

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

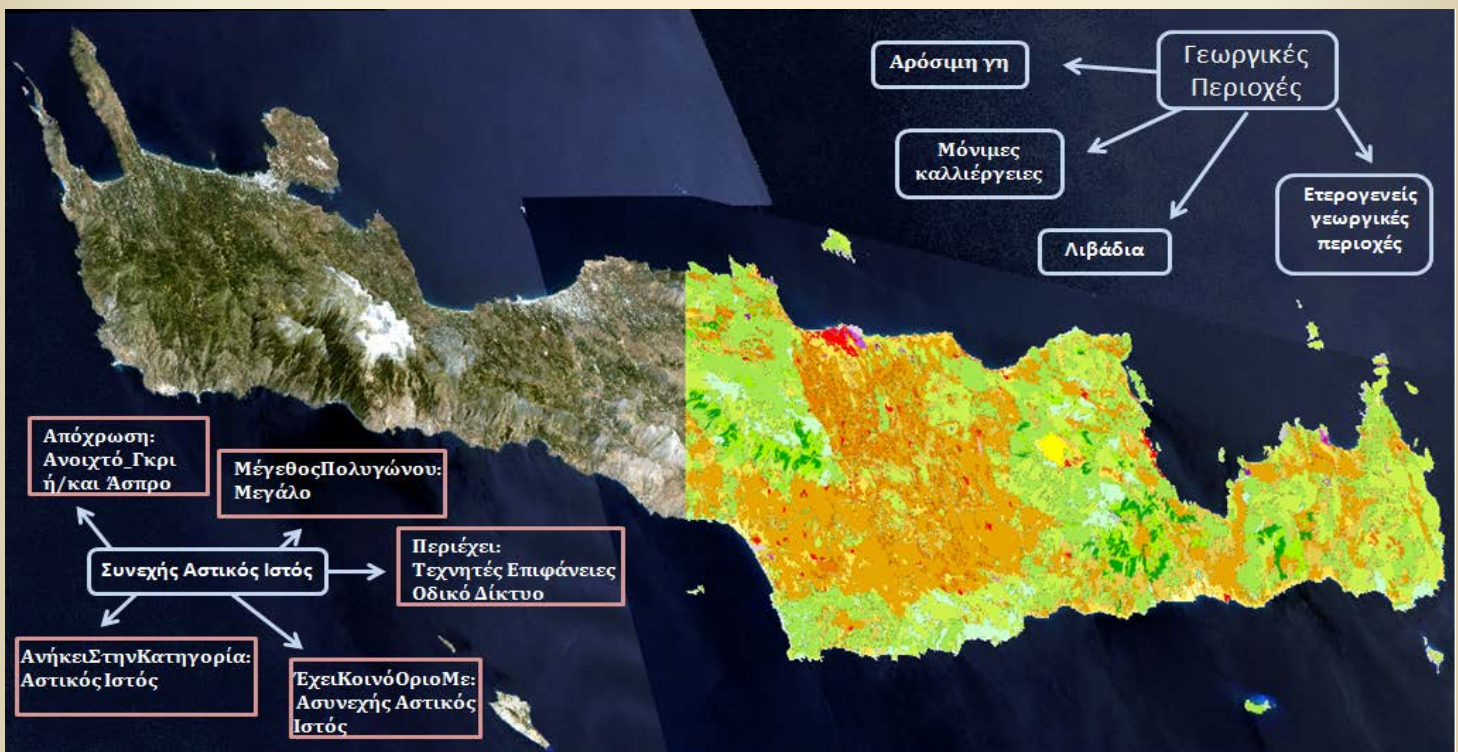


NATIONAL TECHNICAL
UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF RURAL AND
SURVEING ENGINEERING

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΩΤΟΕΡΜΗΝΕΙΑΣ - ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ
LABORATORY OF REMOTE SENSING

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΦΩΤΟΕΡΜΗΝΕΥΤΙΚΗ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΩΝ
ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ CORINE LAND COVER

ONTOLOGY DEVELOPMENT FOR
PHOTOINTERPRETATION OF CORINE LAND
COVER CLASSES: ARTIFICIAL SURFACES AND
AGRICULTURAL AREAS



Επιβλέπων : Αργιαλάς Δημήτριος, Καθηγητής Ε.Μ.Π.
Supervisor : Argialas Dimitrios, Professor N.T.U.A.

Εξεταστική Επιτροπή
Examination Committee

Καραθανάση Βασιλεία Αναπλ. Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.
Karathanasi Vasileia Associate, Professor N.T.U.A.

Κάβουρας Μαρίνος, Καθηγητής Ε.Μ.Π.
Kavouras Marinos, Professor N.T.U.A.

Χαιρετάκης Σ. Ιωάννης Κωνσταντίνος
Chairetakis S. Ioannis Konstantinos

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2012
ATHENS, OCTOBER 2012

Copyright © Χαιρετάκης Ιωάννης Κωνσταντίνος, Οκτώμβριος 2012

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 το συγγραφέα.

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

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώνει έναν επιτυχημένο κύκλο σπουδών στην σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Η εκπόνηση της εργασίας έγινε το ακαδημαϊκό έτος 2011-2012 με στόχο την ανάπτυξη μίας οντολογίας για την Φωτοερμηνευτική αναγνώριση των κατηγοριών κάλυψης γης Τεχνητές επιφάνειες και Αγροτικές περιοχές βάσει του Ευρωπαϊκού προγράμματος Corine Land Cover.

Σε αυτό το σημείο νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω τους ανθρώπους οι οποίοι συνέβαλαν στην διεκπεραίωση αυτού του τόσο σημαντικού στόχου. Θα ήθελα να αρχίσω από τον κ. Αργιαλά Δημήτριο, καθηγητή της σχολής Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών του Ε.Μ.Π. για την ανάθεση αυτής της εργασίας και την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου. Η επίβλεψη και συνεχής καθοδήγησή του ήταν καταλυτική στην επίτευξη της προσπάθειας αυτής. Επίσης θα ήθελα ευχαριστήσω όλα τα μέλη του Εργαστηρίου Τηλεπισκόπησης της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών για την πολύτιμη βοήθεια καθ' όλη την διάρκεια της εργασίας και ειδικά τον υποψήφιο διδάκτορα κ.Αργυρίδη Αργυρό για την παροχή συμβουλών, διευκρινήσεων και την σημαντική συνεισφορά του στην υλοποίηση του πειραματικού μέρους της εργασίας.

Θα ήταν παράληψη να μην ευχαριστήσω τα μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής κ. Βασιλεία Καραθανάση και κ. Μαρίνο Κάβουρα. Τον κ. Κάβουρα τον ευχαριστώ και για την έμμεση συμβολή του στην παρούσα εργασία, μέσω άρθρων, διατριβών και διπλωματικών του σε θέματα οντολογιών.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, για την συνεχή και ακατάπαυστη συμπαράσταση σε κάθε βήμα της ζωής μου, στα καλά και στα κακά, αλλά και όλους μου τους φίλους. Όλοι τους, μου θυμίζουν καθημερινά, ο καθένας με τον δικό του τρόπο, ότι το να έχεις δίπλα σου ανθρώπους που σε νοιάζονται είναι ένα από τα σημαντικότερα αγαθά.

Περίληψη

Σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρόγραμμα Corine Land Cover η επιφάνεια της γης καλύπτεται από έναν συγκεκριμένο αριθμό κατηγοριών κάλυψης/χρήσεως γης. Η κατηγοριοποίηση ακολουθεί μία ιεραρχία από τρία επίπεδα πηγαίνοντας από το πιο γενικό στο πιο ειδικό με κάθε επίπεδο να έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που το διαφοροποιούν από τα υπόλοιπα.

Οι οντολογίες από την άλλη, έχουν ως στόχο την συγκέντρωση, καταγραφή, και αξιοποίηση της πληροφορίας μέσα από την δομή μίας βάσης όπου στοιχεία που ενυπάρχουν σε αυτές θα είναι σαφώς ορισμένα και οι σχέσεις που τα διέπουν θα είναι σαφείς και κατανοητές. Με απλά λόγια, οι οντολογίες μετατρέπουν την πληροφορία σε γνώση, η οποία είναι κατανοητή από τους ανθρώπους αλλά και από τους υπολογιστές.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι το πάντρεμα των οντολογιών με το Corine Land Cover ή διαφορετικά, η δόμηση μια οντολογίας όπου περιέχονται οι κατηγορίες κάλυψης/χρήσεως γης για τα τρία επίπεδα ιεραρχίας που έχουν οριστεί από το Corine Land Cover, με τις ιδιότητες που τις χαρακτηρίζουν αλλά και τις σχέσεις που τις συνδέουν μεταξύ τους. Έτσι κάποιος χρήστης, με στοιχειώδης γνώσεις φωτοερμηνείας, θα μπορεί, χρησιμοποιώντας τα πρότυπα σύνταξης των οντολογιών, να αντλήσει γνώση από την καταγεγραμμένη πληροφορία, είτε αντλώντας συμπεράσματα από αυτήν με βάση αποτελέσματα από συγκεκριμένα ερωτήματα προς την βάση γνώσης, είτε κατηγοριοποιώντας κάποιο στοιχείο από μία δορυφορική εικόνα, δημιουργώντας ένα δοκιμαστικό αντικείμενο και ορίζοντας τα χαρακτηριστικά του μέσα στο σύστημα βάσει των καθορισμένων προτύπων/τιμών που έχουν οριστεί.

Ο τόμος αυτός χωρίστηκε σε τρία μέρη. Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην Τεχνητή Νοημοσύνη και την Περιγραφική Λογική ενώ ακολουθεί εκτενής παρουσίαση των Οντολογιών και των χαρακτηριστικών τους. Ακολουθεί η παρουσίαση του συντάκτη οντολογιών Protégé, που είναι το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την δόμηση της βάσης γνώσης και αναλύονται τα κύρια χαρακτηριστικά του. Ακολούθως παρουσιάζονται οι κύριες συνιστώσες του Corine Land Cover και γίνεται αναφορά στα Φωτοερμηνευτικά κλειδιά και τα Φωτοαναγνωριστικά στοιχεία. Το κεφάλαιο κλείνει με την λεπτομερή παρουσία των κατηγοριών Τεχνητές επιφάνειες και Αγροτικές περιοχές που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναπτύσσεται διεξοδικά η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε. Πιο αναλυτικά, παρουσιάζονται συγκεντρωτικοί πίνακες με όλα τα χαρακτηριστικά που εμπλούτισαν την βάση γνώσης και επίσης, αναλύονται περαιτέρω όποια χαρακτηριστικά κρίθηκε απαραίτητο ότι πρέπει, προκειμένου να καταστεί πιο χρηστική και λειτουργική η διαδικασία από τρίτους. Τέλος, παρουσιάζονται παραδείγματα ώστε να φανούν οι δυνατότητες και η χρησιμότητα, σε πρώτο βαθμό της οντολογίας και σε δεύτερο, του προγράμματος.

Στο τρίτο και τελευταίο κεφάλαιο, αναλύονται τα συμπεράσματα που αποκομίστηκαν και παρουσιάζονται οι προοπτικές της οντολογίας και της βάσης γνώσης που δημιουργήθηκε.

Λέξεις κλειδιά

Οντολογία, Αναπαράσταση γνώσης, Protégé, Corine Land Cover, Φωτοερμηνεία, Φωτοερμηνευτικά κλειδιά, Κατηγορίες κάλυψης γης, Τεχνητές επιφάνειες, Αγροτικές περιοχές, Wiki Εργαστηρίου Τηλεπισκόπησης Ε.Μ.Π.

Abstract

According to the European project Corine Land Cover the surface of the earth is covered by a specific number of classes that describe the land cover/use. The categorization follows a hierarchy of three levels going from the most general to the most specific with each level having specific characteristics that differentiate it from the rest.

Ontologies on the other hand, aim at the collection, recording and exploitation of information from a structured database where elements inherent in this base, are clearly defined and the relationships that govern them will be clear and understandable. In other words, ontologies transform information into knowledge, which is understandable not only by humans but also by computers.

The purpose of this thesis is to combine ontologies with Corine Land Cover or otherwise, to construct an ontology which contains the categories land cover/use for the three hierarchical levels that have set by the Corine Land Cover, with the properties that characterize and the relationships that link them together. So a user with a rudimentary knowledge about photointerpretation, will be able, by using the editing standards for ontologies, to derive knowledge from the recorded information, or drawing conclusions from results based on specific queries to the knowledge base or categorizing an item from one satellite picture, by creating a test object and defining characteristics in the system under the established standards/values that have set on it.

The book is divided into three parts. More specifically, the first chapter refers to Artificial Intelligence and Description Logic followed by detailed presentation of Ontologies and their characteristics. Furthermore, it refers to the ontology editor Protégé, which is the program that was used to build the knowledge base and analyze the main characteristics. Then it presents the major components of Corine Land Cover and refers to Photointerpreter keys and Photoidentification elements. The chapter closes with presentation of the detailed categories of Artificial surfaces and Agricultural areas studied in this paper.

The second chapter describes in detail the developed methodology. More specifically, tables, with all the features that have enriched the knowledge base are presented and also, any features that are considered to be necessary in order to make the process more usable and functional for the readers are further analyzed. Finally, examples are presented to show the capabilities and usefulness, not only of the ontology but also, of the program.

In the third and final chapter the conclusions and the prospects are presented concern in the ontology created.

Keywords

Ontology, Knowledge Representation, Protégé, Corine Land Cover, Photointerpretation, Photointerpreter keys, Land cover categories, Artificial surfaces, Agricultural areas, NTUA Remote Sensing laboratory's Wiki,

Περιεχόμενα

Περίληψη	iii
Abstract	iv
Κατάλογος Εικόνων.....	vi
Κατάλογος Πινάκων	x
1 Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας	1
1.1 Τεχνητή Νοημοσύνη	1
1.2 Περιγραφική Λογική.....	1
1.3 Οντολογίες	2
1.3.1 Ορισμός οντολογίας.....	2
1.3.2 Αρχές σχεδίασης οντολογιών	3
1.3.3 Στοιχεία Οντολογιών	4
1.3.4 Είδη οντολογιών	4
1.3.5 Οφέλη Οντολογιών	5
1.3.6 Συλλογιστική (Reasoning) των Οντολογιών	5
1.3.7 Γλώσσες Οντολογιών.....	6
1.3.8 Η Γλώσσα OWL	7
1.4 Το πρόγραμμα Protégé.....	8
1.4.1 Τι είναι το Protégé	8
1.4.2 Αντιστοιχία Protégé με OWL	9
1.4.3 Άτομα (Individuals)	9
1.4.4 Ιδιότητες (Properties).....	9
1.4.5 Κλάσεις (Classes)	12
1.5 Το CORINE Land Cover.....	13
1.5.1 Το πρόγραμμα CORINE Land Cover	13
1.5.2 Πηγές δεδομένων	15
1.5.3 Βασικές αρχές και χαρακτηριστικά	16
1.5.4 Μεθοδολογία.....	19
1.5.5 Ονοματολογία.....	19
1.6 Φωτοερμηνευτικά Κλειδιά και Φωτοαναγνωριστικά Στοιχεία.....	20
1.6.1 Φωτοερμηνευτικά Κλειδιά.....	21
1.6.2 Φωτοαναγνωριστικά στοιχεία.....	21
1.7 Οι κατηγορίες του CORINE Land Cover.....	24
2 Μεθοδολογία	71
2.1 Τοποθέτηση του Προβλήματος.....	71
2.2 Εννοιολογική Σύλληψη και Αναπαράσταση Γνώσης	71
2.3 Φωτοαναγνωριστικά Στοιχεία που Χρησιμοποιήθηκαν	72
2.4 Υλοποίηση του συστήματος.....	77
2.4.1 Εισαγωγή και εξαγωγή πληροφορίας στο/από το Wiki του Εργαστηρίου Τηλεπισκόπησης.	

.....	77
2.4.2 Δομή Οντολογίας στο περιβάλλον του Protégé.....	79
2.4.3 Διαχωρισμός κατηγοριών δευτέρου επιπέδου που ανήκουν στις Τεχνητές επιφάνειες	81
2.4.4 Διαχωρισμός κατηγοριών δευτέρου επιπέδου που ανήκουν στις αγροτικές περιοχές	82
2.4.5 Πλήρεις ιδιότητες για τέσσερεις κατηγορίες τρίτου επιπέδου.....	84
2.5 Η δομή του προγράμματος και χρήση αυτού.....	85
2.5.1 Προμήθεια και εγκατάσταση του Protégé	85
2.5.2 Παρουσίαση παραδειγμάτων που παρουσιάζουν την κατηγοριοποίηση αντικειμένων	87
2.5.3 Περεταίρω δυνατότητες του συντάκτη οντολογιών Protégé	97
2.5.4 Βαθμός δυσκολίας στον διαχωρισμό και την σχετική οριθέτηση των κατηγοριών.	103
3 Συμπεράσματα.....	106
3.1 Δυνατότητες – πλεονεκτήματα των Οντολογιών.....	106
3.2 Δυνατότητες – πλεονεκτήματα του συντάκτη Οντολογιών Protégé.....	106
3.3 Περιορισμοί – μειονεκτήματα των Οντολογιών	107
3.4 Περιορισμοί – μειονεκτήματα του συντάκτη Οντολογιών Protégé	107
3.5 Η παρούσα εργασία και η Φωτοερμηνεία.....	108
3.6 Η παρούσα εργασία και το Wiki του Εργαστηρίου Τηλεπισκόπησης Ε.Μ.Π.	108
3.7 Η παρούσα εργασία και οι μελλοντικοί χρήστες αυτής	108
3.8 Προοπτικές.....	109
4 Βιβλιογραφία.....	110

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.1: Παράδειγμα γεωγραφικής οντολογίας με συσχετίσεις "μέρους όλου" και "είναι είδος" (Kavouras and Kokla).	3
Εικόνα 1.2: Αρχιτεκτονική συστημάτων Περιγραφικής Λογικής (Description Logic Handbook).....	6
Εικόνα 1.3: Παράδειγμα Συναρτησιακής Ιδιότητας.....	10
Εικόνα 1.4: Παράδειγμα Αντίστροφης Συναρτησιακής Ιδιότητας	10
Εικόνα 1.5: Παράδειγμα Μεταβατικής Ιδιότητας	10
Εικόνα 1.6: Παράδειγμα Συμμετρικής Ιδιότητας	11
Εικόνα 1.7: Παράδειγμα Ασύμμετρης Ιδιότητας	11
Εικόνα 1.8: Παράδειγμα Αυτοπαθούς Ιδιότητας.....	11
Εικόνα 1.9: Παράδειγμα Αυτοπαθούς Ιδιότητας.....	11
Εικόνα 1.10: Αναπαράσταση Κλάσεων που περιέχουν Άτομα	13
Εικόνα 1.11: Γενικά χαρακτηριστικά του CORINE Land Cover project (CLC manual).	15
Εικόνα 1.12: Κλίμακες χαρτογράφησης (CORINE Land Cover-Technical Guide, 1994).....	17
Εικόνα 1.13: Σκελετός της ονοματολογίας του CORINE Land Cover project (CORINE Land Cover-Technical Guide, 1994).....	18
Εικόνα 1.14: Η πυραμίδα των φωτοαναγνωριστικών στοιχείων (CLC manual).....	22
Εικόνα 1.15: Γενικευμένη μορφή κατηγορίας 1.1.1 (CLC manual).....	26
Εικόνα 1.16: Αντιπροσωπευτικές εικόνες της εν λόγω κατηγορίας από τη Μπρατισλάβα (Σλοβακία) και την Αθήνα (Ελλάδα) (CLC manual).....	26
Εικόνα 1.17: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 1.1.1, Νομός Ηρακλείου.	27
Εικόνα 1.18: Σχήμα 7 Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 1.1.2 (CLC manual).	28

Εικόνα 1.19: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας από το χωριό Liskova (Σλοβακία) (CLC manual).	28
Εικόνα 1.20: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 1.1.2, Νομός Ηρακλείου.	29
Εικόνα 1.21: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 1.2.1 (CLC manual).	30
Εικόνα 1.22: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας από εργοστάσιο παραγωγής αλουμινίου (Σλοβακία) και από μονάδα παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος (Γαλλία) (CLC manual).	30
Εικόνα 1.23: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 1.2.1, Νομός Ηρακλείου.	32
Εικόνα 1.24: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 1.2.2 (CLC manual).	33
Εικόνα 1.25: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παραδείγματα οδικού και σιδηροδρομικού δικτύου (Σλοβακία, Λιθουανία) (CLC manual).	33
Εικόνα 1.26: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 1.2.2, Νομός Ηρακλείου.	34
Εικόνα 1.27: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 1.2.3 (CLC manual).	35
Εικόνα 1.28: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παραδείγματα από Σλοβακία και Λιθουανία (CLC manual).	35
Εικόνα 1.29: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 1.2.3, Νομός Χανίων.	36
Εικόνα 1.30: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 1.2.4 (CLC manual).	37
Εικόνα 1.31: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παράδειγμα από αεροδρόμιο της Λιθουανίας (CLC manual).	37
Εικόνα 1.32: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 1.2.4, Νομός Ηρακλείου.	38
Εικόνα 1.33: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 1.3.1 (CLC manual).	39
Εικόνα 1.34: Αντιπροσωπευτική εικόνα της κατηγορίας 1.3.1 με παράδειγμα εξόρυξης κάρβουνου από τη Λιθουανία (CLC manual).	39
Εικόνα 1.35: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 1.3.1, Νομός Ρεθύμνου.	40
Εικόνα 1.36: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 1.3.2 (CLC manual).	41
Εικόνα 1.37: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παραδείγματα χώρων απόρριψης δημοτικών και βιομηχανικών αποβλήτων από την Σλοβακία (CLC manual).	41
Εικόνα 1.38: Luxembourg/Area: Differdange μαζί με την Παρεμβολή Landsat TM 4.3.2. 1:100 000, August 1989 (CLC Manual).	42
Εικόνα 1.39: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 1.3.3 (CLC manual).	43
Εικόνα 1.40: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παραδείγματα σπιτιών και άλλων τεχνικών έργων υπό κατασκευή από τη Σλοβακία (CLC manual).	43
Εικόνα 1.41: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 1.3.3, Νομός Λασηθίου.	44
Εικόνα 1.42: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 1.4.1 (CLC manual).	45
Εικόνα 1.43: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας από τη Σλοβακία (CLC manual).	45
Εικόνα 1.44: Κατηγορία 1.4.1. France/Area: Bordeaux μαζί με Παρεμβολή SPOT XS 3.2.1., Ιούλιος 1987 (CLC manual).	46
Εικόνα 1.45: Σχήμα 29 Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 1.4.2 (CLC manual).	47
Εικόνα 1.46: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παράδειγμα αθλητικού χώρου από τη Σλοβακία (CLC manual).	47
Εικόνα 1.47: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 1.4.2, Νομός Χανίων.	48
Εικόνα 1.48: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.1.1 (CLC manual).	49
Εικόνα 1.49: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παράδειγμα αρόσιμης γης από τη Δυτική Σλοβακία (CLC manual).	49
Εικόνα 1.50: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 2.1.1, Νομός Χανίων.	50
Εικόνα 1.51: Σχήμα 36 Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.1.2 (CLC manual).	51
Εικόνα 1.52: Αντιπροσωπευτική εικόνα μόνιμα αρδευόμενης περιοχής από την Ελλάδα (CLC manual).	51

Εικόνα 1.53: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 2.1.2, Νομός Λασηθίου.	52
Εικόνα 1.54: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.1.3 (CLC manual).....	53
Εικόνα 1.55: Αντιπροσωπευτική εικόνα οριζώνα από την Πορτογαλία (CLC manual).....	53
Εικόνα 1.56: Κατηγορία 2.1.3. Portugal/Area: Coimbra μαζί με Παρεμβολή Landsat TM 4.5.3 και Landsat MSS 754. 1:100 000, Αύγουστος 1985 (CLC manual).....	54
Εικόνα 1.57: Σχήμα 40 Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.2.1 (CLC manual).	55
Εικόνα 1.58: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παράδειγμα αμπελώνων από τη Σλοβακία (CLC manual).	55
Εικόνα 1.59: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 2.2.1, Νομός Ηρακλείου.	56
Εικόνα 1.60: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.2.2 (CLC manual).....	57
Εικόνα 1.61: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παράδειγμα φυτείας με μηλιές από τη Σλοβακία (CLC manual).	57
Εικόνα 1.62: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 2.2.2, Νομός Χανίων.	58
Εικόνα 1.63: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.2.3 (CLC manual).....	59
Εικόνα 1.64: Αντιπροσωπευτική εικόνα ελαιώνων από την Ελλάδα (CLC manual).	59
Εικόνα 1.65: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 2.2.3, Νομός Χανίων.	60
Εικόνα 1.66: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.3.1 (CLC manual).....	61
Εικόνα 1.67: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παράδειγμα βοσκότοπου από τη Σλοβακία (CLC manual).	61
Εικόνα 1.68: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 2.3.1, Νομός Ηρακλείου.	62
Εικόνα 1.69: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.4.1 (CLC manual).....	63
Εικόνα 1.70: Αντιπροσωπευτική εικόνα ελαιόδεντρων συνδυασμένων με αρόσιμη γη από την Πορτογαλία.....	63
Εικόνα 1.71: Εικόνα 2.4.1. France/Area: Digne μαζί με Παρεμβολή Landsat MSS 7.5.4., Σεπτέμβριος 1987 (CLC manual).	64
Εικόνα 1.72: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.4.2 (CLC manual).....	65
Εικόνα 1.73: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παράδειγμα σύνθετων καλλιεργειών από την Σλοβακία (CLC manual).	65
Εικόνα 1.74: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 2.4.2, Νομός Χανίων.	66
Εικόνα 1.75: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.4.3 (CLC manual).....	67
Εικόνα 1.76: Αντιπροσωπευτική εικόνα από την εν λόγω κατηγορία με παράδειγμα αρόσιμης γης εναλλασσόμενης με φυσική βλάστηση από τη Σλοβακία (CLC manual).....	67
Εικόνα 1.77: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 2.4.3, Νομός Χανίων.	68
Εικόνα 1.78: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.4.4 (CLC manual).....	69
Εικόνα 1.79: Αντιπροσωπευτική εικόνα από γεωργο-δασική περιοχή στην Πορτογαλία (CLC manual).....	69
Εικόνα 1.80:2.4.4. Portugal/Area: Alcador do Sal μαζί με Παρεμβολή Landsat TM 4.5.3. 1:100 000, August 1985 (CLC manual).	70
Εικόνα 2.1: Αρχική σελίδα Wiki του Εργαστηρίου Τηλεπισκόπησης.....	78
Εικόνα 2.2: Αντιπαραβολή σημασιολογικών επισημάνσεων με την χαρακτηριστική δομή που αναγνωρίζεται από την σελίδα Wiki του εργαστηρίου.	78
Εικόνα 2.3: Ιεραρχία κλάσεων - υποκλάσεων στο περιβάλλον του Protégé.....	79
Εικόνα 2.4: Σχεδιάγραμμα κλάσεων - υποκλάσεων (δημιουργήθηκε στην καρτέλα Ontograf του Protege).....	80
Εικόνα 2.5: Ιδιότητες (object και data properties) που χρησιμοποιήθηκαν στην οντολογία.....	80
Εικόνα 2.6: Αντιπαραβολή εναλλακτικών για τον προσδιορισμό ποσοστών περιεχόμενων κατηγοριών σε κάποιο αντικείμενο.	81
Εικόνα 2.7: Διαχωρισμός κατηγοριών δευτέρου επιπέδου που ανήκουν στις τεχνητές επιφάνειες.....	82
Εικόνα 2.8: Διαχωρισμός κατηγοριών δευτέρου επιπέδου που ανήκουν στις αγροτικές περιοχές.....	83
Εικόνα 2.9: Σύνολα που ορίζουν οι τελεστές and και or.....	85

Εικόνα 2.10: Έγχρωμα σύνθετα και τόνοι του γκρι για συγκεκριμένη περιοχή κάλυψης. (πάνω σειρά 321, τόνος του γκρι (band3) και τόνος NDVI, κάτω σειρά 432, 453, 754).....	86
Εικόνα 2.11: Σχετική οριοθέτηση και έγχρωμα σύνθετα της υπό εξέταση περιοχής για την κατηγοριοποίηση στην κατηγορία 1.2.1.....	88
Εικόνα 2.12: Οι επιλεχθείσες τιμές όπως παρουσιάζονται στον συντάκτη οντολογιών Protégé.	89
Εικόνα 2.13: Επιτυχημένη κατηγοριοποίηση του υπό εξέταση αντικείμενου.	89
Εικόνα 2.14: Το πολύγωνο που ορίζει την υπό εξέταση κατηγορία βάσει του CLC.	90
Εικόνα 2.15: Σχετική οριοθέτηση και έγχρωμα σύνθετα της υπό εξέταση περιοχής για την κατηγοριοποίηση στην κατηγορία 1.2.1.....	90
Εικόνα 2.16: Βοηθητική εικόνα για την δοκιμαστική κατηγορία 1.1.2 (Google Earth).	90
Εικόνα 2.17: Τιμές ιδιοτήτων που δόθηκαν για το δοκιμαστικό αντικείμενο 1.1.2.....	91
Εικόνα 2.18: Αποτέλεσμα συλλογιστικής και αντιπαραβολής δοκιμαστικής κατηγορίας με CLC.....	91
2.19: Έγχρωμα σύνθετα του υπό εξέταση αντικείμενου για κατηγοριοποίηση αυτού σε κάποια κατηγορία των αγροτικών περιοχών.....	92
2.20: Βοηθητική εικόνα για την υπό εξέταση κατηγορία των γεωργικών περιοχών (Google Earth).	92
Εικόνα 2.21: Αποτέλεσμα ταξινόμησης από το Protege και αντιπαραβολή περιοχής μελέτης με τον θεματικό χάρτη του CLC.	93
Εικόνα 2.22: Ιδιότητες του υπο εξέταση αντικείμενου προς κατηγοριοποίηση στις Αγροτικές περιοχές.	93
Εικόνα 2.23: Έγχρωμα σύνθετα του δεύτερου υπό εξέταση αντικείμενου για κατηγοριοποίηση αυτού σε κάποια κατηγορία των αγροτικών περιοχών.	94
Εικόνα 2.24: Βοηθητική εικόνα για την δεύτερη υπό εξέταση κατηγορία των γεωργικών περιοχών (Google Earth).	94
Εικόνα 2.25: Αποτέλεσμα ταξινόμησης από το Protege και αντιπαραβολή περιοχής μελέτης με τον θεματικό χάρτη του CLC.	95
Εικόνα 2.26: Ιδιότητες του δεύτερου υπό εξέταση αντικείμενου προς κατηγοριοποίηση στις Αγροτικές περιοχές.	95
Εικόνα 2.27: Έγχρωμα σύνθετα του τρίτου υπό εξέταση αντικείμενου για κατηγοριοποίηση αυτού σε κάποια κατηγορία των αγροτικών περιοχών.	96
Εικόνα 2.28: Βοηθητική εικόνα για την τρίτη υπό εξέταση κατηγορία των γεωργικών περιοχών (Google Earth). .	96
Εικόνα 2.30: Ιδιότητες του τρίτου υπό εξέταση αντικείμενου προς κατηγοριοποίηση στις Αγροτικές περιοχές.	97
Εικόνα 2.29: Αποτέλεσμα ταξινόμησης από το Protege και αντιπαραβολή περιοχής μελέτης με τον θεματικό χάρτη του CLC.	97
Εικόνα 2.31: Καρτέλα DL Query του συντάκτη οντολογιών Protégé όπου δομούνται εικονικές κλάσεις για την εξέταση συγκεκριμένων χαρακτηριστικών που επιθυμεί ο χρήστης.	98
Εικόνα 2.32: Εφαρμογή DL query για την εμφάνιση αντικείμενων που έχουν τραχεία υφή.....	98
Εικόνα 2.34: Επεξήγηση του λόγου κατηγοριοποίησης των αντικείμενων στην συγκεκριμένη εικονική κλάση.....	99
Εικόνα 2.33: Εφαρμογή DL query για την εμφάνιση αντικείμενων που έχουν τραχεία υφή, μεγάλο σχετικό μέγεθος και αντίθεση με τον περίγυρό τους.	99
Εικόνα 2.35: Έγχρωμα σύνθετα για το υπό εξέταση αντικείμενο του για την φωτοερμηνευτική αναγνώρισή του με την μέθοδο των DL Queries.....	100
Εικόνα 2.36: Οι τρεις πρώτες ιδιότητες που δόθηκαν στο σύστημα για το υπό εξέταση αντικείμενο με την διαδικασία των διαδοχικών DL queries.	100
Εικόνα 2.37: Δεύτερο βήμα δημιουργίας εικονικής κλάσης για την ταξινόμηση του υπό εξέταση αντικείμενου. ..	101
Εικόνα 2.38: Αντιπαραβολή της υπό εξέτασης περιοχής από την ταξινόμηση με βάση τα DL queries με τον θεματικό χάρτη του CLC.....	101
Εικόνα 2.39: Έγχρωμα σύνθετα της υπό εξέτασης αγροτικής περιοχής για την αναγνώρισή της με διαδοχικά DL Queries.	102
Εικόνα 2.40: Αντίστοιχη περιοχή σε απεικόνιση χάρτη Google Earth.....	102
Εικόνα 2.41: Ιδιότητες εικονικής κλάσης στο περιβάλλον του Protege για το δεύτερο υπό εξέταση αντικείμενο με την διαδικασία των διαδοχικών DL Queries.	103
Εικόνα 2.43: Αντιπαραβολή της υπό εξέτασης περιοχής τον θεματικό χάρτη του CLC.....	103
Εικόνα 2.42: Δεύτερο βήμα δημιουργίας εικονικής κλάσης για την ταξινόμηση του υπό εξέταση αντικείμενου ...	103

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1: Αντιστοιχία Οντολογιών OWL με Protégé	9
Πίνακας 1.2: Φωτοαναγνωριστικά στοιχεία με βάση το Corine	24
Πίνακας 2.1: Φασματικά χαρακτηριστικά.....	73
Πίνακας 2.2: Αποχρώσεις και έγχρωμα σύνθετα.	74
Πίνακας 2.3: Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά	75
Πίνακας 2.4: Θέση στον χώρο και σχέση με το περιβάλλον.	77
Πίνακας 2.5: Γενικά ή επιπλέον χαρακτηριστικά.	77
Πίνακας 2.6: Χαρακτηριστικές ιδιότητες για τις κατηγορίες 2.4.2 και 1.3.3.....	84
Πίνακας 2.7: Απαραίτητες ιδιότητες για κάθε προς εξέταση κατηγορία.	87
Πίνακας 2.8: Ιδιότητες, τιμές και επεξήγηση αυτών για δοκιμαστικό αντικείμενο 1.2.1 που εισήχθη στην οντολογία.	89
Πίνακας 2.9: Βαθμός δυσκολίας στην σχετική οριθέτηση των πολυγώνων για την φωτοερμηνευτική αναγνώριση περιοχών.	104

1 Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Τεχνητή Νοημοσύνη, Περιγραφική Λογική, Οντολογίες Πρόγραμμα Corine Land Cover καθώς και στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την Φωτοερμηνεία και την Τηλεπισκόπηση αναλύονται στην ενότητα αυτή. Κάποια περισσότερο και κάποια λιγότερα με γνώμονα το βαθμό που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.

1.1 Τεχνητή Νοημοσύνη

Ο όρος Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence) έχει να κάνει με τη σχεδίαση και την υλοποίηση υπολογιστικών συστημάτων που μιμούνται στοιχεία της ανθρώπινης συμπεριφοράς τα οποία υπονοούν έστω και στοιχειώδη ευφυΐα: μάθηση, προσαρμοστικότητα, εξαγωγή συμπερασμάτων, κατανόηση από συμφραζόμενα, επίλυση προβλημάτων κλπ. Η Τεχνητή Νοημοσύνη ανήκει στον κλάδο της επιστήμης υπολογιστών. Η αφητηρία της όμως φαίνεται να είναι κάπου στην δεκαετία του '40.

Κάποιοι ορισμοί που έχουν δοθεί για την Τεχνητή Νοημοσύνη, οι οποίοι θα βοηθήσουν να κατανοηθεί καλύτερα ο όρος αυτός είναι οι ακόλουθοι:

“Η αυτοματοποίηση των δραστηριοτήτων που συσχετίζουμε με την ανθρώπινη σκέψη, όπως η λήψη αποφάσεων, η επίλυση προβλημάτων, η μάθηση...” (Bellman, 1978)

“Η μελέτη των υπολογιστικών εργασιών που μας δίνουν τη δυνατότητα να αντιλαμβανόμαστε, να συλλογιζόμαστε, και να ενεργούμε.” (Winston, 1992)

“Η μελέτη του πως μπορούμε να κάνουμε τους υπολογιστές να κάνουν πράγματα στα οποία, προς το παρόν, οι άνθρωποι είναι καλύτεροι.” (Rich και Knight, 1991)

“Ο κλάδος που ασχολείται με την ευφυή συμπεριφορά των τεχνουργημάτων.” (Nilsson, 1998)

Η τεχνητή νοημοσύνη χωρίζεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Η μία είναι η *συμβατική τεχνητή νοημοσύνη*, που εμπλέκει μεθόδους μηχανικής μάθησης και η άλλη είναι η *υπολογιστική τεχνητή νοημοσύνη*, η οποία βασίζεται στη μάθηση μέσω επαναληπτικών διαδικασιών.

Η πρώτη κατηγορία περιέχει τα Έμπειρα Συστήματα (Expert systems), την Λογική Κατά Περίπτωση (Case based reasoning, τα Μπαΰεσιανά Δίκτυα (Bayesian networks), την Συμπεριφορική Τεχνητή Νοημοσύνη (Behavior based AI) και τις Οντολογίες (Ontologies).

Η δεύτερη περιέχει τα Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (Artificial neural networks), τα Συστήματα Ασαφούς λογικής (Fuzzy logic systems) και την Εξελικτική υπολογιστική (Evolutionary computation).

Για την τυπική (formal) περιγραφή των στοιχείων που πραγματεύεται η τεχνητή νοημοσύνη, ώστε η γνώση που έχει καταχωρηθεί να μπορεί να αξιοποιηθεί από τον άνθρωπο χρησιμοποιείται η Περιγραφική Λογική (Description Logic) στην οποία γίνεται αναφορά στο επόμενο εδάφιο.

1.2 Περιγραφική Λογική

Η Περιγραφική Λογική (Description Logic) είναι μία ονομασία η οποία περιγράφει μια οικογένεια από γλώσσες τυπικής (formal) αναπαράστασης γνώσης που αντιπροσωπεύουν τη γνώση ενός πεδίου εφαρμογής (π.χ. ο “κόσμος”) αφού πρώτα καθορίσουν τις σχετικές έννοιες του. Η Περιγραφική Λογική

χρησιμοποιείται στον κλάδο της Τεχνητής Νοημοσύνης για την τυπική Συμπερασματολογία/Συλλογιστική (Reasoning) εννοιών/αρχών ενός πεδίου εφαρμογής και χρησιμεύουν για την εξαγωγή λογικών συμπερασμάτων από τις Οντολογίες και τον Σημασιολογικό Ιστό ή γενικότερα σε κάποια βάση γνώσης.

Ένα από τα χαρακτηριστικά των γλωσσών που δουλεύουν με Περιγραφική Λογική είναι ότι είναι εξοπλισμένες με τυπική και βασισμένη στην λογική σημασιολογία, κάτι που δεν συνέβαινε παλαιότερα. Οι Περιγραφικές Λογικές υποστηρίζουν πρότυπα εξαγωγής συμπερασμάτων που συναντώνται σε πολλές εφαρμογές των ευφυών συστημάτων επεξεργασίας πληροφοριών, τα οποία επίσης χρησιμοποιούνται από τους ανθρώπους για να δομήσουν και να κατανοήσουν τον κόσμο: ταξινόμηση των εννοιών και των ατόμων. Η ταξινόμηση των εννοιών καθορίζει τις σχέσεις υπερεννοιών/υποεννοιών (που λέγονται σχέσεις υπαγωγής) μεταξύ των εννοιών μιας συγκεκριμένης ορολογίας και ως εκ τούτου επιτρέπει σε κάποιον να διαρθρωθεί η ορολογία με τη μορφή μιας ιεραρχίας υπαγωγής.

Αυτή η ιεραρχία παρέχει χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τη σύνδεση μεταξύ διαφορετικών εννοιών, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιταχύνει άλλες υπηρεσίες συμπερασμού. Η ταξινόμηση των ατόμων (ή αντικειμένων) καθορίζει αν ένα δεδομένο άτομο, είναι πάντα ένα παράδειγμα μιας ορισμένης έννοιας (δηλαδή, κατά πόσον αυτή η συγκεκριμένη σχέση υπονοείται από την περιγραφή των ατόμων και τον ορισμό της έννοιας). Συνεπώς, παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για τις ιδιότητες ενός ατόμου. Επιπλέον, οι κατά περίπτωση σχέσεις μπορεί να προκαλέσουν την εφαρμογή των κανόνων που εισάγουν πρόσθετα στοιχεία στη βάση γνώσης

Τα δομικά στοιχεία των περιγραφικών λογικών είναι οι έννοιες, οι ρόλοι και τα άτομα ενώ πάνω στις έννοιες επενεργεί ένα σύνολο κατασκευαστών εννοιών (concept constructors), με σκοπό την δημιουργία πιο περίπλοκων εννοιών από αυτές.

Κάποιες από τις πιο γνωστές γλώσσες των Περιγραφικών Λογικών είναι οι ακόλουθες:

- AL (Attributive Language): Είναι η βασική γλώσσα που επιτρέπει ατομική άρνηση, τομή εννοιών, καθολικούς περιορισμούς και περιορισμένη υπαρξιακή ποσοτικοποίηση.
- FL (Frame based description language): Αυτή επιτρέπει τομή εννοιών, καθολικούς περιορισμούς, περιορισμένη υπαρξιακή ποσοτικοποίηση και περιορισμούς ρόλων.
- EL: Επιτρέπει την τομή εννοιών αλλά και υπαρξιακούς περιορισμούς (από πλήρη υπαρξιακή ποσοτικοποίηση).

1.3 Οντολογίες

Οι οντολογίες συνδέονται με την Περιγραφική Λογική καθώς την χρησιμοποιούν για την θεωρητική τυποποίησή τους. Για την κατανόηση των οντολογιών είναι απαραίτητη η αναφορά σε διάφορους ορισμούς που υπάρχουν για αυτές, να παρουσιαστούν τα οφέλη και τα είδη των οντολογιών. Ακόμα δεν πρέπει να παραληφθούν τα συστατικά μέρη, τα χαρακτηριστικά και οι αρχές σχεδίασης των οντολογιών.

1.3.1 Ορισμός οντολογίας

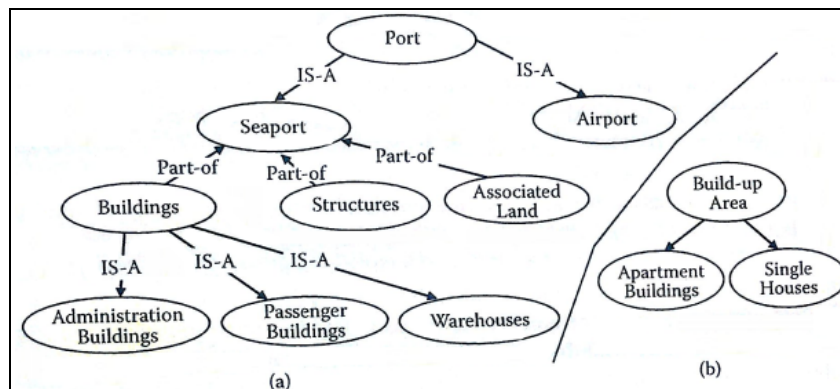
Μια οντολογία έχει στόχο να περιγράψει, να οργανώσει και να τεκμηριώσει την γνώση. Η γνώση δεν περιλαμβάνει μόνο αντικείμενα και το πώς αυτά μπορούν να περιγραφούν αλλά και το ποιες σχέσεις συνδέουν τα αντικείμενα αυτά μεταξύ τους.

Από μόνη της σαν λέξη, η οντολογία έχει δύο είδη ορισμών. Ο ένας ανήκει στην φιλοσοφία, έχει τις ρίζες του στην αρχαία Ελλάδα κι έχει να κάνει με την ύπαρξη και την φύση των όντων, ενώ ο άλλος

ανήκει στην επιστήμη των υπολογιστών και την Τεχνητή Νοημοσύνη. Αυτό που μας ενδιαφέρει στην παρούσα εργασία είναι η οντολογία από την σκοπιά της Τεχνητής Νοημοσύνης κι έτσι οι ορισμοί που ακολουθούν αναφέρονται σε αυτήν την διάσταση της λέξης.

- i) "An ontology is an explicit specification of a conceptualization" (Gruber, 1993)
Μια οντολογία είναι ο σαφής προσδιορισμός της αντίληψης για τον κόσμο
- ii) "Ontologies are defined as a formal specification of a shared conceptualization" (Borst, 1997)
Οι οντολογίες ορίζονται η τυπική προδιαγραφή μίας κοινής αντίληψης για τον κόσμο
- iii) "An ontology is an explicit, partial account of a conceptualization" (Guarino and Garetta, 1995)
Μια οντολογία είναι μια σαφής, μερική περιγραφή ενός εννοιολογικού συλλογισμού
- iv) "An ontology is a hierarchically structured set of terms for describing a domain that can be used as a skeletal foundation for a knowledge base" (Swartout et. al., 1997)
Μια οντολογία είναι ένα ιεραρχικά δομημένο σύστημα κανόνων που περιγράφει ένα πεδίο, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν θεμέλιος λίθος σε μία βάση γνώσης

Πρακτικά, μια οντολογία ορίζει τους βασικούς όρους και τις βασικές αρχές που συγκροτούν το λεξιλόγιο που περιγράφει μία θεματική περιοχή αλλά και τις συνθήκες που ισχύουν μεταξύ των στοιχείων που αποτελείται. Οι περιγραφές, οι σχέσεις, και οι βασικές έννοιες που ορίζονται από κάθε οντολογία, δεν πρέπει να είναι κατανοητές μόνο από τους ανθρώπους αλλά και από τους υπολογιστές. Ένα πρώτο παράδειγμα μίας γεωγραφικής οντολογίας θα μπορούσε να είναι αυτό που φαίνεται στην εικόνα 1.1.



Εικόνα 1.1: Παράδειγμα γεωγραφικής οντολογίας με συσχετίσεις "μέρους όλου" και "είναι είδος" (Kavouras and Kokla).

1.3.2 Αρχές σχεδίασης οντολογιών

Για την ισχύ του ορισμού των οντολογιών, αλλά και για να επιτευχθεί ο σκοπός της δημιουργίας τους, ο οντολογικός σχεδιασμός πρέπει να υπακούει σε κάποιες βασικές αρχές οι οποίες είναι οι εξής (Τομαή, 2005 και Guarino, 2000):

- Καλή γνώση του πεδίου που πρόκειται να αναπαρασταθεί από την οντολογία.
- Έμφαση στην ταυτότητα της κάθε οντότητας για τον καλό/σωστό διαχωρισμό αυτών και σε επόμενο επίπεδο ολόκληρων των οντολογιών.
- Η βασική ταξινομική δομή πρέπει να είναι απομονωμένη. Αυτό βοηθάει την κατηγοριοποίηση καθώς ακούει στην υπόθεση ότι μορφές και κατηγορίες μπορούν να σχηματίζουν ασύμβατες τάξεις.
- Ρητή αναγνώριση του ρόλου των στοιχείων. Αυτό βοηθάει από την μία στο να μπορεί εύκολα να απομονωθεί η ραχοκοκαλιά την οντολογίας και από την άλλη, να μπορούν να εξαχθούν εύκολα συμπεράσματα που αφορούν αμοιβαία αδυναμία συνδεσιμότητας.

Μια οντολογία δηλαδή πρέπει να είναι:

- Σαφής κι αντικειμενική, ως προς τους ορισμούς που αποτελείται.
- Πλήρης, πάλι ως προς τους ορισμούς της.
- Συνεκτική, ώστε να εξάγονται συμπεράσματα σύμφωνα με τους δοσμένους ορισμούς.
- Όσο το δυνατόν επεκτάσιμη, για να αποφεύγεται η πιθανότητα αναθεώρησης.
- Ελάχιστα δεσμευμένα από οντολογική άποψη, δηλαδή ο αυθαίρετος ορισμός κάποιας κατηγορίας να απουσιάζει, εκτός κι αν είναι αναπόφευκτο.
- Οντολογικά διαχωρισμένα, άρα να είναι ασύνδετες οι τάξεις ίδιου βαθμού.
- Ιεραρχικά διαφοροποιημένα.
- Τυποποιημένα στα ονόματα των κατηγοριών της όταν αυτό είναι δυνατό.

Παράλληλα μία σωστή οντολογία πρέπει να έχει κάνει ομαδοποίηση στους συγγενής συλλογισμούς ενώ η ένωση των οντολογικών ομάδων πρέπει να είναι η ελάχιστη δυνατή.

1.3.3 Στοιχεία Οντολογιών

Το μέγεθος, η πολυπλοκότητα, η τυπικότητα, και το πεδίο αναφοράς είναι παράγοντες που κάνουν τις οντολογίες να διαφέρουν μεταξύ τους. Όλες όμως αποτελούνται από τα ακόλουθα δομικά στοιχεία: τις έννοιες (concepts), τις σχέσεις (relations), τα αξιώματα (axioms) και τα στιγμιότυπα (instances).

- Οι έννοιες είναι το επίκεντρο μιας οντολογίας και περιγράφουν οποιαδήποτε οντότητά της. Παραδείγματος χάρη σε μία οντολογία που ορίζονται τα μέσα μεταφοράς, κλάσεις της θα είναι έννοιες όπως αυτοκίνητο, μηχανή, ποδήλατο, λεωφορείο κτλ με κάθε κλάση να έχει τις απαραίτητες υποκλάσεις. Για παράδειγμα η κλάση "λεωφορείο" θα έχει υποκλάσεις το "αστικό λεωφορείο", το "υπεραστικό λεωφορείο" κλπ.
- Οι σχέσεις δείχνουν την σύνδεση και την αλληλεπίδραση των εννοιών που απαρτίζεται ένα πεδίο. Κάποια παραδείγματα σχέσεων είναι τα: "συνδέεται σε" (connectedTo), "είναι υποκλάση" (subclassOf) και "περιβάλλεται από" (surroundedBy)
- Τα αξιώματα έχουν ως στόχο την μοντελοποίηση των αληθών σχέσεων. Διασφαλίζουν δηλαδή την τεκμηρίωση των οντοτήτων και την πληρότητα των σχέσεων. Τα αξιώματα αποτελούνται τόσο από κανόνες όσο και από περιορισμούς. Το πόσο αναλυτική ή όχι είναι μία οντολογία δείχνει και το αν θα περιλαμβάνει πολλά ή λίγα αξιώματα αντίστοιχα.
- Τα στιγμιότυπα είναι τα συγκεκριμένα στοιχεία του φυσικού κόσμου που αντιστοιχούν σε μία συγκεκριμένη κατηγορία της οντολογίας. Για παράδειγμα η Κρήτη είναι ένα στιγμιότυπο της έννοιας "Νησί".

Οι σχέσεις που συναντώνται μέσα στις οντολογίες παρουσιάζουν κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τα οποία αναλύονται παρακάτω στο εδάφιο παρουσίασης του προγράμματος Protégé. Αξίζει να αναφερθεί όμως ότι σε πολλές αναλύσεις για τα στοιχεία των οντολογιών οι ιδιαιτερότητες αυτές των σχέσεων παρουσιάζονται και ως συναρτήσεις (functions).

1.3.4 Είδη οντολογιών

Οι οντολογίες υπάγονται σε τέσσερις μεγάλες/κύριες κατηγορίες. Αυτές είναι οι ακόλουθες:

- Οι υψηλού επιπέδου οντολογίες, οι οποίες προσφέρουν γενικές έννοιες με τις οποίες συνδέονται όλοι οι όροι των οντολογιών μεταξύ τους.
- Οι οντολογίες έργου που προσφέρουν συστηματικό λεξιλόγιο των χρησιμοποιούμενων όρων για να επιλυθούν προβλήματα που συνδέονται με συγκεκριμένες υποθέσεις εργασίας. Αυτές περιλαμβάνουν ουσιαστικά, ρήματα, επίθετα κ.λπ.
- Οι οντολογίες πεδίου οι οποίες προμηθεύουν λεξιλόγιο για τις έννοιες ενός πεδίου γνώσης, τις σχέσεις μεταξύ τους, τις δραστηριότητες και τις θεωρίες και τις βασικές αρχές που διέπουν αυτό το πεδίο.

- Οι οντολογίες εφαρμογής. Περιέχουν την απαραίτητη γνώση για την μοντελοποίηση μιας συγκεκριμένης εφαρμογής.

Κατατάσσοντας τις παραπάνω οντολογίες αναφέρεται ότι σε πρώτο επίπεδο μπαίνουν οι οντολογίες υψηλού επιπέδου ενώ ακολουθούν οι οντολογίες έργου και πεδίου με τις οντολογίες εφαρμογής να είναι στο τελευταίο επίπεδο.

Με βάση τις παραπάνω κατηγορίες έχουν δημιουργηθεί κι άλλα είδη οντολογιών τα οποία θα λέγαμε ότι είναι ειδικές κατηγορίες αυτών. Ενδεικτικά αναφέρονται τα ονόματά τους που είναι: Οντολογίες μεθόδου, Οντολογίες πεδίου-έργου, Οντολογίες αναπαράστασης γνώσης, Γενικές/κοινές οντολογίες, Μετά-οντολογίες, και Γλωσσολογικές οντολογίες.

1.3.5 Οφέλη Οντολογιών

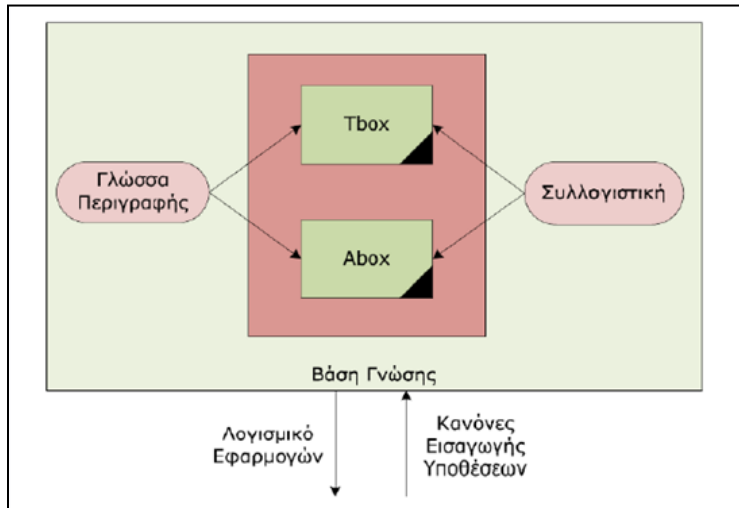
Τα χαρακτηριστικά των οντολογιών που απορρέουν από τα κριτήρια που πρέπει να πληρούν για να δημιουργηθούν εξ' ορισμού κάνουν τις οντολογίες ένα χρήσιμο εργαλείο για την καταγραφή και ομαδοποίηση της γνώσης. Η γνώση αυτή έχει υπόβαθρο, αφού δομείται από έμπειρους πάνω στο συγκεκριμένο αντικείμενο και δεν χάνεται ούτε είναι στάσιμη, καθώς μέσω των οντολογιών είναι διαθέσιμη σε όλους όχι μόνο ως σκέτη πληροφορία αλλά παράλληλα εμπειριέχοντας όλα τα στοιχεία εκείνα (σχέσεις, συνθήκες και αιτίες), που έκαναν τα αντικείμενα εκείνα να κατηγοριοποιηθούν με αυτόν τον τρόπο.

Η γλώσσα των οντολογιών είναι κοινή ανάμεσα σε ανθρώπους και ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Αυτό τις καθιστά χρήσιμο εργαλείο στον τομέα της αναπαράστασης γνώσης αφού η ευκολία δόμησής τους σε συνδυασμό με την διαλειτουργικότητά τους, επιτρέπει την χρήση κοινών προτύπων κάτι που επιφέρει οφέλη στην ανάπτυξη και εξέλιξη της γνώσης. Αντίστοιχοι κλάδοι, χρησιμοποιώντας κοινά πρότυπα σύνταξης στις οντολογίες που δομούν, μπορούν να τις αντιπαραβάλλουν, ώστε είτε να τις επεκτείνουν, είτε να τις συγκρίνουν και να βγάλουν συμπεράσματα για την δομή, την σύνταξη και τις σχέσεις που τις διέπουν.

Τα οφέλη των οντολογιών όμως, δεν σταματάνε εκεί. Αφού έχει δομηθεί η βάση γνώσης μας, μπορούν να δώσουν απαντήσεις προσαρμοσμένες στο ενδιαφέρον και το υπόβαθρο του χρήστη όπως ακριβώς θα το έκανε ένας άνθρωπος, ή και καλύτερα μέσα από την ανάλυση της συσσωρευμένης σε αυτές γνώσης. Συνέπεια αυτού είναι ότι οι οντολογίες μπορούν ακόμα να φανερώσουν τα κενά ή τις όποιες ασυνέχειες μπορεί να έχει η βάση γνώσης μας αφού η λογική συνέχεια που ακολουθείται για την διεξαγωγή συμπερασμάτων θα τα εμφανίσει.

1.3.6 Συλλογιστική (Reasoning) των Οντολογιών

Οι οντολογίες στηρίζονται στις Περιγραφικές λογικές (Description Logic), οι οποίες με την σειρά τους είναι υποσύνολο της Λογικής Πρώτης Τάξης. Η αρχιτεκτονική ενός τέτοιου συστήματος είναι η ακόλουθη, Εικόνα 1.2.



Εικόνα 1.2: Αρχιτεκτονική συστημάτων Περιγραφικής Λογικής (Description Logic Handbook)

Η περιγραφική λογική λοιπόν λειτουργεί με τον εξής τρόπο:

- Το T-box περιέχει τα αξιώματα που ορίζουν τις κλάσεις και τις συσχετίσεις αυτών σε μια οντολογία (Terminology box-σώμα ορολογίας).
- Το A-box περιέχει τους ισχυρισμούς σχετικά με τα άτομα του κόσμου και τις μεταξύ τους συσχετίσεις (Assumption box-σώμα ισχυρισμών).
- Μια βάση γνώσης “K” σε περιγραφικές λογικές ορίζεται ως το ζεύγος $K=(T,A)$ όπου T είναι ένα T-box και A ένα A-box.

1.3.7 Γλώσσες Οντολογιών

Για την θεμελίωση και την δόμηση των οντολογιών έχουν δημιουργηθεί αρκετές γλώσσες οι οποίες έχουν κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Κάποιες από τις πιο γνωστές είναι οι ακόλουθες [Farquhar et al. 1997].

- i) HTML (Hyper Text Markup Language): Γλώσσα η οποία χαρακτηρίζεται από την απλοϊκότητά της.
- ii) XML (Extensible Markup Language): Αποτελεί επεκτάσεις για αυθαίρετα πεδία και συγκεκριμένα αντικείμενα.
- iii) SHOE (Simple HTML Ontology Extensions): Είναι μία συμβατή με την XML γλώσσα αναπαράστασης γνώσης για το δίκτυο. Αυτή επιτρέπει τους κατόχους των σελίδων να προσδίδουν σχόλια στα δικτυακά έγγραφά τους. Δεν υποστηρίζεται πλέον.
- iv) OIL (Ontology Inference Layer / Ontology Interchange Language): Από τις πρώτες που μοντελοποίησαν τις οντολογίες από γλώσσες που ήταν βασισμένες σε ένα πλαίσιο, με τυπική σημασιολογία και συλλογιστικούς μηχανισμούς που περιγράφονται από την περιγραφική λογική.
- v) DAML (DARPA Agent Markup Language): Έχει μορφοποιηθεί από την DAML-ONT, (γλώσσα οντολογιών) και την DAML-Logic (γλώσσα που μπορεί να εκφράσει αξιώματα και κανόνες). Κληρονομεί πολλά χαρακτηριστικά από OIL αλλά είναι λιγότερο συμβατή με την RDF απ’ ότι αυτή.
- vi) XSL (Extensible Stylesheet Language): Αυτή παρέχει ένα πρότυπο περιγραφής της σχεδίασης μεταξύ διαφορετικών ορολογιών. Στην ουσία είναι ένας μεταφραστής των XML εγγράφων.
- vii) XOL (Ontology Exchange Language): Απλοϊκότητα, μία γενική προσέγγιση για την ερμηνεία των οντολογιών. Έχει δύο εκδοχές σύνταξης. Η μία βασίζεται στην XML και η άλλη στην RDF Schema.

