

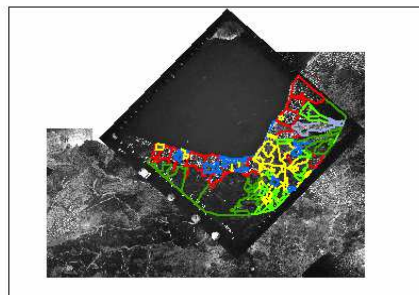
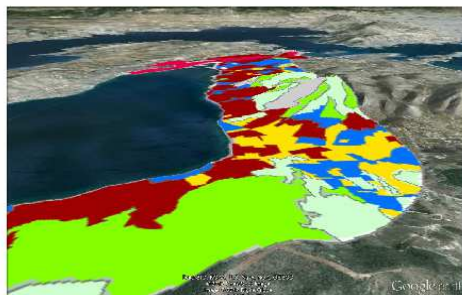
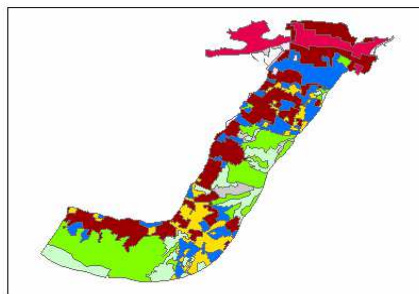
ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

Έφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου

Κατεύθυνση: Γεωπληροφορική



**ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΗΝ
ΚΑΛΥΨΗ ΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΝΗΣΟ ΣΑΛΑΜΙΝΑ ΜΕ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ
ΜΕΘΟΔΩΝ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

Διπλωματική Εργασία του Γεώργιου Μάνθου

Αθήνα, Μάρτιος 2012

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

Έφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου

Κατεύθυνση: Γεωπληροφορική

**ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΗΝ
ΚΑΛΥΨΗ ΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΝΗΣΟ ΣΑΛΑΜΙΝΑ ΜΕ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ
ΜΕΘΟΔΩΝ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

Διπλωματική Εργασία του Γεώργιου Μάνθου

Εξεταστική Επιτροπή

Επίκουρος Καθηγητής: Χαλκιάς Χρίστος

Επίκουρος Καθηγητής: Παρχαρίδης Ισαάκ

Επίκουρος Καθηγητής: Δέτσης Βασίλειος

Επιβλέπων: Επίκουρος Καθηγητής Χαλκιάς Χρίστος

Αθήνα, Μάρτιος 2012

Αφιερώνεται στη μητέρα μου Ελένη και στον πατέρα μου Κωνσταντίνο

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ

Κατάλογος Εικόνων -----	3
Κατάλογος Χαρτών-----	4
Κατάλογος Διαγραμμάτων -----	4
Κατάλογος Πινάκων-----	5
Κατάλογος Παραρτήματος -----	5
Συντομογραφίες-----	6
 ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ -----	7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ -----	8
ABSTRACT -----	9

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ -----	10
ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ -----	12
ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ -----	14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΜΕ ΚΟΙΝΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ -----	17
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ -----	23
<i>Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Κάλυψη Γης</i> -----	25
ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ -----	28
<i>Τηλεπισκόπηση και Κάλυψη Γης</i> -----	30
ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΑ-----	34
<i>Αεροφωτογραφίες και Ορθοφωτογραφίες</i> -----	35
<i>Παραγωγή Ορθοφωτογραφιών</i> -----	37
ΚΑΛΥΨΗ ΓΗΣ -----	39
<i>Χωρική Διάρθρωση Τοπίου (Landscape Pattern)</i> -----	40
<i>Παράγοντες που Επηρεάζουν την Κάλυψη Γης</i> -----	41
<i>Το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Παρακολούθησης Κάλυψης Γης (Corine Land Cover)</i> -	46
ΧΩΡΙΚΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ-----	51
<i>Διαχείριση Βάσεων Δεδομένων</i> -----	52
<i>Μοντέλα Δεδομένων</i> -----	54
<i>Τύποι Γεωγραφικών Δεδομένων και Θεματικά Επίπεδα</i> -----	55

