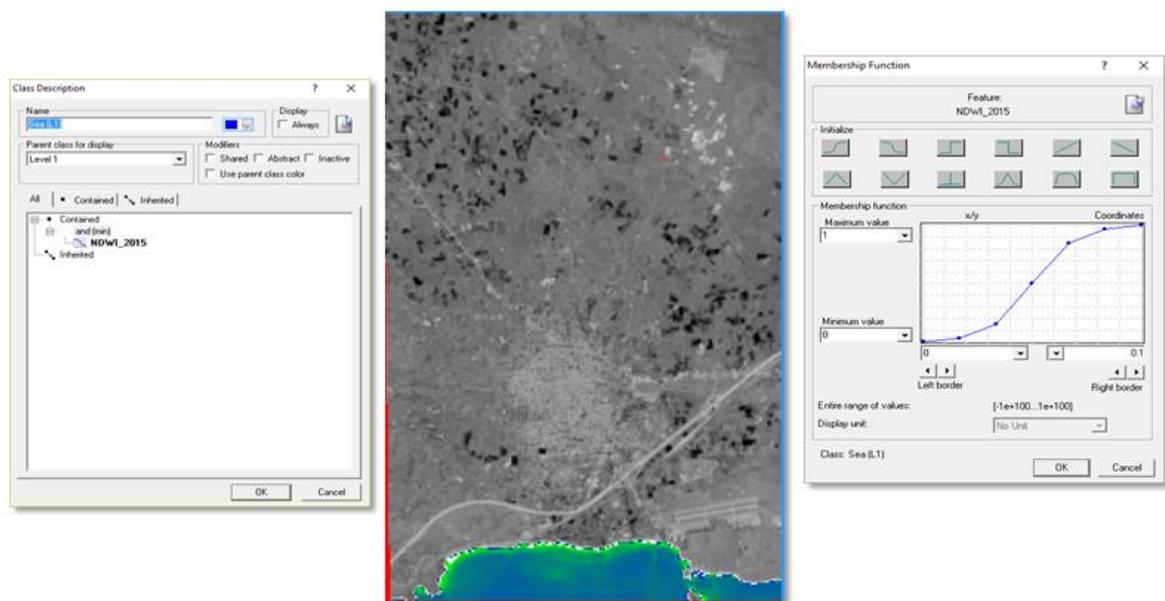
Για την ταξινόμηση της βλάστησης “Vegetation” χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης “MSAVI”. Ο δείκτης αυτός είναι κατάλληλος για τον προσδιορισμό της. Οι τιμές ασάφειας που δόθηκαν στο δείκτη “MSAVI” για την εξαγωγή της βλάστησης είναι **0,349** έως **0,351** με συνάρτησης της μορφής S θετικής κλίσης (Εικ. 6.15).



Εικόνα 6.15. (α) Εικόνα της βλάστησης σε όλο το εύρος της εικόνας με την εφαρμογή του δείκτη βλάστησης ‘MSAVI’ στις τιμές ασάφειας 0,349 έως 0.351 με συνάρτηση της μορφής S θετικής κλίσης.

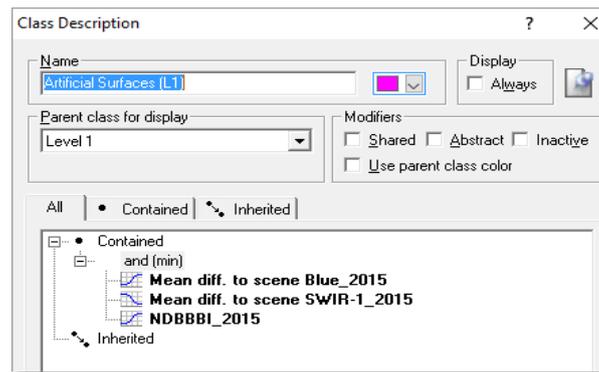
Με λίγα λόγια η συνάρτηση αυτή υποδηλώνει ότι όταν ένα αντικείμενο έχει τιμή “*MSAVI*” μικρότερη από 0,349 τότε δεν διεκδικείται από την κατηγορία της βλάστησης, ενώ για τιμή μεγαλύτερη από 0,351 τότε το αντικείμενο ταξινομείται ως βλάστηση. Μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής τα αντικείμενα ταξινομούνται σύμφωνα με την συνάρτηση συμμετοχής τύπου ‘*S*’ και στην μέση της ασαφούς ζώνης η συνάρτηση συμμετοχής επιστρέφει την τιμή 0,5.

Για την ταξινόμηση της θάλασσας “*Sea*” χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης “*NDWI*”. Ο δείκτης αυτός είναι κατάλληλος για τον προσδιορισμό των υδάτινων στοιχείων. Οι τιμές ασάφειας που δόθηκαν στο δείκτη “*NDWI*” για την εξαγωγή της θάλασσας είναι **0** έως **0,1** με συνάρτησης της μορφής *S* θετικής κλίσης (Εικ. 6.16).



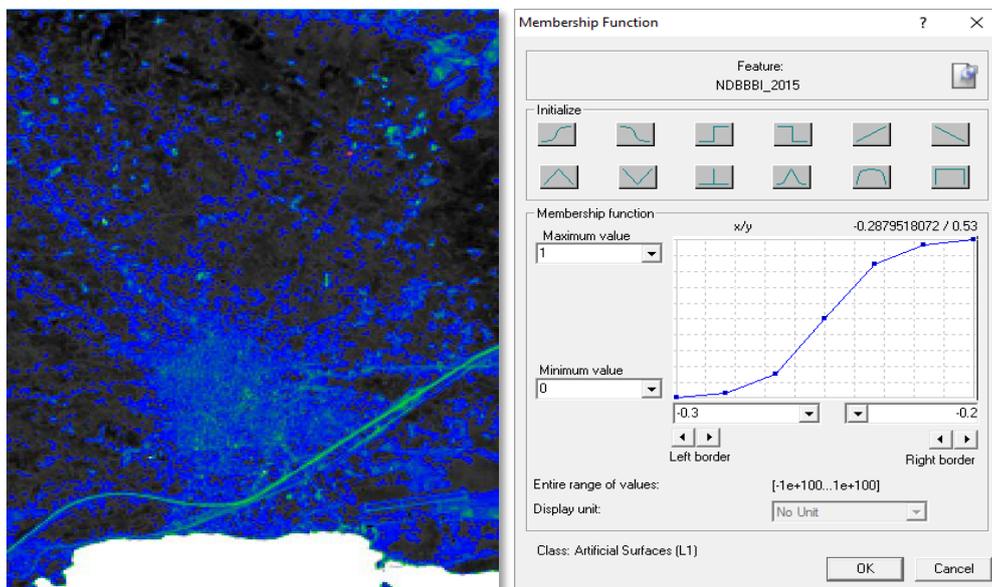
Εικόνα 6.16. (α) Εικόνα της θάλασσας σε όλο το εύρος της εικόνας με την εφαρμογή του δείκτη ‘*NDWI*’ στις τιμές ασάφειας 0 έως 0.1 με συνάρτησης της μορφής *S* θετικής κλίσης

Η ταξινόμηση της τεχνητής επιφάνειας “*Artificial Surface*” επιτεύχθηκε έπειτα από δοκιμές που έγιναν, ο πιο κατάλληλος συνδυασμός για την εξαγωγή της ήταν ο συνδυασμός του δείκτη δόμησης “*NDBBBI*”, διαφορά από τη μέση τιμή της εικόνας στο μπλε κανάλι “*mean dif. to scene blue*” και της διαφοράς από τη μέση τιμή της εικόνας στο μέσο υπέρυθρο κανάλι “*mean dif. to scene SWIR-1*” (Εικ. 6.17).



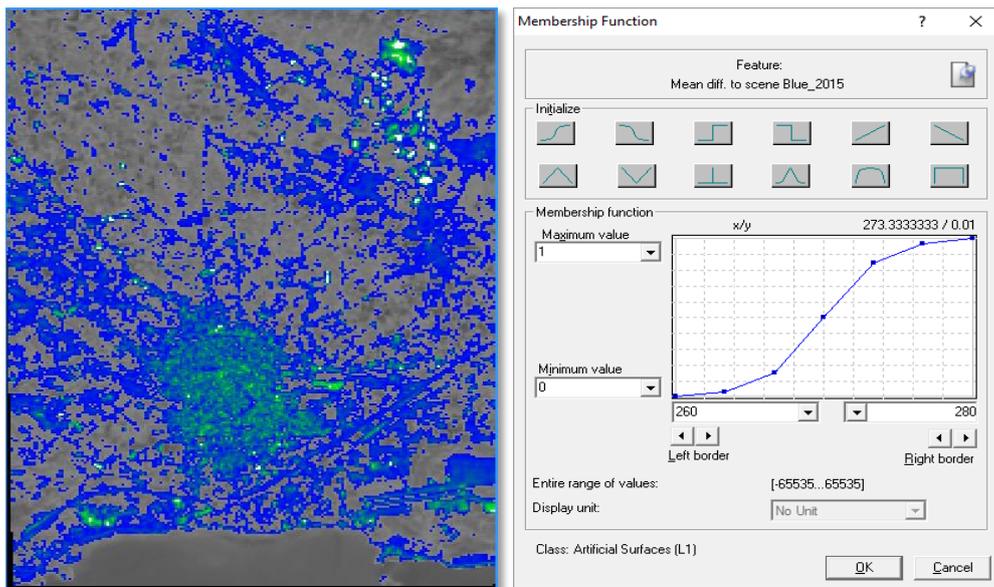
Εικόνα 6.17. Περιγραφή των χαρακτηριστικών που εκφράζουν την τεχνητή επιφάνεια “Artificial Surface (L1)”.

Οι τιμές ασάφειας του δείκτη δόμησης “NDBBBI” είναι **-0,3** έως **-0,2** με συνάρτηση της μορφής S θετικής κλίσης (Εικ. 6.18).



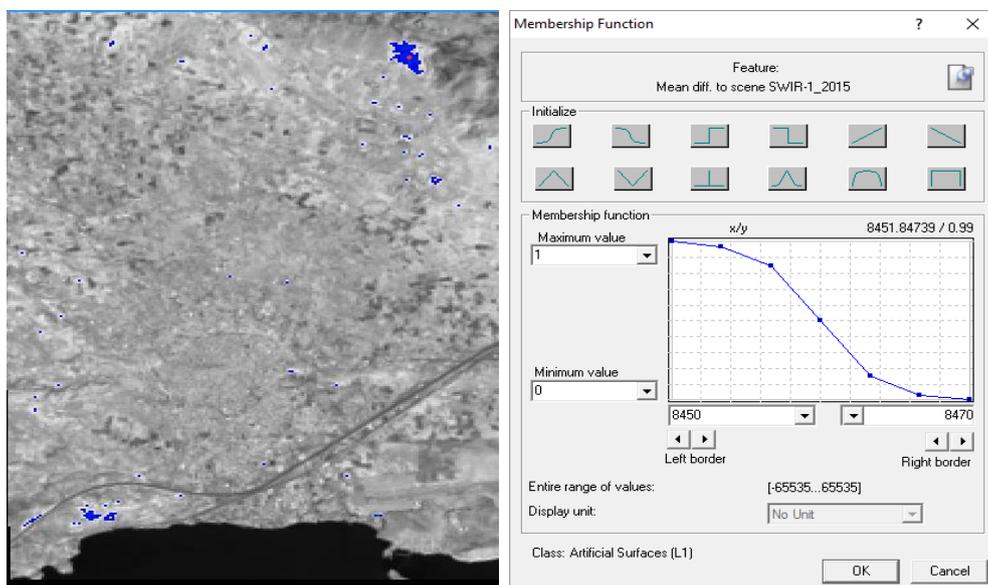
Εικόνα 6.18. Εικόνα της τεχνητής επιφάνειας σε όλο το εύρος της εικόνας με την εφαρμογή του δείκτη «NDBBBI» στις τιμές ασάφειας **-0,3** έως **-0,2** με συνάρτηση της μορφής S θετικής κλίσης.

Οι τιμές ασάφειας της διαφοράς από τη μέση τιμή της εικόνας στο μπλε κανάλι (*mean dif. to scene blue*)» είναι **260** έως **280** με συνάρτηση της μορφής S θετικής κλίσης (Εικ. 6.19).



Εικόνα 6.19. Εικόνα της τεχνητής επιφάνειας σε όλο το εύρος της εικόνας με την διαφορά από τη μέση τιμή της εικόνας στο μπλε κανάλι «*mean dif. to scene blue*» στις τιμές ασάφειας 260 έως 280 με συνάρτηση της μορφής S θετικής κλίσης.

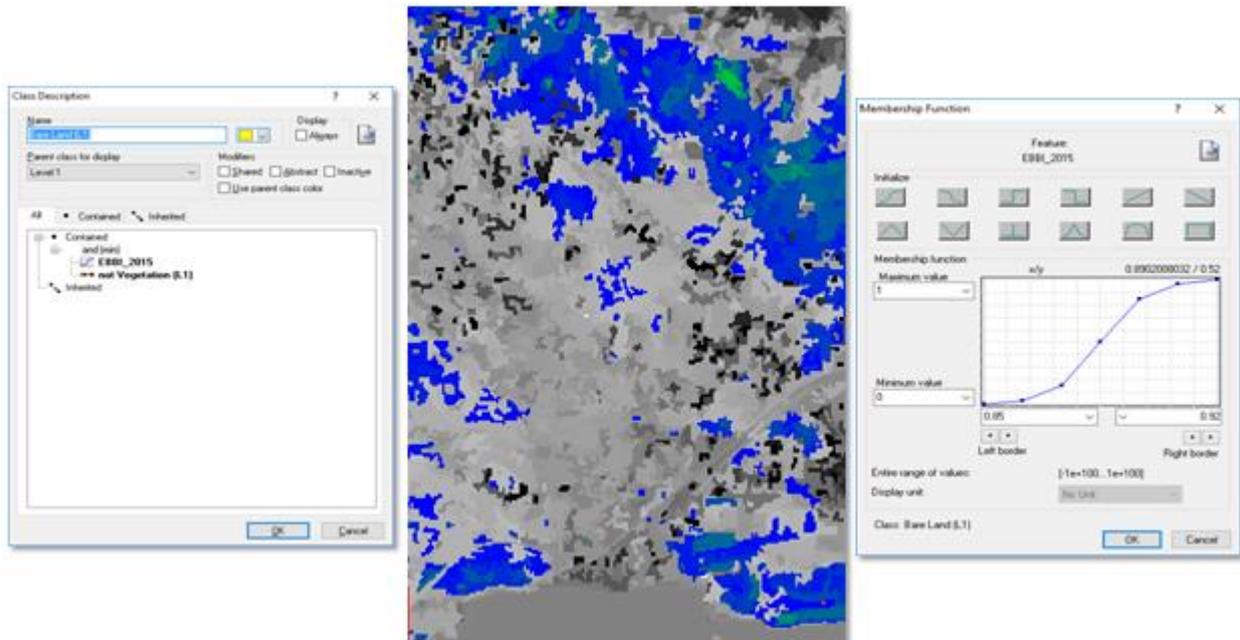
Οι τιμές ασάφειας της μέσης τιμής στο μέσο υπέρυθρο κανάλι “*Mean dif. to scene SWIR-1*” είναι **8450** έως **8470** με συνάρτηση της μορφής S αρνητικής κλίσης (Εικ. 6.20).



Εικόνα 6.20. Εικόνα της τεχνητής επιφάνειας σε όλο το εύρος της εικόνας με την εφαρμογή της μέσης τιμής στο μέσο υπέρυθρο κανάλι «*mean dif. to scene SWIR-1*» στις τιμές ασάφειας 8450 έως 8470 με συνάρτηση της μορφής S αρνητικής κλίσης.

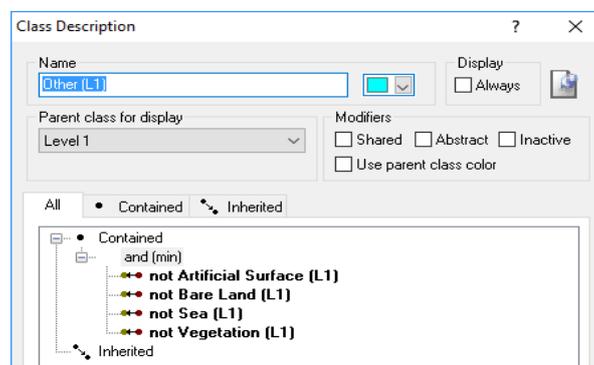
Η άγονη γη στην περιοχή έρευνας προβάλλεται στην κατηγορία “*Bare Land*” προκύπτει από το συνδυασμό του ενισχυμένου δείκτη άγονου εδάφους “*EBBI*” και την απόρριψη των

περιοχών που ταξινομούνται ως βλάστηση (Εικ. 6.21).



Εικόνα 6.21. (α) Εικόνα της βλάστησης σε όλο το εύρος της εικόνας με την εφαρμογή του ενισχυμένου δείκτη άγονου εδάφους (EBBI) στις τιμές ασάφειας 0,85 έως 0,92 με συνάρτηση της μορφής S θετικής κλίσης.

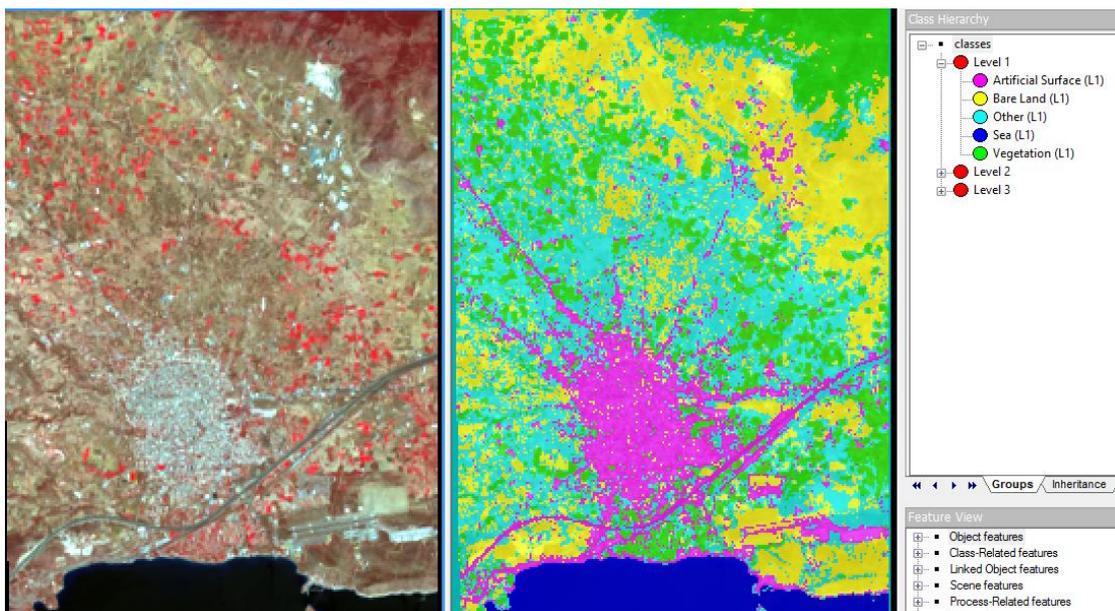
Οι κατηγορίες που απομένουν ομαδοποιήθηκαν στη γενική κατηγορία “Other (L1)”, και όπως φαίνεται σε αυτή ταξινομούνται καλλιέργειες και διάφορες μορφές υπολειπόμενης βλάστησης. Στην κατηγορία “Other (L1)” υπάγονται οι κατηγορίες που απορρίφθηκαν από τις προηγούμενες κλάσεις. Με λίγα λόγια γίνεται ο συνδυασμός των κανόνων “not Vegetation (L1)” and “not Artificial Surface (L1)” and “not Bare Land (L1)” and “not Sea (L1)” (Εικ. 6.22).



Εικόνα 6.22. Περιγραφή των χαρακτηριστικών που εκφράζουν τη γενική κατηγορία “Other (L1)”, μέσα στην οποία ταξινομούνται οι καλλιέργειες και διάφορες μορφές υπολειπόμενης βλάστησης.

Συνοψίζοντας, στο πρώτο επίπεδο ταξινόμησης χρησιμοποιήθηκε πολύ μικρή κλίμακα (scale = 3) ώστε να μην χαθεί η πληροφορία των δομημένων περιοχών. Ως βλάστηση ταξινομείται τόσο η πυκνή όσο και η αραιή, μέσω της χρήσης του τροποποιημένου δείκτη βλάστησης “*MSAVI₂*”. Για την ταξινόμηση του γυμνού εδάφους χρησιμοποιήθηκε ο ενισχυμένος δείκτης δόμησης και γυμνού εδάφους ‘EBBI’, όπως ορίζεται από τους [Syakur et al., \(2012\)](#). Ο συγκεκριμένος δείκτης είχε ικανοποιητικά αποτελέσματα σε σχέση με τον κανονικοποιημένο δείκτη γυμνού εδάφους ‘NDBaI’, όπως είχε οριστεί από τους [Baraldi et al. \(2006\)](#). Τέλος ο δείκτης NDBBBI προσεγγίζει ικανοποιητικά τις αστικές περιοχές, αλλά περιλαμβάνει επίσης αρκετό τμήμα εδάφους από βραχώδεις εκτάσεις. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος χρησιμοποιήθηκαν η διαφορά από τη μέση τιμή της εικόνας στο μπλε κανάλι και στο υπέρυθρο ώστε να περιοριστεί το πρόβλημα αυτό. Οι υπόλοιπες κατηγορίες ομαδοποιήθηκαν στη γενική κατηγορία ‘*other*’, στην οποία όπως αποδείχθηκε μέσω του λογισμικού “*Google Earth*” περιλαμβάνει καλλιέργειες και διάφορες μορφές υπολειπόμενης βλάστησης.

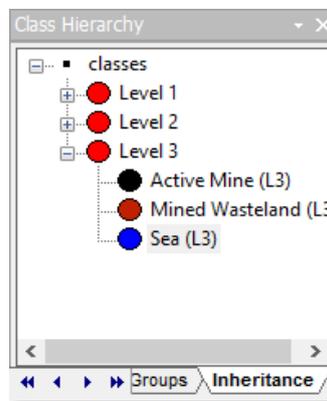
Σε όλες τις κατηγορίες του πρώτου επιπέδου που περιγράφονται από μια συνάρτηση έχει χρησιμοποιηθεί ο λογικός τελεστής “*AND*” και συνεπώς σε κάθε περίπτωση ο αλγόριθμος ταξινόμησης επιλέγει την ελάχιστη τιμή των κριτηρίων (τομή). Στην Εικόνα 6.23 παρουσιάζεται το γραφικό αποτέλεσμα της ταξινόμησης από το λογισμικό “*eCognition*” .



Εικόνα 6.23. Αποτέλεσμα ταξινόμησης με τη χρήση κανόνων και συναρτήσεων ασαφούς λογικής για το πρώτο επίπεδο στην εικόνα 2015.

6.5.2.2 Ταξινόμηση 3ου Επιπέδου

Σκοπός της ταξινόμησης του τρίτου επιπέδου είναι η εξαγωγή των λατομείων και της περιβάλλουσας περιοχής. Για να πετύχουμε το διαχωρισμό των λατομείων από τα άγονα εδάφη στο δεύτερο επίπεδο, δημιουργείται το τρίτο επίπεδο, το οποίο αποτελείται από μεγάλα αντικείμενα. Στην Εικόνα 6.24 απεικονίζεται η ιεραρχία του επιπέδου, ενώ στον Πίνακα 6.5 παρατίθενται για κάθε κατηγορία του επιπέδου τα χαρακτηριστικά που επιλέγονται να περιγράψουν κάθε κατηγορία καθώς και οι συναρτήσεις συμμετοχής με τα όρια της ασαφούς ζώνης που ορίζονται για κάθε χαρακτηριστικό.



Εικόνα 6.24. Ιεραρχία 3^{ου} επιπέδου της εικόνας 2015.

Πίνακας 6.5. Ιεραρχία κατηγοριών για το τρίτο επίπεδο (L3) της εικόνας 2015.

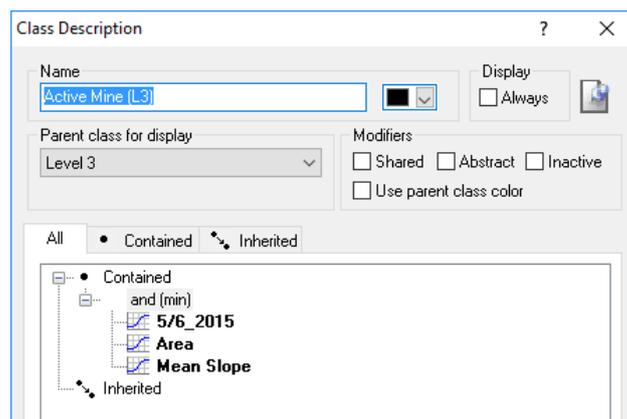
Level	Κατηγορία	Τελεστής	Κανόνας	Συνάρτηση Συμμετοχής	Αριστερό Όριο	Δεξί Όριο
3	Active Mines (L3)	and	5/6		0.81	0.83
			Area		0.37	0.45
			Mean Slope		11	13
	Mined Wasteland (L3)	and	5/6		0.6	0.817
			Distance to Active Mines (km)		0.28	0.31
Sea (L3)		NDWI		0	0.1	

Στο τρίτο επίπεδο θα ταξινομηθούν τα αντικείμενα τα οποία λόγω της πολύ υψηλής τιμής φωτεινότητας που παρουσιάζουν δεν ταξινομούνται σωστά στο πιο λεπτόκοκκο επίπεδο

ανάλυσης και συχνά συγχέονται με το γυμνό έδαφος ή με αστικές περιοχές. Πρόκειται για τα λατομεία και τις περιοχές που εκτελούνται εσκαφές, οι οποίες μπορούν να καταταχθούν στο γυμνό έδαφος. Οι περιοχές αυτές έχουν ακανόνιστο σχήμα και είναι ομοιογενείς, έτσι με αυτό τον τρόπο ευνοείται η κατάτμηση σε όσο το δυνατό μεγαλύτερα ομοιογενή αντικείμενα που να αντιπροσωπεύουν όμως μεγάλες εκτάσεις.

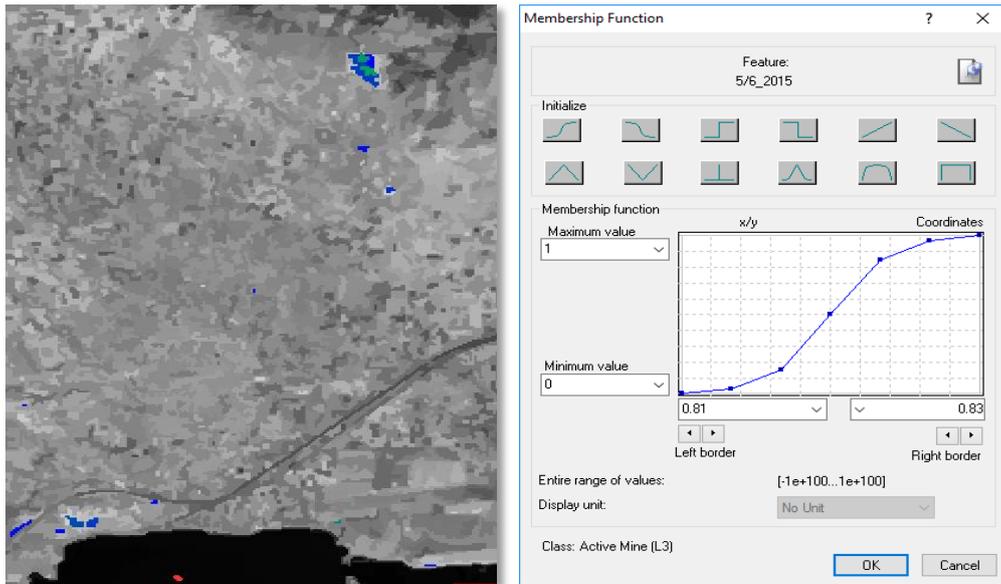
Η κλίμακα που επιλέχθηκε είναι σημαντικά μεγαλύτερη από εκείνη του αμέσως προηγούμενου επιπέδου, ενώ το σχήμα δεν συμμετέχει σημαντικά στην κατάτμηση λόγω των ανομοιογενών περιπτώσεων εμφάνισης του φαινομένου.

Η ταξινόμηση των ενεργών λατομείων “*Active Mines*” επιτεύχθηκε έπειτα από δοκιμές που έγιναν, ο πιο κατάλληλος συνδυασμός για την εξαγωγή του ήταν ο συνδυασμός του λόγου μέσου υπέρυθρου με θερμικό υπέρυθρο (5/6), του εμβαδού “*Area*” και της κλίσης εδάφους “*Slope*” (Εικ. 6.25).



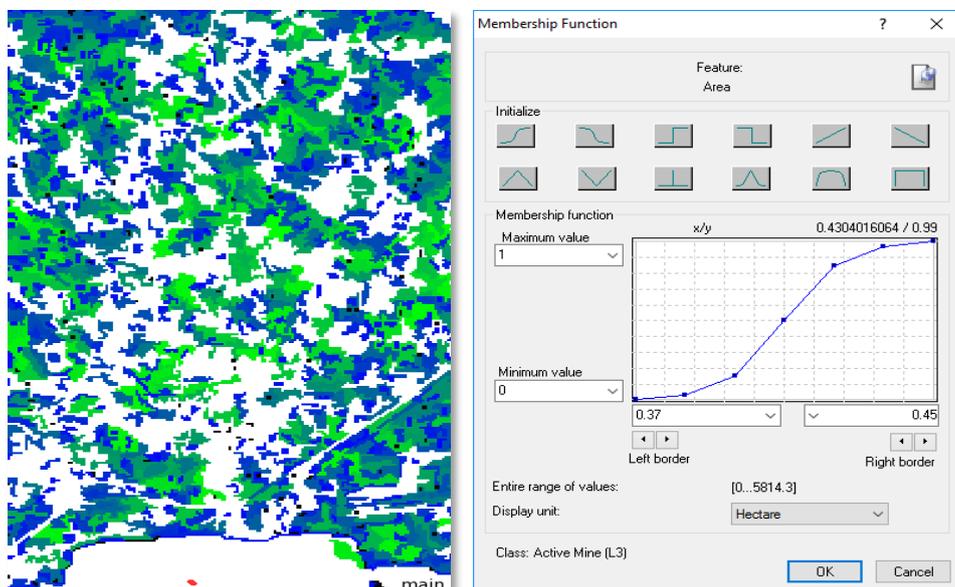
Εικόνα 6.25. Περιγραφή των χαρακτηριστικών που εκφράζουν τα ενεργά λατομεία “*Active Mines (L3)*”.

Οι τιμές ασάφειας του λόγου 5/6 είναι **0,81** έως **0,83** με συνάρτηση της μορφής S θετικής κλίσης (Εικ. 6.26).



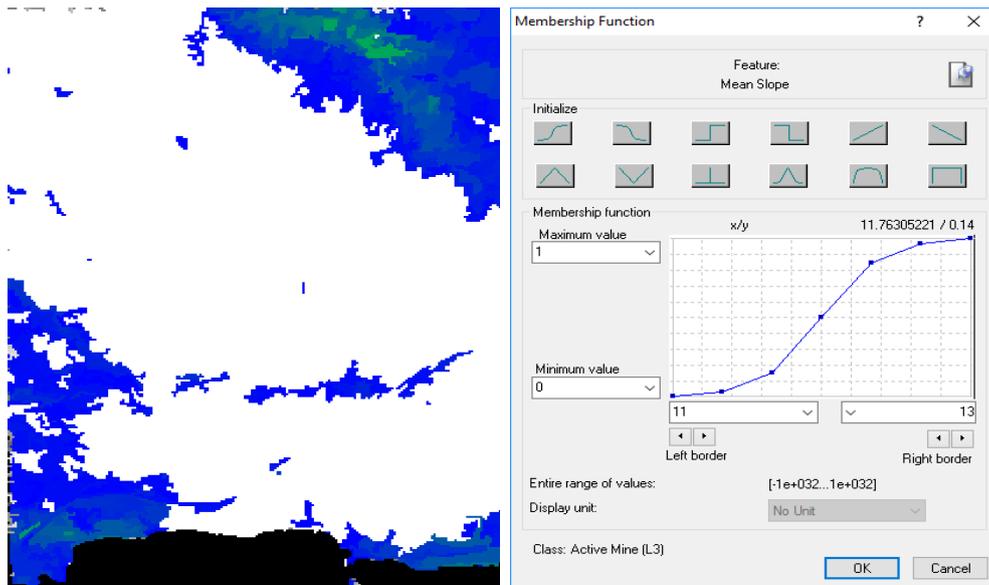
Εικόνα 6.26. Εικόνα των ενεργών λατομείων σε όλο το εύρος της εικόνας με την εφαρμογή του λόγου 5/6 στις τιμές ασάφειας 0,81 έως 0,83 με συνάρτηση της μορφής S θετικής κλίσης.

Οι τιμές ασάφειας του προσδιορισμού του εμβαδού των περιοχών “Area” είναι **0,37** έως **0,45** Ha με συνάρτηση της μορφής S θετικής κλίσης (Εικ. 6.27).



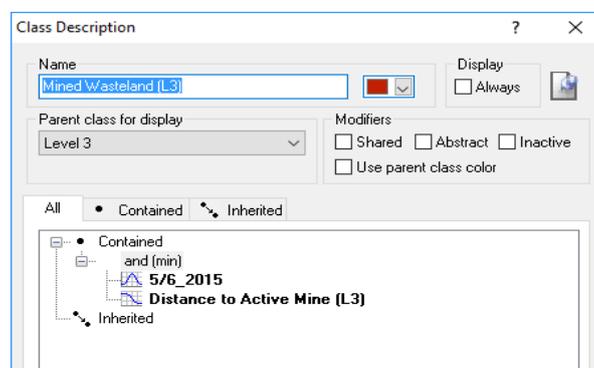
Εικόνα 6.27. Εικόνα του εμβαδού “Area” σε όλο το εύρος της εικόνας στις τιμές ασάφειας 0,37 έως 0,45Ha με συνάρτηση της μορφής S θετικής κλίσης.

Οι τιμές ασάφειας των κλίσεων εδάφους (%) είναι **11** έως **13** με συνάρτηση της μορφής S αρνητικής κλίσης (Εικ. 6.28).



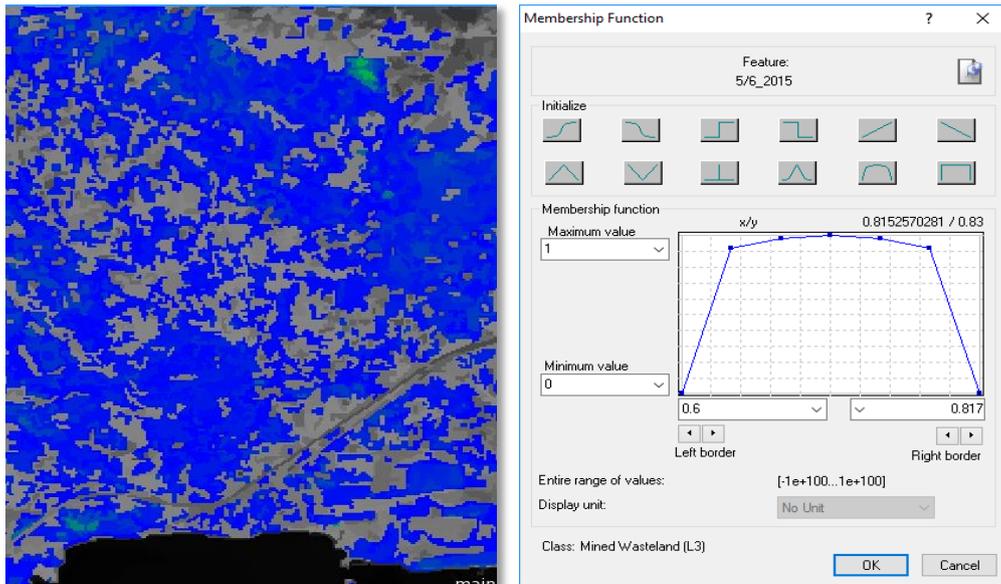
Εικόνα 6.28. Εικόνα των κλίσεων εδάφους (%) σε όλο το εύρος της εικόνας στις τιμές ασάφειας 11 έως 13% με συνάρτηση της μορφής S θετικής κλίσης.

Στη συνέχεια ακολούθησε η ταξινόμηση της περιβάλλουσας περιοχής της εξόρυξης των πετρωμάτων. Αυτή επιτεύχθηκε από το συνδυασμό του λόγου 5/6 και της απόστασης από τα ενεργά λατομεία (Εικ. 6.29).



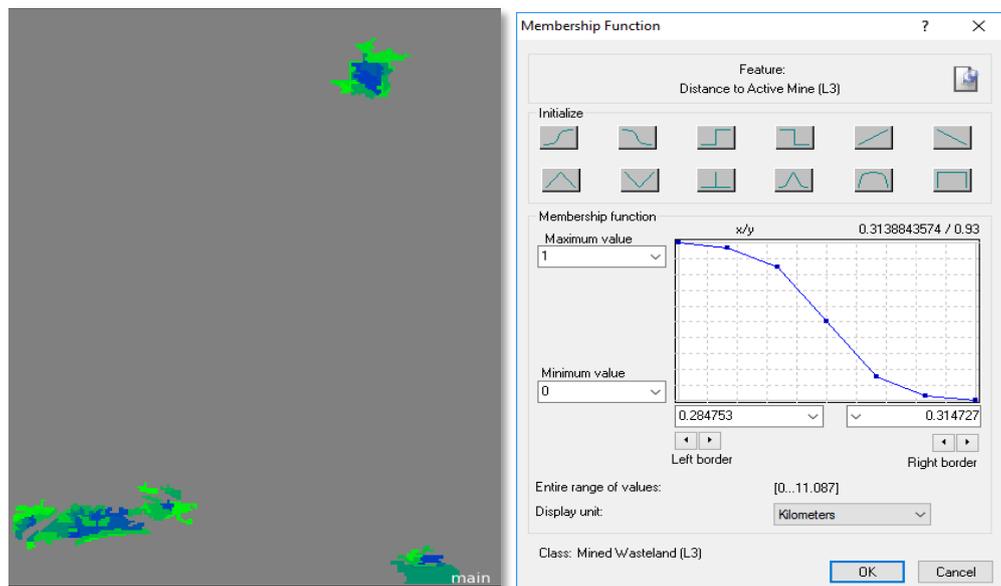
Εικόνα 6.9. Περιγραφή των χαρακτηριστικών που εκφράζουν την περιβάλλουσα περιοχή της εξόρυξης των πετρωμάτων των ενεργών λατομείων “Mined Wasteland (L3)”.