- viii) RDF (Resource Description Framework): Συντακτικές συμβάσεις και απλά μοντέλα δεδομένων που αναπαριστούν σημασιολογίες. Έχει να κάνει με αντικείμενα και τις σχέσεις αυτών.
- ix) RDFS (Resource Description Framework Schema): Είναι γλώσσα περιγραφής λεξιλογίου. Με αυτήν γίνεται η μοντελοποίηση των βασικών οντολογιών με την χρήση της RDF.
- x) OWL (Web Ontology Language): Είναι η πλουσιότερη γλώσσα για την περιγραφή ιδιοτήτων και κλάσεων. Στην ουσία είναι επέκταση της RDF ενώ παρέχει επιπλέον όρους που περιλαμβάνουν συσχετίσεις κλάσεων, πλήθος, ισότητα, χαρακτηριστικά ιδιοτήτων και ορισμούς κλάσεων. Τα τελευταία χρόνια δημιουργήθηκε και η OWL2 η οποία αποτελεί την εξέλιξη της OWL.

1.3.8 Η Γλώσσα OWL

Η OWL ανήκει στις οικογένειες γλωσσών αναπαράστασης γνώσης. Προτάθηκε από την επιστημονική κοινότητα του παγκόσμιου ιστού (World Wide Web Consortium-W3C) ώστε να αποτελέσει γλώσσα Οντολογιών του Σημασιολογικού Ιστού. Στόχος της δημιουργίας της είναι ο ορισμός και διαμοίραση οντολογιών στον Ιστό και το θεωρητικό της υπόβαθρο βασίζεται στην Περιγραφική λογική (Description Logic-DL).

Πρόκειται για μια γλώσσα που στοχεύει στον ορισμό και διαμοίραση οντολογιών στον Ιστό και το θεωρητικό της υπόβαθρο βασίζεται στην Περιγραφική Λογική (Description Logic-DL). Η γλώσσα OWL δημιουργήθηκε για την περιγραφή εννοιών και των μεταξύ αυτών σχέσεων, σε στοιχεία του παγκόσμιου ιστού όπως έγγραφα και εφαρμογές. Περιλαμβάνει περιγραφές, έννοιες, ιδιότητες και σχέσεις μεταξύ αντικειμένων/πεδίων και με τις σημασιολογικές της προδιαγραφές, καθορίζει τον τρόπο που μπορεί να αντληθεί πληροφορία ή κάποιο άλλο αποτέλεσμα από την οντολογία (Hendler et. al., 2000).

Η γλώσσα OWL, η οποία χτίστηκε πάνω στην RDF(S), σχεδιάστηκε και εισήχθη από τον οργανισμό W3C για χρήση εφαρμογών που απαιτείται να επεξεργάζονται το περιεχόμενο της πληροφορίας αντί για την απλή αναπαράσταση πληροφορίας στους ανθρώπους. Η OWL έχει γίνει η πρότυπη και ευρέως αποδεκτή γλώσσα οντολογιών για το Σημασιολογικό Ιστό.

Στην πραγματικότητα η πλήρης γλώσσα OWL περιλαμβάνει όλες τις δομές και συναντάται και ως OWL Full. Αυτή όπως είναι φυσικό έχει μεγάλη πολυπλοκότητα, λόγω του ότι είναι πολύ εκφραστική, κάτι που είχε ως αποτέλεσμα να δημιουργηθούν δύο άλλες υπογλώσσες αυτής. Ακολουθεί μία σύντομη αναφορά και στις τρεις αυτές γλώσσες.

OWL Full

Είναι η πλήρης και πιο εκφραστική γλώσσα αφού χρησιμοποιεί όλα τα γλωσσικά στοιχεία που είναι θεμέλια για την OWL. Επιτρέπει επίσης το συνδυασμό αυτών των θεμελιωδών στοιχείων με αυθαίρετους τρόπους μεταξύ των RDF και RDFS αλλάζοντας τη σημασιολογία των εγγενών χαρακτηριστικών τους. Λόγω της μεγάλης εκφραστικότητας που έχει η γλώσσα, μειονέκτημα της αποτελεί η δυσκολία συμπερασμού.

OWL DL (Description Logic)

Η γλώσσα αυτή έχει στόχο την ανάκτηση της υπολογιστικής αποφασιστικότητας και το επιτυγχάνει με τον περιορισμό του τρόπου χρήσης των δομών της OWL. Το πλεονέκτημα της απορρέει από τον στόχο ύπαρξής της και είναι η αποδοτική υποστήριξη συλλογισμών. Η απώλεια συμβατότητάς της όμως με την RDF, αποτελεί μειονέκτημα για την OWL DL.

OWL Lite

Αυτή εισάγει ακόμα περισσότερους περιορισμούς από την OWL DL. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να είναι κατανοητή και φιλική προς τους χρήστες και παράλληλα κάνει την ανάπτυξη εργαλείων για αυτήν εύκολη, ενώ από την άλλη η μοντελοποίηση ορισμένων πεδίων είναι αδύνατη λόγω των περιορισμών αυτών.

Κάθε μία από τις υπογλώσσες ανταποκρίνεται σε άλλες απαιτήσεις. Οι ανάγκες του κάθε πεδίου είναι το κριτήριο που βοηθάει στην επιλογή της κατάλληλης για την μοντελοποίησή του.

Αξίζει να αναφερθεί σε αυτό το σημείο, ότι από το 2009 πρότυπο για την περιγραφή οντολογιών στον Σημασιολογικό Ιστό είναι η OWL2 η οποία σε πολύ μεγάλο βαθμό είναι κοινή με την OWL. Αυτή σε αντιστοιχία με την OWL έχει τρεις υπογλώσσες:

- OWL 2 QL: Για πρόσβαση σε δεδομένα αποθηκευμένα σε Βάσεις Δεδομένων
- OWL 2 EL: Υποσύνολο της OWL2 για επιτάχυνση της συλλογιστικής
- OWL 2 RL: Υποσύνολο της OWL 2 που επιτρέπει συλλογιστική μέσω της χρήσης κανόνων σε OWL (forward-chaining rules)

1.4 Το πρόγραμμα Protégé

Σε αυτό το εδάφιο γίνεται αναφορά στη δομή του προγράμματος, στα χαρακτηριστικά και τις δυνατότητές του. Το περιβάλλον χρήσης και η λειτουργία του θα παρουσιαστούν στο εδάφιο της Μεθοδολογίας όπου παρουσιάζεται το πρόβλημα και το πώς δημιουργήθηκε η βάση γνώσης μέσα από το Protégé ώστε να υπάρξει διαχείριση των δεδομένων και δυνατότητα χρησιμοποίησης αυτών για την διεξαγωγή συμπερασμάτων και την παραγωγή γνώσης.

1.4.1 Τι είναι το Protégé

Το Protégé είναι ένα πρόγραμμα ανοιχτού κώδικα (open-source) που χρησιμοποιείται για την σύνταξη οντολογιών και την δημιουργία βάσεων δεδομένων το οποίο δουλεύει σε όλα τα περιβάλλοντα χρήσης όπως unix (Linux), Microsoft Windows και Mac OS X. Αναπτύχθηκε από το Stanford Center for Biomedical Informatics Research του Πανεπιστημίου του Στάνφορντ (Stanford University) και ο αρχικός του στόχος ήταν η απλοποίηση απόκτησης γνώσης από έμπειρα συστήματα (expert systems). Η πρώτη του έκδοση δημιουργήθηκε το 1987 ενώ σήμερα έχει φτάσει στην 4.2 beta (20 Σεπτεμβρίου 2012). Οι εκδόσεις διαθέτουν γραφικό περιβάλλον διευκολύνοντας την εργασία των μηχανικών γνώσης και είναι ελεύθερα προσβάσιμες μέσα από την ιστοσελίδα του πανεπιστημίου (<http://protege.stanford.edu>).

Ξεκινώντας από τον πυρήνα του, το Protégé υλοποιεί ένα πλούσιο σύνολο δομών μοντελοποίησης γνώσης και δράσεων που υποστηρίζουν τη δημιουργία, την απεικόνιση, και το χειρισμό των οντολογιών σε διάφορες μορφές αναπαράστασης. Το πρόγραμμα μπορεί να παραμετροποιηθεί ώστε να παρέχει ένα φιλικό περιβάλλον χρήσης το οποίο υποστηρίζει την δημιουργία μοντέλων γνώσης και την εισαγωγή δεδομένων. Ακόμα, το Protégé είναι επεκτάσιμο μέσω πρόσθετων (plug-in) και Περιβάλλοντα Εφαρμογών Προγραμματισμού βασισμένα σε JAVA (Java Application Programming Interface - API) για την δημιουργία εργαλείων και εφαρμογών πάνω στην γνώση (Ιστοσελίδα Πανεπιστημίου Στάνφορντ).

Η πλατφόρμα του προγράμματος παρέχει δύο βασικούς τρόπους μοντελοποίησης των οντολογιών (Ιστοσελίδα Πανεπιστημίου Στάνφορντ, (<http://protege.stanford.edu/overview/>)):

- Ο συντάκτης (editor) Protégé-Πλαίσια (Protégé-Frames) ο οποίος δίνει την δυνατότητα στους χρήστες να δημιουργήσουν και να συμπληρώσουν οντολογίες που είναι βασισμένες σε ένα πλαίσιο, σύμφωνα με το πρωτόκολλο Ανοιχτής Συνδεσιμότητας Βάσεων Γνώσης (Open Knowledge Base Connectivity - OKBC). Σε αυτό το μοντέλο, μια οντολογία αποτελείται από ένα

σύνολο από κλάσεις που οργανώνονται σε μια ιεραρχική ένταξη ώστε να αποτελέσουν τις βασικές έννοιες ενός τομέα, μια σειρά από σχισμές που σχετίζονται με τις κατηγορίες για να περιγράψουν τις ιδιότητες και τις σχέσεις αυτών, καθώς και μια σειρά από χαρακτηριστικές περιπτώσεις εκείνων των κλάσεων - ατομικά υποδείγματα των εννοιών που κατέχουν συγκεκριμένες τιμές για τις ιδιότητες αυτές.

- Ο συντάκτης Protégé-OWL δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να δημιουργήσουν οντολογίες για τον Σημασιολογικό Ιστό (Semantic Web), ιδίως σε Γλώσσα Οντολογίας του Παγκοσμίου Ιστού του W3C (OWL). "Μια οντολογία OWL μπορεί να περιλαμβάνει περιγραφές των τάξεων (classes), των ιδιοτήτων (properties) και των περιπτώσεών τους (instances). Λαμβάνοντας υπόψη μια τέτοια οντολογία, οι OWL τυπική σημασιολογία καθορίζει πώς να αντλούνται λογικές συνέπειες της, δηλαδή τα γεγονότα δεν είναι κυριολεκτικά παρόντα στην οντολογία, αλλά συνεπάγονται από τη σημασιολογία. Αυτές οι συνεπαγωγές μπορούν να βασίζονται σε ένα ενιαίο έγγραφο ή πολλαπλά καταναμημένα έγγραφα που έχουν συνδυαστεί με τη χρήση μηχανισμών που ορίζονται από την OWL. Ο συντάκτης Protégé-OWL χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία.

1.4.2 Αντιστοιχία Protégé με OWL

Τα συστατικά του πλαισίου του Protégé ακολουθούν μία αντιστοιχία με αυτά των Οντολογιών OWL για αυτό και έγινε τόση αναφορά στις οντολογίες και ειδικά στις OWL. Πιο συγκεκριμένα η αντιστοιχία φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

OWL	Protégé
Άτομα (Individuals)	Περιπτώσεις(Instances)
Ιδιότητες (Object/Data Properties)	Ποικιλία χαρακτηρισμών (Slots)
Κλάσεις (Classes)	Κλάσεις (Classes)

Πίνακας 1.1: Αντιστοιχία Οντολογιών OWL με Protégé

1.4.3 Άτομα (Individuals)

Τα άτομα αναπαριστούν αντικείμενα στο πεδίο που μας ενδιαφέρει. Μια σημαντική διαφορά είναι ότι η OWL δεν χρησιμοποιεί την Υπόθεση Μοναδικού Ονόματος (Unique Name Assumption - UNA). Αυτό σημαίνει ότι δύο διαφορετικά ονόματα θα μπορούσαν κάλλιστα να αναφέρονται στο ίδιο άτομο. Για παράδειγμα, "Πρόεδρος κ.Αντωνίου". Το "Πρόεδρος" και το "κ.Αντωνίου" μπορούν να αναφέρονται στο ίδιο άτομο. Στην OWL, αυτό πρέπει να είναι ρητά καθορισμένο, ότι δηλαδή "είναι το ίδιο άτομο" ή ότι "δεν είναι το ίδιο άτομο".

1.4.4 Ιδιότητες (Properties)

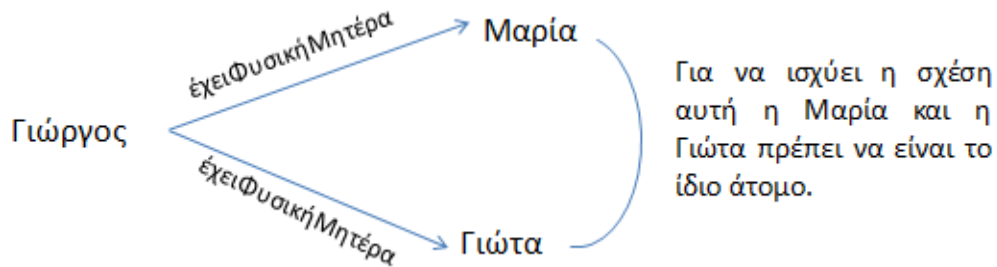
Οι ιδιότητες στην OWL αναπαριστούν σχέσεις. Οι ιδιότητες ανήκουν σε δύο κατηγορίες. Τις *Ιδιότητες Αντικειμένων (Object Properties)* που αναφέρονται στις σχέσεις μεταξύ διαφορετικών αντικειμένων π.χ. **Πυκνή Αστική Δόμηση** περιλαμβάνει **Τεχνητές Επιφάνειες** και τις *Ιδιότητες Τύπου Δεδομένων/Στοιχείων (Datatype Properties)* που αναφέρονται στα χαρακτηριστικά των ίδιων των αντικειμένων π.χ. **Οδικό Δίκτυο** έχει **Σχήμα Μακρόστενο**.

Μία τρίτη κατηγορία ιδιοτήτων είναι οι *ιδιότητες-σχόλια (Annotation Properties)* που χρησιμοποιούνται για την εισαγωγή πληροφοριών, γνωστά ως μεταδεδομένα (metadata), δηλαδή δεδομένα για τα δεδομένα, στις Κλάσεις, τα Άτομα και στις Ιδιότητες (και τις δύο κατηγορίες).

- Ιδιότητες Αντικειμένων

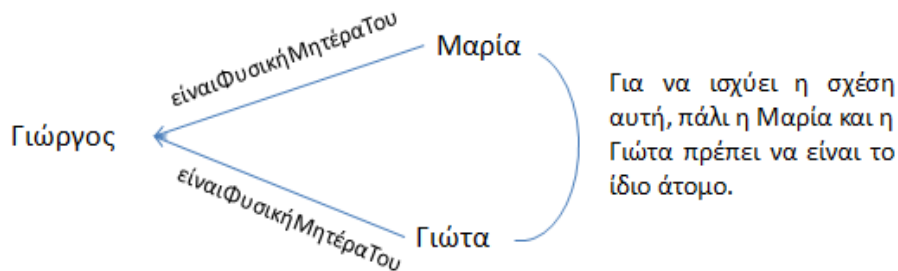
Οι Ιδιότητες Αντικειμένων έχουν κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που ορίζονται για κάθε σχέση ξεχωριστά και αξίζει να αναφερθούν:

- **Συναρτησιακή Ιδιότητα (Functional Property):** Δηλώνει ότι ένα Άτομο αντιστοιχεί μόνο με ένα άλλο διαφορετικό άτομο. Παράδειγμα είναι η ιδιότητα **έχειΦυσικήΜητέρα** η οποία δείχνει ότι κάθε παιδί μπορεί να έχει μόνο μία φυσική μητέρα. Όταν έχει δηλωθεί αυτή η ιδιότητα και κάποιος φαίνεται να έχει δύο φυσικές μητέρες, την Μαρία και την Γιώτα, τότε αυτόματα μπορεί να ειπωθεί ότι η Μαρία και η Γιώτα είναι το ίδιο άτομο, όπως φαίνεται παρακάτω (εικόνα 1.3).



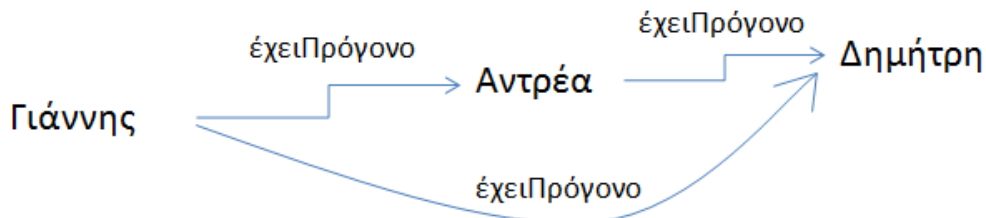
Εικόνα 1.3: Παράδειγμα Συναρτησιακής ιδιότητας

- **Αντίστροφη Συναρτησιακή Ιδιότητα (Inverse Functional Property):** Αν μια ιδιότητα είναι Αντίστροφη Συναρτησιακή αυτό σημαίνει ότι η αντίστροφη ιδιότητα είναι Συναρτησιακή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα θα μπορούσε να είναι η ιδιότητα **έχειΠαιδί** με την **έχειΓονέα** όπου η μία είναι αντίστροφη της άλλης.



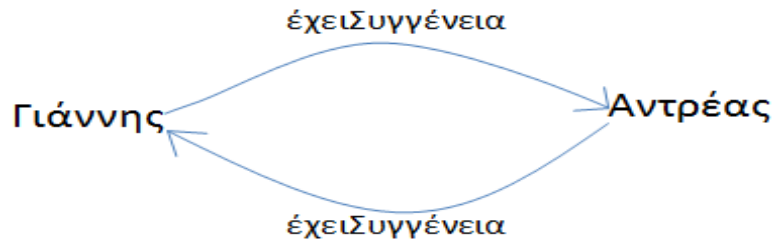
Εικόνα 1.4: Παράδειγμα Αντίστροφης Συναρτησιακής Ιδιότητας

- **Μεταβατική Ιδιότητα (Transitive Property):** Με αυτήν την ιδιότητα όταν το στοιχείο A σχετίζεται με το B, με κάποια ιδιότητα "T" και το B με το Γ πάλι με την ιδιότητα "T" τότε και το A θα σχετίζεται με το Γ με αυτήν την ιδιότητα. Π.χ. η ιδιότητα **έχειΠρόγονο**. Όταν το στοιχείο Γιάννης **έχειΠρόγονο** τον Αντρέα και ο Αντρέας **έχειΠρόγονο** τον Δημήτρη αυτό σημαίνει ότι Γιάννης **έχειΠρόγονο** τον Δημήτρη.



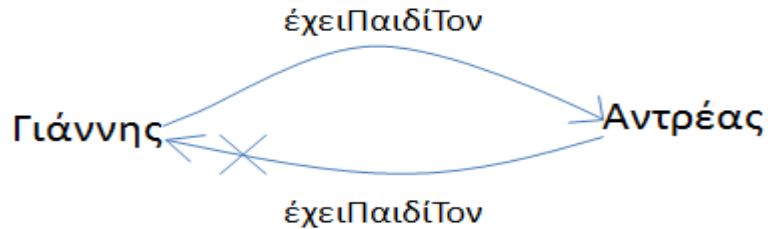
Εικόνα 1.5: Παράδειγμα Μεταβατικής Ιδιότητας

- **Συμμετρική Ιδιότητα (Symmetric Property):** Αν μία ιδιότητα "I" συσχετίζει το A με το B τότε το B συσχετίζεται με το A πάλι με την ιδιότητα "I". Παράδειγμα είναι η ιδιότητα **έχειΣυγγένεια** όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα.



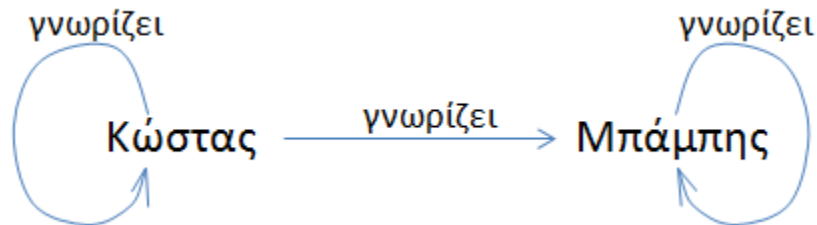
Εικόνα 1.6: Παράδειγμα Συμμετρικής Ιδιότητας

- **Ασύμμετρη Ιδιότητα (Asymmetric Property):** Σε αυτήν την περίπτωση όταν ένα στοιχείο Γ σχετίζεται με ένα άλλο στοιχείο Δ με την ιδιότητα “ K ” τότε το Δ δεν μπορεί να σχετίζεται με το Γ με την ίδια ιδιότητα ενώ μπορεί με την ίδια ιδιότητα να σχετίζεται με ένα άλλο στοιχείο Σ .



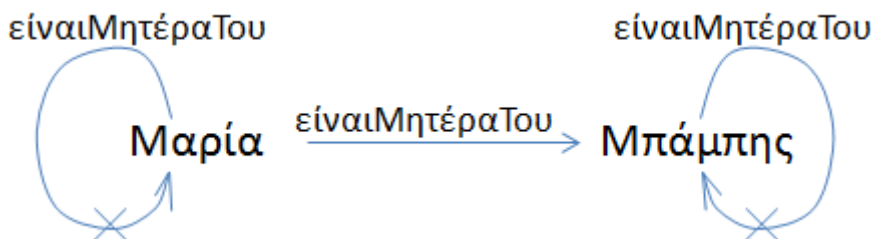
Εικόνα 1.7: Παράδειγμα Ασύμμετρης Ιδιότητας

- **Αυτοπαθής Ιδιότητα (Reflexive Property):** Μία ιδιότητα “ P ” είναι αυτοπαθής όταν σχετίζει ένα στοιχείο A με τον εαυτό του. Παράδειγμα είναι η ιδιότητα **γνωρίζει** όπου ο Κώστας **γνωρίζει** τον εαυτό του. Η ιδιότητα αυτή μπορεί παρ’ όλα αυτά να συσχετίζει και δύο στοιχεία μεταξύ τους αφού ο Κώστας μπορεί να **γνωρίζει** κι άλλα άτομα όπως τον Μπάμπη.



Εικόνα 1.8: Παράδειγμα Αυτοπαθούς Ιδιότητας

- **Μη Αυτοπαθής Ιδιότητα (Irreflexive Property):** Αμ μια ιδιότητα “ P ” είναι μη αυτοπαθής μπορεί να περιγραφεί ως ιδιότητα που συσχετίζει ένα στοιχείο A με ένα άλλο B όπου το στοιχείο A δεν είναι ίδιο με το B . Ένα βοηθητικό παράδειγμα φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα 1.9.



Εικόνα 1.9: Παράδειγμα Αυτοπαθούς Ιδιότητας

Οι Ιδιότητες Αντικειμένων είναι ένα καλό εργαλείο για τον προσδιορισμό των σχέσεων μεταξύ των αντικειμένων ίδιου επιπέδου όσο και για αντικείμενα σε διαφορετικά επίπεδα όπου συσχετίζονται μεταξύ τους με την σχέση Κλάση-Υποκλάση (Class-SubClass).

ii) Ιδιότητες Τύπου Δεδομένων/Στοιχείων

Αυτού του τύπου οι ιδιότητες στην ουσία προσδιορίζουν τα χαρακτηριστικά του κάθε ατόμου μέσα στην οντολογία μας. Οι ιδιότητες αυτές μπορεί να είναι αριθμοί (δεκαδικοί ή ακέραιοι ή δυαδικοί), αλφαριθμητικά, λέξεις, ημερομηνίες, και άλλα τα οποία θα αναλυθούν στη μεθοδολογία όπου χρειαστεί.

Η χρησιμότητα των Datatype Properties έγκειται στο γεγονός ότι αφού μπορούν να οριστούν τιμές/παράμετροι στα άτομα της οντολογίας τότε σε δεύτερο στάδιο μπορεί να γίνει ταξινόμηση, αναζήτηση και επιλογή αυτών κάτι που είναι και σκοπός των οντολογιών.

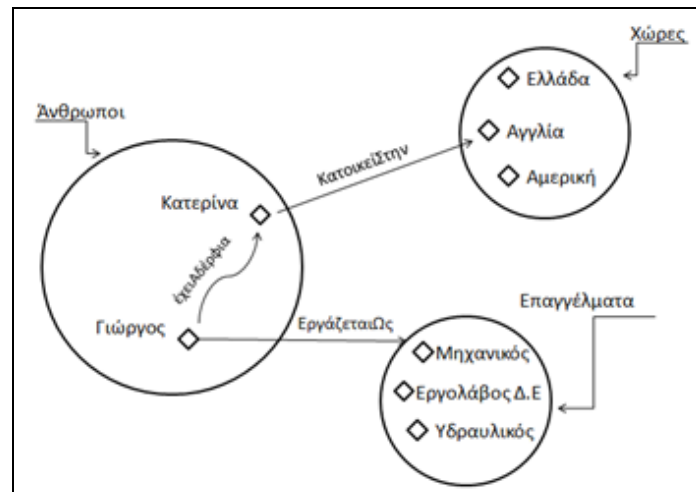
Ένα χρήσιμο παράδειγμα είναι ο διαχωρισμός μεταξύ των οντοτήτων **ΣυνεχήςΑστικόςΙστός** και **ΑσυνεχήςΑστικόςΙστός** σε μία οντολογία για την ταξινόμηση χρήσεων γης, όπου βάζοντας σαν κριτήριο την ύπαρξη τεχνιτών επιφανειών να είναι πάνω από 80% της συνολικής περιοχής θα κάνει το πρόγραμμα να μας υποδείξει ότι αυτό ικανοποιείται μόνο από τον **ΣυνεχήςΑστικόςΙστός**. Στην ίδια οντολογία, με κριτήριο το σχήμα να ακολουθεί μακρόστενο πρότυπο το αποτέλεσμα που θα βγει είναι Το **ΟδικόΔίκτυο** και τα **Ποτάμια**.

Όσο πιο πολλές ιδιότητες έχουν δοθεί για κάθε στοιχείο της οντολογίας τόσο πιο πλήρης είναι. Αποτέλεσμα αυτού είναι μια ταξινόμηση να επιφέρει πολύ καλά αποτελέσματα, ή να φανερώσει λάθη που πρέπει να διορθωθούν, κάτι που είναι θεμιτό και συμβάλει στην περαιτέρω κατανόηση του αντικείμενου. Ακόμα η αναζήτηση στοιχείων βάσει των ιδιοτήτων τους θα είναι αξιόπιστη αφού ορίζοντας αρκετά κριτήρια κατά την αναζήτηση τα αποτελέσματα είναι πιο αξιόπιστα.

1.4.5 Κλάσεις (Classes)

Οι κλάσεις στην Owl ερμηνεύονται ως σύνολα που περιέχουν άτομα. Αυτές περιγράφονται με τυπική (μαθηματική) περιγραφή που αναφέρει ακριβώς τι απαιτείται για την ένταξη στην κατηγορία αυτή. Για παράδειγμα η κατηγορία/κλάση **Γάτα** θα περιλαμβάνει όλα τα άτομα που είναι **γάτες** στον τομέα ενδιαφέροντός μας. Πέντε κλάσεις μπορούν να οργανώνονται σε μια ιεραρχία υπερκλάση-υποκλάση, η οποία είναι επίσης γνωστή ως ταξινόμηση.

Οι υποκλάσεις ειδικεύονται (εντάσσονται από) τις υπερκλάσεις τους. Για παράδειγμα, θεωρώντας τις κλάσεις **Ζώο** και **Γάτα**, η **Γάτα** ενδέχεται να είναι μια υποκατηγορία του **Ζώο** κι έτσι αυτό είναι η υπερκλάση της **Γάτα**. Αυτό υποδηλώνει ότι, "Όλες οι γάτες είναι ζώα" δηλαδή "Όλα τα μέλη της κλάσης **Γάτα** είναι μέλη της κλάσης **Ζώο**", "το να είσαι **Γάτα** σημαίνει ότι είσαι απαραίτητα και **Ζώο**" και, "η **Γάτα** είναι υποσύνολο του **Ζώο**". Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της OWL-DL είναι ότι αυτές οι σχέσεις υπερκλάση-υποκλάση (σχέσεις υπαγωγής) μπορούν να υπολογιστούν αυτόματα από έναν reasoner. Η εικόνα 1.10 δείχνει μια αναπαράσταση που περιέχει ορισμένες κλάσεις (classes) και άτομα (individuals).



Εικόνα 1.10: Αναπαράσταση Κλάσεων που περιέχουν Άτομα

1.5 Το CORINE Land Cover

Σε αυτό το σημείο ακολουθεί μια αναφορά στο ευρωπαϊκό πρόγραμμα Corine Land Cover (CLC). Η αναφορά αυτή περιλαμβάνει τον λόγο της ανάπτυξης του προγράμματος, τα βασικότερα στοιχεία πάνω στα οποία βασίστηκε η δημιουργία των φωτοερμηνευτικών κλειδιών αλλά και το ποιες κατηγορίες αναλύονται στην παρούσα εργασία.

1.5.1 Το πρόγραμμα CORINE Land Cover

Το πρόγραμμα CORINE Land Cover είναι μιας από τις συνιστώσες του προγράμματος CORINE και μαζί με το CORINEAIR αλλά και το CORINE biotopes αποτελούν τα πιο σημαντικά μέρη του. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι το CORINEAIR πραγματεύεται με τον καθορισμό των πηγών εκπομπής ατμοσφαιρικών ρύπων και την ανάπτυξη μιας αξιόπιστης μεθοδολογίας για τη μέτρηση και παρακολούθηση αυτών, ενώ το CORINE biotopes με την αναγνώριση, καταγραφή και περιγραφή τοποθεσιών, των οποίων η προστασία είναι ιδιαίτερα σημαντική λόγω μεγάλης βιολογικής, οικολογικής και αισθητικής ή γεωμορφολογικής αξίας. Το CORINE Land Cover έχει να κάνει με την απεικόνιση της χρήσης/ κάλυψης γης και βασίζεται στην ανάλυση δορυφορικών εικόνων.

Ξεκινώντας την εκτενέστερη αναφορά για το CORINE Land Cover αξίζει να αναφερθεί ότι ο συντονισμός του γίνεται από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (European Environmental Agency - EEA). Σκοπός του προγράμματος είναι ο προσδιορισμός των χρήσεων γης για τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Δηλαδή πέρα από την παρατηρούμενη (βιο)φυσική κάλυψη/χρήση της γήινης επιφάνειας, έμφαση δόθηκε και στις δραστηριότητες που οι άνθρωποι εισάγουν σε ένα συγκεκριμένο τύπο κάλυψης γης, ώστε να παράγουν οφέλη, να μεταβάλλουν ή να διατηρήσουν τον τύπο αυτό της κάλυψης. Για να πραγματοποιηθεί αυτό, αναγκαία ήταν η δημιουργία θεματικών χαρτών κάλυψης γης, σε κλίμακα 1:100 000, με φωτοερμηνεία εκτυπωμένων δορυφορικών δεδομένων και χρήση συμπληρωματικών εξωγενών στοιχείων, όπου αυτό ήταν απαραίτητο. Οι χάρτες σε ψηφιακή μορφή, όλων των κρατών της Ευρώπης που εκπονούν το πρόγραμμα, εντάχθηκαν στη γεωγραφική βάση δεδομένων του CORINE Land Cover της DGXI και της EUROSTAT. Η ολοκληρωμένη και ενημερώσιμη ψηφιακή βάση δεδομένων παρέχει ενιαία γεωγραφική πληροφορία για την κάλυψη γης στην Ευρώπη και αποτελεί μια σημαντική πηγή άντλησης και στατιστικής επεξεργασίας περιβαλλοντικών δεδομένων.

Οι λόγοι, που έκαναν την δημιουργία ενός τέτοιου προγράμματος αναγκαία στις αρχές της δεκαετίας του '90, με βάση το CORINE Land Cover-Technical Guide 1994 είναι οι ακόλουθοι:

- Η προκαταρκτική δουλειά στο πρόγραμμα CORINE έδειξε ότι οι πληροφορίες για την κάλυψη γης είναι ιδιαίτερα χρήσιμες, διότι, σε συνδυασμό με άλλες πληροφορίες, μπορεί να αποτελέσουν ένα ισχυρό μέσο για την ορθότερη διαχείριση του περιβάλλοντος και των φυσικών διαθεσίμων της γης και παράλληλα οι πληροφορίες για την κάλυψη γης μπορεί να χρησιμεύσουν ως πηγή αναφοράς/υπόβαθρο για διάφορα άλλα σχέδια (projects) του CORINE.
- Σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, οι πληροφορίες για την κάλυψη γης, σε εθνικό επίπεδο, αντλούνται από τοπογραφικούς χάρτες, κτηματολογικά και στατιστικά στοιχεία και από άλλες πηγές. Ωστόσο, αυτές οι διαθέσιμες πληροφορίες είναι ετερογενείς, αποσπασματικές, διεσπαρμένες και αποδιοργανωμένες, γεγονός που δυσχεραίνει τη διαδικασία απόκτησης και ενσωμάτωσης αυτών σε ενιαίο σύνολο. Επιπρόσθετα, οι θεματικές πληροφορίες, που αντλούνται από τους υφιστάμενους τοπογραφικούς χάρτες, οι οποίοι ανανεώνονται κάθε 10 ή 15 χρόνια, καθώς και από τα στατιστικά στοιχεία, που προέρχονται από γεωργικές και δασικές απογραφές κι επιτόπιους ελέγχους, είναι αναξιόπιστες και μη αντικειμενικές σε πολλές περιπτώσεις κάτι που τις κάνει μη αποτελεσματικές για την αντιμετώπιση περιβαλλοντικών προβλημάτων. Γι' αυτό το λόγο, κρίνεται αναγκαία η συλλογή νέων ομοιογενών, ενιαίων και συγκρίσιμων στοιχείων με σκοπό την πληροφόρηση για την κάλυψη γης.

Παράλληλα η συνειδητοποίηση και η πλήρης επίγνωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, όπως η αλόγιστη χρήση των φυσικών πόρων και οι ανεξέλεγκτες επεμβάσεις στις χρήσεις γης, έχει συμβάλλει αρκετά στην αύξηση του ενδιαφέροντος για την κάλυψη γης. Κάποια από τα προβλήματα που είναι άξια αναφοράς είναι τα ακόλουθα:

- Σταδιακή εγκατάλειψη γεωργικής γης
- Εκχέρωση, αποψίλωση και βίαιη αλλαγή της χρήσης των δασών
- Σταδιακή ξήρανση υδάτινων επιφανειών
- Διάβρωση και ερημοποίηση εδαφών
- Συνεχής οικιστική ανάπτυξη κατά μήκος αιγιαλού και παραλίας
- Περιορισμός της βιοποικιλότητας

Δεν πρέπει να παραληφθεί σε αυτό το σημείο ότι πριν την δημιουργία CORINE Land Cover, διαθέσιμες πληροφορίες για την κάλυψη γης υπήρχαν μόνο για μικρές περιοχές, οι οποίες είχαν επηρεαστεί από αστική ανάπτυξη και από μεγάλα έργα υποδομής. Οι βιομηχανοποιημένες χώρες που είχαν αφιερώσει αξιόλογους πόρους για την παραγωγή χαρτογραφικού υλικού μεγάλης κλίμακας για τις εδαφικές τους περιοχές, καθώς και για την ενημέρωση καταγραφών ιδιοκτησιακού καθεστώτος, δεν είχαν λάβει σοβαρά υπ' όψιν το πρόβλημα δημιουργίας και αναθεώρησης θεματικών καταγραφών κάλυψης γης. Το κυριότερο αίτιο ήταν η έλλειψη περιβαλλοντικής συνείδησης και πλήρους επίγνωσης της επιβαρυσμένης κατάστασης, στην οποία έχει επέλθει η βίοσφαιρα κυρίως εξαιτίας ανθρωπογενών επεμβάσεων.

Όλα τα παραπάνω στοιχεία κάνουν εμφανή την ανάγκη που υπήρχε για την ύπαρξη ενός ολοκληρωμένου και οργανωμένου προγράμματος όπως το CORINE Land Cover για την σωστή υπεύθυνη και καθολική καταγραφή των απαραίτητων στοιχείων για όλα τα κράτη μέλη της Ε.Ε. Η καταγραφή αυτή δεν αρκεί να είναι σωστή αλλά παράλληλα πρέπει να είναι εύκολα ενημερώσιμη, ώστε να ανιχνεύονται εύκολα οι μεταβολές στην πάροδο του χρόνου αλλά και ευέλικτη ώστε οι πληροφορίες να μπορούν να αποδοθούν σε διαφορετικές κλίμακες. Έτσι θα είναι δυνατή η χρήση τους σε διαφορετικά επίπεδα λήψης αποφάσεων τοπικού ή πλανητικού ενδιαφέροντος, ανάλογα με τον επιδιωκόμενο βαθμό λεπτομέρειας και τις προς κάλυψη ανάγκες. Τα γενικά χαρακτηριστικά του CORINE Land Cover project, όπως διαφαίνονται στην εικόνα 1.11, αναλύονται λεπτομερώς στις επόμενες ενότητες.

Area covered:	2.3 millions km²
Source of information:	Landsat MSS, TM, Spot XS, Pan
Working scale:	1/100000
Area of the smallest mapping unit:	25 hectares
Land cover nomenclature:	3 levels -44 headings in 3rd level

Εικόνα 1.11: Γενικά χαρακτηριστικά του CORINE Land Cover project (CLC manual).

1.5.2 Πηγές δεδομένων

Σε αυτό το σημείο θα γίνει αναφορά στα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στο πρόγραμμα με βάση τις προδιαγραφές αλλά και τις απαιτήσεις του. Με βάση αυτά λοιπόν, φάνηκε ότι τα καλύτερα πρωτογενή στοιχεία που θα μπορούσαν να επιλεγθούν είναι οι δορυφορικές εικόνες καθώς προσφέρουν γρήγορα, οικονομικά και αξιόπιστα αποτελέσματα για εργασίες τέτοιας κλίμακας αλλά έκτασης. Η συλλογή στοιχείων για τις καταγραφές κάλυψης γης πραγματοποιήθηκε με την αξιοποίηση των δορυφορικών τηλεπισκοπικών απεικονίσεων των προγραμμάτων LANDSAT (ΗΠΑ) και SPOT (Γαλλία). Οι οργανισμοί και οι φορείς αυτών των διαστημικών τηλεπισκοπικών δραστηριοτήτων και προγραμμάτων είναι οι Eosat και Eurimage για τον πολυφασματικό σαρωτή MSS και τον Θεματικό Χαρτογράφο (TM) του διαστημικού προγράμματος LANDSAT και ο Spot Image για τους πολυφασματικούς σαρωτές XS και Pan του διαστημικού προγράμματος SPOT.

Η επεξεργασία των απεικονίσεων έγινε ψηφιακά λόγω της μεγάλης ανάπτυξης των δορυφορικών/διαστημικών εφαρμογών τα τελευταία 20 χρόνια σε συνδυασμό με την σπουδαία ανάπτυξη της πληροφορικής, την μείωση των τιμών των υπολογιστικών συστημάτων και η ύπαρξη πακέτων λογισμικού με μεγάλο εύρος δυνατοτήτων. Αυτό ακόμα ευνοεί και την γρήγορη ανανέωση των πληροφοριών που προέρχονται από τις δορυφορικές εικόνες και την καταγραφή των μεταβολών αυτών.

Τα πλεονεκτήματα των δορυφορικών απεικονίσεων μπορούν να συνοψιστούν στα παρακάτω:

- Είναι διαθέσιμα σε τακτά χρονικά διαστήματα. Οι ψηφιακές πολυφασματικές λήψεις των προγραμμάτων LANDSAT και SPOT λαμβάνονται με επαναληπτικότητα κάθε 16 και 26 μέρες αντίστοιχα. Εκτιμάται ότι όλες οι χώρες της Κοινότητας μπορεί να καλυφθούν από τους δορυφόρους δύο φορές το χρόνο.
- Είναι αντικειμενικά, εφόσον δεν μεσολαβεί ανθρώπινος παράγοντας.
- Το κόστος τους είναι χαμηλό σε σχέση με τις μεγάλες επιφάνειες, που καλύπτουν.
- Είναι κατάλληλα για την κάλυψη μεγάλων επιφανειών. Πιο συγκεκριμένα, κάθε σκηνή LANDSAT (MSS ή TM) καλύπτει 35000 km² και κάθε σκηνή SPOT καλύπτει 3600 km². Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι απαιτούνται 750 αεροφωτογραφίες κλίμακας 1:50 000 για να καλύψουν την έκταση μιας σκηνής LANDSAT. Συνεπώς, για κλίμακες τοπικού ή πλανητικού ενδιαφέροντος, η δορυφορική τηλεπισκόπηση αποτελεί το μοναδικό μέσο για την απόκτηση πληροφοριών με ακριβή και έγκαιρο τρόπο.
- Υφίστανται σε ψηφιακή μορφή, γεγονός που έχει πληθώρα πλεονεκτημάτων σχετικά με τις δυνατότητες διαχείρισης κι επεξεργασίας τους.

Φαίνεται λοιπόν ότι, με βάση τα παραπάνω, τα δορυφορικά δεδομένα αποτελούν σημαντική πηγή για την καταγραφή της κάλυψης γης εκτεταμένων κυρίως περιοχών. Οι προδιαγραφές και απαιτήσεις του

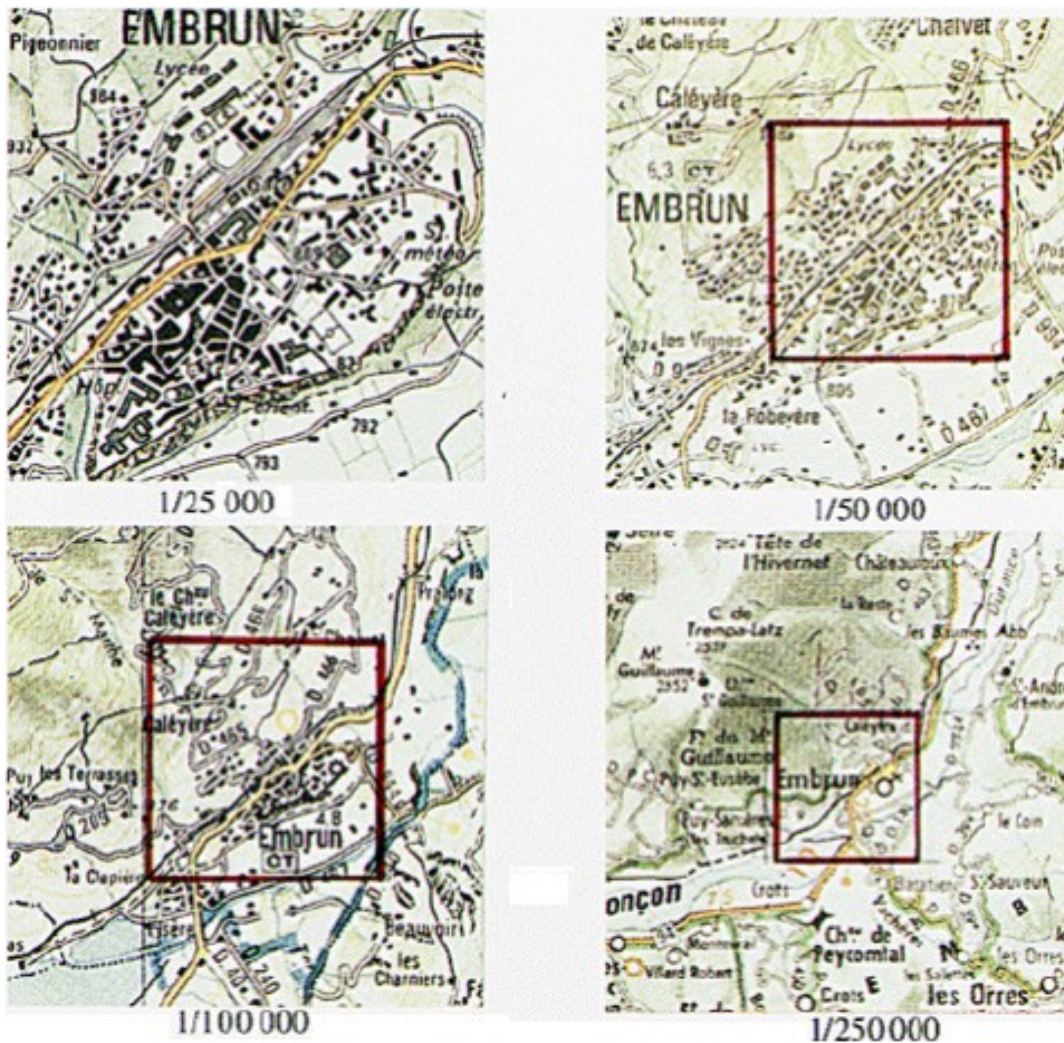
προγράμματος όμως έδειξαν ότι σε πολλές περιπτώσεις τα δεδομένα αυτά δεν αρκούσαν δεν παρέχουν το επαρκές χαρτογραφικό υλικό. Έτσι στην πράξη χρησιμοποιήθηκαν σε συνδυασμό με επιπρόσθετα δεδομένα κάλυψης γης, που προέρχονται από άλλες υφιστάμενες πηγές. Τέτοια συμπληρωτικά εξωγενή στοιχεία μπορεί να είναι αεροφωτογραφίες, τοπογραφικοί χάρτες, θεματικοί χάρτες, στατιστικά στοιχεία, καθώς και επίγειοι έλεγχοι.

1.5.3 Βασικές αρχές και χαρακτηριστικά

Όπως κάθε πρόγραμμα έτσι και το CORINE Land Cover έχει κάποια βασικά στοιχεία τα οποία χρησιμοποιούνται σαν αφητηρία για την παραγωγή της πληροφορίας που χρειάζεται ώστε για όλο το πρόγραμμα οι πληροφορίες να είναι ομοιογενής, συγκρίσιμες και ανανεώσιμες. Αυτά, με βάση πάλι το CORINE Land Cover-Technical Guide 1994, είναι τα ακόλουθα:

Κλίμακα χαρτογράφησης

Στο συγκεκριμένο πρόγραμμα η κλίμακα χαρτογράφησης που έχει επιλεγεί είναι η 1:100 000 για το 3^ο επίπεδο κατηγοριοποίησης. Η επιλογή της κλίμακας αυτής οφείλεται στο ότι έχει τον επιθυμητό από την Ένωση βαθμό λεπτομέρειας. Δεδομένα για την κάλυψη γης σε μικρότερες κλίμακες (1:250 000, 1:500 000) δεν έχουν το επιθυμητό επίπεδο λεπτομέρειας ενώ παράλληλα σε τέτοιες κλίμακες, ελαττώνεται η δυνατότητα διάκρισης κατηγοριών κάλυψης γης και συνεπώς, περιλαμβάνονται λίγες κατηγορίες στην αντίστοιχη ονοματολογία. Αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για προκαταρκτικές μελέτες μεγαλύτερης κλίμακας σε μια χώρα, όπως για παράδειγμα για την εκπόνηση σχεδίων αστικής ανάπτυξης ή περιβαλλοντικής προστασίας. Μπορεί ακόμα να ενταχθεί καλά σε άλλα projects του προγράμματος CORINE, τα οποία χρησιμοποιούν την ίδια κλίμακα. Επίσης, είναι συμβατή με προγράμματα, που χρησιμοποιούν μικρότερες κλίμακες (π.χ. 1:1 000 000), εφόσον η τηλεπισκοπική μεθοδολογία επιτρέπει τη γενίκευση. Είναι σύμφωνη με τους περιορισμούς του προϋπολογιστικού σχεδιασμού και με τα όρια του χρονικού ορίζοντα, που έχουν τεθεί για την εκπόνηση του προγράμματος. Οι χάρτες μπορούν εύκολα και γρήγορα να ανανεωθούν και να ενημερωθούν και τέλος, αποτελεί τη συνήθη κλίμακα χαρτογράφησης των περισσότερων κρατών της Κοινότητας. Ακολουθεί η εικόνα 1.12 όπου βοηθάει για μία καλή εποπτεία του πως απεικονίζεται μια περιοχή σε διαφορετικές κλίμακες.



Εικόνα 1.12: Κλίμακες χαρτογράφησης (CORINE Land Cover-Technical Guide, 1994)

Ορισμός της χαρτογραφικής μονάδας

Τα χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπ' όψιν και θα λέγαμε ότι ορίζουν την χρήση αυτής είναι αρχικά ότι η χαρτογραφική μονάδα πρέπει να αντιπροσωπεύει μια σημαντική έκταση γης (δηλαδή στην πραγματικότητα) στην κλίμακα 1:100 000 η οποία χρησιμοποιείται, ώστε διαδικασίες όπως ψηφιοποίηση και θεματική χαρτογράφηση να είναι εφικτές. Ακόμα πρέπει να είναι ευδιάκριτη από το περιβάλλον της σε αυτή την κλίμακα και να μπορεί να αντιστοιχεί σε μία ομοιογενή επιφάνεια ή σε συνδυασμό από ομοιογενείς επιφάνειες. Έτσι το εμβαδό της ελάχιστης χαρτογραφικής μονάδας ορίστηκε στα 25 εκτάρια, δηλαδή 250 στρέμματα ή 250 000 m². Στην κλίμακα 1:100 000 που χρησιμοποιείται αυτό αντιστοιχεί σε ένα τετράγωνο διαστάσεων 5x5 mm ή σε ένα κύκλο ακτίνας 2.8 mm. Ακόμα αναφέρεται ότι γραμμικά στοιχεία όπως δρόμοι, σιδηρόδρομοι και ποτάμια λαμβάνονται υπ' όψιν και καταγράφονται ως μονάδες κάλυψης γης όταν το πλάτος τους είναι τουλάχιστον 100 m τα οποία στην κλίμακα 1:100 000 που μελετάται αντιστοιχούν σε 1mm.

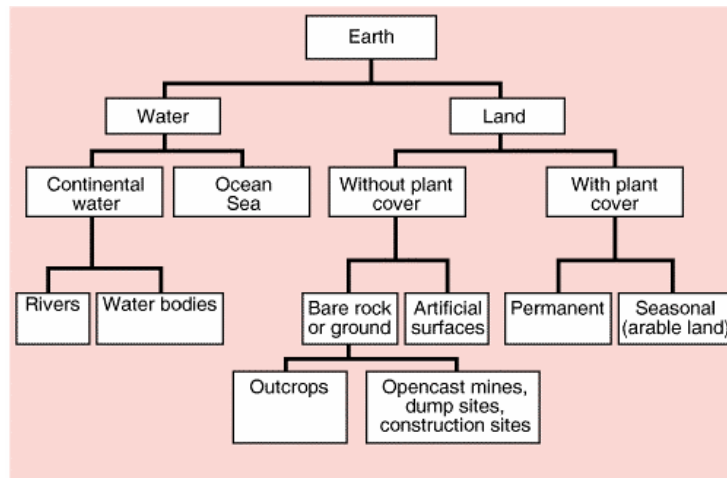
Για την επιλογή των παραπάνω μεγεθών τα στοιχεία που επηρέασαν είναι τα ακόλουθα:

- Οι χάρτες πρέπει να είναι ευανάγνωστος και να έχει οπτική ενάργεια, έτσι ώστε το περιεχόμενό του να παρέχει τα απαιτούμενα θεματικά δεδομένα στους χρήστες.
- Πρέπει να αναπαριστούνται τα ουσιώδη και τα βασικά χαρακτηριστικά του τμήματος της γήινης επιφάνειας, προκειμένου να παρέχεται μια καλή αναπαράσταση της πραγματικότητας και να προάγονται οι αντικειμενικοί στόχοι του προγράμματος.
- Πρέπει να υπάρχει ισορροπία μεταξύ των λειτουργικών εξόδων του project και των

απαιτήσεων για παροχή πληροφοριών κάλυψης γης μέσα στα πλαίσια του συνολικού προϋπολογισμού του προγράμματος.

Ονοματολογία

Στο σχέδιο CORINE Land Cover έχει ενσωματωθεί μια ιεραρχική ονοματολογία (CORINE Land Cover nomenclature). Αυτή αναφέρεται σε χαρτογραφικές μονάδες μεγαλύτερες ή ίσες των 25 εκταρίων και περιλαμβάνει 44 διαφορετικές κατηγορίες καλύψεων γης. Κάθε κατηγορία συνοδεύεται κι από ένα ορισμό ο οποίος βοηθάει να κατανοηθούν κάποιες από τις παραμέτρους που οδήγησαν στο να κατατάξουμε τη συγκεκριμένη περιοχή σε αυτήν την κατηγορία. Για τον προσδιορισμό της ονοματολογίας χρησιμοποιήθηκε ένας σκελετός όπου με διαδοχικές διαιρέσεις αρχικών κατηγοριών δημιουργούνται οι τελικές κατηγορίες. Ο σκελετός αυτός φαίνεται στην εικόνα 1.13.



Εικόνα 1.13: Σκελετός της ονοματολογίας του CORINE Land Cover project (CORINE Land Cover-Technical Guide, 1994)

Με αφετηρία το παραπάνω σχήμα, αλλά και με αρκετές συζητήσεις μεταξύ της επιστημονικής ομάδας του CLC και των τελικών χρηστών, δημιουργήθηκαν τρία ιεραρχικά επίπεδα όπου περιγράφεται η κάλυψη και, σε ορισμένες περιπτώσεις, η χρήση γης τα οποία είναι τα ακόλουθα:

- Επίπεδο 1: περιλαμβάνει 5 κατηγορίες κάλυψης γης, οι οποίες αντιστοιχούν στις ανώτατες και κύριες κατηγορίες κάλυψης γης του πλανήτη. Αυτές οι κατηγορίες μπορεί να θεωρηθούν αφηρημένες σε κάποιο βαθμό, διότι προκύπτουν από μεγάλο βαθμό γενίκευσης και αφαιρετικότητας.
- Επίπεδο 2: αυτό το επίπεδο περιλαμβάνει 15 κατηγορίες κάλυψης γης και καλύπτει φυσικές και φυσιολογικές οντότητες σε μεγαλύτερο επίπεδο λεπτομέρειας από το επίπεδο 1. Οι κλίμακες που χρησιμοποιούνται για αυτό το επίπεδο είναι από 1:500000 έως 1:1 000 000.
- Επίπεδο 3: περιλαμβάνει 44 κατηγορίες κάλυψης γης και απευθύνεται στην κλίμακα 1:100 000.

Η τελική ταξινόμηση των κατηγοριών με βάση το CORINE Land Cover παρουσιάζεται στην συνέχεια. Σε αυτό το σημείο όμως αξίζει να αναφερθεί ότι στο συγκεκριμένο πρόγραμμα, σκοπός είναι να μην μείνει περιοχή που δεν έχει ταξινομηθεί κι επίσης κάθε κατηγορία της ονοματολογίας να αντιστοιχεί σε μία μόνο κατηγορία κάλυψης γης. Για την επίτευξη αυτού του στόχου πρέπει ο ορισμός της κάθε κατηγορίας να μην περιέχει λέξεις με διφορούμενη σημασία και η χρησιμοποιούμενη ορολογία να μην μπορεί να παρερμηνευτεί ώστε να αποφευχθεί το ενδεχόμενο σύγχυσης από τους φωτοερμηνευτές. Επίσης οι κατηγορίες που έχουν δημιουργηθεί πρέπει να ανταποκρίνονται και στις ανάγκες των μελλοντικών χρηστών της γεωγραφικής βάσης δεδομένων. Φυσικά όπως έχει τονιστεί πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπ' όψιν ότι η ελάχιστη επιφάνεια είναι τα 25 εκτάρια.

1.5.4 Μεθοδολογία

Η εκπόνηση του προγράμματος CORINE Land Cover πραγματοποιείται τμηματικά σε πέντε φάσεις, που αφορούν αντίστοιχες γεωγραφικές ενότητες. Σε γενικές γραμμές, η μεθοδολογία για τη δημιουργία της βάσης δεδομένων συνίσταται στη φωτοερμηνεία των δορυφορικών εικόνων και στην αναγνώριση των κατηγοριών κάλυψης γης της ονοματολογίας, με τη βοήθεια της τεχνολογίας των ηλεκτρονικών υπολογιστών και με την ταυτόχρονη μελέτη συμπληρωματικών στοιχείων. Αξίζει να σημειωθεί ότι για την υλοποίηση των σταδίων απαιτείται προσωπικό ειδικευμένο στη φωτοερμηνεία δορυφορικών απεικονίσεων και αεροφωτογραφιών.

Τα στάδια εργασίας, περιληπτικά, περιγράφονται παρακάτω (CORINE Land Cover-Technical Guide, 1994):

- Συλλογή πρωτογενών δεδομένων: Αφορά στη συλλογή δορυφορικών πολυφασματικών δεδομένων από τους τρεις διατιθέμενους τηλεσκοπικούς δέκτες (Landsat: MSS, TM; SPOT: HRV), τα οποία αποτελούν τη βάση για την εκπόνηση του CORINE Land Cover project. Σε αυτό το στάδιο περιλαμβάνεται και η συλλογή και προετοιμασία συμπληρωματικών εξωγενών στοιχείων. Συμπληρωματικά στοιχεία μπορεί να είναι τοπογραφικοί χάρτες (συνήθως κλίμακας 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000), θεματικοί χάρτες (π.χ. γεωλογικοί χάρτες, εδαφολογικοί χάρτες, δασικοί χάρτες), στατιστικά στοιχεία για την κάλυψη/χρήση γης (π.χ. πληθυσμιακές απογραφές, ετήσιες απογραφές της γεωργικής παραγωγής) και αεροφωτογραφίες.
- Παραγωγή ψευδέγχρωμων εκτυπώσεων δορυφορικών δεδομένων: Αφορά στη βελτίωση των Landsat MSS, TM ή SPOT HRV απεικονίσεων και τέλος, στην παραγωγή ψευδέγχρωμων (έγχρωμων υπέρυθρων) συνθέσεων σε κλίμακα 1:100 000. Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιείται αποκατάσταση και βελτιστοποίηση των εικόνων για να διορθωθούν φωτομετρικά μειονεκτήματα που υποβαθμίζουν την ποιότητα των εικόνων (ραδιομετρικές βελτιώσεις) και για να τονιστούν τα χαρακτηριστικά που είναι απαραίτητα για την εξαγωγή θεματικής πληροφορίας ενώ γίνονται ακόμα γεωμετρικές διορθώσεις.
- Φωτοερμηνεία ψευδέγχρωμων εκτυπώσεων ώστε να επέλθει η κατηγοριοποίηση όλων των περιοχών. Η φωτοερμηνευτική μεθοδολογία ξεκινά με την πρώτη ανίχνευση και σκιαγράφιση, πάνω στις ψευδέγχρωμες εκτυπώσεις κλίμακας 1:100 000 των δορυφορικών εικόνων, των ορίων των επιφανειών, που αντιπροσωπεύουν τις μοναδιαίες χαρτογραφικές μονάδες κι έχουν εμβαδό τουλάχιστον 25 εκτάρια. Η σχεδίαση του περιγράμματος βασίζεται σε κοινά χαρακτηριστικά, όπως το χρώμα, ο τόνος, η υφή και τα πρότυπα. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται η αναγνώριση, δηλαδή η εξακρίβωση της ταυτότητας των χαρτογραφικών μονάδων και η απόδοση κατηγοριών κάλυψης γης σε αυτές σύμφωνα με την ονοματολογία των 44 τύπων βιοφυσικής κάλυψης εδάφους ενώ όπου είναι απαραίτητο χρησιμοποιούνται επιπρόσθετα στοιχεία όπως τοπογραφικοί/θεματικοί χάρτες, αεροφωτογραφίες κλπ. Στο τέλος, παράγονται διαφάνειες και θεματικοί χάρτες κάλυψης γης.
- Ψηφιοποίηση: Αφορά στην ψηφιοποίηση των ορίων των χαρτογραφικών μονάδων κάλυψης γης, που έχουν προκύψει από τη φωτοερμηνευτική μεθοδολογία κι εμφανίζονται στις διαφάνειες κάλυψης γης. Σκοπός είναι μετατροπή των δεδομένων σε ψηφιακή μορφή και η παραγωγή της ψηφιακής χαρτογραφικής βάσης δεδομένων του CORINE Land Cover.
- Επικύρωση της βάσης δεδομένων: Σκοπός της διαδικασίας αυτής είναι ο έλεγχος της συνέπειας και της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων σε σχέση με τις προδιαγραφές του CORINE Land Cover, πριν αυτά παραδοθούν στους τελικούς χρήστες.