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ -----	59
<i>Κοινωνικά Οικονομικά και Πολεοδομικά Κριτήρια της Περιοχής Μελέτης</i> -----	60
<i>Εντοπισμός Περιοχής Μελέτης</i> -----	62
ΔΕΔΟΜΕΝΑ -----	67
<i>Ορθοφωτογραφίες 1945 και 1998 – Κτηματολόγιο Α.Ε</i> -----	69
<i>Αεροφωτογραφία έτους 1979 της ΓΥΣ</i> -----	71
<i>Τηλεπισκοπικά Δεδομένα – Η εφαρμογή Google Earth</i> -----	73
<i>Ισοϋψείς Καμπύλες</i> -----	76

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ -----	77
Λογισμικά -----	78
Δημιουργία Χωρικής Βάσης Δεδομένων -----	79
Γεωαναφορά Ορθοφωτογραφιών 1945 – 1998 -----	80
Διόρθωση Ισοϋψών – Παραγωγή Κλίσεων και Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους -----	81
Ορθοαναγωγή Αεροφωτογραφίας 1979 -----	86
Έλεγχος Ακρίβειας Δεδομένων -----	87
Κατηγορίες Κάλυψης Γης -----	88
Διαδικασία Ψηφιοποίησης -----	91
Επεξεργασία Αποτελεσμάτων Ψηφιοποίησης -----	93
Επιτόπιος Έλεγχος Φωτοερμηνείας και Ψηφιοποίησης -----	96

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ -----	103
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ -----	133
ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ -----	139

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ -----	142
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ -----	145
ΠΗΓΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ -----	146

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

- Εικόνα 1:** Περιοχή Μελέτης όπως φαίνεται μέσα από το Google Earth. **Σελ. 64**
- Εικόνα 2:** Βόρειο τμήμα της περιοχή μελέτης όπως φαίνεται μέσα από το Google Earth. **Σελ.64**
- Εικόνα 3:** Νότιο τμήμα της περιοχή μελέτης όπως φαίνεται μέσα από το Google Earth. **Σελ.65**
- Εικόνα 4:** Μωσαϊκό των ορθοφωτογραφιών του 1998. **Σελ.70**
- Εικόνα 5:** Μωσαϊκό των ορθοφωτογραφιών του 1945. **Σελ.71**
- Εικόνα 6:** Η αεροφωτογραφία του 1979. **Σελ.73**
- Εικόνα 7:** Ανάλυση δεδομένων κατά περίοδο. Ορθοφωτογραφίες για τα έτη 1945,1998, αεροφωτογραφία για το 1979 και δορυφορική εικόνα από το Google Earth για το 2008. **Σελ.75**
- Εικόνα 8:** Διάγραμμα ροής εργασιών. **Σελ.77**
- Εικόνα 9:** Διόρθωση Ισοϋψών Καμπυλών. **Σελ.82**
- Εικόνα 10:** Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρων Σαλαμίνας. **Σελ.83**
- Εικόνα 11:** Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρων Περιοχής Μελέτης. **Σελ.84**
- Εικόνα 12:** Κλίσεις στην Περιοχή Μελέτης. **Σελ.85**
- Εικόνα 13 :** Ορθοφωτογραφία 1945. **Σελ.97**
- Εικόνα 14 :** Στάδιο Ψηφιοποίησης. **Σελ. 97**
- Εικόνα 15:** Η περιοχή όπως φαίνεται μέσα από το Google Earth το έτος 2008. **Σελ.97**
- Εικόνα 16:** Απεικόνιση της λιμενικής έκτασης το έτος 2012. **Σελ.97**
- Εικόνα 17 :** Ορθοφωτογραφία 1945. **Σελ.98**
- Εικόνα 18 :** Στάδιο Ψηφιοποίησης. **Σελ.98**
- Εικόνα 19 :** Η περιοχή όπως φαίνεται μέσα από το Google Earth το έτος 2008. **Σελ.98**
- Εικόνα 20:** Απεικόνιση της περιοχής το έτος 2012. **Σελ.98**
- Εικόνα 21 :** Ορθοφωτογραφία 1945. **Σελ.99**
- Εικόνα 22 :** Στάδιο Ψηφιοποίησης. **Σελ.99**
- Εικόνα 23:** Η περιοχή όπως φαίνεται μέσα από το Google Earth το έτος 2008. **Σελ.99**
- Εικόνα 24:** Απεικόνιση της περιοχής το έτος 2012. **Σελ.99**
- Εικόνα 25 :** Ορθοφωτογραφία 1945. **Σελ.100**
- Εικόνα 26 :** Στάδιο Ψηφιοποίησης. **Σελ.100**
- Εικόνα 27:** Η περιοχή όπως φαίνεται μέσα από το Google Earth το έτος 2008. **Σελ.100**
- Εικόνα 28:** Απεικόνιση της περιοχής το έτος 2012. **Σελ.100**
- Εικόνα 29 :** Ορθοφωτογραφία 1945. **Σελ.101**
- Εικόνα 30 :** Στάδιο Ψηφιοποίησης. **Σελ.101**
- Εικόνα 31:** Η περιοχή όπως φαίνεται μέσα από το Google Earth το έτος 2008. **Σελ.101**
- Εικόνα 32:** Απεικόνιση της περιοχής το έτος 2012. **Σελ.101**
- Εικόνα 33 :** Ορθοφωτογραφία 1945. **Σελ.102**
- Εικόνα 34 :** Στάδιο Ψηφιοποίησης. **Σελ.102**
- Εικόνα 35:** Η περιοχή όπως φαίνεται μέσα από το Google Earth το έτος 2008. **Σελ.102**
- Εικόνα 36:** Απεικόνιση της περιοχής το έτος 2012. **Σελ.102**