Οι τιμές ασάφειας του λόγου 5/6 είναι 0,6 έως 1,187 με συνάρτηση τραπεζοειδούς καμπύλης (Εικ. 6.30).



Εικόνα 6.30. Εικόνα του λόγου 5/6 στις τιμές ασάφειας 0,6 έως 0,817 με συνάρτηση τραπεζοειδούς μορφής.

Οι τιμές ασάφειας της απόστασης από τα ενεργά λατομεία “Active Mine” είναι 0,28 έως 0,31 km (Εικ. 6.31).

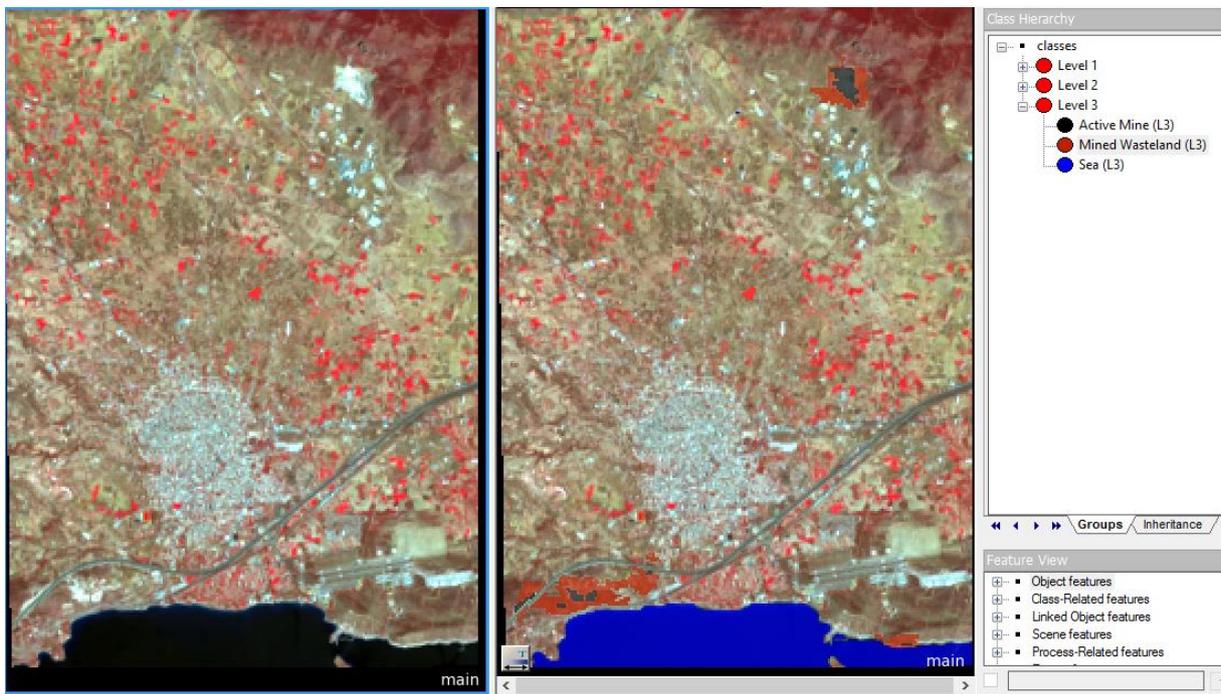


Εικόνα 6.31. Εικόνα της απόσταση από τα ενεργά λατομεία “Active Mine” στις τιμές ασάφειας 0,28 έως 0,83 με συνάρτηση της μορφής S αρνητικής κλίση.

Συνοψίζοντας, στο τρίτο επίπεδο ταξινόμησης χρησιμοποιήθηκε μεγάλη κλίμακα (scale = 40), συγκριτικά με τα άλλα δύο επίπεδα ώστε να ταξινομηθούν περιοχές υψηλής

φωτεινότητας. Ο εντοπισμός των λατομείων δεν είναι τόσο εύκολος, γιατί συχνά συγχέεται με το γυμνό έδαφος και την αστική περιοχή. Πραγματοποιήθηκαν πολλές δοκιμές κανόνων και λόγων αλλά τελικά καταλήξαμε στο συνδυασμό του λόγου 5/6 και των κλίσεων μεγαλύτερων του 12%. Με τη διαδικασία αυτή προέκυψαν και περιοχές μικρότερες από 2 pixels αλλά αφαιρέθηκαν με το κριτήριο του εμβαδού.

Η περιβάλλουσα περιοχή της εξόρυξης των πετρωμάτων προέκυψε από το συνδυασμό του λόγου 5/6 (χαμηλότερης φωτεινότητας σε σχέση με τα ενεργά λατομεία) και της μέγιστης απόστασης από αυτά. Το κριτήριο της απόστασης από τα λατομεία σε μερικές περιοχές λειτούργησε σωστά, ενώ σε άλλες όχι, δηλαδή σε κάποιες περιοχές ήταν υπεριευσημένη και σε κάποιες άλλες όχι. Ο χρήστης επέλεξε μια μέση οδό στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων της ταξινόμησης (Εικ. 6.32). Τα αποτελέσματα που προέκυψαν κρίνονται ικανοποιητικά μετά την παρατηρήσή τους από τις εικόνες του Google Earth, υποδηλώνοντας ότι οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν έδωσαν πολύ καλά αποτελέσματα.

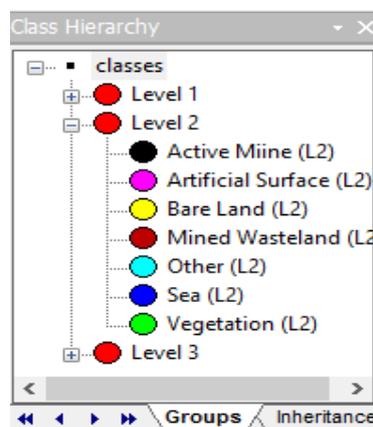


Εικόνα 6.32. Αποτέλεσμα ταξινόμησης με τη χρήση κανόνων και συναρτήσεων ασαφούς λογικής για το τρίτο επίπεδο στην εικόνα 2015.

6.5.2.3 Ταξινόμηση 2ου Επιπέδου

Αυτό αποτελεί το βασικό επίπεδο στο οποίο προβάλλονται τα υπό και υπέρ αντικείμενα, δηλαδή για την ταξινόμηση του επιπέδου αυτού, απαραίτητη είναι να κληρονομηθούν τα χαρακτηριστικά από τις κατηγορίες του πρώτου και τρίτου επιπέδου. Αρχικά προβάλλεται η κατηγορία της βλάστησης “*Vegetation (L2)*” από το επίπεδο μικρότερης κλίμακας και η ασαφής ζώνη που επιλέγεται έχει υψηλά όρια ώστε να ταξινομηθεί ένα αντικείμενο ως βλάστηση σε μεγάλο ποσοστό. Η θάλασσα “*Sea (L2)*” μπορεί να προβληθεί από τα υπό-αντικείμενα ή να ταξινομηθεί εκ νέου. Τα αποτελέσματα ήταν ικανοποιητικά όταν προβλήθηκε ως υπό αντικείμενο. Η θεματική κατηγορία των λατομείων “*Mine Active (L2)*” και της περιβάλλουσας περιοχής εξόρυξης των πετρωμάτων “*Mined Wasteland (L2)*” προβάλλεται από τα υπέρ αντικείμενα του τρίτου επιπέδου. Η άγονη γη “*Bare Land (L2)*” καθώς και οι τεχνητές επιφάνειες “*Artificial Surface (L2)*” προέρχονται από την προβολή από τα υπό αντικείμενα.

Στην εικόνα 6.33 απεικονίζεται η ιεραρχία του επιπέδου, ενώ στον Πίνακα 6.6 παρατίθενται για κάθε κατηγορία του τα χαρακτηριστικά που επιλέγονται καθώς και οι συναρτήσεις συμμετοχής με τα όρια της ασαφούς ζώνης, όπως ορίζονται για κάθε χαρακτηριστικό.

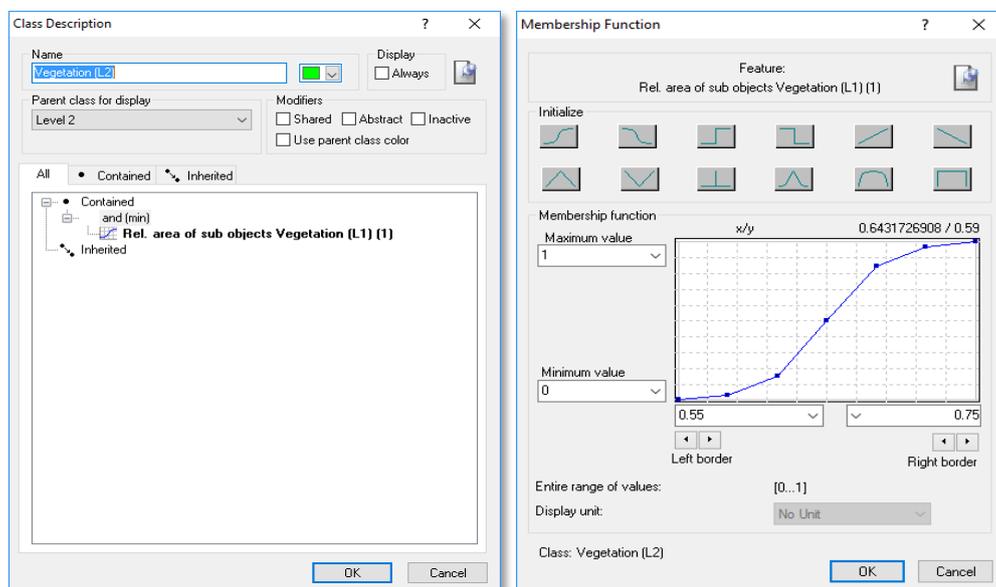


Εικόνα 6.33. Ιεραρχία 2^{ου} επιπέδου της εικόνας 2015.

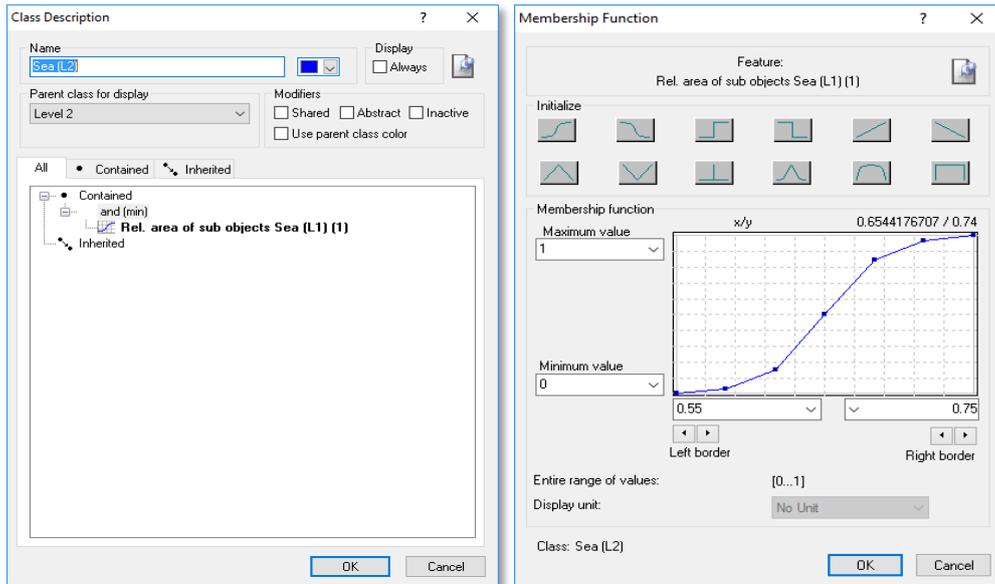
Πίνακας 6.6. Ιεραρχία κατηγοριών για το δεύτερο επίπεδο (L2) της εικόνας 2015.

Level	Κατηγορία	Τελεστής	Κανόνας	Συνάρτηση Συμμετοχής	Αριστερό Όριο	Δεξί Όριο
2	Vegetation (L2)		Rel. area of sub objects Vegetation (L1)		0.55	0.75
	Sea (L2)		Rel. area of sub objects Sea (L1)		0.55	0.75
	Active Mine (L2)		Existence of super objects Active Mine (L3)		0	1
	Mined Wasteland (L2)		Existence of super objects Mined Wasteland (L3)		0	1
	Bare Land (L2)	and	Rel. area of sub objects Bare Land (L1)		0.55	0.75
			not Active Mine (L2)			
			not Mined Wasteland (L2)			
	Artificial Surface (L2)		Rel. area of sub objects Artificial Surface (L1)		0.55	0.75
	Other (L1)	and	not Vegetation (L2)			
			not Sea (L2)			
not Artificial Surface (L2)						
not Bare Land (L2)						
not Active Mine (L2)						
		not Mined Wasteland (L2)				

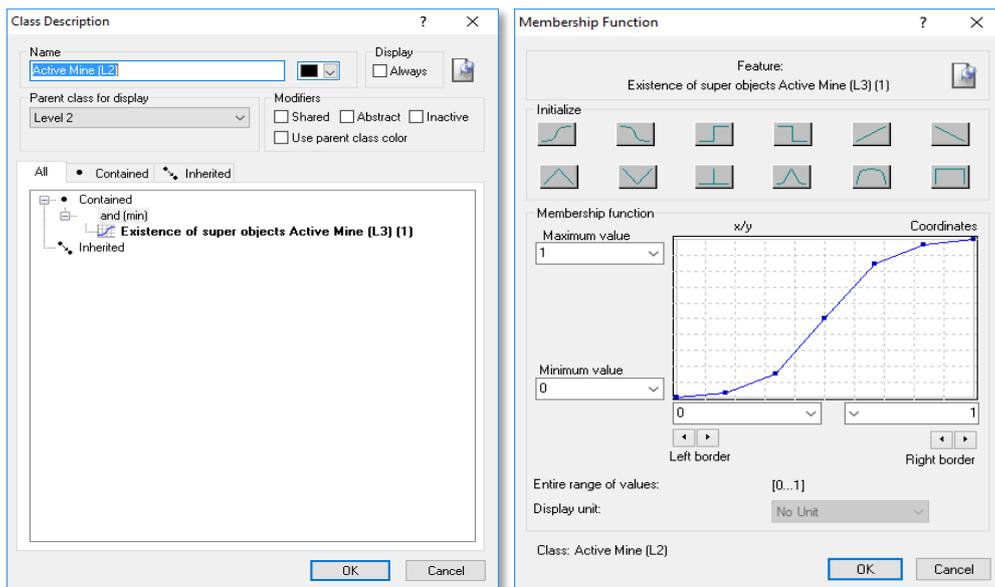
Παρακάτω προβάλλονται οι συναρτήσεις μεταφοράς των πληροφοριών της κάθε κατηγορίας από ένα κατώτερο ή ένα ανώτερο επίπεδο καθώς και οι συναρτήσεις συμμετοχής για το δεύτερο επίπεδο ταξινόμησης (Εικ. 6.34- 6.39).



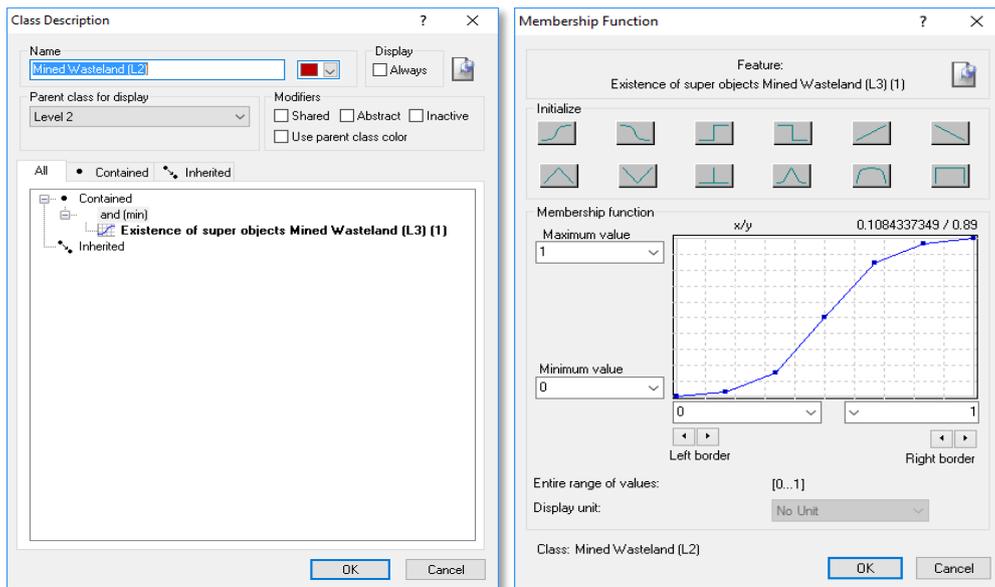
Εικόνα 6.34. Χαρακτηριστική συνάρτηση μεταφοράς πληροφορίας της κατηγορίας “Vegetation (L2)” από ένα επίπεδο σε ανώτερο, συνάρτηση συμμετοχής και όρια ασαφούς ζώνης.



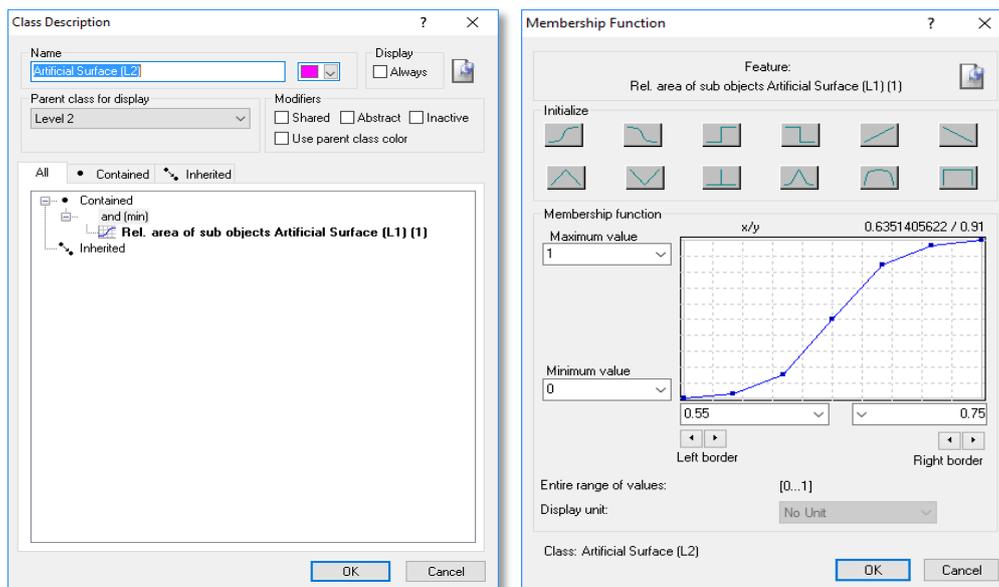
Εικόνα 6.35. Χαρακτηριστική συνάρτηση μεταφοράς της κατηγορίας “Sea (L2)” από ένα επίπεδο σε ανώτερο, συνάρτηση συμμετοχής και όρια ασαφούς ζώνης.



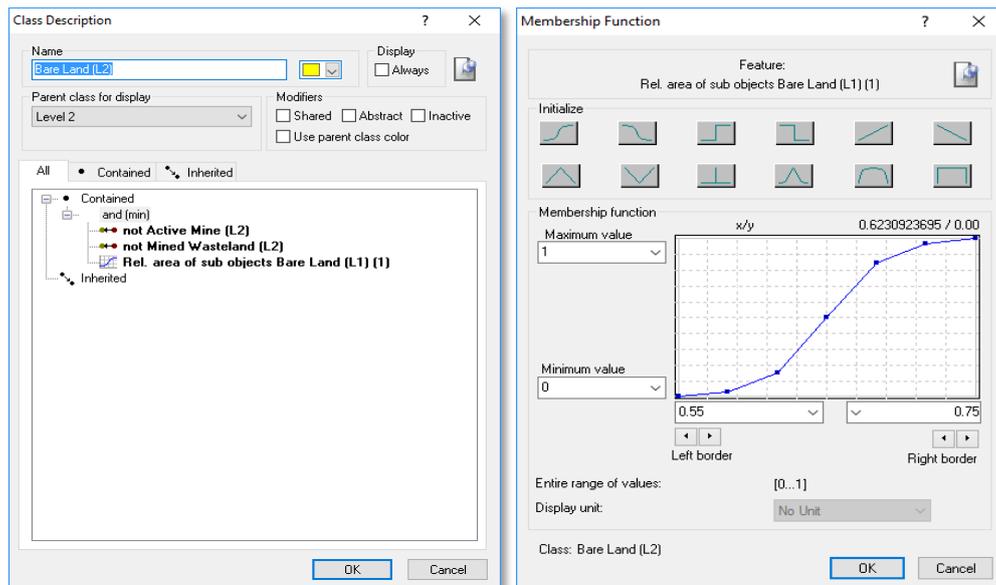
Εικόνα 6.36. Χαρακτηριστική συνάρτηση μεταφοράς της κατηγορίας “Active Mine (L2)” από ένα επίπεδο σε ανώτερο, συνάρτηση συμμετοχής και όρια ασαφούς ζώνης.



Εικόνα 6.37. Χαρακτηριστική συνάρτηση μεταφοράς της κατηγορίας “*Mined Wasteland (L2)*” από ένα επίπεδο σε ανώτερο, συνάρτηση συμμετοχής και όρια ασαφούς ζώνης.



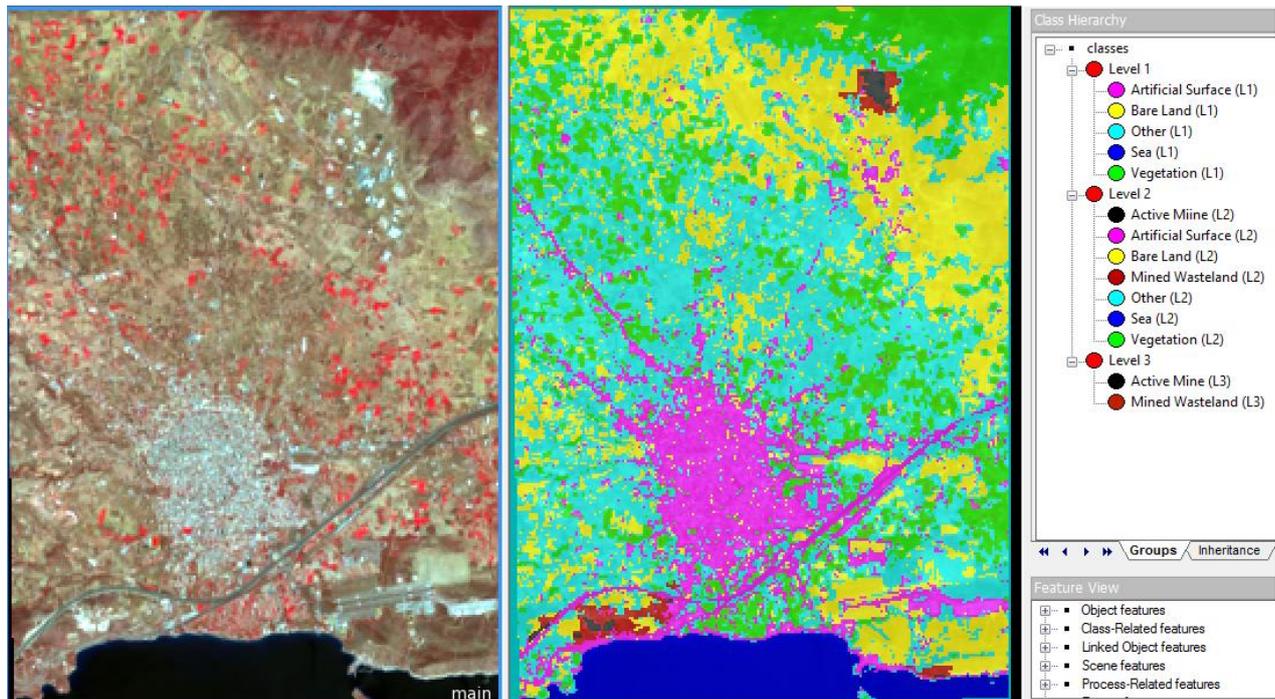
Εικόνα 6.38. Χαρακτηριστική συνάρτηση μεταφοράς της κατηγορίας “*Artificial Surface (L2)*” από ένα επίπεδο σε ανώτερο, συνάρτηση συμμετοχής και όρια ασαφούς ζώνης.



Εικόνα 6.39. Χαρακτηριστική συνάρτηση μεταφοράς της κατηγορίας “*Bare Land (L2)*” από ένα επίπεδο σε ανώτερο, συνάρτηση συμμετοχής και όρια ασαφούς ζώνης.

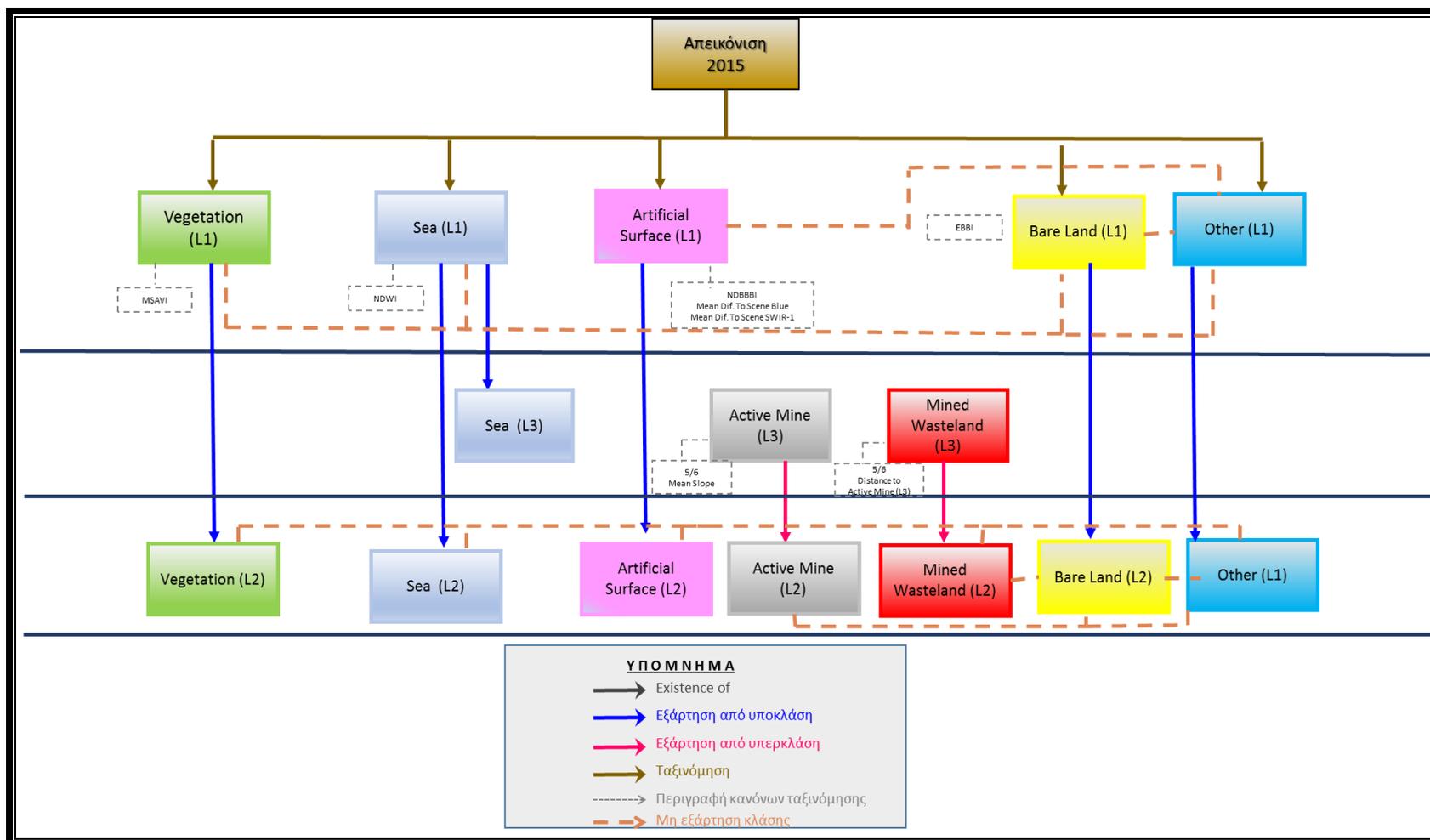
Σε όλες τις κατηγορίες του δεύτερου επιπέδου που περιγράφονται από μια συνάρτηση έχει χρησιμοποιηθεί ο λογικός τελεστής “**AND**” και συνεπώς σε κάθε περίπτωση ο αλγόριθμος ταξινόμησης επιλέγει την ελάχιστη τιμή των κριτηρίων (τομή). Στην Εικόνα 6.29 παρουσιάζεται το γραφικό αποτέλεσμα της ταξινόμησης από το λογισμικό “eCognition” .

Κατά τη διαδικασία της αξιολόγησης, φαίνεται ότι οι τεχνητές επιφάνειες δεν είναι ιδιαίτερα αξιόπιστες, γιατί ο χρήστης έχει αφήσει να διεκδικείται από την κατηγορία “*Bare Land (L2)*”, διότι μόνο έτσι ο διάδρομος και ο περιβάλλον χώρος του αεροδρομίου γενικής αεροπορίας ταξινομείται σωστά. Επιπλέον, στις τεχνητές επιφάνειες δεν ταξινομήθηκε το δευτερεύων οδικό δίκτυο εν γνώσει του χρήστη γιατί αυτό θα ενίσχυε κατά πολύ την αστική περιοχή, κάτι που δεν αντιπροσωπεύει την πραγματικότητα. Ωστόσο το αποτέλεσμα της ταξινόμησης κρίνεται ικανοποιητικό και η διεκδίκηση των παραπάνω κατηγοριών ανάλογα με τις φασματικές υπογραφές και το ποσοστό συμμετοχής είναι αναμενόμενη.



Εικόνα 6.40. Αποτέλεσμα ταξινόμησης με τη χρήση κανόνων και συναρτήσεων ασαφούς λογικής για το δεύτερο επίπεδο στην εικόνα 2015.

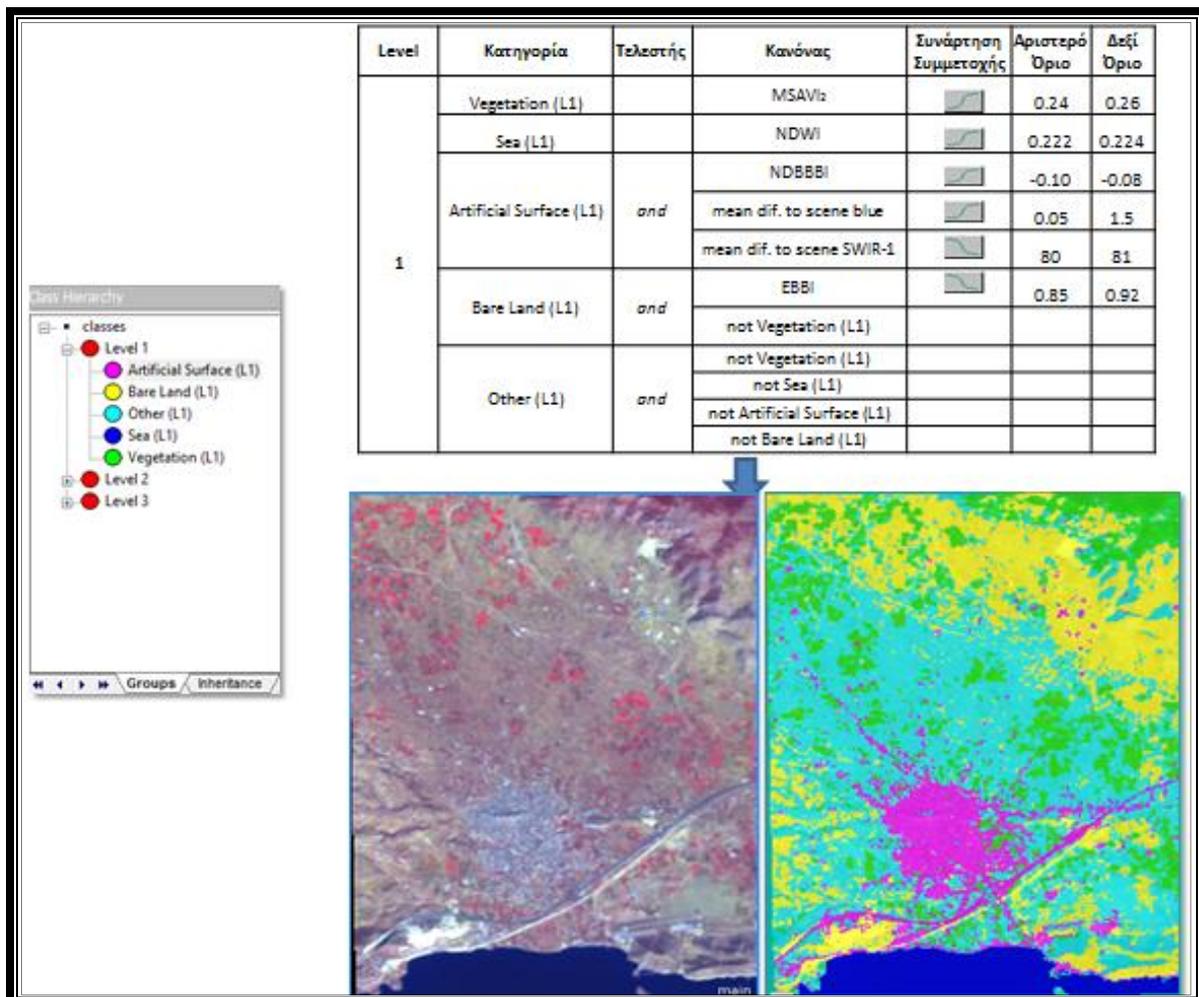
Το αναλυτικό διάγραμμα ροής όλων των επιπέδων και όλων των τάξεων που δημιουργήθηκαν και ταξινομήθηκαν αντίστοιχα σε κάθε επίπεδο, παρουσιάζεται στην Εικόνα 6.41.



Εικόνα 6.41. Αναλυτικό διάγραμμα ροής για την ταξινόμηση όλων των επιπέδων

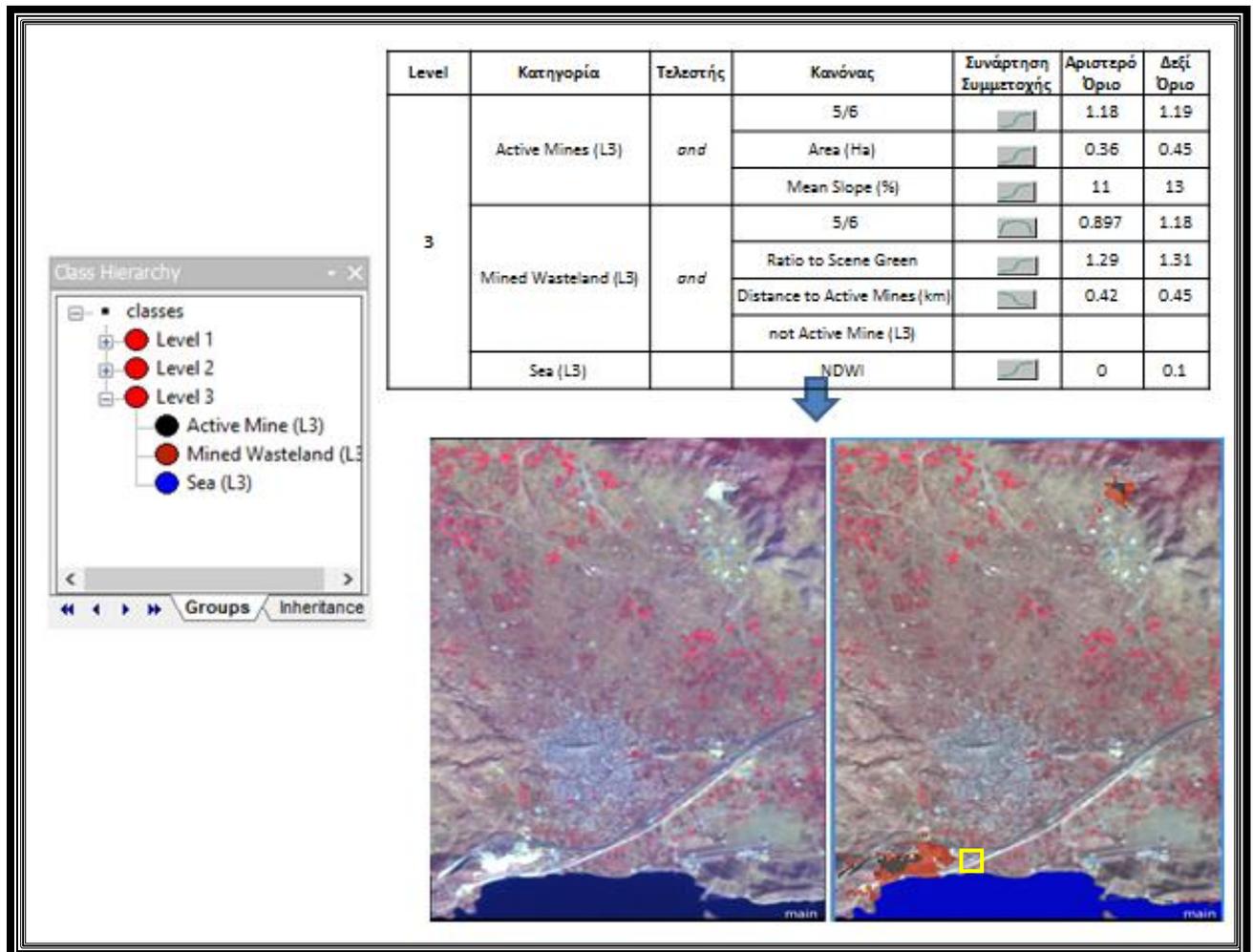
6.5.3. Κανόνες Κατηγοριών ανά επίπεδο για τις απεικονίσεις 2003

Στις επόμενες σελίδες παρουσιάζεται συνοπτικά τα αντίστοιχα αποτελέσματα των δύο προηγούμενων εικόνων. Η διαδικασία σε γενικές γραμμές είναι η ίδια, με μερικές μεταβολές στη βάση γνώση δηλαδή στις συναρτήσεις συμμετοχής και στα όρια της ασαφούς ζώνης, ώστε το αποτέλεσμα μεταξύ των εικόνων να είναι ανάλογο. Αρχικά πραγματοποιήθηκε ταξινόμηση στην εικόνα 2003. Στην εικόνα 6.42 παρουσιάζεται το αποτέλεσμα της ταξινόμησης του πρώτου επιπέδου, του τρίτου (Εικ. 6.43) και του δεύτερου (Εικ. 6.44).