1.5.5 Ονοματολογία

Σε αυτό το σημείο γίνεται μία εκτενής αναφορά στην ονοματολογία που χρησιμοποιείται στο πρόγραμμα CORINE Land Cover. Η ξεχωριστή αναφορά γίνεται καθώς η ονοματολογία τελικά, είναι ένα από τα πιο άμεσα και χειροπιαστά προϊόντα του προγράμματος.

Όπως αναφέρθηκε λοιπόν και παραπάνω από τις 5 κατηγορίες του Επιπέδου 1, πάμε στις 15 κατηγορίες του Επιπέδου 2 και τέλος στις 44 κατηγορίες του Επιπέδου 3. Μεταξύ των επιπέδων 1, 2 και 3 υπάρχει μια ιεραρχία κάτι που σημαίνει ότι κατηγορία του Επιπέδου 2 για να υπάγεται κάτω από μια συγκεκριμένη κατηγορία του επιπέδου 1 πρέπει να ικανοποιεί όλα χαρακτηριστικά της και ένα έχει και κάποιο ακόμα, που την διαφοροποιεί από τις άλλες κατηγορίες του επιπέδου της. Αντίστοιχα μια κατηγορία του Επιπέδου 3 για να υπάγεται κάτω από μια συγκεκριμένη κατηγορία του επιπέδου 2 πρέπει να ικανοποιεί όλα τα χαρακτηριστικά της και να έχει και κάποιο ακόμα που την διαφοροποιεί από τις άλλες του επιπέδου της κ.ο.κ. Παρατηρείται δηλαδή μια εξειδίκευση των αρχικών κατηγοριών ώστε να πάμε στις τελικές. Ο τρόπος δηλαδή με τον οποίο έχει δομηθεί η ονοματολογία επιτρέπει την προσομοίωσή της με μια οντολογία καθώς η ιεραρχία των επιπέδων κάνει εύκολη την ταύτισή τους με τάξεις και υποτάξεις (ή κλάσεις και υποκλάσεις). Για να αντιπροσωπεύει ένα πολύγωνο μία κατηγορία θα πρέπει να ικανοποιεί κάποια κριτήρια που εμπεριέχονται στον ορισμό της κατηγορίας.

Η ονοματολογία πέρα από την τελική κατοχύρωση των κατηγοριών και τον προσδιορισμό των απαραίτητων κριτηρίων που έχει η κάθε μία, χρησιμοποιείται ακόμα στο στάδιο της φωτοερμηνείας, για την αναγνώριση και ταυτοποίηση των χαρτογραφικών μονάδων. Οι κανόνες που υπάγεται η ονοματολογία είναι οι εξής:

- Η μικρότερη χαρτογραφική μονάδα έχει έκταση 25 εκτάρια.
- Χρησιμοποιούνται μόνο οι 44 κατηγορίες του τρίτου ιεραρχικού επιπέδου, με αποτέλεσμα να αποδίδεται μόνο ένας τριψήφιος κωδικός αριθμός σε κάθε μονάδα μεγαλύτερη των 25 εκταρίων.
- Η υπάρχουσα ονοματολογία έχει δυνατότητα επέκτασης σε τέταρτο (ή και σε πέμπτο) επίπεδο, όπου η κλίμακα μεγαλώνει, νέες κατηγορίες προστίθενται ή άλλες γενικότερες διαχωρίζονται. Για να πραγματοποιηθεί όμως αυτή η επέκταση, πρέπει πρώτα να έχει ολοκληρωθεί η χαρτογράφηση της κάλυψης γης με βάση την ονοματολογία των τριών επιπέδων. Δηλαδή, είναι αναγκαία πρώτα η χαρτογράφηση σύμφωνα με τις ευρωπαϊκές προδιαγραφές (επίσημη μεθοδολογία και ονοματολογία του CORINE Land Cover project), η οποία θα αποτελέσει τη βάση για την χαρτογράφηση σύμφωνα με τις εθνικές ή τοπικές προδιαγραφές (χαρτογράφηση σε μεγαλύτερη κλίμακα και επέκταση ονοματολογίας σε 4ο-5ο επίπεδο).
- Η ονοματολογία CLC είναι μια φυσική και φυσιογνωμική ονοματολογία κάλυψης γης. Βασίζεται στα φυσιογνωμικά και εξωτερικά χαρακτηριστικά κάθε κατηγορίας κάλυψης γης και στο πώς αυτά απεικονίζονται στις δορυφορικές εικόνες. Περιγράφει τις τάξεις με βάση το προϊόν, δηλαδή με βάση τις δορυφορικές εικόνες.

Για κάθε μία από τις 44 κατηγορίες του Επιπέδου 3 της ονοματολογίας ο CORINE Land Cover-Technical Guide 1994 παρέχει έναν ορισμό. Ο ορισμός αυτός περιγράφει κι επεξηγεί τα φυσιογνωμικά και αναγνωριστικά χαρακτηριστικά της κάθε κατηγορίας με γνώμονα την κλίμακα αλλά και τον σκοπό του προγράμματος. Ο αρχικός ορισμός της κάθε κατηγορίας σε πολλές περιπτώσεις κρίθηκε ελλιπής, εκ του αποτελέσματος. Έτσι το 2000 εκδόθηκε ένας νέος οδηγός ο CORINE Land Cover Technical Guide-Addendum 2000 (Bossard, Feranec et al, 2000). Αυτός ήρθε να εμπλουτίσει τους ορισμούς, όπου κρίθηκε απαραίτητο και να κατοχυρώσει ακόμα περισσότερο τα κριτήρια της κάθε κατηγορίας. Επίσης εμπλουτίστηκε με βοηθητικά σχήματα αλλά και με αναφορές που προσδιορίζουν το πότε και υπό ποιες προϋποθέσεις συγκεκριμένα αντικείμενα αποκλείονται από κάποιες κατηγορίες. Εκτενέστερη αναφορά στους ορισμούς αλλά και στα στοιχεία αυτά θα γίνει παρακάτω.

1.6 Φωτοερμηνευτικά Κλειδιά και Φωτοαναγνωριστικά Στοιχεία

Για να είναι κατανοητή η Φωτοερμηνευτική διαδικασία πρέπει να γίνει μία αναφορά στα Φωτοερμηνευτικά Κλειδιά αλλά και στα Φωτοαναγνωριστικά στοιχεία. Με αυτόν τον τρόπο θα βρουν απάντηση ερωτήματα όπως, για ποιο λόγο το συγκεκριμένο πολύγωνο ανήκει σε αυτή την κατηγορία και, με ποια κριτήρια διαχωρίζεται η “X” με την “Ψ” κατηγορία. Θα γίνει δηλαδή, μια αναφορά στις βάσεις της Φωτοερμηνείας και Τηλεπισκόπησης.

1.6.1 Φωτοερμηνευτικά Κλειδιά

Φωτοερμηνευτικό κλειδί είναι όλα εκείνα τα ειδοποιά χαρακτηριστικά μιας περιοχής τα οποία έχουν συγκεντρωθεί με συνεπή τρόπο και βοηθούν είτε στην αναγνώριση, σε πρώτο βαθμό, είτε στην αξιολόγηση του κατά πόσο καλά έχει οριστεί μία αντίστοιχη περιοχή σε κάποια άλλη απεικόνιση. Εν μέρει, είναι η ταυτότητα της κάθε κατηγορίας κάλυψης γης, με όλα τα χαρακτηριστικά και τις ανοχές τους.

Η χρήση φωτοερμηνευτικών κλειδιών στην Φωτοερμηνεία και την Τηλεπισκόπηση είναι αναγκαία καθώς η αναγνώριση των στοιχείων από τα οποία αποτελείται μια εικόνα γίνεται με αντιπαράβολή είτε έτοιμων κλειδιών που υπάρχουν σε κατάλληλες μορφές, σε εικόνες, πίνακες, εκθέσεις κ.α, είτε με σύγκριση του αντικειμένου στην εικόνα με εικόνες που έχουν αποκτηθεί μέσα από την καθημερινότητα. Θα μπορούσε να λεχθεί, ότι ένα φωτοερμηνευτικό κλειδί παρέχει καθοδήγηση και βοηθάει στην αναγνώριση των αντικειμένων με ένα οργανωμένο και συνεπή τρόπο. Ένα καλό και κατανοητό παράδειγμα, θα ήταν η εικόνα ενός αυτοκινήτου, καθώς αρκεί να μαθευτεί μόνο για το πρώτο ότι είναι αυτοκίνητο επειδή ικανοποιεί κάποια κριτήρια και έχει αυτήν την μορφή, αλλά στην συνέχεια ότι θα παρατηρούνταν και ήταν παρόμοιο με το πρώτο, θα κατατάσσονταν σε αυτήν την κατηγορία.

Στη θέση αυτή θα εξεταστεί, με ποιον τρόπο και ποιες διαδικασίες μπορούν να αναγνωριστούν τα αντικείμενα που φαίνονται σε μία δορυφορική εικόνα και ταυτόχρονα πως αυτή η γνώση θα γίνει αφετηρία και οδηγός ώστε κάθε φορά που απεικονίζεται μια συγκεκριμένη μορφή, με παρόμοια εσωτερικά και εξωτερικά χαρακτηριστικά, να είναι δυνατή η κατάταξή της στην κατηγορία την οποία ανήκει.

Σαν φωτοερμηνευτικά κλειδιά λοιπόν, αναφέρεται ότι εννοούνται τα εικονιστικά, αριθμητικά(ψηφιακά) ή και περιγραφικά στοιχεία τεκμηρίωσης κι αναφοράς της συγκεκριμένης πραγματικότητας, τα οποία ανάγονται σε θεμελιώδεις γνώσεις κάποιου επιστημονοτεχνικού πεδίου, απ' τη σκοπιά του οποίου γίνεται ερμηνεία κάποιων απεικονίσεων. Ιδανικά ένα κλειδί αποτελείται από δύο τμήματα:

- Μία συλλογή στερεό-ζευγών με σχόλια ή υποτίλους που αποτελούν επεξήγηση των προς αναγνώριση αντικειμένων ή των συνθηκών τους.
- Μία γραφική ή λεκτική περιγραφή, η οποία διατυπώνει κατά ένα συστηματικό τρόπο τα χαρακτηριστικά αναγνώρισης αυτών των αντικειμένων ή των συνθηκών.

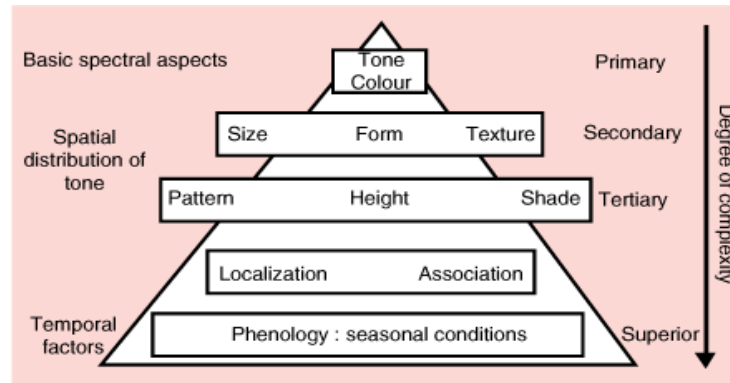
Υπάρχουν δύο γενικοί τύποι φωτοερμηνευτικών κλειδιών οι οποίοι διακρίνονται από τη μέθοδο παρουσίασης των διαγνωστικών χαρακτηριστικών. Τα κλειδιά *επιλογής* τα οποία περιέχουν πολυάριθμα φωτογραφικά παραδείγματα με κατάλληλο επεξηγηματικά κείμενο και τα κλειδιά *αποκλεισμού* τα οποία χρησιμοποιούνται έτσι ώστε η φωτοερμηνεία να διεξαχθεί βήμα προς βήμα, από το γενικό προς το ειδικό και να οδηγήσει στον αποκλεισμό όλων των αντικειμένων, εκτός από το ζητούμενο.

Τα φωτοερμηνευτικά κλειδιά μπορεί να είναι χρήσιμα, επειδή εξασφαλίζουν ταχύτητα επεξεργασίας μεγάλου όγκου αεροφωτογραφιών/απεικονίσεων. Επειδή μπορούν να βοηθήσουν στη συλλογή ταυτόχρονα πολλών τύπων πληροφοριών μια που είναι εύκολη η εκπαίδευση σε σύντομο χρόνο, μεγάλου αριθμού προσωπικού στη χρήση ειδικών φωτοερμηνευτικών κλειδιών, έτσι ώστε να μπορεί να γίνεται, «εν σειρά» και με ειδικό καταμερισμό η φωτοερμηνευτική αναγνώριση. Όταν δεν υπάρχει δυνατότητα καμιάς άλλης πληροφοριακής υποδομής και προσπέλασης σε μια μεγάλη περιοχή, στην οποία διατίθενται κάποιες σειρές παλιών αεροφωτογραφιών και για την οποία πρέπει πολύ σύντομα να διατυπωθεί κάποιου τύπου εκτίμηση και συμπεράσματα.

1.6.2 Φωτοαναγνωριστικά στοιχεία

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιούνται αρκετά φωτοαναγνωριστικά στοιχεία για την αναγνώριση και ταυτοποίηση των στοιχείων των φωτογραφιών. Ενδεικτικά τα σημαντικότερα φωτοαναγνωριστικά

στοιχεία, όπως φαίνονται και στην εικόνα 1.14 κατά σειρά απλοϊκότητας, όπως αυτά ορίστηκαν από τον Αργιαλά, (1999) :



Εικόνα 1.14: Η πυραμίδα των φωτοαναγνωριστικών στοιχείων (CLC manual).

Απόχρωση

Η απόχρωση αναφέρεται στο χρώμα των αντικειμένων στη φωτογραφία. Συνδυάζεται με τον τόνο και εξαρτάται από το είδος της φωτογραφίας. Ίδια αντικείμενα έχουν διαφορετικές αποχρώσεις στις υπέρυθρες και παγχρωματικές απεικονίσεις αντίστοιχα. Για το λόγο αυτό κρίνεται σκόπιμο οι αποχρώσεις και τόνοι συγκεκριμένων αντικειμένων να αναφέρονται μαζί με το είδος των απεικονίσεων στις οποίες αντιστοιχούν.

Μέγεθος

Το μέγεθος των αντικειμένων στις αεροφωτογραφίες πρέπει να ληφθεί υπ' όψη σε σχέση με τη κλίμακα της φωτογραφίας. Θα πρέπει επίσης να ληφθούν υπ' όψη τα σχετικά μεγέθη μεταξύ των αντικειμένων στις φωτογραφίες ίδιας κλίμακας.

Σχήμα

Το σχήμα αναφέρεται στη γενική μορφή, διάταξη ή περίγραμμα των μεμονωμένων αντικειμένων. Στην περίπτωση των στερεοσκοπικών φωτογραφιών, το ύψος του αντικειμένου επίσης ορίζει το σχήμα του. Το σχήμα μερικών αντικειμένων είναι τόσο ευδιάκριτο ώστε οι απεικονίσεις τους να μπορούν να αναγνωριστούν αποκλειστικά μ' αυτό το κριτήριο.

Υφή

Η υφή είναι η συχνότητα των αλλαγών των τόνων του γκρι σε μια φωτογραφία. Η υφή δημιουργείται από τη συνάθροιση μοναδιαίων στοιχείων (αντικειμένων), τα οποία μπορεί να είναι πολύ μικρά για να διακριθούν μεμονωμένα σε μια αεροφωτογραφία, όπως τα φύλλα των δένδρων και οι σκιές του φυλλώματος. Είναι μια έκφραση των μεμονωμένων σχημάτων, μεγεθών, προτύπων, σκιών και τόνων των μικρών μοναδιαίων αυτών στοιχείων. Η υφή καθορίζει την «ομαλότητα» ή την «τραχύτητα» των αντικειμένων της εικόνας. Καθώς η κλίμακα μιας φωτογραφίας μειώνεται, η υφή ενός συγκεκριμένου αντικειμένου ή μιας περιοχής σταδιακά γίνεται ομαλότερη και τελικά εξαφανίζεται. Ο φωτοερμηνευτής συχνά μπορεί να διακρίνει χαρακτηριστικά εικόνων με παρόμοιες ανακλαστικότητες, στηριζόμενος σε διαφορές στην υφή. Ένα παράδειγμα θα μπορούσε να αποτελέσει και η ομαλή υφή του πράσινου γρασιδιού, καθώς αυτή αντιπαράκειται στη τραχεία υφή που παρουσιάζουν οι πράσινες κόμμες των δέντρων σε αεροφωτογραφίες μεσαίας κλίμακας.

Πρότυπο

Το πρότυπο σχετίζεται με τη χωρική διάταξη των αντικειμένων. Η επανάληψη προκαθορισμένων γενικών μορφών ή σχέσεων, είναι χαρακτηριστική για πολλά αντικείμενα, φυσικά και ανθρωπογενή, και δίνει στα αντικείμενα ένα πρότυπο το οποίο υποβοηθά τον φωτοερμηνευτή να τα αναγνωρίσει.

Σκιές

Οι σκιές είναι σημαντικές για τους φωτοερμηνευτές για δύο αντιφατικούς λόγους: (i) η σκιά ή το περίγραμμα μιας σκιάς προσδίδει την εντύπωση του προφίλ των αντικειμένων (γεγονός που υποβοηθά την Φωτοερμηνεία), και (ii) τα αντικείμενα που βρίσκονται μέσα σε σκιές ανακλούν λίγο φώς και είναι δύσκολο να διακριθούν στις αεροφωτογραφίες (γεγονός που εμποδίζει την Φωτοερμηνεία). Για παράδειγμα, οι σκιές που δημιουργούνται από διάφορα είδη δέντρων ή ανθρωπογενή χαρακτηριστικά (γέφυρες, αποθήκες, πύργους κτλ) μπορούν σίγουρα να συντείνουν στην αναγνώριση τους στις αεροφωτογραφίες. Επίσης οι σκιές που έχουν προέλθει από μικρές διαφορές στο υψόμετρο του ανάγλυφου, ειδικά στην περίπτωση φωτογραφιών που ελήφθησαν με χαμηλή γωνία ύψους του ήλιου, μπορούν να βοηθήσουν στην αποτίμηση των φυσικών τοπογραφικών αποκλίσεων, οι οποίες με τη σειρά τους μπορεί να είναι ενδεικτικές διαφόρων ειδών γεωμορφών.

Θέση στο χώρο

Η θέση ενός αντικειμένου στο χώρο αναφέρεται στην τοπογραφική ή την γεωγραφική θέση και αποτελεί ένα ιδιαίτερα σημαντικό βοήθημα για την αναγνώριση των ειδών βλάστησης και γεωμορφών. Για παράδειγμα, συγκεκριμένα είδη δένδρων θα αναμενόταν να εμφανίζονται σε επαρκώς αποστραγγιζόμενες ορεινές τοποθεσίες, ενώ άλλα είδη δένδρων θα αναμενόταν να εμφανίζονται σε ανεπαρκώς αποστραγγιζόμενες πεδινές τοποθεσίες.

Χωρική διάταξη

Η χωρική διάταξη (συσχέτιση) αναφέρεται στην εμφάνιση συγκεκριμένων αντικειμένων σε σχέση με κάποια άλλα. Για παράδειγμα, ένας τροχός σ' ένα λούνα Παρκ μπορεί να είναι δύσκολο να αναγνωριστεί εάν είναι σταθμευμένος σ' ένα χώρο κοντά σε μια σιταποθήκη, αλλά θα ήταν εύκολο να αναγνωριστεί, εάν βρισκόταν σε μία περιοχή, η οποία έχει αναγνωριστεί ως ένα πάρκο ψυχαγωγίας.

Με βάση το CORINE Land Cover-Technical Guide 1994 τα χαρακτηριστικά που λήφθηκαν υπ' όψιν με τις τιμές αυτών ακολουθούν στην επόμενη σελίδα, πίνακας 1.2.

Μεταβλητές	Τιμές/Επιλογές
Ακρίβεια του σχήματος: είδος του ορίου μεταξύ δύο αντικειμένων	Πολύ διακριτό Σχεδόν μη διακριτό Γωνιώδης Ομαλό/Συμμετρικό
Χρώμα/Απόχρωση: εξαρτάται από την πυκνότητα της βλάστησης, την κλίση του εδάφους και τον προσανατολισμό (για δεδομένη εικόνα και κατηγορία)	Χρωματικές αποκλίσεις: Ανοιχτό (Light) Σκούρο (Dark) Θολό (Pale) Ποικίλο (Variable)
Μέγεθος: εκφράζει το πιο συχνά εμφανιζόμενο εμβαδό μιας κατηγορίας	Μικρό: < 1 km ² Μεσαίο: 1-5 km ² Μεγάλο: > 5km ²
Υφή: η διάταξη των διαφορετικών τόνων μιας εικόνας. Αυτή ορίζεται από σχηματισμούς οι οποίοι είναι πολύ μικροί για να μελετηθούν ξεχωριστά. Δεν πρέπει όμως να συγχύζεται με την λεπτομέρεια. Η υφή εκφράζει το μέσο μέγεθος των αποτελούμενων στοιχείων μιας κατηγορίας	Λεία (Fine): <50 m Μεσαία (Medium): 50-250m Τραχεία(Coarse): >250m Απαλή/Μαλακή (Smooth) Ορατή (Visible)
Δομή: Χωρική οργάνωση των επιμέρους στοιχείων της εικόνας που περιγράφεται αποκλειστικά σε όρους χωρικών χαρακτηριστικών.	Ομοιογενής (Homogeneous) Γραμμική (Linear) Κυψελωτή (Cellular) Ακανόνιστη (Irregular) Διάσπικτο (Speckled) Περιπεπλεγμένο (Spaghetti)

Μεταβλητές	Τιμές/Επιλογές
Χωρική κατανομή: Είναι δείκτης της γεωγραφικής κατανομής των μονάδων της δορυφορικής εικόνας συγκεντρωτικά	Μακρόστενο (Longitudinal) Σκόρπιο (Dispersed) Κανονικό (Regular) Ακανόνιστο (Irregular) Σποραδικό (Sporadic) Ακαθόριστο (Erratic) Συγκεντρωτικό (Concentrated) Ομαδοποιημένο (Grouped) Ποικίλο (Variable)
Θέση: Περιγραφή της κανονικής φυσιογραφικής τοποθεσίας μιας κατηγορίας σε σχέση με όλο το περιβάλλον γύρω της.	Π.χ: Το λιμάνι είναι κοντά σε Αστικό Ιστό

Πίνακας 1.2: Φωτοαναγνωριστικά στοιχεία με βάση το Corine

1.7 Οι κατηγορίες του CORINE Land Cover

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως το πρόγραμμα CLC έχει κατηγοριοποιήσει την εδαφοκάλυψη των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι λόγοι και σκοπός που έγινε αυτό αναφέρθηκαν εκτενώς παραπάνω οπότε σε αυτό το σημείο θα γίνει η αναφορά των κατηγοριών οι οποίες είναι οι ακόλουθες (ΟΚΧΕ, CORINE Land Cover-Technical Guide 1994 και CORINE Land Cover-Technical Guide – Addendum 2000), ενώ παράλληλα θα δοθούν και ιδιότητες για κάθε κατηγορία μέσα από παρατηρήσεις των κατηγοριών για την Κρήτη και αντιπαραβολή αυτών με παλαιότερες διπλωματικές πάνω στο CLC (Μιχελακάκης (2009), Μουχτούρης (2009), Παπαδάκη (2003)).

1. ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ

1.1 Αστικός ιστός

- 1.1.1 Συνεχής αστικός ιστός
- 1.1.2 Ασυνεχής αστικός ιστός

1.2 Βιομηχανικές, εμπορικές ζώνες και δίκτυα μεταφορών

- 1.2.1 Βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες
- 1.2.2 Οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα
- 1.2.3 Ζώνες λιμένων
- 1.2.4 Αεροδρόμια

1.3 Ορυχεία, χώροι απορριμμάτων και χώροι οικοδόμησης

- 1.3.1 Χώροι εξορύξεως ορυκτών
- 1.3.2 Χώροι απορρίψεως απορριμμάτων
- 1.3.3 Χώροι οικοδόμησης

1.4 Τεχνητές μη γεωργικές ζώνες πρασίνου

- 1.4.1 Περιοχές αστικού πρασίνου
- 1.4.2 Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής

2. ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

2.1 Αρόσιμη γη

- 2.1.1 Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη
- 2.1.2 Μόνιμα αρδευόμενη γη
- 2.1.3 Ορυζώνες

2.2 Μόνιμες καλλιέργειες

- 2.2.1 Αμπελώνες
- 2.2.2 Οπωροφόρα δένδρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς
- 2.2.3 Ελαιώνες

2.3 Λιβάδια

- 2.3.1 Λιβάδια

2.4 Ετερογενείς γεωργικές περιοχές

- 2.4.1 Ετήσιες καλλιέργειες που σχετίζονται με μόνιμες καλλιέργειες
- 2.4.2 Σύνθετες καλλιέργειες
- 2.4.3 Γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης
- 2.4.4 Γεωργο-δασικές περιοχές

3. ΔΑΣΗ και ΗΜΙΦΥΣΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

3.1 Δάση

- 3.1.1 Δάσος πλατύφυλλων
- 3.1.2 Δάσος κωνοφόρων
- 3.1.3 Μικτό δάσος

3.2 Συνδυασμοί θαμνώδους ή/και ποώδους βλάστησης

- 3.2.1 Φυσικοί βοσκότοποι
- 3.2.2 Θάμνοι και χερσότοποι
- 3.2.3 Σκληροφυλλική βλάστηση
- 3.2.4 Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις

3.3 Ανοιχτοί χώροι με λίγη ή καθόλου βλάστηση

- 3.3.1 Παραλίες, αμμόλοφοι, Αμμουδιές
- 3.3.2 Απογυμνωμένοι βράχοι
- 3.3.3 Εκτάσεις με αραιή βλάστηση
- 3.3.4 Αποτεφρωμένες εκτάσεις
- 3.3.5 Παγετώνες και αέναο χιόνι

4. ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ

4.1 Υγρότοποι ενδοχώρας

- 4.1.1 Βάλτοι στην ενδοχώρα
- 4.1.2 Τυρφώνες

4.2 Παραθαλάσσιοι υγρότοποι

- 4.2.1 Παραθαλάσσιοι Βάλτοι
- 4.2.2 Αλυκές
- 4.2.3 Ζώνες που καλύπτονται από παλιρροιακά ύδατα

5. ΥΔΑΤΙΝΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ

5.1 Χερσαία ύδατα

- 5.1.1 Υδατορρεύματα
- 5.1.2 Επιφάνειες στάσιμου ύδατος
- 5.2.1 Παράκτιες Λιμνοθάλασσες

5.2 Θαλάσσια ύδατα

- 5.2.2 Εκβολές ποταμών
- 5.2.3 Θάλασσες και ωκεανοί

Στην παρούσα εργασία θα γίνει αναφορά στις πρώτες 22 κατηγορίες οι οποίες ανήκουν στις Τεχνητές Επιφάνειες και τις Γεωργικές Περιοχές. Αυτό γιατί η εμβάθυνση που έγινε για την αναγνώριση και καταγραφή των χαρακτηριστικών τους, αλλά και για τον προσδιορισμό των σχέσεών τους με το περιβάλλον έγινε σε πολύ μεγάλο βαθμό. Τα αποτελέσματα αναφέρονται στις περιοχή της Κρήτης και το υπόβαθρο όπου βασίστηκαν όλα τα αποτελέσματα αποτελείτε από δορυφορικές εικόνες του 2000-2003.

Στη συνέχεια ακολουθεί η περιγραφή των κατηγοριών αυτών με βάση τους ορισμούς που έχουν δοθεί από τα CORINE Land Cover Technical Guide 1994 και CORINE Land Cover Technical Guide-Addendum 2000 και παράλληλα παρουσιάζονται αντιπροσωπευτικά σχεδιαγράμματα και εικόνες για κάθε κατηγορία (εικόνες 1.11 έως 1.79). Να σημειωθεί ότι τα έγχρωμα σύνθετα που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα 321, 432, 453, 754, 531 ο τόνος του γκρι για το κανάλι τρία ο ο τόνος του γκρι για τον κωνοκοποιημένο δείκτη βλάστησης (NDVI) για τον δορυφόρο Landsat TM. Ο λόγος που αυτά επιλέχθηκαν αναφέρεται στο κεφάλαιο 2 Μεθοδολογία.

1.1.1 Συνεχής Αστικός Ιστός

i) Περιγραφή

Κτίρια δρόμοι και τεχνητές επιφάνειες καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής. Για την ακρίβεια τουλάχιστον το 80% της συνολικής επιφάνειας πρέπει να είναι αδιαπέρατο από νερό. Να σημειωθεί ότι μη γραμμικές περιοχές βλάστησης και γυμνού εδάφους αποτελούν εξαίρεση.



Εικόνα 1.15: Γενικευμένη μορφή κατηγορίας 1.1.1 (CLC manual).



Εικόνα 1.16: Αντιπροσωπευτικές εικόνες της εν λόγω κατηγορίας από τη Μπρατισλάβα (Σλοβακία) και την Αθήνα (Ελλάδα) (CLC manual).

Ο Συνεχής Αστικός Ιστός εμφανίζεται με χρώμα μπλε ή σχετικά σκούρο ή ανοιχτό μπλε-γκρι στις δορυφορικές εικόνες. Τα αστικά κέντρα διακρίνονται εύκολα στις δορυφορικές εικόνες όταν υπάρχει γεωδαιτική αναφορά ως προς τους αντίστοιχους τοπογραφικούς χάρτες.

Κάτι που είναι δύσκολο, σε πολλές περιπτώσεις, είναι η διάκριση μεταξύ της συνεχούς και της ασυνεχούς αστικής δόμησης. Αυτό οφείλετε στο γεγονός ότι αυτές οι δύο χρήσεις γης έχουν κοινό όριο, στις περισσότερες των περιπτώσεων, το οποίο προσδιορίζεται με βάση την παρουσία (συνεπώς το ποσοστό) βλάστησης. Προσοχή χρειάζεται όμως, καθώς το ποσοστό βλάστησης έχει ληφθεί με βάση την πραγματική επιφάνεια του εδάφους και όχι το τι φαίνεται σε μία δορυφορική εικόνα. Για παράδειγμα στους δρόμους που εκατέρωθεν έχουν δέντρα, η πραγματική επιφάνεια εδάφους κάτω από τα δέντρα κυρίως καλύπτεται από ασφαλτο ή σκυρόδεμα. Επομένως, το ποσοστό βλάστησης θα πρέπει να υπολογιστεί λαμβάνοντας υπόψη τη δομή των σχημάτων και τον πέριξ χώρο που είναι ορατά στη δορυφορική εικόνα.

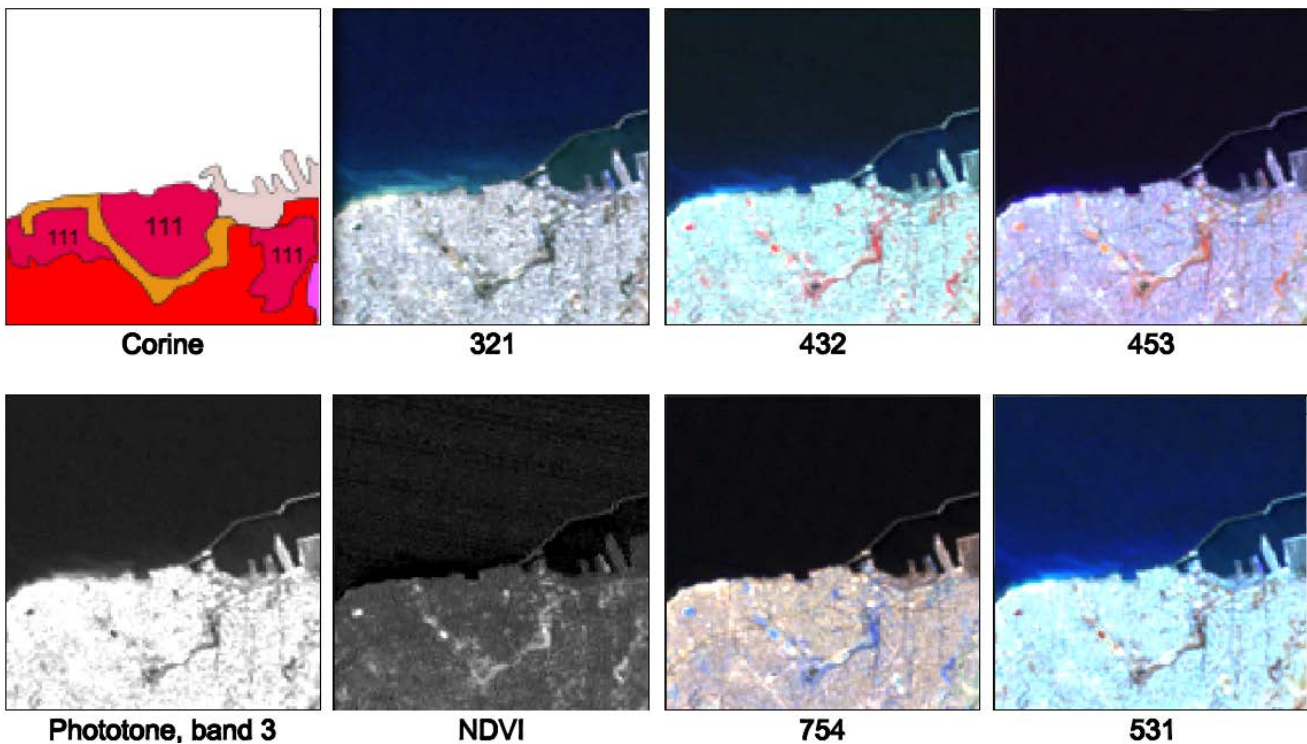
Όταν μία αστική περιοχή διασχίζεται από κάποιο γραμμικό στοιχείο (δρόμο ή ποτάμι) το οποίο είναι πλάτους μικρότερο από 100 m αυτό αγνοείται και όλη η περιοχή ταξινομείται ως ενιαίο πολύγωνο.

ii) Ανάλυση

Με βάση την ονοματολογία η κατηγορία Συνεχής Αστικός Ιστός περιλαμβάνει:

- Τα κέντρα των αστικών περιοχών και πυκνοδομημένα προάστια (παλιά ή μη) όπου τα κτίρια σχηματίζουν συνεχή και ομοιογενή ιστό.
- Δημόσιες υπηρεσίες ή Οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης, εμπορικές και βιομηχανικές δραστηριότητες με τις συσχετισμένες με αυτές περιοχές μέσα σε συνεχή αστικό ιστό, υπό την προϋπόθεση η επιφάνειά τους να είναι μικρότερη των 25 εκταρίων (ha).
- Μεσοδιαστήματα σε δομημένες περιοχές.
- Δίκτυα μεταφορών μαζί με χώρους στάθμευσης, επιφάνειες από άσφαλο ή σκυρόδεμα.
- Μικρές πλατείες, πεζόδρομους και αλάνες.
- Αστικό πράσινο (πάρκα και γρασίδι) που αντιστοιχούν στο 20% της επιφάνειας του πολυγώνου και είναι μικρότερα από 25 ha.
- Τέλος, νεκροταφεία με ή χωρίς βλάστηση, που βρίσκονται μέσα σε συνεχή αστικό ιστό τα οποία είναι μικρότερα των 25 ha.

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.17: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 1.1.1, Νομός Ηρακλείου.

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι σχεδόν άσπρος με ελάχιστα σημεία να είναι ανοιχτό γκρι.

Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι σκούρο γκρι.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM ανοιχτό γκρι που εναλλάσσεται με άσπρο.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM είναι κυανό με κάποια λίγα στοιχεία να είναι σε τόνους του κόκκινου. Σε άλλες περιοχές αυτή η κατηγορία έχει τόνους του μπλε και/ή γκρι.

Η υφή είναι λεπτόκοκκη καθώς οι αποτελούμενες μονάδες του πολυγώνου είναι αρκετά μικρές.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι οικιστικό.

Το μέγεθος της είναι μεγάλο.

Το σχήμα 2D είναι ακαθόριστο.

Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

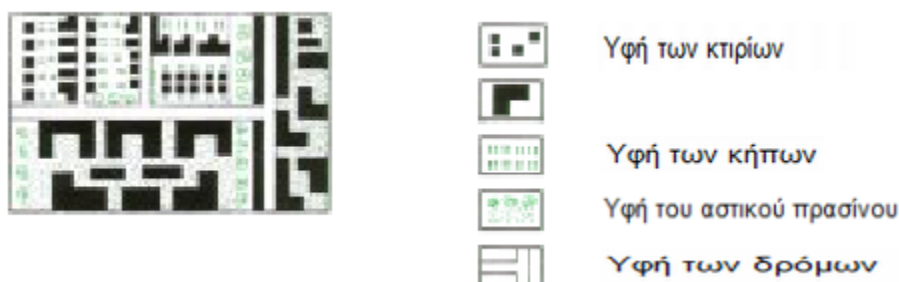
Για την περιοχή της Κρήτης η κατηγορία 1.1.1 είναι πάντα κοντά με την θάλασσα και σε πολλές περιπτώσεις έχουν κοινό όριο με μία πλευρά της. Επίσης η κατηγορία αυτή συχνά περικλείεται από την Κατηγορία 1.1.2 κάτι που κάνει πιο δύσκολο τον διαχωρισμό της.

Καλύπτεται από τεχνητές/αδιαπέρατες επιφάνειες όπως κτήρια και οδικό δίκτυο.

1.1.2 Ασυνεχής Αστικός Ιστός

i) Περιγραφή

Το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας καλύπτεται από κατασκευές. Κτίσματα, δρόμοι και τεχνητά καλυμμένες επιφάνειες συσχετισμένες με καλυμμένες από βλάστηση περιοχές και γυμνό έδαφος που καλύπτουν ασυνεχείς αλλά σημαντικές επιφάνειες με το ποσοστό αυτών να φτάνει το 30-80%.



Εικόνα 1.18: Σχήμα 7 Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 1.1.2 (CLC manual).



Εικόνα 1.19: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας από το χωριό Liskova (Σλοβακία) (CLC manual).

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως το ποσοστό βλάστησης βοηθάει στην πιο σωστή οριοθέτηση και διάκρισή της από τον Συνεχή Αστικό Ιστό. Με τον όρο βλάστηση σε αυτήν την περίπτωση εννοείται η παρουσία μη-αδιαπέρατων επιφανειών όπως κήποι, πάρκα, φυτεμένες περιοχές και γυμνό έδαφος δημόσιας χρήσης.

Η πυκνότητα των κατοικιών είναι το κύριο κριτήριο για την ταξινόμηση τους ως κτισμένων ή γεωργικών περιοχών. Στην περίπτωση συνονθυλεύματος ανομοιογενών και ανομοιόχρωμων μικρών αγροτεμαχίων και διάσπαρτων οικιών, το όριο που θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί για τον Ασυνεχή Αστικό Ιστό είναι τουλάχιστον 30% αστικού ιστού μέσα στην περιοχή αυτή.

ii) Ανάλυση

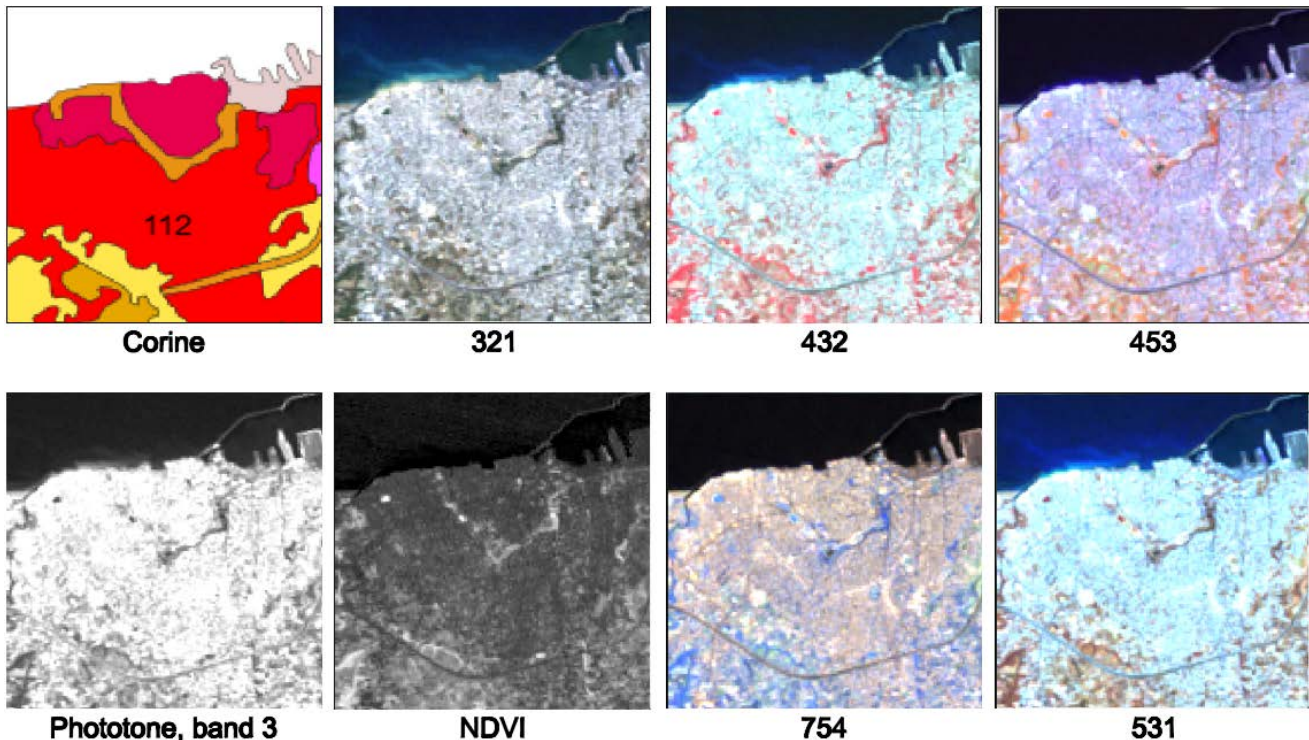
Ο ορισμός αυτός περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Ιδιωτικές κατοικίες, προάστια με χρήση κατοικίας, μονοκατοικίες με κήπο και μικρές πλατείες.
- Διάσπαρτες πολυκατοικίες, χωριουδάκια, μικρά χωριά όπου μπορούν να διακριθούν πολλά μη-δομημένα μεσοδιαστήματα (κήποι και πρασιές με γρασίδι).
- Μεγάλα συγκροτήματα πολυκατοικιών όπου οι χώροι πρασίνου, οι χώροι στάθμευσης και οι υπαίθριοι χώροι ψυχαγωγίας καταλαμβάνουν σημαντικό ποσοστό της επιφάνειας.
- Δίκτυα μεταφορών.
- Αθλητικές εγκαταστάσεις μικρότερες των 25 ha που περιλαμβάνονται στον Ασυνεχή Αστικό Ιστό.
- Κτίρια με χρήση εκπαίδευσης, υγείας και παραγωγικών και εμπορικών δραστηριοτήτων μικρότερα των 25 ha.
- Νεκροταφεία με ή χωρίς βλάστηση μικρότερα των 25 ha.
- Δημόσιες υπηρεσίες ή κοινότητες με επιφάνεια μικρότερη των 25 ha.
- Παραθεριστικές κατοικίες περιλαμβάνονται στην κατηγορία αυτή αν οι υποδομές όπως κατοικίες και δίκτυα μεταφορών είναι ορατές στη δορυφορική εικόνα και συνδέονται με δομημένες περιοχές.
- Χωριά ανεπτυγμένα κατά μήκος οδών και υπόγειες κατοικίες ορατές στη δορυφορική εικόνα.

Αυτός ο ορισμός δεν περιλαμβάνει:

- Περιοχές παραθεριστικής κατοικίας που χρησιμοποιούνται μόνο για αναψυχή και διακρίνονται ως χωριστό πολύγωνο στη δορυφορική εικόνα καθώς αυτές θα πρέπει να ταξινομηθούν στην κατηγορία 1.4.2.
- Οικοδομικά συγκροτήματα (συνεταιρισμοί) παραθεριστικής κατοικίας με τις υποδομές τους καθώς θα πρέπει να ταξινομηθούν στην κατηγορία 1.4.2.
- Διάσπαρτες κύριες και δευτερεύουσες κατοικίες χτισμένες σε φυσικές ή αγροτικές περιοχές όταν η κάλυψή τους είναι μικρότερη του 30% της συνολικής επιφάνειας και αυτές θα ταξινομούνται στην κατηγορία 2.4.2 ή 2.4.3.
- Θερμοκήπια και αυτά θα ταξινομούνται στην 2.1.1.

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.20: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 1.1.2, Νομός Ηρακλείου.

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι άσπρος και γκρι σε αρκετά σημεία.

Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι σκούρο γκρι.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM είναι γκρι και άσπρη.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM κυανή και άσπρη.

Η υφή είναι λεπτόκοκκη.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι οικιστικό.

Το μέγεθος της είναι μεγάλο.

Το σχήμα 2D είναι ακαθόριστο.

Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

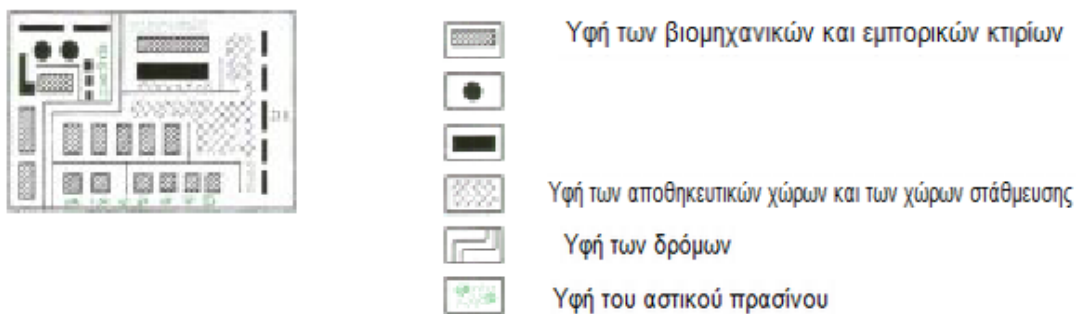
Συχνά περιβάλλει την κατηγορία 1.1.1 ενώ πολλές φορές υπάρχει και χωρίς αυτήν π.χ. στην περίπτωση χωριών ή κωμοπόλεων.

Καλύπτεται από τεχνητές επιφάνειες σε ποσοστό 30-80% και από βλάστηση.

1.2.1 Βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες

i) Περιγραφή

Σε αυτήν την κατηγορία το μεγαλύτερο μέρος του εδάφους καλύπτεται από τεχνητές επιφάνειες όπως τσιμέντο, ασφαλτος, ασφαλτικό σκυρόδεμα ή πετρελαιμένο έδαφος ενώ υπάρχουν και κτίρια και/ή διάσπαρτη βλάστηση.



Εικόνα 1.21: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 1.2.1 (CLC manual).



Εικόνα 1.22: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας από εργοστάσιο παραγωγής αλουμινίου (Σλοβακία) και από μονάδα παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος (Γαλλία) (CLC manual).

Αυτή η κατηγορία κάλυψης γης προσδιορίζεται κυρίως με τη βοήθεια τοπογραφικών χαρτών ή αεροφωτογραφιών ενώ είναι δυνατό να εντοπίσει κανείς και να οριοθετήσει νέες βιομηχανικές ζώνες που δεν έχουν περιληφθεί ακόμη στους τοπογραφικούς χάρτες συγκρίνοντας την υφή και τη δομή τους με βιομηχανικές περιοχές που ήδη υπάρχουν και στους χάρτες. Συνήθως η υφή είναι ετερογενής (λόγω της ύπαρξης μεγάλων κτιρίων, θέσεων στάθμευσης, αποθήκες κλπ). Οι περιοχές αυτής της κατηγορίας (1.2.1) αντιπροσωπεύουν ολόκληρα βιομηχανικά και εμπορικά συγκροτήματα, που περιλαμβάνουν δρόμους πρόσβασης, τεχνητά διαμορφωμένες περιοχές, θέσεις στάθμευσης κλπ.

Οι βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες που βρίσκονται σε συνεχή ή ασυνεχή αστικό ιστό λαμβάνονται υπόψη μόνο αν είναι σαφώς διακριτές από τις περιοχές κατοικίας (βιομηχανικό συγκρότημα με επιφάνεια >25ha).

ii) Ανάλυση

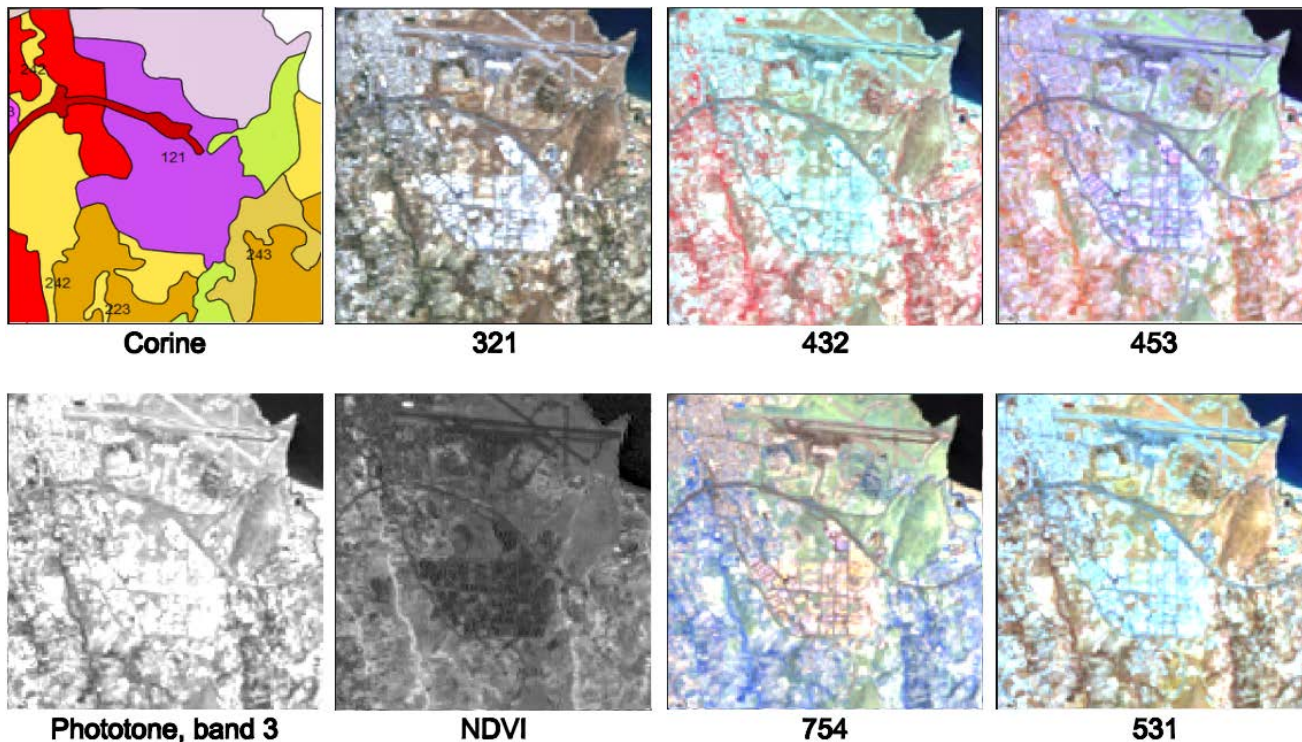
Σε αυτόν τον ορισμό περιλαμβάνονται:

- Εγκαταστάσεις έρευνας και ανάπτυξης.
- Υπηρεσίες ασφάλειας και δημόσιας τάξης όπως σταθμοί πυροσβεστικής και φυλακές.
- Εγκαταστάσεις κοινωνικής πρόνοιας όπως γηροκομεία, αναρρωτήρια και ορφανοτροφεία.
- Ιπποστάσια, γεωργικές εγκαταστάσεις (συνεταιρισμοί, κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις, κλπ).
- Εκθεσιακοί χώροι και χώροι εμποροπανηγύρεων.
- Εγκαταστάσεις παραγωγής πυρηνικής ενέργειας, στρατώνες, πίστες ελέγχου, εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού, δεξαμενές ύδατος και μετασχηματιστές.
- Μεγάλα εμπορικά και εκθεσιακά κέντρα, νοσοκομεία, κέντρα θαλασσοθεραπείας
- Πανεπιστήμια και σχολεία
- Χώροι στάθμευσης
- Εγκαταλελειμμένες βιομηχανικές εγκαταστάσεις και παραπροϊόντα βιομηχανικών δραστηριοτήτων όπου υπάρχουν ακόμη κτίρια.
- Φράγματα (αποταμιευτήρες ύδατος) και υδροηλεκτρικά φράγματα επιφάνειας μεγαλύτερης των 25ha.
- Δίκτυα τηλεπικοινωνιών(σταθμοί ανεφοδιασμού για τηλεοράσεις, τηλεσκόπια, σταθμοί radar)

Αυτός ο ορισμός δεν περιλαμβάνει:

- Εξορυστική βιομηχανία (κατηγορία 1.3.1)
- Σταθμούς φορτοεκφόρτωσης πετρελαίου μέσα σε λιμάνια (κατηγορία 1.2.3)
- Χώρους απορρίψεως απορριμμάτων (κατηγορία 1.3.2)
- Ναυπηγεία (κατηγορία 1.2.3)
- Εμπορικές αποθήκες που ανήκουν σε ιδιωτικές ή δημόσιες υπηρεσίες (κατηγορία 1.1.X)
- Χώροι θρησκευτικής λατρείας όπως μοναστήρια (κατηγορία 1.4.2)

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.23: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 1.2.1, Νομός Ηρακλείου.

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι άσπρος και γκρι.
Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι σκούρο γκρι και σχεδόν μαύρο.
Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM είναι άσπρο, γκρι και τόνοι του καφέ.
Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM κυανό, άσπρο και τόνοι του καφέ.
Η υφή είναι ετερογενής χοντρόκοκκη.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι βιομηχανικό. Δηλαδή σε ένα πολύγωνο συνυπάρχουν όλα εκείνα τα στοιχεία που αποτελούν της βιομηχανικές περιοχές που αναλύθηκαν παραπάνω.
Το μέγεθος της είναι μεγάλο.
Το σχήμα 2D είναι πολυγωνικό.

Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

Ύπαρξη αυτής της κατηγορίας σημαίνει ότι κοντά θα βρίσκεται η κατηγορία 1.1 (Αστικός Ιστός)
Καλύπτεται από κτήρια, οδικό δίκτυο θέσεις στάθμευσης και βλάστηση.

1.2.2 Οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα

i) Περιγραφή

Αυτοκινητόδρομοι και σιδηροδρομικό δίκτυο που περιλαμβάνει τις σχετικές εγκαταστάσεις (σταθμοί, αποβάθρες). Ελάχιστη ζώνη που θα περιληφθεί 100μ.



	Υφή του σιδηροδρόμου
	Υφή αποθηκών και κτιρίων υπηρεσιών
	Υφή σταθμών
	Υφή δρόμου
	Υφή χώρου στάθμευσης
	Υφή γραμμικού πρασίνου

Εικόνα 1.24: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 1.2.2 (CLC manual).



Εικόνα 1.25: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παραδείγματα οδικού και σιδηροδρομικού δικτύου (Σλοβακία, Λιθουανία) (CLC manual).

Όπως έχει προαναφερθεί η χαρτογραφούμενη επιφάνεια πρέπει να έχει μέγεθος τουλάχιστον 25 ha και πλάτος τουλάχιστον 100μ. Το μεγαλύτερο μέρος της υποδομής των δικτύων μεταφορών στην Ευρώπη έχει πλάτος μικρότερο των 100μ. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει κυρίως μεγάλες διασταυρώσεις δρόμων με τη σχετική με αυτές υποδομή και φυτεμένες περιοχές καθώς και μεγάλους χώρους συναρμολόγησης αμαξοστοιχιών.

Σ' αυτήν την κατηγορία οι αεροφωτογραφίες παρέχουν ιδιαίτερα χρήσιμα βοηθητικά στοιχεία. Δίκτυα με πλάτος μικρότερο των 100m σε βιομηχανικά συγκροτήματα και αστικές περιοχές θα ταξινομούνται αντίστοιχα ως «βιομηχανική ζώνη» και «αστικός ιστός». Κατά την ταξινόμηση σε αυτήν την κατηγορία σκοπός είναι πάντα να σχεδιαστεί μία συνεχής γραμμή αγνοώντας τις διακοπές από την ανάπτυξη βλάστησης. Επίσης θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται τα τμήματα διακοπής της σιδηροδρομικής γραμμής για πυροπροστασία.

ii) Ανάλυση

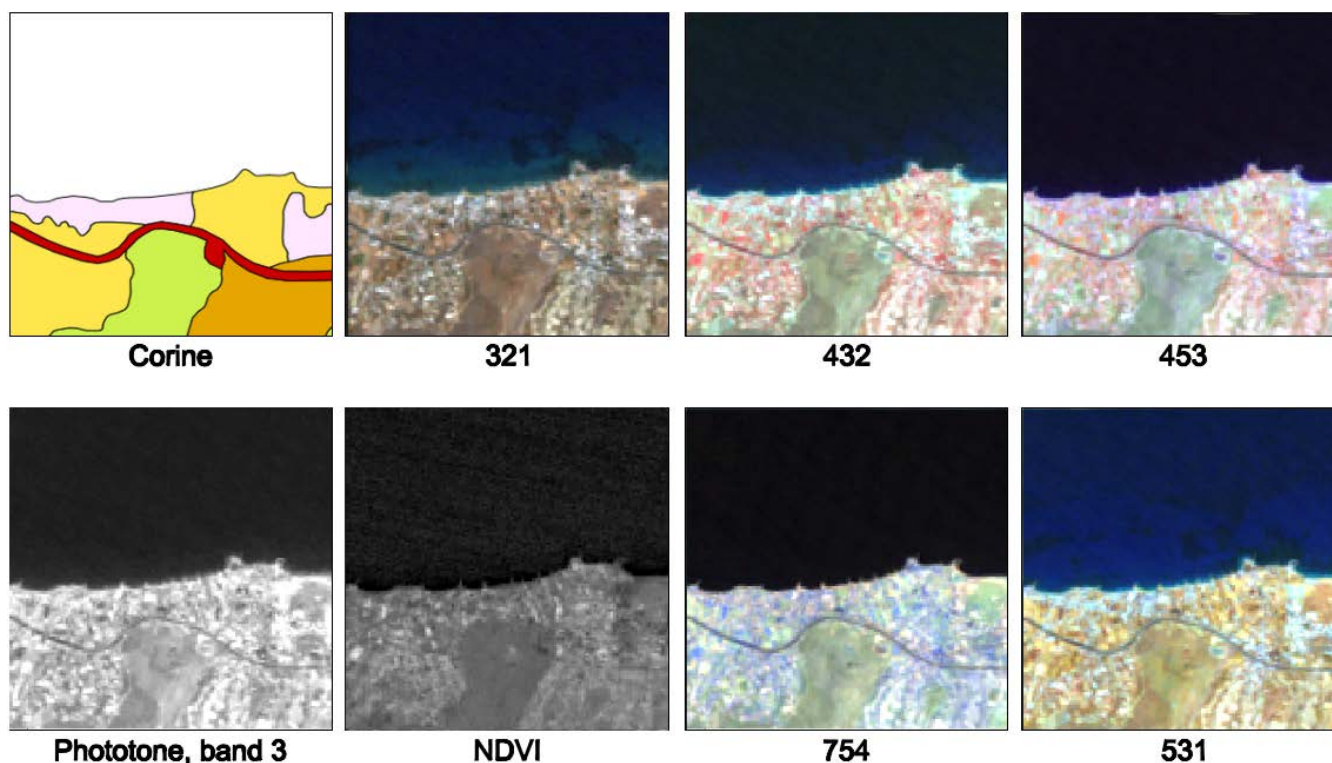
Αυτός ο ορισμός περιλαμβάνει:

- Δίκτυα μεταφορών: οδικό δίκτυο, σιδηροδρομικό δίκτυο και τηλεφερικό με ελάχιστο πλάτος 100μ.
- Χώροι ανάπαυσης σε αυτοκινητόδρομους, σταθμοί υπηρεσιών για οχήματα, χώροι στάθμευσης, σταθμοί ή αποθήκες ρυμουλκών συνδεδεμένα με το δίκτυο αυτοκινητοδρόμων, δραστηριότητες συντήρησης αυτοκινητοδρόμων, σταθμοί διοδίων.
- Χώροι παράταξης οχημάτων, περίμετρος σταθμών, δραστηριότητες συντήρησης σιδηροδρόμων μεγάλες διασταυρώσεις (κόμβοι) με επιφάνεια μεγαλύτερη των 25 ha.