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ

- Χάρτης 1:** Κάλυψη γης Ν.Σαλαμίνας έτους 1990 σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine. **Σελ.49**
- Χάρτης 2:** Κάλυψη γης Ν.Σαλαμίνας έτους 2000 σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine. **Σελ.50**
- Χάρτης 3:** Χάρτης Ν.Σαλαμίνας. **Σελ.63**
- Χάρτης 4:** Περιοχή Μελέτης όπως φαίνεται στις ορθοφωτογραφίες του 1998. **Σελ.66**
- Χάρτης 5:** Κάλυψη γης για το έτος 1945 στην περιοχή μελέτης της Ν. Σαλαμίνας. **Σελ.104**
- Χάρτης 6:** Κάλυψη γης για το έτος 1979 στην περιοχή μελέτης της Ν. Σαλαμίνας. **Σελ.106**
- Χάρτης 7:** Κάλυψη γης για το έτος 1998 στην περιοχή μελέτης της Ν. Σαλαμίνας. **Σελ.108**
- Χάρτης 8:** Κάλυψη γης για το έτος 2008 στην περιοχή μελέτης της Ν. Σαλαμίνας. **Σελ.110**
- Χάρτης 9:** Σύγκριση κάλυψης Corine 2000 και κάλυψης 1998. **Σελ.112**
- Χάρτης 10:** Αλλαγές κάλυψης γης Ν.Σαλαμίνας για την περίοδο 1990 - 2000 σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine. **Σελ.113**
- Χάρτης 11:** Περιοχές με σταθερή κάλυψη γης της περιόδου 1945-2008. **Σελ.116**
- Χάρτης 12:** Βασικά μοτίβα αλλαγών κάλυψης γης της περιόδου 1945-1998. **Σελ.118**
- Χάρτης 13:** Σύγκριση των προτύπων αλλαγής κάλυψης γης με την απόσταση από την ακτογραμμή. **Σελ.122**
- Χάρτης 14:** Σύγκριση των προτύπων αλλαγής κάλυψης γης με την απόσταση από το οδικό δίκτυο. **Σελ.124**
- Χάρτης 15:** Σύγκριση των προτύπων αλλαγής κάλυψης γης με τις κλίσεις της περιοχής μελέτης. **Σελ.126**
- Χάρτης 16:** Διαχρονική παρατήρηση κάλυψης γης για τμήμα της περιοχής μελέτης. **Σελ.129**