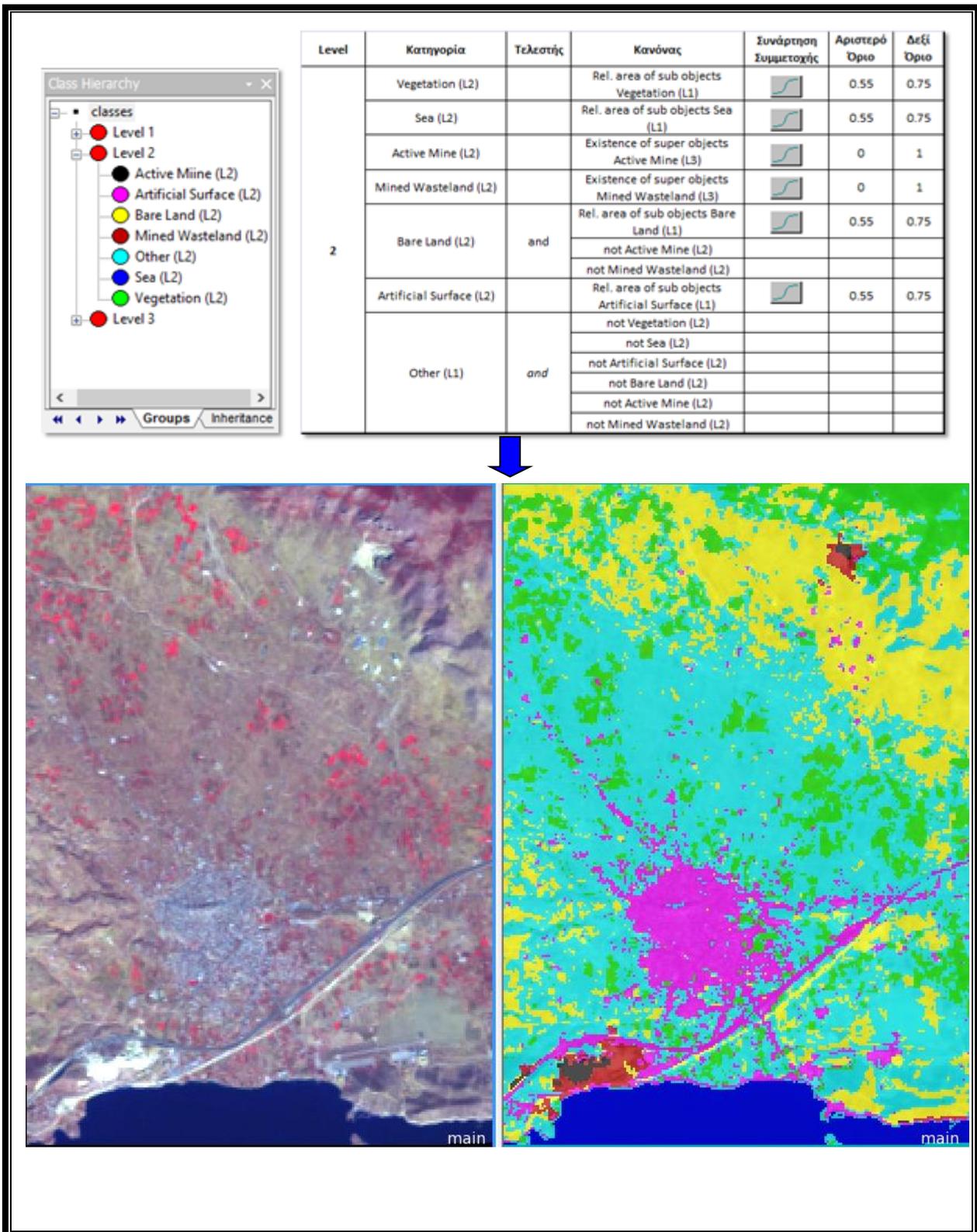


Εικόνα 6.42. Ιεραρχία των κατηγοριών και αποτέλεσμα ταξινόμησης με χρήση κανόνων και συναρτήσεων ασαφούς λογικής για το πρώτο επίπεδο "Level 1" στην εικόνα 2003.

Στην Εικόνα 6.43 προβάλλονται τα αποτελέσματα της ταξινόμησης του τρίτου επιπέδου της εικόνας του 2003. Το αποτέλεσμα δεν είναι τόσο ικανοποιητικό, διότι νότια της περιοχής (κίτρινο τετράγωνο) δεν μπόρεσε να ταξινομηθεί ένα τμήμα της περιβάλλουσας περιοχής του λατομείου.



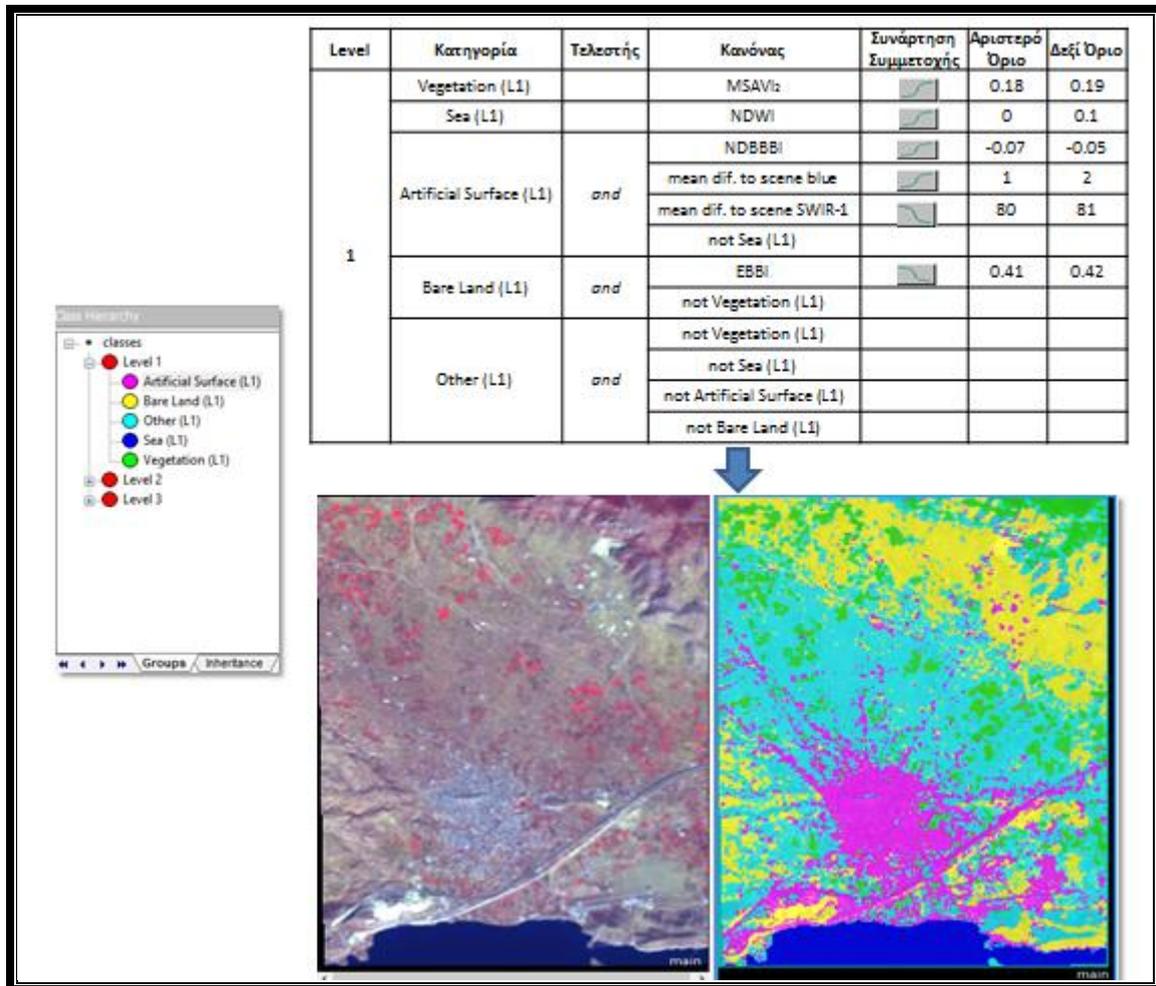
Εικόνα 6.43. Ιεραρχία των κατηγοριών και αποτέλεσμα ταξινόμησης με χρήση κανόνων και συναρτήσεων ασαφούς λογικής για το τρίτο επίπεδο “Level 3” στην εικόνα 2003.



Εικόνα 6.44. Ιεραρχία των κατηγοριών και αποτέλεσμα ταξινόμησης με χρήση κανόνων και συναρτήσεων ασαφούς λογικής για το δεύτερο “Level 2” στην εικόνα 2003.

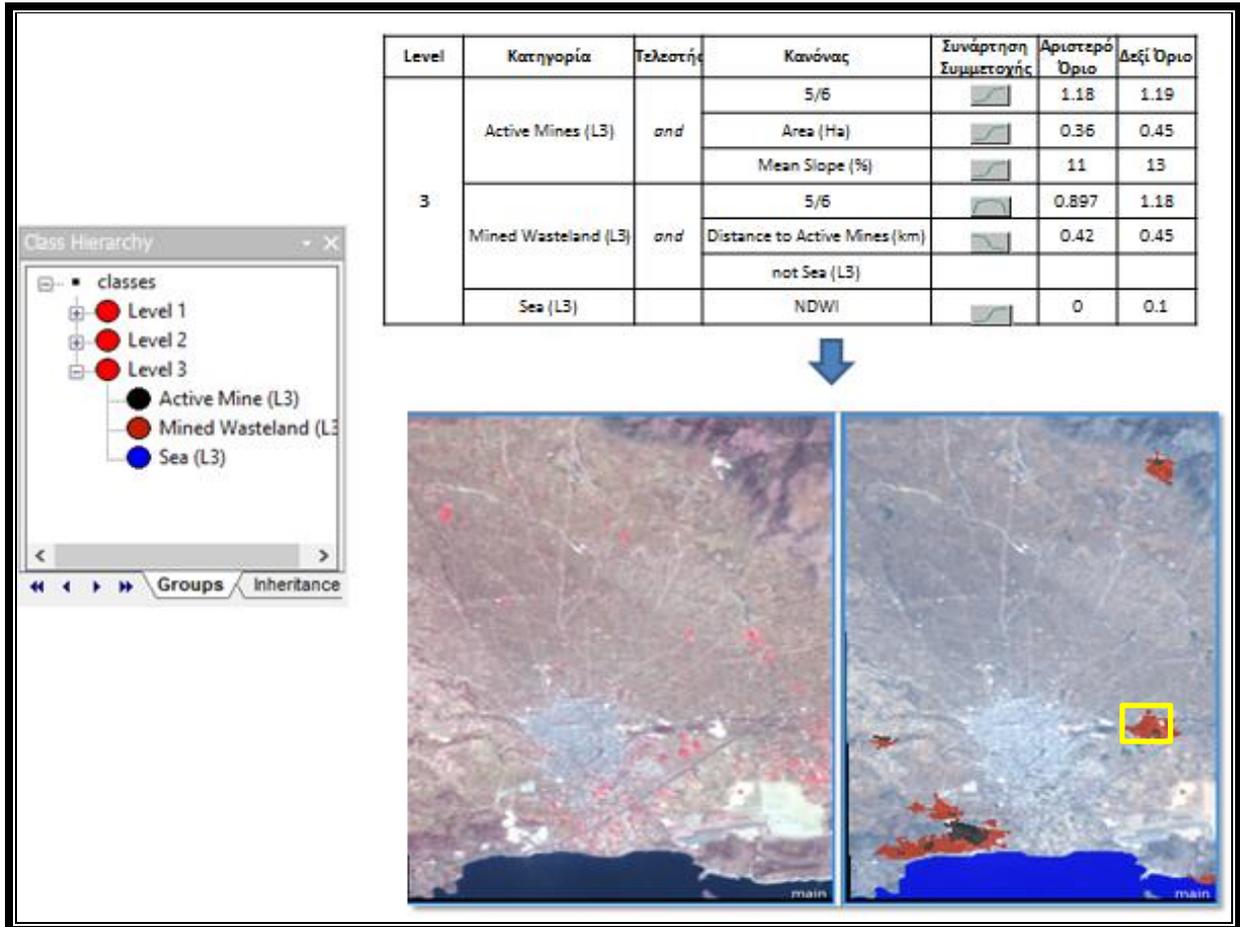
6.5.4. Κανόνες Κατηγοριών ανά επίπεδο για τις απεικονίσεις 1986

Στη συνέχεια ακολούθησε η ταξινόμηση της εικόνας του 1986. Στην εικόνα 6.45 παρουσιάζεται το αποτέλεσμα της ταξινόμησης του πρώτου επιπέδου, του τρίτου (Εικ. 6.46) και του δεύτερου (Εικ. 6.48).



Εικόνα 6.45. Ιεραρχία των κατηγοριών και αποτέλεσμα ταξινόμησης με χρήση κανόνων και συναρτήσεων ασαφούς λογικής για το πρώτο επίπεδο "Level 1" στην εικόνα 1986.

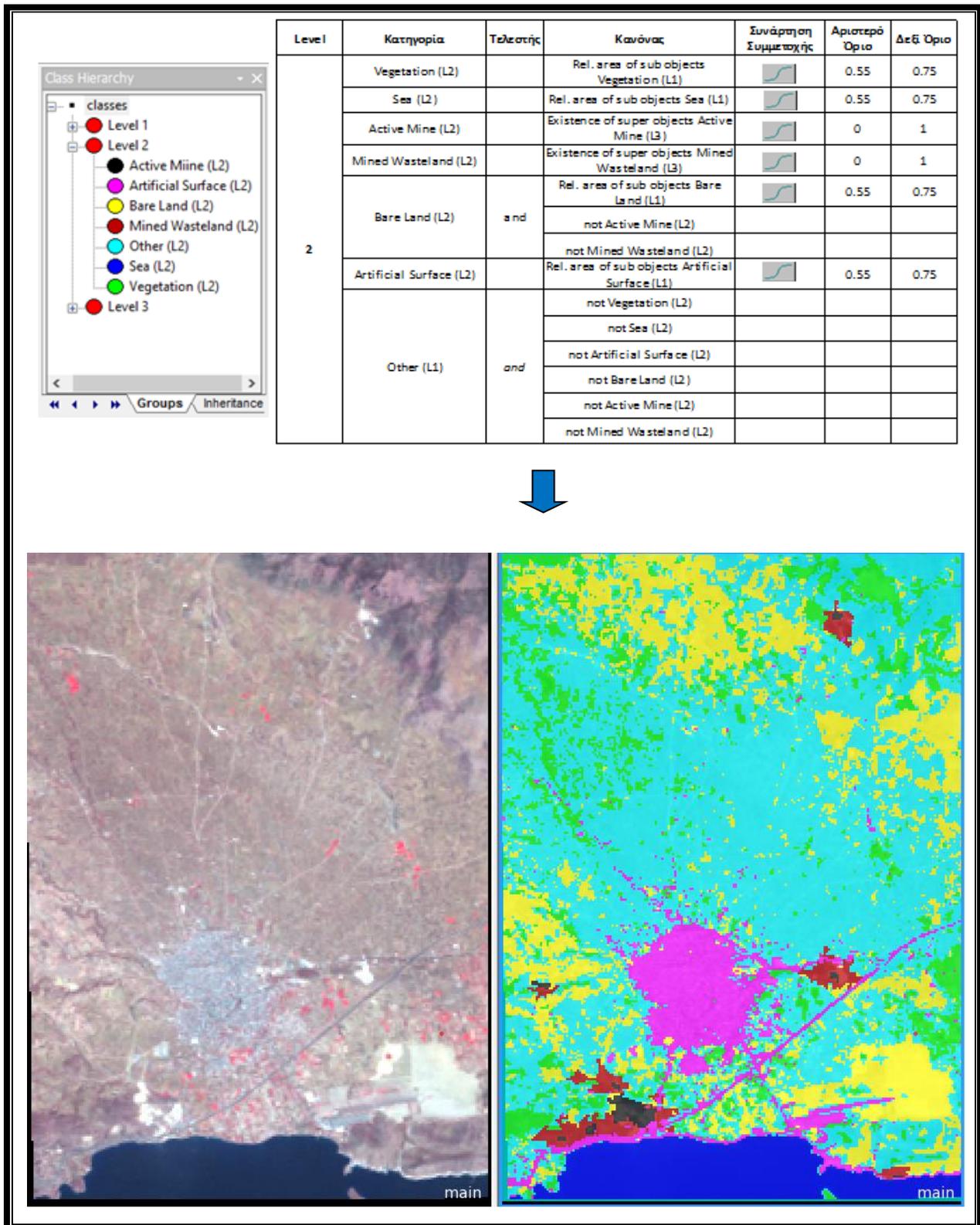
Στην Εικόνα 6.46 προβάλλονται τα αποτελέσματα της ταξινόμησης του τρίτου επιπέδου της εικόνας του 1986. Το αποτέλεσμα κρίνεται ικανοποιητικό. Η διαφορά της εικόνας αυτής σε σχέση με τις υπόλοιπες είναι ότι εντοπίστηκε ένα λατομείο που δεν είχε ταξινομηθεί στις εικόνες του 2003 και 2015, (επισημαίνεται με το κίτρινο τετράγωνο). Αυτό διαπιστώνεται και από την επιτόπια μελέτη (Εικ. 6.47). Επίσης εντοπίζεται και μια άλλη περιοχή δυτικά της περιοχής μελέτης, αλλά λόγω του ελλειψοειδούς σχήματος εικάζεται ότι πρόκειται για σκάμμα. Σήμερα έχει καλυφθεί με θαμνώδης βλάστηση.



Εικόνα 6.46. Ιεραρχία των κατηγοριών και αποτέλεσμα ταξινόμησης με χρήση κανόνων και συναρτήσεων ασαφούς λογικής για το τρίτο επίπεδο “Level 3” στην εικόνα 1986.



Εικόνα 6.47. Φωτογραφία του λατομείου, που εντοπίστηκε στην εικόνα του 1986



Εικόνα 6.48. Ιεραρχία των κατηγοριών και αποτέλεσμα ταξινόμησης με χρήση κανόνων και συναρτήσεων ασαφούς λογικής για το δεύτερο “Level 2” στην εικόνα 1986.

6.5.4. Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων

Το στάδιο αξιολόγησης αποτελεσμάτων θεωρείται ζωτικής σημασίας για την εξαγωγή

τελικών αποτελεσμάτων σε μια ταξινόμηση με κύριο σκοπό τον έλεγχο ακρίβειας των αποτελεσμάτων. Για αυτό το λόγο το λογισμικό *ecognition* παρέχει εξειδικευμένα εργαλεία, τα οποία παράγουν στατιστικά και γραφικά αποτελέσματα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το έλεγχο της ποιότητας των αποτελεσμάτων της ταξινόμησης. Ένα μέτρο αξιολόγησης ανάμεσα στον πρώτο και το δεύτερο μεγαλύτερο συμμετοχής ανά αντικείμενο, που αναδεικνύει τη σύγχυση ανάμεσα στις τάξεις που ορίστηκαν και συνεπώς στην ευστάθεια της ταξινόμησης. Η σύγκριση μεταξύ των δύο μεγαλύτερων βαθμών επιτρέπει στο χρήστη να διακρίνει με πόση βεβαιότητα ταξινομήθηκε ένα αντικείμενο στη πρώτη τάξη και αν διεκδικείται ταυτόχρονα από μια δεύτερη τάξη. Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων γίνεται είτε στατιστικά με τους δείκτες σταθερότητας ταξινόμησης “*Classification Stability*” και του καλύτερου αποτελέσματος ταξινόμησης “*Best Classification Result*” είτε με τη χρήση δεδομένων ελέγχου.

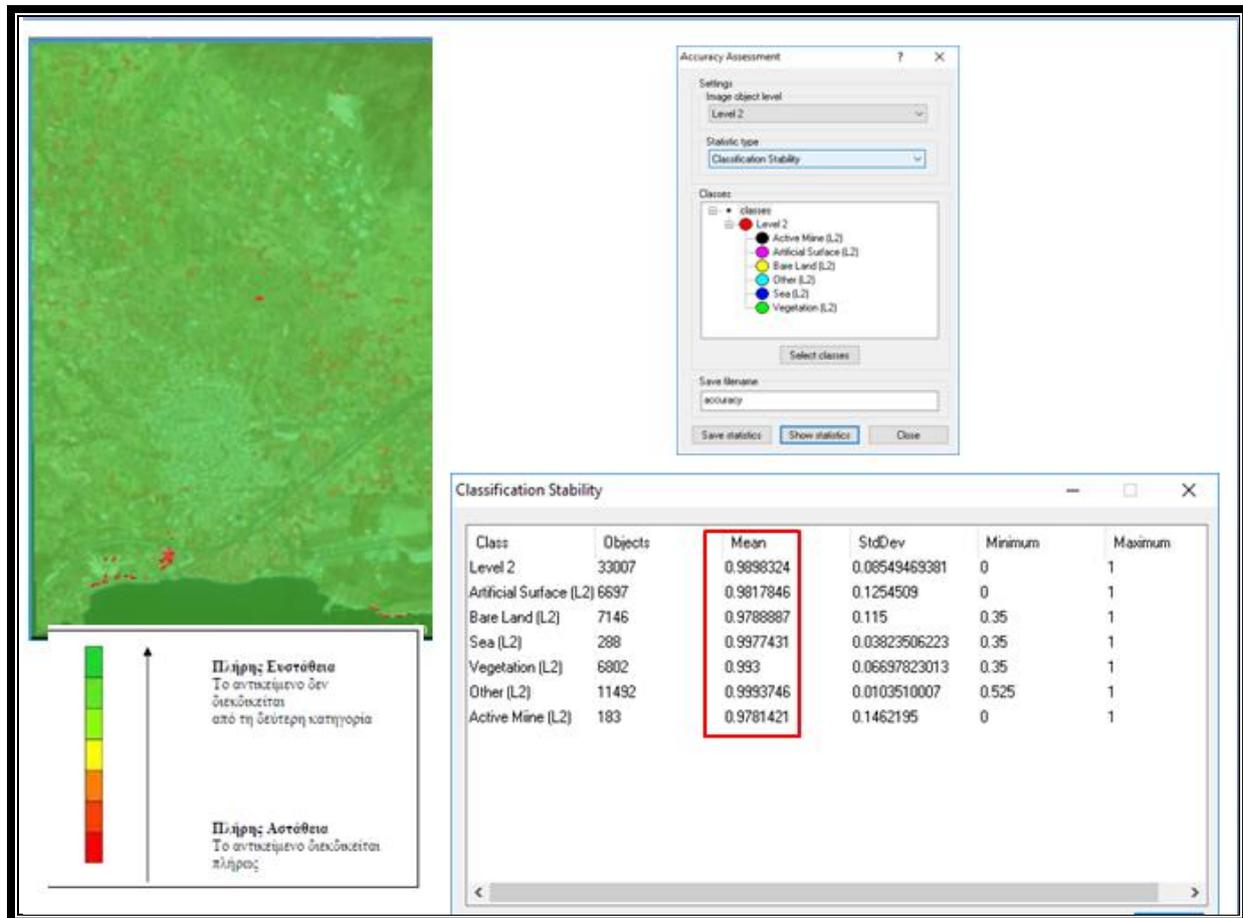
Η αξιολόγηση των εικόνων πραγματοποιείται στο δεύτερο επίπεδο ταξινόμησης, το οποίο εξαρτάται από την ταξινόμηση του πρώτου και τρίτου επιπέδου.

6.5.4.1 Αξιολόγηση των ταξινομήσεων της εικόνας 2015 ως προς την ευστάθεια, την αξιοπιστία και των πινάκων σύγχυσης

Για τον έλεγχο της ταξινόμησης του δεύτερου επιπέδου “Level 2” ακολουθείται η μέθοδος Σταθερότητας ταξινόμησης «*Classification Stability*» και του καλύτερου αποτελέσματος ταξινόμησης «*Best Classification Result*». Από την εφαρμογή των δύο μεθόδων η ορθότητα των αποτελεσμάτων εντοπίζεται από τη δημιουργία πινάκων σφαλμάτων ταξινόμησης, αλλά και εικονικά από το χρώμα των αντικειμένων. Τα αντικείμενα με πράσινο χρώμα δηλώνουν ότι η ταξινόμησή τους είναι ορθή, ενώ σφάλματα εντοπίζονται στα κόκκινα αντικείμενα. Επίσης, οι διαβαθμίσεις του κόκκινου χρώματος καθορίζουν το βαθμό σφάλματος των αντικειμένων.

Κατά τη μέθοδο Σταθερότητας ταξινόμησης «*Classification Stability*», παράγεται στατιστικός πίνακας, ο οποίος εκφράζει το βαθμό συμμετοχής κάθε αντικειμένου στην κατηγορία (Εικόνα 6.49). Από τις στατιστικές τιμές του πίνακα, διαπιστώνεται ότι η μέση τιμή του βαθμού συμμετοχής για τα αντικείμενα της κάθε κατηγορίας είναι μεγάλη και μικρή τυπική απόκλιση. Συνεπώς, η ταξινόμηση χαρακτηρίζεται ως αξιόπιστη. Ωστόσο υπάρχουν αντικείμενα στο νότιο τμήμα τα οποία δεν ταξινομούνται στη σωστή κατηγορία, εξαιτίας

της ύπαρξης υποτυπώδους οδικού δικτύου στην λατομική περιοχή οπότε η ταξινόμηση τους στην αντίστοιχη κατηγορία δημιουργεί σφάλματα.



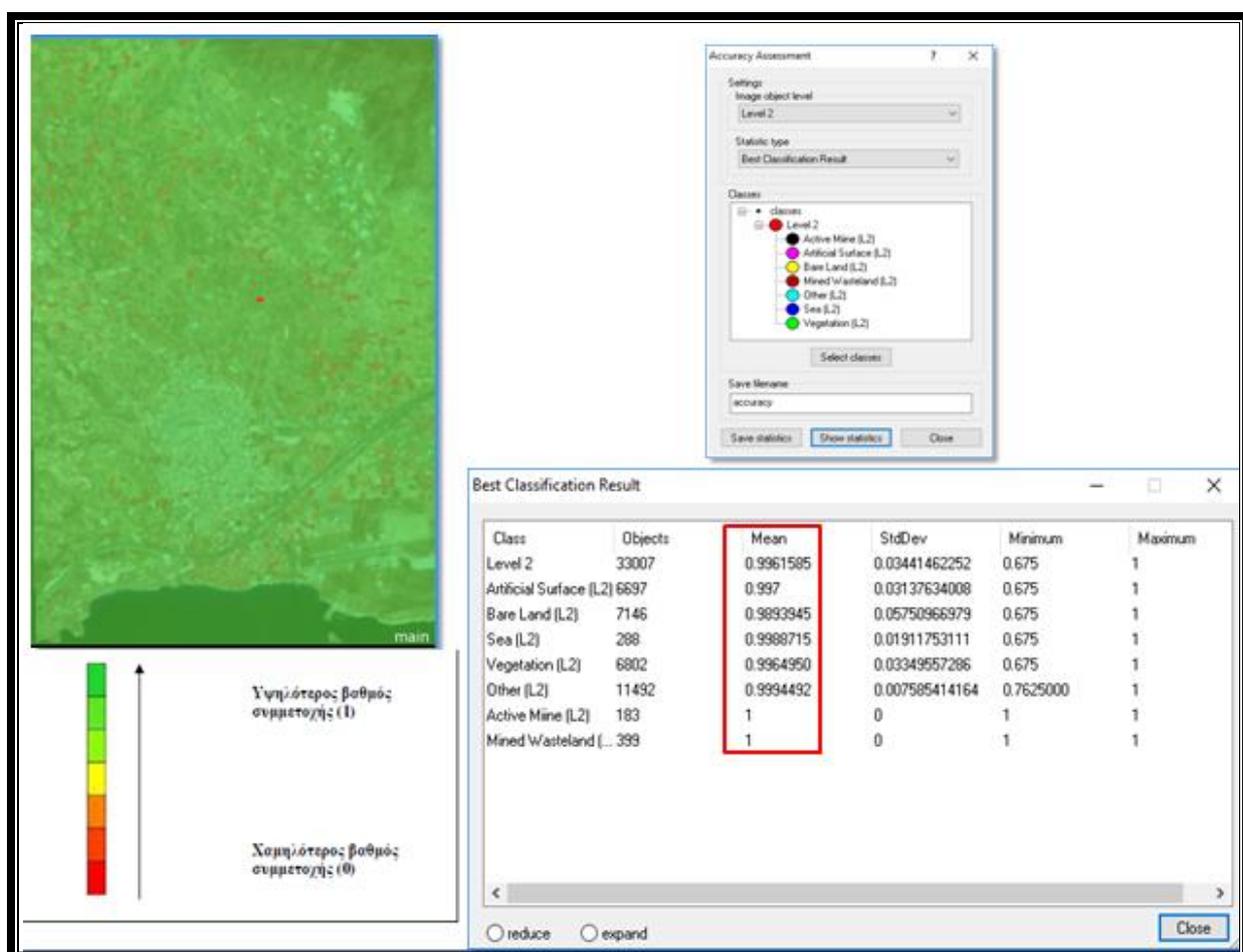
Εικόνα 6.49. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων στο δεύτερο επίπεδο ταξινόμησης με τη μέθοδο Σταθερότητας ταξινόμησης “Classification Stability” στην εικόνα 2015.

Κατά τη μέθοδο του καλύτερου αποτελέσματος ταξινόμησης «*Best Classification Result*», στον στατιστικό πίνακα προβάλλεται ο μεγαλύτερος βαθμός συμμετοχής κάθε αντικειμένου σε κάθε κατηγορία.

Η μέση τιμή της κάθε κατηγορίας στην Εικόνα 6.50 αποτελεί τη μέση τιμή των βαθμών συμμετοχής των αντικειμένων που έχουν ταξινομηθεί σε αυτή. Παρατηρείται ότι σε όλες τις κατηγορίες εμφανίζουν πολύ υψηλές τιμές και η ταξινόμηση θεωρείται αξιόπιστη. Η μέγιστη τιμή της μονάδας που εμφανίζεται σχεδόν σε όλες τις κατηγορίες υποδηλώνει πως ένα αντικείμενο ταξινομήθηκε στην αντίστοιχη κατηγορία με βαθμό συμμετοχής 100%. Η ελάχιστη τιμή 0,675 δείχνει πως ο μικρότερος αριθμός συμμετοχής με τον οποίο ένα αντικείμενο ταξινομήθηκε στην αντίστοιχη κατηγορία ήταν 0,675.

Βάσει των πινάκων αξιολόγησης και αξιοπιστίας, η μέση τιμή του βαθμού συμμετοχής για τα αντικείμενα της κάθε κατηγορίας είναι μεγάλη και η ταξινόμηση χαρακτηρίζεται αξιόπιστη.

Υπενθυμίζεται επίσης, ότι σε όλες τις κατηγορίες δεν έχουν ληφθεί δεδομένα εκπαίδευσης και η ταξινόμηση έχει πραγματοποιηθεί αποκλειστικά με τη χρήση κανόνων. Το παραπάνω γεγονός εξηγεί την υψηλή ευστάθεια και αξιοπιστία της ταξινόμησης. Με την εφαρμογή εγγύτερου γείτονα, τα αποτελέσματα δεν είναι αξιόπιστα εξαιτίας των πιθανών επικαλυπτόμενων φασματικών υπογραφών των δεδομένων εκπαίδευσης.



Εικόνα 6.50. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων στο δεύτερο επίπεδο ταξινόμησης με τη μέθοδο καλύτερου αποτελέσματος ταξινόμησης “Best Classification Result” στην εικόνα 2015.

Ο τελικός έλεγχος της ταξινόμησης γίνεται με την επιλογή δειγμάτων ελέγχου στις κατηγορίες ενεργά λατομεία “Mine Active” και στην περιβάλλουσα λατομική περιοχή

“Mined Wasteland”, στις οποίες εφαρμόζονται οι μέθοδοι του πίνακα σύγχυσης σφάλματος βασισμένη σε δειγματοληπτικά αντικείμενα “*Error Matrix Based Samples*”.

Από τον πίνακα 6.7 δεν παρουσιάζονται ιδιαίτερα σφάλματα στα δείγματα. Η ολική ακρίβεια έλαβε τιμή 0,80 % και ο δείκτης k με τιμή 0,63. Οι ακρίβειες παραγωγού και χρήστη είναι υψηλές και για τις δύο κατηγορίες. Συνεπώς η αξιολόγηση κρίνεται ικανοποιητική και γίνεται δεκτή

Πίνακας 6.7. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων στο πρώτο επίπεδο ταξινόμησης με τη μέθοδο του πίνακα σύγχυσης σφάλματος βασισμένη στα νέα δειγματοληπτικά αντικείμενα «Error Matrix Based on Samples»

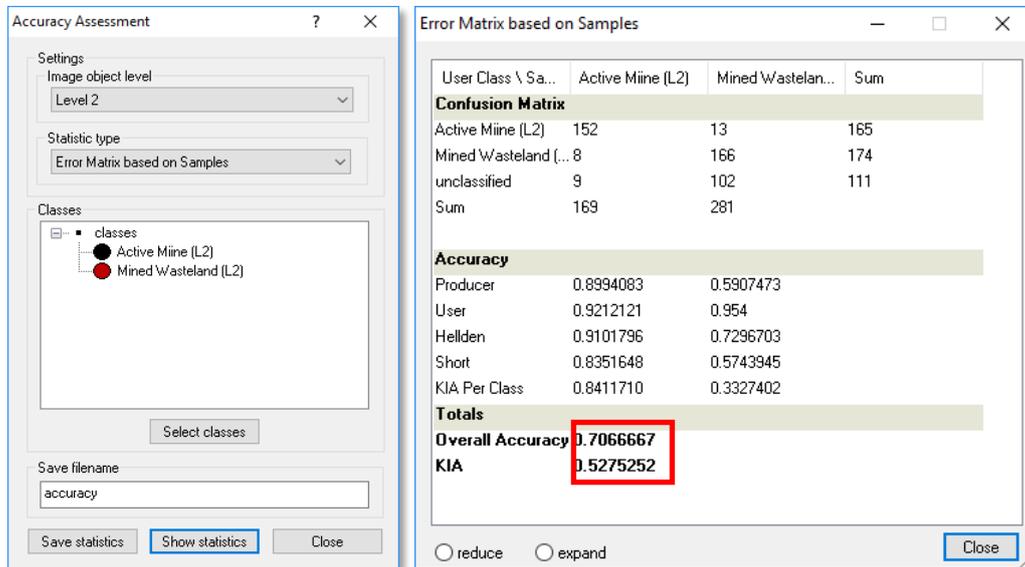
User Class \ Sample	Active M...	Mined ...	S...
Confusion Matrix			
Active Miine (L2)	170	4	174
Mined Wasteland (L2)	28	245	273
unclassified	2	71	73
Sum	200	320	
Accuracy			
Producer	0.85	0.7656250	
User	0.977	0.8974359	
Hellden	0.909	0.8263069	
Short	0.8333333	0.704	
KIA Per Class	0.7745665	0.5065789	
Totals			
Overall Accuracy	0.798		
KIA	0.6316784		

reduce expand Close

6.5.4.2 Αξιολόγηση των ταξινομήσεων της εικόνας 2003 με δημιουργία Πίνακα Σύγχυσης

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αντίστοιχα στοιχεία και αποτελέσματα για την εικόνα του 2003. Στον Πίνακα 6.8 φαίνεται ο πίνακας σύγχυσης και οι ακρίβειες που επιτεύχθηκαν ως προς τον παραγωγό και το χρήστη. Η ολική ακρίβεια έλαβε τιμή 0,71% και ο δείκτης k την τιμή 0,53

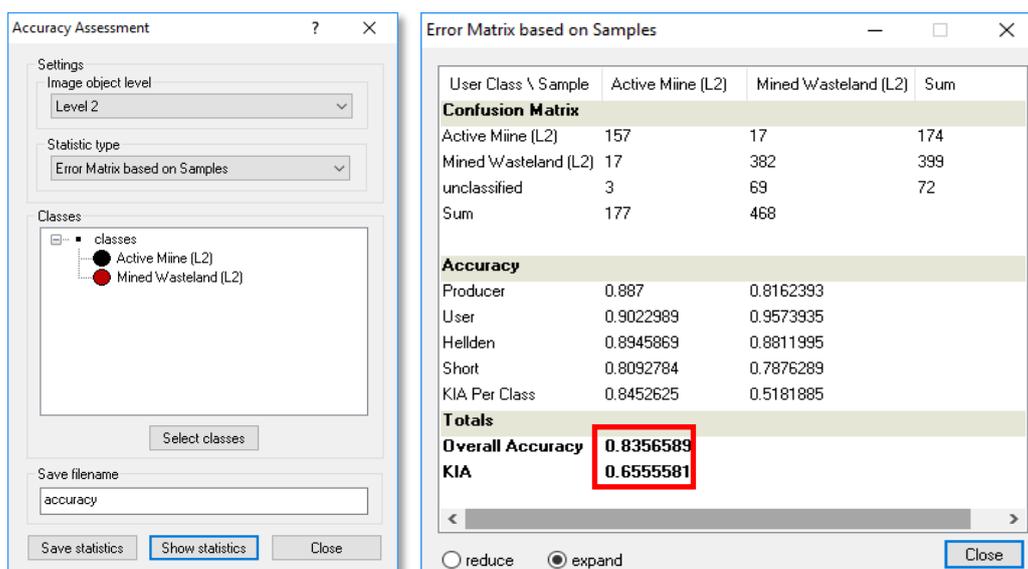
Πίνακας 6.8. Πίνακας σύγκυσης για το δεύτερο επίπεδο της εικόνας του 2003 και ακρίβειες παραγωγού και χρήστη.