Στον ορισμό αυτό δεν περιλαμβάνονται :

- Αυτοκινητόδρομοι και υπερταχείς σιδηρόδρομοι υπό κατασκευή (1.3.3)
- Εγκαταλεημένα τμήματα του δικτύου μεταφορών καθώς ταξινομούνται στην αντίστοιχη πραγματική κατηγορία κάλυψης γης.

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.26: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 1.2.2, Νομός Ηρακλείου.

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι γκρι.
Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι γκρι (δεν ξεχωρίζει καθόλου από το περιβάλλον).
Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM είναι σκούρο γκρι.
Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM σκούρο γκρι.
Η υφή είναι λεία.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι συγκοινωνιακό.
Το μέγεθος της είναι μεγάλο.
Το σχήμα 2D είναι μακρόστενο.

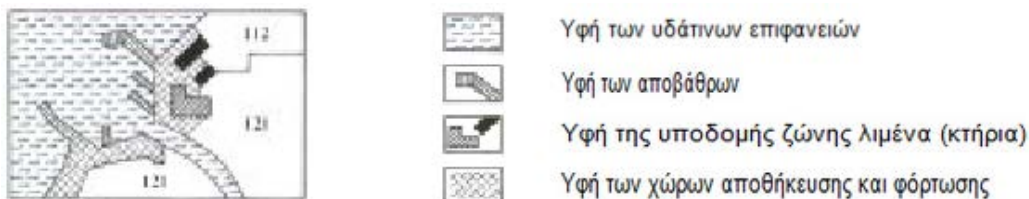
Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

Συνήθως έχει κοινό όριο με πολλές και διαφορετικές κατηγορίες λόγω του μακρόστενού της σχήμα.

1.2.3 Ζώνες λιμένων

i) Περιγραφή

Υποδομή ζωνών λιμένων περιλαμβανομένων των αποβάθρων, των ναυπηγείων και των μαρίνων.



Εικόνα 1.27: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 1.2.3 (CLC manual)..



Εικόνα 1.28: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παραδείγματα από Σλοβακία και Λιθουανία (CLC manual).

Κατά την οριοθέτηση πολυγώνων της κατηγορίας αυτής θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η γεωγραφική θέση το ότι υπάρχει δηλαδή γεινίαση με θάλασσα ή υδατόρρευμα και συνήθως, για την καλύτερη οριοθέτηση, υπάρχει ανάγκη για τη χρήση τοπογραφικών χαρτών και αεροφωτογραφιών. Η ζώνη λιμένα περιλαμβάνει την υποδομή του λιμένα με την αυστηρή έννοια (αποβάθρες, στέγαστρα, αποθήκες) ενώ οι βιομηχανικές και εμπορικές μονάδες που βρίσκονται σε άμεση γεινίαση θα πρέπει να απομονώνονται μόνο όταν έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη των 25 ha και είναι σαφώς διακριτές στα υπόβαθρα που χρησιμοποιούνται στο έργο: δορυφορικές εικόνες, τοπογραφικοί χάρτες και αεροφωτογραφίες.

Τα προχώματα και οι σχετικές με αυτά επιφάνειες θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη μόνο όταν έχουν πλάτος πάνω από 100μ. Οι υδατολεκάνες στην ενδοχώρα και στις μαρίνες κανονικά δεν περιλαμβάνονται στην κτισμένη επιφάνεια των ζωνών λιμένων. Από την άλλη, όπου τα προχώματα και οι κτισμένες εγκαταστάσεις των λιμένων (θαλάσσιος σταθμός πλοίων, αποβάθρες και αποθήκες) έχουν πλάτος μικρότερο των 100m και/ή καλύπτουν επιφάνεια μικρότερη των 25ha, η επιφάνεια αυτών των υδατολεκάνων (γλυκού ή αλμυρού ύδατος), που οριοθετείται από τα προχώματα, θα πρέπει να προσμετράται στην επιφάνεια της ζώνης λιμένα.

ii) Ανάλυση

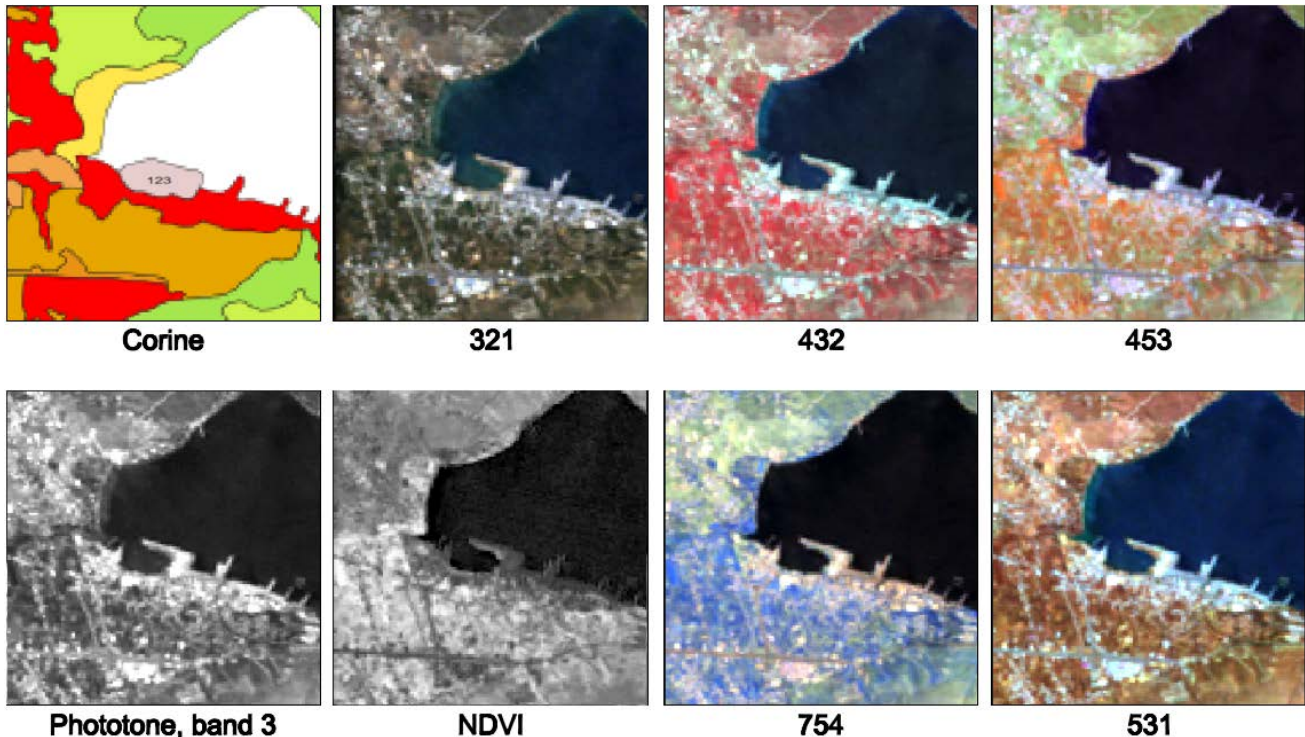
Αυτός ο ορισμός περιλαμβάνει:

- Εμπορικά και στρατιωτικά λιμάνια.
- Νεώρια.
- Λιμάνια αλιείας.
- Λιμάνια για yachts, λιμάνια για σκάφη αναψυχής και αθλητισμού.
- Υπηρεσίες φόρτωσης και υποδομών λιμανιού.
- Λιμάνια σε θαλασσες, λίμνες, ποτάμια.
- Σταθμούς λιμανιών, κτίρια αποβάθρων.
- Σταθμούς φορτοεκφόρτωσης πετρελαίου.
- Δρόμους, σιδηρόδρομους και χώρους στάθμευσης μέσα στο χώρο του λιμανιού.
- Γειτονικές περιοχές ύδατος που περιβάλλονται από αποβάθρες αν η περιοχή υποδομής του λιμανιού (στεριά) είναι μικρότερη από 25 ha.

Στον ορισμό αυτό δεν περιλαμβάνονται :

- βιομηχανικές και εμπορικές μονάδες μεγαλύτερες των 25 ha, συσχετισμένες με δραστηριότητες λιμένων (κατηγορία 1.2.1)

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.29: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 1.2.3, Νομός Χανίων.

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι σχεδόν άσπρο και γκρι.

Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι σκούρο γκρι.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM είναι σχεδόν άσπρο και γκρι (περισσότερο από ότι στον τόνο του γκρι).

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM σχεδόν άσπρο και άσπρο.

Η υφή είναι ετερογενείς μεσαία

Το περίγραμμα της κατηγορίας μπορεί εύκολα να καθοριστεί από την πλευρά της θάλασσας ενώ από την πλευρά της στεριάς πιο δύσκολα.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι πρότυπο λιμανιού.

Το μέγεθος της είναι μικρό ή μεσαίο.

Το σχήμα 2D είναι πολυγωνικό.

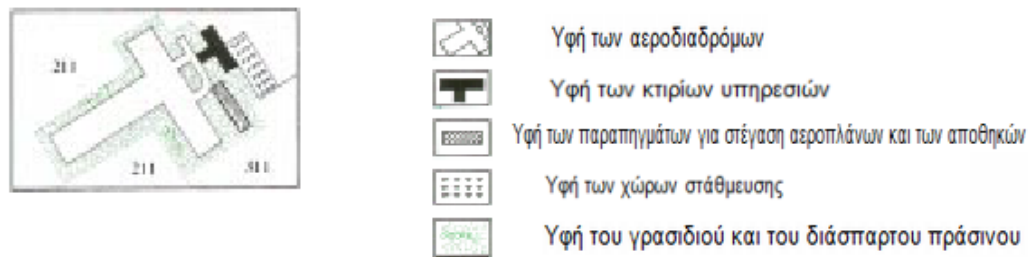
Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

Πάντα η κατηγορία αυτή έχει κοινό όριο με την θάλασσα από την μία μεριά. Σε πολλές περιπτώσεις είναι κοντά με την κατηγορία 1.1 (Αστικός Ιστός)

1.2.4 Αεροδρόμια

i) Περιγραφή

Εγκαταστάσεις αεροδρομίων: αεροδιάδρομοι, κτίρια και συσχετισμένη/γειτνιάζουσα με αυτά γη.



Εικόνα 1.30: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 1.2.4 (CLC manual).



Εικόνα 1.31: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παράδειγμα από αεροδρόμιο της Λιθουανίας (CLC manual).

Τεχνητοί αεροδιάδρομοι που περιβάλλονται από επιφάνειες με γρασίδι διακρίνονται εύκολα στις δορυφορικές εικόνες. Κτίρια όπως γραφεία, αεροσταθμοί, παραπήγματα για στέγαση αεροπλάνων, εργαστήρια, αποθήκες, δεξαμενές αποθήκευσης, χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων και οι επιφάνειες που καλύπτονται από γρασίδι περιλαμβάνονται στην επιφάνεια του αεροδρομίου. Τα ελικοδρόμια περιλαμβάνονται επίσης σ' αυτή την κατηγορία όταν έχουν επιφάνεια τουλάχιστον 25 ha.

Ακόμα, περιοχές δάσους και γεωργική γη κοντά σε υποδομή αεροδρομίου, όταν έχει επιφάνεια μεγαλύτερη των 25 ha, θα πρέπει να διαχωρίζεται εκτός αν πρόκειται για ζώνη πλάτους έως 100m γύρω από το αεροδρόμιο. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η επιφάνεια του αεροδρομίου που οριοθετείται στο έδαφος με φράχτη ή μονοπάτι αποτυπώνεται σε μεγάλης κλίμακας τοπογραφικούς χάρτες (1: 25.000 και 1:50.000).

ii) Ανάλυση

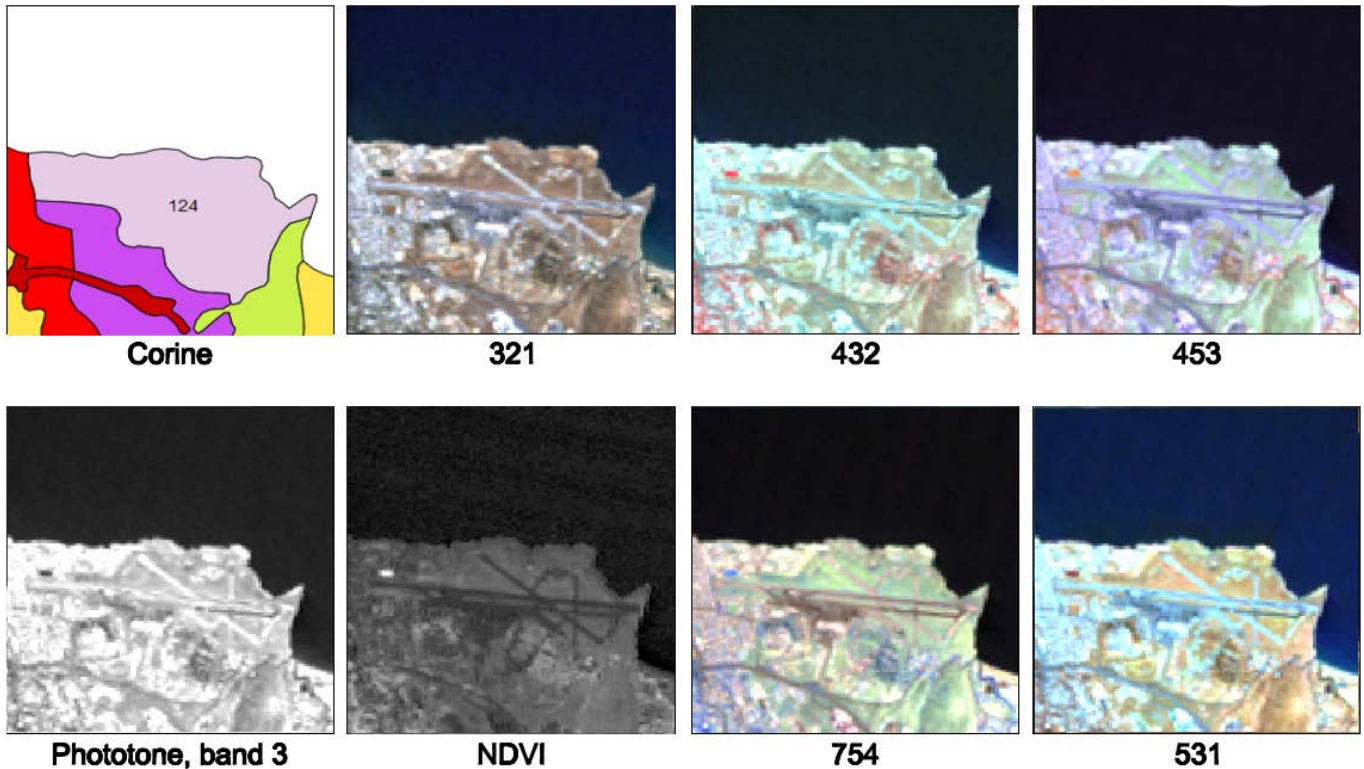
Αυτός ο ορισμός περιλαμβάνει:

- Αεροδιαδρόμους προσγείωσης και απογείωσης (με επιφάνεια από σκυρόδεμα και γρασίδι) πολιτικών, στρατιωτικών και αθλητικών αεροδρομίων με αεροδιαδρόμους που δεν έχουν καλυφθεί από σκυρόδεμα ή ασφαλτο και με σχετικές εγκαταστάσεις.
- Τερματικούς σταθμούς, παραπήγματα για στέγαση αεροπλάνων, κτίρια υπηρεσιών και αποθηκών και στεγασμένοι χώροι.
- Σχολές πιλότων πολιτικής αεροπορίας.
- Χώρους στάθμευσης και γειτνιάζουσες περιοχές.
- Γειτονικές περιοχές με γρασίδι ή με διάσπαρτα δέντρα και θάμνους μέσα στην ζώνη του αεροδρομίου.

Στον ορισμό αυτό δεν περιλαμβάνονται :

- Μικρά αεροδρόμια για αθλητισμό με αεροδιαδρόμους που δεν έχουν καλυφθεί από σκυρόδεμα ή άσφαλτο.
- Εγκαταλελειμμένα αεροδρόμια θα πρέπει να ταξινομηθούν στην κατηγορία 3.2.1.

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.32: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 1.2.4, Νομός Ηρακλείου.

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι άσπρο και γκρι.

Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι σκούρο γκρι και σχεδόν μαύρο.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM είναι γκρι, και τόνοι του καφέ. Σε κάποια αεροδρόμια που ενδεχομένως έχουν βλάστηση θα υπάρχει και πράσινο χρώμα.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM κυανό, ανοιχτό καφέ και σχεδόν άσπρο. Πάλι σε περίπτωση παρουσίας βλάστησης θα υπάρχει και κόκκινο χρώμα σε αυτήν την κατηγορία.

Η υφή είναι ετερογενής ή τραχεία.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι περιπεπλεγμένο ή γραμμικό σε άλλες περιπτώσεις κάτι που εξαρτάται από το μέγεθος του.

Το μέγεθος της είναι μεγάλο.

Το σχήμα 2D είναι πολυγωνικό.

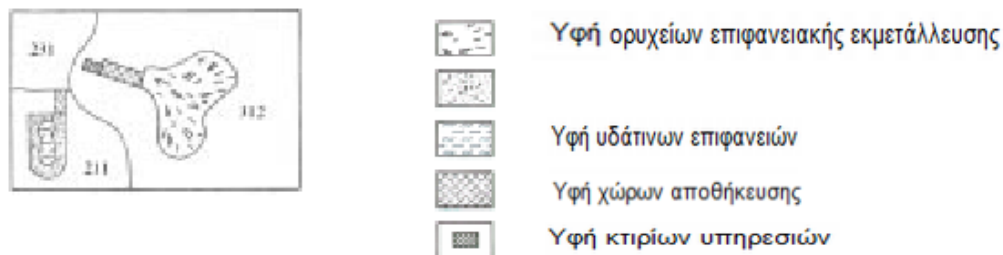
Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

Κάποιες φορές βρίσκεται κοντά με την κατηγορία 1.1. Ενώ συχνή είναι και η γειτονία του με την θάλασσα.

1.3.1 Χώροι εξορύξεως ορυκτών

i) Περιγραφή

Περιοχές με ανοιχτά φρέατα ορυχείων για εξόρυξη οικοδομικών υλικών (λάκκοι άμμου, λατομεία) ή άλλων ορυκτών (μεταλλεία επιφανείας). Περιλαμβάνει και λατομεία αμμοχάλικου κάτω από νερό, εκτός από την εξόρυξη σε κοίτη ποταμού.



Εικόνα 1.33: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 1.3.1 (CLC manual).



Εικόνα 1.34: Αντιπροσωπευτική εικόνα της κατηγορίας 1.3.1 με παράδειγμα εξόρυξης κάρβουνου από τη Λιθουανία (CLC manual).

Τα λατομεία αναγνωρίζονται εύκολα στις δορυφορικές εικόνες (λευκές περιοχές) λόγω της αντίθεσης που κάνουν με το περιβάλλον τους. Το ίδιο ισχύει με τους εν ενεργεία λάκκους αμμοχάλικου. Στην περίπτωση των ορυχείων ανοικτής εκμετάλλευσης (εξόρυξης), αυτά δεν είναι πάντα εύκολο να διακριθούν από την κατηγορία 1.3.2 (Χώροι Απόρριψης Απορριμμάτων). Σ' αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν βοηθητικά στοιχεία για την άρση τυχών αμφιβολιών.

Εγκαταλελειμμένα ορυχεία ανοικτής εκμετάλλευσης, λατομεία, λάκκοι άμμου, λατομεία σχιστόλιθου και λατομεία αμμοχάλικου (που δεν καλύπτονται από νερό) περιλαμβάνονται σ' αυτή την κατηγορία. Όμως θραύσματα από καταστροφές δεν περιλαμβάνονται σ' αυτή την κατηγορία. Θέσεις που έχουν πρόσφατα εγκαταλειφθεί, χωρίς ίχνος βλάστησης, περιλαμβάνονται σ' αυτή την κατηγορία. Όταν είναι ορατή η φύτευση με κάποιο είδος βλάστησης, τότε οι περιοχές αυτές ταξινομούνται στο αντίστοιχο είδος βλάστησης.

ii) Ανάλυση

Στον ορισμό αυτό περιλαμβάνονται:

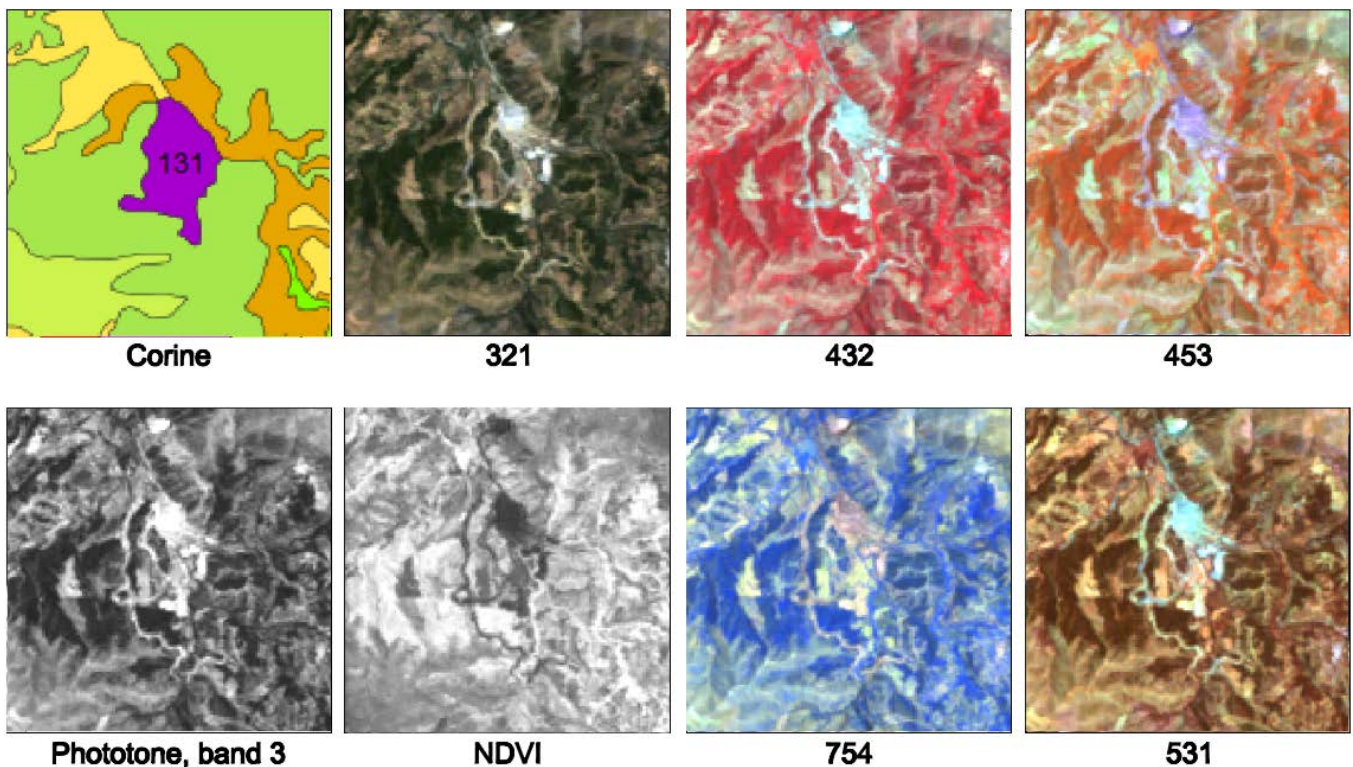
- Ανοιχτά φρέατα ορυχείων που συχνά σχετίζονται με σωρούς εξορυχθέντων οικοδομικών υλικών όπως αμμοχάλικο, βράχοι και άργιλος ή μεταλλευμάτων και ορυκτών υλικών που δεν περιέχουν μέταλλευμα δηλαδή σίδηρος, μεταλλεύματα μαγνησίου, μαγνησίτης, λιγνίτης, κάρβουνο, καολίνης κλπ.
- Υποδομή κτιρίων και εγκαταστάσεις για την εξόρυξη ή πρωτογενή επεξεργασία των εν λόγω υλικών και ορυκτών.
- Δίκτυα μεταφορών που σχετίζονται με ανοιχτά φρέατα εξόρυξης
- γειτνιάζουσες περιοχές.

- Υδάτινες επιφάνειες (μικρότερες των 25 ha) που συχνά σχετίζονται με ανοιχτά φρέατα αμμοχάλικου κλπ.
- Λάκκοι ορυκτού άλατος.
- Χώροι συλλογής άμμου μέσα σε παραθαλάσσιες περιοχές αμμόλοφων.
- Φρέατα εξόρυξης πετρελαίου και περιοχές εξόρυξης αερίων και υγρών υδρογονανθράκων και πετρελαίου σε σχιστόλιθο.

Στον ορισμό αυτό δεν περιλαμβάνονται :

- Εκμεταλλευμένοι βάλτους με φυτάνθρακα (κατηγορία 4.1.2).
- Γη γεινιαζουσα με ορυχεία όπου γίνεται ταφή στείρων υλικών (χώροι απόρριψης κατραμιού και σκωρίας μετάλλων) (κατηγορία 1.3.2).
- Παράκτια αλίπεδα (κατηγορία 4.2.2).
- Λιθώνες (κατηγορία 3.3.2).
- Εγκαταλελειμμένα ορυχεία που έχουν αναμορφωθεί σε χώρους αναψυχής (κατηγορία 1.4.2).

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.35: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 1.3.1, Νομός Ρεθύμνου.

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι σχεδόν άσπρο και γκρι.

Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι γκρι και σκούρο γκρι.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM είναι γκρι, σκούρο πράσινο και τόνοι του καφέ.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM ανοιχτό κυανό, γκρι, ανοιχτό καφέ και κόκκινο.

Η υφή είναι ετερογενής τραχεία.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι εργοταξιακό.
Το μέγεθος της είναι μεγάλο.
Το σχήμα 2D είναι ακαθόριστο.

Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

Το μεγαλύτερο μέρος του πολυγώνου κάνει αντίθεση με το περιβάλλον καθώς είναι πιο φωτεινό.

1.3.2 Χώροι απορρίψεως απορριμμάτων

i) Περιγραφή

Περιλαμβάνονται δημόσιοι αλλά και βιομηχανικοί χώροι απορρίψεως απορριμμάτων καθώς και αποβλήτων των ορυχείων τα οποία είναι είτε σε στερεά είτε σε υγρή μορφή.



Εικόνα 1.36: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 1.3.2 (CLC manual).



Εικόνα 1.37: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παραδείγματα χώρων απόρριψης δημοτικών και βιομηχανικών αποβλήτων από την Σλοβακία (CLC manual).

Σε αυτήν την κατηγορία παρουσιάζονται δορυφορικές εικόνες από το CORINE Land Cover Technical Guide 1994 καθώς η συγκεκριμένη κατηγορία κάλυψης γης, δεν υπήρχε στην Κρήτη το έτος 2000 όπου αναφέρονται οι δορυφορικές εικόνες της παρούσας δουλειάς.

Με βάση το manual αναφέρεται ότι οι χώροι απορρίψεως απορριμμάτων συχνά έχουν διαφορετικές φασματικές υπογραφές κι έτσι είναι δύσκολο να αναγνωριστούν στις δορυφορικές εικόνες. Ένα από τα χαρακτηριστικά που βοηθάνε στην αναγνώρισή τους είναι η δομή τους και το χαρακτηριστικό κυκλικό σχήμα που συχνά απαντάται κοντά σε μεγάλες πόλεις και βιομηχανικές ζώνες. Τη φωτοερμηνεία τους συχνά την δυσκολεύει η φύτευση αυτών των χώρων με διάφορους τύπους βλάστησης κάτι που κάνει ορισμένες φορές απαραίτητη τη μελέτη αεροφωτογραφιών ή την επί τόπου επίσκεψη.

Χώροι απορρίψεως απορριμμάτων με επιφάνεια μικρότερη των 25ha που βρίσκονται κοντά σε κατασκευαστική βιομηχανία (όπως πριονιστήριο) θα πρέπει να ταξινομούνται στην κατηγορία 1.2.1 (Βιομηχανικές και Εμπορικές Ζώνες).

ii) Ανάλυση

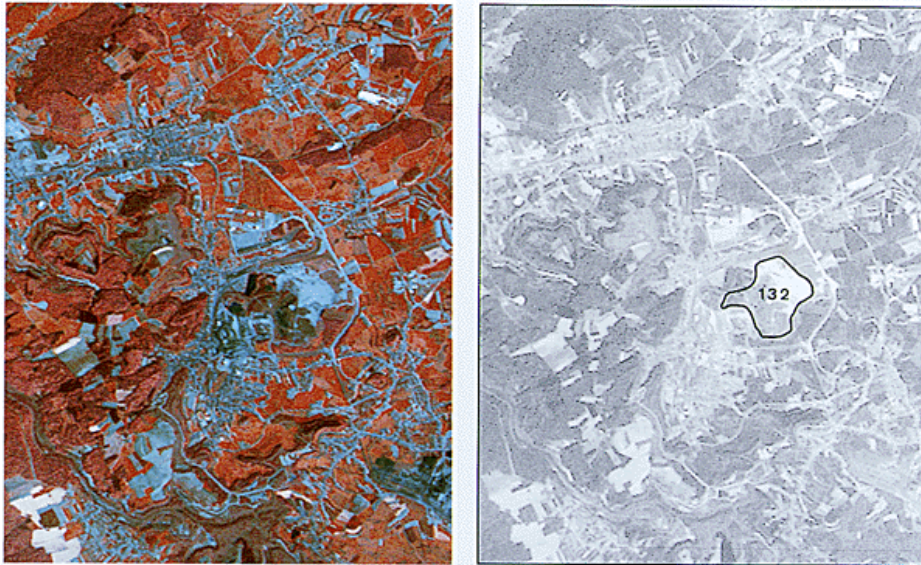
Στον ορισμό αυτό περιλαμβάνονται:

- Χώρους απορρίψεως δημόσιων και οικιακών αποβλήτων (χωματερές).
- Χώρους απορρίψεως βιομηχανικών αποβλήτων, βράχων μετά από την επεξεργασία διάφορων πρωτογενών υλικών.
- Χώρους απορρίψεως αποβλήτων από σταθμούς βιολογικού καθαρισμού λυμάτων οικισμών.
- Δεξαμενές συγκέντρωσης υγρών αποβλήτων, προϊόντων διαφόρων χημικών επεξεργασιών.
- Προστατευτικές τάφρους.
- Ζώνες πρασίνου, προστατευτικές γύρω από χώρους απόρριψης απορριμμάτων.
- Κτίρια, δίκτυα μεταφορών με χώρους στάθμευσης που σχετίζονται με το χώρο απόρριψης απορριμμάτων.
- Σωρούς σκωρίας μετάλλων χωρίς βλάστηση.

Στον ορισμό αυτό δεν περιλαμβάνονται :

- Λεκάνες μετάγγισης βιολογικού καθαρισμού υδάτων (κατηγορία 1.2.1).
- Εγκαταλελειμμένους χώρους απόρριψης απορριμμάτων που έχουν αναμορφωθεί σε χώρους αναψυχής (κατηγορία 1.4.2).
- Σωρούς σκωρίας μετάλλων με βλάστηση (κατηγορία 3XX).

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.38: Luxembourg/Area: Differdange μαζί με την Παρεμβολή Landsat TM 4.3.2. 1:100 000, August 1989 (CLC Manual).

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι σχεδόν άσπρο και σκούρο γκρι.

Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι άγνωστο.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM είναι άγνωστο.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM είναι ανοιχτό κυανό και καφέ.

Η υφή είναι ετερογενής τραχεία.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι ακαθόριστο.

Το μέγεθος της είναι μικρό.

Το σχήμα 2D είναι κυκλικό.

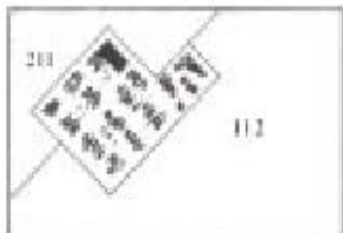
Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

Συχνά βρίσκεται κοντά σε Αστικό ιστό ή σε Βιομηχανικές περιοχές.
Περιλαμβάνει χώρους απόθεσης των αποβλήτων γυμνό έδαφος και/ή βλάστηση.

1.3.3 Χώροι οικοδόμησης

i) Περιγραφή

Χώροι υπό οικοδομική ανάπτυξη, χώροι εκσκαφής βράχων ή του εδάφους και χωματουργικών έργων περιλαμβάνονται σε αυτήν την κατηγορία.



Υφή των κτιρίων υπό κατασκευή

Εικόνα 1.39: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 1.3.3 (CLC manual).



Εικόνα 1.40: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παραδείγματα σπιτιών και άλλων τεχνικών έργων υπό κατασκευή από τη Σλοβακία (CLC manual).

Σημειώνεται ότι αυτή η κατηγορία μπορεί εύκολα να μπερδευτεί με την κατηγορία 1.3.2 (Χώροι εξορύξεως ορυκτών) που μπορεί να αποφευχθεί με την χρήση αεροφωτογραφιών.

Όπως συνήθως, όταν η επιφάνειά τους είναι μεγαλύτερη από 25 ha θα πρέπει να απομονώνονται από περιοχές που εσωκλείονται όπως ο Συνεχής Αστικό Ιστός.

ii) Ανάλυση

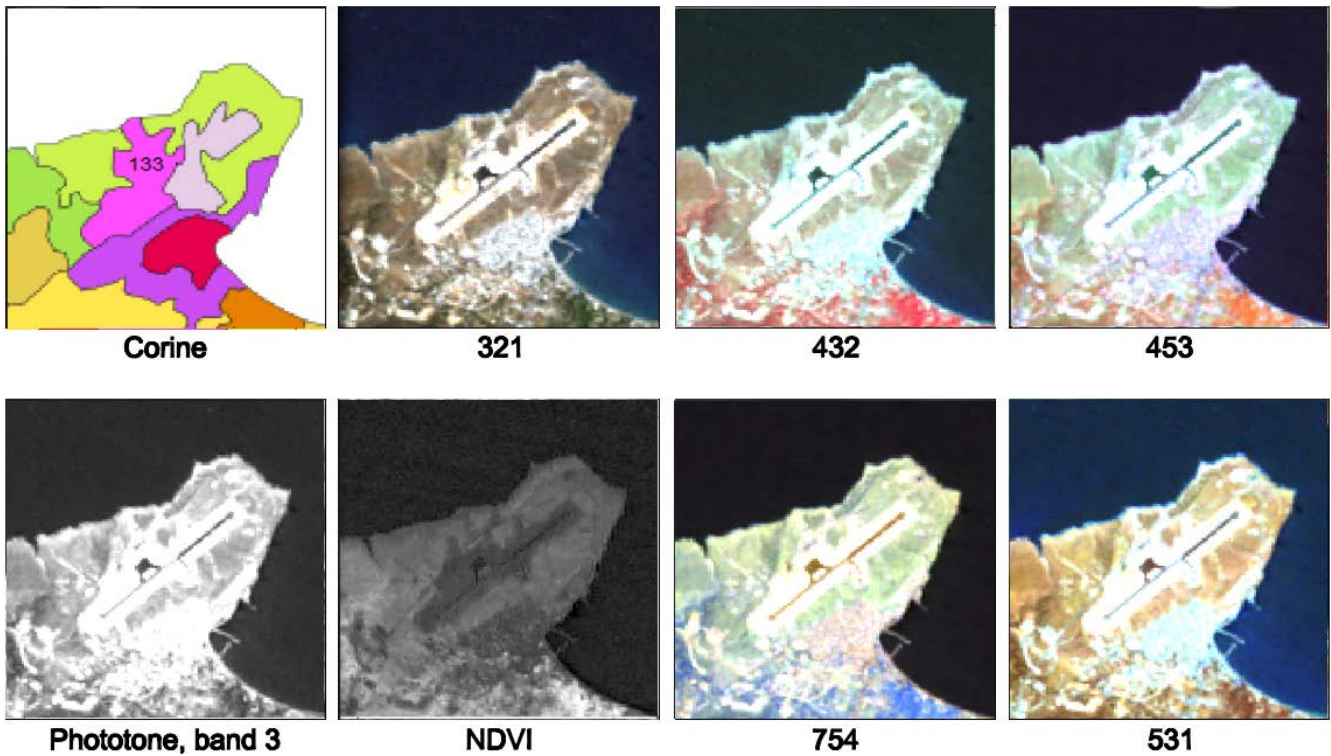
Στον ορισμό αυτό περιλαμβάνονται:

- Οικοδόμηση δημόσιων χώρων, οδικού και σιδηροδρομικού δικτύου, βιομηχανικών εγκαταστάσεων αλλά και φράγματα και δεξαμενές υπό κατασκευή.

Αυτός ο ορισμός δεν περιλαμβάνει:

- Ολοκληρωμένα τμήματα δικτύων μεταφορών υπό κατασκευή όταν είναι μεγαλύτερα από 25 ha.
- Γεωργικά εγγειοβελτιωτικά έργα (βελτίωση εδάφους, αποστράγγιση, αναδασμοί).

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.41: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 1.3.3, Νομός Λασηθίου.

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι άσπρο και/ή ανοιχτό γκρι.

Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι διάφοροι τόνοι του γκρι.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM είναι άσπρο ή ανοιχτό κυανό.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM είναι άσπρο και ανοιχτό κυανό.

Η υφή είναι χοντρόκοκκη.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι εργοταξιακό.

Το μέγεθος της είναι μεγάλο.

Το σχήμα 2D είναι γωνιώδες.

Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

Συνήθως είναι κοντά σε άλλες τεχνητές επιφάνειες ενώ έχει αντίθεση με τον περίγυρό της αφού είναι πιο ανοιχτόχρωμη.

1.4.1 Περιοχές αστικού πρασίνου

i) Περιγραφή

Περιοχές όπως πάρκα και κοιμητήρια με πράσινο τα οποία βρίσκονται μέσα στον αστικό ιστό (Συνεχή ή Ασυνεχή).



Εικόνα 1.42: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 1.4.1 (CLC manual).



Εικόνα 1.43: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας από τη Σλοβακία (CLC manual).

Όπως και με την κατηγορία 1.3.2, έτσι και γι' αυτήν εδώ δεν υπάρχει χαρακτηριστικό πολύγωνο για την περιοχή της Κρήτης για το έτος 2000 που πάρθηκαν οι δορυφορικές εικόνες.

Γενικά, συνιστάται ώστε να χρησιμοποιούνται τοπογραφικοί χάρτες και αεροφωτογραφίες για τον εντοπισμό και οριοθέτηση αυτών των χώρων. Τα κοιμητήρια με λίγη ή καθόλου βλάστηση δεν θα πρέπει να διαχωρίζονται από τις κατηγορίες 1.1.1 και 1.1.2.

ii) Ανάλυση

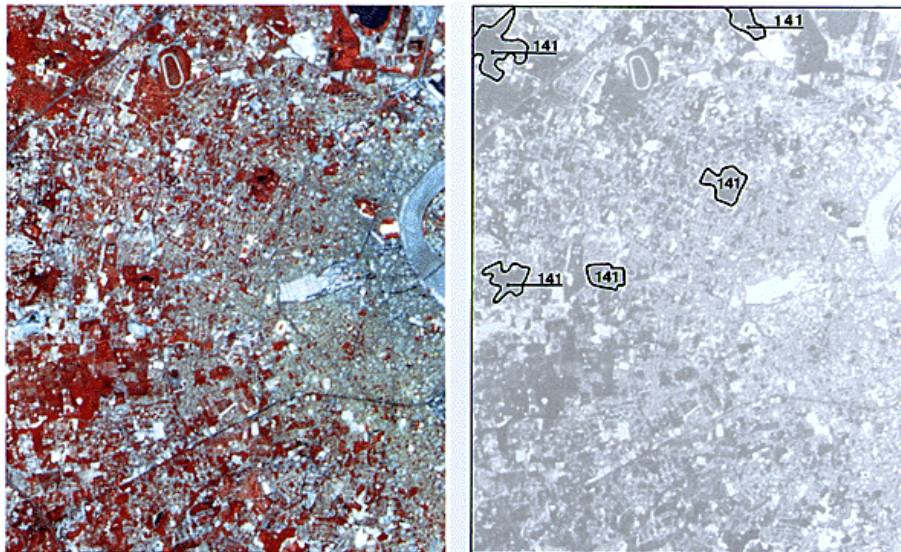
Στον ορισμό αυτό περιλαμβάνονται:

- Πάρκα, κοιλάδες που έχουν διαμορφωθεί ως πάρκα, λιβάδια, ανθώνες σε οικισμούς διακοσμητικούς κήπους.
- Βοτανικούς και ζωολογικούς κήπους που βρίσκονται μέσα σε οικισμούς (Αστικός Ιστός–1.1.1 και 1.1.2) ή σε περιμετρική ζώνη επαφής με οικισμούς.
- Πλατείες πόλεων.
- Ελεύθερους εσωτερικούς χώρους συγκροτημάτων κατοικιών σε πόλεις κοιμητήρια με πράσινο μέσα σε οικισμούς.
- Περιοχές με βλάστηση που χρησιμοποιούνται για αναψυχή αν και αυτή μπορεί να μην είναι η κύρια χρήση τους, όπως δάση μέσα σε αστικό ιστό.

Αυτός ο ορισμός δεν περιλαμβάνει:

- Κήπους πόλεων (κατηγορία 2.4.2).
- Κοιμητήρια με πράσινο εκτός αστικού ιστού (κατηγορία 1.4.2).
- Κοιμητήρια χωρίς πράσινο μέσα σε αστικό ιστό (κατηγορία 1.1.1 ή 1.1.2)

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.44:Κατηγορία 1.4.1. France/Area: Bordeaux μαζί με Παρεμβολή SPOT XS 3.2.1., Ιούλιος 1987 (CLC manual).

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι γκρι.
Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι ανοιχτό γκρι και ή άσπρο.
Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM είναι τόνοι του πράσινου.
Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM είναι τόνοι του κόκκινου.
Η υφή είναι λεία.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι πρότυπο βλάστησης.
Το μέγεθος της είναι μικρό.
Το σχήμα 2D είναι ακαθόριστο.

Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

Περιβάλετε και έχει κοινό όριο με το Αστικό ιστό

1.4.2 Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής

i) Περιγραφή

Χρήσης γης που περιλαμβάνουν χώρους για κατασκήνωση, αθλητικά γήπεδα, πάρκα αναψυχής, γήπεδα γκολφ, ιππόδρομους, κλπ και τεχνητά πάρκα που δεν βρίσκονται μέσα σε αστικές περιοχές.



Εικόνα 1.45: Σχήμα 29 Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 1.4.2 (CLC manual).



Εικόνα 1.46: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παράδειγμα αθλητικού χώρου από τη Σλοβακία (CLC manual).

Άλλες πηγές όπως αεροφωτογραφίες, ή θεματικοί χάρτες είναι συχνά απαραίτητοι για τον προσδιορισμό αυτής της κατηγορίας. Αυτό επίσης βοηθάει και για την διάκρισή της από την κατηγορία 1.4.1 όπου συχνά υπάρχει ο κίνδυνος σύγχυσης μεταξύ τους.

ii) Ανάλυση

Αυτός ο ορισμός περιλαμβάνει:

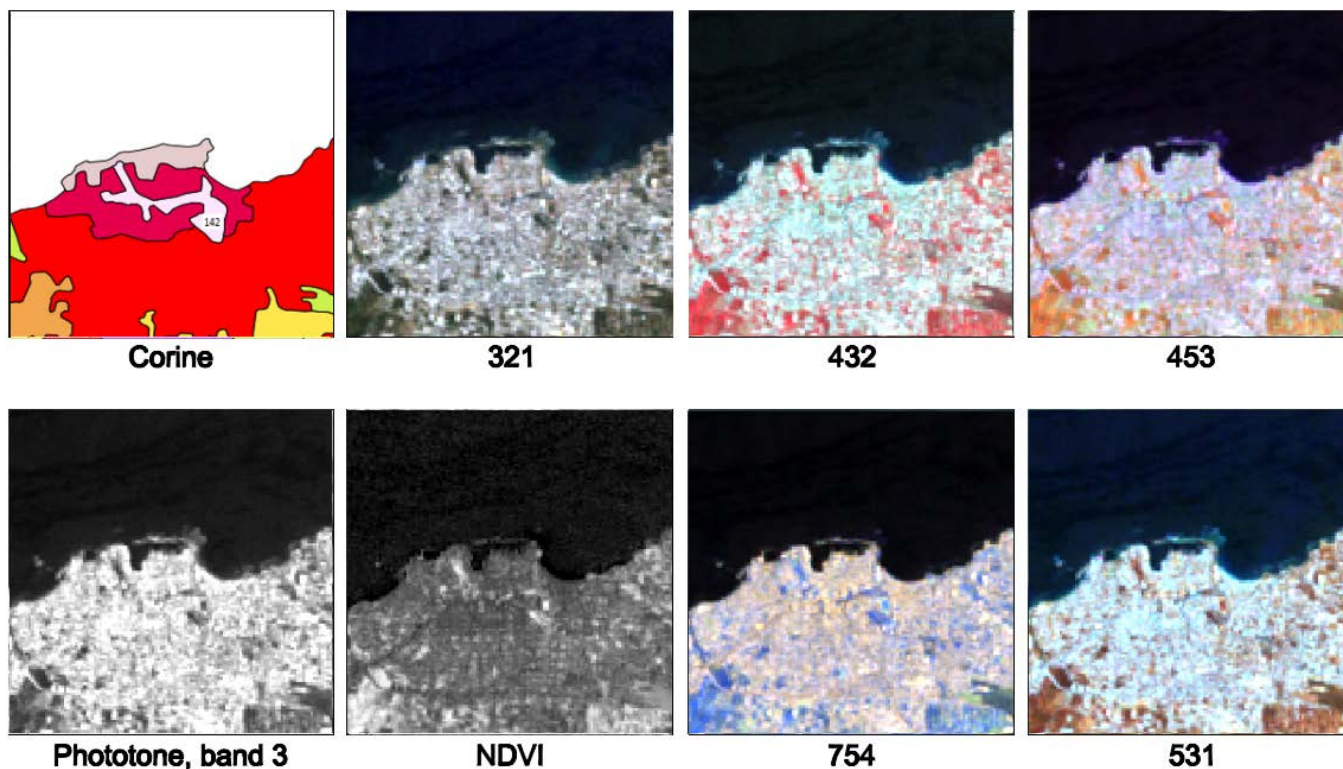
- Περιοχές αθλητικών εγκαταστάσεων όπως γήπεδα ποδοσφαίρου με τη σχετική υποδομή, γήπεδα γκολφ, αίθουσες hockey, πισίνες, γήπεδα τένις, στάδια ποδηλασίας, εγκαταστάσεις ιπποδρόμων, εγκαταστάσεις σκι (εκτός από πίστες σκι) και κλειστά γυμναστήρια, μέσα σε οικισμούς αλλά και έξω από αυτούς.
- Σκοπευτήρια.
- Κοιμητήρια με βλάστηση που βρίσκονται έξω από οικισμούς.
- Εγκαταστάσεις κάμπινγκ.
- Παραθεριστικούς καταυλισμούς που χρησιμοποιούνται για προσωρινή κατοικία και αναψυχή έξω από οικισμούς.
- Ζωολογικούς και βοτανικούς κήπους έξω από οικισμούς
- Συγκροτήματα ανοιχτών αρχαιολογικών χώρων.
- Πίστες αγώνων αυτοκινήτου.
- Δασικά πάρκα στην περίμετρο πόλεων.
- Μικρά αεροδρόμια για αθλητικές δραστηριότητες, χωρίς επίστρωση με σκυρόδεμα ή άσφαλτο.

Αυτός ο ορισμός δεν περιλαμβάνει:

- Πίστες αγώνων αυτοκινήτου μέσα σε βιομηχανικές ζώνες που χρησιμοποιούνται για ελέγχους (κατηγορία 1.2.1).
- Πάρκινγκ τροχόσπιτων που χρησιμοποιείται για εμπορικές δραστηριότητες (κατηγορία 1.2.1).
- Παραλίες (κατηγορία 3.3.1)
- Περιοχές κάμπινγκ με δάση που δεν έχουν διαμορφωθεί για το σκοπό αυτό (κατηγορία 3.1.X)

- Ιπποστάσια (κατηγορία 1.2.1)

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.47: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 1.4.2, Νομός Χανίων.

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι γκρι και σχεδόν άσπρο.

Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι γκρι και σχεδόν άσπρο (αντίστροφα από τον τόνο του γκρι για το κανάλι 3)

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM είναι πράσινο, γκρι και καφέ.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM κόκκινο, κυανό και καφέ.

Η υφή είναι λεπτόκοκκη.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι ακαθόριστο.

Το μέγεθος της είναι μεσαίο.

Το σχήμα 2D είναι ακαθόριστο.

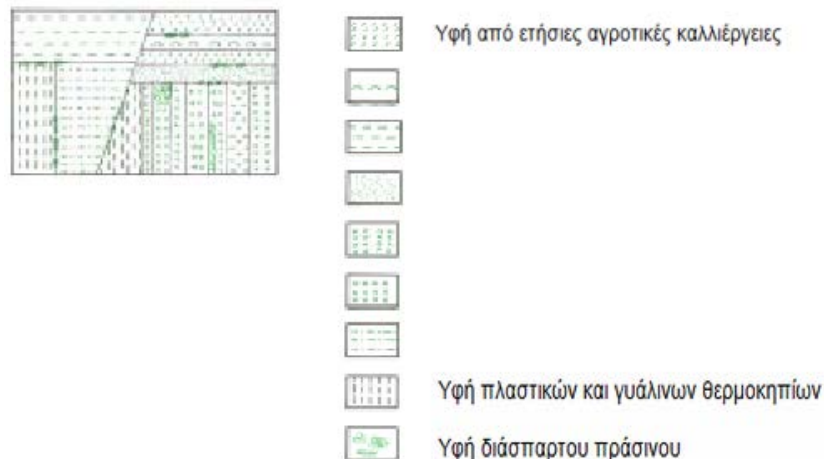
Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

Είτε περιβάλετε είτε είναι δίπλα από τον Αστικό ιστό.

2.1.1 Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη

i) Περιγραφή

Δημητριακά, λαχανικά, όσπρια, κτηνοτροφικά φυτά, βιομηχανικά φυτά, φυτά με βρώσιμες ρίζες και γη σε αγρανάπαυση περιλαμβάνονται σε αυτήν την κατηγορία. Ακόμα περιλαμβάνονται καλλιέργειες λουλουδιών και δέντρων (φυτώρια, είτε σε ανοικτούς χώρους είτε σε θερμοκήπια από γυαλί ή πλαστικό), καλλιέργειες οπωρολαχανικών, αρωματικά και θεραπευτικά φυτά και φυτά από τα οποία παράγονται καρυκεύματα.



Εικόνα 1.48: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.1.1 (CLC manual).



Εικόνα 1.49: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παράδειγμα αρόσιμης γης από τη Δυτική Σλοβακία (CLC manual).

Προσοχή χρειάζεται ώστε να μην υπάρξει σύγχυση μεταξύ 2.1.1 και άλλων κατηγοριών γεωργικής γης όπως 2.1.2, 2.3.1, 2.4.1 και 2.4.1 που αναλύονται παρακάτω.

Βοηθητικά στοιχεία όπως αεροφωτογραφίες, στοιχεία γεωργικών καταγραφών, στατιστικές κλπ κάνουν την οριοθέτηση της παραπάνω περιοχής ευκολότερη.

Προσωρινά ή τεχνητά λιβάδια σε καθεστώς αμειψισποράς, καλλιέργειες λουλουδιών, δέντρων και λαχανικών και άλλα φυτά ετήσιας εσοδείας με πάνω από 75% της επιφάνειας σε καθεστώς αμειψισποράς περιλαμβάνονται σε αυτή την κατηγορία επίσης.

ii) Ανάλυση

Αυτός ο ορισμός περιλαμβάνει:

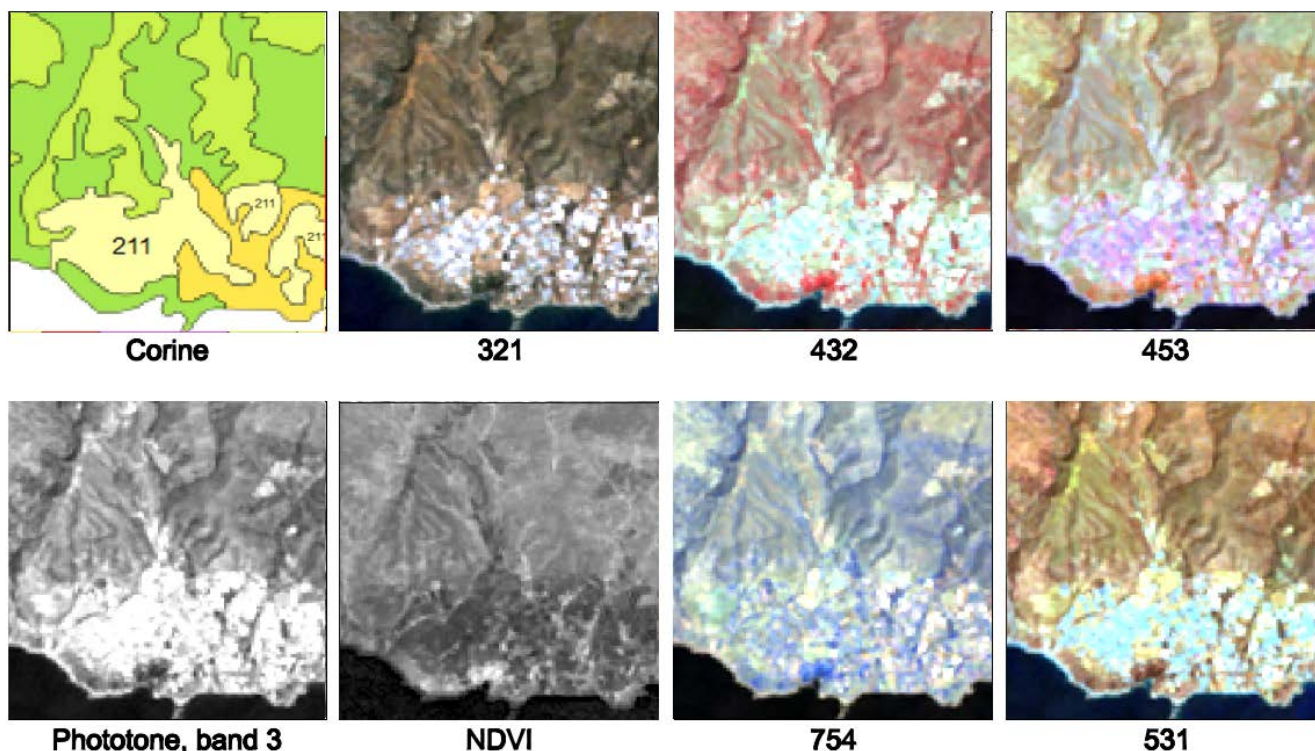
- Πολυετή φυτά όπως ασπάραγος και κιχώριο (ραδίκι).
- Καλλιέργειες που καλύπτονται από νερά όπως στην περίπτωση διασταυρούμενων αυλακιών νερού.

- Ημι-μόνιμες καλλιέργειες ,όπως φράουλες.
- Γη προσωρινά υπό αγρανάπαυση (γη σε τριετές καθεστώς αμειψισποράς).
- Αποστραγγισμένη αρόσιμη γη που θα πρέπει να ταξινομείται ως 2.1.1 αντί για 2.1.2.
- Τεμαχισμένη γεωργική γη με αποτέλεσμα την ανάμιξη διαφόρων ετήσιων καλλιεργειών.
- Καλλιέργειες με αγριόχορτα.
- Μη μόνιμα βιομηχανικά φυτά όπως φυτά για παραγωγή ινών ύφανσης ,ελαιώδη φυτά.
- Καπνό.
- Φυτά για παραγωγή καρυκευμάτων.
- Σακχαροκάλαμα.
- Λουλούδια υπό καθεστώς αμειψισποράς.
- Καλλιέργειες βιομηχανικών ανθέων όπως τα είδη λεβάντας.
- Φυτώρια-κήποι (σπόροι καρποφόρων δέντρων και θάμνων).
- Διάσπαρτη, κυρίως γραμμική βλάστηση.
- Εγκαταλελειμμένη αρδευόμενη αρόσιμη γη, με ακόμη και το δίκτυο άρδευσης ορατό στη δορυφορική εικόνα.

Αυτός ο ορισμός δεν περιλαμβάνει:

- Κήπους πόλεων (κατηγορία 2.4.2).
- Γη σε αγρανάπαυση για τουλάχιστον τρία χρόνια (κατηγορία 2.3.1 ή 3.2.X).
- Φυτείες λυκίσκου (κατηγορία 2.2.2).
- Ορυζώνες (κατηγορία 2.1.3).
- Φυτώρια δένδρων δάσους για μη εμπορικούς σκοπούς που βρίσκονται σε
- Περιοχές δασών (κατηγορία 3.1).
- Καρποφόρα δέντρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς μέσα σε γυάλινα ή πλαστικά θερμοκήπια (κατηγορία 2.2.2).
- Λυγαριές για παραγωγή βεργών λυγαριάς (κατηγορία 2.2.2).
- Μόνιμες φυτείες τριαντάφυλλων (κατηγορία 2.2.2)-φυτώρια παραγωγής οίνου (κατηγορία 2.2.1).

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.50: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 2.1.1, Νομός Χανίων.

Με βάση το CORINE Land Cover Technical Guide 1994 η κατηγορία αυτή εμφανίζεται με μπλε απόχρωση στο έγχρωμο σύνθετο 453. Στην περίπτωση της περιοχής του Νομού Χανίων που εμφανίζεται παραπάνω, υπάρχει ακόμα άσπρο και μωβ μέσα στο πολύγωνο που ορίζει την κατηγορία κάτι που ενδεχομένως οφείλεται στη διαφορετική εποχή που έχουν παρθεί οι εικόνες.

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι άσπρο και ανοιχτό γκρι.

Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι σκούρο γκρι.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM είναι άσπρο, γκρι, ανοιχτό καφέ και ανοιχτό μπλε.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM κυανό, άσπρο και ανοιχτό καφέ.

Η υφή είναι μεσαία.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι αγροτικό.

Το μέγεθος της είναι μεγάλο.

Το σχήμα 2D είναι ακαθόριστο.

Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

Μεγάλο μέρος του πολυγώνου έχει αντίθεση με το περιβάλλον του καθώς είναι πιο φωτεινό.

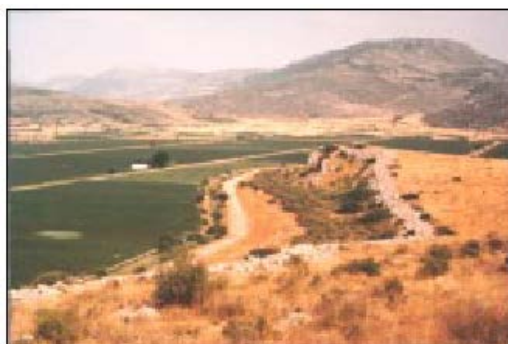
2.1.2 Μόνιμα αρδευόμενη γη

i) Περιγραφή

Αποτελείται από καλλιέργειες που αρδεύονται μόνιμα ή περιοδικά χρησιμοποιώντας μόνιμη υποδομή (αρδευτικά κανάλια, δίκτυο αποστράγγισης). Οι περισσότερες από αυτές τις καλλιέργειες δεν μπορούν να αναπτυχθούν χωρίς τεχνητή παροχή ύδατος ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι δεν περιλαμβάνεται η σποραδικά αρδευόμενη γη σε αυτήν την κατηγορία.



Εικόνα 1.51: Σχήμα 36 Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.1.2 (CLC manual).