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

- Διάγραμμα 1:** Ποσοστά κάλυψης γης. **Σελ.105**
- Διάγραμμα 2:** Ποσοστά κάλυψης γης. **Σελ.107**
- Διάγραμμα 3:** Ποσοστά κάλυψης γης. **Σελ.109**
- Διάγραμμα 4:** Ποσοστά κάλυψης γης. **Σελ.111**
- Διάγραμμα 5:** Ποσοστά σταθερής κάλυψη γης. **Σελ.117**
- Διάγραμμα 6:** Ποσοστά αλλαγής και οι αντίστοιχες κατηγορίες στις οποίες εντάσσεται το 2008. **Σελ.120**
- Διάγραμμα 7:** Ποσοστά αλλαγής και οι αντίστοιχες κατηγορίες στις οποίες εντάσσεται το 2008. **Σελ.120**
- Διάγραμμα 8:** Ποσοστά αλλαγής και οι αντίστοιχες κατηγορίες στις οποίες εντάσσεται το 2008. **Σελ.120**
- Διάγραμμα 9:** Ποσοστά βασικών προτύπων αλλαγής κάλυψης γης μεταξύ 1945-2008 και σύγκριση με την απόσταση από την ακτογραμμή. **Σελ.123**
- Διάγραμμα 10:** Ποσοστά βασικών προτύπων αλλαγής κάλυψης γης μεταξύ 1945-2008 και σύγκριση με την απόσταση από το οδικό δίκτυο. **Σελ.125**
- Διάγραμμα 11:** Ποσοστά βασικών προτύπων αλλαγής κάλυψης γης μεταξύ 1945-2008 και σύγκριση με τις κλίσεις της περιοχής. **Σελ.127**
- Διάγραμμα 12:** Ποσοστά σταθερής κάλυψη γης. **Σελ.130**
- Διάγραμμα 13:** Ποσοστά αλλαγής και οι αντίστοιχες κατηγορίες στις οποίες εντάσσεται το 1979. **Σελ.131**

Διάγραμμα 14: Ποσοστά σταθερής κάλυψη γης. **Σελ.132**

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Τεχνικά Χαρακτηριστικά Προγράμματος CLC. **Σελ.47**

Πίνακας 2: Κωδικοί φύλλου του Εθνικού Κτηματολογίου και Δασικών Χαρτών. **Σελ.69**

Πίνακας 3: Τεχνικά χαρακτηριστικά ορθοφωτογραφιών. **Σελ.70**

Πίνακας 4: Τεχνικά χαρακτηριστικά σαρωμένης αεροφωτογραφίας. **Σελ.72**

Πίνακας 5: Αντιστοίχιση συντεταγμένων γεωαναφοράς. **Σελ.81**

Πίνακας 6: Τιμές και κλάσεις επανακατηγοριοποίησης. **Σελ.95**

Πίνακας 7: Ανάλυση κατηγοριών κάλυψης. **Σελ.105**

Πίνακας 8: Ανάλυση κατηγοριών κάλυψης. **Σελ.107**

Πίνακας 9: Ανάλυση κατηγοριών κάλυψης. **Σελ.109**

Πίνακας 10: Ανάλυση κατηγοριών κάλυψης. **Σελ.111**

Πίνακας 11: Μεταβολή της κάλυψης γης σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine για την Ν.Σαλαμίνα για την χρονική περίοδο 1990 - 2000. **Σελ.114**