6.5.4.3 Αξιολόγηση των ταξινομήσεων της εικόνας 1986 με δημιουργία Πίνακα Σύγκυσης

Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για την εικόνα του 1986. Στον Πίνακα 6.9 παρουσιάζεται ο Πίνακας Σύγκυσης και οι ακρίβειες που επιτεύχθηκαν ως προς τον παραγωγό και το χρήστη. Η ολική ακρίβεια έλαβε τιμή 0,84 % και ο δείκτης \hat{k} την τιμή 0,66.

Πίνακας 6.9. Πίνακας σύγκυσης για το δεύτερο επίπεδο της εικόνας του 1986 και ακρίβειες παραγωγού και χρήστη.



Το γινόμενο των δεικτών \hat{k} , όπως έχει προαναφερθεί εκφράζει την ακρίβεια του συνόλου των δεδομένων για περαιτέρω ανάλυση, όπως η δημιουργία χαρτών αλλαγής

$$\hat{k}_{\text{object}} = \hat{k}_{2015} * \hat{k}_{2003} * \hat{k}_{1986} = 0,63 * 0,53 * 0,66 = 0,22$$

6.6 Εμβαδομέτρηση

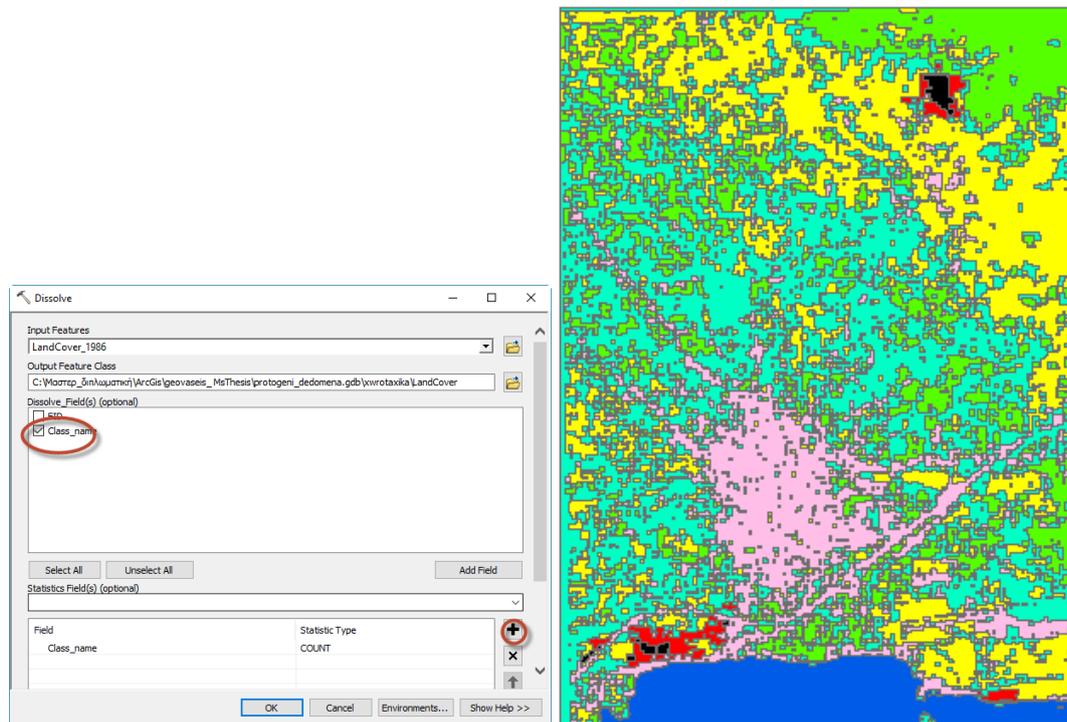
Σε αυτή τη φάση κρίθηκε σκόπιμο να παρουσιαστεί τα αποτελέσματα της ανάλυσης για την κάλυψη εδάφους της υπό μελέτη περιοχής για την κάθε κατηγορία ταξινόμησης κατά τη διάρκεια του 1986-2016.

Το πρώτο βήμα της επεξεργασίας ήταν η εξαγωγή των κατηγοριών της ταξινόμησης μέσω του περιβάλλοντος του λογισμικού eCognition. Αυτό επιτεύχθηκε με το εργαλείο export vector Layer. Σκεπτόμενη ότι με την εξαγωγή των δεδομένων σε σχηματικό αρχείο θα ήταν πιο εύκολο να υπολογιστεί το εμβαδόν της κάθε κατηγορίας, αφού δεν υπολογίζεται απευθείας από το πρόγραμμα.

Το επόμενο βήμα ήταν η εισαγωγή των δεδομένων στο ArcMap. Στη συνέχεια κάνουμε απλοποίηση των ορίων των κατηγοριών με στόχο τη μείωση των γραμμών, αυτό υλοποιείται με τη βοήθεια του εργαλείου “*dissolve*”, μέσω της εργαλειοθήκης ArcToolBox (Εικ. 6.51).

Το προβολικό σύστημα αναφοράς των δεδομένων είναι WGS’84, UTM Zone 34N. Πραγματοποιήθηκε μετατροπή του συστήματος αναφοράς από WGS’84, UTM Zone 34N σε ΕΓΣΑ’87, με τη βοήθεια του εργαλείου “*project*”. Στη συνέχεια προστέθηκαν τα δεδομένα στη γεωβάση, όπου υπολογίστηκε αυτόματα το εμβαδόν της κάθε κατηγορίας.

Παρακάτω παρουσιάζεται ο Πίνακας 6.10, με τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα για κάθε εικόνα. Από την ανάλυση έχει αφαιρεθεί η κατηγορία της θάλασσας, εξαιτίας του γεγονότος ότι δεν προσδίδει κάτι σημαντικό στην παρούσα μελέτη.



Εικόνα 6.51. Παράθυρο διαλόγου του εργαλείου “dissolve και οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων στο ArcMap”.

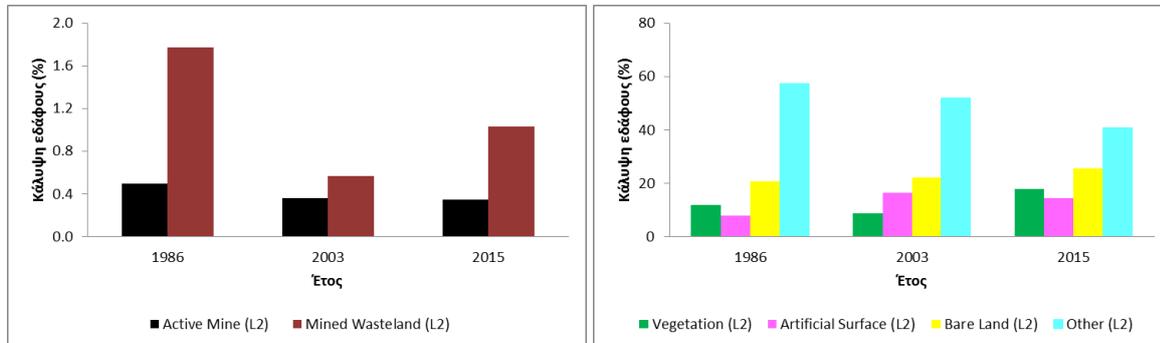
Πίνακας 6. 10. Εμβαδομέτρηση κατηγοριών του κύριου επιπέδου ταξινόμησης των απεικονίσεων 1986, 2003 και 2015

Class	1986		2003		2015	
	Area (Ha)	Area (%)	Area (Ha)	Area (%)	Area (Ha)	Area (%)
Active Mine (L2)	26.86	0.49	19.50	0.36	18.78	0.34
Mined Wasteland (L2)	96.94	1.78	62.71	1.15	56.42	1.03
Vegetation (L2)	638.66	11.70	748.13	13.68	969.51	17.74
Artificial Surface (L2)	429.19	7.86	534.66	9.77	783.80	14.35
Bare Land (L2)	1135.76	20.81	1229.70	22.48	1399.95	25.62
Other (L2)	3130.44	57.36	2875.01	52.56	2235.41	40.91

Ακολουθεί οπτικοποίηση της εξέλιξης των κατηγοριών με τη βοήθεια διαγραμμάτων. Το Διάγραμμα 6.1 δείχνει τη μεταβολή της έκτασης των κύριων κατηγοριών ανά έτος μελέτης. Αναφορικά, με τα λατομεία και την περιβάλλουσα περιοχή της εξόρυξης των πετρωμάτων παρατηρείται μείωση, ωστόσο δεν είναι τόσο σημαντική, γιατί υπενθυμίζεται ότι τα λατομεία αυτά είχαν κλείσει από τις αρχές της δεκαετίας του 70. Επιπλέον, μετά την παρατήρηση των αλλαγών των χρήσεων γης προέκυψε ότι πριν την έναρξη των ολυμπιακών αγώνων της Αθήνας το 2004, φαίνεται ότι πολλά από τα ανενεργά λατομεία τέθηκαν ξανά

σε λειτουργία.

Επιπλέον παρατηρείται αύξηση των τεχνητών επιφανειών, του γυμνού εδάφους και της βλάστησης. Το αυξημένο ποσοστό της τελευταίας ενισχύεται από τα γεγονόσ ότι στα Μέγαρα μέχρι το 2015 δεν έχει εκδηλωθεί πυρκαγιά.

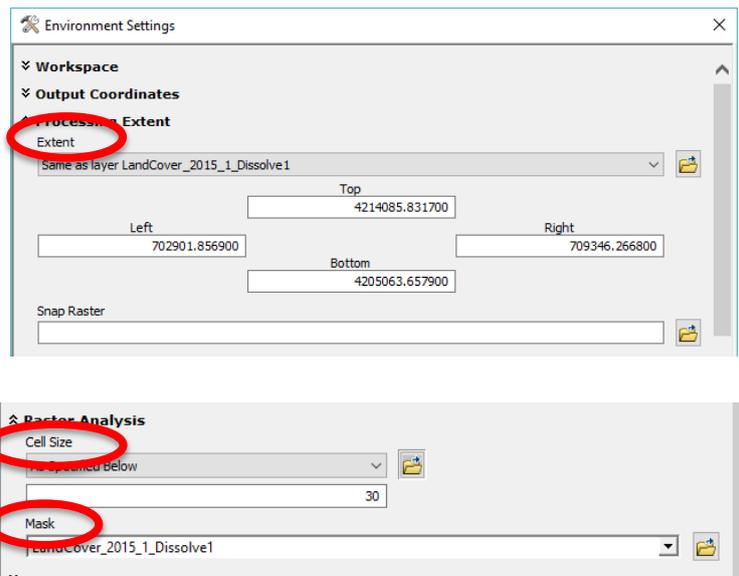


Διάγραμμα 6.3. Οπτικοποίηση της εξέλιξης των κατηγοριών του Δήμου Μεγαρέων για τη χρονολογία 1986-2015.

6.7 Αλλαγές Χρήσεων Γης κατά τα έτη 1986, 2003 και 2015

Σε αυτό το υπό κεφάλαιο κρίθηκε σκόπιμο να εντοπιστούν οι διαχρονικές αλλαγές των χρήσεων γης στο Δήμο Μεγαρέων, τα τελευταία 30 χρόνια. Για να επιτευχθεί αυτό, χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση ψηφιδωτών και ειδικότερα η λειτουργία “Cell Statistics”, η οποία αποτελεί τοπική λειτουργία - “Local Function”, υπολογίζοντας για κάθε κελί του παραγόμενου ψηφιδωτού τα στατιστικά στοιχεία. Στην ουσία, η λειτουργία αυτή συγκρίνει δύο ή περισσότερα ψηφιδωτά.

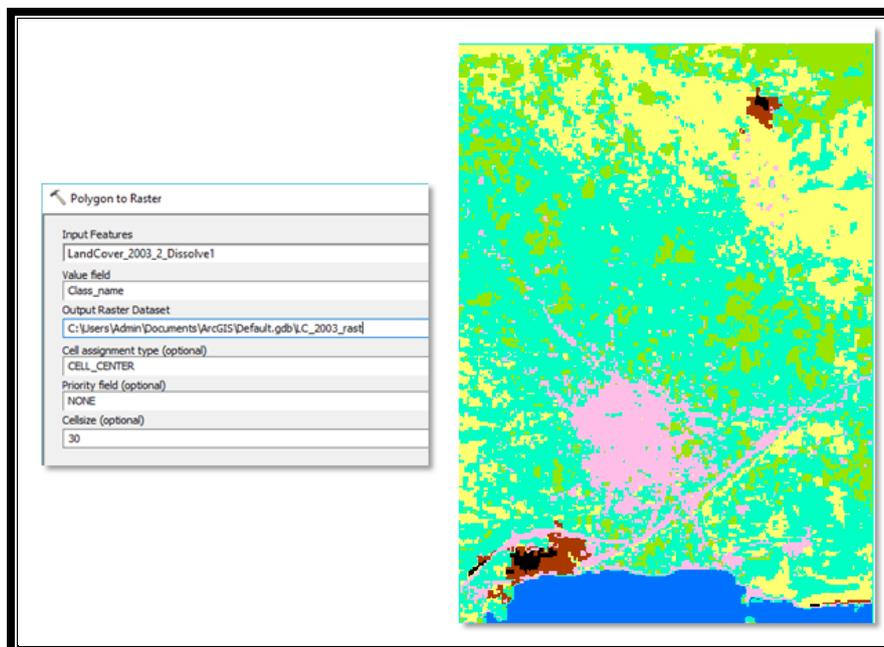
Πριν ξεκινήσει η διαδικασία για τις διαχρονικές αλλαγές των χρήσεων γης, που συντελέστηκαν από 1986-2015 θα πρέπει να οριστεί η μάσκα ανάλυσης, η οποία θα καθορίσει τα όρια της ανάλυσης καθώς και το μέγεθος κελιού για τα παραγόμενα ψηφιδωτά. Η διαδικασία αυτή ορίζεται από το μενού επιλογών Geoprocessing/environment. Στην καρτέλα processing extent ορίζονται τα όρια της ανάλυσης να είναι όμοια με τα όρια του πολυγωνικού επιπέδου *LandCover_2015.shp*. Ενώ στην καρτέλα “Raster analysis”, ορίζεται σαν μάσκα ανάλυσης τα όρια του πολυγωνικού επιπέδου *LandCover_2015.shp*, και το μέγεθος κελιού 30 (Εικ. 6.52).



Εικόνα 6. 52. Παράθυρο διαλόγου environment για τον ορισμό της περιοχής ανάλυσης.

6.7.1 Δημιουργία Ψηφιδωτών

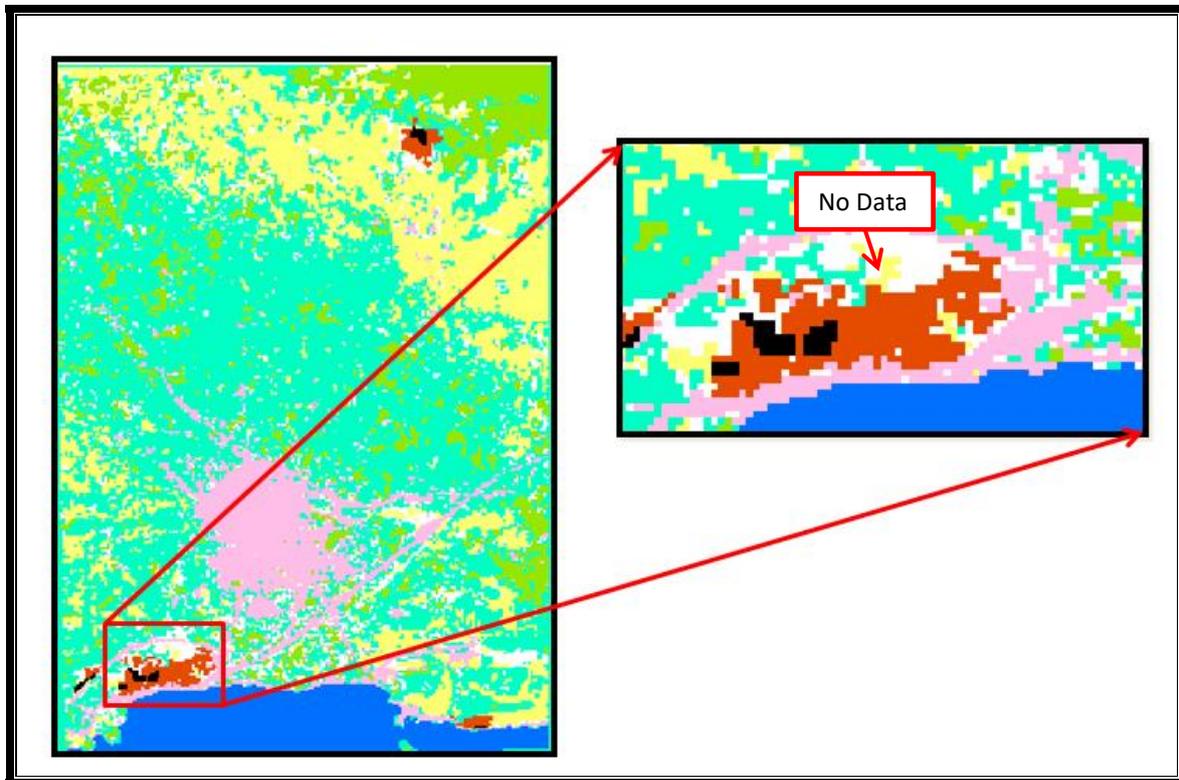
Αρχικά θα πρέπει να μετατραπούν τα σχηματικά επίπεδα σε ψηφιδωτά. Η διαδικασία αυτή γίνεται μέσα από την εργαλειοθήκη System Toolboxes, επιλέγοντας διαδοχικά System toolboxes\Conversion Tools\To Raster\Polygon to Raster, ξεκινώντας από τις χρήσεις γης LandCover_2003 με πεδίο αναφοράς το “Class_name”, βάσει του οποίου θα γίνει η κατηγοριοποίηση (Εικ. 6.53).



Εικόνα 6.53. Παράθυρο διαλόγου μετατροπής διανυσματικών δεδομένων σε ψηφιδωτών και οπτικοποίηση των

6.7.2 Περιοχές με Αλλαγή χρήσης

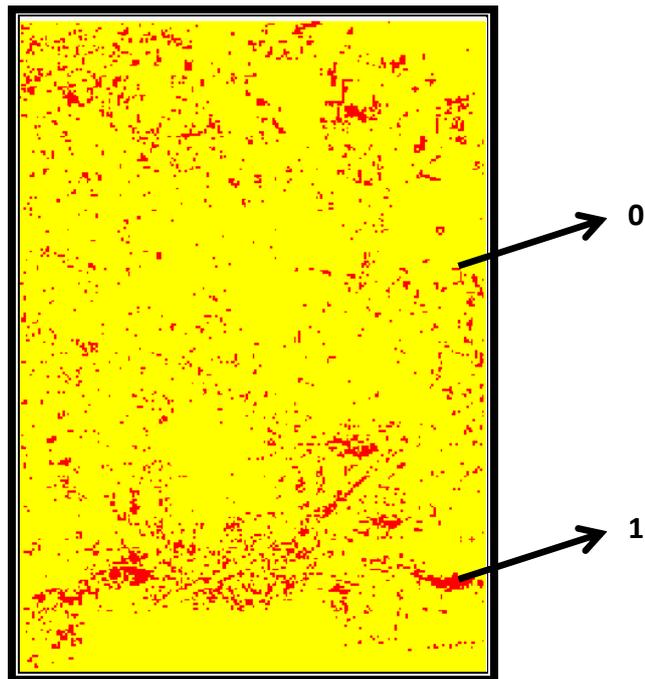
Η διαδικασία αυτή, υλοποιείται όπως προαναφέρθηκε με το εργαλείο cell statistics, που βρίσκεται στην εργαλειοθήκη Spatial Analyst Tools/Local/Cell Statistics και επιλέγεται το Majority. Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στην Εικ. 6.54.



Εικόνα 6.54. Αποτέλεσμα μετά την εφαρμογή του Majority.

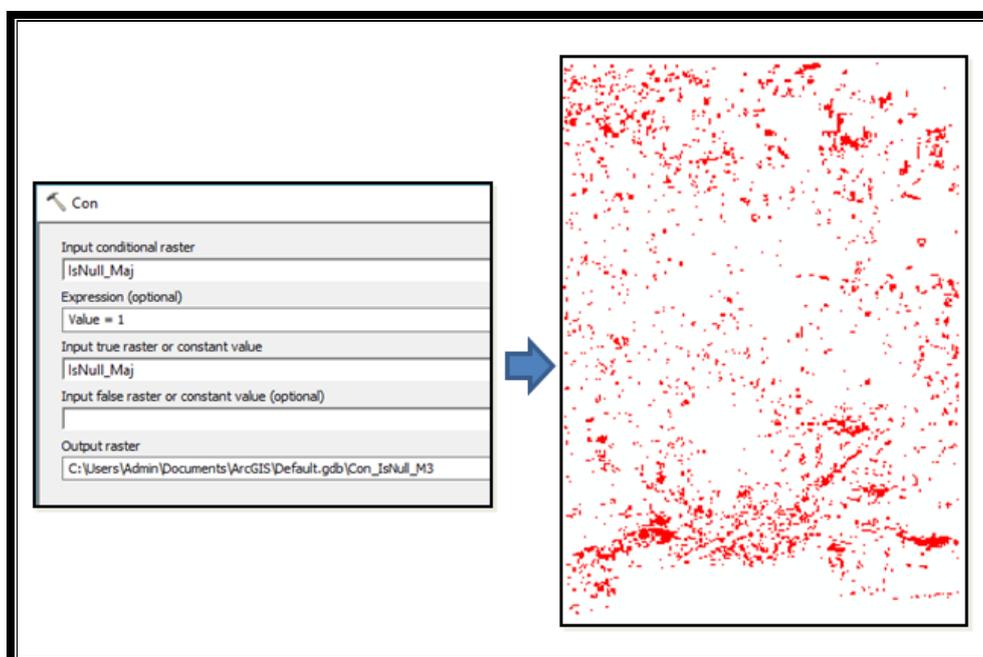
Στην Εικ. 6.54, εκτός από τις χρήσεις γης, παρατηρούνται περιοχές, στις οποίες υπήρξε αλλαγή χρήσης, παραπάνω από δύο φορές και έχουν απεικονιστεί με τιμή No Data. Για να απομονώσω τις περιοχές αυτές, θα πρέπει να οριστούν τιμές εκεί που υπάρχουν «λευκές τρύπες» για το λόγο αυτό χρησιμοποιώ τον τελεστή IsNull, που βρίσκεται μέσα στην εργαλειοθήκη Spatial Analyst Tools/ Math/Logical. Το παραγόμενο ψηφιδωτό προβάλλεται στην Εικόνα 6.55.

Το ψηφιδωτό που παράγεται έχει τιμές 0, όπου υπήρχαν τιμές και 1, όπου υπήρχαν «λευκές τρύπες». Τα κελιά που θέλουμε να απομονώσουμε είναι αυτά με το κόκκινο χρώμα.



Εικόνα 6.55. Αποτέλεσμα μετά τη χρήση του τελεστή IsNull.

Στη συνέχεια απομονώνουμε τις περιοχές αυτές με τη λειτουργία του τελεστή CON από την εργαλειοθήκη Spatial Analyst Tools/ Conditional, όπου επιλέγονται οι περιοχές με τιμή 1 (Εικ 6.56)

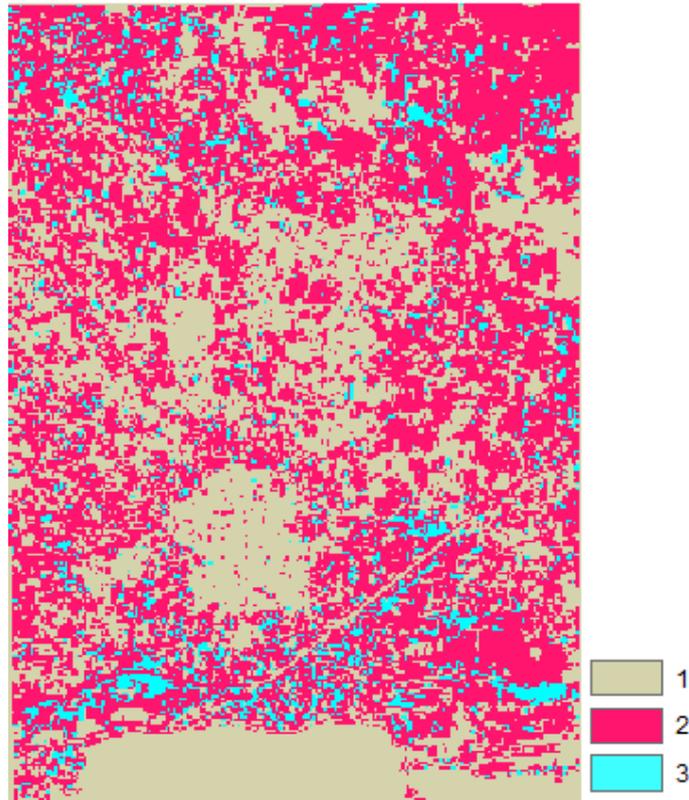


Εικόνα 6.56. Περιοχές που άλλαξαν χρήση.

Τέλος, με τη χρήση του στατιστικού "Variety", προσδιορίζεται το εύρος των μοναδικών

τιμών μεταξύ των κελιών των ψηφιδωτών εισαγωγής. Τα κελιά που δεν παρουσιάζουν διαφορετικότητα απεικονίζονται με την τιμή 1 (γκρι), ενώ οι περιοχές που άλλαξαν μια χρήση απεικονίζονται με την τιμή 2 (κόκκινο) και τέλος οι περιοχές με αλλαγή 2 χρήσεων, απεικονίζονται με την τιμή 3 (γαλάζιο)

Με αυτή τη διαδικασία εντοπίζονται όχι μόνο οι περιοχές που άλλαξαν χρήση καθώς και πόσες φορές άλλαξαν (Εικ. 6.57).



Εικόνα 6.57. Αποτέλεσμα με τη χρήση του εργαλείου "Variety".

7. ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕ ΓΣΠ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΕΓΑΡΕΩΝ

7.1 Συλλογή Δεδομένων του Δήμου Μεγαρέων

Η συλλογή των δεδομένων έγινε κατά κύριο λόγο με γεωαναφορά και ψηφιοποίηση των γεωλογικών φύλλων του ΙΓΜΕ και του ΓΥΣ κλίμακας 1:50.000, με επικαιροποίηση κάποιων δεδομένων (κυρίως των οδικών και του υδρογραφικού δικτύου) από τις αεροφωτογραφίες της ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ Α.Ε και από το GOOGLE EARTH. Ο Εντοπισμός των λατομικών χώρων έγινε μέσω τηλεπισκόπησης, όπως περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα ακόλουθα (Πιν. 7.1):

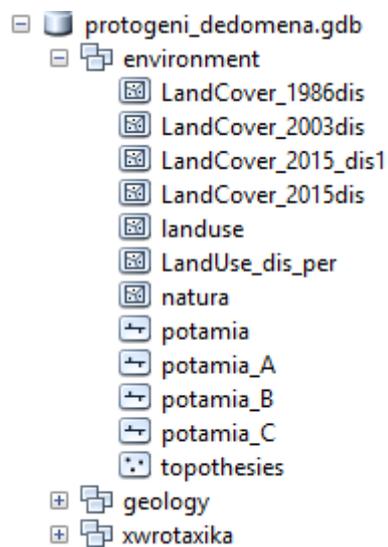
Πίνακας 7.1. Πίνακας δεδομένων μελέτης εφαρμογής στο Δήμο Μεγαρέων.

Όνομα αρχείου	Επίπεδο	Γεωμετρία	Περιγραφική πληροφορία	Πηγή	Όνομα Πεδίου
peratotita.shp	Περατότητα	Πολυγωνικό Επίπεδο	Περιγραφή γεωλογικών σχηματισμών των φύλλων ΙΓΜΕ που αποτελού την περιοχή	Εκτίμηση	per_perigrifi
potamia_1class.shp	Ποτάμια Α' τάξης	Γραμμικό Επίπεδο	Αποτύπωση υδρογραφικού δικτύου	ΓΥΣ	Strahler
potamia_2class.shp	Ποτάμια Β' τάξης	Γραμμικό Επίπεδο	Αποτύπωση υδρογραφικού δικτύου	ΓΥΣ	Strahler
Latomeia.shp	Λατομεία	Πολυγωνικό Επίπεδο	Παρουσία αποβλήτων Είδος αποβλήτων	Εντοπισμός με τηλεπισκόπηση και στη συνέχεια επιτόπια μελέτη	parousia_apolitwn Eidos_apolitwn
Faults.shp	Ρήγματα	Γραμμικό Επίπεδο	Αποτύπωση ρηγμάτων	Χάρτες ΙΓΜΕ, γεωλογικά φύλλα κλίμακας 1:50000	Type
Slope	Κλίσεις εδαφών	raster		Επεξεργασία από το Ψ.Μ.Ε ακρίβειας 5m από το κτηματολόγιο	
Aspect	Προσανατολισμός πρανών	raster		Επεξεργασία από το Ψ.Μ.Ε ακρίβειας 5m από το κτηματολόγιο	
odiko_diktyo.shp	Οδικό δίκτυο	Γραμμικό Επίπεδο	Εθνική οδό Κύριο οδικό δίκτυο Δευτερεύων οδικό δίκτυο	ΓΥΣ	Type

rail.shp	Σιδηροδρομικό δίκτυο	Γραμμικό Επίπεδο	Αποτύπωση σιδηροδρομικού δικτύου		type
dimosia_ktiria.shp	Δημόσια κτίρια	Σημειακό Επίπεδο	εγγύτητα των δημόσιων κτιρίων στην περιοχή	www.geodata.gov.gr	object id
Natura.shp	Περιοχές Natura	Πολυγωνικό Επίπεδο	Όνομα της περιοχής Natura	ΥΠΕΚΑ	Name_Latin
archeology.shp	Αρχαιολογικοί χώροι	Πολυγωνικό Επίπεδο	Όνομα και είδος (βυζαντινό ή αρχαιότητας)	Οριοθέτηση των αρχαιολογικών χώρων με βάση τα ΦΕΚ	Name
oikismoι.shp	Οικισμοί	Σημειακό Επίπεδο	Περιγραφή πληθυσμού	www.geodata.gov.gr	pop

7.2 Οργάνωση σε Βάσεις Δεδομένων - Μελέτη Εφαρμογής

Η πρώτη γεωβάση “protogeni_dedomena.gdb” αφορά τα αρχικά δεδομένα τα οποία θα συμμετάσχουν στην ανάλυση. Μέσα στη γεωβάση αυτή υπάρχει ένα Σύνολο Αντικειμένων – “Feaure Dataset”, εντός του οποίου αποθηκεύονται οι Κλάσεις Αντικειμένων “Feature Class”. Όλες αυτές οι κλάσεις είναι κατηγοριοποιημένες βάσει των χωροταξικών, περιβαλλοντικών και γεωλογικών κριτηρίων (Σχήμα 7.1, Εικόνα 7.1).



Εικόνα 7.1.Οργάνωση της αρχικής γεωβάσης “protogeni_dedomena.gdb”

Μέσα στην ίδια τη γεωβάση, αλλά εκτός του Συνόλου Αντικειμένων θα βρίσκεται και το εργαλείο μοντελοποιημένων διαδικασιών,

που αφορά την ανάλυση, το ψηφιδωτο αρχείο του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφων (Ψ.Μ.Ε) - “Mosaic”, οι κλίσεις εδαφών – “Slope” και ο προσανατολισμός πρανών – “Aspect”. Στη συνέχεια όλα τα δεδομένα θα μετατραπούν σε ψηφιδωτά για τη δημιουργία ψηφιδωτού κόστους, όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας.

Η δεύτερη γεωβάση “Telika_data.gdb” αφορά τα τελικά δεδομένα τα οποία θα συμμετάσχουν στην τελική ανάλυση για την προτεραιότητα των ανενεργών λατομείων, όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

7.3 Δημιουργία Ψηφιδωτού κόστους

Με βάση τα κριτήρια που τέθηκαν στο Μεθοδολογικό Πλαίσιο θα δημιουργηθεί το ψηφιδωτό κόστους. Πραγματοποιήθηκε μοντελοποίηση των διαδικασιών, για τον πλήρη έλεγχο των διαδικασιών και δεδομένων καθώς οι σχέσεις μεταξύ των είναι δυναμικές έτσι με κάθε τροποποίηση ανανεώνεται το μοντέλο. Τέλος, η μοντελοποίηση επιτρέπει δοκιμές και σενάρια αφού ο χρόνος εκτέλεσης είναι μικρός (κάτω από 10 λεπτά). Οι θεματικοί χάρτες των επιμέρους κριτηρίων που ακολουθούν αποτελούν το τελικό σταθμισμένο αποτέλεσμα παρότι δεν έχει αναφερθεί η στάθμιση των κριτηρίων

7.3.1 Επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον

Για την αξιολόγηση των επιπτώσεων στο φυσικό περιβάλλον στα ανενεργά λατομεία εξετάζονται οι ακόλουθοι παράμετροι

- Ρύπανση υδάτων
- Επικινδυνότητα λατομικού χώρου
- Οπτική όχληση

7.3.1.1 Ρύπανση Υδάτων

Πρώτος στόχος είναι να φτιάξουμε ένα μωσαϊκό της δυνητικής ρύπανσης υδάτων, η οποία εξαρτάται από την ύπαρξη αποβλήτων, το είδος τους, δηλαδή αν πρόκειται για εξορυκτικά ή όχι, την περατότητα του κάθε γεωλογικού σχηματισμού καθώς και την εγγύτητα σε ποτάμια μόνιμης ή παροδικής ροής.

Μέσω του “Model Builder” δημιουργήθηκε το μοντέλο ρύπανσης υδάτων. Αυτό χρησιμοποιεί ως δεδομένα εισόδου το γραμμικό επίπεδο των ποταμιών (river.shp), όπου

επιλέγονται τα ποτάμια της μόνιμης και της παροδικής ροής και στη συνέχεια εξάγονται σε διαφορετικά γραμμικά επίπεδα, το πολυγωνικό επίπεδο των λατομείων (*latomeia.shp*), που έχει προκύψει με τηλεπισκόπηση. Εδώ επίσης επισημαίνεται ότι έχουν εισαχθεί τα πολύγωνα της εικόνας Landsat 2015 και είναι ενσωματωμένο το λατομείο που εντοπίστηκε στην Εικόνα Landsat 1986 και τέλος το πολυγωνικό επίπεδο της περατότητας (*peratotita.shp*).