Εικόνα 1.52: Αντιπροσωπευτική εικόνα μόνιμα αρδευόμενης περιοχής από την Ελλάδα (CLC manual).

Αυτή η κατηγορία έχει καλύτερη φωτοερμηνεία την περίοδο του καλοκαιριού απ' ότι τις άλλες εποχές. Υψομετρία αλλά υδρογραφία κάθε περιοχής είναι δύο από τα κριτήρια που βοηθάνε στην κατάταξη χρήσεων γης ως Μόνιμα Αρδευόμενη Γη.

Προσοχή έγκειται στο γεγονός ότι γη που χρησιμοποιούνται τεχνικές άρδευσης μόνο με πλημμύρα ή κατακλυσμό υπάγονται σε αυτή την κατηγορία. Ακόμα οι μόνιμα αρδευόμενοι οπωρώνες δεν υπάγονται στην κατηγορία 2.2.2 αλλά στην 2.1.2.

Προσωρινά ή τεχνητά λιβάδια σε καθεστώς αμειψισποράς, καλλιέργειες λουλουδιών, δέντρων και λαχανικών και άλλα φυτά ετήσιας εσοδείας με πάνω από 75% της επιφάνειας σε καθεστώς αμειψισποράς περιλαμβάνονται σε αυτή την κατηγορία επίσης.

ii) Ανάλυση

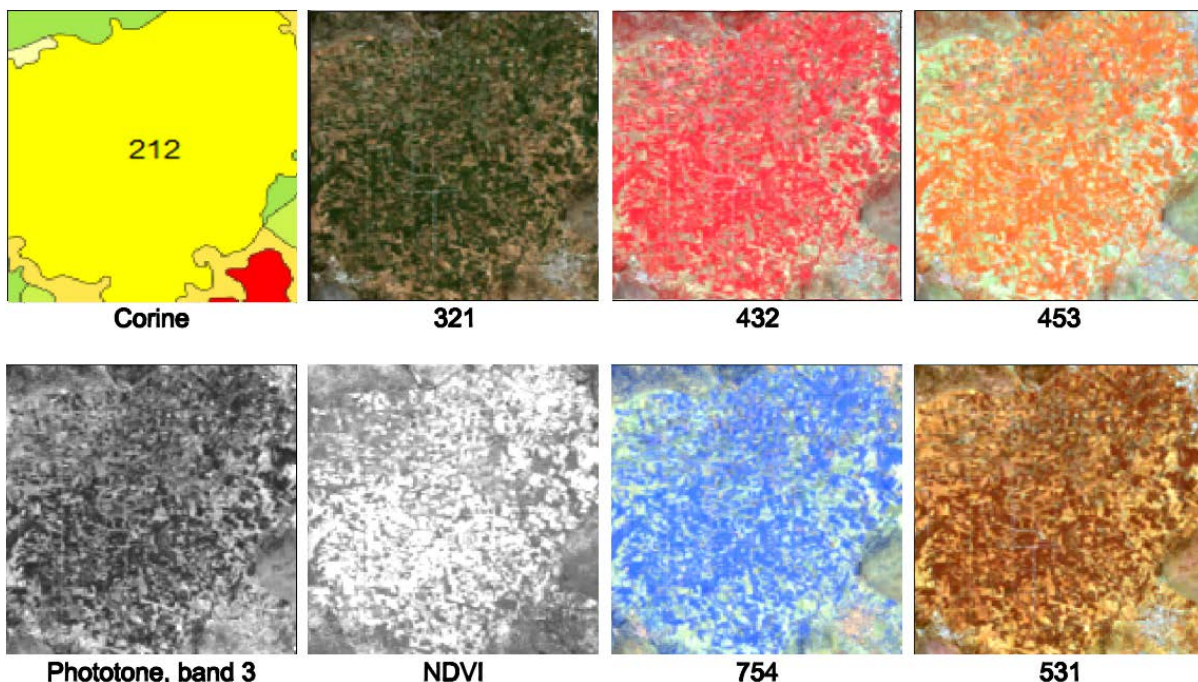
Αυτός ο ορισμός περιλαμβάνει:

- Πρόσφατα εγκαταλελειμμένα συστήματα άρδευσης. Η απόφαση θα πρέπει να ληφθεί με βάση τη φασματική υπογραφή στη δορυφορική εικόνα, όπου φαίνεται αν τα εδάφη είναι υγρά, καθώς και την υποδομή της άρδευσης.
- Σπαρμένους βοσκότοπους (ως μέρος της αμειψισποράς) αν η υποδομή άρδευσης είναι μόνιμα ορατή.

Αυτός ο ορισμός δεν περιλαμβάνει:

- Δίκτυο αποστράγγισης που χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό των υγρών εδαφών (κατηγορίες 2.1.1, 2.3.1 ή 2.4.2).
- Καλλιέργειες μέσα σε θερμοκήπια (κατηγορίες 2.1.1 ή 2.2.2).
- Υπόγειους αγωγούς άρδευσης και υπέργειους αγωγούς και αυλάκια (άλλες κατηγορίες καλλιεργειών).
- Τεχνητή βροχή σε γραμμική διάταξη (άλλες κατηγορίες καλλιεργειών)
- Περιστροφική τεχνητή βροχή (άλλες κατηγορίες καλλιεργειών)
- Ορυζώνες (κατηγορία 2.1.3).

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.53: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 2.1.2, Νομός Λασηθίου.

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι τόνος του γκρι και σχεδόν μαύρο.

Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι τόνος του γκρι και άσπρο.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM είναι σκούρο πράσινο και καφέ.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM κόκκινο, γκρι και τόνος του καφέ.

Η υφή είναι μεσαία.

Το περίγραμμα του πολυγώνου είναι σχεδόν διακριτό ειδικά στο έγχρωμο σύνθετο 432.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι αγροτικό.

Το μέγεθος της είναι μεγάλο.

Το σχήμα 2D είναι ακαθόριστο.

Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

Στον τόνο NDVI και τα έγχρωμα σύνθετα 432 και 754 η κατηγορία είναι πιο φωτεινή από το περιβάλλον της.

Πέρα από βλάστηση περιλαμβάνει και αρδευτικά κανάλια. Αυτά δεν είναι τόσο ορατά στην παραπάνω εικόνα αλλά σε άλλες εικόνες όπως αυτές του CLC manual αλλά και από την εργασία του Μουχτούρη Ι. (2009) είναι εμφανή.

2.1.3 Ορυζώνες

i) Περιγραφή

Κατάλληλα διαμορφωμένη γη ώστε να ενδείκνυται για την καλλιέργεια ρυζιού. Δηλαδή στα γεωτεμάχια αυτά υπάρχουν βαθμίδες, ώστε να δημιουργηθούν επίπεδες επιφάνειες και υπάρχουν και αρδευτικοί αγωγοί ενώ χαρακτηριστικό επίσης είναι ότι η επιφάνεια είναι συχνά καλυμμένη από νερό.



Εικόνα 1.54: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.1.3 (CLC manual).



Εικόνα 1.55: Αντιπροσωπευτική εικόνα ορυζώνα από την Πορτογαλία (CLC manual).

Αυτή η κατηγορία κάλυψης γης επίσης απουσιάζει από την περιοχή της Κρήτης, αξίζει όμως να αναφερθεί ένα ειδοποιοό χαρακτηριστικό της. Αυτό είναι ο εύκολος εντοπισμός της χρησιμοποιώντας

εικόνες σε διαφορετικές χρονολογίες, δηλαδή εικόνες της άνοιξης, στις οποίες οι οριζώνες είναι πάντα πλημμυρισμένοι και εικόνες του καλοκαιριού όπου τα νεαρά φυτά μπορούν να εντοπιστούν λόγω της πολύ μεγάλης ανακλαστικότητας στο εγγύς υπέρυθρο.

ii) Ανάλυση

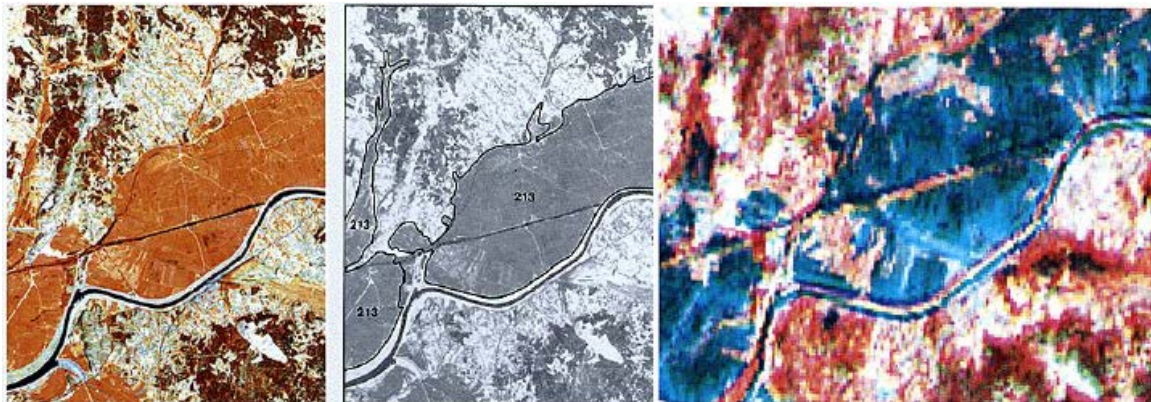
Αυτός ο ορισμός περιλαμβάνει:

- Οριζώνες
- Αρδευτικούς αγωγούς μέσα ή στα όρια των γεωτεμαχίων

Αυτός ο ορισμός δεν περιλαμβάνει:

- Παλιούς οριζώνες με αρδευτικούς αγωγούς που θα πρέπει να ταξινομούνται σύμφωνα με την παρούσα κάλυψη γης.
- Εγκαταλελειμμένους οριζώνες.

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.56: Κατηγορία 2.1.3. Portugal/Area: Coimbra μαζί με Παρεμβολή Landsat TM 4.5.3 και Landsat MSS 754. 1:100 000, Αύγουστος 1985 (CLC manual).

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι γκρι.

Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι τόνος του γκρι.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM είναι πράσινο

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM κόκκινο (το καλοκαίρι) και μπλε (την άνοιξη).

Η υφή είναι ετερογενής λεία

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι οικιστικό.

Το μέγεθος της είναι μεγάλο.

Το σχήμα 2D είναι ακαθόριστο.

Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

Αυτές οι περιοχές περιβάλλουν και/ή έχουν κοινό όριο με αρδευτικά κανάλια και/ή ποτάμια.

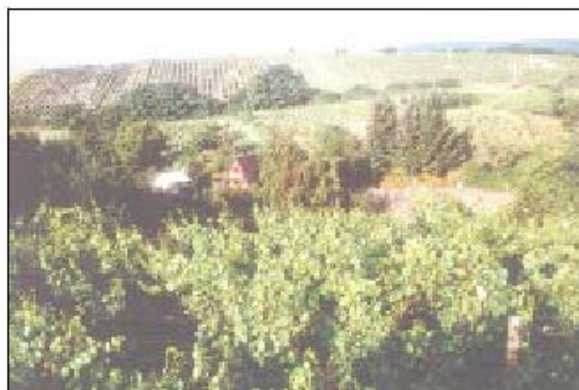
2.2.1 Αμπελώνες

i) Περιγραφή

Περιοχές οι οποίες καλύπτονται από αμπέλια σε ποσοστό τουλάχιστον 50%.



Εικόνα 1.57: Σχήμα 40 Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.2.1 (CLC manual).



Εικόνα 1.58: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παράδειγμα αμπελώνων από τη Σλοβακία (CLC manual).

Καλή ένδειξη της παρουσίας αμπελώνων είναι το ανάγλυφο αλλά και ο προσανατολισμός των κλιτύων κάτι που με την χρήση επιπλέον υλικού όπως χάρτες και γεωργικές στατιστικές βοηθάει πολύ τον προσδιορισμό τους. Οι αεροφωτογραφίες επίσης είναι μια πολύ καλή πύξη πληροφορίας για να φανεί η διαφορά μεταξύ των αμπελώνων κι άλλης κατηγορίας αρόσιμης γης.

Εγκαταλελειμμένοι αμπελώνες οι οποίοι συνεχίζουν να έχουν την ίδια γραμμική διάταξη θα πρέπει να ταξινομούνται σε αυτήν την κατηγορία.

ii) Ανάλυση

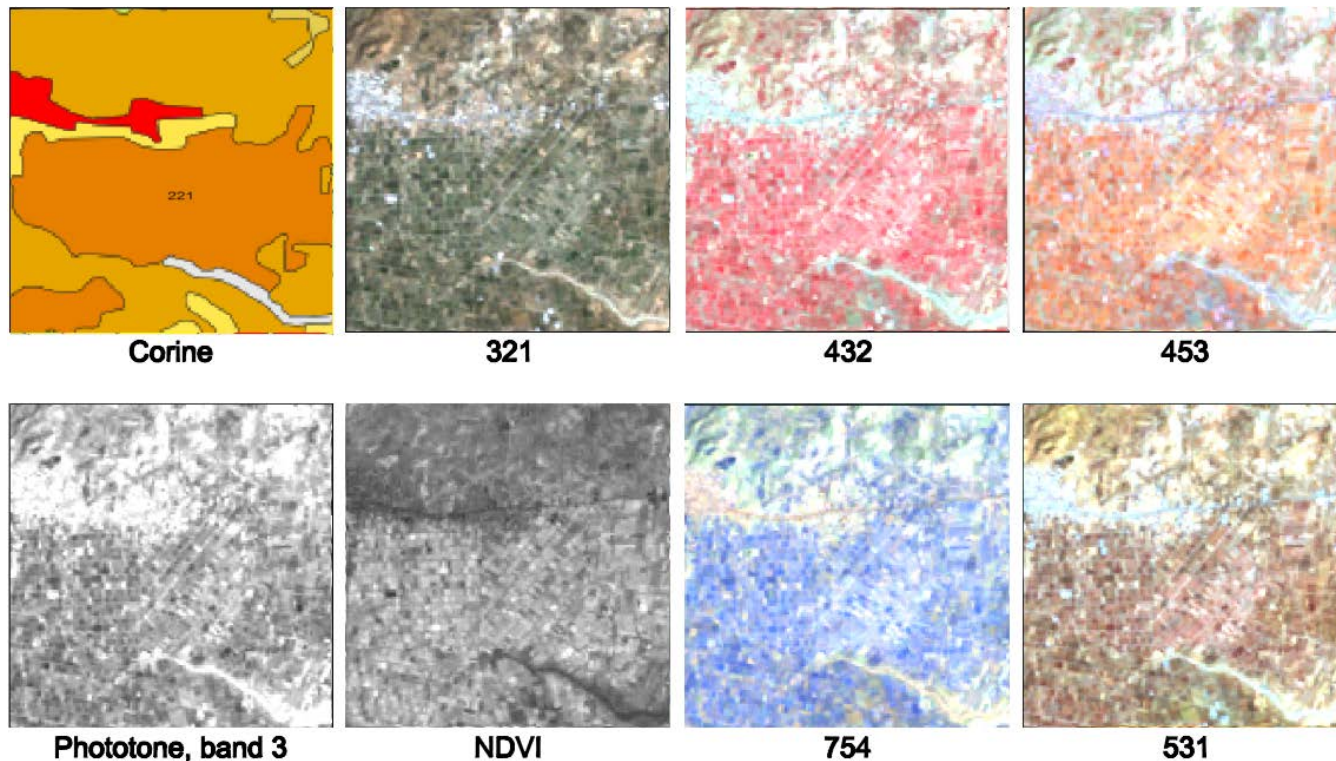
Αυτός ο ορισμός περιλαμβάνει:

- Φυτώρια με αμπέλια μέσα σε αμπελώνες
- Αμπελώνες για παραγωγή κρασιού
- Αμπελώνες για παραγωγή σταφυλιών και σταφίδων
- Σύνθετες καλλιέργειες όπου τα γεωτεμάχια των αμπελιών καλύπτουν τουλάχιστον 50% της περιοχής

Αυτός ο ορισμός δεν περιλαμβάνει:

- Αμπέλια αναμειγμένα με αρόσιμη γη και/ή λιβάδια μέσα στο ίδιο γεωτεμάχιο (κατηγορία 2.4.1)
- Αμπέλια (γεωτεμάχια 25 ha) αναμειγμένα με αρόσιμη γη και/ή λιβάδια στο ενδιάμεσο όπου η κάλυψη από φυσικά αμπέλια δεν ξεπερνά το 40% της περιοχής (κατηγορία 2.4.3)

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.59: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 2.2.1, Νομός Ηρακλείου.

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι διάφοροι τόνοι του γκρι.

Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι διάφοροι τόνοι του γκρι.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM είναι τόνοι του πράσινου και γραμμικά στοιχεία γκρι.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM τόνοι του κόκκινου και γραμμικά στοιχεία σχεδόν άσπρα.

Η υφή είναι μέτρια.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι αγροτικό και γραμμικό.

Το μέγεθος της είναι μεγάλο.

Το σχήμα 2D είναι ακαθόριστο.

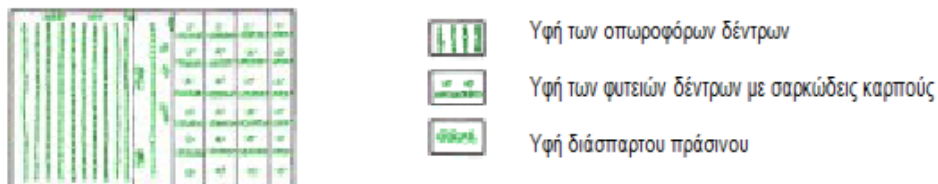
Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

Έχει κοινό όριο με άλλες αγροτικές περιοχές.

2.2.2 Οπωροφόρα δέντρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς

i) Περιγραφή

Γεωτεμάχια φυτεμένα με οπωροφόρα δέντρα και θάμνους. Για την ακρίβεια περιλαμβάνονται ένα ή περισσότερα είδη οπωροφόρων δέντρων που συνδυάζονται με μονίμως καλυμμένες με χλόη εκτάσεις.



Εικόνα 1.60: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.2.2 (CLC manual).



Εικόνα 1.61: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παράδειγμα φυτείας με μηλιές από τη Σλοβακία (CLC manual).

Η χρήση βοηθητικού υλικού όπως αεροφωτογραφίες και τοπογραφικοί/θεματικοί χάρτες είναι απαραίτητη καθώς οι δορυφορικές εικόνες δεν βοηθούν για τον διαχωρισμό με το περιβάλλον τους.

Γεωτεμάχια μικρότερα των 25ha που περιβάλλονται από γεωργική γη (λιβάδια ή αρόσιμη γη) περιλαμβάνονται στην κατηγορία 2.4.2 (Σύνθετες Καλλιέργειες). Οι οπωρώνες όπου απαντώνται διάφορα είδη δέντρων περιλαμβάνονται στην κατηγορία 2.2.2.

ii) Ανάλυση

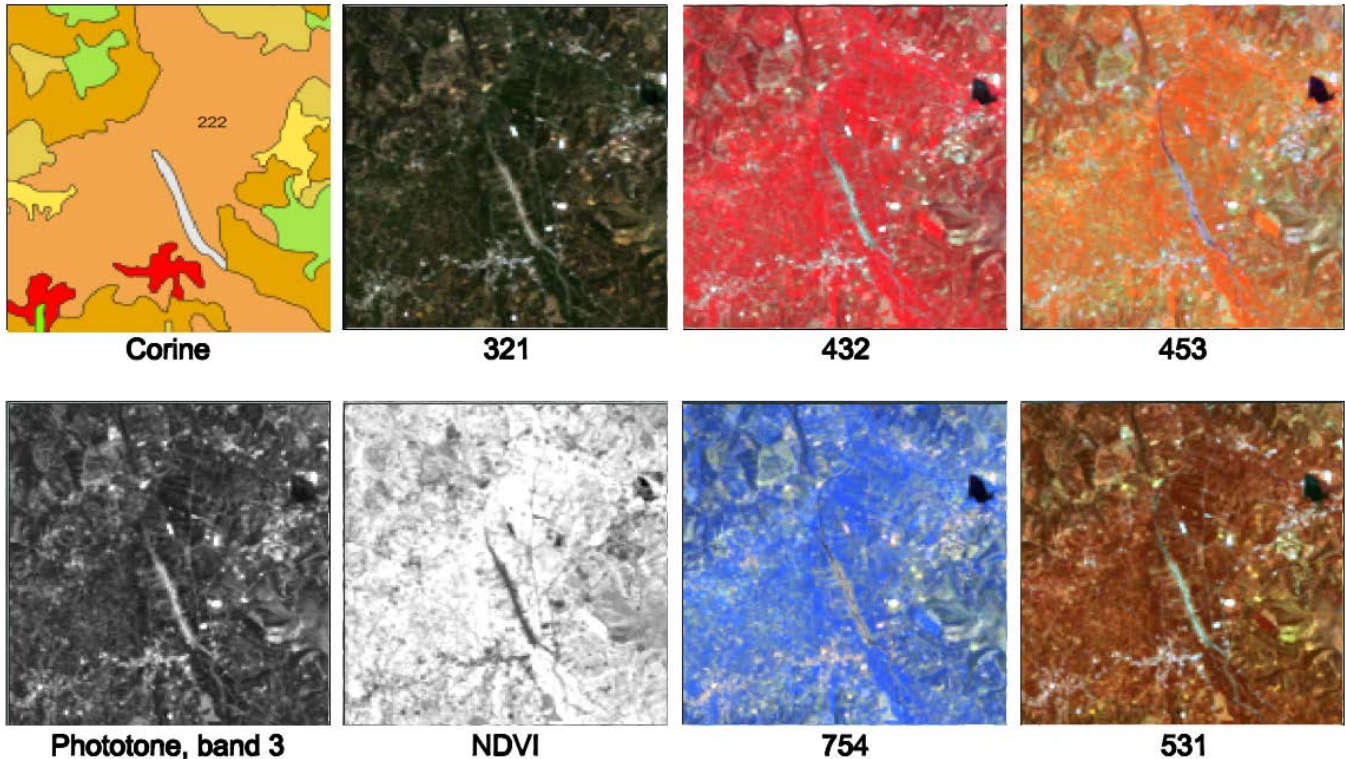
Αυτός ο ορισμός περιλαμβάνει:

- Φυτείες λυκίσκου.
- Φυτείες θάμνων με σαρκώδεις καρπούς, μαύρες ή ξανθές σταφίδες, βατόμουρα, φραγκοστάφυλα.
- Φυτείες ιτιάς για παραγωγή βεργών.
- Οπωροφόρα δέντρα σε θερμοκήπια.
- Εγκαταλελειμμένες φυτείες με παρούσα ακόμη τη χαρακτηριστική γραμμική διάταξη.
- Φυτείες από μηλιές, αχλαδιές, δαμασκηνιές, βερικοκιές, ροδακινιές, κερασιές, συκιές, κυδώνια και άλλα ροδοειδή.
- Καλλιέργειες σε γραμμική διάταξη: καστανιές, καρυδιές, αμυγδαλιές, φιστικιές.
- Μόνιμες φυτείες τριαντάφυλλων
- Αμπέλια συνδυασμένα με οπωροφόρα δέντρα μέσα στο ίδιο γεωτεμάχιο όπου τα αμπέλια καλύπτουν τουλάχιστον 40% της επιφάνειας.
- Δέντρα τροπικών φρούτων: αβοκάντος, μπανάνες, μάνγκος, ακτινίδια, papayas, ανανάς, ρόδια, καρύδια, νεφροειδή φιστίκια, καρύδες, μοσχοκάρυδα.
- Δέντρα εσπεριδοειδών: πορτοκαλιές, λεμονιές, μανταρινιές, μανταρίνια, γκρέιπφρουτ, φράπες.
- Πρασινάδα μέσα σε φυτείες οπωροφόρων.
- Μόνιμα βιομηχανικά φυτά: καφές, κακάο, μούρο, τσάι.
- Πρόσφατα εγκαταλελειμμένες φυτείες με χαρακτηριστική διαμόρφωση φυτείας ακόμη ορατή (περγουλιές και αναρριχητικά φυτά).
- Διάσπαρτη βλάστηση.

Αυτός ο ορισμός δεν περιλαμβάνει:

- Φράουλες (κατηγορία 2.1.1).
- Ελαιώνες (κατηγορία 2.2.3).
- Αμπελώνες (κατηγορία 2.2.1).
- Φυτώρια οπωροφόρων δέντρων (κατηγορία 2.1.1).
- Χαρουπιές (κατηγορία 3.1.1).
- Δάση από καστανιές και καρυδιές για παραγωγή ξύλου (κατηγορία 3.1.1).
- Εγκαταλελειμμένες φυτείες όπου η διαμόρφωση της φυτείας έχει εξαφανιστεί (κατηγορία 3.2.4).
- Φυτείες που βρίσκονται σε μόνιμα αρδευόμενες εκτάσεις (κατηγορία 2.1.2).
- Πολυετή φυτά όπως ασπάραγος (κατηγορία 2.1.1).

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.62: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 2.2.2, Νομός Χανίων.

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι γκρι και σκούρο γκρι.

Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι άσπρο και γκρι.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM είναι σκούρο πράσινο.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM κόκκινο.

Η υφή είναι λεπτόκοκκη.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι αγροτικό.

Το μέγεθος της είναι μεγάλο.

Το σχήμα 2D είναι ακαθόριστο.

Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

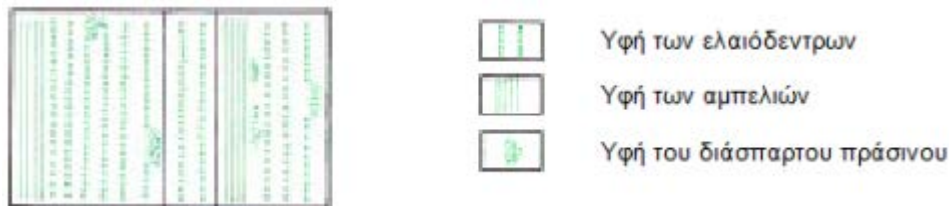
Βρίσκεται κοντά με αγροτικές περιοχές και μπορεί να περιβάλλει μικρά χωριά όπως στην παραπάνω εικόνα.

Οι οπωρώνες πρέπει να αποτελούν πάνω από το 50% της επιφάνειας.

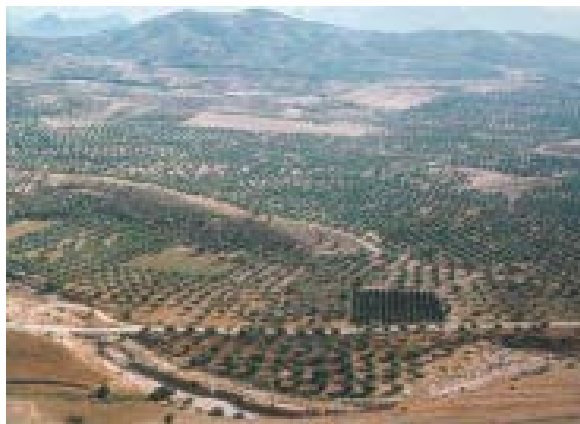
2.2.3 Ελαιώνες

i) Περιγραφή

Περιοχές φυτεμένες με ελαιόδεντρα, περιλαμβανομένων των συνδυασμών ελαιόδεντρων και αμπελιών στο ίδιο γεωτεμάχιο όπου τα ελαιόδεντρα είναι εμφανώς περισσότερα.



Εικόνα 1.63: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.2.3 (CLC manual).



Εικόνα 1.64: Αντιπροσωπευτική εικόνα ελαιώνων από την Ελλάδα (CLC manual).

Και σε αυτήν την κατηγορία η χρήση βοηθητικού υλικού όπως γεωργικές στατιστικές και τοπογραφικοί/θεματικοί χάρτες είναι απαραίτητη για τον καθορισμό της κατηγορίας αυτής. Υπάρχει δυσκολία στο διαχωρισμό ελαιώνων με την κατηγορία 2.4.4 (Γεωργο-δασικές περιοχές) και η επί τόπου επίσκεψη είναι αναγκαία κάποιες φορές.

Γεωτεμάχια μικρότερα των 25ha που περιβάλλονται από γεωργική γη (λιβάδια ή αρόσιμη γη) περιλαμβάνονται στην κατηγορία 2.4.2 (Σύνθετες Καλλιέργειες). Οι οπωρώνες όπου απαντώνται διάφορα είδη δέντρων περιλαμβάνονται στην κατηγορία 2.2.2.

ii) Ανάλυση

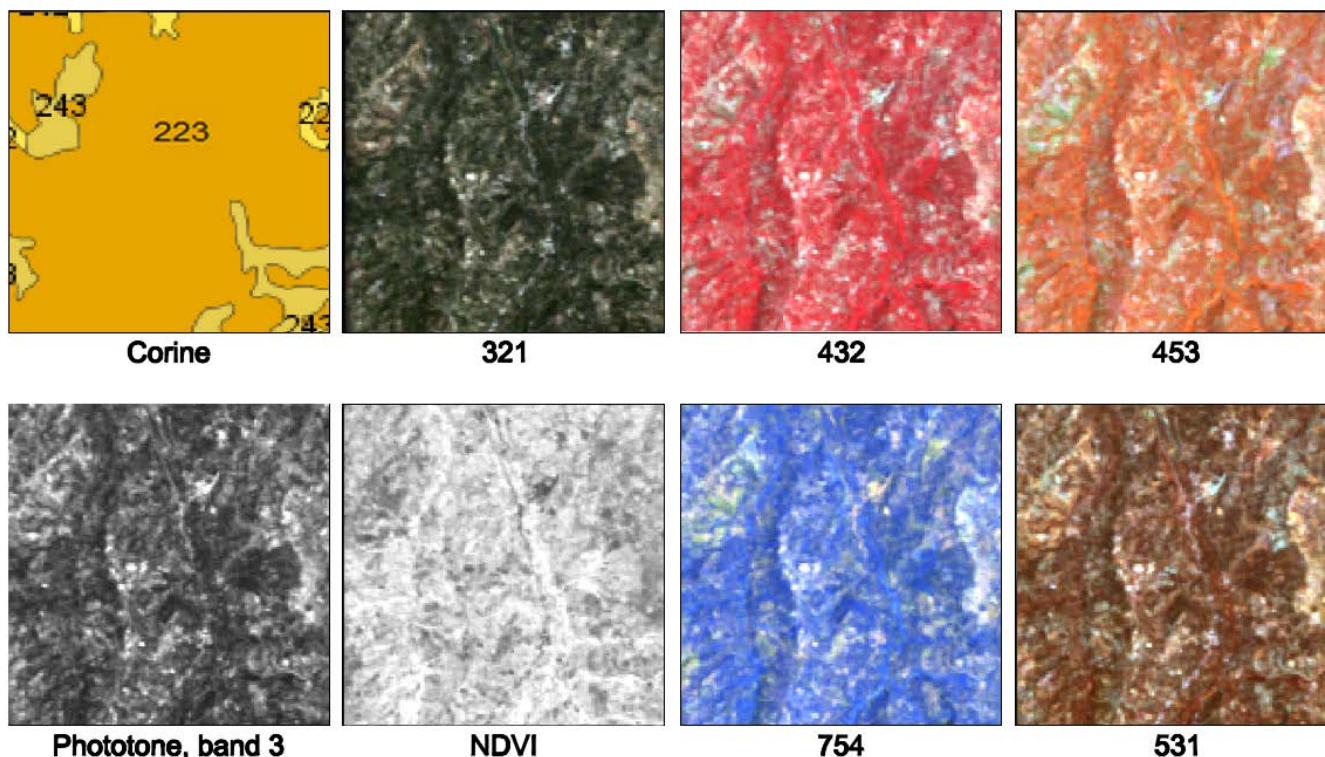
Αυτός ο ορισμός περιλαμβάνει:

- Ελαιόδεντρα που σκιάζουν στρώμα χλόης.

Αυτός ο ορισμός δεν περιλαμβάνει:

- Ελαιόδεντρα που είναι μέρος δάσους (κατηγορία 3.1.1).
- Άγρια ελαιόδεντρα ως τμήμα περιοχών σκληροφυλλικής βλάστησης (κατηγορία 3.2.3).
- Εγκαταλελειμμένους ελαιώνες (κατηγορία 3.2.3).

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.65: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 2.2.3, Νομός Χανίων.

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι γκρι και σκούρο γκρι.

Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι ανοιχτό γκρι και γκρι.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM είναι σκούρο πράσινο και ελάχιστο καφέ που μαρτυράει γυμνό έδαφος.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM διάφοροι τόνοι του κόκκινου.

Η υφή είναι μέτρια.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι αγροτικό.

Το μέγεθος της είναι μεγάλο.

Το σχήμα 2D είναι ακαθόριστο.

Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

Βρίσκεται κοντά με άλλες αγροτικές περιοχές.

Οι ελαιώνες πρέπει να αποτελούν πάνω από το 50% της συνολικής επιφάνειας.

2.3.1 Λιβάδια

i) Περιγραφή

Περιοχές που αποτελούνται από πυκνή χλόη ανθοκομικής σύνθεσης που κυριαρχείται από αγρωστώδη και δεν υπόκειται σε αμειψισπορά. Τα φυτά χρησιμοποιούνται κυρίως για βοσκή αλλά πολλές μπορούν να θεριστούν με μηχανικό τρόπο. Ακόμα περιλαμβάνονται περιοχές με θάμνους.



Εικόνα 1.66: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.3.1 (CLC manual).



Εικόνα 1.67: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παράδειγμα βοσκότοπου από τη Σλοβακία (CLC manual).

Τα χαρακτηριστικά του εδάφους αλλά και η ύπαρξη υγρασίας επηρεάζουν σημαντικά την φασματική υπογραφή της κατηγορίας αυτής. Τα υγρά λιβάδια που είναι πλημμυρισμένα ορισμένες εποχές του έτους (χειμερινή υδροφόρτωση βάθους μεταξύ 10 και 30 εκ.) και μπορούν να χρησιμοποιούνται για βοσκή ανήκουν σ' αυτή την κατηγορία και δεν θα πρέπει να ταξινομούνται ως υδάτινες επιφάνειες. Προσοχή χρειάζεται στον διαχωρισμό αυτής της κατηγορίας με την 3.2.1 (Φυσικοί Βοσκότοποι). Τα λιβάδια βρίσκονται πάντα κοντά σε κατοικημένες και καλλιεργούμενες εκτάσεις πράγμα που σημαίνει ότι λιβάδια σε υψίπεδα που βρίσκονται μακριά από σπίτια ή καλλιέργειες θα πρέπει να ταξινομούνται στην κατηγορία 3.2.1 και όχι στην κατηγορία 2.3.1.

Τα λιβάδια μπορούν ακόμα να περιγραφούν ως ευρέως χρησιμοποιούμενα βοσκοτόπια. Αυτό γίνεται με την παρουσία υποδομών φάρμας: φράχτες, χώροι προστασίας, περιφραγμένοι χώροι, θέσεις για πότισμα, σκάφες ποτίσματος ζώων καθώς και με την παρουσία συνήθων γεωργικών εργασιών όπως θερσίσιμος, αποστράγγιση, παραγωγή σανού, γεωργικές πρακτικές, λίπανση.

ii) Ανάλυση

Αυτός ο ορισμός περιλαμβάνει:

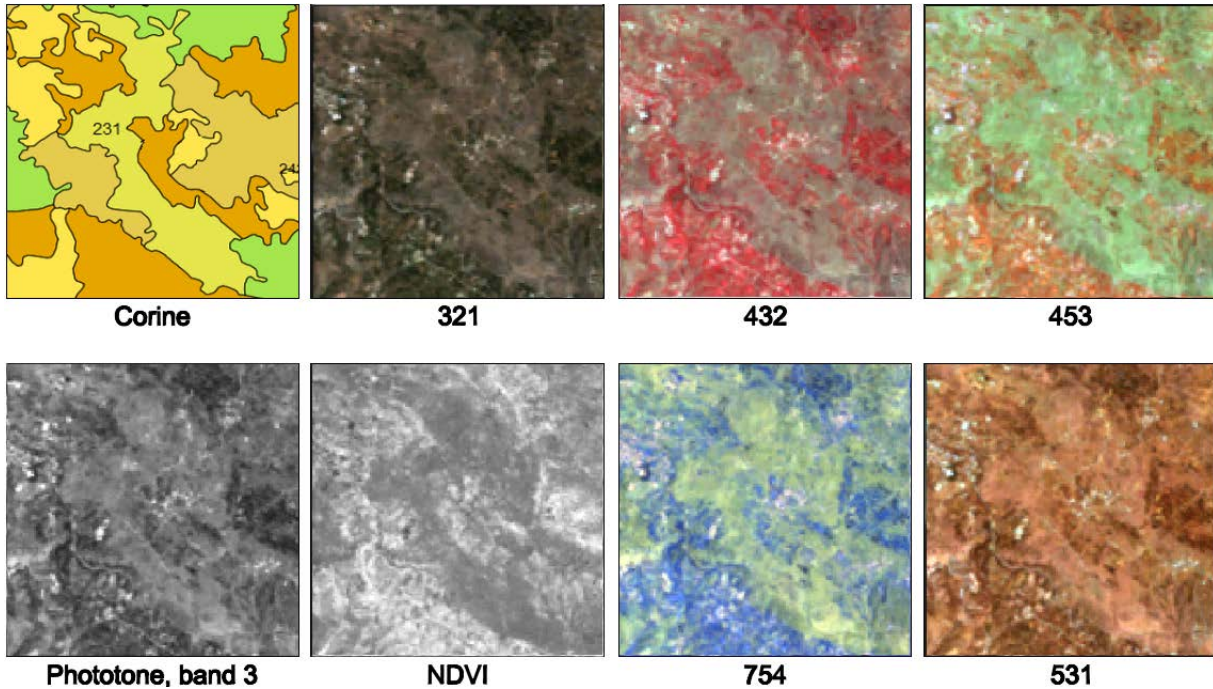
- Προσωρινά και τεχνητά λιβάδια που δεν είναι σε αμειψισπορά και που γίνονται μόνιμα βοσκοτόπια πέντε χρόνια μετά από το όργωμα.
- Εγκαταλελειμμένη αρόσιμη γη που δεν είναι σε αμειψισπορά και που χρησιμοποιείται ως λιβάδι (μετά από 3 χρόνια).
- Τα λιβάδια μπορεί να περιλαμβάνουν διάσπαρτα τμήματα αρόσιμης γης που δεν καλύπτουν πάνω από το 25% της συνολικής επιφάνειας.
- Υγρά λιβάδια με κυρίαρχη την κάλυψη από γρασίδι. Σπάρτα, βούρλα, γαϊδουράγκαθα και τσουκνίδες πρέπει να καλύπτουν λιγότερο από το 25% της επιφάνειας της έκτασης.
- Διάσπαρτα δέντρα και θάμνους (10-20% της συνολικής επιφάνειας).

Αυτός ο ορισμός δεν περιλαμβάνει:

- Γήπεδα με γρασίδι για στρατιωτικές ασκήσεις (χωρίς βοσκή) (κατηγορία 3.2.1).
- Λιβάδια διαποτισμένα με αλμυρό νερό που βρίσκονται σε επίπεδες περιοχές παλίρροιας (κατηγορία 4.2.3)
- Λιβάδια μέσα σε περιοχές αθλητισμού και αναψυχής (κατηγορία 1.4.2).

- Υψηλής παραγωγικότητας φυσικά ορεινά λιβάδια μακριά από κατοικίες και καλλιέργειες (κατηγορία 3.2.1)
- Καλλιέργειες με κτηνοτροφία (κατηγορία 2.1.1).
- Εγκαταλελειμμένοι βοσκότοποι όπου η ημι-γραμμική ή γραμμική βλάστηση καλύπτει τουλάχιστον 25% της έκτασης (κατηγορία 3.2.2 ή 3.2.4).
- Υγρά λιβάδια όπου τα υδρόφιλα είδη φυτών καλύπτουν τουλάχιστον 25% της έκτασης (κατηγορία 4.1.1).
- Κάλυψη από χλόη που συνίσταται από μη-εύγευστα και μη επιθυμητά φυτά για βοοειδή (κατηγορία 3.2.1).

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.68: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 2.3.1, Νομός Ηρακλείου.

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι γκρι.

Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι γκρι.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM είναι γκρι.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM είναι γκρι.

Η υφή είναι μέτρια.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι αγροτικό.

Το μέγεθος της είναι μεγάλο.

Το σχήμα 2D είναι ακαθόριστο.

Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

Βρίσκεται κοντά με άλλες αγροτικές περιοχές.

Διάσπαρτα δέντρα που τυχόν υπάρχουν, πρέπει να καταλαμβάνουν λιγότερο από 50% της συνολικής επιφάνειας.

Πολλές φορές είναι εμφανής και η ανθρώπινη παρέμβαση.

2.4.1 Ετήσιες καλλιέργειες που συνυπάρχουν με μόνιμες καλλιέργειες

i) Περιγραφή

Προσωρινές καλλιέργειες (αρόσιμη γη ή λιβάδια) που συνυπάρχουν με μόνιμες καλλιέργειες στο ίδιο γεωτεμάχιο με τις προσωρινές καλλιέργειες να έχουν ποσοστό πάνω από 50%.



Εικόνα 1.69: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.4.1 (CLC manual).



Εικόνα 1.70: Αντιπροσωπευτική εικόνα ελαιόδεντρων συνδυασμένων με αρόσιμη γη από την Πορτογαλία (CLC manual).

Τα διαφορετικά είδη που συνυπάρχουν στο ίδιο γεωτεμάχιο αναγνωρίζονται από τις διαφορετικές φασματικές τους υπογραφές. Σημειώνεται ακόμα ότι οι μόνιμες καλλιέργειες είτε είναι αναμεμιγμένες με τις άλλες καλλιέργειες μέσα στο γεωτεμάχιο είτε συναντώνται κατά μήκος των ορίων του. Ακόμα γεωτεμάχια σε τυπικής μορφής μωσαϊκό μικρών γεωτεμαχίων ετήσιων καλλιεργειών, λιβαδιών και μόνιμων καλλιεργειών θα πρέπει να ταξινομούνται στην κατηγορία 2.4.2 (Σύνθετες Καλλιέργειες). Τέλος τα γεωτεμάχια που καλύπτονται από οπωρώνες μαζί με αυτά που καλύπτονται από ετήσιες καλλιέργειες θα πρέπει να αντιπροσωπεύουν ποσοστό μικρότερο από το 25% της συνολικής επιφάνειας.

ii) Ανάλυση

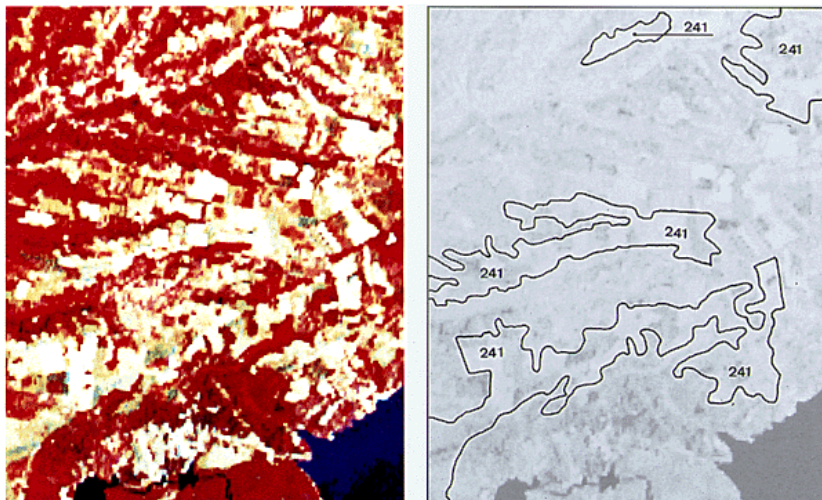
Αυτός ο ορισμός περιλαμβάνει:

- Περιοχές μη μόνιμων καλλιεργειών που σκιάζονται από μία μάλλον πυκνή συστάδα οπωροφόρων δέντρων ή ελαιών ή αμπελιών.
- Περιοχές μη μόνιμων καλλιεργειών που οριοθετούνται από μία δικτυωτή διάταξη γραμμών από οπωροφόρα δέντρα ή από αμπέλια.
- Γεωτεμάχια μόνιμων καλλιεργειών, μάλλον ακανόνιστα, αναμεμιγμένα με ετήσιες καλλιέργειες/λιβάδια, μικρότερες από 25 ha, μέσα σε κάποια κυριαρχούσα μη μόνιμη καλλιέργεια και όπου καμιά από τις παραπάνω καλλιέργειες δεν ξεπερνά το 75%.

Αυτός ο ορισμός δεν περιλαμβάνει:

- Μόνιμες καλλιέργειες συνδυασμένες με οπωροφόρα δέντρα (κατηγορίες 2.2.X).
- Μη μόνιμες καλλιέργειες συνδυασμένες με δέντρα του δάσους (κατηγορία 2.4.4).
- Φυσικά λιβάδια σκιασμένα από μόνιμες καλλιέργειες (κατηγορία 3.2.4).
- Λιβάδια φυτεμένα με δέντρα (κατηγορία 2.3.1)

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.71: Εικόνα 2.4.1. France/Area: Digne μαζί με Παρεμβολή Landsat MSS 7.5.4., Σεπτέμβριος 1987 (CLC manual).

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι διάφοροι τόνοι του γκρι.

Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι γκρι.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM είναι σκούρο πράσινο και καφέ.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM είναι τόνοι του κόκκινου και καφέ.

Η υφή είναι μέτρια.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι αγροτικό.

Το μέγεθος της είναι μεγάλο.

Το σχήμα 2D είναι ακαθόριστο.

Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

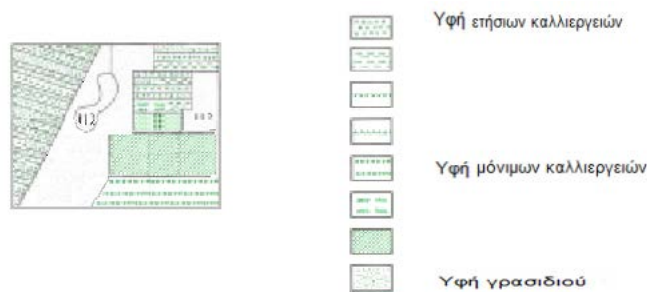
Περιέχονται ετήσιες καλλιέργειες σε ποσοστό τουλάχιστον 50% και λιγότερο από 75%.

Οι μόνιμες καλλιέργειες είναι λιγότερες από το 75% της συνολικής επιφάνειας.

2.4.2 Σύνθετες καλλιέργειες

i) Περιγραφή

Αυτή η κατηγορία είναι μία σύνθεση από μικρά αγροτεμάχια διαφόρων ετήσιων καλλιεργειών, λιβαδιών, γρασιδιού σε κήπους πόλεων, γης σε αγρανάπαυση και/ή μόνιμων καλλιεργειών υπό την προϋπόθεση ότι καμία αυτοτελής κατηγορία δεν έχει έκταση πάνω από 25 ha.



Εικόνα 1.72: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.4.2 (CLC manual).



Εικόνα 1.73: Αντιπροσωπευτική εικόνα της εν λόγω κατηγορίας με παράδειγμα σύνθετων καλλιεργειών από την Σλοβακία (CLC manual).

Αυτή η κατηγορία εμφανίζεται με πολύ λεπτή υφή και μία χαρακτηριστική διάταξη γεωργικής καλλιέργειας. Οι τοπογραφικοί χάρτες, ορισμένες φορές, χρησιμοποιούν σύμβολα για να παραστήσουν το βιοφυσικό περιεχόμενο αυτής της κατηγορίας. Αυτή η κατηγορία καλύπτει περιοχές που προσδιορίζονται από χαρακτηριστικές φασματικές υπογραφές και συντίθενται από μικρά γεωτεμάχια διαφορετικών τύπων ετήσιων καλλιεργειών, λιβαδιών και/ή μόνιμων καλλιεργειών, υπό την προϋπόθεση ότι καμία από αυτές τις τρεις κατηγορίες δεν καλύπτει από μόνη της έκταση μεγαλύτερη των 25ha.

Σ' αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται επίσης αρόσιμη γη, λιβάδια και οπωρώνες με την προϋπόθεση ότι κάθε κατηγορία καλύπτει λιγότερο από το 75% της συνολικής περιοχής.

ii) Ανάλυση

Σε αυτόν τον ορισμό περιλαμβάνονται:

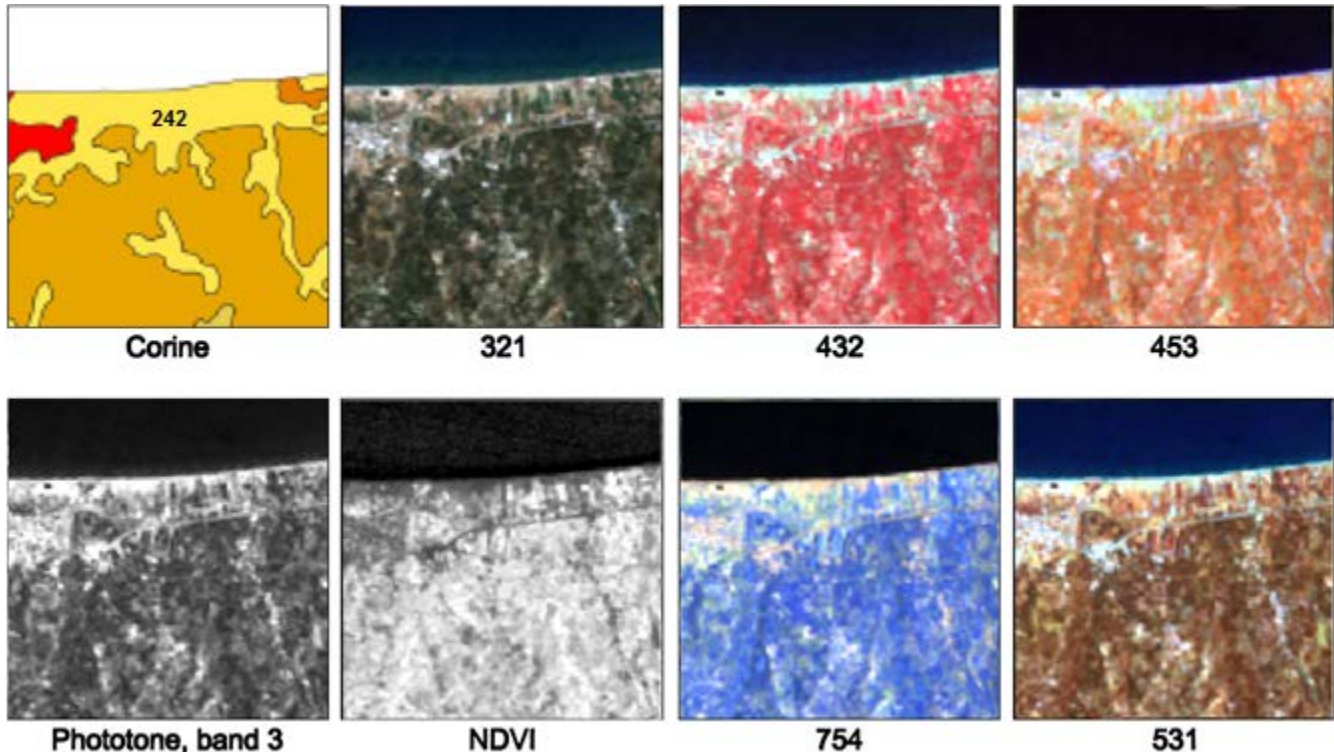
- Μικτά αγροτεμάχια μόνιμων καλλιεργειών (οπωροφόρα δέντρα, φυτείες με σαρκώδεις καρπούς, αμπέλια και ελαιώνες).
- Μεσοδιαστήματα μη-δομημένων ελεύθερων χώρων σε ασυνεχή αστικό ιστό μικρότερα των 25ha.
- Σύνθετες καλλιέργειες με διάσπαρτες οικίες που ενυπάρχουν σε ένα γενικότερο συνονθύλευμα όπου τα οικοδομημένα γεωτεμάχια καλύπτουν λιγότερο από 30% της όλης ανομοιογενούς περιοχής.
- Περιοχές παραθεριστικών οικισμών όταν τα δίκτυα υποδομής και οι δρόμοι δεν είναι ορατά.
- Κήποι σε πόλεις.
- Αγροτεμάχια με γρασίδι.

Αυτός ο ορισμός δεν περιλαμβάνει:

- Κήπους για πώληση φυτών και φυτώρια (κατηγορία 2.1.1).

- Περιοχές με περισσότερο από 75% της έκτασης σε καθεστώς αμειψισποράς, παρά τη μεγάλη κατάτμηση της γης (κατηγορία 2.1.1).
- Σύνθετες καλλιέργειες με διάσπαρτες οικίες όταν τα οικοδομημένα γεωτεμάχια καλύπτουν πάνω από το 30% της περιοχής με τα ανομοιογενή στοιχεία (κατηγορία 1.1.2).

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.74: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 2.4.2, Νομός Χανίων.

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι γκρι και σκούρο γκρι.

Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι ανοιχτό γκρι και σχεδόν άσπρο.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM είναι σκούρο πράσινο, σκούρο γκρι, καφέ.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM είναι τόνοι του κόκκινου.

Η υφή είναι λεπτόκοκκη.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι αγροτικό.

Το μέγεθος της είναι μεγάλο.

Το σχήμα 2D είναι ακαθόριστο.

Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

Κανένα είδος καλλιέργειας δεν επικρατεί (δεν καταλαμβάνει πάνω από 75%).

Ίσως περιλαμβάνονται λίγες τεχνητές επιφάνειες (<30%).

2.4.3 Γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης

i) Περιγραφή

Εδώ ανήκουν κυρίως γεωργικές περιοχές οι οποίες εναλλάσσονται με την φυσική ή ημιφυσική βλάστηση συμπεριλαμβανομένων των υγροτόπων και περιοχών υδάτων στην επιφάνεια της γης.



Εικόνα 1.75: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.4.3 (CLC manual).



Εικόνα 1.76: Αντιπροσωπευτική εικόνα από την εν λόγω κατηγορία με παράδειγμα αρόσιμης γης εναλλασσόμενης με φυσική βλάστηση από τη Σλοβακία (CLC manual).

Οι φασματικές υπογραφές των στοιχείων από τα οποία αποτελείται η κατηγορία βοηθάνε στο να προσδιοριστούν τα όριά της.

Στην κατηγορία αυτή, η γεωργική γη πρέπει να καλύπτει ποσοστό 25-75% της συνολικής επιφάνειας του πολυγώνου ενώ τα δασύλλια και οι θάμνοι δεν πρέπει να καταχωρούνται καθόλου.

ii) Ανάλυση

Σε αυτόν τον ορισμό περιλαμβάνονται:

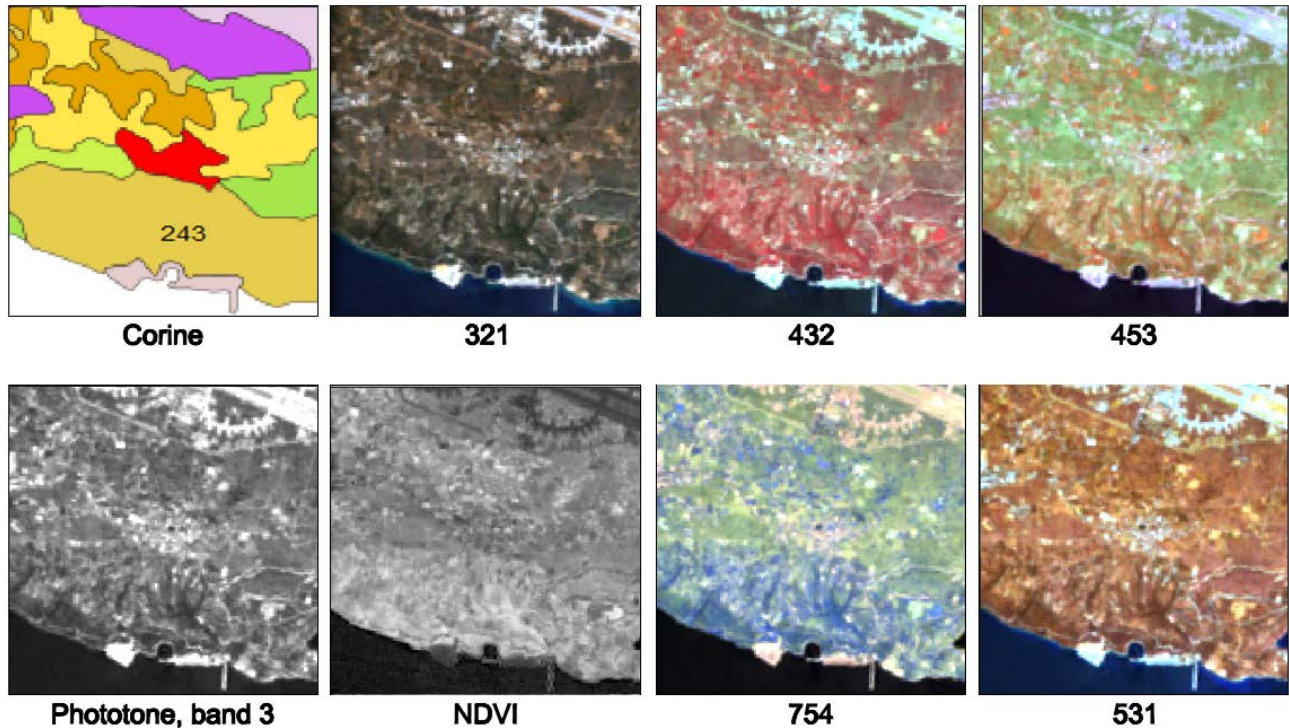
- Αγροτεμάχια αρόσιμης γης (μικρότερα των 25 ha).
- Αγροτεμάχια με οπωρώνες, αμπέλια και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς (μικρότερα των 25ha).
- Αγροτεμάχια με τμήματα φυσικού δάσους, ομάδες δέντρων και θάμνων (μικρότερα των 25 ha).
- Μικρές υδάτινες επιφάνειες.
- Διάσπαρτες αγροτικές οικίες ή οικίες αγροτικών οικισμών.
- Δέντρα σε γραμμική διάταξη για παραγωγή τρούφας.
- Καλλιέργειες κηπευτικών και κανάλια.
- Γεωργία με διάσπαρτους σωρούς από λίθους .

Αυτός ο ορισμός δεν περιλαμβάνει:

- Γεωργική γη που συνδυάζεται με μικρά αγροτεμάχια οπωροφόρων δέντρων/ελαιώνων χωρίς φυσική βλάστηση (κατηγορία 2.4.2).

- Μικρές νησίδες της κατηγορίας 2.4.3 που αποτελούνται από δασικά γεωτεμάχια μικρότερα των 25ha που περιβάλλονται από ζώνη γεωργικής γης και συναπαρτίζουν εκτάσεις μεγαλύτερες των 25ha.
- περιοχές όπου το ποσοστό της γεωργικής γης είναι πάνω από 75% (κατηγορίες 2.1.X, 2.2.X, ή 2.3.X).
- περιοχές όπου οι ημιφυσικές εκτάσεις είναι πάνω από 75% (κατηγορίες 3.X.X).

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.77: Απεικονίσεις έγχρωμων σύνθετων, τόνου του γκρι και τόνου NDVI. Κατηγορία 2.4.3, Νομός Χανίων.

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι γκρι και σκούρο γκρι.

Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι διαφορετικοί τόνοι του γκρι.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM είναι σκούρο πράσινο και σκούρο γκρι.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM είναι τόνοι του κόκκινου.

Η υφή είναι μέτρια.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι αγροτικό.

Το μέγεθος της είναι μεγάλο.

Το σχήμα 2D είναι ακαθόριστο.

Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

Η κατηγορία αυτή κάνει αντίθεση με το περιβάλλον της. Για τις παραπάνω απεικονίσεις αυτό είναι πιο εμφανές στα έγχρωμα σύνθετα 432, 453 και 731.

Οι καλλιέργειες καταλαμβάνουν ποσοστό 25-75%.

Οι φυσικές εκτάσεις καταλαμβάνουν ποσοστό 25-75%.

2.4.4 Γεωργοδασικές περιοχές

i) Περιγραφή

Περιλαμβάνονται ετήσιες καλλιέργειες ή βοσκότοποι ή γη σε αγρανάπαιυση που καλύπτονται από είδη δέντρων που κατατάσσονται στα δασικά είδη με τα πρώτα να καλύπτουν ποσοστό μικρότερο του 50%.



Εικόνα 1.78: Γενικευμένη μορφή της κατηγορίας 2.4.4 (CLC manual).