Πίνακας 12: Μεταβολή της κάλυψης γης σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την παρούσα εργασία, για την χρονική περίοδο 1998 – 2008. **Σελ.114**

Πίνακας 13: Ανάλυση κατηγοριών κάλυψης γης. **Σελ.117**

Πίνακας 14: Μεταβολή της αραιής φυσικής βλάστησης του 1945 και οι αντίστοιχες κατηγορίες στις οποίες εντάσσεται το 2008. **Σελ.119**

Πίνακας 15: Μεταβολή των αγροτικών εκτάσεων του 1945 και οι αντίστοιχες κατηγορίες στις οποίες εντάσσεται το 2008. **Σελ.119**

Πίνακας 16: Μεταβολή των μεικτών αγροτικών - οικιστικών εκτάσεων του 1945 και οι αντίστοιχες κατηγορίες στις οποίες εντάσσεται το 2008. **Σελ.119**

Πίνακας 17: Ανάλυση βασικών προτύπων αλλαγής κάλυψης γης μεταξύ 1945-2008 και σύγκριση με την απόσταση από την ακτογραμμή. **Σελ.123**

Πίνακας 18: Ανάλυση βασικών προτύπων αλλαγής κάλυψης γης μεταξύ 1945-2008 και σύγκριση με την απόσταση από το οδικό δίκτυο. **Σελ.125**

Πίνακας 19: Ανάλυση βασικών προτύπων αλλαγής κάλυψης γης μεταξύ 1945-2008 και σύγκριση με τις κλίσεις της περιοχής. **Σελ.127**

Πίνακας 20: Ανάλυση κατηγοριών κάλυψης γης. **Σελ.130**

Πίνακας 21: Αλλαγή αραιής φυσικής βλάστησης του 1945 και οι αντίστοιχες κατηγορίες στις οποίες εντάσσεται το 1979. **Σελ.131**

Πίνακας 22: Ανάλυση κατηγοριών κάλυψης γης. **Σελ.132**

Πίνακας 23: Ανάλυση βασικών προτύπων αλλαγών κάλυψης για την περίοδο 1979-2008. **Σελ.132**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Εικόνα 1: Κατηγορίες κάλυψης γης και χρωματολογία σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine. **Σελ.2**

Εικόνα 2: Διαδικασία Γεωαναφοράς σε περιβάλλον εργασίας ArcMap 9.3. **Σελ.5**

Εικόνα 3 :Έλεγχος αγροτικής έκτασης. **Σελ.6**

Εικόνα 4: Λοιπές εκτάσεις. **Σελ.6**

Εικόνα 5: Μεικτή και αγροτική έκταση. **Σελ.7**

Εικόνα 6: Έκταση μη συνεχούς αστικού ιστού. **Σελ.7**

Πίνακας 1: Αναλυτικά οι κατηγορίες κάλυψης γης σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine. **Σελ.3,4**

Πίνακας 2: Παράδειγμα αρχείων γεωαναφοράς. **Σελ.5**

Πίνακας 3: Συντεταγμένες σημείων ελέγχου. **Σελ.8**

Πίνακας 4: Απογραφή Πληθυσμού Ν.Σαλαμίνας. **Σελ.9**

Χάρτης 1: Εντοπισμός σημείων ελέγχου στην περιοχή μελέτης. **Σελ.9**

Διάγραμμα 1: Διαχρονική εξέλιξη του πληθυσμού για τη Ν. Σαλαμίνα. **Σελ.10**

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Γ.Σ.Π.: Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.

GIS: Geographical Information System.

Γ.Υ.Σ.: Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού.

DGPS.: Differential Global Positioning System (Διαφορικό Σύστημα Παγκόσμιου Εντοπισμού).

TM: Thematic Mapper.

NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration.