Αρχικά πρέπει να μετατραπούν τα διανυσματικά σε ψηφιδωτά δεδομένα (Feature to Raster) ως εξής:

- *River_A.shp* με βάση το πεδίο “Strahler”
- *River_B.shp* με βάση το πεδίο “Strahler”
- *Peratotita.shp* με βάση το πεδίο “per_perigrifi”
- *Latomeia.shp* με βάση το πεδίο “parousia_aronlitwn”
- *Latomeia.shp* με βάση το πεδίο “eidos_aronlitwn”

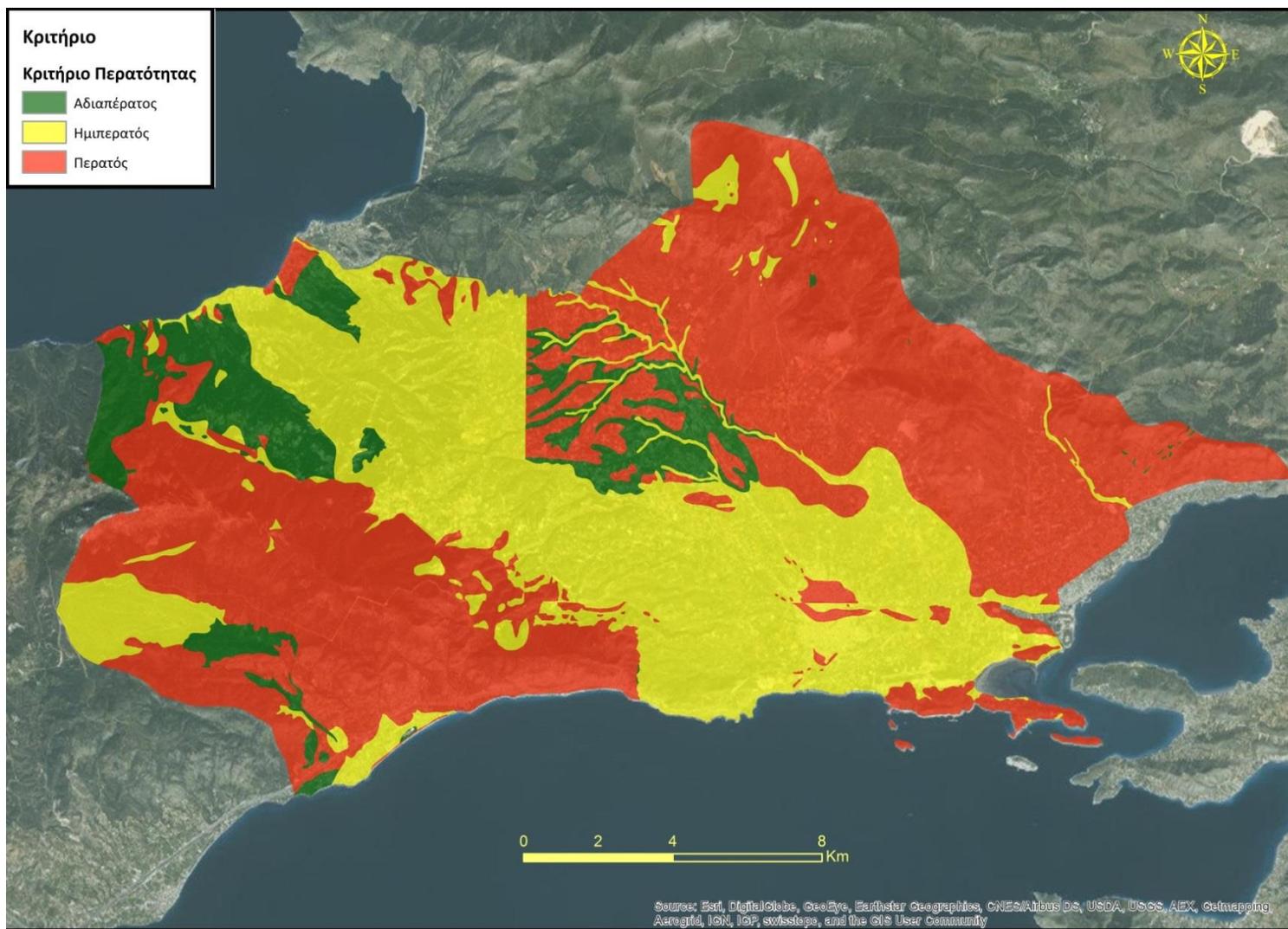
Ακολουθεί επανακατηγοριοποίηση της περατότητας (Χάρτης 7.1), όπως έχει αναφερθεί στο Μεθοδολογικό Πλαίσιο (Κεφ. 4.6.1.1). Απαραίτητη είναι επανακατηγοριοποίηση του ψηφιδωτού “latomeia” θα γίνει στη λογική «Υπάρχει – Δεν υπάρχει. Παραδείγματος χάριν για την ύπαρξη αποβλήτων ή όχι. Η επανακατηγοριοποίηση θα γίνει όπως υποδείχτηκε στο Μεθοδολογικό Πλαίσιο (Κεφ. 4.6.1.1) (Χάρτης 7.2, 7.3)

Στη συνέχεια δημιουργείται ένα ψηφιδωτό αποστάσεων από το υδρογραφικό δίκτυο (ποτάμια μόνιμης ή παροδικής ροής), κατηγοριοποιημένο όπως φαίνεται παρακάτω (Χάρτης 7.4, 7.5):

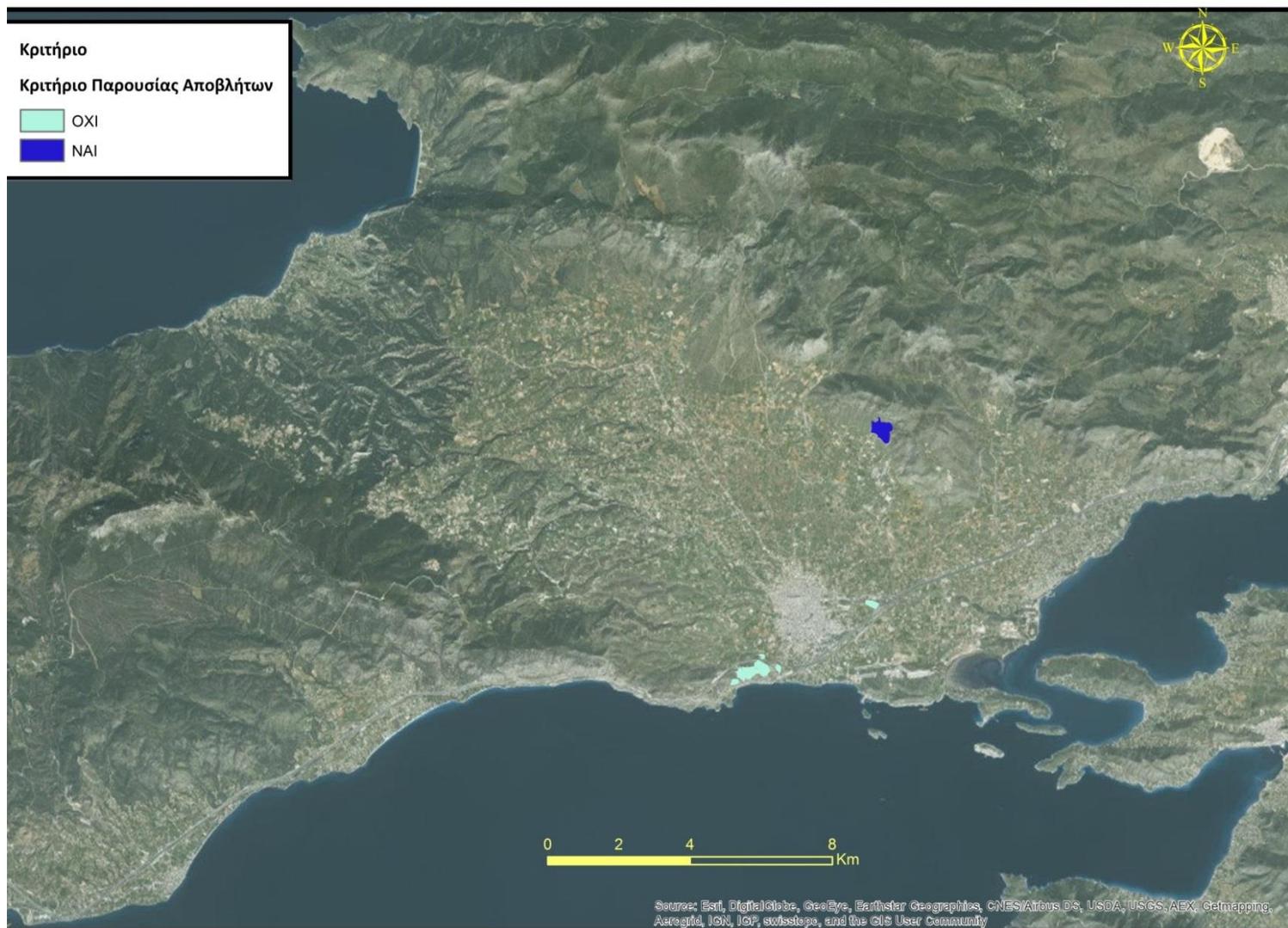
Old values	New values	Old values	New values
0 - 500	5	0 - 200	5
500 - 1000	4	200 - 500	4
1000 - 1500	3	500 - 1000	3
1500 - 5000	2	1000 - 5000	1
5000 - 15000	1	NoData	NoData
NoData	NoData		

(α)

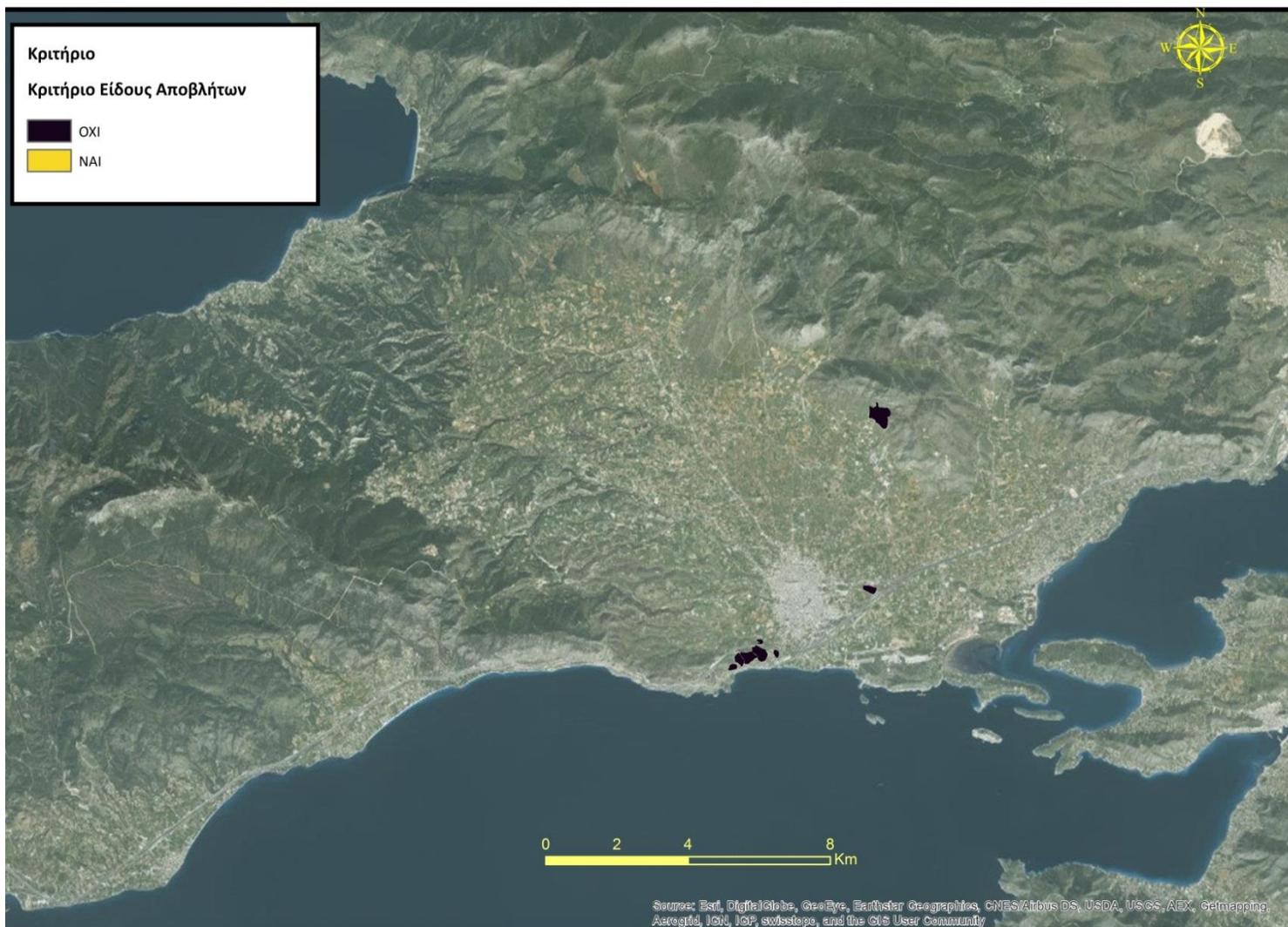
(β)



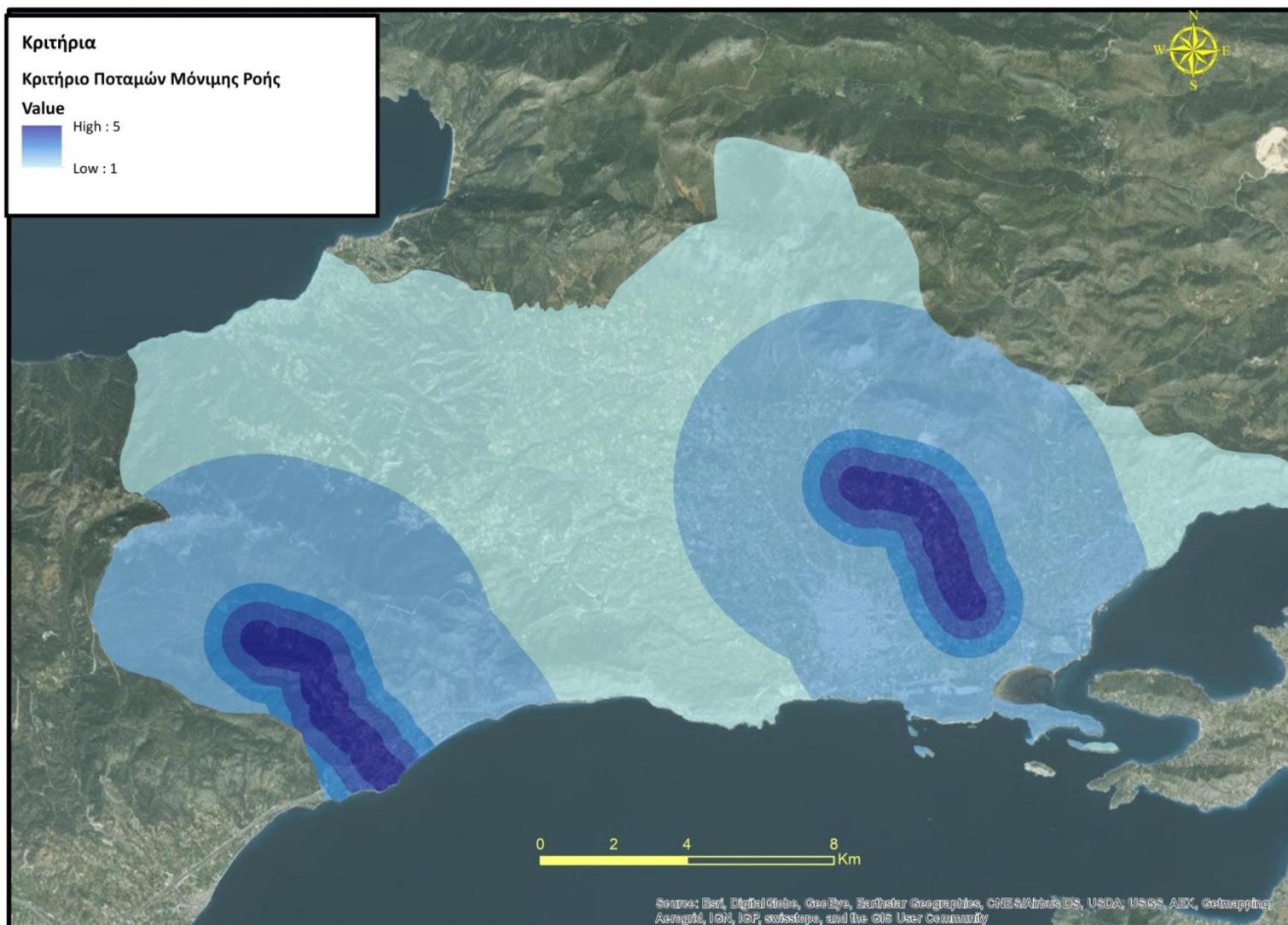
Χάρτης 7.1. Κριτήριο Περρατότητας, Ψηφιδωτό Α.



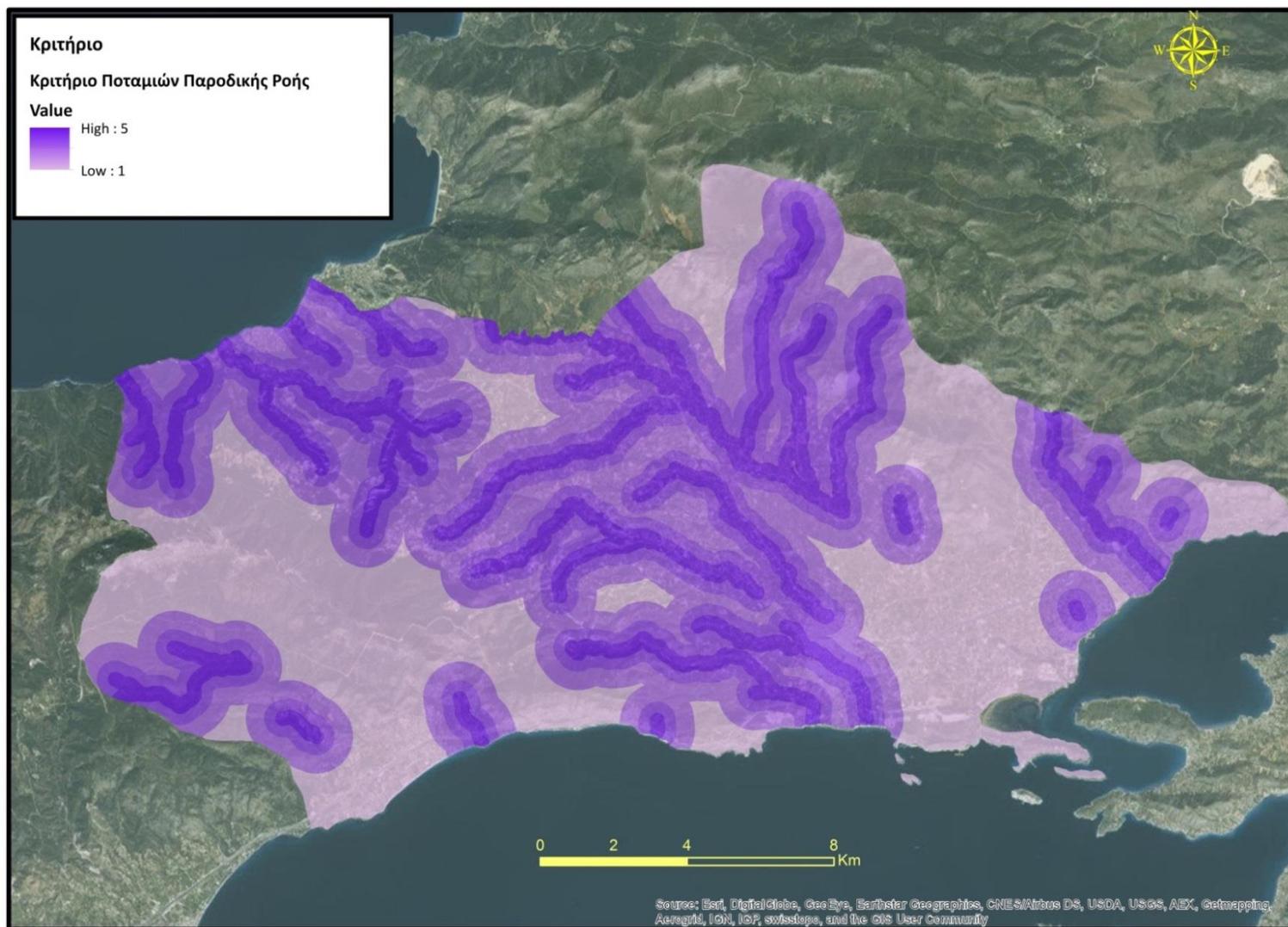
Χάρτης 7.2. Κριτήριο Παρουσίας αποβλήτων, Ψηφιδωτό Β.



Χάρτης 7.3. Κριτήριο Επικινδυνότητας αποβλήτων, Ψηφιδωτό Γ.



Χάρτης 7.4. Κριτήριο ποταμών μόνιμης ροής, Ψηριδωτό Δ.



Χάρτης 7.5. Κριτήριο Ποταμών παροδικής ροής. Ψηφιδωτό Ε.

7.3.1.2 Ασφάλεια χώρου

Όπως προαναφέρθηκε και στο Μεθοδολογικό Πλαίσιο οι κλίσεις εδαφών, ο προσανατολισμός του εδάφους και η παρουσία ρηγμάτων παίζουν σημαντικό ρόλο στην ασφάλεια του χώρου αφού μπορεί να αποβεί άκρως επικίνδυνη για τους κατοίκους της περιοχής. Στην παρούσα εργασία αντιμετωπίζονται ως ξεχωριστά κριτήρια, παίρνοντας διαφορετική σημαντικότητα το κάθενα.

Τα **Ρήγματα**, αφού έχουν ψηφιοποιηθεί από τα φύλλα «ΙΓΜΕ», μετατρέπονται σε ψηφιδωτά, βάσει του πεδίου "Type" στη συνέχεια δημιουργείται ένα ψηφιδωτό απόστασης από τα ρήγματα και κατηγοριοποιείται με βάση την απόσταση (m) όπως φαίνεται παρακάτω (Χάρτης 7.6):

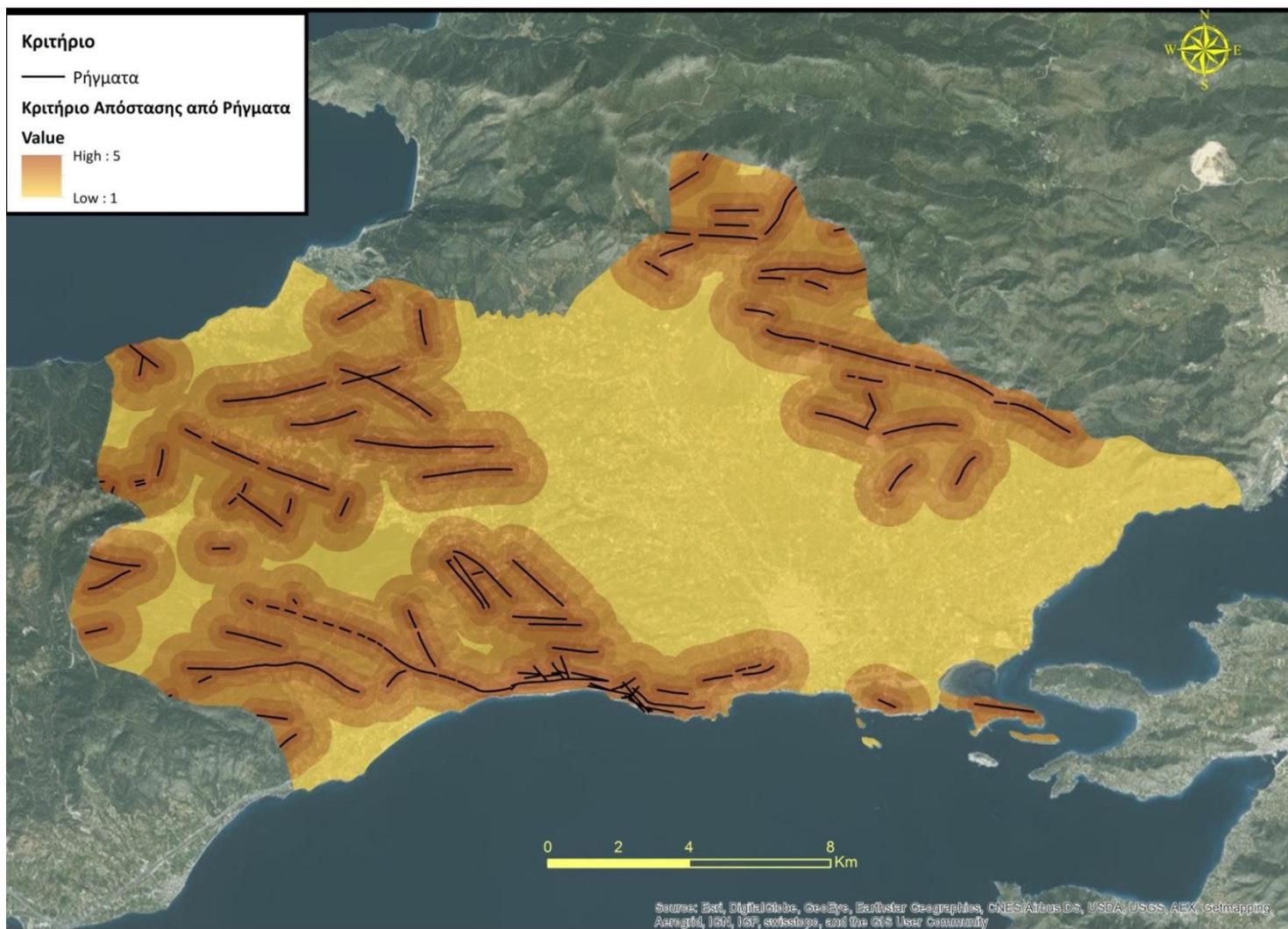
Old values	New values
0 - 200	5
200 - 500	4
500 - 1000	3
1000 - 6000	1
NoData	NoData

Οι **κλίσεις εδαφών** προέρχονται από το ψηφιακό μοντέλο εδάφους μέσω της εργαλειοθήκης Spatial analyst \ surface\ slope όπου στη συνέχεια επανακατηγοριοποιούνται με βάση το ποσοστόκλίσης (Χάρτης 7.7):

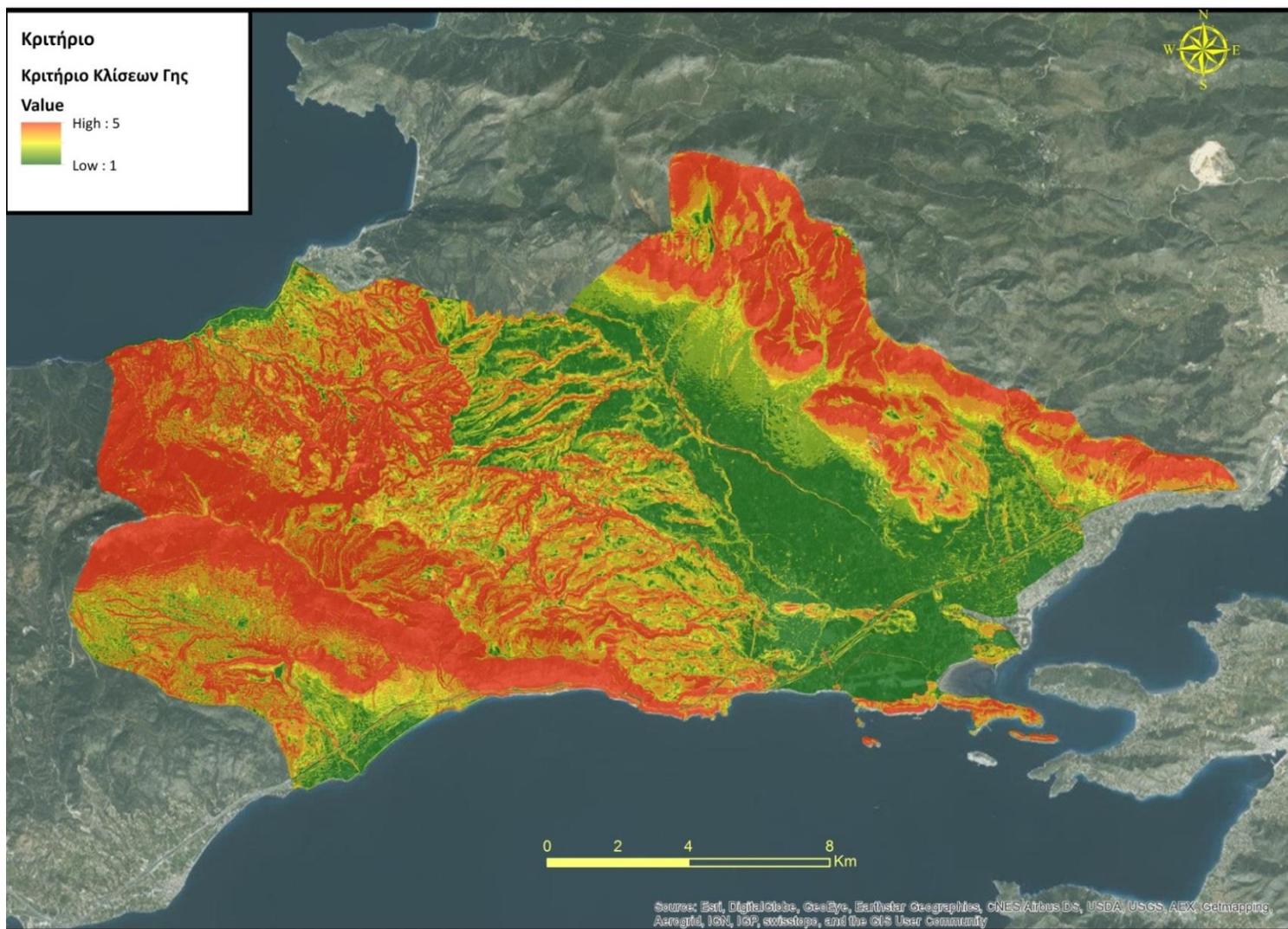
Old values	New values
0 - 5	1
5 - 10	2
10 - 15	3
15 - 30	4
>30	5
NoData	NoData

Ο **προσανατολισμός εδαφών** προέρχεται επίσης από το ψηφιακό μοντέλο εδάφους μέσω της εργαλειοθήκης Spatial analyst \ surface\ Surface και στη συνέχεια επανακατηγοριοποιείται με βάση τη διεύθυνση ως εξής (Εικ. 7.8):

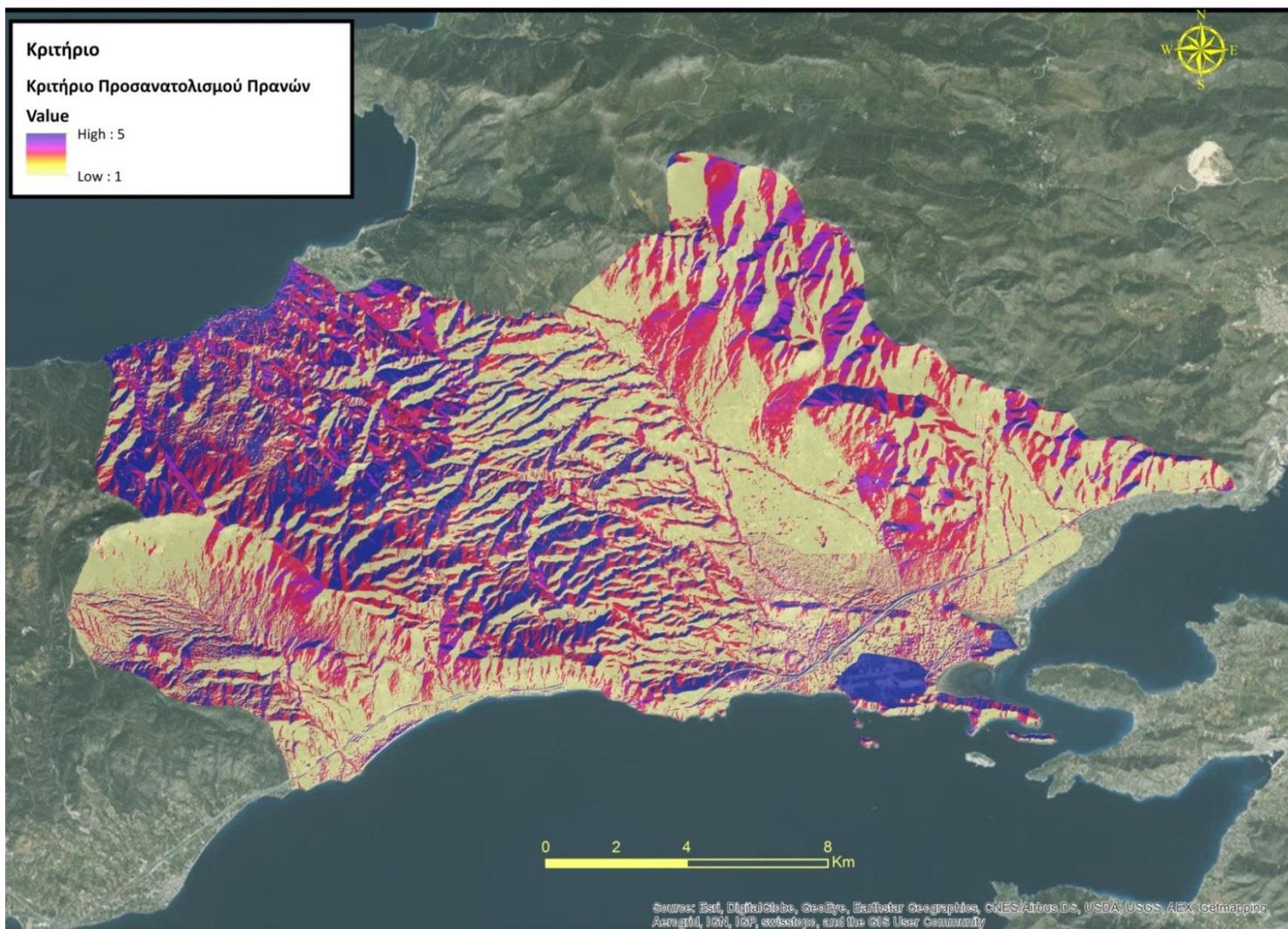
Old values	New values
-1 - 22.5	5
22.5 - 67.5	3
67.5 - 112.5	1
112.5 - 157.5	1
157.5 - 202.5	1
202.5 - 247.5	3
247.5 - 292.5	4
292.5 - 337.5	5



Χάρτης 7.6. Κριτήριο Απόστασης από ρήγματα, Ψηφιδωτό Στ.



Χάρτης 7.7. Κριτήριο κλίσεων γης, Ψηφιδωτό Z.



Χάρτης 7.8. Κριτήριο προσανατολισμού πρατών, Ψηφιδωτό Η.

7.3.1.3 Οπτική Όχληση

Κάθε λατομική δραστηριότητα είναι στενά συνδεδεμένη με την αλλοίωση των μορφολογικών και τοπογραφικών χαρακτηριστικών της περιοχής, καθιστώντας την μία από τις πιο σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Η μέθοδος αυτή εξετάζει την έκταση της περιοχής από την οποία ο λατομικός χώρος είναι ορατός από τις αρχαιολογικές θέσεις, από τα μεγάλα αστικά κέντρα, από το οδικό δίκτυο (διπλός αυτοκινητόδρομος - 4 λωρίδες και δρόμος παντός καιρού - 2 λωρίδες).

Η διερεύνηση της ορατότητας επιτυγχάνεται με τη βοήθεια του εργαλείου “visibility” που είναι διαθέσιμο στην εργαλειοθήκη “3D Analyst”. Η μεθοδολογία στηρίζεται στη δημιουργία ενός τρισδιάστατου μοντέλου εδάφους, δηλαδή ενός ψηφιδωτού υψομέτρων (tin, DEM, grid) και ενός σημειακού ή γραμμικού επιπέδου. Για τον υπολογισμό της έκτασης της οπτικής όχλησης τα λατομεία αναπαριστώνται ως σημεία, στα οποία και τοποθετείται ο παρατηρητής. Το παραγόμενο αρχείο θα έχει τις «ορατές περιοχές» που απεικονίζονται με ανοιχτό πράσινο (δηλ. την περιοχή που είναι ορατή από το λατομικό χώρο) και τις μη ορατές με ροζ.

Με την παραπάνω μεθοδολογία προκύπτει η ορατή περιοχή, η οποία ωστόσο περιορίζεται σε ακτίνα 8 km, δεδομένου ότι σε απόσταση μεγαλύτερη των 8 km ο παρατηρητής αποκτά μια συνολική αντίληψη για το τοπίο αδυνατώντας να εντοπίσει επιμέρους λεπτομέρειες (Πιν. 7.2). Η ζώνη απόστασης δημιουργείται από τα κέντρα των λατομείων και όχι από τα όρια του μεταλλευτικού χώρου ,γιατί αποτελεί μια συνήθης πρακτική για τις μελέτες τοπίου με βάση τη Νομοθεσία (Ν.998/79, ΚΥΑ69269/5387/1990). Το σύνολο του εμβαδού της ορατής και μη περιοχής παρουσιάζεται στον Πιν. 7.2, Χάρτης 7.9.

Πίνακας 7.2. Ορατές και μη περιοχές σε ακτίνα 8 km από το κέντρο των λατομείων.