Εικόνα 1.79: Αντιπροσωπευτική εικόνα από γεωργο-δασική περιοχή στην Πορτογαλία (CLC manual).

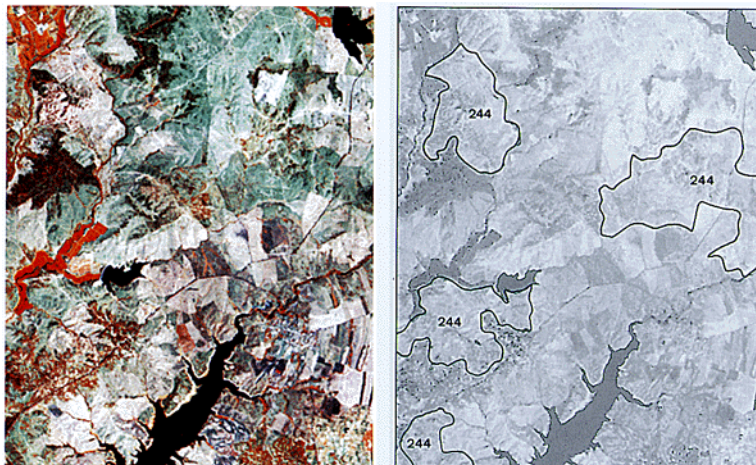
Αυτή η κατηγορία απαντάται συνήθως στη νότια Ευρώπη και συχνά παρουσιάζεται σε πολύ εκτεταμένες περιοχές με μεγάλες διαφοροποιήσεις στη φασματική υπογραφή κάτι που οφείλεται στα διαφορετικά είδη, την πυκνότητα των δέντρων και τον τύπο του εδάφους. Η οριοθέτηση αυτών των περιοχών δεν είναι πάντα εύκολη διότι συνήθως υπάρχει μία μεταβατική ζώνη μεταξύ της φυσικής βλάστησης και της καλλιεργούμενης γης. Συχνά είναι απαραίτητη η καλή γνώση της περιοχής και χρήση αεροφωτογραφιών.

ii) Ανάλυση

Σε αυτόν τον ορισμό περιλαμβάνονται:

- Περιοχές δασικών δέντρων εναλλασσόμενων με σπυροφόρα δέντρα ή ελιές ενώ δεν κυριαρχεί κανένα από τα δύο αυτά είδη δέντρων.
- Χαρουπιές που σκιάζουν γεωργική γη.
- Γεωργική γη που σκιάζεται από φοίνικες στις Μεσογειακές χώρες.

iii) Ιδιότητες



Εικόνα 1.80:2.4.4. Portugal/Area: Alcador do Sal μαζί με Παρεμβολή Landsat TM 4.5.3. 1:100 000, August 1985 (CLC manual).

Φασματικά Χαρακτηριστικά

Ο τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM είναι διάφοροι τόνοι του γκρι.

Ο τόνος NDVI του Landsat TM είναι διάφοροι τόνοι του γκρι.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM είναι σκούρο πράσινο και ανοιχτό καφέ.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM κόκκινο και γκρι.

Η απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 453 του Landsat TM κυανό, τόνοι του γκρι και/ή καφέ.

Η υφή είναι μέτρια.

Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Το πρότυπο της κατηγορίας είναι αγροτικό.

Το μέγεθος της είναι μεγάλο.

Το σχήμα 2D είναι ακαθόριστο.

Θέση στο χώρο/ Σχέση με το περιβάλλον

Το ποσοστό των γεωργικών καλλιεργειών και των βοσκότοπων δεν ξεπερνά το 50% της συνολικής επιφάνειας.

Στην κατηγορία αυτή συμπεριλαμβάνονται μεμονωμένα δέντρα και/ή συστάδες δέντρων αλλά δεν ξεπερνούν το 30% της συνολικής επιφάνειας.

2 Μεθοδολογία

Στην συνέχεια ακολουθεί η διεξοδική ανάλυση των διαδικασιών που ακολουθήθηκαν ώστε μία οντολογία να αποτελέσει την βάση για την φωτοερμηνεία των κατηγοριών του Corine Land Cover.

2.1 Τοποθέτηση του Προβλήματος

Η φωτοερμηνευτική διαδικασία βασίζεται πάνω σε πολλές παραμέτρους για την αναγνώριση των στοιχείων μιας εικόνας. Συχνά, οι απόψεις δίστανται όταν ζητείται τεκμηρίωση του γιατί ένα τμήμα μίας απεικόνισης ανήκει στην μία κατηγορία κάλυψης γης και όχι στην άλλη. Η εμβάθυνση στο αντικείμενο με στόχο την μοντελοποίηση της πληροφορίας και την καταγραφή της με καθορισμένο τρόπο βοηθάει την Φωτοερμηνεία.

Οι Οντολογίες φαίνεται να είναι η λύση στην αναζήτηση τρόπου διαχείρισης της γνώσης. Παρέχουν συγκεκριμένα πρότυπα για την καταγραφή, δίνουν την δυνατότητα καθορισμού σχέσεων και κανόνων μεταξύ των στοιχείων που καταγράφονται (ως προς άλλα στοιχεία αλλά και ως προς τον εαυτό τους), μπορούν να ταυτοποιήσουν μεμονωμένα αντικείμενα με βάση τα πρότυπα και τις συνθήκες που τις διέπουν και τέλος, μπορούν να κάνουν εξαγωγή συμπερασμάτων για την τεκμηρίωση των αποτελεσμάτων που δίνουν.

Η γνώση που χρησιμοποιήθηκε για την δόμηση της Οντολογίας βασίστηκε στα κριτήρια που χρησιμοποίησαν για την ταξινόμηση των χρήσεων γης στο πρόγραμμα Corine Land Cover (1994 και 2000), σε παρατηρήσεις που έχουν γίνει σε άλλες Διπλωματικές Εργασίες για το συγκεκριμένο πρόγραμμα (Παπαδάκη (2003), Μιχελακάκης (2009), Μουχτούρης (2009)) και σε συμπεράσματα που βγήκαν από παρεμβολή των κριτηρίων που αναφέρθηκαν με στοιχεία που παρατηρήθηκαν στην κάλυψη γης της Κρήτης ώστε να εμπλουτιστεί ακόμα περισσότερο η βάση γνώσης και η κάθε κατηγορία να αποκτήσει ακόμα πιο δυνατή ταυτότητα.

Οι κατηγορίες κάλυψης γης στην Οντολογία αντιστοιχούν σε μία κλάση (class). Η ιεραρχία που ακολουθείται είναι ίδια με αυτήν που ορίζει το CLC με το πρώτο επίπεδο να έχει 2 κατηγορίες (Τεχνητές Επιφάνειες και Αγροτικές περιοχές), το δεύτερο επίπεδο να έχει 8 κατηγορίες και το τρίτο και τελευταίο να έχει 22 κατηγορίες.

Το ζητούμενο από την Οντολογία είναι να βγαίνουν αληθή αποτελέσματα ως προς το ποιες κατηγορίες πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια μέσα από ερωτήσεις προς την βάση γνώσης που έχει δομηθεί και να υπάρξει πλήρης ταύτιση με τα αποτελέσματα που θα έδινε ένας ή περισσότεροι ειδικοί.

2.2 Εννοιολογική Σύλληψη και Αναπαράσταση Γνώσης

Κάθε εργασία αποτελείται από διαδοχικά βήματα τα οποία οδηγούν στο τελικό/επιθυμητό αποτέλεσμα. Το κάθε βήμα, ανεξαρτήτως αν είναι μεγάλο ή μικρό σε σχέση με τα άλλα, παίζει καθοριστικό ρόλο στο τελικό αποτέλεσμα.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αρχικό ζητούμενο είναι η δόμηση μιας έγκυρης και πλήρους βάσης γνώσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη αναγνώριση και ταυτοποίηση όλων των κατηγοριών και την σαφή διάκρισή τους, τόσο σε θεωρητικό αλλά και πρακτικό επίπεδο.

Για την δημιουργία αυτής πέρα από τα εγχειρίδια του CLC και παλαιότερες διπλωματικές πάνω στο

αντικείμενο, έγινε ακόμα δημιουργία έγχρωμων σύνθετων καναλιών, τα οποία παρουσιάστηκαν στο πρώτο κεφάλαιο, για τις κατηγορίες που υπήρχαν στην Κρήτη την περίοδο 2000-2003. Παράλληλα παρατηρήθηκε η γειννίαση με άλλες κατηγορίες κάτι που είναι σημαντικό σε αρκετές περιπτώσεις για την ταυτοποίηση αντικειμένων. Π.χ. το λιμάνι έχει κοινό όριο με την θάλασσα, από την μία πλευρά.

Αφού δημιουργήθηκε η βάση γνώσης έγινε εισαγωγή/διόρθωση των δεδομένων για κάθε κατηγορία ξεχωριστά σε μια ιστοσελίδα τύπου Wiki η οποία ανήκει στο εργαστήριο Τηλεπισκόπησης του Ε.Μ.Π.. Κάθε κατηγορία εκτός από σημασιολογικές επισημάνσεις (semantic tags) τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την ταξινόμηση των κατηγοριών περιέχει επίσης λεκτικές περιγραφές/ορισμούς για κάθε κατηγορία με βάση το CLC αλλά και την μετάφραση που έχει γίνει από τον Ο.Κ.Χ.Ε. Μία άλλη δυνατότητα του Wiki είναι η εξαγωγή των επιθυμητών σελίδων σε μορφή RDF/XML.

Η μορφή αυτή είναι αναγνώσιμη και επεξεργάσιμη από το πρόγραμμα Protégé που χρησιμοποιήθηκε κι έτσι το επόμενο βήμα περιλάμβανε την εισαγωγή του αρχείου RDF/XML στο περιβάλλον του Protégé. Έτσι έγινε επεξεργασία τις πληροφορίας που φορτώθηκε στο πρόγραμμα, τακτοποίηση απαραίτητων αλλά και διαγραφή πρόσθετων δεδομένων που μόνο επιβάρυναν την λειτουργία του προγράμματος. Ο σκελετός της βάσης γνώσης δομήθηκε από κλάσεις που ιεραρχήθηκαν σε τρία επίπεδα ακριβώς όπως στην ονοματολογία του CLC. Η κάθε κατηγορία/κλάση εμπλουτιστική με τουλάχιστον όσα στοιχεία χρειάστηκαν για τον διαχωρισμό της από τις άλλες του ίδιου επιπέδου.

Τα στοιχεία αυτά ήταν είτε ιδιότητες μεταξύ των αντικειμένων (object properties) και αφορούσαν χωρικές συσχετίσεις όπως γειννιάσεις αντικειμένων, ποια αντικείμενα περιβάλλουν κάποια άλλα και ποια αντικείμενα περιέχονται σε άλλα, είτε ιδιότητες που χαρακτήριζαν τα ίδια τα αντικείμενα (data properties) και αφορούσαν στοιχεία όπως το χρώμα, μέγεθος, υφή πρότυπο κ.α..

Με βάση όλα τα παραπάνω πραγματοποιήθηκε η εννοιολογική μοντελοποίηση του υπό εξέταση αντικείμενου που είναι οι 22 κατηγορίες κάλυψης/χρήσης γης και των στοιχείων εκείνων που συνέβαλαν στον ρητό και σαφή διαχωρισμό τους. Έτσι δομήθηκε ένα δίκτυο από διαδρομές και προορισμούς. Ο κάθε προορισμός αντιστοιχεί σε μία κατηγορία ενώ ο δρόμος που οδηγεί σε αυτήν περιλαμβάνει όλα εκείνα τα στοιχεία που είναι απαραίτητα για να φτάσει ένα αντικείμενο εκεί, να ενταχθεί δηλαδή στην κλάση.

2.3 Φωτοαναγνωριστικά Στοιχεία που Χρησιμοποιήθηκαν

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 1, τα φωτοαναγνωριστικά στοιχεία είναι το κυρίαρχο στοιχείο για την αναγνώριση και ταυτοποίηση κατηγοριών. Στην παρούσα οντολογία ως κύρια πηγή έχουν ληφθεί οι δορυφορικές εικόνες από τον δορυφόρο Landsat TM και όλες οι τιμές δόθηκαν για την κλίμακα 1:100 000. Αναφέρεται όμως ότι σε πολλές περιπτώσεις για να γίνει πλήρως λειτουργική η οντολογία χρειάζονται κι άλλα στοιχεία όπως τοπογραφικοί ή θεματικοί χάρτες και/ή δορυφορικές εικόνες (π.χ. εικόνες από Google Earth), κάτι που αναφέρεται και στο εγχειρίδιο του CLC.

Τα φωτοαναγνωριστικά στοιχεία μπορούν εύκολα να χωριστούν σε τέσσερις κατηγορίες με βάση τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Φασματικά χαρακτηριστικά.
- Γεωμετρικά χαρακτηριστικά.
- Θέση στο χώρο και σχέση με το περιβάλλον.
- Γενικά ή επιπλέον χαρακτηριστικά.

Τα χαρακτηριστικά αυτά γίνονται εύκολα κατανοητά παρουσιάζοντας τις ιδιότητες κάθε κατηγορίας αλλά και τις πιθανές τιμές αυτών. Αυτά φαίνονται στους ακόλουθους πίνακες (2.1 - 2.5).

Χαρακτηριστικά	Τιμή	1 Τεχνητές Επιφάνειες	2 Αγροτικές Περιοχές
Τόνος του γκρι (photo tone) (Landsat TM band 3)	dark		212,
	medium_to_dark	132, 142	213, 221, 222, 223 241, 242, 243, 244
	medium	112, 121, 122, 123, 124, 131, 132, 141	212, 213, 221, 222, 223 231, 241, 242, 243, 244
	medium_to_bright	111, 123, 131, 133,	211, 211, 241, 244
	bright	111, 112, 121, 123, 124, 131, 132, 133, 142,	211
Τόνος NDVI $\frac{band4-band3}{band4+band3}$	dark	121, 124	
	medium_to_dark	111, 112, 121, 122, 123, 124, 131, 132, 133,	211, 212, 221, 223, 243, 244
	medium	111, 112, 121, 122, 131, 132, 133, 141, 142	212, 213, 221, 222, 223, 231, 241, 243, 244
	medium_to_bright	132, 133	212, 221, 223, 242, 243, 244
	bright	141, 142	212, 213, 222, 242
Υφή (texture)	coarse	111, 112, 131, 142	211, 212, 221,
	medium	111, 112, 141,	223, 231, 241, 242, 243, 244
	fine	122, 141,	213, 222
	heterogeneous	121, 123, 124, 131, 132, 133	
ομοιογένεια τόνου (photo tone uniformity)	uniform	122, 141	213, 222
	semi-uniform	111, 112,	231,
	non uniform	121, 123, 124, 131, 132, 133, 142	211, 212, 221, 223 241, 242, 243, 244
είδος τόνου περιγράμματος (boundary tone type)	discrete	112, 122, 123, 141	213
	semi-discrete	121, 123, 131, 132, 142	211, 212, 231, 241, 244
	non-discrete	111, 112, 124, 133,	221, 222, 223, 242, 243

Πίνακας 2.1: Φασματικά χαρακτηριστικά

Καλό στο σημείο αυτό, είναι να γίνει ανάλυση στις τιμές κάποιων χαρακτηριστικών που μπορεί να προκαλέσουν σύγχυση ώστε να συγκεκριμενοποιηθούν όσο το δυνατόν περισσότερο.

Η τιμή της υφής heterogeneous (ετερογενής) σημαίνει ότι ένα συγκεκριμένο πολύγωνο παρουσιάζει διαφορετικές υφές για διαφορετικά σημεία του.

Η τιμή ομοιογένειας τόνου semi-uniform (ημι-ομοιογενείς) δίνεται σε κατηγορίες όπου η απόχρωσή τους παρουσιάζει κάποιες λίγες μεταβολές. Ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν γενικά την ομοιογένεια τόνου είναι η περίοδος λήψης των δορυφορικών εικόνων ειδικά για τις Αγροτικές περιοχές.

Η τιμή του είδους τόνου περιγράμματος semi-discrete (ημι-διακριτό) δηλώνει ότι ένα πολύγωνο ξεχωρίζει από το περιβάλλον του όχι όμως τόσο που να μπορεί να προσδιοριστεί πλήρως σε μία δορυφορική εικόνα είτε ξεχωρίζει από την μία πλευρά π.χ. τα λιμάνια. Παράγοντες που θα μπορούσαν να επηρεάσουν γενικά το είδος τόνου περιγράμματος για μία συγκεκριμένη κατηγορία είναι το τι κατηγορίες είναι τριγύρω αυτής αλλά και η ημερομηνία λήψης της εικόνας.

Επιπλέον χαρακτηριστικά τα οποία ανήκουν στα φασματικά, είναι και οι αποχρώσεις στα διάφορα έγχρωμα σύνθετα. Για καλύτερη εποπτεία και κατανόηση αυτών, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα 2.2.

	Αποχρώσεις	Έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM	Έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM	Έγχρωμο σύνθετο RGB 453 του Landsat TM	Έγχρωμο σύνθετο RGB 754 του Landsat TM
White		112, 121, 123, 133, 211	121, 123, 133, 211	112, 121, 131, 211	121, 131, 132, 133, 211
Almost White 1				123, 133	112, 123
Almost White 2			124, 131		123
Dark Grey		111, 122, 243	122	122	122, 124
Grey		111, 112, 121, 123, 124, 131, 133, 142, 211, 231, 242	133, 212, 231, 244	121, 123, 133, 142, 223	121, 123, 124, 131, 132, 223, 243
Light Grey		111, 132	123	111, 112, 132, 133	111, 112, 211, 231
Cyan			111, 112, 121, 124, 142, 211	111, 112, 121, 124, 133, 244	121
Light Cyan			132, 133	131	132, 212, 213
Orange				131, 211, 213, 142, 212, 213, 222, 223, 242	
Light Orange				213, 242	
Dark Green		131, 212, 221, 222, 223, 241, 242, 243, 244			
Green		124, 141, 142, 212, 213, 221		223, 231	
Light Green		221		124, 212, 231	124, 231
Dark Brown		121, 131, 132	121, 212	112, 133, 142, 223, 243	
Brown		121, 124, 131, 132, 142, 212, 241	121, 132, 142, 212	112, 133, 142, 223, 243, 244	
Light Brown		121, 131, 132, 211	121, 124, 131, 211, 212	112, 133, 142, 223	
Dark Red			221, 223, 242, 243		
Red			124, 131, 141, 142, 212, 213, 221, 222, 223, 242, 243, 244	132, 142	
Light Red			221, 223, 242, 243		
Blue			111	121, 124, 211	121, 131, 132, 142, 212, 213, 222, 223, 242, 243
Light Blue		221	111	111, 112, 124, 132, 211	142, 211, 212, 213, 223, 242, 243
Mauve				112, 121, 211	

Πίνακας 2.2: Αποχρώσεις και έγχρωμα σύνθετα.

Αξίζει να αναφερθεί ότι ο παραπάνω πίνακας αναφέρεται στις πιθανές αποχρώσεις που μπορεί να συναντηθούν σε κάποια κατηγορία. Οι αποχρώσεις στην πραγματικότητα, ίσως διαφέρουν ως προς τον

τόνο και πάντα πρέπει να λαμβάνεται υπ’ όψιν η σχέση με το περιβάλλον και η εποχή καθώς παίζουν σημαντικό ρόλο. Ακόμα σε περιπτώσεις όπου σε κάποια κατηγορία εμφανίζονται διάφοροι τόνοι μίας απόχρωσης έχει οριστεί και η τιμή “ποικίλο” για την απόχρωση αυτή. Π.χ. “ποικίλο καφέ” (*variable_brown*). Αυτό έγινε για να είναι πιο λειτουργική η βάση γνώσης.

Ακολουθεί πίνακας που προσδιορίζει τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά κάθε κατηγορίας. Οι τιμές που αναφέρονται παρακάτω είναι οι πιο συχνά εμφανιζόμενες για κάθε κατηγορία που αναφέρονται.

Ιδιότητες	Τιμή	1. Τεχνητές Επιφάνειες	2. Αγροτικές Περιοχές
σχήμα σε 2 διαστάσεις (2D shape)	undefined	111, 112, 131, 133 141, 142	211, 212, 213, 221, 222, 223, 231, 241, 242, 243, 244
	oblong	122	
	round	132	
	polygonal	121, 123, 124	
κανονικότητα σχήματος (compactness)	compact	122, 132	
	non-compact	111, 112, 121, 123, 124, 131, 133, 141,142	
πρότυπο / διάταξη (pattern / arrangement)	linear	122, 124	221
	grid		211
	spagetti	124, 142	
	undefined	142	
	agricultural		Όλη η κατηγορία 2
	urban	111, 112	
	industrial	121	
	transporting	122	
	port	123	
	construction	131, 132, 133	
	urban_green	141	
Σχετικό μέγεθος (Relative size)	small	112, 123, 141	241, 242, 243, 244
	medium	111, 112, 132, 133, 142	241, 242, 243, 244
	large	111, 112, 121, 122, 123, 124, 131,	211, 212, 213, 221, 222, 223, 231, 241, 242, 243, 244
	varies	112	241, 242, 243, 244

Πίνακας 2.3: Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Πάλι για τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά, υπάρχουν τιμές που κρίθηκε ότι πρέπει να αναλυθούν περεταίρω όπως για σχήμα και το πρότυπο ώστε να γίνουν πιο κατανοητές και να διευκολυνθεί ο τρόπος χρήσης τους.

Όσον αφορά το σχήμα η τιμή *undefined* (απροσδιόριστο) προσδίδεται σε κατηγορίες όπου το σχήμα τους είτε είναι πολύ περίπλοκο είτε μπορεί να έχει πολλές παραλλαγές από αντικείμενο σε αντικείμενο. Στις πιο πολλές περιπτώσεις συμβαίνουν και τα δύο. Η τιμή *polygonal* (πολυγωνικό) προσδίδεται σε κατηγορίες των Τεχνητών επιφανειών καθώς σαν τιμή παραπέμπει σε κάτι μη φυσικό και τεχνητό.

Στην περίπτωση του προτύπου η τιμή *agricultural* (αγροτικό) δίνεται στις Αγροτικές περιοχές όπου η παρέμβαση του ανθρώπου είναι ελάχιστη έως ανύπαρκτη και το εκάστοτε πολύγωνο δεν φαίνεται να

έχει μεγάλη αντίθεση με το περιβάλλον του. Η τιμή *urban* (αστικό) δείχνει ότι η ανθρώπινη παρέμβαση είναι πολύ μεγάλη και μαρτυράει ύπαρξη τεχνητών επιφανειών όπως δρόμοι και κτήρια. Η τιμή *industrial* (βιομηχανικό) προσδίδεται σε πολύγωνα τα οποία αφενός είναι βιομηχανικές περιοχές, από την άλλη όμως δεν παύει να είμαι εμφανείς η χαρακτηριστική διάταξή τους, δηλαδή η ύπαρξη κτηρίων, δρόμων, θέσεων στάθμευσης και βλάστησης και/ή γυμνού εδάφους ακόμα και από τις δορυφορικές εικόνες. Η τιμή *transporting* (μεταφορικό) δίνεται στην περίπτωση του οδικού δικτύου για να προσδιορίσει το χαρακτηριστικό σχήμα του. Να τονιστεί ότι στην παρούσα οντολογία είναι ισοδύναμη με την τιμή *linear* (γραμμικό) στην περίπτωση του οδικού δικτύου. Η τιμή *port* (λιμάνι-ού) δίνεται στην χαρακτηριστική κατηγορία των λιμανιών. Η τιμή *construction* (κατασκευαστικό) προσδιορίζει την αντίθεση που έχει τις πιο πολλές φορές με το περιβάλλον κάθε στοιχείο που υπάγεται σε αυτήν την κατηγορία και την επιρροή του ανθρώπου πάνω στο φυσικό περιβάλλον.

Από τα παραπάνω γεωμετρικά χαρακτηριστικά φαίνεται ότι οι **Τεχνητές επιφάνειες** μπορούν εύκολα να προσδιοριστούν με βάση το πρότυπο τους, δηλαδή το τι μοιάζει να είναι η περιοχή που παρατηρείται. Αυτό δυστυχώς δεν συμβαίνει για την κατηγορία των **Γεωργικών περιοχών**. Ένας καλός γνώμονας για αυτήν την κατηγορία είναι το τι περιλαμβάνει το κάθε πολύγωνο. Στον ακόλουθο πίνακα δίνονται οι χαρακτηριστικές αυτές τιμές, μαζί με άλλες ιδιότητες που χρησιμοποιήθηκαν.

Ιδιότητες	Τιμή	1. Τεχνητές Επιφάνειες	2. Αγροτικές Περιοχές
Πιο σκούρο/φωτεινό από τους γείτονες (darker/brighter than neighbors)	darker	122, 141	244
	brighter	121, 131, 133	211, 212, 222, 241, 243
	NDVI_brighter		212, 222
	754_brighter		241
Αντίθεση με τον περίγυρο (contrast with surrounding)	yes	121, 122, 123, 131, 132, 133, 141	211, 212, 222, 241, 243, 244
	from_one_side	123	
Περιβάλλεται από (is surrounded by)	1.1, 112, construction, buildings	111(από 112), 141(από 1.1, constructions, buildings)	
Περιλαμβάνει (contains)	AirLanes, ImpermeableSurfaces, BareSoil, Buildings, Roads, Structures, Vegetation	111, 112, 121, 123, 124, 131, 132, 133, 141 142	
	AgriculturalLand, AnnualCrops, ArableLand, Fences, ForestTypeTrees, IrrigationChannels, LowVegetation, NaturalVegetation, OliveGroves Orchards, Pastures, PermanentCrops, ScatteredGreenery, Vines, Broad-leavedTrees		211, 212, 213, 221, 222, 223, 231, 241, 242, 243, 244
βρίσκεται ψηλότερα από (occurs higher than)	its_surroundings	132	
βρίσκεται κοντά σε (occurs adjacent to)	1.1 Urban Fabric, Water courses, Sea and Ocean	121(σε 1.1), 1.2 (σε 1.1)	
βρίσκεται δίπλα σε (occurs next to)	1.1Urban fabric	121	

Ιδιότητες	Τιμή	1. Τεχνητές Επιφάνειες	2. Αγροτικές Περιοχές
κοινό όριο με (border to)	Sea and ocean, 2.Agricultural areas	123, 124, 112	
αναλγυφο (relief)	flat		212, 213

Πίνακας 2.4: Θέση στον χώρο και σχέση με το περιβάλλον.

Κατά την μελέτη των κατηγοριών κρίθηκε απαραίτητο να οριστεί με κάποιο τρόπο και η επίδραση του ανθρώπου πάνω στις καλύψεις/χρήσης γης. Η τιμές που ορίστηκαν μαζί με τις κατηγορίες που αναφέρονται φαίνονται στον πίνακα 2.5 που ακολουθεί.

	Τιμή	1 Τεχνητές Επιφάνειες	2 Αγροτικές Περιοχές
ανθρώπινη παρέμβαση (human influence)	very_big	111, 112	
	big	112, 121, 122, 123, 124, 131, 132, 133, 141, 142	
	yes		212, 213, 221, 231, 242, 243
	no		211, 222, 223, 241, 244

Πίνακας 2.5: Γενικά ή επιπλέον χαρακτηριστικά.

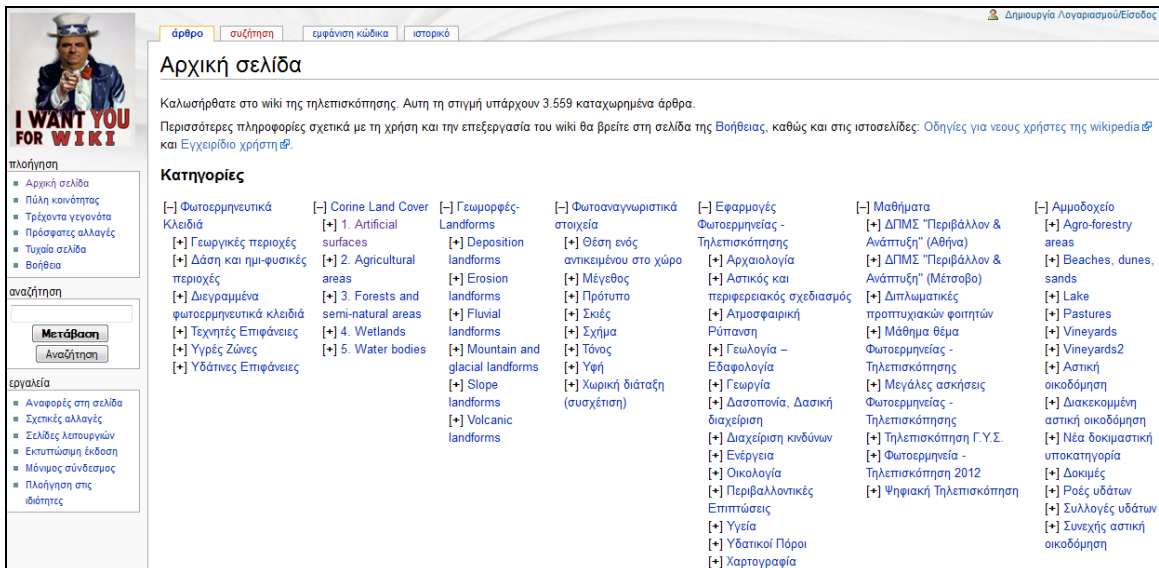
Να σημειωθεί απλά, ότι η ανθρώπινη παρέμβαση αναφέρεται στην περίπτωση των Τεχνητών επιφανειών και για τον περίγυρο κάποιας κατηγορίας. Για παράδειγμα στην κατηγορία 1.4.1 Αστικό Πράσινο η τιμή, ανθρώπινη παρέμβαση “μεγάλη” αναφέρεται στο περιβάλλον που περιβάλλει την κατηγορία και είναι ο Αστικός Ιστός. Παραπάνω ακόμα φαίνεται ο διαχωρισμός των τιμών σε δύο ομάδες. Στην μία ανήκουν οι δύο πρώτες τιμές όπως φαίνεται παραπάνω και στην άλλη οι υπόλοιπες. Αυτός ο διαχωρισμός δείχνει ότι για τις τεχνητές επιφάνειες θεωρείται αυτονόητη η ανθρώπινη παρέμβαση ενώ για τις αγροτικές υπάρχουν περιπτώσεις όπου είναι εμφανής, π.χ. οι **Αμπελώνες** όπου υπάρχει το γραμμικό πρότυπο που μαρτυράει την ανθρώπινη παρέμβαση, ενώ σε άλλες περιπτώσεις όπως οι **Ελαιώνες** από τις δορυφορικές εικόνες δεν φαίνεται κάτι που να μαρτυράει ανθρώπινη επιρροή.

2.4 Υλοποίηση του συστήματος

Μία λεπτομερής παρουσίαση του πρακτικού κομματιού της παρούσας εργασίας ακολουθεί ώστε να φανεί η δομή της οντολογίας και η διάρθρωσή της, να φανούν οι δυνατότητες του προγράμματος και να παρουσιαστεί η δυνατότητα ανάκτησης και αναπαράστασης γνώσης.

2.4.1 Εισαγωγή και εξαγωγή πληροφορίας στο/από το Wiki του Εργαστηρίου Τηλεπισκόπησης

Αφού συγκεντρώθηκαν, μελετήθηκαν και επιλέχθηκαν όλα εκείνα τα στοιχεία που ήταν απαραίτητα για όλες τις κατηγορίες έγινε εισαγωγή αυτών στο περιβάλλον του Wiki ώστε αρχικά να εμπλουτιστεί η σελίδα με πολλές και σαφώς ορισμένες κατηγορίες και στην συνέχεια να γίνει εξαγωγή των επιθυμητών κατηγοριών, σε μορφή xml και εισαγωγή τους στο συντάκτη οντολογιών Protégé. Ακολουθούν οι εικόνες 2.1 και 2.2 που παρουσιάζουν το περιβάλλον της συγκεκριμένης σελίδας.



Εικόνα 2.1: Αρχική σελίδα Wiki του Εργαστηρίου Τηλεπισκόπησης

Ακολουθεί ένα απόσπασμα κατηγορίας όπου παρουσιάζονται οι σημασιολογικές επισημάνσεων (semantic tags) οι οποίες περιέχουν την απαραίτητη πληροφορία όπου χρησιμοποιήθηκε στην συνέχεια και δίπλα αντιπαραβάλλεται η δομή που πρέπει να έχει για να αναγνωριστεί από την σελίδα.

<p>Semantic Tags:</p> <p>ID Σπουδαστή: Chairetakis</p> <p>Όνομα Κλειδιού: 2.1.1_Non-Irrigated_Arable_Land</p> <p>Ελληνικό Όνομα Κλειδιού: 2.1.1_Mi_Ardevomeni_Arosimi_Gi</p> <p>Τύπος Άρθρου: photointerpretation_key</p> <p>Είναι είδος: Category:2.1_Arable_land</p> <p>Τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM: bright , medium_to_bright</p> <p>Δείκτης NDVI του Landsat TM: medium_to_dark</p> <p>Απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM: white , grey , light_brown , light_blue</p> <p>Απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM: white , cyan , light_brown</p> <p>Απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 453 του Landsat TM: white , orange , light_blue , mauve</p> <p>Απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 754 του Landsat TM: light_blue , light_cyan , white</p> <p>Υφή: coarse</p> <p>Πρότυπο: agricultural , grid</p> <p>Ομοιογένεια τόνου: non-uniform</p> <p>Είδος τόνου περιγράμματος: semi-discrete</p> <p>Σχήμα σε 2 διαστάσεις: undefined</p> <p>Σχετικό μέγεθος: large , medium , small</p> <p>Κανονικότητα σχήματος: non-compact</p> <p>Αντίθεση με τον περίγυρο: yes</p> <p>Πιο σκούρο/φωτεινό από τους γείτονες: brighter</p> <p>Ανθρώπινη παρέμβαση : no , yes</p> <p>Τύπος Κλειδιού: Corine_Land_Cover</p> <p>Κατηγορία: 2.1.1. Non-irrigated arable land</p>	<p>ID Σπουδαστή: [[student_name::Chairetakis]]
</p> <p>Όνομα Κλειδιού: [[preferred_name::2.1.1_Non-Irrigated_Arable_Land]]
</p> <p>Ελληνικό Όνομα Κλειδιού: [[greek_name::2.1.1_Mi_Ardevomeni_Arosimi_Gi]]
</p> <p>Τύπος Άρθρου: [[article_type::photointerpretation_key]]
</p> <p>Είναι είδος: [[is_a_kind_of::Category:2.1_Arable_land]]
</p> <p>Τόνος του γκρι στο κανάλι 3 του Landsat TM: [[landsat_tm_band_3_tone::bright]] , [[landsat_tm_band_3_tone::medium_to_bright]]
</p> <p>Δείκτης NDVI του Landsat TM: [[landsat_tm_ndvi_tone::medium_to_dark]]
</p> <p>Απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 321 του Landsat TM: [[landsat_tm_rgb321_color::white]] , [[landsat_tm_rgb321_color::grey]] , [[landsat_tm_rgb321_color::light_brown]] , [[landsat_tm_rgb321_color::light_blue]]
</p> <p>Απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 432 του Landsat TM: [[landsat_tm_rgb432_color::white]] , [[landsat_tm_rgb432_color::cyan]] , [[landsat_tm_rgb432_color::light_brown]]
</p> <p>Απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 453 του Landsat TM: [[landsat_tm_rgb453_color::white]] , [[landsat_tm_rgb453_color::orange]] , [[landsat_tm_rgb453_color::light_blue]] , [[landsat_tm_rgb453_color::mauve]]
</p> <p>Απόχρωση σε έγχρωμο σύνθετο RGB 754 του Landsat TM: [[landsat_tm_rgb754_color::light_blue]] , [[landsat_tm_rgb754_color::light_cyan]] , [[landsat_tm_rgb754_color::white]]
</p> <p>Υφή: [[texture::coarse]]
</p> <p>Πρότυπο: [[pattern::agricultural]] , [[pattern::grid]]
</p> <p>Ομοιογένεια τόνου: [[photo_tone_uniformity::non-uniform]]
</p> <p>Είδος τόνου περιγράμματος: [[boundary_tone_type::semi-discrete]]
</p> <p>Σχήμα σε 2 διαστάσεις: [[shape2d::undefined]]
</p> <p>Σχετικό μέγεθος: [[relative_size::large]] , [[relative_size::medium]] , [[relative_size::small]]
</p> <p>Κανονικότερα σχήματος: [[compactness::non-compact]]
</p> <p>Αντίθεση με τον περίγυρο: [[contrast_with_surrounding::yes]]
</p> <p>Πιο σκούρο/φωτεινό από τους γείτονες: [[darker/brighter_than_neighbors::brighter]]
</p> <p>Ανθρώπινη παρέμβαση : [[human_influence::no]] , [[human_influence::yes]]
</p> <p>Τύπος Κλειδιού: [[photointerpretation_key::Corine_Land_Cover]]
</p>
--	--

Εικόνα 2.2: Αντιπαραβολή σημασιολογικών επισημάνσεων με την χαρακτηριστική δομή που αναγνωρίζεται από την σελίδα Wiki του εργαστηρίου.

Το παραπάνω πρότυπο σύνταξης των ιδιοτήτων ακολουθήθηκε και για τις 22 κατηγορίες που αναλύθηκαν.

2.4.2 Δομή Οντολογίας στο περιβάλλον του Protégé

Το αρχείο που εξήχθη από την ιστοσελίδα του εργαστηρίου μπήκε στο περιβάλλον χρήσης του Protégé και ακολούθησαν οι απαραίτητες ενέργειες για την δομή της οντολογίας.

Αρχικά έγινε λεπτομερής διερεύνηση των στοιχείων που περιείχε το αρχείο xml ώστε να αποφανθεί ποια είναι χρήσιμα και πρέπει να κρατηθούν ενώ τα μη χρήσιμα όπως κλάσεις με ονόματα που δεν αντιπροσώπευαν κάτι, ιδιότητες που λογικά χρησιμοποιούνταν για την διαλειτουργικότητα της ιστοσελίδας και δεν είχαν σχέση με την οντολογία και αντικείμενα/άτομα χωρίς ιδιότητες διαγράφηκαν ώστε η οντολογία να φανεί πιο απλή και λειτουργική.

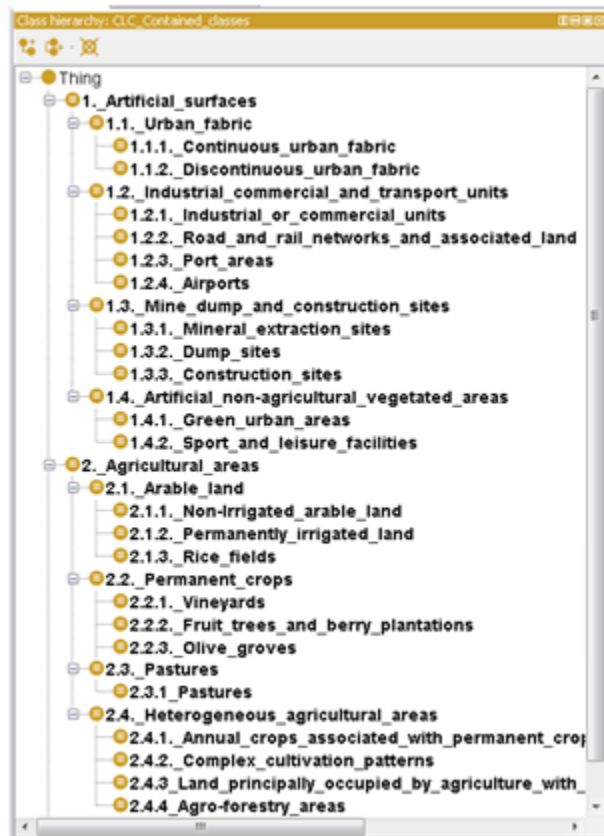
Αυτά που κρατήθηκαν από το αρχείο xml είναι οι κλάσεις με τα ονόματα των κατηγοριών του τρίτου επιπέδου, τα αντικείμενα/άτομα, που ήταν τα παραδείγματα που είχαν εισαχθεί στο Wiki και οι ιδιότητες (object και data properties) με τις χαρακτηριστικές τιμές τους για κάθε αντικείμενο. Από τα στοιχεία που κρατήθηκαν αρκετά χρειαζόταν διορθώσεις καθώς οι κλάσεις έπρεπε να περιέχουν μόνο γράμματα ή αριθμούς στο όνομά τους ενώ δύο λέξεις χωρίζονταν μεταξύ τους με κάτω παύλα (_). Επίσης έπρεπε να δημιουργηθεί η ιεραρχία των κλάσεων βάσει των τριών επιπέδων της ονοματολογίας.

Ακόμα, διαγράφηκαν τα σχόλια από τις ιδιότητες και τροποποιήθηκαν ώστε να ακολουθούν το πρότυπο σύνταξης που ορίζεται από το εγχειρίδιο χρήσης του Protégé. Π.χ. η ιδιότητα « 'Landsat tm rgb321 color' » μετατράπηκε σε « hasLandsatTmRGB321Color ». Αυτό είχε το επιπλέον προτέρημα να κάνει τις ιδιότητες να μοιάζουν πιο πολύ με την ανθρώπινη διατύπωση αφού θέλοντας να οριστεί ότι μία κλάση στην ιδιότητα της υφής έχει την τιμή “τραχεία” αρκούσε να γραφτεί « hasTexture value “coarse”^string ». Το string που ακολουθεί την τιμή δηλώνει ότι η τιμή είναι λεκτική και όχι νούμερο ή κάτι άλλο.

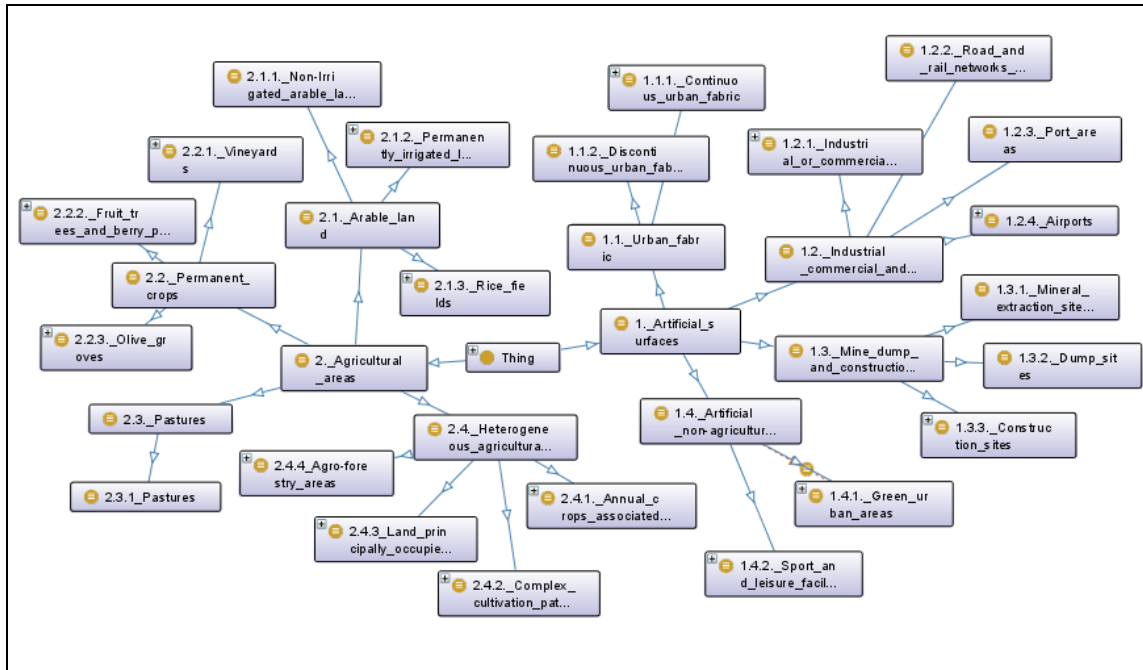
Ακολουθεί η παρουσίαση των κλάσεων – υποκλάσεων στο περιβάλλον του Protégé, εικόνες 2.3 και 2.4.

Όπως φαίνεται και στο διπλανό σχήμα η δόμηση των κλάσεων – υποκλάσεων έγινε ακριβώς στα πρότυπα που ορίζονται από το CLC. Το πρώτο και μοναδικό στοιχείο με όνομα Thing που φαίνεται στην διπλανή εικόνα είναι το χαρακτηριστικό στοιχείο όλων των οντολογιών και συμβολίζει ένα υπερσύνολο όπου μέσα σε αυτό εμπεριέχονται όλα τα γνωστά και άγνωστα αντικείμενα της φύσης. Κανένα αντικείμενο δεν μπορεί να είναι ισοδύναμο με το Thing και όλα είναι υποκλάσεις του. Γενικά αυτό που ισχύει στο περιβάλλον των οντολογιών είναι ότι κάθε στοιχείο κατώτερου επιπέδου αποτελεί μία εξειδίκευση του επιπέδου στο οποίο υπάγεται. Αυτό φυσικά, ισχύει και στην συγκεκριμένη οντολογία που δομήθηκε.

Στην επόμενη σελίδα (εικόνα 2.4) παρουσιάζεται ένα κάπως αφηρημένο σχήμα που δείχνει την σύνδεση κλάσεων υποκλάσεων το οποίο δημιουργήθηκε στο περιβάλλον του Protégé (καρτέλα Ontograf)

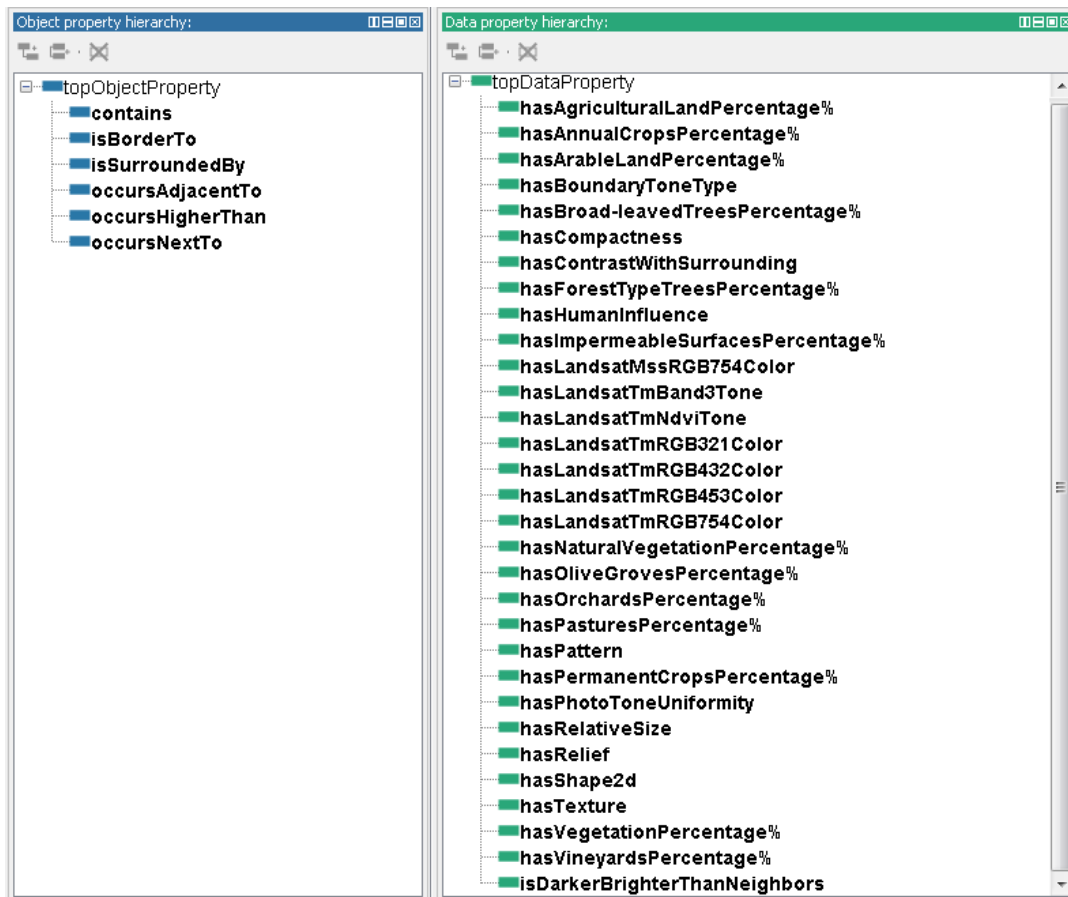


Εικόνα 2.3: Ιεραρχία κλάσεων - υποκλάσεων στο περιβάλλον του Protégé.



Εικόνα 2.4: Σχεδιάγραμμα κλάσεων - υποκλάσεων (δημιουργήθηκε στην καρτέλα Ontograf του Protege).

Το επόμενο πράγμα που πρέπει να παρουσιαστεί είναι οι ιδιότητες (object και data properties) που διέπουν την οντολογία. Αυτές φαίνονται στην εικόνα 2.5.



Εικόνα 2.5: Ιδιότητες (object και data properties) που χρησιμοποιήθηκαν στην οντολογία.

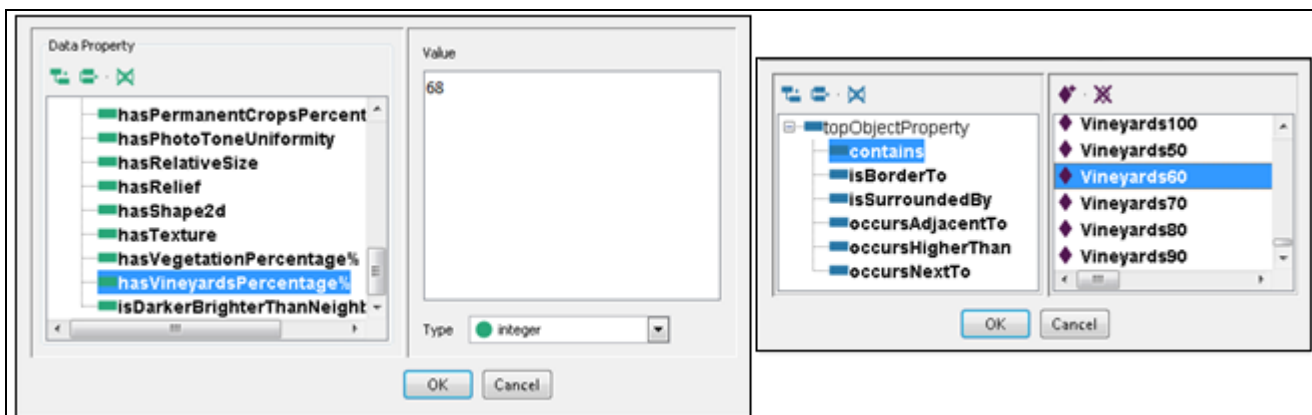
Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω για την παρούσα εργασία έχουν δομηθεί δύο ειδών οντολογίες. Η

μία περιέχει ποσοστά για να εκφράσει την συμμετοχή κάποιων κατηγοριών σε άλλες όπως αυτά ορίζονται από τα εγχειρίδια του CLC. Η παραπάνω εικόνα αναφέρεται σε αυτήν την οντολογία. Στην άλλη οντολογία η έκφραση των ποσοστών έγινε με “ψευτοκλάσεις” οι οποίες στο όνομά τους περιείχαν τα απαιτούμενα ποσοστά. Ένα παράδειγμα που θα διαφώτιζε την διαφορά αυτή είναι να εκφραστεί η ίδια απαιτούμενη ιδιότητα και στις δύο οντολογίες. Αυτό τότε θα είχε ως εξής:

Έστω η κλάση Αμπελώνες η οποία περιέχει αγροτεμάχια Αμπελώνων σε ποσοστό 50-100%. Στην πρώτη περίπτωση θα εκφραστεί με ποσοστό αριθμητικά, ενώ στην δεύτερη σαν “ψευτοκλάση” την οποία περιέχει η κλάση Αμπελώνες.

- i) **έχειΑμπελώνεςΜεΠοσοστό% κάποιον ακέραιο [≥ 50 , ≤ 100] ή με βάση την οντολογία `hasVineyardsPercentage% some integer [≥ 50 , ≤ 100]` .**
- ii) **περιέχει κάποιο στοιχείο Αμπελώνες50-100 ή όπως εκφράστηκε στο πρόγραμμα `contains some Vineyards50-100`.**

Για να είναι λειτουργική η οντολογία η “ψευτοκλάση” **Αμπελώνες50-100** περιέχει ως υποκλάσεις διαβαθμίσεις του 50-100. Π.χ. **Αμπελώνες60τηςΕκατό**. Για αυτές τις κλάσεις φτιάχτηκαν τα αντίστοιχα αντικείμενα/άτομα τα οποία ανήκουν υποχρεωτικά σε αυτές. Έτσι όταν κάποιο αντικείμενο/άτομο πρόκειται να εμπλουτιστεί με ιδιότητες για να ελεγχθεί εάν ταξινομηθεί στην κλάση **Αμπελώνες** αρκεί να πάρει την ιδιότητα `contains` και να επιλεγθεί ένα από τα αντικείμενα/άτομα που περιέχουν το επιθυμητό ποσοστό. Για την πρώτη περίπτωση τα πράγματα είναι πιο εύκολα καθώς η ίδια ιδιότητα μπορεί να δοθεί σε ένα αντικείμενο ως **έχειΑμπελώνεςΜεΠοσοστό%** και στο κατάλληλο κουτί να πληκτρολογηθεί η επιθυμητή τιμή. Η εικόνα 2.6 που ακολουθεί αντιπαραβάλλει τις δύο εναλλακτικές και θα κάνει πιο κατανοητή την διαδικασία.

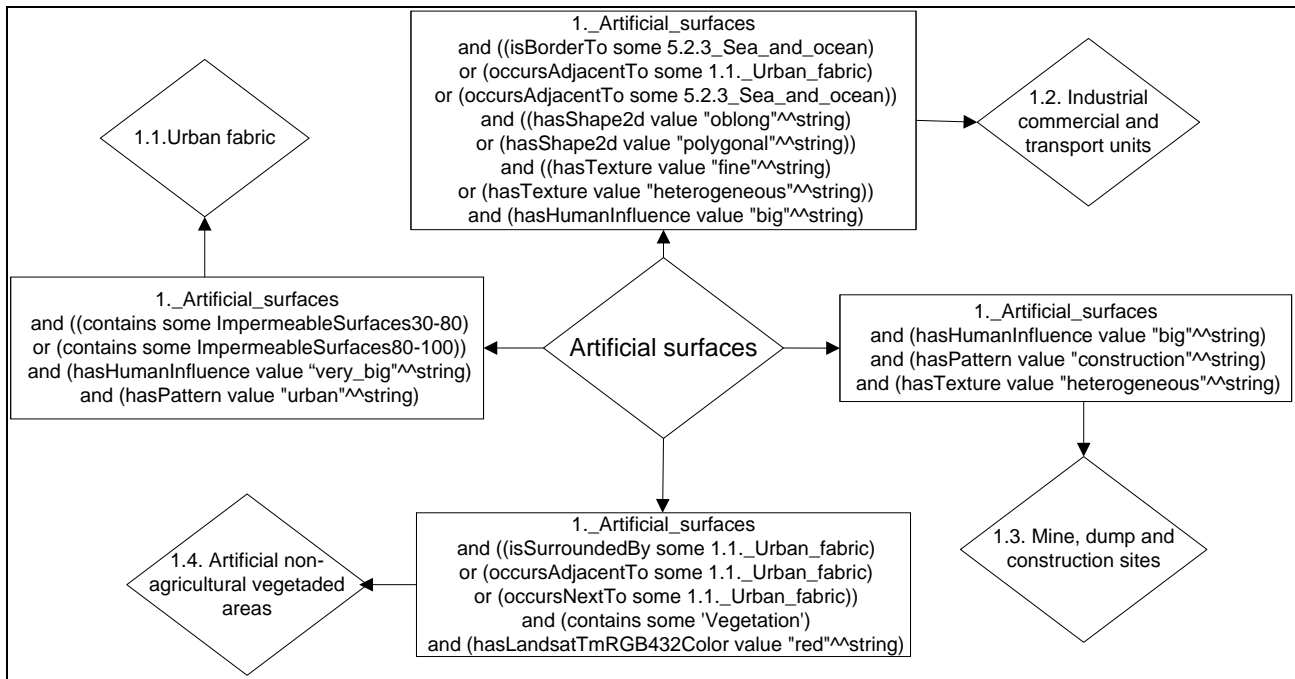


Εικόνα 2.6: Αντιπαραβολή εναλλακτικών για τον προσδιορισμό ποσοστών περιεχόμενων κατηγοριών σε κάποιο αντικείμενο.

Όπως φαίνεται στην εικόνα, η πρώτη περίπτωση, δίνει την δυνατότητα εισαγωγής ποσοστού με μεγαλύτερη ακρίβεια κάτι που για να επιτευχθεί στην δεύτερη είναι δύσκολο και θα επιβαρύνει την διαδικασία της συλλογιστικής. Παρ’ όλα αυτά, η πρώτη περίπτωση χρειάζεται προσοχή καθώς δεν πρέπει να παραληφθεί η εισαγωγή του τύπου (type) του στοιχείου που εισάγεται. Στην προκειμένη είναι ακέραιος (integer) ενώ στις άλλες ιδιότητες όπως οι αποχρώσεις στα έγχρωμα σύνθετα, η υφή, το σχετικό μέγεθος κλπ είναι λεκτικού τύπου (string).

2.4.3 Διαχωρισμός κατηγοριών δευτέρου επιπέδου που ανήκουν στις Τεχνητές επιφάνειες

Στην συνέχεια παρουσιάζεται ένα διάγραμμα (εικόνα 2.7) όπου περιέχονται τα στοιχεία που διαχωρίζουν τις τεχνητές επιφάνειες.



Εικόνα 2.7: Διαχωρισμός κατηγοριών δευτέρου επιπέδου που ανήκουν στις τεχνητές επιφάνειες

Οι κατηγορίες δευτέρου επιπέδου για τις Τεχνητές επιφάνειες διαχωρίζονται λοιπόν με τα εξής κριτήρια:

1.1 Αστικός ιστός

- Περιέχει αδιαπερατές επιφάνειες σε ποσοστό 30-100%.
- Η ανθρώπινη παρέμβαση είναι σε πολύ μεγάλο βαθμό.
- Το πρότυπο του παίρνει την τιμή “αστικό”.

1.2 Βιομηχανικές, εμπορικές ζώνες και δίκτυα μεταφορών

- Στοιχεία αυτής της κατηγορίας είτε έχουν κοινό όριο με την θάλασσα είτε βρίσκονται κοντά σε αυτή είτε βρίσκονται κοντά σε Αστικό ιστό.
- Έχουν σχήμα πολυγωνικό ή μακρόστενο.
- Έχουν υφή ετερογενή ή λεία.
- Η ανθρώπινη παρέμβαση είναι μεγάλη.

1.3 Ορυχεία, χώροι απορριμμάτων και χώροι οικοδόμησης

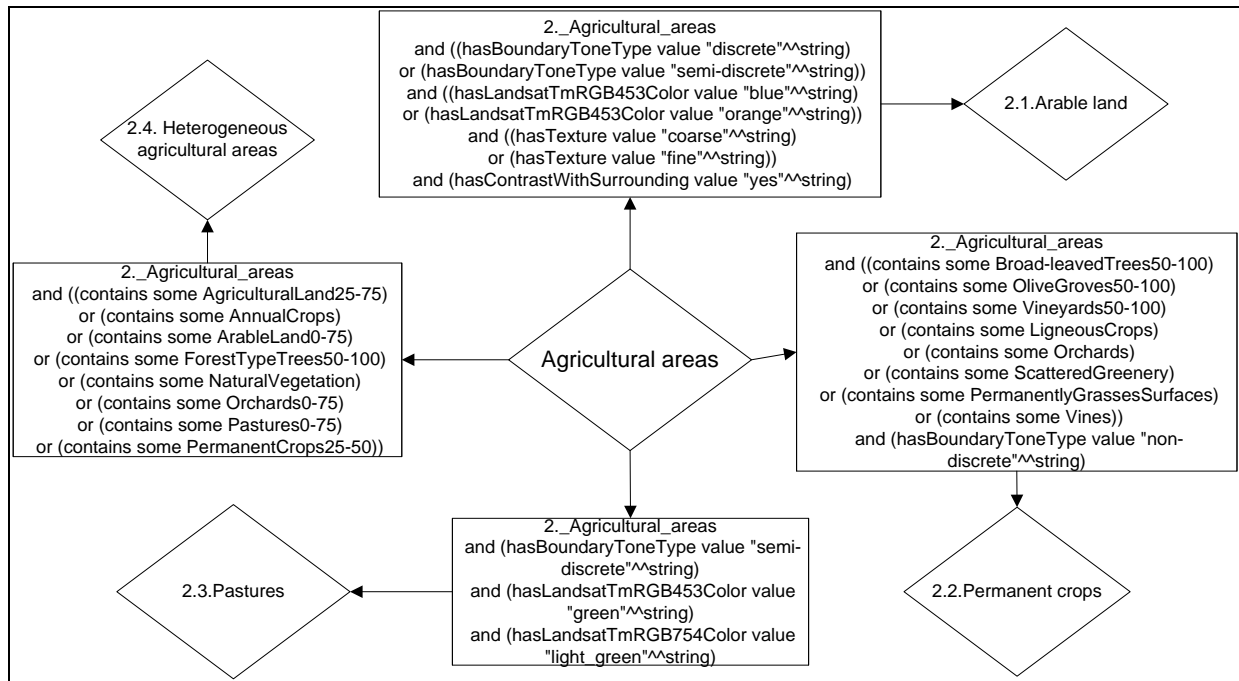
- Η ανθρώπινη παρέμβαση είναι μεγάλη.
- Το πρότυπο της είναι “κατασκευαστικό”.
- Η υφή είναι ετερογενείς.