PCA: Principal Component Analysis.

NASA: National Aeronautics and Space Administration.

ESE: Earth Science Enterprise.

Corine: Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα κάλυψης γης.

DTM: Digital Terrain Model (Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους).

DEM: Digital Elevation Model (Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρων).

TIN: Triangulated Irregular Network (Τριγωνικό Ακανόνιστο Δίκτυο).

CLC: Corine Land Cover (Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Παρακολούθησης Κάλυψης Γης).

Ε.Γ.Σ.Α. 87: Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς.

WGS 84: World Geodetic System.

EEA: European Environmental Agency (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος).

GCP : Ground Control Points.

Ο.Κ.Χ.Ε.: Οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογραφίσεων Ελλάδος.

RMSE: Root Mean Square Error (Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα).

DPI: Dots per inch.

RPC: Rational Polynomial Coefficients.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διατριβή εκπονήθηκε στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού προγράμματος *Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου*, του τομέα Γεωπληροφορικής του τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου Αθηνών.

Με την ολοκλήρωση της διατριβής μου, θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Χρίστο Χαλκιά, Επίκουρο Καθηγητή στα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών και την Εφαρμοσμένη Γεωγραφία του τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου Αθηνών, που ανέλαβε την εποπτεία την μεταπτυχιακής διατριβής μου. Τον ευχαριστώ ως επιστήμονα και ως άνθρωπο, για την βοήθεια που μου προσέφερε σε θεωρητικό και πρακτικό επίπεδο, για τις υποδείξεις και για την συνεχή καθοδήγηση σε όλες της φάσεις της εργασίας αυτής, από τον καθορισμό του θέματος ως και την τελική παρουσίασή της.

Επιπλέον, αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κ. Δέτση Βασίλειο, Επίκουρο Καθηγητή του τμήματος Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου Αθηνών, για τις υποδείξεις του, τις παρατηρήσεις του και την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε κατά την διαδικασία της φωτοερμηνείας.

Σχετικά με την συλλογή των δεδομένων για την εκπόνηση της διατριβής, θέλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την αγαπητή συνάδελφο κα. Γρηγοροπούλου Λένα, για τις πολύτιμες πληροφορίες και συμβουλές που μου παρείχε στην εξεύρεση δεδομένων. Επίσης, θα ήθελα να αναφερθώ στην δωρεάν παραχώρηση δεδομένων από την εταιρεία Κτηματολόγιο Α.Ε. και να ευχαριστήσω την εταιρεία για αυτή την παραχώρηση.

Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθώ στην εταιρεία Inforest και να ευχαριστήσω την υπεύθυνη πωλήσεων κα. Μαρουλιώ Χανιώτη για την δωρεάν παραχώρηση δοκιμαστικής άδειας χρήσης του προγράμματος Envi 4.8. και ιδιαίτερα τον κ. Μαλούνη Αλέξανδρο για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε σχετικά με την εφαρμογή και την χρήση του προγράμματος.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Βασική επιδίωξη της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι, να αξιοποιηθούν οι τεχνικές και οι μεθοδολογίες της Γεωπληροφορικής με την βοήθεια των Γ.Σ.Π. με στόχο την διαχρονική παρακολούθηση των αλλαγών, στην κάλυψη γης για ορισμένη περιοχή μελέτης στη Νήσο Σαλαμίνα. Οι τεχνικές και η θεωρία πάνω στην οποία βασίζεται η εργασία, πηγάζουν από διαφορετικούς επιστημονικούς τομείς όπως, τα Γ.Σ.Π., η Τηλεπισκόπηση, η Χαρτογραφία, η Φωτογραμμετρία. Οι διαφορετικές μεθοδολογίες και τεχνικές που πηγάζουν από την θεωρία έχουν εφαρμογή, σε διαφορετικά χαρτογραφικά δεδομένα και υποβάθρα για κάθε χρονική περίοδο, όπως ορθοφωτογραφίες, αεροφωτογραφίες και δορυφορικές εικόνες.