	Σύνολο Ψηφίδων	Εμβαδόν (στρεμ)	Ποσοστό (%)	Σύνολο
Μη ορατή	6253491	100055.86	54.08	54.08
Ορατή από ένα λατομείο	3377371	54037.94	29.21	45.92
Ορατή από δύο λατομεία	1774233	28387.73	15.34	
Ορατή από τρία λατομεία	157627	2522.03	1.36	
Σύνολο	11562722	185003.55	100.00	

Στη συνέχεια οι επανακατηγοριοποιημένες χρήσεις Γης, όπως ορίστηκαν στο Μεθοδολογικό Πλαίσιο (Κεφ. 4.6.1.3), ταξινομούνται βάσει των ζωνών παρατήρησης των 2, 5 και 8 km. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.3

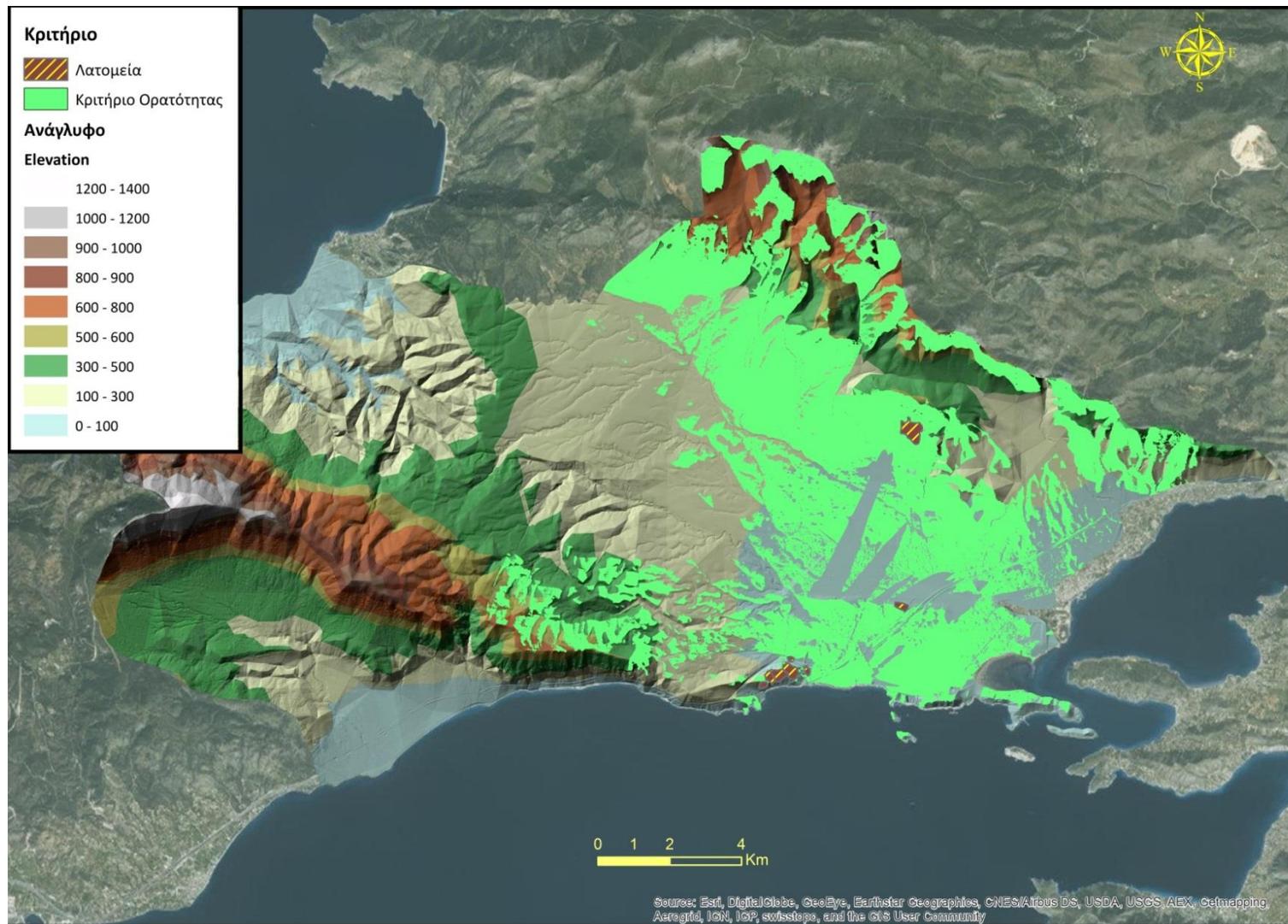
Πίνακας 7.3. Χρήσεις γης ανά ζώνη Παρατήρησης.

Ζώνες Παρατήρησης									
Χρήσεις Corine	2 km			5 km			8 km		
	Σύνολο Ψηφίδων	Εμβαδόν (στρεμ.)	Ποσοστό (%)	Σύνολο Ψηφίδων	Εμβαδόν (στρεμ.)	Ποσοστό (%)	Σύνολο Ψηφίδων	Εμβαδόν (στρεμ.)	Ποσοστό (%)
Χώροι εξόρυξης πετρωμάτων	7228	115.65	0.48	0	0	0	0	0	0
Κύριες Χρήσεις	130600	2089.60	8.76	102665	1642.64	3.47	138436	2214.98	16.26
Δευτερεύουσες Χρήσεις	1329659	21274.54	89.21	2842815	45485.04	96.07	708825	11341.20	83.24
Σιδηροδρομικό δίκτυο και γειτνιάζουσα γη	23045	368.72	1.55	13522	216.35	0.46	4298	68.77	0.50
Σύνολο	1490532	23848.51	100	2959002	47344.03	100	851559	13624.94	100

Επίσης στην ανάλυση συμπεριλαμβάνονται τα μεταφορικά δίκτυα (Εθνικής οδού και δρόμου παντός καιρού σκληρής επιφάνειας, όπου η τιμή που λαμβάνει το κάθε κελί ορίζεται με βάση το Μεθοδολογικό Πλαίσιο (Κεφ. 4.6.1.3). Τέλος υπολογίζεται το εμβαδόν της συνολικής επιφάνειας του αρχαιολογικού χώρου που πλήττεται από την οπτική όχληση, προκειμένου να προσδιοριστεί το ποσοστό ορατότητας του αρχαιολογικού χώρου. Στην παρούσα εργασία δεν συμπεριλαμβάνονται οι περιοχές Natura, γιατί κανένα από τα λατομεία της περιοχής δεν παρουσιάζει αμοιβαία ορατότητα. Τα παραγόμενα αρχεία που προέκυψαν από την παραπάνω μεθοδολογία μετατρέπονται σε ψηφιδωτά ως εξής:

- *Ethniki_vis.shp* με βάση το πεδίο "Shape Length"
- *RoadA_vis.shp* με βάση το πεδίο "Shape Length"
- *Archeol_vis.shp* με βάση το πεδίο "area_strem"
- *LandUse* με βάση το πεδίο "perigrafj"

Κατόπιν γίνεται επανακατηγοριοποίηση του κάθε ψηφιδωτού, όπως προτείνεται στο Μεθοδολογικό Πλαίσιο (Κεφ. 4.6.1.3).



Χάρτης 7.9. Κριτήριο έκτασης της περιοχής ορατότητας σε ακτίνα 8km από τα λατομεία.

7.3.2 Κοινωνικο - οικονομικά Κριτήρια

Για την αξιολόγηση των κοινωνικο-οικονομικών κριτηρίων που παίζουν σημαντικό ρόλο στα ανενεργά λατομεία εξετάζονται οι ακόλουθοι παράμετροι

- Αποστάσεις από Περιοχές Ενδιαφέροντος
- Επηρεαζόμενος Πληθυσμός
- Έκταση

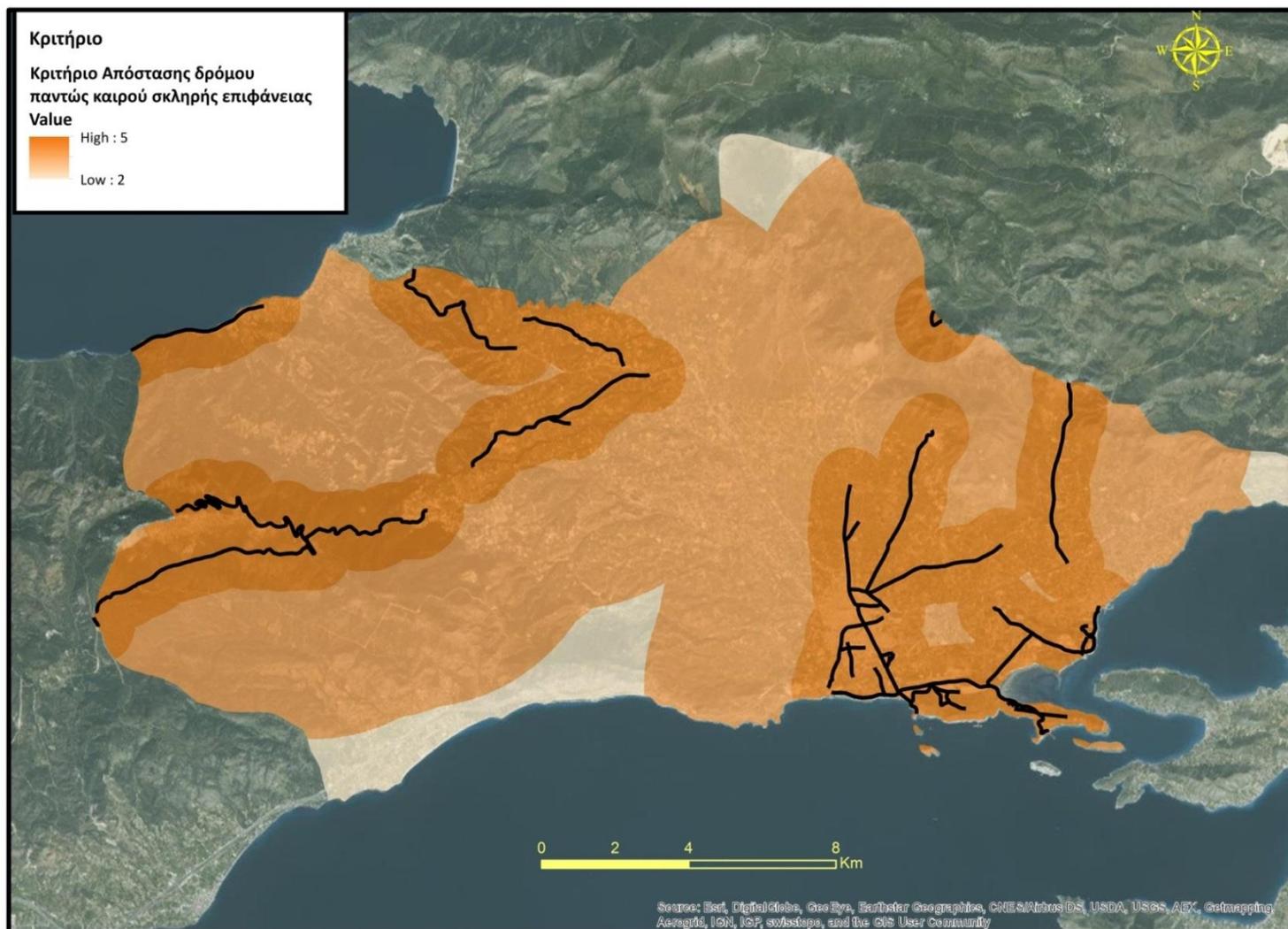
7.3.2.1 Αποστάσεις από Περιοχές Ενδιαφέροντος

Όπως προαναφέρθηκε στο Μεθοδολογικό Πλαίσιο (Κεφ. 4.6.2.1), εξετάστηκε η εγγύτητα των λατομείων από τη Νέα Εθνική οδό, από το δρόμο παντός καιρού σκληρής επιφάνειας, από το δρόμο παντός καιρού χαλαρής επιφάνειας, από το σιδηροδρομικό δίκτυο, από τους αρχαιολογικούς χώρους και από τα δημόσια κτίρια.

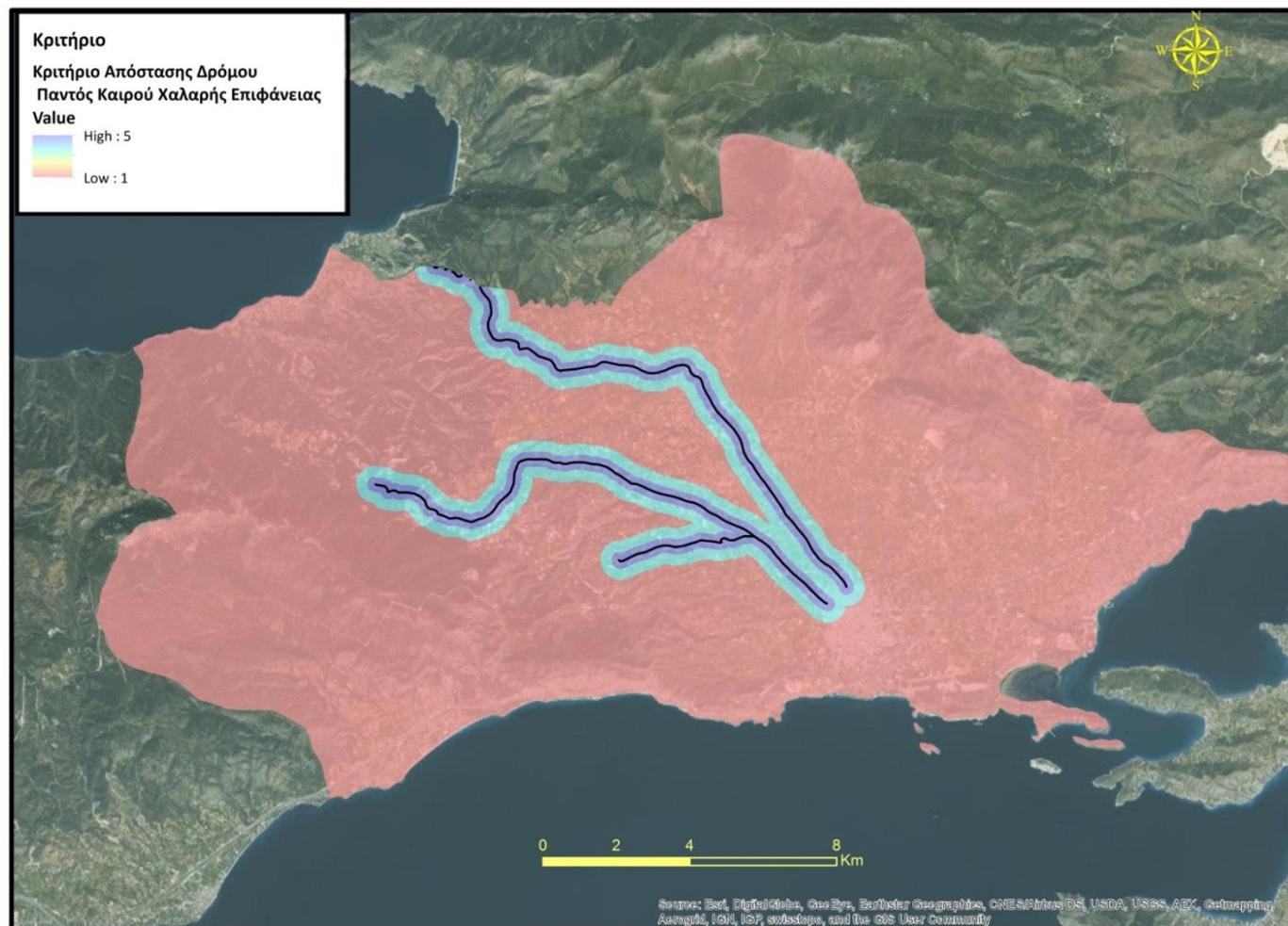
Αρχικά μετατράπηκαν τα διανυσματικά σε ψηφιδωτά δεδομένα με την εντολή Feature to raster ως εξής:

- *Ethniki_odo.shp* με βάση το πεδίο "Use"
- *RoadA.shp* με βάση το πεδίο "Use"
- *RoadB.shp* με βάση το πεδίο "Use"
- *rail.shp* με βάση το πεδίο "Objectid"
- *dimosia_ktiria.shp* με βάση το πεδίο "Objectid"
- *Natura.shp* με βάση το πεδίο "Name_Latin"
- *Archeol_vis.shp* με βάση το πεδίο "Name"

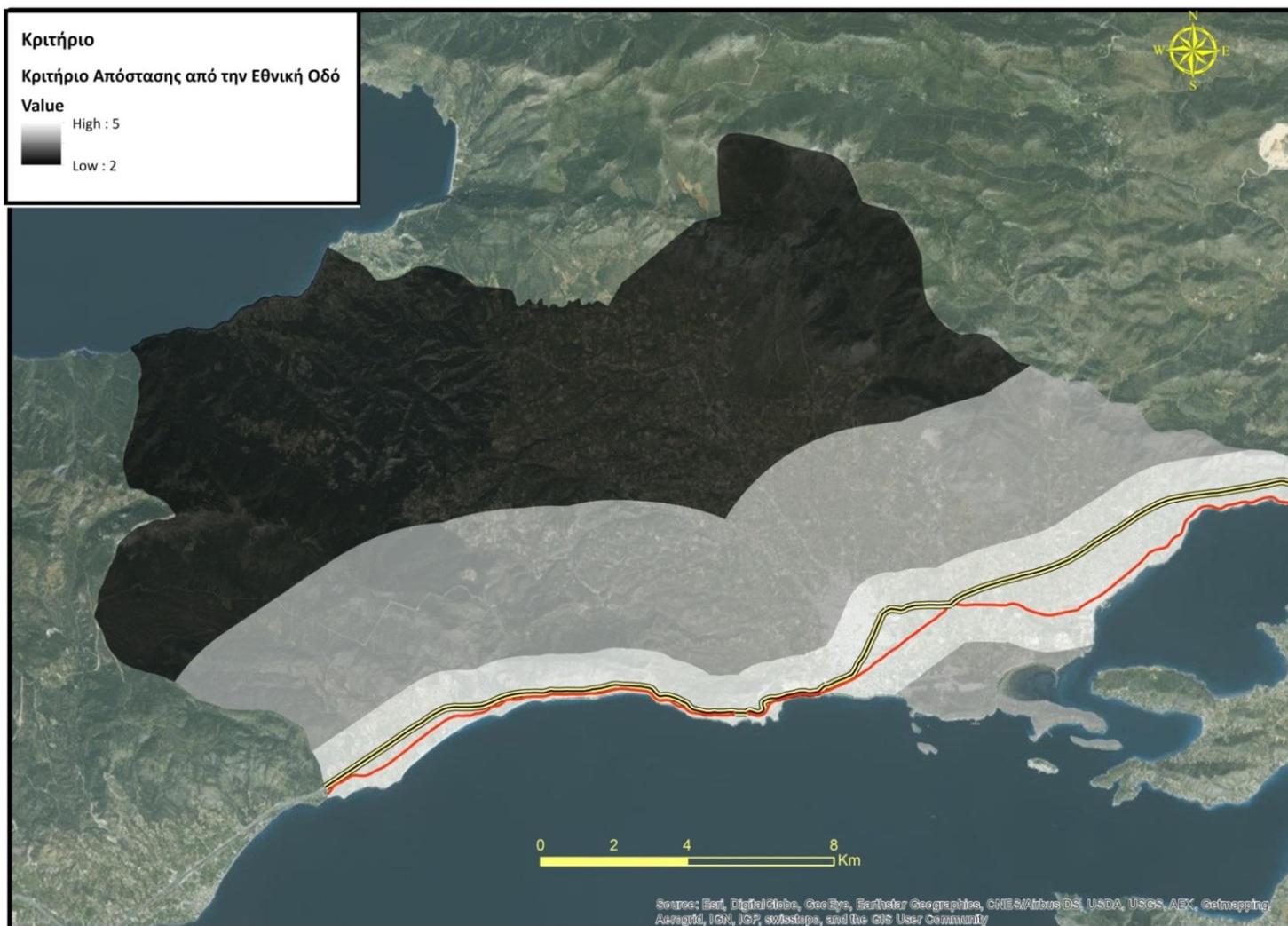
Στη συνέχεια δημιουργείται το ψηφιδωτό απόστασης από τα παραγόμενα ψηφιδωτά και κατηγοριοποιείται όπως προτείνεται στο Μεθοδολογικό Πλαίσιο (Κεφ. 4.6.2.1), (Χάρτες 7.10-7.16



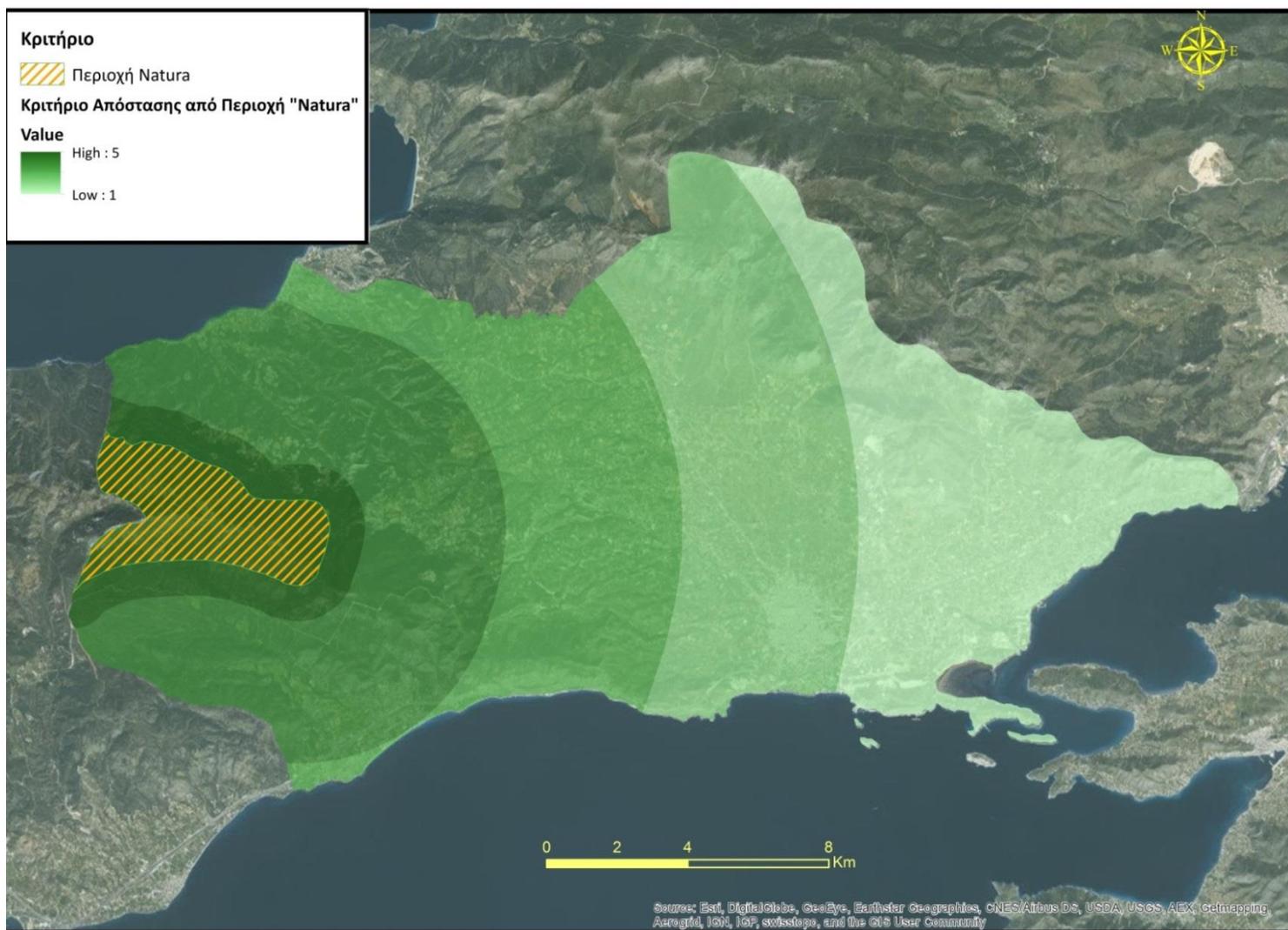
Χάρτης 7.10. Κριτήριο απόστασης από δρόμους παντός καιρούς σκληρής επιφάνειας, Ψηφιδωτό N



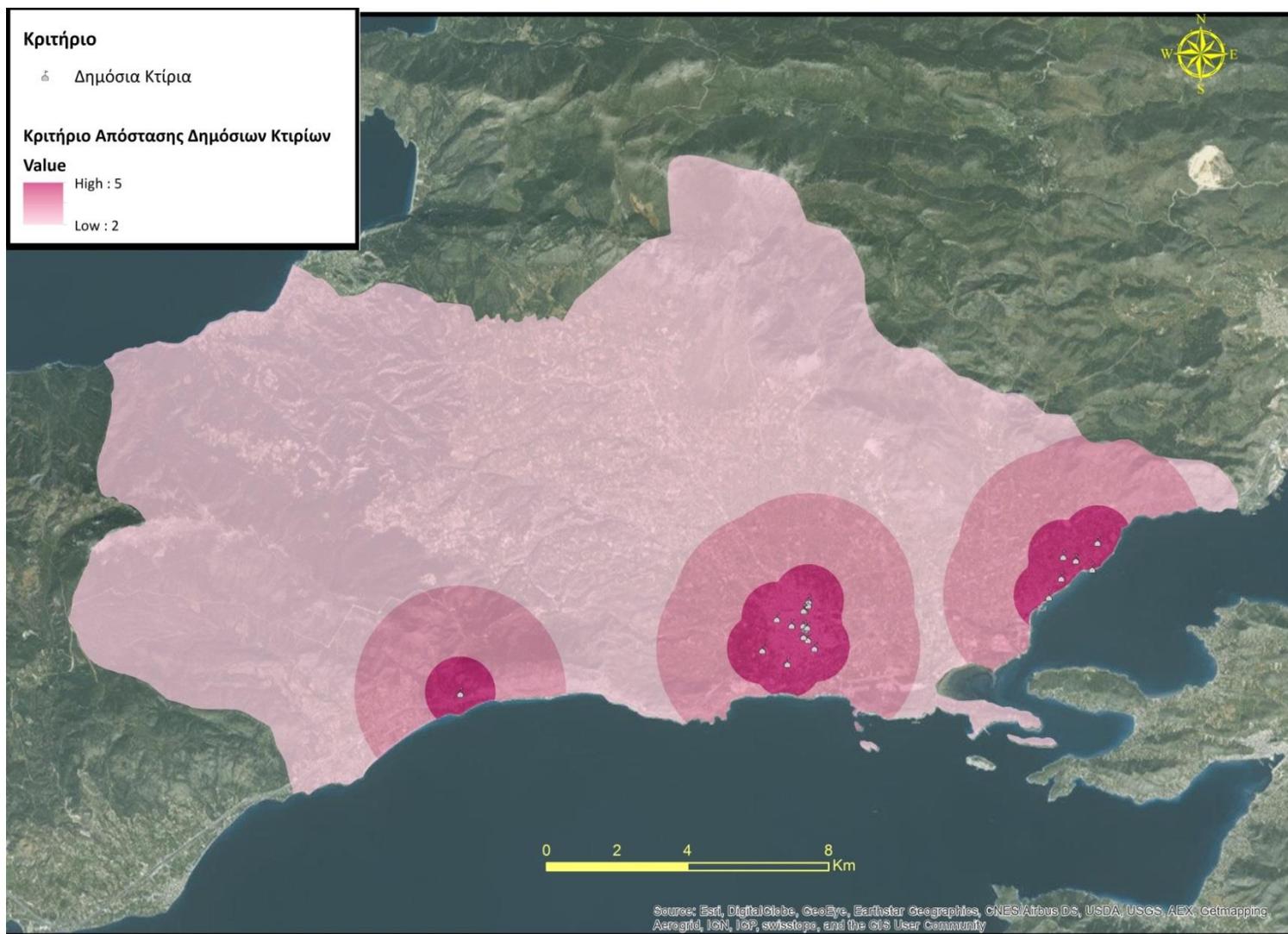
Χάρτης 7.11. Κριτήριο απόστασης από δρόμους παντός καιρού χαλαρής επιφάνειας, Ψηφιδωτό Ξ



Χάρτης 7.12. Κριτήριο απόστασης από την Εθνική Οδό, Ψηφιδωτό Ο.



Χάρτης 7.14. Κριτήριο απόστασης από περιοχές "Natura", ψηφιδωτό P



Χάρτης 7.15. Κριτήριο απόστασης από δημόσια κτίρια, Ψηφιδωτό Σ.



Χάρτης 7.16. Κριτήριο απόστασης από το σιδηροδρομικό δίκτυο, Ψηφιδωτό Τ.

7.3.2.2 Επηρεαζόμενος Πληθυσμός

Στην ενότητα αυτή υπολογίζεται ο πληθυσμός που θα επηρεαστεί από την πιθανή αξιοποίηση του λατομικού χώρου.

Αρχικά γίνεται μετατροπή των διανυσματικών σε ψηφιδωτών δεδομένων ως εξής:

- *oikismoι.shp* με βάση το πεδίο "population"
- *capital.shp* με βάση το πεδίο "ονομα"

Αναφορικά με τους οικισμούς έγινε επανακατηγοριοποίηση με βάση τον πληθυσμό, όπως προτείνεται στο Μεθοδολογικό Πλαίσιο (Κεφ. 4.6.2.2). Στη συνέχεια επιλέχθηκαν οι οικισμοί που έχουν πληθυσμό άνω των 1000 κατοίκων και δημιουργήθηκε μια ζώνη απόστασης, όπου έλαβε τις εξής τιμές:

Old values	New values
0 - 1000	5
1000 - 3000	4
3000 - 5000	3
5000 - 10000	2
10000 - 15000	1
NoData	NoData

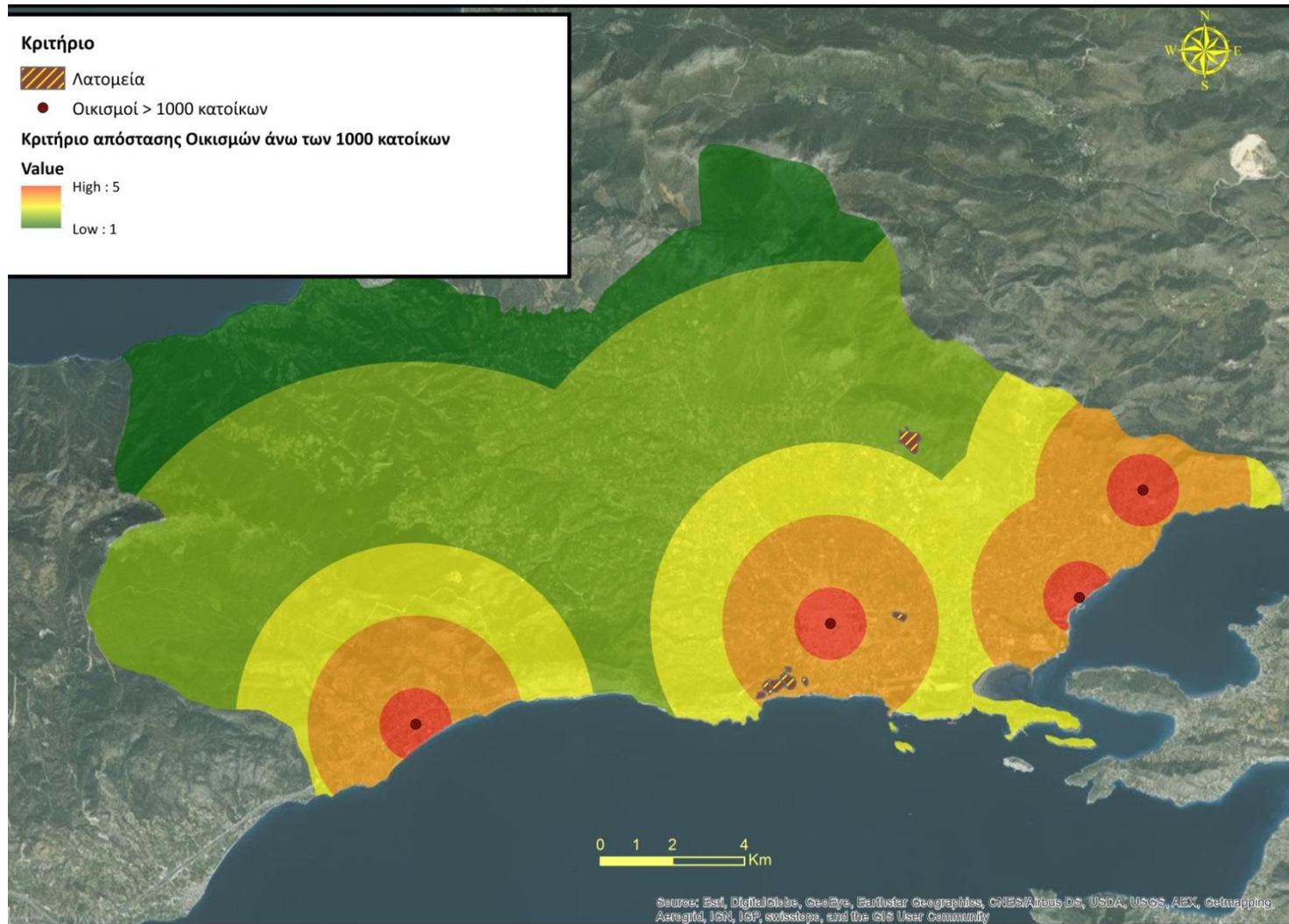
Οι οικισμοί που συγκεντρώνουν πληθυσμό άνω των 1000 κατοίκων είναι τα Μέγαρα, η Πέραμος, Η βλυχάδα και η Κινέτα (Χάρτης 7.17).

Επιπλέον, επιλέγονται οι πρωτεύουσες Αθήνα, Κόρινθος και Λειβαδιά, οι οποίες είναι πιο κοντά στο Δήμο Μεγαρέων και στην συνέχεια δημιουργείται μια ζώνη απόστασης με κέντρο τη κάθε πρωτεύουσα, δημιουργώντας έτσι το ψηφιδωτό απόστασης. Τέλος επανακατηγοριοποιείται όπως προτείνεται στο Μεθοδολογικό Πλαίσιο (Κεφ 4.6.2.2), (Χάρτης 7.18)

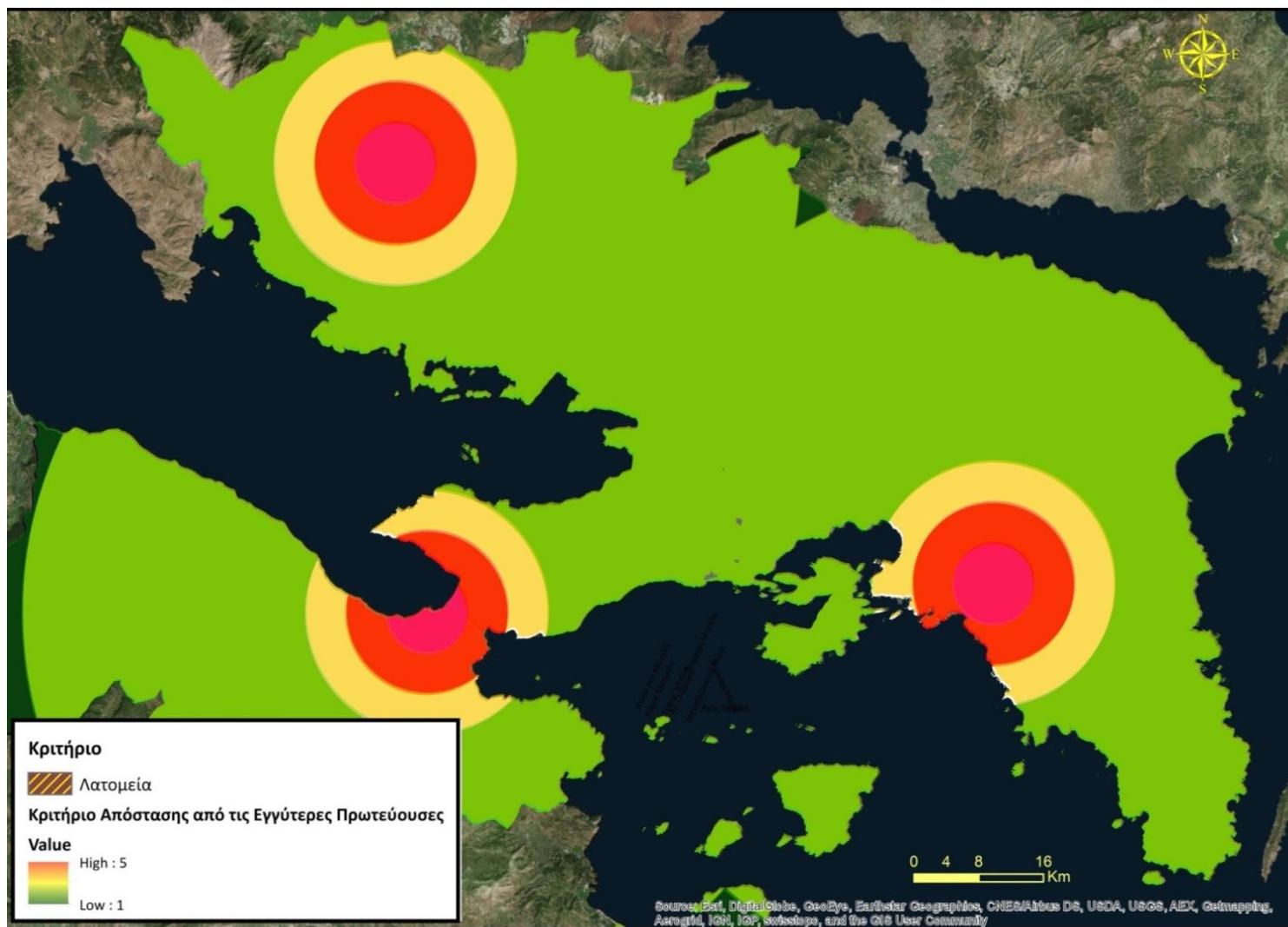
7.3.2.3 Έκταση Λατομικού Χώρου

Η έκταση του λατομείου (στρεμ) αποτελεί κρίσιμο παράγοντα ως προς τις δυνατότητες που παρουσιάζει προς αξιοποίηση. Το πολυγωνικό επίπεδο των λατομείων μετατρέπεται σε ψηφιδωτό και στη συνέχεια επανακατηγοριοποιείται, όπως φαίνεται (Χάρτης 7.19):

Old values	New values
15 - 30	1
30 - 50	2
50 - 100	3
100 - 150	4
150 - 300	5
NoData	NoData



Χάρτης 7.17. Κριτήριο απόστασης οικισμών άνω των 1000 κατοίκων, Ψηφιδωτό Υ.



Χάρτης 7.18. Κριτήριο απόστασης από τις εγγύτερες πρωτεύουσες, Ψηφιδωτό Φ.



Χάρτης 7.19. Κριτήριο έκτασης λατομικών χώρων, Ψηφιδωτό Χ.

7.4 Σταθμίσεις Κριτηρίων

Το βάρος των κριτηρίων θα υπολογιστεί με τη μέθοδο Κατάταξης (ranking) και το μαθηματικό τύπο:

$$W_j = \frac{n - r_j + 1}{\sum_{k=1}^n (n - r_k + 1)}$$

Όπου το W_j = κανονικοποιημένο βάρος

n = αριθμός κριτηρίων

r_j = η θέση στην Ιεράρχηση των κριτηρίων

7.4.1 Στάθμιση Περιβαλλοντικών Κριτηρίων

Για να δημιουργηθεί το ψηφιδωτό κόστους της τελικής αξιολόγησης για την ιεράρχηση των λατομείων θα πρέπει πρώτα να παραχθούν τα μωσαϊκά των περιβαλλοντικών και κοινωνικο – οικονομικών κριτηρίων.