1.4 Τεχνητές μη γεωργικές ζώνες πρασίνου

- Αυτή η κατηγορία είτε περιβάλλεται από Αστικό ιστό είτε είναι δίπλα από αυτόν είτε κοντά σε αυτόν.
- Περιέχει βλάστηση.
- Έχει χρώμα κόκκινο στο έγχρωμο σύνθετο 432 για τον δορυφόρο Landsat TM.

2.4.4 Διαχωρισμός κατηγοριών δευτέρου επιπέδου που ανήκουν στις αγροτικές περιοχές

Στοιχεία τα οποία διαχωρίζουν τις υποκατηγορίες των Αγροτικών περιοχών φαίνονται στο ακόλουθο διάγραμμα (εικόνα 2.8).



Εικόνα 2.8: Διαχωρισμός κατηγοριών δευτέρου επιπέδου που ανήκουν στις αγροτικές περιοχές

Οι κατηγορίες λοιπόν διαχωρίζονται ως εξής:

2.1 Αρόσιμη γη

- Στοιχεία αυτής της κατηγορίας διακριτό ή ημι-διακριτό περίγραμμα σε σχέση με τον περίγυρό τους.
- Έχουν μπλε ή κόκκινο χρώμα στο έγχρωμο σύνθετο 453 του δορυφόρου Landsat TM.
- Παρουσιάζουν υφή τραχεία ή λεία
- Έχουν αντίθεση με τον περίγυρο σε κάποιο έγχρωμο σύνθετο ή στην απεικόνιση του τόνου του γκρι ή του NDVI.

2.2 Μόνιμες καλλιέργειες

- Στις μόνιμες καλλιέργειες υπάγονται περιοχές που περιέχουν Ελαιώνες σε ποσοστό 50-100% ή Αμπελώνες στο ίδιο ποσοστό ή Πλατύφυλλα δέντρα πάλι με ποσοστό 50-100%.
- Έχουν μη διακριτό περίγραμμα σε σχέση με το περιβάλλον.

Οι επιπλέον κατηγορίες που φαίνονται στο παραπάνω διάγραμμα δεν είναι στοιχεία που ταυτοποιούν την κατηγορία σαν δεύτερο επίπεδο απλά τοποθετούνται για να καταστεί λειτουργική η οντολογία καθώς ενυπάρχουν στις κατηγορίες του τρίτου επιπέδου.

2.3 Λιβάδια

- Η κατηγορία αυτή έχει ημι-διακριτό περίγραμμα
- Έχει πράσινο χρώμα στο έγχρωμο σύνθετο 453 του δορυφόρου Landsat TM.
- Έχει ανοιχτό πράσινο χρώμα στο έγχρωμο σύνθετο 754 του δορυφόρου Landsat TM.

2.4 Ετερογενείς γεωργικές περιοχές

- Εδώ ανήκουν αγροτεμάχια που περιέχουν Γεωργικές περιοχές σε ποσοστό 25-75% ή Ετήσιες καλλιέργειες ή Αρόσιμη γη σε ποσοστό έως 75% ή Δέντρα που κατατάσσονται στα δασικά είδη σε ποσοστό 50-100%, Λιβάδια σε ποσοστό έως 75% ή Οπωρώνες σε ποσοστό έως 75% ή Μόνιμες καλλιέργειες σε ποσοστό 25-50% ή Φυσική βλάστηση.

Σε αυτήν την κατηγορία φαίνεται να υπάγονται κάποιες κατηγορίες οι οποίες παραπάνω φαίνεται ότι είναι κατηγορία και από μόνες τους όπως οι Μόνιμες καλλιέργειες ή τα Λιβάδια. Αυτό γίνεται διότι στην προκειμένη περίπτωση έχουν εμβαδό μικρότερο από 25 ha που είναι η ελάχιστη χαρτογραφική μονάδα για το τρίτο επίπεδο ταξινόμησης.

2.4.5 Πλήρεις ιδιότητες για τέσσερις κατηγορίες τρίτου επιπέδου

Ενδεικτικά αναφέρονται οι ιδιότητες από τέσσερις κλάσεις του τρίτου επιπέδου όπως αυτές δομήθηκαν στο περιβάλλον του Protégé (πίνακες 2.6).

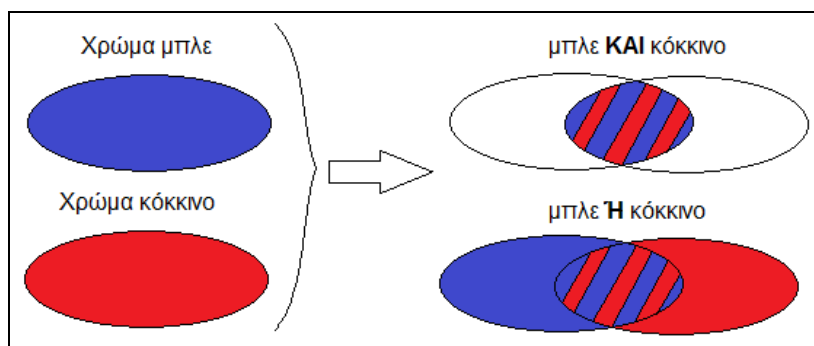
1.2.1 Συνεχής αστικός ιστός	2.1.1 Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη
<p>1.1._Urban_fabric and ((hasLandsatTmBand3Tone value "bright"^^string) or (hasLandsatTmBand3Tone value "medium_to_bright"^^string)) and ((hasLandsatTmRGB321Color value "dark_grey"^^string) or (hasLandsatTmRGB321Color value "grey"^^string) or (hasLandsatTmRGB321Color value "light_grey"^^string)) and ((hasLandsatTmRGB432Color value "blue"^^string) or (hasLandsatTmRGB432Color value "cyan"^^string) or (hasLandsatTmRGB432Color value "grey-blue"^^string) or (hasLandsatTmRGB432Color value "light_blue"^^string)) and ((hasLandsatTmRGB453Color value "light_blue"^^string) or (hasLandsatTmRGB453Color value "light_grey"^^string)) and ((hasLandsatTmRGB754Color value "grey-orange"^^string) or (hasLandsatTmRGB754Color value "light_brown"^^string) or (hasLandsatTmRGB754Color value "light_grey"^^string) or (hasLandsatTmRGB754Color value "white"^^string)) and ((hasRelativeSize value "large"^^string) or (hasRelativeSize value "medium"^^string)) and ((hasTexture value "coarse"^^string) or (hasTexture value "medium"^^string)) and (occursNextTo value 5.2.3_Sea_and_ocean) and (hasImpermeableSurfacesPercentage% some integer[>= 80 , <= 100]) and (hasBoundaryToneType value "non-discrete"^^string) and (hasCompactness value "non-compact"^^string) and (hasContrastWithSurrounding value "no"^^string) and (hasHumanInfluence value "very_big"^^string) and (hasLandsatTmNdvITone value "medium_to_dark"^^string) and (hasPhotoToneUniformity value "semi-uniform"^^string) and (hasShape2d value "undefined"^^string)</p>	<p>2.1._Arable_land and ((hasContrastWithSurrounding value "yes"^^string) or (isDarkerBrighterThanNeighbors value "brighter"^^string)) and ((hasHumanInfluence value "no"^^string) or (hasHumanInfluence value "yes"^^string)) and ((hasLandsatTmBand3Tone value "bright"^^string) or (hasLandsatTmBand3Tone value "medium_to_bright"^^string)) and ((hasLandsatTmRGB321Color value "grey"^^string) or (hasLandsatTmRGB321Color value "light_blue"^^string) or (hasLandsatTmRGB321Color value "light_brown"^^string) or (hasLandsatTmRGB321Color value "white"^^string)) and ((hasLandsatTmRGB432Color value "cyan"^^string) or (hasLandsatTmRGB432Color value "light_brown"^^string) or (hasLandsatTmRGB432Color value "white"^^string)) and ((hasLandsatTmRGB453Color value "light_blue"^^string) or (hasLandsatTmRGB453Color value "mauve"^^string) or (hasLandsatTmRGB453Color value "orange"^^string) or (hasLandsatTmRGB453Color value "white"^^string)) and ((hasLandsatTmRGB754Color value "light_blue"^^string) or (hasLandsatTmRGB754Color value "light_cyan"^^string) or (hasLandsatTmRGB754Color value "white"^^string)) and ((hasPattern value "agricultural"^^string) or (hasPattern value "grid"^^string)) and ((hasRelativeSize value "large"^^string) or (hasRelativeSize value "medium"^^string) or (hasRelativeSize value "small"^^string)) and (hasBoundaryToneType value "semi-discrete"^^string) and (hasCompactness value "non-compact"^^string) and (hasLandsatTmNdvITone value "medium_to_dark"^^string) and (hasPhotoToneUniformity value "non-uniform"^^string) and (hasShape2d value "undefined"^^string) and (hasTexture value "coarse"^^string)</p>
2.4.2 Σύνθετες καλλιέργειες	1.3.3 Χώροι οικοδόμησης
<p>2.4._Heterogeneous_agricultural_areas and ((hasLandsatTmBand3Tone value "medium"^^string) or (hasLandsatTmBand3Tone value "medium_to_dark"^^string)) and ((hasLandsatTmNdvITone value "bright"^^string) or (hasLandsatTmNdvITone value "medium_to_bright"^^string)) and ((hasLandsatTmRGB321Color value "brown"^^string) or (hasLandsatTmRGB321Color value "dark_green"^^string) or (hasLandsatTmRGB321Color value "grey"^^string)) and ((hasLandsatTmRGB432Color value "dark_red"^^string) or (hasLandsatTmRGB432Color value "light_red"^^string) or (hasLandsatTmRGB432Color value "red"^^string) or (hasLandsatTmRGB432Color value "variable_red"^^string)) and ((hasLandsatTmRGB453Color value "light_green"^^string) or (hasLandsatTmRGB453Color value "orange"^^string)) and ((hasLandsatTmRGB754Color value "blue"^^string) or (hasLandsatTmRGB754Color value "light_blue"^^string)) and (hasArableLandPercentage% some integer[> 0 , <= 75]) and (hasOrchardsPercentage% some integer[> 0 , <= 75]) and (hasPasturesPercentage% some integer[> 0 , <= 75]) and (hasBoundaryToneType value "non-discrete"^^string) and (hasCompactness value "non-compact"^^string) and (hasContrastWithSurrounding value "no"^^string) and (hasHumanInfluence value "yes"^^string) and (hasPattern value "agricultural"^^string) and (hasPhotoToneUniformity value "non-uniform"^^string) and (hasRelativeSize value "large"^^string) and (hasShape2d value "undefined"^^string) and (hasTexture value "medium"^^string)</p>	<p>1.3._Mine_Dump_And_Construction_Sites and ((hasLandsatTmNdvITone value "medium"^^string) or (hasLandsatTmNdvITone value "medium_to_bright"^^string) or (hasLandsatTmNdvITone value "medium_to_dark"^^string)) and ((hasLandsatTmRGB321Color value "grey"^^string) or (hasLandsatTmRGB321Color value "light_cyan"^^string) or (hasLandsatTmRGB321Color value "white"^^string)) and ((hasContrastWithSurrounding value "no"^^string) or (hasContrastWithSurrounding value "yes"^^string)) and ((hasLandsatTmBand3Tone value "bright"^^string) or (hasLandsatTmBand3Tone value "medium_to_bright"^^string)) and ((hasLandsatTmRGB432Color value "grey"^^string) or (hasLandsatTmRGB432Color value "light_cyan"^^string) or (hasLandsatTmRGB432Color value "white"^^string)) and ((hasLandsatTmRGB453Color value "brown"^^string) or (hasLandsatTmRGB453Color value "cyan"^^string) or (hasLandsatTmRGB453Color value "dark_brown"^^string) or (hasLandsatTmRGB453Color value "grey"^^string) or (hasLandsatTmRGB453Color value "light_brown"^^string) or (hasLandsatTmRGB453Color value "variable_brown"^^string)) and ((hasLandsatTmRGB754Color value "grey"^^string) or (hasLandsatTmRGB754Color value "white"^^string)) and (occursAdjacentTo some 1.1._Urban_fabric) and (hasBoundaryToneType value "non-discrete"^^string) and (hasCompactness value "non-compact"^^string) and (hasHumanInfluence value "big"^^string) and (hasPattern value "construction"^^string) and (hasPhotoToneUniformity value "non-uniform"^^string) and (hasRelativeSize value "medium"^^string) and (hasShape2d value "undefined"^^string) and (hasTexture value "heterogeneous"^^string)</p>

Πίνακας 2.6: Χαρακτηριστικές ιδιότητες για τις κατηγορίες 2.4.2 και 1.3.3.

Προτού παρουσιαστούν παραδείγματα χρήσης του προγράμματος κρίνεται σκόπιμο να αναλυθούν οι ιδιότητες, ο τρόπος εισαγωγής τους και το τι εκφράζουν οι τελεστές **and** και **or**.

Όπως φαίνεται στις παραπάνω εικόνες 2.1 και 2.2 αλλά και στον πίνακα 2.6 οι ιδιότητες μίας κλάσης αρχίζουν με αναφορά στην υπερκλάση αυτής και στην συνέχεια εισάγονται επιπλέον χαρακτηριστικά. Αυτό συμβαίνει για να καταλάβει το σύστημα ότι πρέπει οι ιδιότητες που χαρακτηρίζουν μία κλάση να δοθούν και στις υποκλάσεις της ώστε να υπάρξει συνέχεια στην οντολογία και η συλλογιστική να δώσει τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Οι τελεστές **and** και **or** ουσιαστικά ορίζουν το εύρος μίας κλάσης ο καθένας συμβάλλοντας διαφορετικά. Όπως φαίνεται παραπάνω διαφορετικές ιδιότητες συνδέονται με **and** ενώ διαφορετικές τιμές της ίδιας ιδιότητας συνδέονται με **or**. Το **and** ορίζει τομή δύο συνόλων ενώ το **or** την ένωση αυτών. Η εικόνα 2.9 θα βοηθήσει την κατανόηση των δύο αυτών όρων.



Εικόνα 2.9: Σύνολα που ορίζουν οι τελεστές **and** και **or**.

Η παραπάνω εικόνα πρακτικά σημαίνει ότι για να ανήκει ένα αντικείμενο σε μία κλάση θα πρέπει να έχει έστω μία τιμή για μία συγκεκριμένη ιδιότητα αλλά ταυτόχρονα να έχει τιμές για όλες τις ιδιότητες που συνδέονται με **και** (**and**). Θεωρείται αυτονόητο ότι για να αντιστοιχηθεί με μία κλάση πρέπει οι τιμές του να είναι σε αντιστοιχία με αυτές της κλάσης.

Αφού αναλύθηκε και παρουσιάστηκε ότι κρίθηκε αναγκαίο για την κατανόηση των κατηγοριών, των ιδιοτήτων και των συσχετίσεων θα ακολουθήσει η παρουσίαση του προγράμματος.

2.5 Η δομή του προγράμματος και χρήση αυτού

Σε αυτό το εδάφιο περιλαμβάνονται ο τρόπος εγκατάστασης του προγράμματος, χρήσιμες συμβουλές πριν την έναρξη καθώς και παραδείγματα χρήσης αυτού ώστε να φανούν οι δυνατότητές του αλλά και ο τρόπος διαχείρισης και διάθεσης της πληροφορίας.

2.5.1 Προμήθεια και εγκατάσταση του Protégé

Για την δυνατότητα χρήσης και επεξεργασίας της οντολογίας ο χρήστης θα πρέπει να κατεβάσει και να εγκαταστήσει τον συντάκτη οντολογιών Protégé (4.1 ή 4.2 beta). Το πρόγραμμα είναι δωρεάν και ελεύθερα διαθέσιμο στην ιστοσελίδα του πανεπιστημίου του Στάφορντ (Stanford University, <http://protege.stanford.edu/download/registered.html>).

Στην συνέχεια πρέπει να γίνει άνοιγμα της επιθυμητής οντολογίας (CLCclasses ή CLCpercentages). Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, δημιουργήθηκαν δύο οντολογίες όπου η κάθε μία εκφράζει με διαφορετικό τρόπο τα ποσοστά των περιεχόμενων κατηγοριών σε μία κλάση. Η CLCclasses τα εκφράζει ως “ψευτοκλάσεις” που σαν τίτλο έχουν το όνομα της εκάστοτε κατηγορίας μαζί με το ποσοστό και περιέχονται στην επιθυμητή κλάση (object property) ενώ η CLCpercentages τα εκφράζει

ως ιδιότητα (data property) όπου δίνεται τιμή κάθε φορά στο επιθυμητό ποσοστό. Χρήσιμες οδηγίες πριν την εκκίνηση

Οι υπό εξέταση κατηγορίες είναι προτιμότερο να πληρούν κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά προκειμένου να ανταποκρίνονται στα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία της βάσης γνώσης.

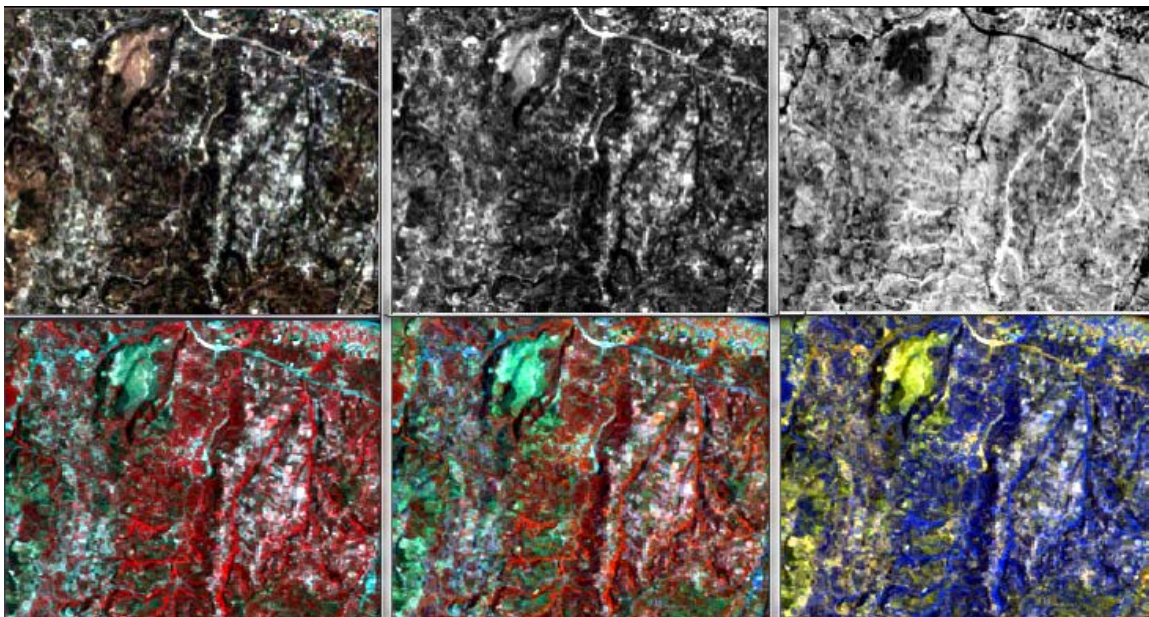
Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι τα ακόλουθα:

- Οι κατηγορίες να εξετάζονται για εικόνες Landsat TM για κλίμακα κοντά στο 1: 100 000.
- Να υπάρχει εποπτεία σε έγχρωμα σύνθετα αντίστοιχα με αυτά που χρησιμοποιήθηκαν δηλαδή 321, 432, 453, 754.
- Να υπάρχει εποπτεία στο τόνο του γκρι για το κανάλι 3 της δορυφορικής εικόνας αλλά και του τόνου του γκρι για τον δείκτη κονονικοποιημένης διαφοράς για την βλάστηση (NDVI).
- Να υπάρχουν τοπογραφικοί ή θεματικοί χάρτες για την υπό εξέταση περιοχή, κάτι που είναι απαραίτητο σε περιπτώσεις όπως η αναγνώριση αγροτικών περιοχών. Σε αρκετές περιπτώσεις βοηθάνε και δορυφορικές εικόνες τύπου Google Earth λόγω της καλής διακριτικής ανάλυσης που έχουν η οποίες στην παρούσα εργασία χρησιμοποιούνται εκτενώς λόγω της εύκολης προσβασιμότητάς τους σε αντίθεση με τα άλλα δεδομένα.

Τα έγχρωμα σύνθετα και οι τόνοι του γκρι στην παρούσα εργασία δημιουργήθηκαν στο λογισμικό Er-Mapper. Να τονιστεί ότι πέρα από την επιλογή των καναλιών έγινε και γραμμική ενίσχυση του ιστογράμματος σε κάθε περίπτωση. Οι λόγοι που αυτά επιλέχθηκαν είναι οι ακόλουθοι:

- Το έγχρωμο σύνθετο 321 είναι ακριβώς το ίδιο με αυτό που βλέπει και ο άνθρωπος κι έτσι ο χρήστης διακρίνει εύκολα αυτό που βλέπει.
- Τα υπόλοιπα έγχρωμα σύνθετα αλλά και οι τόνοι του γκρι βοηθάνε στον διαχωρισμό κατηγοριών και κυρίως αυτών που ανήκουν στις αγροτικές περιοχές. Φυσικά, και σε αυτές τις απεικονίσεις είναι εμφανείς η διαφορά μεταξύ Τεχνητών επιφανειών και αγροτικών περιοχών.

Ακολουθεί η εικόνα 2.10 όπου παρουσιάζονται όλα τα έγχρωμα σύνθετα που χρησιμοποιούνται στην οντολογία για συγκεκριμένη, τυχαία, περιοχή κάλυψης.



Εικόνα 2.10: Έγχρωμα σύνθετα και τόνοι του γκρι για συγκεκριμένη περιοχή κάλυψης. (πάνω σειρά 321, τόνος του γκρι (band3) και τόνος NDVI, κάτω σειρά 432, 453, 754)

Τα παραδείγματα που θα παρουσιαστούν αφορούν την προσθήκη ιδιοτήτων σε ένα δοκιμαστικό αντικείμενο/άτομο (individual) κάθε φορά ώστε μέσω της διαδικασίας της συλλογιστικής το σύστημα να αποφασίσει σε ποια κατηγορία ανήκει. Από τις ιδιότητες που παρουσιάστηκαν παραπάνω αυτές που υπάρχουν σίγουρα σε όλες τις κλάσεις και πρέπει να δοθούν οπωσδήποτε στο εκάστοτε αντικείμενο ώστε καταστεί δυνατό να κατηγοριοποιηθεί σε κλάση τρίτου επιπέδου είναι οι ακόλουθες (πίνακας 2.7).

Πρότυπο εισαγωγής ιδιότητας στο πρόγραμμα	Ελληνική ονομασία Ιδιότητας
hasBoundaryToneType	Είδος τόνου περιγράμματος
hasCompactness	Κανονικότητα σχήματος
hasContrastWithSurrounding	Αντίθεση με τον περίγυρο
hasHumanInfluence	Ύπαρξη ανθρώπινης παρέμβασης
hasLandsatTmBand3Tone	Τόνος του γκρι (κανάλι 3)
hasLandsatTmNdvITone	Τόνος NDVI
hasLandsatTmRGB321Color	Απόχρωση στο έγχρωμο σύνθετο 321
hasLandsatTmRGB432Color	Απόχρωση στο έγχρωμο σύνθετο 432
hasLandsatTmRGB453Color	Απόχρωση στο έγχρωμο σύνθετο 453
hasLandsatTmRGB754Color	Απόχρωση στο έγχρωμο σύνθετο 754
hasPattern	Πρότυπο
hasPhotoToneUniformity	Ομοιογένεια τόνου
hasRelativeSize	Σχετικό μέγεθος
hasShape2d	Σχήμα σε 2 διαστάσεις
hasTexture	Υφή

Πίνακας 2.7: Απαραίτητες ιδιότητες για κάθε προς εξέταση κατηγορία.

Οι υπόλοιπες ιδιότητες περιέχονται σε κάποιες από τις 22 κατηγορίες της οντολογίας. Όπου όμως περιέχονται συνδέονται με τον λογικό τελεστή **and** (**και**) και θα πρέπει να αναφερθεί και να είναι ικανοποιητικά τα αποτελέσματα της συλλογιστικής. Για παράδειγμα στις Αγροτικές περιοχές πρέπει σίγουρα να αναφερθεί ότι υπάρχουν υποκατηγορίες που στις κατηγορίες του 3^{ου} επιπέδου όπως αναφέρεται στα εγχειρίδια του CLC. Ποια αντικείμενα πληρούν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, είτε μεμονωμένα είτε συνδυασμούς αυτών, μπορεί να ελεγχθεί μέσα από ερωτήσεις προς την βάση γνώσης κάτι που παρουσιάζεται στην συνέχεια.

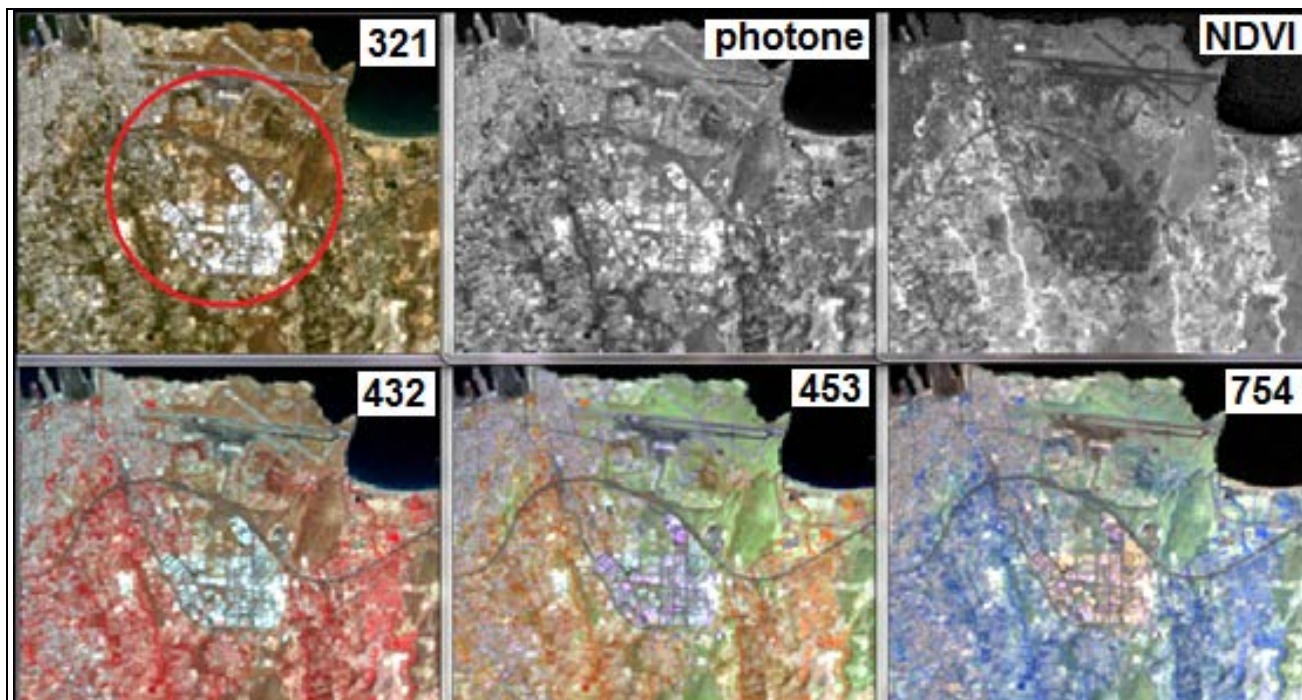
2.5.2 Παρουσίαση παραδειγμάτων που παρουσιάζουν την κατηγοριοποίηση αντικειμένων

Σαν πρώτο παράδειγμα θα παρουσιαστεί η κατηγοριοποίηση μίας περιοχής στην κατηγορία 1.2.1 λόγω του ότι αυτή η κατηγορία περιέχει πολλές ιδιότητες και θα βοηθήσει στην κατανόηση της διαδικασίας. Στην συνέχεια θα ακολουθήσουν κι άλλα παραδείγματα.

Κατηγοριοποίηση αντικειμένου στην κατηγορία 1.2.1

Αρχικά γίνεται παρατήρηση της περιοχής σε κλίμακα κοντινή με την 1: 100 000 και στα έγχρωμα σύνθετα που αναφέρθηκε παραπάνω (εδάφιο 2.5.2). Με αυτόν τον τρόπο ο χρήστης αποφασίζει για τις τιμές που θα δώσει στις απαραίτητες ιδιότητες. Η σχετική οριοθέτηση της περιοχής μαζί με τα έγχρωμα

σύνθετα παρουσιάζεται στην εικόνα 2.11.



Εικόνα 2.11: Σχετική οριοθέτηση και έγχρωμα σύνθετα της υπό εξέταση περιοχής για την κατηγοριοποίηση στην κατηγορία 1.2.1.

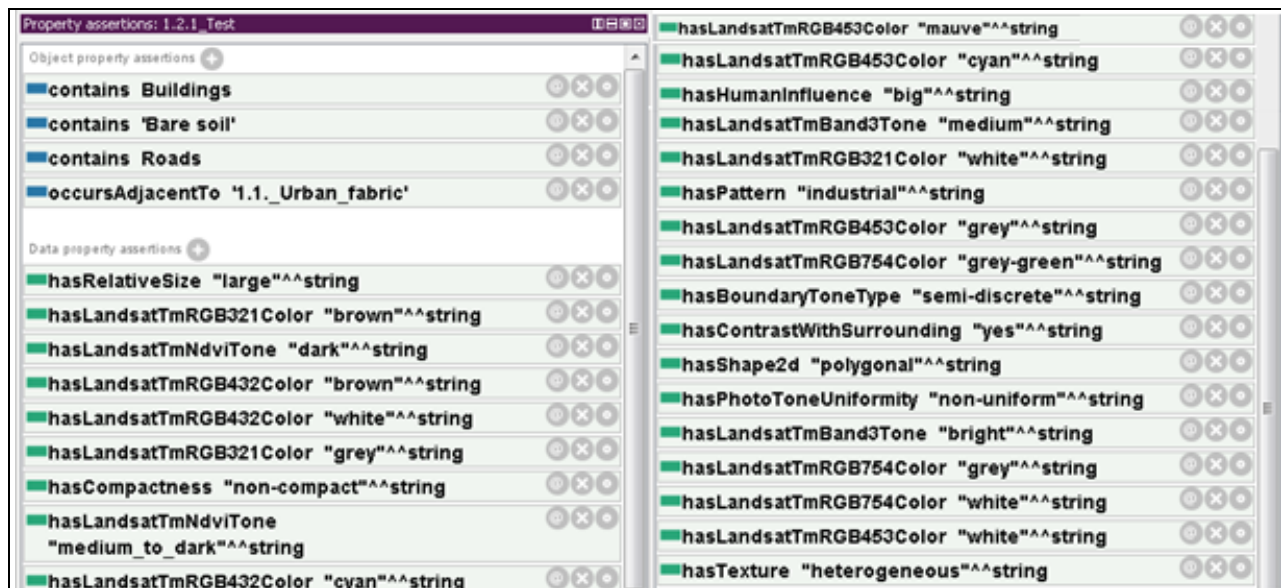
Το επόμενο βήμα είναι να οριστούν οι τιμές των ιδιοτήτων στο Protégé. Σε αυτό το πρώτο παράδειγμα θα παρουσιαστεί αναλυτικός πίνακας με τις ιδιότητες και τις τιμές που δόθηκαν για να γίνει πιο κατανοητή η διαδικασία.

Ιδιότητα	Τιμή	Επεξήγηση
hasBoundaryToneType	semi-discrete	Το περίγραμμα της περιοχής φαίνεται να είναι διακριτό σε σχέση με το περίγυρο αλλά μόνο στην κάτω πλευρά
hasCompactness	non-compact	Το σχήμα της περιοχής δεν φαίνεται ακολουθεί κάποιο πρότυπο κανονικού σχήματος όπως κύκλος ή παραλληλόγραμμο
hasContrastWithSurrounding	yes	Ένα μεγάλο μέρος της περιοχής έχει αντίθεση με το περιβάλλον του
hasHumanInfluence	big	Η τιμή δείχνει την μεγάλη επιρροή του πάνω στο φυσικό περιβάλλον
hasLandsatTmBand3Tone	medium, bright	Η κατηγορία φαίνεται να έχει γκρι και άσπρο χρώμα
hasLandsatTmNdvITone	medium_to_dark, dark	Η κατηγορία φαίνεται να έχει σκούρους τόνους του γκρι
hasLandsatTmRGB321Color	white, grey, brown	Είναι τα χρώματα που επικρατούν στο υπό εξέταση αντικείμενο για κάθε έγχρωμο σύνθετο σύμφωνα με την εικόνα 2.11.
hasLandsatTmRGB432Color	cyan, white, brown, grey	
hasLandsatTmRGB453Color	grey, cyan, mauve, white	
hasLandsatTmRGB754Color	grey, grey-green, white	
hasPattern	industrial	Είναι το χαρακτηριστικό βιομηχανικό πρότυπο το βγαίνει από την συνύπαρξη κτηρίων, δρόμων, θέσεων στάθμευσης, και/ή βλάστησης ή γυμνού εδάφους

Ιδιότητα	Τιμή	Επεξήγηση
hasPhotoToneUniformity	non-uniform	Ο τόνος του γκρι για το κανάλι 3 έχει εναλλαγές
hasRelativeSize	large	Η περιοχή φαίνεται να καταλαμβάνει μεγάλη έκταση για δεδομένη κλίμακα.
hasShape2d	polygonal	Μαρτυράει την επίδραση του ανθρώπου για την δημιουργία κάτι μη φυσικού
hasTexture	heterogeneous	Λόγω των διαφορετικών στοιχείων που περιέχονται
Contains	Buildings, roads, bare_soil	Το λευκό χρώμα και το παραλληλόγραμμο σχήμα μαρτυράει την ύπαρξη κτηρίων, ενώ τα γκρι μακρόστενα στοιχεία που τα χωρίζουν την ύπαρξη δρόμων. Το καφέ χρώμα υποδηλώνει γυμνό έδαφος.
occursAdjacentTo	Urban fabric	Η συγκεκριμένη περιοχή φαίνεται να είναι κοντά στον αστικό ιστό (αριστερά αυτής)

Πίνακας 2.8: Ιδιότητες, τιμές και επεξήγηση αυτών για δοκιμαστικό αντικείμενο 1.2.1 που εισήχθη στην οντολογία.

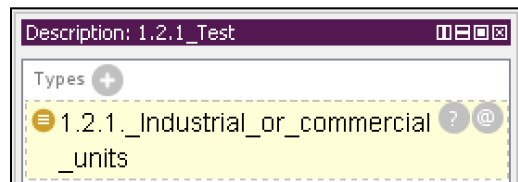
Στην ακόλουθη εικόνα φαίνεται η δοκιμαστική κατηγορία με τις ιδιότητες που εισήχθησαν στο περιβάλλον του Protégé.



Εικόνα 2.12: Οι επιλεγθείσες τιμές όπως παρουσιάζονται στον συντάκτη οντολογιών Protégé.

Το επόμενο βήμα ήταν η ενεργοποίηση τον εξαγωγέα συμπερασμάτων/συλλογισμών (reasoner) και ο έλεγχος εάν το δοκιμαστικό αντικείμενο κατηγοριοποιηθεί στην Κλάση της κατηγορίας 1.2.1 .

Εάν οι τιμές που έχουν εισαχθεί στις ιδιότητες ακολουθούν τα πρότυπα τις οντολογίας και ταυτόχρονα οι απόψεις του χρήστη συμπίπτουν με τις σωστές ιδιότητες που περιέχει η κλάση, το αποτέλεσμα της ταξινόμησης θα είναι το επιθυμητό, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.13. Η εικόνα δείχνει το αντικείμενο 1.2.1_Test πράγματι ανήκει στην κατηγορία 1.2.1 Βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες



Εικόνα 2.13: Επιτυχημένη κατηγοριοποίηση του υπό εξέταση αντικείμενου.

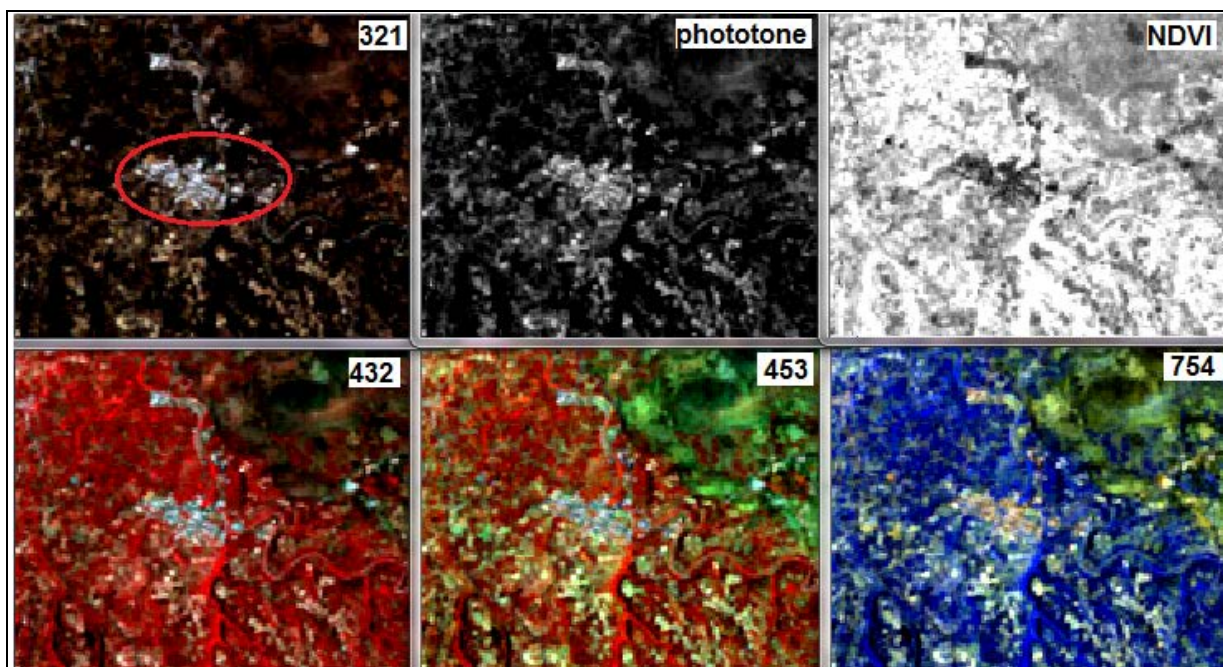
Όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.14 με βάση το CLC πολύ σωστά το αντικείμενο που εξετάστηκε ανήκει στην κατηγορία 1.2.1 Βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες.



Εικόνα 2.14: Το πολύγωνο που ορίζει την υπό εξέταση κατηγορία βάσει του CLC.

Κατηγοριοποίηση αντικειμένου στην κατηγορία 1.1.2

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω αρχικά γίνεται παρατήρηση στα έγχρωμα σύνθετα για το υπό εξέταση αντικείμενο. Αυτά φαίνονται στην ακόλουθη εικόνα.



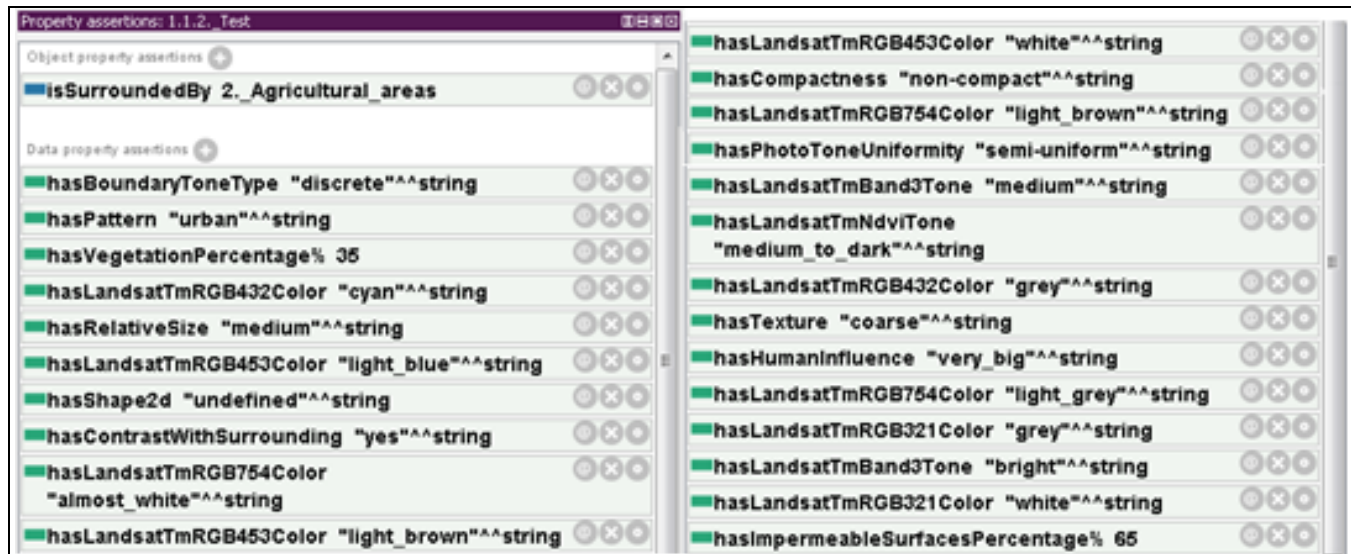
Εικόνα 2.15: Σχετική οριοθέτηση και έγχρωμα σύνθετα της υπό εξέταση περιοχής για την κατηγοριοποίηση στην κατηγορία 1.2.1.

Το επόμενο βήμα ήταν να δοθούν οι ιδιότητες στο πρόγραμμα και να ελεγχθεί το που θα ταξινομηθεί το δοκιμαστικό αντικείμενο. Σε αυτό το βήμα ίσως βοηθούσε μία εικόνα από το πρόγραμμα Google Earth. Η εικόνα αυτή φαίνεται στην επόμενη σελίδα (εικόνα 2.16).

Παρακάτω παρατίθενται δύο εικόνες που δείχνουν τις τιμές των ιδιοτήτων που δόθηκαν στο πρόγραμμα αλλά και τα αποτελέσματα της ταξινόμησης μαζί με εικόνα από την ταξινόμηση του CLC.

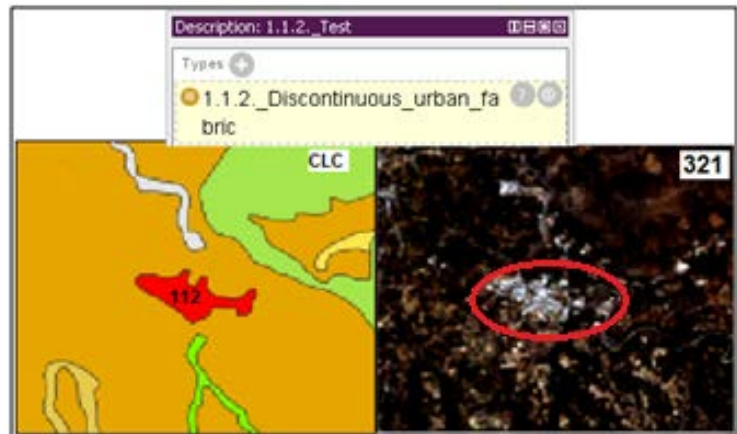


Εικόνα 2.16: Βοηθητική εικόνα για την δοκιμαστική κατηγορία 1.1.2 (Google Earth).



Εικόνα 2.17: Τιμές ιδιοτήτων που δόθηκαν για το δοκιμαστικό αντικείμενο 1.1.2.

Όπως φαίνεται στην διπλανή εικόνα το αποτέλεσμα της συλλογιστικής κατέταξε το δοκιμαστικό αντικείμενο στην κατηγορία 1.1.2 Ασυνεχής αστικός ιστός και ορθώς έπραξε. Η αντιστοιχία του CLC με το έγχρωμο σύνθετο 321 το επιβεβαιώνει.

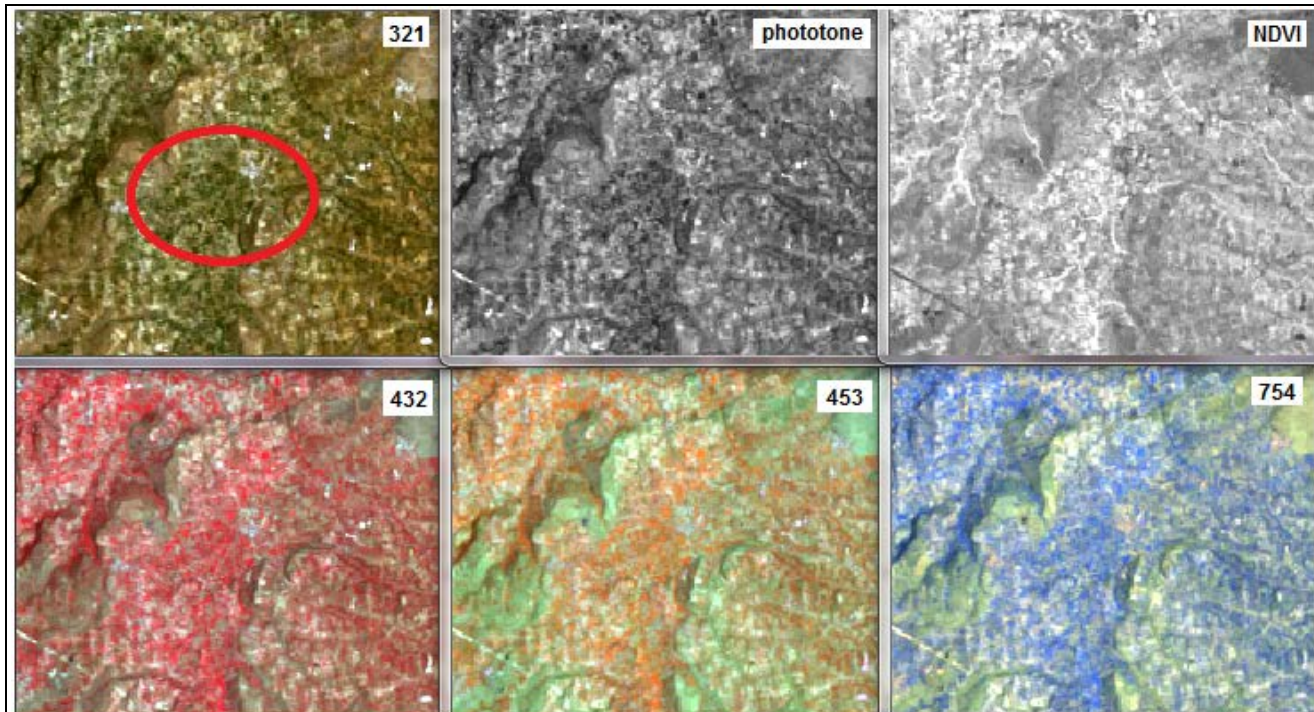


Εικόνα 2.18: Αποτέλεσμα συλλογιστικής και αντιπαραβολής δοκιμαστικής κατηγορίας με CLC.

Στην περίπτωση των Αγροτικών περιοχών τα πράγματα είναι κάπως δυσκολότερα για την αναγνώριση των κατηγοριών. Αυτό σημαίνει ότι το υπό εξέταση αντικείμενο δεν μπορεί να αποφανθεί από την αρχή σε ποια κατηγορία ανήκει.

Κατηγοριοποίηση αντικειμένου σε κάποια κατηγορία τρίτου επιπέδου από τις αγροτικές περιοχές.

Αρχικά εξετάστηκαν τα έγχρωμα σύνθετα και έγινε ταυτόχρονη αντιπαραβολή με εικόνα από Google Earth. Οι εικόνες παρουσιάζονται παρακάτω (εικόνες 2.19 και 2.20).



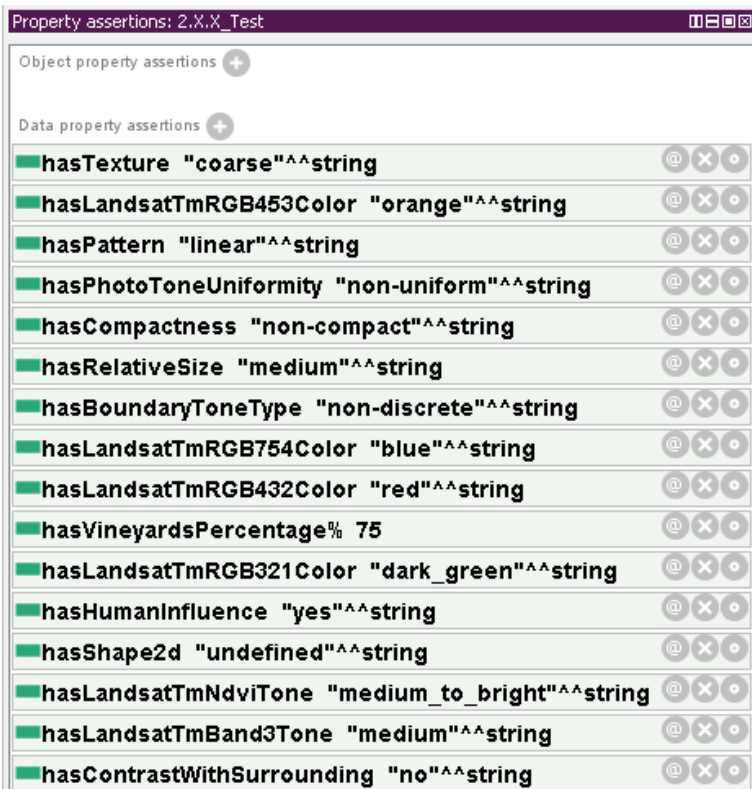
2.19: Έγχρωμα σύνθετα του υπό εξέταση αντικείμενου για κατηγοριοποίηση αυτού σε κάποια κατηγορία των αγροτικών περιοχών.

Όπως φαίνεται στην εικόνα 2.19, για τις αγροτικές περιοχές είναι πράγματι αρκετά δύσκολο να γίνει μία πρώτη εκτίμηση σε ποια κατηγορία ενδεχομένως ανήκει το αντικείμενο λόγω της φύσης των κατηγοριών αυτών και της δεδομένης κλίμακας παρατήρησης. Η εικόνα 2.20 από τους χάρτες Google Earth βοήθησε αρκετά λόγω της καλύτερης ευκρίνειας και της κοντινότερης παρατήρησης στην συγκεκριμένη περιοχή. Για την ακρίβεια παρουσιάζονται δύο επίπεδα παρατήρησης. Ένα της ευρύτερης περιοχής που εξετάστηκε κι ένα σε χαμηλότερο θεωρητικό ύψος παρατήρησης ώστε να φανούν καλύτερα τα γεωτεμάχια που περιέχονται.

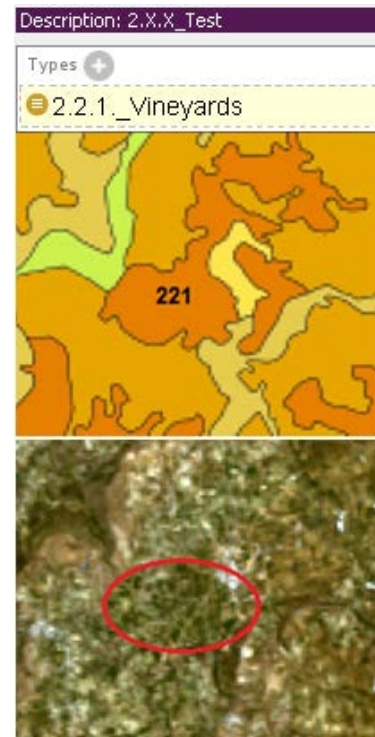


2.20: Βοηθητική εικόνα για την υπό εξέταση κατηγορία των γεωργικών περιοχών (Google Earth).

Τα Δεδομένα που εισήχθησαν στον συντάκτη οντολογιών Protégé καθώς και το αποτέλεσμα της της ταξινόμησης μαζί με αντιπαραβολή της περιοχής με τον χάρτη του CLC φαίνονται στις εικόνες 2.21 και 2.22.



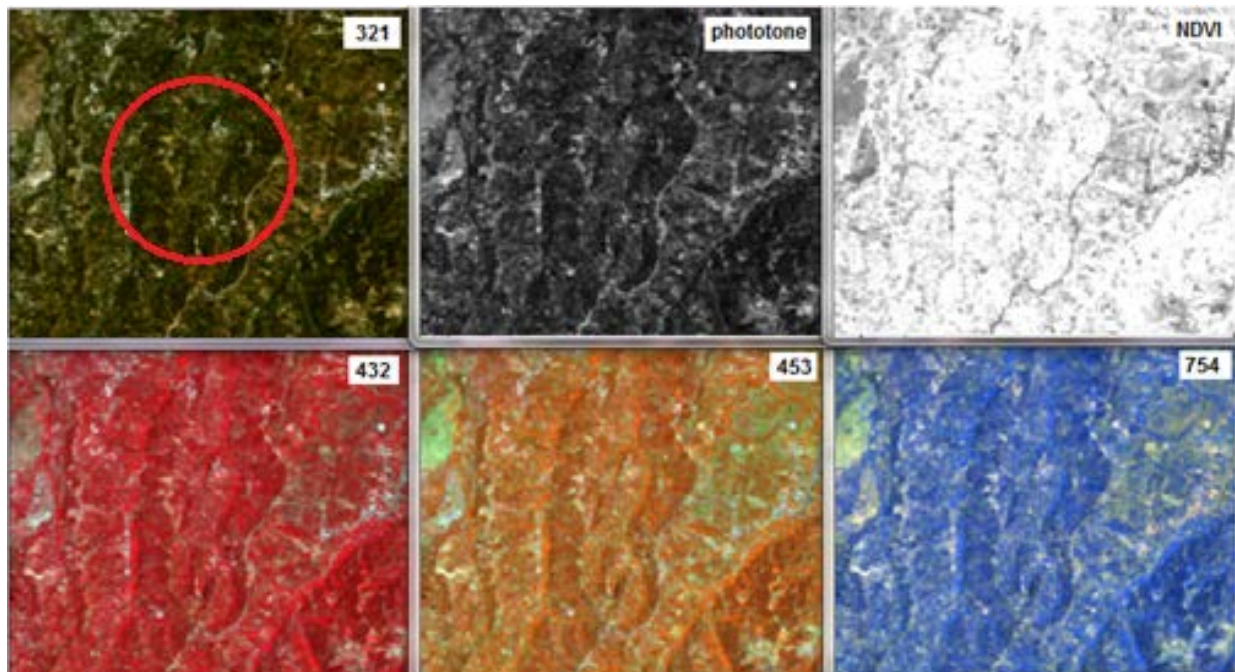
Εικόνα 2.22: Ιδιότητες του υπό εξέταση αντικειμένου προς κατηγοριοποίηση στις Αγροτικές περιοχές.



Εικόνα 2.21: Αποτέλεσμα ταξινόμησης από το Protege και αντιπαραβολή περιοχής μελέτης με τον θεματικό χάρτη του CLC.

Κατηγοριοποίηση δευτέρου αντικειμένου σε κάποια κατηγορία τρίτου επιπέδου από τις αγροτικές περιοχές.

Όπως έγινε και στις παραπάνω περιπτώσεις η διαδικασία αρχίζει με εποπτεία της περιοχής στα έγχρωμα σύνθετα. Επειδή και σε αυτήν την περίπτωση το υπό εξέταση αντικείμενο ανήκει στις αγροτικές περιοχές χρειάζεται παράλληλη παρατήρηση της αντίστοιχης περιοχής στο πρόγραμμα Google Earth. Οι εικόνες 2.23 και 2.24 απεικονίζουν την υπό εξέταση περιοχή στις δύο απεικονίσεις που αναφέρθηκαν.



Εικόνα 2.23: Έγχρωμα σύνθετα του δεύτερου υπό εξέταση αντικειμένου για κατηγοριοποίηση αυτού σε κάποια κατηγορία των αγροτικών περιοχών.



Εικόνα 2.24: Βοηθητική εικόνα για την δεύτερη υπό εξέταση κατηγορία των γεωργικών περιοχών (Google Earth).

Οι εικόνες 2.23 και 2.24 επιβεβαιώνουν και σε αυτήν την περίπτωση την δυσκολία αναγνώρισης των Αγροτικών περιοχών και την επιτακτική ανάγκη για χρήση επιπρόσθετων δεδομένων. Το πολύ χαμηλό θεωρητικό ύψος παρατήρησης που φαίνεται για στο δεξιό μέρος της εικόνας 2.24 δίνει λύση στο πρόβλημα και πάλι όμως, όχι για όλες τις κατηγορίες των Αγροτικών περιοχών (βλ. επόμενο παράδειγμα).

Για το συγκεκριμένο αντικείμενο οι ιδιότητες που δόθηκαν στον συντάκτη οντολογιών Protégé φαίνονται στην εικόνα 2.25 ενώ το αποτέλεσμα της ταξινόμησης μαζί με αντιπαραβολή του υπό εξέταση πολυγώνου με τον θεματικό χάρτη του CLC φαίνονται στην εικόνα 2.26.



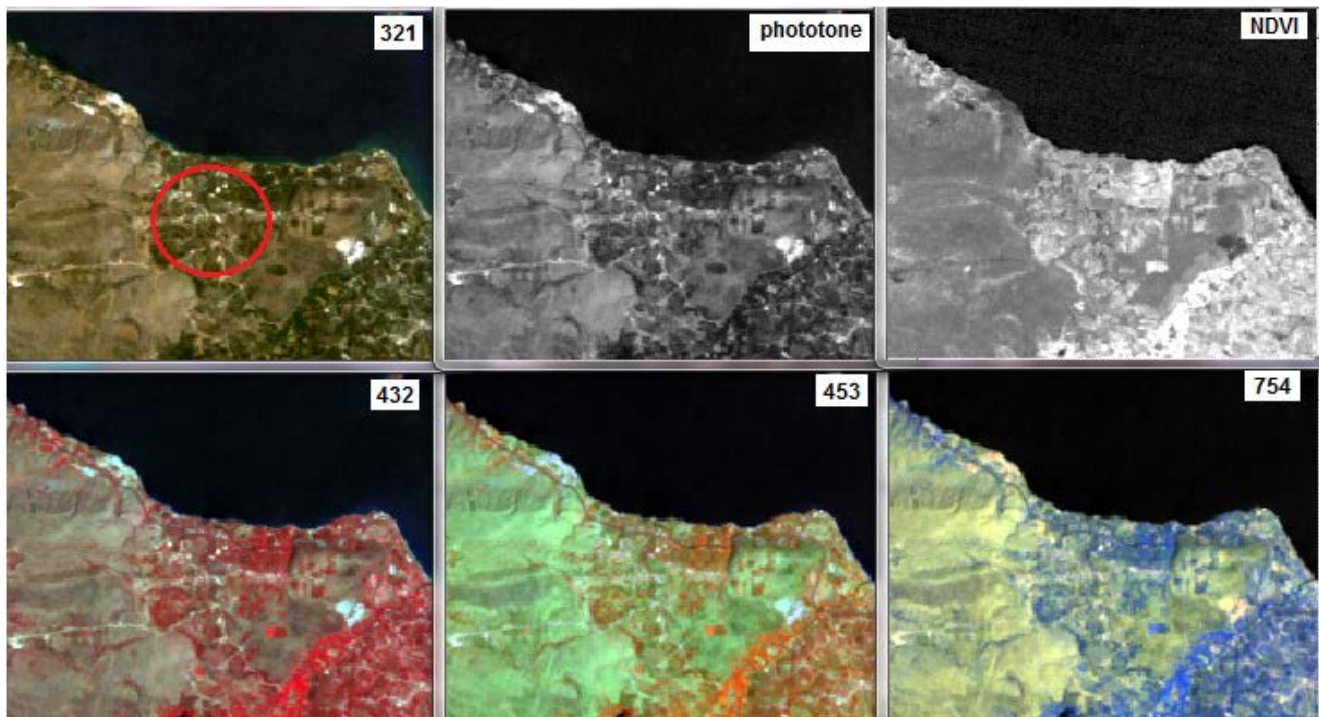
Εικόνα 2.26: Ιδιότητες του δεύτερου υπό εξέταση αντικειμένου προς κατηγοριοποίηση στις Αγροτικές περιοχές.



Εικόνα 2.25: Αποτέλεσμα ταξινόμησης από το Protege και αντιπαράβολή περιοχής μελέτης με τον θεματικό χάρτη του CLC.

Κατηγοριοποίηση τρίτου αντικειμένου σε κάποια κατηγορία τρίτου επιπέδου από τις αγροτικές περιοχές.

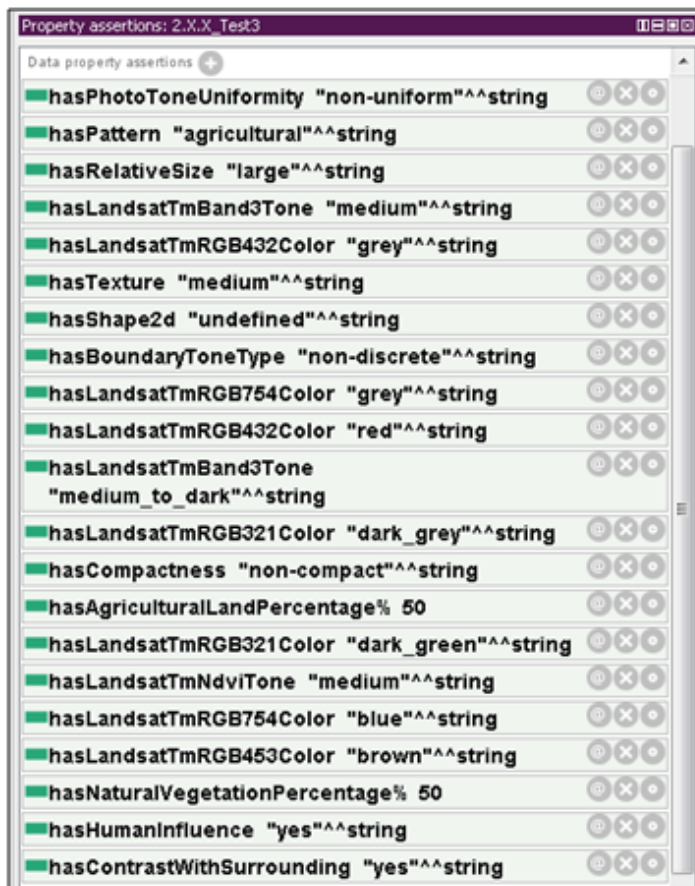
Όπως στις δύο παραπάνω περιπτώσεις των αγροτικών περιοχών έτσι και σε αυτήν την τρίτη περίπτωση γίνεται παρατήρηση της περιοχής στα έγχρωμα σύνθετα και ταυτόχρονα στον χάρτη Google Earth. Στην εικόνα 2.28 γίνεται εστίαση σε δύο χαρακτηριστικές περιοχές του πολυγώνου. Η μία δείχνει αγροτικές καλλιέργειες (κόκκινο πολύγωνο) και η άλλη ένα τμήμα φυσικής βλάστησης (κίτρινο πολύγωνο). Αυτό είναι ένα δείγμα ότι η υπό εξέταση περιοχή ανήκει στις ετερογενείς αγροτικές περιοχές (κατηγορία 2.4). Τις εικόνες που αναφέρθηκαν ακολουθούν οι εικόνες 2.29 και 2.30 όπου παρουσιάζουν τις τιμές που δόθηκαν στο σύστημα για την συγκεκριμένη περιοχή και το αποτέλεσμα της ταξινόμησης μαζί με αντιπαράβολή της περιοχής με τον θεματικό χάρτη του CLC.



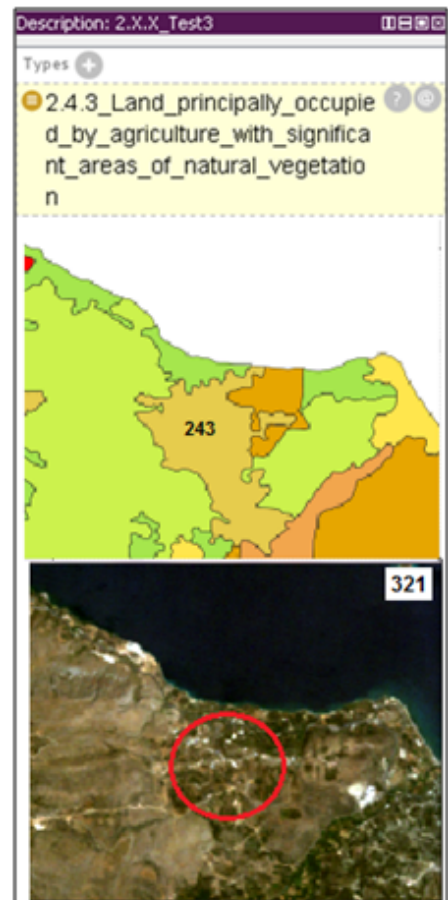
Εικόνα 2.27: Έγχρωμα σύνθετα του τρίτου υπό εξέταση αντικειμένου για κατηγοριοποίηση αυτού σε κάποια κατηγορία των αγροτικών περιοχών.



Εικόνα 2.28: Βοηθητική εικόνα για την τρίτη υπό εξέταση κατηγορία των γεωργικών περιοχών (Google Earth).



Εικόνα 2.30: Αποτέλεσμα ταξινόμησης από το Protege και αντιπαραβολή περιοχής μελέτης με τον θεματικό χάρτη του CLC.



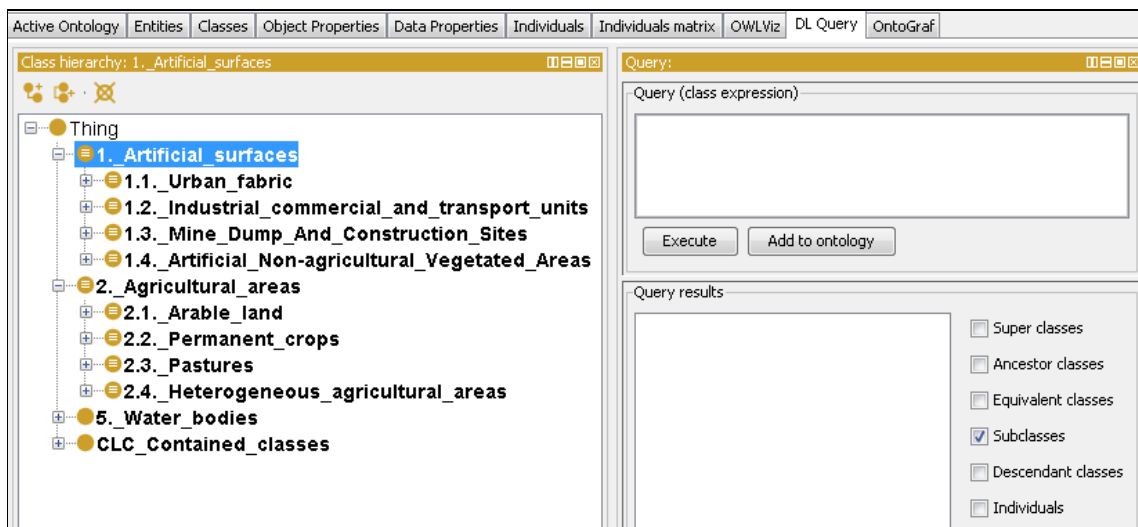
Εικόνα 2.29Ιδιότητες του τρίτου υπό εξέταση αντικειμένου προς κατηγοριοποίηση στις Αγροτικές περιοχές.

2.5.3 Περεταίρω δυνατότητες του συντάκτη οντολογιών Protégé

Εκτός από την δημιουργία δοκιμαστικών ατόμων/αντικειμένων (individuals) και την προσπάθεια κατηγοριοποίησής τους, το πρόγραμμα Protégé παρέχει την δυνατότητα δημιουργίας εικονικών, σε πρώτο επίπεδο κλάσεων, οι οποίες παίρνουν ιδιότητες από τον χρήστη και μετά την διαδικασία της συλλογιστικής δίνονται αποτελέσματα συσχετισμένα με τις υπάρχουσες κλάσεις της οντολογίας αλλά και με άτομα (individuals) που έχουν δημιουργηθεί σε αυτήν.

Οι εικονικές αυτές κλάσεις, στην συνέχεια μπορούν να εισαχθούν στην οντολογία σε περίπτωση που ο χρήστης το επιθυμεί. Αυτό θα μπορούσε να γίνει για ομαδοποίηση κλάσεων ή ατόμων με βάση συγκεκριμένα κριτήρια είτε και για μια διαδικασία φωτοερμηνείας κάποιου αντικειμένου ορίζοντας διαδοχικά κριτήρια με βάση την κρίση του χρήστη και τον έλεγχο του ποια αντικείμενα (individuals) τα πληρούν. Φυσικά για να είναι αυτό εφικτό θα πρέπει να υπάρχουν χαρακτηριστικά αντικείμενα/άτομα της οντολογίας τα οποία είναι σε αντιστοιχία με τις πλήρεις ιδιότητες της κλάσης που υπάγονται ώστε τα αποτελέσματα να ανταποκρίνονται στις δυνατότητες της βάσης γνώσης.

Οι εικονικές κλάσεις αυτές δημιουργούνται στην καρτέλα DL Query του Protégé η οποία παρουσιάζεται στην εικόνα 2.31. Στην συνέχεια θα παρουσιαστούν μερικά παραδείγματα χρήσης της δυνατότητας αυτής ξεκινώντας από ένα πολύ απλό και φτάνοντας μέχρι την αναγνώριση μίας κατηγορίας με διαδοχικές προσεγγίσεις.



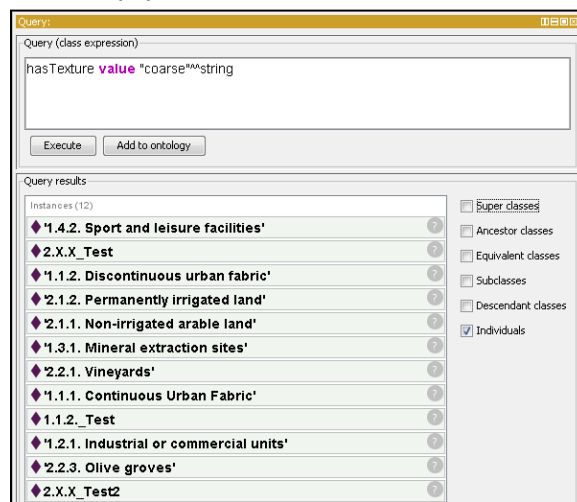
Εικόνα 2.31: Καρτέλα DL Query του συντάκτη οντολογιών Protégé όπου δομούνται εικονικές κλάσεις για την εξέταση συγκεκριμένων χαρακτηριστικών που επιθυμεί ο χρήστης.

Άξιο αναφοράς είναι ότι σε αυτήν την διαδικασία ο χρήστης δεν χρειάζεται να δώσει όλες τις απαραίτητες ιδιότητες, δηλαδή αυτές που συνδέονται με **και (and)** όπως έπρεπε να γίνει στην περίπτωση των δοκιμαστικών αντικειμένων καθώς βάζοντας διαδοχικές ιδιότητες που παρατηρεί η διαδικασία της συλλογιστικής θα του δίνει αποτελέσματα μόνο τα στοιχεία που τις πληρούν. Έτσι μόλις εισαχθούν τα ειδοποιά χαρακτηριστικά μίας κατηγορίας αυτή θα εμφανιστεί ως αποτέλεσμα της συλλογιστικής. Φυσικά για να είναι εφικτή η εξαγωγή σωστών αποτελεσμάτων θα πρέπει η σύνταξη των ιδιοτήτων να είναι σωστή, χωρίς συντακτικά λάθη και να ακολουθεί τα πρότυπα της οντολογίας.

Παράδειγμα 1: Ορισμός DL query με μία μόνο ιδιότητα.

Σε αυτό το πρώτο παράδειγμα η ιδιότητα θα μπορούσε να είναι οποιαδήποτε από τις υπάρχουσες στην οντολογία. Αυτή που δόθηκε έχει να κάνει με την υφή. Για την ακρίβεια η εικονική κλάση που θα δημιουργηθεί θα εκφραστεί ως: **Κάτι που έχει υφή τραχεία** ή στην γλώσσα της εφαρμογής **Thing and hasTexture value "coarse"^^string**. Το **string** πρέπει να τοποθετηθεί μετά την τιμή που δίνεται για την υφή καθώς είναι η δήλωση ότι η τιμή είναι λεκτική και όχι αριθμός ή κάτι άλλο. Στην περίπτωση αριθμού ο χρήστης μπορεί να μην βάλει τίποτα μετά την δήλωση του αριθμού. Παραδείγματα που παρουσιάζονται παρακάτω θα κάνουν την διαδικασία πιο κατανοητή.

Η εικόνα 2.32 παρουσιάζει την δημιουργία του Query με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την κατηγοριοποίηση στοιχείων σε αυτό. Επίσης όπως φαίνεται και στην εικόνα δεν χρειάζεται να δηλωθεί ότι κάτι είναι πράγμα (Thing) και έχει κάποια ιδιότητα αλλά αρκεί να δοθεί μόνο η ιδιότητα καθώς το πράγμα εννοείται.

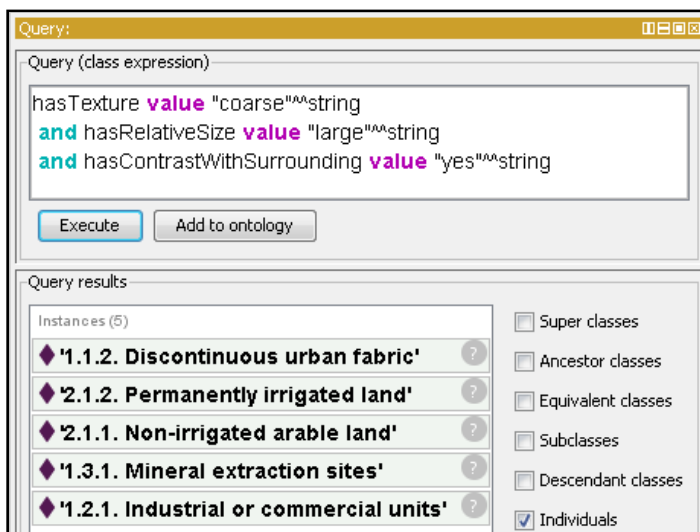


Εικόνα 2.32: Εφαρμογή DL query για την εμφάνιση αντικειμένων που έχουν τραχεία υφή.

Παράδειγμα 2: Ορισμός DL query με τρεις ιδιότητες.

Θέλοντας να περιοριστούν τα αντικείμενα που εμφανίζονται κατά την συλλογιστική χρειάζεται να δοθούν κι άλλες ιδιότητες από τον χρήστη. Έστω ότι ο χρήστης θέλει το σύστημα να του εμφανίσει κατηγορίες όπου έχουν τις ακόλουθες ιδιότητες: Υφή τραχεία και σχετικό μέγεθος μεγάλο και εμφανίζουν αντίθεση με τον περίγυρο. Ο τρόπος ορισμού των ιδιοτήτων και τα αποτελέσματα τις συλλογιστικής φαίνονται στην εικόνα 2.33.

Προσοχή χρειάζεται κατά την σύνταξη των ιδιοτήτων καθώς εννοιολογικά λάθη θα δώσουν μηδενικά αποτελέσματα. Πχ. στην τιμή του σχετικού μεγέθους αν αντί για "large" ο χρήστης από αμέλεια του τοποθετούσε "big" η συλλογιστική δεν θα εμφάνιζε κανένα αποτέλεσμα και πολύ σωστά, καθώς οι δυνατές τιμές που μπορεί να πάρει το σχετικό μέγεθος είναι οι "small", "medium" και "large". Όπως φαίνεται και από την σύγκριση των εικόνων 2.32, 2.33 οι κατηγορίες που εμφανίζονται στην 2.33 είναι λιγότερες και ορθώς είναι, αφού έχουν οριστεί περισσότερες ιδιότητες που κατά κάποιο τρόπο εξειδικεύουν τα αποτελέσματα.



Εικόνα 2.33: Εφαρμογή DL query για την εμφάνιση αντικειμένων που έχουν τραχεία υφή, μεγάλο σχετικό μέγεθος και αντίθεση με τον περίγυρό τους.

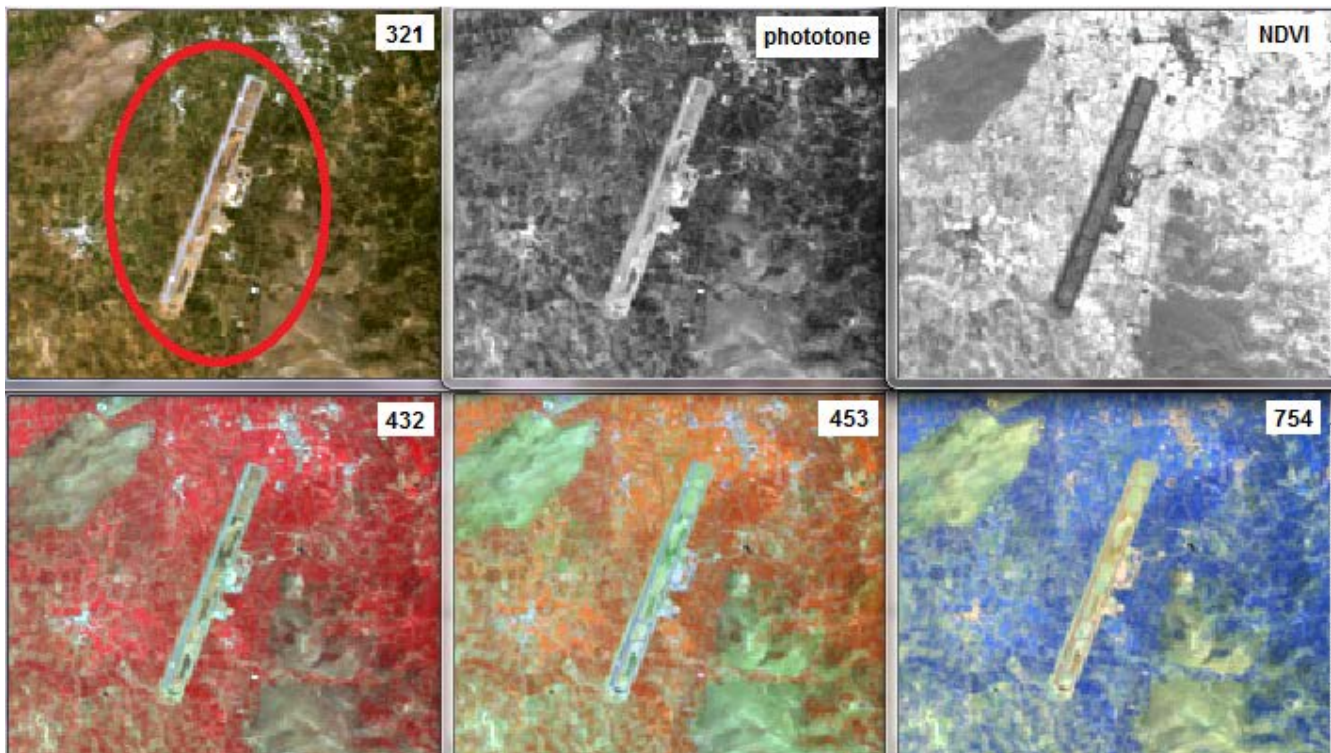
Το πρόγραμμα παρέχει επίσης την δυνατότητα να επεξηγήσει στον χρήστη γιατί έχει ταξινομηθεί κάποιο αντικείμενο στην συγκεκριμένη εικονική κλάση. Αυτό γίνεται πατώντας το εικονίδιο με το ερωτηματικό που εμφανίζεται δίπλα από τα αντικείμενα (?). Στο παρών παράδειγμα η επεξήγηση για ένα αντικείμενο που ισχύει και για τα υπόλοιπα φαίνεται στην εικόνα 2.34.



Εικόνα 2.34: Επεξήγηση του λόγου κατηγοριοποίησης των αντικειμένων στην συγκεκριμένη εικονική κλάση.

Παράδειγμα 3: Ορισμός διαδοχικών DL queries με στόχο την φωτοερμηνευτική αναγνώριση περιοχής.

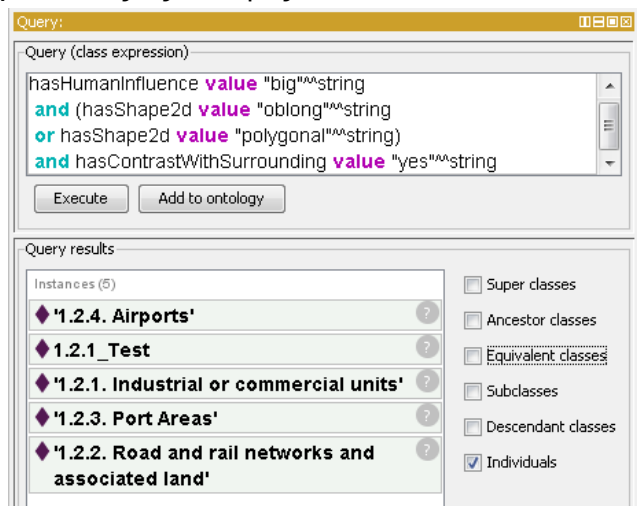
Αρχικά ο χρήστης πρέπει να παρατηρήσει το αντικείμενο στα έγχρωμα σύνθετα που έχουν μελετηθεί στην παρούσα εργασία. Αν καταστεί αναγκαίο θα πρέπει να ανατρέξει στην αντίστοιχη περιοχή στους χάρτες Google Earth προκειμένου να αρθούν τυχών αμφιβολίες για την δομή της υπό εξέταση περιοχής. Στην περίπτωση των Αγροτικών περιοχών αυτό είναι απαραίτητο ενώ στην περίπτωση των Τεχνητών επιφανειών χρειάζεται σε λίγες μόνο περιπτώσεις όπως αναφέρθηκε και παραπάνω (εδάφιο 2.5.3). Τα έγχρωμα σύνθετα για το υπό εξέταση αντικείμενο φαίνονται στην εικόνα 2.35.



Εικόνα 2.35: Έγχρωμα σύνθετα για το υπό εξέταση αντικείμενο του για την φωτοερμηνευτική αναγνώρισή του με την μέθοδο των DL Queries

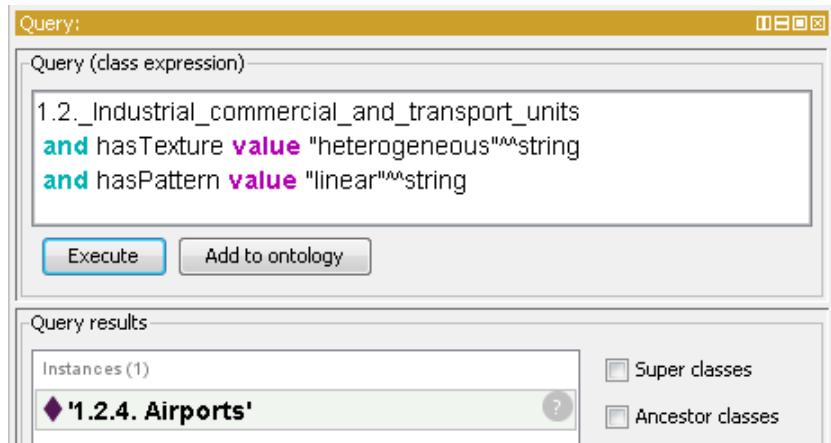
Όπως φαίνεται το υπό εξέταση αντικείμενο ανήκει στις τεχνητές επιφάνειες καθώς το σχήμα του και η αντίθεσή του με το φυσικό περιβάλλον γύρω του υποδηλώνουν ανθρώπινη παρέμβαση σε μεγάλο βαθμό. Τα στοιχεία που μόλις αναφέρθηκαν ορίζονται στην εικονική κλάση. Η εικόνα 2.36 απεικονίζει τον ορισμό των ιδιοτήτων και τα αντικείμενα που έχουν αυτές τις ιδιότητες.

Στην επίδραση του ανθρώπου πάνω στο υπό εξέταση αντικείμενο ορίστηκε η τιμή μεγάλη ενώ το σχήμα πήρε δύο πιθανές τιμές, μακρόστενο ή πολυγωνικό. Αυτό έγινε σε περίπτωση που ο χρήστης δεν μπορεί άμεσα να αποφανθεί πως πρέπει να χαρακτηρίσει το σχήμα. Η αντίθεση με το περιβάλλον πήρε την τιμή ναι αφού το αντικείμενο εμφανώς διακριτό από το περιβάλλον του. Τα αποτελέσματα φαίνεται ότι είναι μόνο στοιχεία του δεύτερου επιπέδου οπότε στο επόμενο βήμα η έκφραση του DL Query δόθηκε όπως φαίνεται στην εικόνα 2.37.



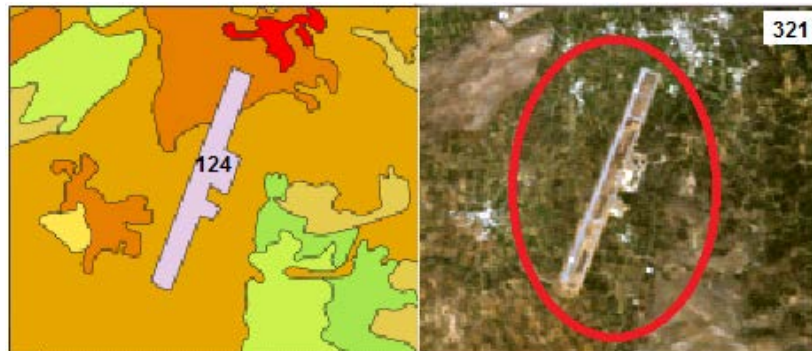
Εικόνα 2.36: Οι τρεις πρώτες ιδιότητες που δόθηκαν στο σύστημα για το υπό εξέταση αντικείμενο με την διαδικασία των διαδοχικών DL queries.

Αφού από το προηγούμενο DL Query είχε εξασφαλιστεί ότι τα αντικείμενα που πληρούν τις ιδιότητες είναι αυτά της κατηγορίας 1.2. στο δεύτερο βήμα σαν εικονική κλάση δομήθηκε αυτή που είναι κατηγορία 1.2 και έχει ετερογενή υφή αλλά και γραμμικό πρότυπο. Το αποτέλεσμα που βγήκε από την συλλογιστική είναι το αντικείμενο 1.2.4 Αεροδρόμια.



Εικόνα 2.37: Δεύτερο βήμα δημιουργίας εικονικής κλάσης για την ταξινόμηση του υπό εξέταση αντικειμένου.

Η αντιπαραβολή του αντικειμένου με τον θεματικό χάρτη του CLC επιβεβαιώνει το αποτέλεσμα της συλλογιστικής (εικόνα 2.38).

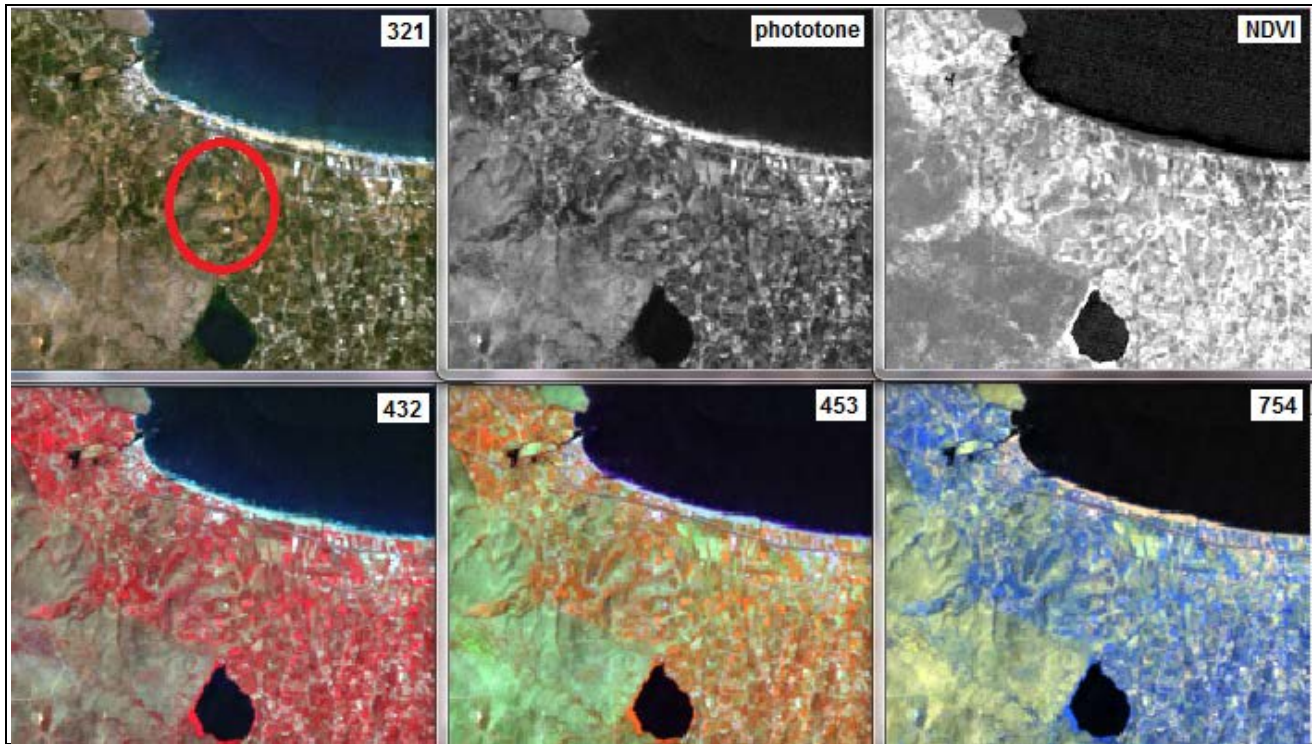


Εικόνα 2.38: Αντιπαραβολή της υπό εξέτασης περιοχής από την ταξινόμηση με βάση τα DL queries με τον θεματικό χάρτη του CLC.

Αξίζει να αναφερθεί στο σημείο αυτό ότι το αεροδρόμιο διαχωρίστηκε δίνοντας στο σύστημα μόνο 5 ιδιότητες συνολικά. Αυτό ενδεχομένως να μην το ίδιο εύκολο για τις κατηγορίες των αγροτικών περιοχών οι οποίες έχουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά και στην κλίμακα 1: 100 000 είναι δύσκολη η διάκρισή τους.

Παράδειγμα 4: Ορισμός διαδοχικών DL queries με στόχο την φωτοερμηνευτική αναγνώριση αγροτικής περιοχής.

Θέλοντας να πραγματοποιηθεί ταξινόμηση μίας περιοχής που ανήκει στις αγροτικές περιοχές ο χρήστης πέρα από την εποπτεία στα έγχρωμα σύνθετα χρειάζεται συμπληρωματικά στοιχεία.



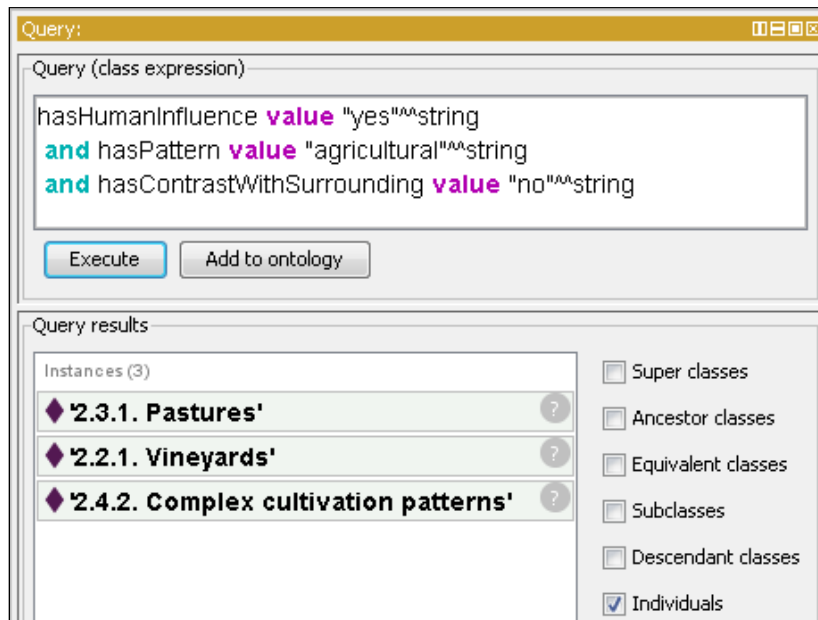
Εικόνα 2.39: Έγχρωμα σύνθετα της υπό εξέτασης αγροτικής περιοχής για την αναγνώρισή της με διαδοχικά DL Queries.

Όπως φαίνεται η εποπτεία της περιοχής και στους χάρτες Google Earth είναι απαραίτητη. Η εικόνα 2.40 απεικονίζει καλύτερα την περιοχή.



Εικόνα 2.40: Αντίστοιχη περιοχή σε απεικόνιση χάρτη Google Earth.

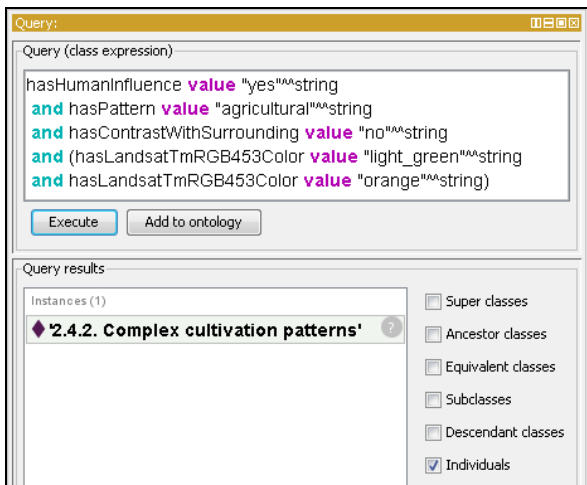
Οι αρχικές ιδιότητες που ορίστηκαν στην εικονική κλάση έχουν να κάνουν με την ανθρώπινη παρέμβαση η οποία είναι εμφανής αλλά, με το πρότυπο που είναι αγροτικό και με το γεγονός ότι δεν υπάρχει αντίθεση με το περιβάλλον. Οι ιδιότητες στο περιβάλλον του Protégé μαζί με τα στοιχεία που τις πληρούν φαίνονται στην εικόνα 2.41.



Εικόνα 2.41: Ιδιότητες εικονικής κλάσης στο περιβάλλον του Protege για το δεύτερο υπό εξέταση αντικείμενο με την διαδικασία των διαδοχικών DL Queries.

Το αποτέλεσμα της συλλογιστικής είναι τρία αντικείμενα όπου το καθένα ανήκει σε διαφορετικό δεύτερο επίπεδο των Αγροτικών περιοχών. Αυτό επιβεβαιώνει την δυσκολία διαχωρισμού των αγροτικών περιοχών. Στην συνέχεια τοποθετήθηκαν χρώματα για το έγχρωμο σύνθετο 453 επειδή ενδείκνυται για το διαχωρισμό αγροτικών περιοχών. Στην περίπτωση που υπήρχε άμεση πρόσβαση σε θεματικούς χάρτες θα ήταν χρήσιμο να δοθούν τα ποσοστά των κατηγοριών που υπάρχουν στην συγκεκριμένη περιοχή.

Όπως φαίνεται στην εικόνα 2.42 δίνοντας τιμές για το έγχρωμο σύνθετο 453 διαχωρίστηκε η κατηγορία 2.4.2 η οποία με σύμφωνα με τον θεματικό χάρτη του CLC στην εικόνα 2.43 είναι και η σωστή.



Εικόνα 2.43: Δεύτερο βήμα δημιουργίας εικονικής κλάσης για την ταξινόμηση του υπό εξέταση αντικειμένου



Εικόνα 2.42: Αντιπαραβολή της υπό εξέταση περιοχής τον θεματικό χάρτη του CLC.

2.5.4 Βαθμός δυσκολίας στον διαχωρισμό και την σχετική οριθέτηση των κατηγοριών.

Μετά το πέρας της διαδικασίας υλοποίησης του συστήματος και την δημιουργία αρκετών παραδειγμάτων, κρίνεται σκόπιμο να παρουσιαστεί ένας συγκεντρωτικός πίνακας (πίνακας 2.9) όπου

απεικονίζει τον βαθμό δυσκολίας για την σχετική οριοθέτηση κάποιου πολυγώνου για την φωτοερμηνευτική αναγνώρησή του, καθώς και συμπληρωματικά στοιχεία που φαίνεται να βοηθούν στην καταπολέμηση της δυσκολίας αυτής.

Κατηγορίες	Βαθμός δυσκολίας	Λόγος Δυσκολίας	Ευκολία/δυσκολία οριοθέτησης σχετικού πολυγώνου	Συμπληρωματικά Στοιχεία
		Λόγος Ευκολίας		
111	1	Πολύ έντονη ανθρώπινη παρέμβαση	2	Εικόνες Google Earth
112	1	Πολύ έντονη ανθρώπινη παρέμβαση	1 ή 2	Εικόνες Google Earth
121	1	Έντονη ανθρώπινη παρέμβαση	1 ή 2	Εικόνες Google Earth
122	1	Έντονη ανθρώπινη παρέμβαση	1	Εικόνες Google Earth
123	1	Έντονη ανθρώπινη παρέμβαση	1	Εικόνες Google Earth
124	1	Έντονη ανθρώπινη παρέμβαση	1 ή 2	Εικόνες Google Earth
131	2	Πανομοιότυπο με 132 και 133	2	Εικόνες Google Earth
132	2	Πανομοιότυπο με 131 και 133	2	Εικόνες Google Earth
133	2	Πανομοιότυπο με 131 και 132	2	Εικόνες Google Earth
141	1	Αντίθεση με τον περίγυρο	1	Εικόνες Google Earth
142	1	Αντίθεση με τον περίγυρο	2	Εικόνες Google Earth
211	2	Πιθανότητα σύγχυσης με τον περίγυρο	1 ή 2	Εικόνες Google Earth ή/και γεωργικά ημερολόγια ή/και θεματικοί/τοπογραφικοί χάρτες
212	2	Πιθανότητα σύγχυσης με τον περίγυρο	1 ή 2	Εικόνες Google Earth ή/και γεωργικά ημερολόγια ή/και θεματικοί/τοπογραφικοί χάρτες
213	2	Πιθανότητα σύγχυσης με τον περίγυρο	1 ή 2	Εικόνες Google Earth ή/και γεωργικά ημερολόγια ή/και θεματικοί/τοπογραφικοί χάρτες
221	3	Σπάνια διακρίνεται από τον περίγυρο	2 ή 3	Εικόνες Google Earth ή/και γεωργικά ημερολόγια ή/και θεματικοί/τοπογραφικοί χάρτες
222	3	Σπάνια διακρίνεται από τον περίγυρο	2 ή 3	Εικόνες Google Earth ή/και γεωργικά ημερολόγια ή/και θεματικοί/τοπογραφικοί χάρτες
223	3	Δεν διακρίνεται από τον περίγυρο	3	Εικόνες Google Earth ή/και γεωργικά ημερολόγια ή/και θεματικοί/τοπογραφικοί χάρτες
231	2	Πιθανότητα σύγχυσης με τον περίγυρο	2 ή 3	Εικόνες Google Earth ή/και γεωργικά ημερολόγια ή/και θεματικοί/τοπογραφικοί χάρτες
241	3	Σίγουρη σύγχυση με τον περίγυρο	3	Εικόνες Google Earth ή/και γεωργικά ημερολόγια ή/και θεματικοί/τοπογραφικοί χάρτες
242	3	Σίγουρη σύγχυση με τον περίγυρο	3	Εικόνες Google Earth ή/και γεωργικά ημερολόγια ή/και θεματικοί/τοπογραφικοί χάρτες
243	3	Σίγουρη σύγχυση με τον περίγυρο	3	Εικόνες Google Earth ή/και γεωργικά ημερολόγια ή/και θεματικοί/τοπογραφικοί χάρτες
244	3	Σίγουρη σύγχυση με τον περίγυρο	3	Εικόνες Google Earth ή/και γεωργικά ημερολόγια ή/και θεματικοί/τοπογραφικοί χάρτες

Πίνακας 2.9: Βαθμός δυσκολίας στην σχετική οριοθέτηση των πολυγώνων για την φωτοερμηνευτική αναγνώριση περιοχών.

Τονίζεται στο σημείο αυτό αυτό ότι ο βαθμός δυσκολίας αναφέρεται στο πόσο διακριτή και εύκολα αναγνωρίσιμη σε σχέση με το περιβάλλον της ενώ η ευκολία/δυσκολία στην σχετική οριοθέτηση του πολυγώνου αναφέρεται στο πόσο εύκολα ορίζεται μία σχετική περιοχή μελέτης για δεδομένη κατηγορία. Όπως φαίνεται στον πίνακα 2.9 οι Τεχνητές επιφάνειες είναι αρκετά εύκολο να οριοθετηθούν στις δορυφορικές εικόνες και το μόνο συμπληρωματικό στοιχείο που ίσως χρειαστεί είναι η εποπτεία της αντίστοιχης περιοχής σε εικόνες Google Earth. Εν αντιθέσει, οι Αγροτικές περιοχές χρειάζονται σχεδόν πάντα συμπληρωματικά στοιχεία. Λόγω της φύσης των κατηγοριών αυτών δεν είναι εύκολο να δωθεί η ακριβής σειρά των επιπρώσθετων πηγών που θα χρειαστούν. Ένας καλός γνώμονας θα ήταν το πόσο εύκολα μπορούμε να βρούμε τα δεδομένα αυτά. Δηλαδή ένας χρήστης θα μπορούσε να ξεκινήσει με εικόνες Google Earth και σε περίπτωση που δεν καταλήξει σε κάποιο αποτέλεσμα να χρησιμοποιήσει όποια από τα υπόλοιπα αναφερόμενα δεδομένα μπορεί να βρει πιο εύκολα.

3 Συμπεράσματα

Φτάνοντας στο τέλος αυτής της εργασίας, κρίνεται σκόπιμο να παρουσιαστούν τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ενασχόληση με το παρών θέμα. Σε αυτό το εδάφιο θα αναλυθούν οι δυνατότητες των Οντολογιών ενώ παράλληλα θα παρουσιαστούν τα πλεονεκτήματα και οι περιορισμοί αυτών. Τέλος το κεφάλαιο θα κλείσει με τις προοπτικές που απορρέουν από την παρούσα διπλωματική εργασία.

3.1 Δυνατότητες – πλεονεκτήματα των Οντολογιών

Οι οντολογίες, όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 1, είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την καταγραφή πληροφορίας. Η πληροφορία αυτή φτάνει στο επίπεδο της γνώσης καθώς δομείται από έμπειρους πάνω στο αντικείμενο που αναπαριστά. Οι δυνατότητες και τα πλεονεκτήματα των οντολογιών συνοψίζονται στα ακόλουθα:

- Διάθεση καταχωρημένης πληροφορίας σε κάποιον χρήστη με καθορισμένα κριτήρια που εκείνος ορίζει ισοδύναμη με απαντήσεις από έναν ή παραπάνω έμπειρους πάνω στο αντικείμενο μελέτης.
- Ταχύτατη παροχή αποτελεσμάτων.
- Υψηλή αξιοπιστία απαντήσεων που σχετίζονται με την εμπειροχόμενη πληροφορία.
- Κοινή κατανόηση του περιεχομένου της γνώσης από ανθρώπους και Η/Υ.
- Καθιστούν ικανή την επαναχρησιμοποίηση της γνώσης της σχετικής με το γνωστικό πεδίο ώστε: (i) να μην καταχωρείται η ίδια πληροφορία και (ii) να καθιερωθούν πρότυπα και να βελτιωθεί η διαλειτουργικότητα.
- Δυνατότητα ταξινόμησης των στοιχείων που αποτελούνται, ανεξαρτήτου χειροκίνητης ταξινόμησης που έχει οριστεί κι έτσι γίνεται ένας ταυτόχρονος έλεγχος συνέπειας των εισαχθέντων δεδομένων.
- Η διαδικασία της συλλογιστικής λαμβάνει υπ' όψιν πολλαπλά κριτήρια.
- Μονιμότητα της δομημένης γνώσης και άμεση παροχή οποτεδήποτε ζητηθεί από το πρόγραμμα.
- Αιτιολόγηση αποφάσεων που διεξάχθηκαν κατά την διαδικασία της συλλογιστικής.
- Δυνατότητα συμβολής πολλών ειδικών από κάποιο γνωστικό χώρο ώστε η δομημένη γνώση να είναι πιο αντιπροσωπευτική και αντικειμενική.

3.2 Δυνατότητες – πλεονεκτήματα του συντάκτη Οντολογιών Protégé

Ο συντάκτης οντολογιών Protégé είναι το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την δόμηση της βάσης γνώσης. Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει είναι τα εξής:

- Είναι ανοιχτού κώδικα και ελεύθερα διαθέσιμο πρόγραμμα για πολλά περιβάλλοντα χρήσης.
- Υπάρχουν πολλές διαθέσιμες επεκτάσεις για αυτό δωρεάν κι ελεύθερα διαθέσιμες επίσης.
- Είναι πολύ διαδεδομένο στον χώρο των οντολογιών και σε συνδυασμό με την σελίδα τύπου Wiki που έχει ο χρήστης μπορεί εύκολα να βρει λύση σε κάποιο πρόβλημα που ενδεχομένως του παρουσιαστεί.

3.3 Περιορισμοί – μειονεκτήματα των Οντολογιών

Όπως έχει αναφερθεί οι οντολογίες παρέχουν όλα εκείνα τα εφόδια για την οργανωμένη καταγραφή και διαχείριση της πληροφορίας. Από αυτό προκύπτουν κάποια ζητήματα τα οποία αναφέρονται στην ακόλουθη σελίδα.

- Το σύστημα είναι ικανό να δώσει απαντήσεις μόνο για τον συγκεκριμένο γνωστικό χώρο που σχεδιάστηκε ή πιο απλά, απέκτησε γνώση.
- Οι οντολογίες δεν παράγουν νέα γνώση, όπως θα έκανε ένας ειδικός πάνω στο αντικείμενο, συμβάλουν όμως στην παραγωγή γνώσης από τον άνθρωπο καθώς του παρέχουν οργανωμένη πληροφορία (γνώση), άμεσα διαθέσιμη και με δυνατότητα επεξήγησης.
- Η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων των οντολογιών εξαρτάται από την ποιότητα των δεδομένων που εμπλουτίστηκαν. Λάθος και μη λογικά πρωτογενή δεδομένα δεν μπορούν να αξιολογηθούν από το σύστημα. Φυσικά ασυνέπειες με βάση την υπάρχουσα δομημένη γνώση αναγνωρίζονται κατά την συλλογιστική.
- Κάθε καινούριο προς ένταξη στοιχείο/ιδιότητα πρέπει να είναι σε συμφωνία με τον υπάρχον τρόπο σύνταξης της οντολογίας. Εννοιολογικά ή ορθογραφικά λάθη ή ακόμα και κενά πριν από λέξεις δεν μπορούν να επισημανθούν.
- Τα πρότυπα πρέπει να τηρούνται και κατά το στάδιο που ζητάμε από το σύστημα να μας δώσει συγκεκριμένη πληροφορία. Π.χ. εάν η οντολογία έχει δομηθεί έχοντας τιμές σχετικού μεγέθους “small”, “medium”, “large” και ο χρήστης θέλει να του εμφανιστούν αντικείμενα με σχετικό μέγεθος “big” θα πάρει μηδενικό αποτέλεσμα καθώς το σύστημα δεν είναι σε θέση να καταλάβει ότι ο χρήστης εννοεί το ίδιο πράγμα με την τιμή “large”.

3.4 Περιορισμοί – μειονεκτήματα του συντάκτη Οντολογιών Protégé

Κατά την σύνταξη/διόρθωση της οντολογίας στο περιβάλλον του συντάκτη οντολογιών Protégé παρουσιάστηκαν κάποια προβλήματα τα οποία δεν ήταν δυνατόν να προβλεφτούν από την αρχή. Τα προβλήματα αυτά συνοψίζονται στα εξής.

- Αδυναμία εγκατάστασης κάποιων πρόσθετων λειτουργιών. Η έκδοση 4.1 που χρησιμοποιήθηκε βασίζεται στην γλώσσα OWL2 σε αντίθεση με τις προηγούμενες εκδόσεις που βασίζονται στην OWL.
- Αδυναμία μαζικής επεξεργασίας ονομάτων σε υπάρχουσες κλάσεις, αντικείμενα και ιδιότητες κάτι που ήταν αναγκαίο για να ανταποκριθούν στα πρότυπα σύνταξης του Protégé το οποίο καθιστά το όλο πακέτο πιο λειτουργικό.
- Σφάλματα στην λειτουργία. Παρ’ όλο που η έκδοση δεν ήταν δοκιμαστική (Beta) το πρόγραμμα σε πολλές περιπτώσεις κολλούσε ή/και έκλεινε χωρίς προειδοποίηση ή δυνατότητα αποθήκευσης με αποτέλεσμα να χάνεται όση δουλειά είχε γίνει από την προηγούμενη αποθήκευση μέχρι εκείνο το σημείο.
- Οι μηχανισμοί εξαγωγής συμπερασμάτων για το Protégé 4, όσον αφορά τις ερωτήσεις προς το σύστημα για την εξαγωγή απαντήσεων, δεν υποστηρίζουν πλήρως την ταξινόμηση αντικειμένων, καταλήγοντας ορισμένες φορές σε εσφαλμένα αποτελέσματα.
- Αδυναμία εισαγωγής εικόνων στο σύστημα ώστε να γίνεται η πλήρης διαδικασία της φωτοερμηνείας (παρατήρηση αντικειμένου, απόφαση για το ποιες τιμές πρέπει να δοθούν και, εισαγωγή τους στο σύστημα) στο ίδιο περιβάλλον.

3.5 Η παρούσα εργασία και η Φωτοερμηνεία

Με το πέρας της παρούσας εργασίας αξίζει να αναφερθούν κάποια ωφέλει που αποκομήστικαν όσον αφορά την Φωτοερμηνεία. Αυτά είναι τα ακόλουθα:

- Καταγραφή φωτοερμηνευτικής γνώσης για τις 22 κατηγορίες κάλυψης γης με βάση το CLC.
- Ταυτοποίηση των περιοχών αυτών με βάσει καθορισμένων προτύπων που ορίζονται από το CLC.
- Δυνατότητα παροχής πληροφορίας/βοήθειας όσον αφορά φωτοερμηνευτικά χαρακτηριστικά σε μη έμπειρους φωτοερμηνευτές.

3.6 Η παρούσα εργασία και το Wiki του Εργαστηρίου Τηλεπισκόπησης Ε.Μ.Π.

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας σε πρώτο στάδιο εμπλουτίστηκε του Wiki του Εργαστηρίου Τηλεπισκόπησης Ε.Μ.Π., στην συνέχεια έγινε εξαγωγή ενός αρχείου μορφής xml και εισαγωγή αυτό στο περιβάλλον του Protégé για επεξεργασία των στοιχείων και δόμηση της οντολογίας.

Στα θετικά στοιχεία αυτής της διαδικασίας υπάγεται το γεγονός ότι εισήχθη μεγάλη ποσότητα πληροφορίας αμέσως στο περιβάλλον του προγράμματος. Στις περισσότερες των περιπτώσεων οι ιδιότητες που περιείχαν τα αντικείμενα (individuals) που αντιστοιχούσαν στις ονομαστικές κατηγορίες του CLC με την βοήθεια του πρόσθετου Manchester Syntax αντιγράφηκαν μαζικά και μετατράπηκαν σε ιδιότητες των κλάσεων. Φυσικά όπου κρίθηκε απαραίτητο δόθηκαν κι άλλες ιδιότητες στις κλάσεις.

Σε δεύτερο στάδιο παρατηρήθηκε ότι το αρχείο που εισήχθη περιείχε αρκετή πληροφορία η οποία δεν ήταν χρήσιμη. Αυτή έπρεπε να διαγραφεί ώστε να καταστεί πιο λειτουργική η επεξεργασία και δόμηση της βάσης γνώσης. Η διαδικασία διαγραφής ήταν χρονοβόρα καθώς χρήσιμα και μη χρήσιμα αντικείμενα και ιδιότητες ήταν αναμειγμένα πολλές φορές και χρειαζόταν προσοχή ώστε να μην διαγραφούν στοιχεία που χρειαζόνταν. Παράλληλα έπρεπε να μετονομαστούν όλες οι ιδιότητες που κρατήθηκαν (object και datatype) για να είναι σύμφωνες με τα πρότυπα του Protégé και παράλληλα να είναι πιο κοντά στην ανθρώπινη έκφραση.

Συνοψίζοντας, τα θετικά από την χρήση του Wiki στην παρούσα διπλωματική είναι περισσότερα από τα αρνητικά και άξιζε η χρήση της δυνατότητάς του να εξαγάγει τις επιθυμητές σελίδες σε μορφή xml.

3.7 Η παρούσα εργασία και οι μελλοντικοί χρήστες αυτής.

Οποιοσδήποτε χρήστης θελήσει να χρησιμοποιήσει την Οντολογία που δομήθηκε στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής πρέπει να ακολουθήσει κάποια βήματα ώστε να αποφύγει τυχών παρατυπίες και λάθη.

Αρχικά κρίνεται απαραίτητο να διαβάσει επιστάμενα το εδάφιο “1.7 Οι κατηγορίες του Corine Land Cover” ‘ώστε να καταλάβει με ποια κριτήρια έχουν κατηγοριοποιηθεί οι κατηγορίες κάλυψης/χρήσης γης και από τι αυτές αποτελούνται.

Στην συνέχεια θα πρέπει να δώσει έμφαση στο κεφάλαιο “2 Μεθοδολογία”. Έτσι θα καταλάβει τον λόγο που έχουν οριστεί οι συγκεκριμένες τιμές των ιδιοτήτων και θα ξέρει που πρέπει να ορίσει τι.

Φυσικά η μελέτη όλου του τόμου θα βοηθήσει ακόμα περισσότερο στην κατανόηση του αντικειμένου. Απλά τα δύο που αναφέρθηκαν παραπάνω είναι τα πιο σημαντικά και πρέπει να μελετηθούν οπωσδήποτε.

Τέλος, θα πρέπει να υπάρχει προσοχή στην δημιουργία είτε δοκιμαστικών αντικειμένων προς ταξινόμηση είτε “εικονικών κλάσεων” για την εξέταση του ποια αντικείμενα ανήκουν σε αυτές. Μη αυστηρή τήρηση των προτύπων θα δώσει μηδενικά αποτελέσματα.

3.8 Προοπτικές

Τελειώνοντας, παρουσιάζονται κάποιες προτάσεις για περαιτέρω έρευνα η οποία μπορεί να στηριχθεί πάνω στην παρούσα διπλωματική εργασία.

Η βάση γνώσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από άλλα εργαλεία αναπαράστασης γνώσης όπως είναι τα expert systems ώστε να μελετηθούν ο δυνατότητές τους και να γίνει αντιπαραβολή με τις οντολογίες.

Η βάση γνώσης, η οποία αναφέρετε στις πρώτες 22 κατηγορίες του CLC να ενωθεί με την βάση γνώσης που έχει δημιουργηθεί για τις υπόλοιπες 22 σε αντίστοιχη διπλωματική του τομέα Τοπογραφίας του Ε.Μ.Π. (Ξυλάκης, 2012) και να γίνουν οι κατάλληλες μετατροπές ώστε να καταστεί δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων από μία ενιαία, λειτουργική οντολογία.

Τέλος θα μπορούσε να δημιουργηθεί ένα τέταρτο επίπεδο ιεραρχίας με στόχο την αναγνώριση αντικειμένων σε μεγαλύτερη κλίμακα πάντα έχοντας κατά νου τα πρότυπα που ορίζονται από το CLC.

4 Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Δ. Αργιαλάς. **Φωτοερμηνεία-Τηλεπισκόπηση**, Εγχειρίδιο μαθήματος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1999
- Δ. Αργιαλάς. **Ψηφιακή Τηλεπισκόπηση**, Εγχειρίδιο μαθήματος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1999
- Ε. Τομαή, **Ανάπτυξη τυπικών οντολογιών στη γεωπληροφορική για την διαλειτουργικότητα βάσεων γεωγραφικής γνώσης**, Διδακτορική διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2005
- Ι. Μουχτούρης, **Δημιουργία έμπειρου συστήματος σε γλώσσα προγραμματισμού matlab με graphical user interface με σκοπό την φωτοερμηνεία κατηγοριών 3^{ου} επιπέδου του Corine Land Cover**, Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2009
- Ε. Μιχαλακάκης, **Δημιουργία έμπειρου συστήματος σε περιβάλλον γλώσσας CLIPS με σκοπό την φωτοερμηνεία των κατηγοριών 3ου επιπέδου του Corine Land Cover**, Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2009
- Α. Παπαδάκη, **Οι ontology-editors στην τεκμηρίωση βάσεων γεωγραφικών δεδομένων - Εφαρμογή στο Corine Land Cover**, Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2002

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- M. Kavouras and M. Kokla, **Theories of Geographic Concepts: Ontological Approaches to Semantic**, CRC Press, Athens, 2008
- N. Guarino, **Semantic Matching: Formal Ontological Distinctions for Information Organization, Extraction and Integration**, *Summer School on Information Extraction, Frascati*, 2000.
- T. R. Gruber. **A translation approach to portable ontology specifications**. *Knowledge Acquisition*, 1993
- W. N. Borst. **Construction of Engineering Ontologies**. PhD thesis, University of Twente, Enschede, 1997
- W. Swartout, R. Patil, K. Knight, and T. Russ. **Toward distributed use of large-scale ontologies**, In *Spring Symposium Series on Ontological Engineering*, pages 33–40, Stanford,. AAAI Press, 1997
- A. Farquhar, R. Fikes, J. Rice, **The Ontolingua Server: A tool for collaborative ontology construction**. *International Journal of Human–Computer Studies*, 46,(6):707–727, 1997
- R. E. Bellman, **An Introduction to Artificial Intelligence: Can Computers Think?** Boyd & Fraser Publishing Company, 1978.
- P. H. Winston, **Artificial Intelligence (Third edition)**, Addison-Wesley, 1992.

E. Rich and K. Knight, **Artificial Intelligence** (second edition), 1991.

Nilsson, N. J. (1998). **Artificial Intelligence: A New Synthesis**. Morgan Kaufmann.

CORINE Land Cover-Technical Guide, 1994

Bossard, Feranec et al, **CORINE Land Cover Technical Guide-Addendum**, 2000

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

Επίσημη ιστοσελίδα του συντάκτη οντολογιών **Protégé**,
(<http://protege.stanford.edu/overview/index.html>)

Επίσημη ιστοσελίδα της **World Wide Web Consortium (W3C)**, (<http://www.w3.org/>)

Επίσημη ιστοσελίδα της **Description Logic**, (<http://dl.kr.org/>)

Επίσημη σελίδα της **Wikipedia**, (<http://en.wikipedia.org/wiki/AI/>)

Dennis Earl. **Prototype/exemplar theories**. (<http://www.iep.utm.edu/concepts/#SH3c>, 2007).
[ημερομηνία προσπέλασης: 10-Σεπτεμβρίου-2012]

N. Guarino and P. Giaretta. **Ontologies and knowledge bases: Towards a terminological clarification**. In N. J. I. Mars, editor, *Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building & Knowledge Sharing*, pages 25–32. IOS Press, Amsterdam, NL,1995.
(<http://ontology.ip.rm.cnr.it/Papers/KBKS95.pdf>)
[ημερομηνία προσπέλασης: 11-Αυγούστου-2012].

Hendler and McGuinness 2000, Natalya F. Noy &Deborah L. McGuinness Stanford University,
Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology, page 1
(http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101-noy-mcguinness.html) [ημερομηνία προσπέλασης: 4-Αυγούστου-2012].