Όπως έχει προαναφερθεί τα περιβαλλοντικά κριτήρια εξαρτώνται από την ρύπανση υδάτων (Πιν. 7.2, Χάρτης 7.20), την ασφάλεια χώρου (Πιν. 7.3, Χάρτης 7.21) και την οπτική όχληση (Πιν. 7.4, Χάρτης 7.22). Συνεπώς θα πρέπει τα ψηφιδωτά που αποτελούν τα παραπάνω να σταθμιστούν.

Πίνακας 7.4. Βάρος κριτηρίων με τη μέθοδο “ranking” για την ρύπανση υδάτων.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ-ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				
Ρύπανση υδάτων (30%)				
Κριτήρια	Ιεράρχηση (r_j)	Βαθμολόγηση Κριτηρίου ($N+1-r_j$)	Βάρος Κριτηρίου (W_j)	Στάθμιση
Ύπαρξη αποβλήτων στο λατομικό χώρο	1	5	5/15	0.33
Είδος εξορυκτικών αποβλήτων	2	4	4/15	0.27
Περατότητα Σχηματισμών	3	3	3/15	0.20
Απόσταση λατομείου από ποτάμια μόνιμης ροής	4	2	2/15	0.13
Απόσταση λατομείου από ποτάμια παροδικής ροής	5	1	1/15	0.07



Χάρτης 7.20. Ψηφιδωτό κόστους ρύπανσης υδάτων.

Πίνακας 7.5. Βάρος κριτηρίων με τη μέθοδο “ranking” για την ασφάλεια χώρου.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ-ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				
Ασφάλεια Χώρου				
Κριτήρια	Ιεράρχηση (rj)	Βαθμολόγηση Κριτηρίου (N+1-rj)	Βάρος Κριτηρίου (Wj)	Στάθμιση
Κλίσεις εδαφών	1	3	3/6	0.50
Αποστάσεις από ρήγματα	2	2	2/6	0.33
Προσανατολισμός	3	1	1/6	0.17

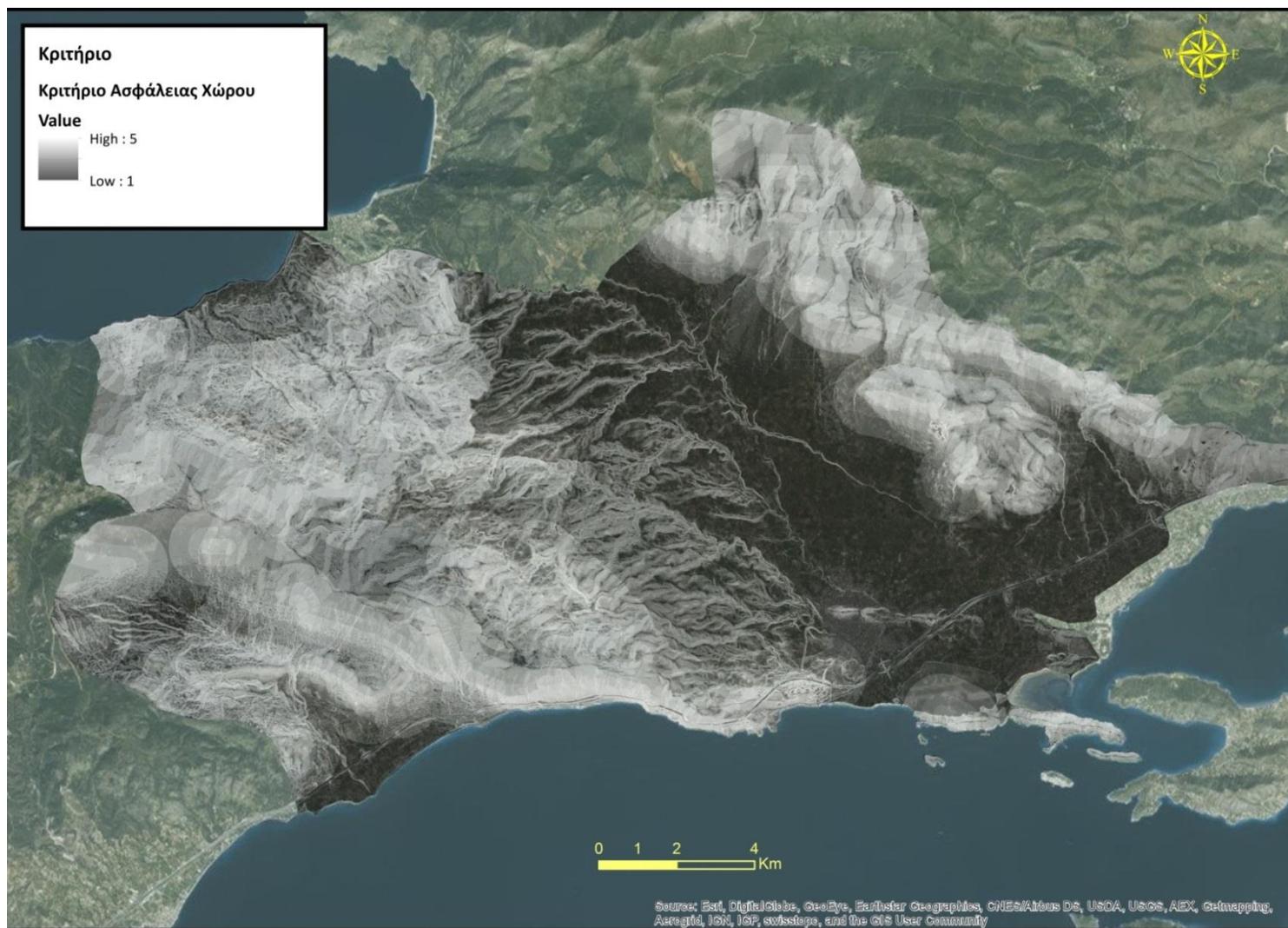
Πίνακας 7.6. Βάρος κριτηρίων με τη μέθοδο “ranking” για την οπτική όχληση.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ-ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				
Οπτική Όχληση				
Κριτήρια	Ιεράρχηση (rj)	Βαθμολόγηση Κριτηρίου (N+1-rj)	Βάρος Κριτηρίου (Wj)	Στάθμιση
Έκταση ορατής περιοχής	1	6	6/21	0.29
Έκταση αρχαιολογικών χώρων με οπτική επαφή προς το λατομείο	2	5	5/21	0.24
Έκταση περιοχών Natura με οπτική επαφή προς το λατομείο	3	4	4/21	0.19
Ορατότητα από αστικά κέντρα	4	3	3/21	0.14
Μήκος Εθνικής οδού με οπτική επαφή προς λατομείο	5	2	2/21	0.10
Μήκος οδικού δικτύου με οπτική επαφή προς λατομείο	6	1	1/21	0.05

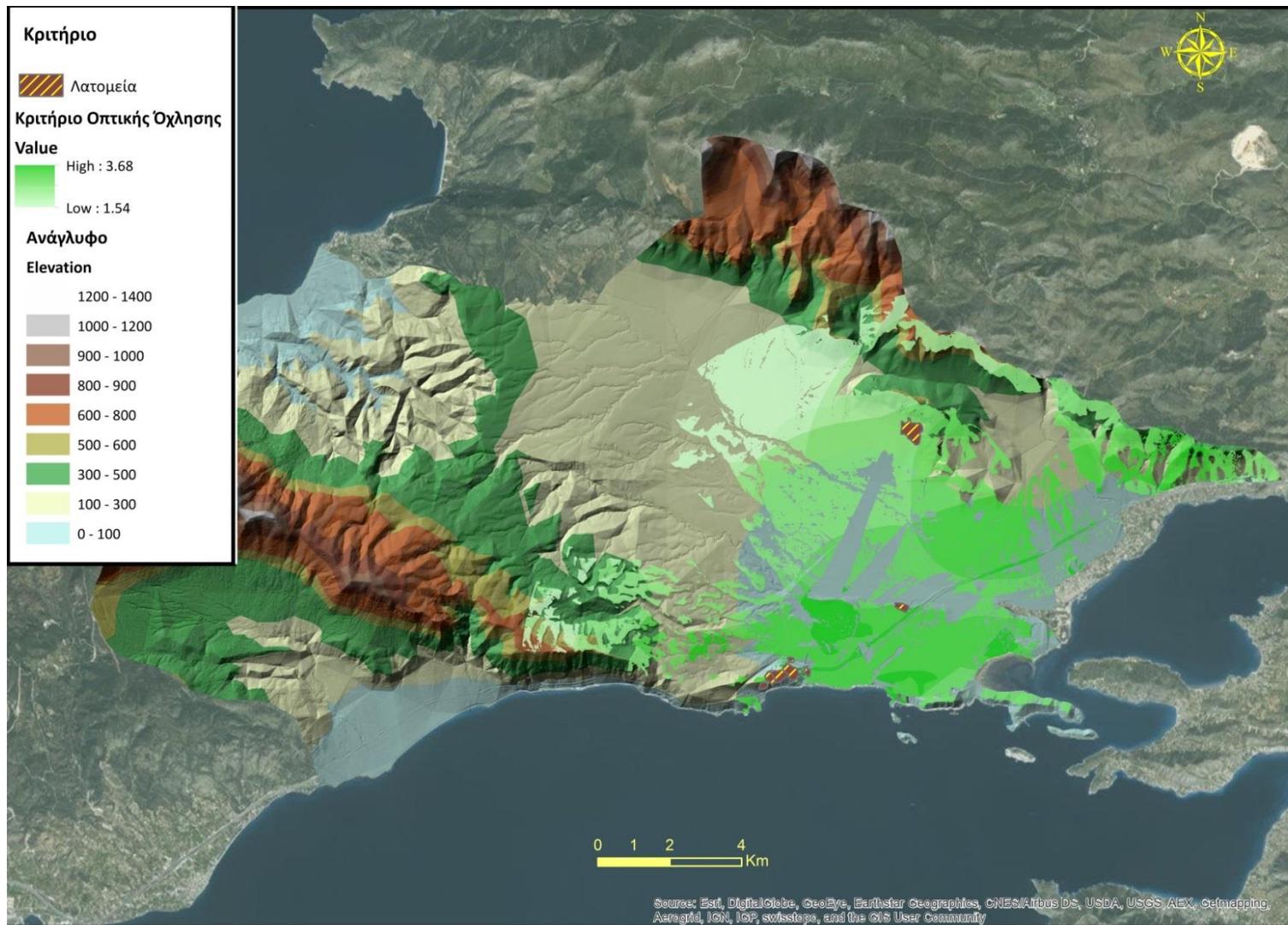
Στη συνέχεια σταθμίζονται τα κριτήρια της δυναμικής ρύπανσης, της ασφάλειας χώρου και της οπτικής όχλησης, προκειμένου να δημιουργηθεί το ψηφιδωτό κόστους για τα περιβαλλοντικά κριτήρια (Εικ. 7.5, Χάρτης 7.23).

Πίνακας 7.7. Βάρος κριτηρίων με τη μέθοδο “ranking” για τα περιβαλλοντικά κριτήρια.

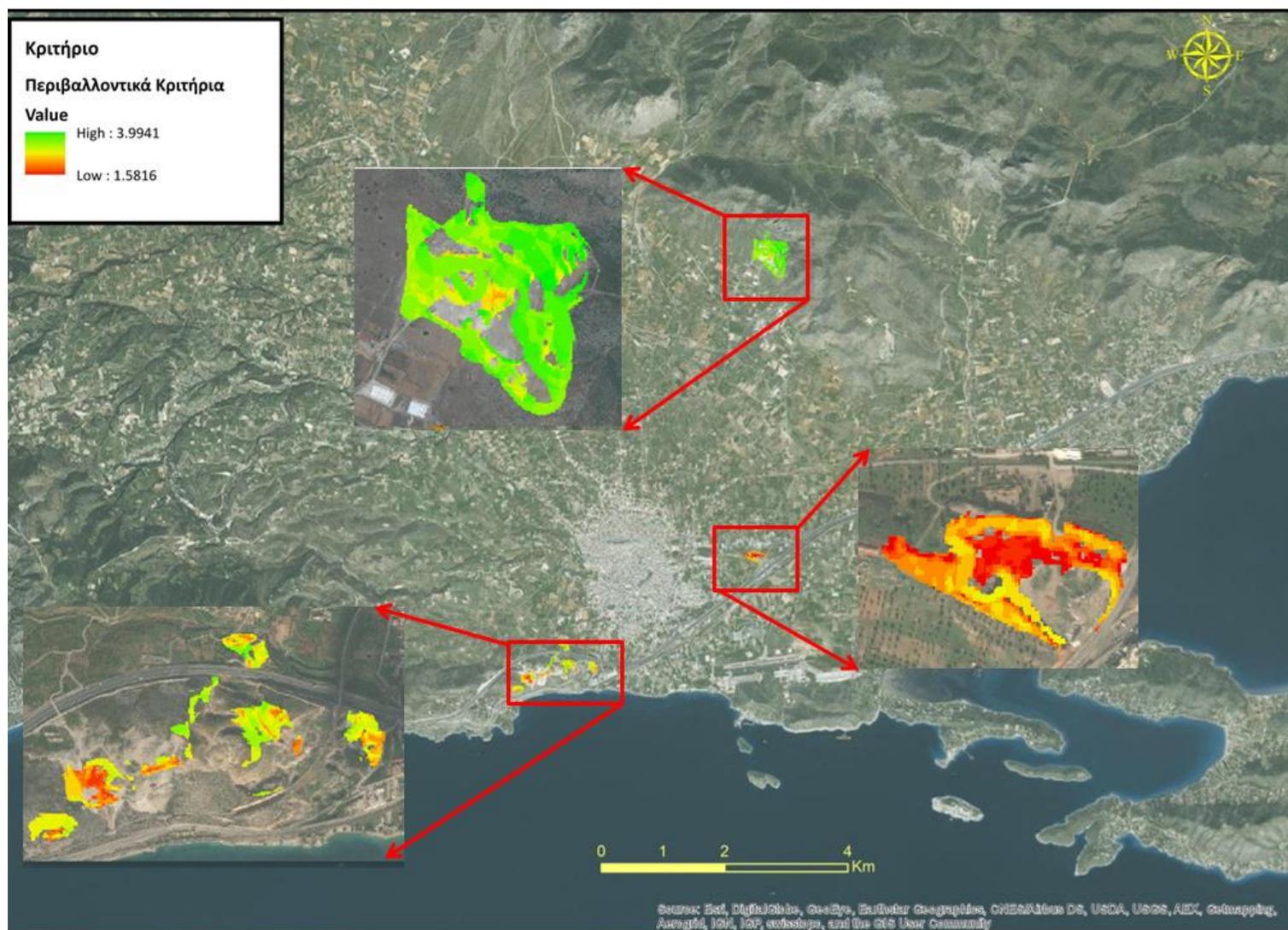
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ-ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				
Κριτήρια	Ιεράρχηση (rj)	Βαθμολόγηση Κριτηρίου (N+1-rj)	Βάρος Κριτηρίου (Wj)	Στάθμιση
Ασφάλεια Χώρου	1	3	3/6	0.50
Ρύπανση υδάτων	2	2	2/6	0.33
Οπτική Όχληση	3	1	1/6	0.17



Χάρτης 7.21. Ψηφιδωτό κόστους ασφάλειας χώρου.



Χάρτης 7.22. Ψηφιδωτό κόστους οπτικής όχλησης.



Χάρτης 7.23. Ψηφιδωτό κόστους περιβαλλοντικών κριτηρίων.

7.4.2 Στάθμιση Κοινωνικο - Οικονομικών Κριτηρίων

Τα κοινωνικο – οικονομικά κριτήρια εξαρτώνται από α) τις αποστάσεις στις περιοχές ενδιαφέροντος (Εικ. 7.6, Χάρτης 7.24), β) επηρεαζόμενος πληθυσμός (Εικ. 7.7, Χάρτης 7.25) και γ) έκταση λατομικού χώρου (Εικ. 7.8), όπου ακολουθήθηκε παρόμοια λογική.

Πίνακας 7.8. Βάρος κριτηρίων με τη μέθοδο “ranking” για τις αποστάσεις ενδιαφέροντος.

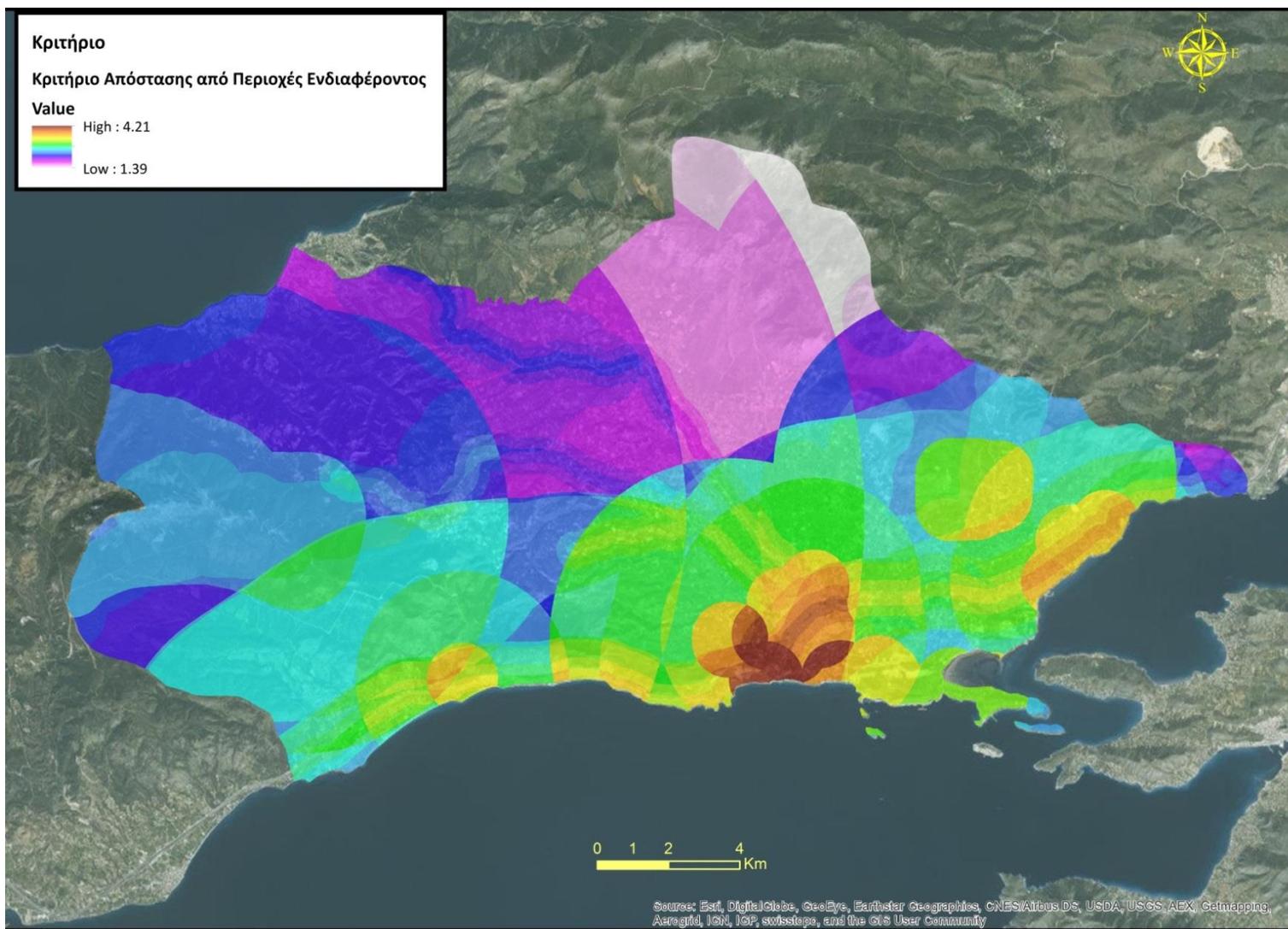
ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ - ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ				
Αποστάσεις από Περιοχές Ενδιαφέροντος				
Κριτήρια	Ιεράρχηση (rj)	Βαθμολόγηση Κριτηρίου (N+1-rj)	Βάρος Κριτηρίου (Wj)	Στάθμιση
Απόσταση λατομείων από αρχαιολογικούς χώρους	1	7	7/28	0.25
Απόσταση λατομείων από περιοχές Natura	2	6	6/28	0.21
Αποστάσεις από δημόσια κτίρια	3	5	5/28	0.18
Απόσταση λατομείων από Εθνική οδό	4	4	4/28	0.14
Αποστάσεις από το σιδηροδρομικό δίκτυο	5	3	3/28	0.11
Απόσταση λατομείων από το οδικό δίκτυο	6	2	2/28	0.07
Απόσταση λατομείων από δευτερεύων οδικό δίκτυο	7	1	1/28	0.04

Πίνακας 7.9. Βάρος κριτηρίων με τη μέθοδο “ranking” για τον επηρεαζόμενο πληθυσμό.

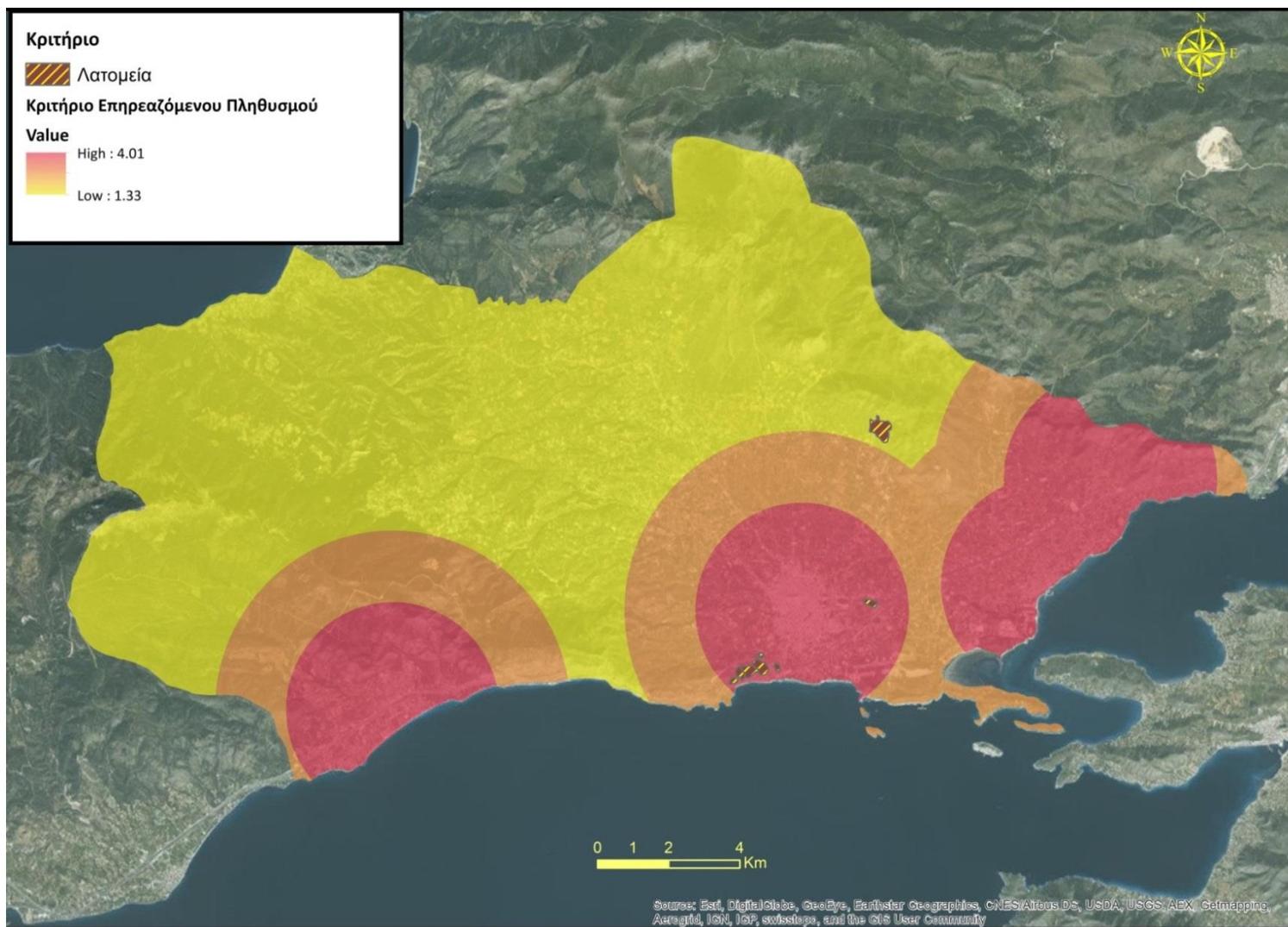
ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ - ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ				
Επηρεαζόμενος Πληθυσμός				
Κριτήρια	Ιεράρχηση (rj)	Βαθμολόγηση Κριτηρίου (N+1-rj)	Βάρος Κριτηρίου (Wj)	Στάθμιση
Απόσταση οικισμών άνω των 1000 κατοίκων	1	2	2/3	0.67
Απόσταση λατομείων από πρωτεύουσες νομών	2	1	1/3	0.33

Πίνακας 7.10. Βάρος κριτηρίων με τη μέθοδο “ranking” για την έκταση.

ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ - ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ				
Κριτήρια	Ιεράρχηση (rj)	Βαθμολόγηση Κριτηρίου (N+1-rj)	Βάρος Κριτηρίου (Wj)	Στάθμιση
Έκταση	1	1	1	1



Χάρτης 7.24. Ψηφιδωτό κόστους απόστασης από περιοχές ενδιαφέροντος.



Χάρτης 7.25 Ψηφιδωτό κόστους επηρεαζόμενου πληθυσμού.

Στη συνέχεια σταθμίζονται τα κριτήρια της έκτασης, των αποστάσεων από τις περιοχές ενδιαφέροντος και του επηρεαζόμενου πληθυσμού, προκειμένου να δημιουργηθεί το ψηφιδωτό κόστους για τα κοινωνικο – οικονομικά κριτήρια (Εικ. 7.5, Χάρτης 7.26).

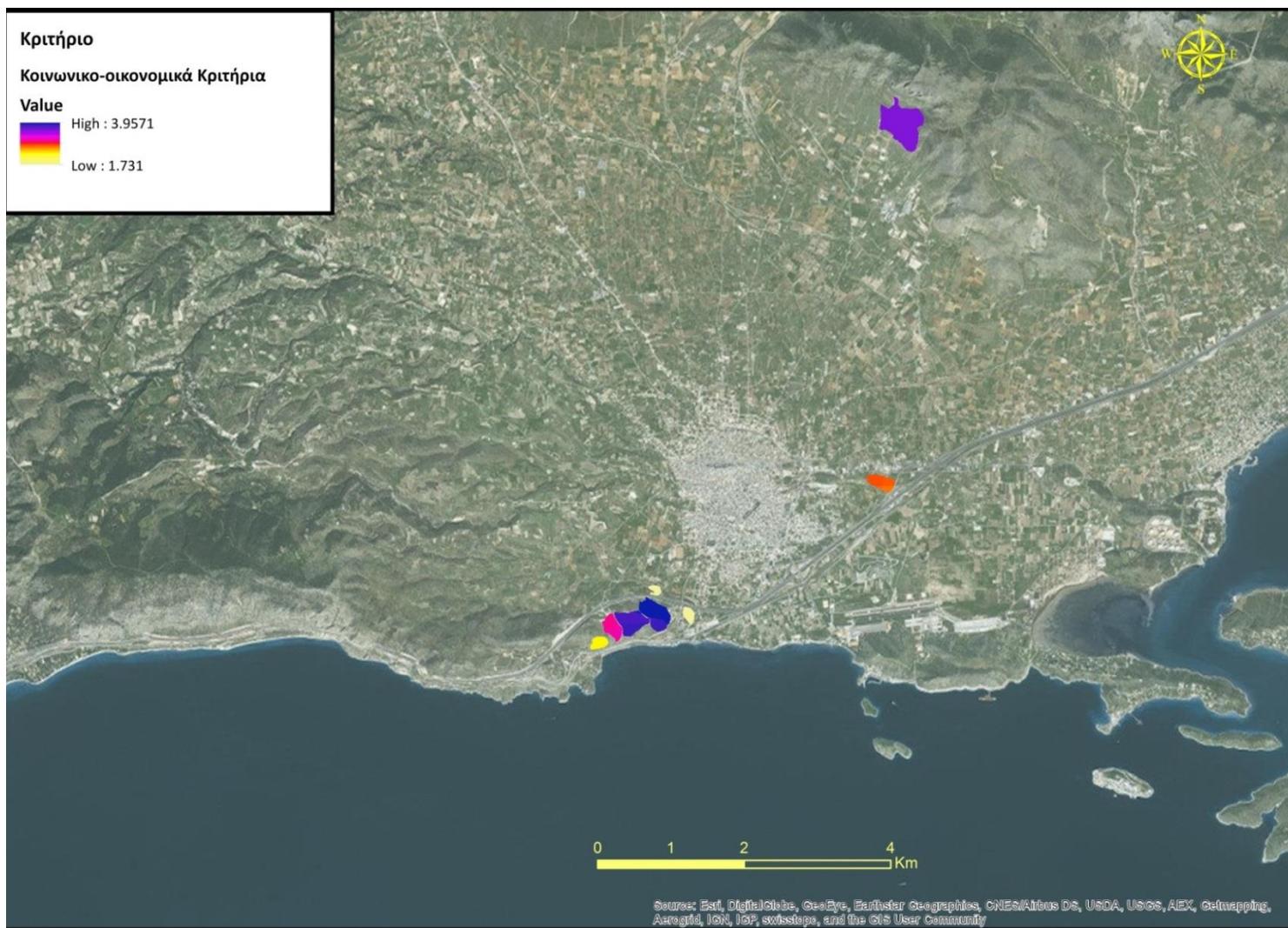
Πίνακας 7.11. Βάρος κριτηρίων με τη μέθοδο ranking για τα κοινωνικο – οικονομικά κριτήρια.

ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ - ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ				
Κριτήρια	Ιεράρχηση (rj)	Βαθμολόγηση Κριτηρίου (N+1-rj)	Βάρος Κριτηρίου (Wj)	Στάθμιση
Έκταση	1	3	3/6	0.50
Αποστάσεις από Περιοχές Ενδιαφέροντος	2	2	2/6	0.33
Επηρεαζόμενος Πληθυσμός	3	1	1/6	0.17

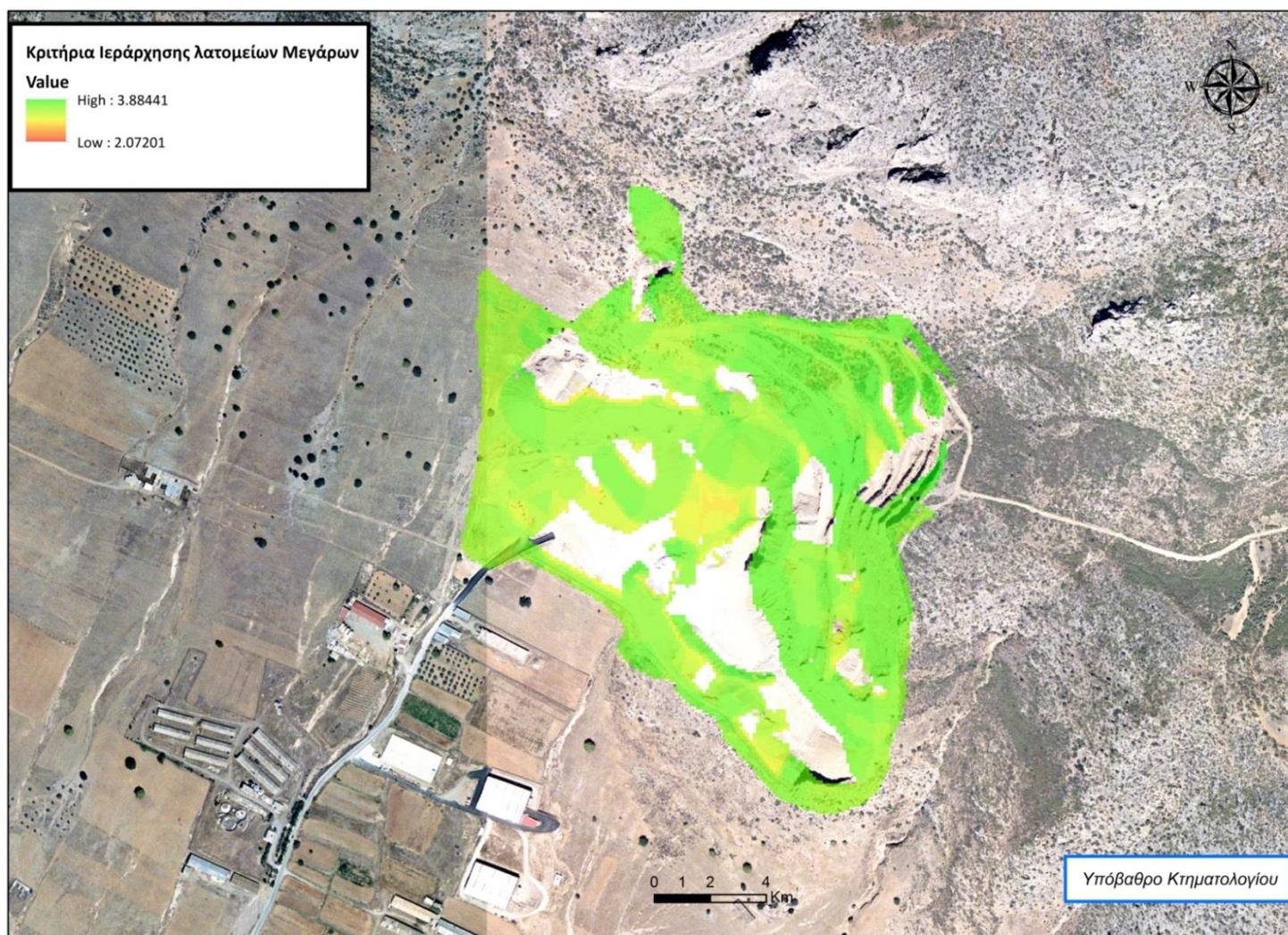
Τέλος η στάθμιση του ψηφιδωτού κόστους για την ιεράρχηση των λατομικών περιοχών του Δήμου Μεγαρέων παρουσιάζεται στον παρακάτω Πίνακα 7.10, Χάρτης 7.27 – 7.29).

Πίνακας 7.12. Βάρος Κριτηρίων τελικής ιεράρχησης των λατομείων.

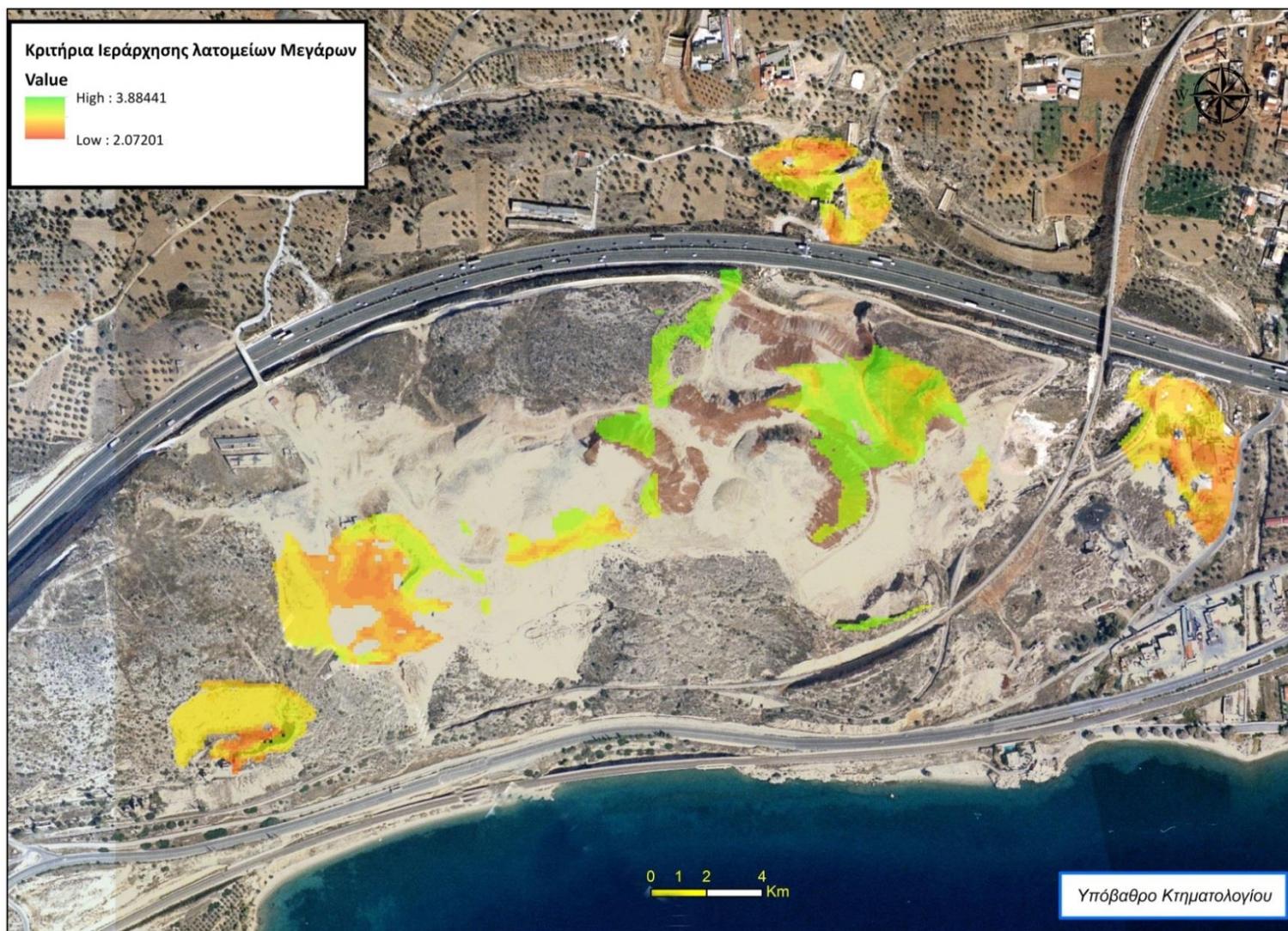
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ ΛΑΤΟΜΕΙΩΝ				
Επηρεαζόμενος Πληθυσμός (25%)				
Κριτήρια	Ιεράρχηση (rj)	Βαθμολόγηση Κριτηρίου (N+1-rj)	Βάρος Κριτηρίου (Wj)	Στάθμιση
Περιβαλλοντικά Κριτήρια - Επιπτώσεις στο Φυσικό Περιβάλλον	1	2	2/3	0.67
Κοινωνικο - Οικονομικά Κριτήρια	2	1	1/3	0.33



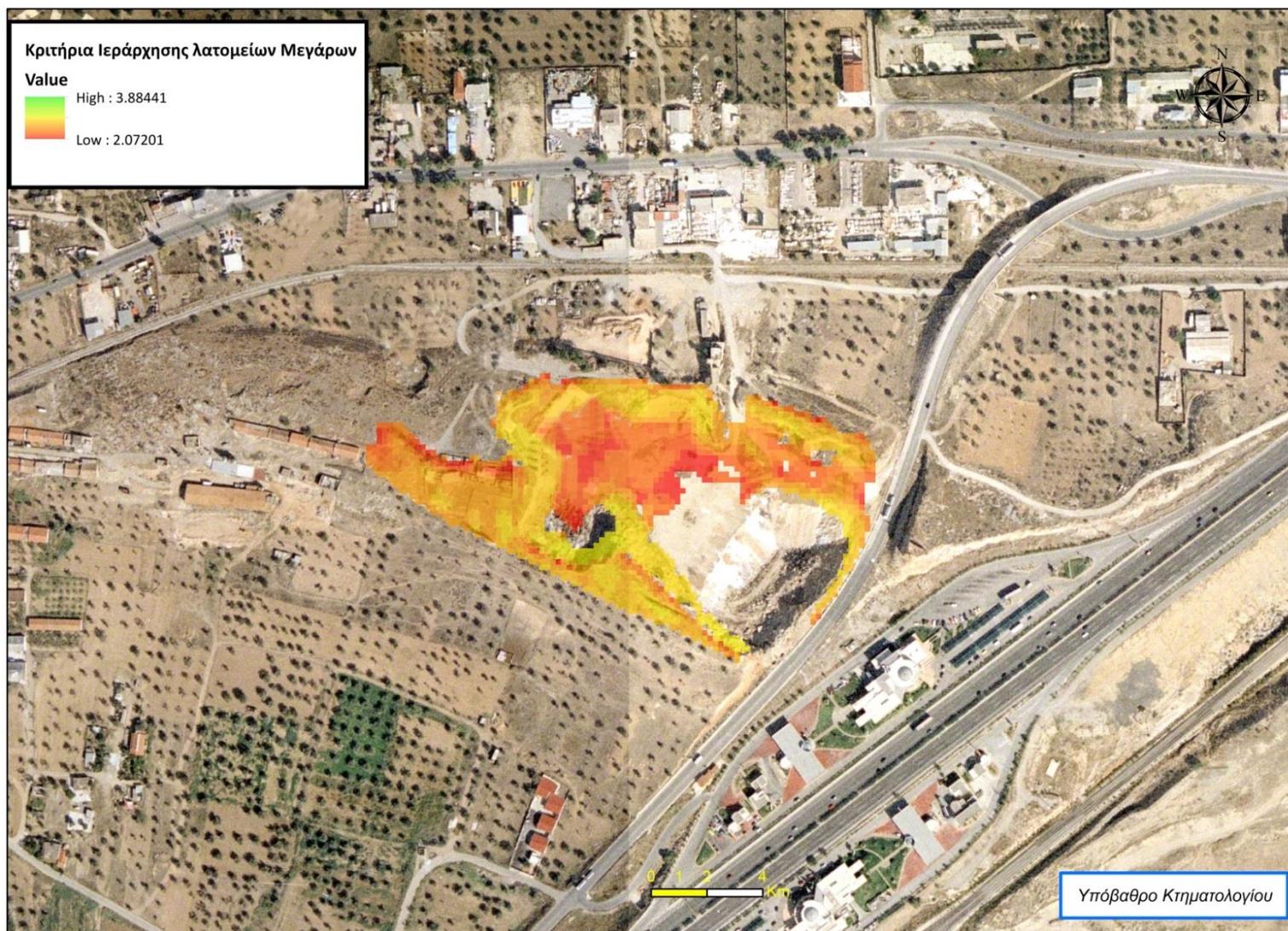
Χάρτης 7.26. Κοινωνικό – Οικονομικά Κριτήρια.



Χάρτης 7.27. Τελικό ψηφιδωτό κόστους για την ιεράρχηση του λατομείου 1.



Χάρτης 7.28. Τελικό ψηφιδωτό κόστους για την ιεράρχηση της λατομικής περιοχής.



Χάρτης 7.29. Τελικό ψηφιδωτό κόστους για την ιεράρχηση του λατομείου.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Στη παρούσα διπλωματική εργασία εξετάστηκε ο βαθμός αξιοποίησης των ελεύθερα διαθέσιμων δεδομένων τηλεπισκόπησης, όπως οι δορυφορικές εικόνες τύπου LANDSAT διαφορετικών χρονικών στιγμών, και η εφαρμογή τους στην ανάδειξη α) των αργούντων λατομικών περιοχών στην περιοχή του Δήμου Μεγαρέων και β) των χωροχρονικών μεταβολών τους κατά την τελευταία τριακονταετία. Η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε στην παρούσα εργασία ήταν η αντικειμενοστρεφής ανάλυση Landsat εικόνων, ώστε να εντοπιστούν οι διαχρονικές μεταβολές. Εντοπίστηκαν οι μεταβολές με την αντικειμενοστρεφή ανάλυση μεταξύ τριών δορυφορικών εικόνων Landsat των ετών 1986, 2003 και 2015.

Η σύγκριση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με την αντικειμενοστρεφή ανάλυση των δορυφορικών εικόνων 1986, 2003 και 2015 καταδεικνύοντας ότι κάποια λατομεία που είναι εμφανή στην εικόνα του 1986 δεν διακρίνονται στις υπόλοιπες εικόνες εξαιτίας της σκληροφυλλικής βλάστησης που κάλυψε τα λατομεία κατά το πέρασμα των χρόνων. Επίσης δεν ήταν δυνατόν να χαρτογραφηθούν οι χώροι εντός του λατομείου (δρόμοι, τεχνητές κατασκευές, αναβαθμίδες, όγκοι αποριμμάτων κ.α) λόγω των πολύ μικρών διαστάσεών τους και της χαμηλής διακριτικής ικανότητας των εικόνων Landsat. Με την εφαρμογή της αντικειμενοστρεφούς ανάλυσης των εικόνων Landsat εντοπίστηκαν κάποιες λατομικές περιοχές οι οποίες δεν ταξινομήθηκαν ως περιβάλλουσα περιοχή της εξόρυξης των πετρωμάτων, αν και θα έπρεπε, εξαιτίας του κριτηρίου της απόστασης από τον κυρίως λατομικό χώρο. Ο χρήστης διατήρησε την ελάχιστη απόσταση από αυτά για να είναι σύγκρισιμα τα αποτελέσματα μεταξύ τους και η ταξινόμηση κρίθηκε ικανοποιητική, συμβάλλοντας έτσι στην παρατήρηση των διαχρονικών αλλαγών των ανενεργών λατομείων. Η ταξινόμηση θα απέδιδε καλύτερα αποτελέσματα με την χρήση εικόνων Sentinel ή Spot, ωστόσο δεν θα υπήρχε η δυνατότητα της διερεύνησης των διαχρονικών αλλαγών των χρήσεων γης. Τα δεδομένα των δορυφόρων Landsat παρέχουν μέγιστη χωρική διακριτική ικανότητα 30 m στο pixel. Δεν είναι η καλύτερη ανάλυση που μπορεί να βρει κάποιος χρήστης, αλλά σίγουρα το γεγονός ότι παρέχεται δωρεάν αμβλύνει κάπως το μειονέκτημα της χαμηλής σχετικά ακρίβειας. Αυτή τη στιγμή υπάρχουν και άλλοι δορυφόροι πέραν των LANDSAT που λαμβάνουν πολυφασματικές εικόνες της Γης και μάλιστα με μεγαλύτερη

διακριτική ικανότητα όπως είναι για παράδειγμα οι δορυφόροι Sentinel 2a και b (ελεύθερα διαθέσιμα δεδομένα) με χωρική διακριτική ικανότητα 10m και ο SPOT5 με χωρική διακριτική ικανότητα 2,5m, ο δορυφόρος worldview2 με διακριτική ικανότητα 0,5m κ.α. Το κόστος αυτών των εικόνων (εκτός από τις εικόνες Sentinel) είναι μεγάλο και συνήθως υπολογίζεται με βάση την έκταση που θέλει να καλύψει ο ενδιαφερόμενος. Οι δορυφόροι Sentinel, από την άλλη πλευρά, δίνουν εικόνες τα τελευταία δύο χρόνια, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει στην παρούσα φάση δυνατότητα διαχρονικής μελέτης. Συνεπώς οι εικόνες Landsat ικανοποιούσαν τις ανάγκες της παρούσας διπλωματικής εργασίας τόσο λόγω της δωρεάν διαθεσίμότητάς τους όσο και της δυνατότητας διερεύνησης της χωροχρονικής μεταβολής τους. Συμπερασματικά η αντικειμενοστρεφής ανάλυση δορυφορικών εικόνων αποτελεί ένα εργαλείο, το οποίο μπορεί να δώσει στο χρήστη άμεση πληροφόρηση για τις μεταβολές των χρήσεων γης, αρκεί να συνδυαστεί με εικόνες μεγαλύτερης χωρικής ανάλυσης από αυτές των Landsat.

Μετά το πέρας της ταξινόμησης ακολούθησε η ιεράρχηση των ανενεργών λατομικών χώρων προκειμένου να αναπλαστούν και να αυξηθεί η βιωσιμότητα του Δήμου Μεγαρέων. Στην παρούσα διπλωματική εργασία επιτυγχάνεται με τη διαδικασία της μοντελοποίησης σε όλες τις φάσεις του Μεθοδολογικού Πλαισίου, παρέχοντας το πλεονέκτημα της εύκολης επαναληψιμότητας των διαφορετικών σεναρίων.

Το βασικό πλεονέκτημα που εντοπίζεται έναντι των άλλων μεθοδολογιών είναι το παρακάτω:

- Οι μοντελοποιημένες διαδικασίες δίνουν τη δυνατότητα πολλών δοκιμών καθιστώντας εφικτή τη χρήση πολλών κριτηρίων, παραμέτρων και διαδικασιών μέσω της πολυκριτηριακής ανάλυσης που εφαρμόστηκε σε περιβάλλον ArcGIS.

Επίσης θα ήταν αρκετά ενδιαφέρον να εισαχθούν στο μοντέλο, οικονομικά κριτήρια (κόστος επένδυσης, λειτουργικό κόστος), προκειμένου να διαμορφωθεί ένα ολοκληρωμένο μεθοδολογικό πλαίσιο για το Δήμο Μεγαρέων και στη συνέχεια να επεκταθεί στην ευρύτερη περιοχή. Βεβαίως θα ήταν ωφέλιμο να προταθούν οι βέλτιστες χρήσεις γης για την αποκατάσταση των ανενεργών λατομείων με κύριο σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος και τις ανάγκες των κατοίκων της περιοχής.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνολικά μετά την ταξινόμηση των τριών εικόνων Landsat συμπεραίνεται ότι παρήχθησαν σχετικά καλά αποτελέσματα. Η μέθοδος της αντικειμενοστρεφούς ανάλυσης εικόνας προσφέρει πολύτιμη βοήθεια στην ανάλυση μιας εικόνας, που αν συνδυαστεί με άλλα ψηφιακά δεδομένα, όπως το ψηφιακό μοντέλο εδάφους μπορεί να προσδώσει ακόμη καλύτερα αποτελέσματα. Η δε ασαφής λογική του eCognition, προσφέρει ευελιξία και διεξόδους σε προβλήματα που δεν αντιμετωπίζονται εύκολα με την κλασική αριστοτέλεια λογική.

Επισημαίνεται ότι χρησιμοποιήθηκαν εικόνες Landsat, οι οποίες διατίθενται δωρεάν και καθιστούν εφικτή την παρακολούθηση των διαχρονικών αλλαγών των χρήσεων γης και κυρίως των λατομείων, παρότι έχουν χαμηλή διακριτική ανάλυση. Βέβαια, αν υπήρχε δυνατότητα εικόνων πολύ υψηλής διακριτικής ικανότητας, τα αποτελέσματα θα ήταν σαφώς ποιοτικότερα όσον αφορά τον εντοπισμό των λατομικών χώρων και των διαχρονικών αλλαγών στο πρόσφατο παρελθόν.

Η αντικειμενοστραφής μέθοδος των εικόνων Landsat, εμφανίζει πολλά πλεονεκτήματα αλλά και ένα βασικό μειονέκτημα στον εντοπισμό αστικών περιοχών. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το επίπεδο κατάτμησης για την ταξινόμηση των αστικών περιοχών δεν πρέπει να έχει πολύ μεγάλη κλίμακα διότι τα αντικείμενα αλλιώς θα εμφανίζουν μικτή χρήση/κάλυψη γης. Επίσης η μέθοδος αυτή πλεονεκτεί στην κατηγορία μεγάλων αντικειμένων όπως λατομεία και τη περιβάλλουσα περιοχή του χώρου εξόρυξης των πετρωμάτων έναντι του εντοπισμού της βλάστησης, που απαιτεί αντικείμενα μικρότερης κλίμακας

Επιπρόσθετα, η χρήση του ιεραρχικού δικτύου και των κανόνων ασαφούς λογικής επιτρέπουν την μεταφορά πληροφορίας από επίπεδο σε επίπεδο ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής υπό ή υπέρ-αντικειμένων που επιθυμεί ο χρήστης. Πολλές κατηγορίες επίσης προκύπτουν εκμεταλλευόμενοι όχι μόνο τα φασματικά χαρακτηριστικά των αντικειμένων αλλά και τα φωτοαναγνωριστικά στοιχεία, όπως για παράδειγμα τα χαρακτηριστικά γειννίασης αλλά και τα χαρακτηριστικά σχήματος των αντικειμένων. Επίσης σε όλες τις κατηγορίες τα όρια ασάφειας ήταν διαφορετικά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι εικόνες ήταν διαφορετικών δεκτών Landsat 8 OLI (Εικόνα 2015) και Landsat 5 TM (Εικόνα 1986,

2003).

Στην ταξινόμηση χρησιμοποιήθηκαν μόνο κανόνες ασαφούς λογικής, γεγονός που αυτομάτως βελτιώνει τις ακρίβειες και την αξιοπιστία του αποτελέσματος. Η ταξινόμηση κάθε επιπέδου κάθε εικόνας αξιολογήθηκε επιτυχώς από το ίδιο το λογισμικό, μέσω των δεικτών περί 'Ευστάθειας της ταξινόμησης' και 'Καλύτερου Αποτελέσματος της ταξινόμησης' μιας και το κάθε αντικείμενο διεκδικείται από περισσότερες από μια κατηγορίες.

Στο δεύτερο επίπεδο, που αποτελεί και το βασικό επίπεδο ταξινόμησης και προβολής κατηγοριών των άλλων επιπέδων για κάθε εικόνα δημιουργήθηκε Πίνακας Σύγχυσης για τις κατηγορίες των Ανενεργών λατομείων και της περιβάλλουσας περιοχής εξόρυξης πετρωμάτων με δείκτη k^{\wedge} που κυμαίνεται από 0,60 έως 0,80.

Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά διαδικασία της ταξινόμησης των εικόνων υπάρχουν περιπτώσεις χρήσεων γης που ενώ πληρούν τα φωτοερμηνευτικά κριτήρια δεν συμπεριλαμβάνονται στις ταξινομήσεις εξαιτίας της «μεταβατικής» ζώνης που δημιουργήθηκε από την εφαρμογή του κριτηρίου της απόστασης (βλ. Εικόνα 6.43 σελ 113).

Επίσης, παρέχεται η δυνατότητα μέσω ρυθμίσεων των διαφόρων παραμέτρων στο λογισμικό, να συμπεριληφθούν ή να αποκλειστούν πολύγωνα από τις χρήσεις γης και κατ' επέκταση λατομικών χώρων, ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις. Για παράδειγμα θα μπορούσε να μειωθεί το όριο της κλίσης του εδάφους αν αυτό είναι αποδεκτό, ή το όριο της απόστασης να είναι πιο ελαστικό για να μας οδηγήσει σε ασφαλείς λύσεις.

Μετά τη μελέτη των διαχρονικών αλλαγών τα τελευταία 30 χρόνια προέκυψε ότι η λατομική δραστηριότητα μειώνεται κατά την πάροδο των χρόνων, ωστόσο αυτό δεν είναι απόλυτα σωστό γιατί παρατηρείται αυξημένη λατομική δραστηριότητα στην εικόνα 2003 (νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης) εξαιτίας των έργων της Ολυμπιάδας 2004. Ωστόσο ο εντοπισμός του ανενεργού λατομείου το 1986 αυξάνει την συνολική έκταση των λατομικών χώρων εκείνης της περιόδου. Επίσης αυξάνονται οι τεχνητές επιφάνειες έναντι των καλλιεργειών διότι το ποσοστό μεταβολής των τεχνητών επιφανειών σε διαδοχικές εικόνες είναι περίπου ίδιο με το αντίστοιχο ποσοστό μείωσης των καλλιεργειών. Τέλος η βλάστηση φαίνεται να αυξάνεται γιατί το 1986 ξέσπασε πυρκαγιά στο Δήμο Μεγαρέων και έκαψε

αρκετή βλάστηση, κατά τη διάρκεια των τελευταίων 30 χρόνων δεν έχει ξεσπάσει κάποια πυρκαγιά.

Τέλος, όσο αφορά το κομμάτι της τηλεπισκόπησης εντοπίστηκαν μέσω raster analysis και ειδικότερα με τη λειτουργία “cell statistics “ τα αντικείμενα που άλλαξαν χρήση γης πάνω από δύο φορές.

Μετά την ολοκλήρωση της ταξινόμησης ακολούθησε η διαδικασία της ιεράρχησης των ανενεργών λατομείων. Για να γίνει εφικτή συλλέχθηκαν και αξιολογήθηκαν όλα τα διαθέσιμα στοιχεία και πληροφορίες (περιγραφικές, χαρτογραφικές) από ένα μεγάλο αριθμό φορέων (ΓΥΣ, ΟΚΧΕ, ΙΓΜΕ). Όπου κρίθηκε αναγκαίο τα στοιχεία αυτά ψηφιοποιήθηκαν και αναλύθηκαν από το χρήστη καθώς χρειάστηκε και επιτόπια μελέτη. Στη συνέχεια καθορίστηκαν κριτήρια ιεράρχησης των λατομικών περιοχών προκειμένου να γίνει αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων με κύριο στόχο την κατάταξη τους για μελλοντική αποκατάστασή.

Τα κριτήρια με τα οποία ασχοληθήκαμε στην παρούσα εργασία είναι κατηγοριοποιημένα σε περιβαλλοντικές επιπτώσεις και κοινωνικο-οικονομικά κριτήρια:

Περιβαλλοντικές Παράμετροι: γεινίαση με περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές, ρύπανση υδάτων σε συνδυασμό με την παρουσία σημαντικών ποσοτήτων εξορυκτικών αποβλήτων. ασφάλεια χώρου και εκτίμηση του κινδύνου λόγω ελεύθερης πρόσβασης σε χώρους με υψηλή επικινδυνότητα, οπτική ρύπανση, επιπτώσεις σε φυσικό περιβάλλον (χλωρίδα - πανίδα), εδαφικά χαρακτηριστικά.

Κριτήρια Επιρροής: έκταση χώρου, επηρεαζόμενος πληθυσμός, αποστάσεις από περιοχές ενδιαφέροντος.

Επιλέχθηκε η προσέγγιση των raster analysis για την επίλυση του χωρικού προβλήματος. Για αυτό το λόγο μετατράπηκαν τα διανυσματικά δεδομένα σε ψηφιδωτά και αξιολογήθηκαν ως προς την σπουδαιότητα (κλίμακας 1 -5) τους στην ανάλυση του προβλήματος. Με τη χρήση της μεθόδου “Ranking” δημιουργήθηκε το ψηφιδωτό κόστους.

Συνολικά αξιολογήθηκαν οκτώ (8) λατομικοί χώροι. Το μεγαλύτερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα παρατηρείται στο λατομείο του Βορειοανατολικού τμήματος της περιοχής

μελέτης λόγω της αυξημένης δυνητικής ρύπανσης υδάτων, ενώ η οπτική όχληση εντοπίζεται κυρίως στο νότιο τμήμα της περιοχής.

Τα λατομεία που βρίσκονται στο νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης γειτνιάζουν με περιοχές μεγάλου ενδιαφέροντος όπως οικιστικός ιστός, δημόσια κτίρια αρχαιολογικούς χώρους κ.α. Στην σύνθεση των περιβαλλοντικών και κοινωνικο-οικονομικών κριτηρίων για τη δημιουργία του ψηφιδωτού κόστους δόθηκε μεγαλύτερη σπουδαιότητα στα περιβαλλοντικά κριτήρια.

Βάσει των αποτελεσμάτων της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης, το πρώτο λατομείο που θα πρέπει να αναπλασθεί είναι αυτό που βρίσκεται στο βόρειο – ανατολικό τμήμα της περιοχής (Εικ. 7.27) και έπειτα τα επιλεγμένα τμήματα της λατομικής περιοχής που βρίσκεται στο νότιο τμήμα (Εικ. 7.28).

Τα αποτελέσματα αυτής της διπλωματικής συνεισφέρουν επικουρικά στην προτεραιότητα για ανάπλαση των λατομείων στην Ελλάδα με σκοπό την αξιοποίηση όλων των ανενεργών λατομείων και κατά επέκταση της περιβαλλοντικής ανάβαθμισης των περιοχών και συνεπώς τη βιωσιμότητα.

ΔΙΕΘΝΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aldwell C.R. (1990). Some examples of mining in Ireland and its impacts on the environment. *Environ.Geol. Water Sci.* 15 (2): 145-157.
- Aubouin J. (1959). Contribution a l' etude geologique de la Grece septentrionale: les confins de l' Epire et de la Thessalie. *Ann. Geol. Pays Hellen.* Vol. 10, p. 1-483.
- Baatz M and Schäpe A. (2000). Multiresolution segmentation-an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation J. Strobl, T. Blaschke, G. Griesebner (Eds.), *Angew. Geogr. Info. verarbeitung*, Wichmann-Verlag, Heidelberg (2000), pp. 12-23.
- Baraldi A., Puzzolo V., Blonda P., Bruzzone L., and Tarantino C. (2006). Automatic Spectral Rule-based Preliminary Mapping of Calibrated Landsat TM and ETM+ Images. *IEEE, Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, September, Vol. 44, No.9.
- Bascetin A. (2007). A decision support system using analytical hierarchy process (AHP) for the optimal environmental reclamation of an open-pit mine. *Environmental Geology* 52: 663–672.
- Bottero M., Ferreti V. and Pomarico S. (2014). Assessing Different Possibilities for the Reuse of an Open-pit Quarry Using the Choquet Integral. *Journal of Multi – criteria decision analysis* 21: 25–41
- Burroughs P.P. and McDonnel R.A. (1998). *Principles of GIS*, Oxford University Press, pp. 299
- Caldwell. L.K (1990). NEPA at Twenty: A Retrospective Critique, "Natural Resources and Environment, American Bar Association, Vol 5 pp
- Celet P., Clément, B. and Ferrière J. (1976). The Boeothian zone in Greece; palaeogeographic and structural implications. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 69 (3), 577-599 (in French with English abstract)
- Clément B. (1971). An Early Cretaceous flysch in the Boeothian area (continental Greece). *Comptes Rendus de la Académie des Sciences de Paris*, 272, 791-792 (in French with English abstract).
- Damigos D., Kaliampakos D. (2003). Assessing the benefits of reclaiming urban quarries: a CVM analysis. *Landscape and Urban Planning* 64 (4), 249–258.
- Darvish, T., Khater C, Joomaa, Stehouwer R, Shaban A, and Hamze M. (2011). Environmental impact of quarries on natural resources in Lebanon. *Land degradation & development*, 22: 345–358.
- Dey, P.K., 2001. Integrated approach to project feasibility analysis. *Impact Assessment and Project Appraisal* 19 (3), 235–245.
- Dey, P.K., 2006. Integrated approach to project selection using multiple attribute decision-making
-

- technique. *International Journal of Production Economics* 103, 90–103.
- Dey P.K and Ramcharan E.K. (2008). Analytic hierarchy process helps select site for limestone quarry expansion in Barbados. *Journal of Environmental Management* 88 (2008) 1384–1395
- Gercek D. (2010). Object - Based Classification of landforms based on their local geometry and geomorphometric context, A thesis submitted, Graduate School of Natural and Applied Science of Middle East Technical University, p. 202.
- Golestanifar M. and Bazzazi A.A. (2010). TISS: a decision framework for tailing impoundment site selection. *Environmental Earth Science* 61: 1505–1513.
- Goudie A. (2000). *The Human Impact on the Natural Environment*. Blackwell, Oxford, UK.
- Hagiou E, Konstantopoulou G. (2006). Rehabilitation of abandoned public quarries in Greece – A methodological approach. *IAEG2006* pg 382.
- Hagiou E., Konstantopoulou G. (2010). Environmental planning of Abandoned quarries rehabilitation – a methodology. *Bulletin of the Geological Society of Greece, Proceedings of the 12th International Congress, Patras*.
- Hofmann P. (2001). *Detecting Informal Settlements from Ikonos Image Data Using Methods of Oriented Analysis*. Regensburg.
- Hsu C. and Sandford B.A. (2007) The Delphi technique—making sense of consensus: practical Assessment. *Res Eval* 12(10):1–8
- Huete A.R. (1988). A Soil-adjusted Vegetation Index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, 25(3):295–309.
- Husbands, C., Dey, P.K., 2002. Social impact assessment of a sewerage project in Barbados. *Impact Assessment and Project Appraisal* 20 (2), 215–223.
- Jacobshagen, V. (1986). *Geologie von Griechenland*: Berlin, Stuttgart, Gebrüder Borntraeger, 363 p.
- Kaliampakos D. (1996). Rehabilitation of Abandoned Quarry Sites: How an ΠΟΛΗ Expensive Activity Can be Transformed into a Beneficial Business”, Conference “Minerals, Metals and the Environment II” delivered at Institution of Mining and Metallurgy(IMM), Prague, Czech Republic pp 463-473.
- Kaliampakos, D.C. (1998). Rehabilitation of an abandoned quarry used as uncontrolled landfill. *International Journal of Surface Mining Reclamation & Environment* 12 (2), 61–65.
- Kaliampakos D. and Mavrikos (2006). Introducing a new aspect in marble quarry rehabilitation in Greece, *Environmental Geology* (2006), Volume 50, N.3, June, pp.
-

353–359.

- Kubit O.E., Pluhar C.J and De Graff J.V (2015). A model for prioritizing sites and reclamation methods at abandoned mines. *Environ Earth Sci* (2015) 73:7915–7931.
- Lameed G.A. and Ayodele A.E. (2010). Effect of quarrying activity on biodiversity: Case study of Ogbere site, Ogun State, Nigeria. *African Journal of Environmental Science and Technology* 4(11): 740-750
- Lin C., Tong X., Lu W., Yan L., Wu Y., Nie C., Chu C. and Long, J. (2005). Environmental impact of surface mining on mined lands, affected streams and agricultural lands in the Dabaoshan mine region, Southern China. *Land Degradation & Development* 16, 463–474.
- Marinos G. (1957). Zur Gliederung Ostgriechenlands in tektonische Zonen. *Geol. Rdsch.* 46,421-426.
- Mfondoum A.H.N., Etouna J., Nongsi B.K., Moto F.A.M., and Deussieu F.G.N (2016). Assessment of Land Degradation Status and Its Impact in Arid and Semi-Arid Areas by Correlating Spectral and Principal Component Analysis Neo-Bands, *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS* 2016, Volume 5, Issue 2, pp. 1539-1560,
- Miller C.L. and Laflamme R.A. (1958). The digital terrain model-theory and application. *Photogrammetric Engineering*, 24(3): 433-442.
- Mountrakis D. (1984). Structural evolution of the Pelagonian zone in Northwestern Macedonia. *Journal of the Geological Society of London*, sp. Publ. 17, 581-590.
- Nieman T.J. and Merkin Z.R. (1995). Wildlifemanagement, surface mining, and regional planning. *Growth and Change* 26, 405–424.
- Nyerges, T. L., & Jankowski, P. (2010). *Regional and Urban GIS. A Decision Support Approach.* New York & London: The Guilford Press.
- Qi J. Chehbouni A., Huete A.R. and Kerr Y.H. (1994). Modified Soil Adjusted Vegetation Index (MSAVI). *Remote Sens Environ* 48:119-126.
- Qi J. Kerr Y. and Chehbouni A. (1994). External factor consideration in vegetation index development. *Proc. of Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing, ISPRS*, 723-730.
- Renz, C (1955). Die vorneogene Stratigraphie der normalsedimentären Formationen Griechenlands. *Institute of Geology and Subsurface Research*, 3–16 (1955), pp. 1–637 Abb.3, T.11, 6 geol. Karten.

- Robertson A. (1990). Late Cretaceous oceanic crust and early Tertiary foreland basin development Euboea, Eastern Greece. *Terra Nova*, 2 333-339.
- Saaty TL, Vargas LG (1991) Prediction, projection and forecasting Applications of the analytic hierarchy process in economics, finance, politics, games and sports. Kluwer Academic Publishers, Norwell
- Shwartz A. (1988). Optimal use of the land: Binyamina abandoned quarry. Thesis submitted for science degree. Technion (Hebrew), Haifa.
- Sklenicka P. and Charvatova, E. (2003). Stand continuity - a useful parameter for ecological networks in post-mining landscapes. *Ecological Engineering* 20 (4), 287–296.
- Soltanmohammadi H, Osanloo M and Bazzazi AA. (2010). An analytical approach with a reliable logic and a ranking policy for post-mining land-use determination. *Land Use Policy* 27: 364–372.
- Syakur A.R.A., Adnyana W.S, Arthana I.W. and Nuarsa (2012). Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI) for Mapping Built-Up and Bare Land in an Urban Area. *Remote Sensing* 2012, 4(10), 2957-2970;
- Star J. and Estes, J. (1990). *Geographical Information Systems: An Introduction*. Englewoods Cliffs, New Jersey, Prentice Hall.
- Sullivan J., Aggett, J. Amacher, G. and Burger, J. (2006). Financial viability of reforesting reclaimed surface mined lands, the burden of site conservation costs, and carbon payments as reforestation incentives. *Resources Policy* 30, 247–258.
- Weng Q. (2008). Remote Sensing of Impervious Surfaces: An Overview. In *Remote Sensing of Impervious Surfaces*; Weng, Q., Ed.; CRC Press, Taylor & Francis Group: Boca Raton, FL, USA, 2008. [Google Scholar]
- Willis K.G. and Garrod G.D. (1999). Externalities from extraction of aggregates: regulation by tax or land-use controls. *Resources Policy* 25, 77–86.
- Winfield M.S. & Taylor A. (2005). Rebalancing the Load; The need for an aggregates conservation strategy for Ontario. The Pembina Institute.
- Vartzburger R. (2004). Background Document: Environmental Hazards from Quarries. Knesset (Israel's parliament) – research and information center (Hebrew), Jerusalem.
- Ziev Z. (1985). Direct and indirect hazards caused by quarries. *Land* 26, 35–44 (Hebrew)
- Zuquette L.V., Colares O.J. and Pejon, O.J. (2002). Environmental degradation related to human activities, Fortaleza metropolitan region, State of Ceara, Brazil. *Bulletin of*

Engineering Geology and the Environment 61 (3), 241–251.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αϊναλή Α. (2012). «Σύγκριση δορυφορικών δεδομένων πολύ υψηλής ανάλυσης IKONOS και WorldView2 στην ταξινόμηση τύπων βλάστησης με την ανάπτυξη Αντικειμενοστρεφούς ανάλυσης: Εφαρμογή στην περιοχή Άνω Καλαμά του Δήμου Πωγωνίου» Διπλωματική Εργασία ΕΜΠ.
- Αραβαντινός Α. (1997/1998 και: Β' Έκδοση 2007), Πολεοδομικός Σχεδιασμός. Για μια βιώσιμη ανάπτυξη του αστικού χώρου, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.
- Αργιαλάς Δ. και Τζώτσος Α., 2002. "Η συμβολή του eCognition στην χαρτογράφηση γεωμορφολογικών σχηματισμών από Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους". Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, ΕΜΠ Αθήνα, 28 Φεβρουαρίου και 1 Μαρτίου 2002, CD-ROM πρακτικών συνεδρίου, σελ. 15.
- Αργιαλάς Δ. (1998). Ψηφιακή Τηλεπισκόπηση, ΕΜΠ, Αθήνα.
- Γουλιώτης Λ. (2002) Γεωλογική Δομή του Ποικίλου Όρους – Χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:5.000. Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Διπλωμ. Εργασία. Αθήνα
- Δούτσος Θ. (2000). Γεωλογία Ελλάδας. Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Επιχειρησιακό πρόγραμμα Δήμου Μεγαρέων 2012 -2014.
- Επιχειρησιακό πρόγραμμα Δήμου Μεγαρέων 2015-2019
- Θέος Ν. (2010). Περιβαλλοντικές Επιβαρύνσεις σε έδαφος και νερό περιοχής Μεγάρων. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Κατσικάτσος Γ. (1992). Γεωλογία Ελλάδας. Εκδ. ΟΕΔΒ.
- Κίλιας Α. και Μουντράκης Δ. (1989). Το τεκτονικό κάλυμμα της Πελαγονικής. Τεκτονική, μεταμόρφωση και μαγματισμός. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 23/1, 29-46.
- Κουκουβέλας Ι. (2012). Πανεπιστημιακές σημειώσεις Χαρτογράφησης. Παν/μιο Πατρών
- Κουτσόπουλος, (2006). Ανάλυση Χώρου: Θεωρία, Μεθοδολογία και Τεχνικές – Τόμος II: Εξειδικευμένες Μέθοδοι Πολυμεταβλητών, Διηλεκές,
- Λέκκας Ε. (2010). Επιχειρησιακή οργάνωση των Δήμων του ΑΣΔΑ για την πολιτική προστασία & την αντιμετώπιση φυσικών & περιβαλλοντικών. Β' Φάση Δράσεις Μείωσης σεισμικών & γεωδυναμικών κινδύνων. Αναπτυξιακός σύνδεσμος Δ. Αττικής. ΕΚΠΑ

- Μιγκίρος Γ. (1990). Η λιθοστρωματογραφική - Τεκτονική δομή της Όθρυος (Κεντρική Ελλάδα). Δελτ. ΕΓΕ. Τ26, 107-120
- Μιγκίρου Γ., Μανάκου, Κ., Σκούρτση - Κορωναίου Β. και Καρφάκη Ι. (1989). Συμβολή στη γνώση της γεωλογίας του Κόζιακα. Περιοχή Μουζακίου – Πύλης, Δ. Θεσσαλία. Δελτ. ΕΓΕ. Τ33/1, 381-393.
- Μουγιάκου Ε. (2010). Μεθοδολογικό πλαίσιο αξιολόγησης και βελτιστοποίησης δικτύων αστικού πράσινου σε περιβάλλον Γ.Σ.Π (GIS). Μεταπτυχιακή εργασία Ε.Μ.Π
- Μουντράκης Δ. (2010). Γεωλογία της Ελλάδας. University Studio Press
- Μουντράκης Δ. (1983). Η γεωλογική δομή της Βόρειας Πελαγονικής ζώνης και η γεωτεκτονική εξέλιξη των εσωτερικών Ελληνίδων. Πραγμάτεια για Υψηγεία, Παν. Θεσσαλονίκης.
- Σιώρα Ε (2011). Διερεύνηση εξέλιξης χρήσεων γης με ταξινομήσεις Δορυφορικών Απεικονίσεων και Οικονομετρικά Πρότυπα. Διπλωματική Εργασία Ε.Μ.Π.
- Σπανός Δ. (2012). Γεωδυναμική εξέλιξη της Αττικής, Διδακτορική Διατριβή. Παν/μιο Πατρών
- Τάταρης Α. & Σιδέρης, Χρ. (1989). Γεωλογική δομή του Νοτ. Αιγάλω και συσχετισμός προς την απέναντι περιοχή Σαλαμίνας. Δ.Ε.Γ.Ε., ΧΧΙΙΙ/1, 303-320.
- Χατζηγεωργίου Α. Ν. (2005). «Αντικειμενοστρεφής Σχεδίαση». UML, Αρχές, Πρότυπα και Ευριτικοί Κανόνες. Εκδόσεις “Κλειδάριθμος”. Θεσσαλονίκη, Οκτώβριος 2005. Σελ. 30-94.
- Χριστοδούλου Γ. (1982). Στρωματογραφία της Ελλάδας. Πανεπιστήμιο Πατρών