Οι χρονικές περίοδοι για τις οποίες γίνεται η παρατήρηση κάλυψης γης είναι για τα έτη 1945, 1979, 1998 και 2008. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ορθοφωτογραφίες κλίμακας 1:5.000 για τα έτη 1945 και 1998 και μία αεροφωτογραφία του 1979 και κλίμακας 1:15.000 που καλύπτει ένα τμήμα της περιοχής μελέτης. Τέλος, σχετικά με τα τηλεπισκοπικά δεδομένα αξιοποιήθηκε η εφαρμογή Google Earth.

Η σημασία της έρευνας για την περιοχή μελέτης, σχετίζεται γενικότερα με το ενδιαφέρον που παρουσιάζει η Ν.Σαλαμίνα και το γεγονός ότι, εντάσσεται στις περιαστικές περιοχές με έντονη πίεση για αστική ανάπτυξη. Η έρευνα για την διαχρονική εξέλιξη στην κάλυψη γης οδήγησε στον εντοπισμό προτύπων (patterns) αλλαγών για ορισμένες κατηγορίες κάλυψης γης, τα οποία συγκρίθηκαν σε σχέση με κρητήρια της τοπογραφίας του τοπίου (κλίσεις) αλλά και άλλους παράγοντες όπως, η απόσταση από το οδικό δίκτυο ή η απόσταση από την ακτογραμμή. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές αλλαγές και παρουσιάζονται σε χάρτες, διαγράμματα και πίνακες. Τέλος, περιγράφονται τα βασικά συμπεράσματα και παρουσιάζονται ορισμένες προτάσεις για περαιτέρω συνέχιση της έρευνας.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Παρατήρηση Αλλαγών, Κάλυψη γης, Γεωπληροφορική, Τηλεπισκόπηση, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Μοτιβά Αλλαγών Κάλυψης γης, Ν.Σαλαμίνα*

ABSTRACT

The basic objective of this master thesis is to take advantage of the techniques and methodologies of Geoinformatics with the help of GIS to continuous monitoring of changes in land cover for a certain study area on the Greek island of Salamis. The techniques and theories behind the work, emanating from different scientific fields such as, GIS, Remote Sensing, Cartography, Photogrammetry. Different methodologies and techniques derived from theory, while also are applicable in different cartographic data and background for each time period such as orthoimages, aerial and satellite imagery.

The time periods that the monitoring of land cover is referred includes the years 1945, 1979, 1998 and 2008. The data were used in this research, consist of orthophotos at scale 1:5.000 for the years 1945 and 1998 and an aerial photograph of 1979 at scale 1:15.000 that covers a part of the study area. Finally, on remote sensing data was used the free application Google Earth.

Generally, the importance of the present research, associated with the interest of the study area of Salamina island and the fact that falls on urban areas with heavy pressure for urban development. The investigation of evolution in land cover, led to the identify patterns in relation to the changes, for some land cover classes, which were compared with regard to the criteria of landscape topography (slopes) as well as other factors, such as the distance from road network or the distance from the coastline. The results have shown significant changes and are presented in maps, charts and tables. Finally, the key conclusions are described while also are presented some suggestions for further continuation of the investigation.

KEYWORDS: *Monitoring, Land Cover, Geoinformatics, Remote Sensing, Geographic Information Systems, Land Cover Pattern, Salamina Island*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Γενικά

Οι αλλαγές στην κάλυψη γης, η παρακολούθηση και ο εντοπισμός των αλλαγών, χρησιμοποιούνται σήμερα για να περιγράψουν, ποσοτικές και ποιοτικές αλλαγές σε περιοχές μελέτης που σχετίζονται με κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά κριτήρια. Θα μπορούσε να ειπωθεί ότι, ο εντοπισμός των αλλαγών που αφορά την κάλυψη γης, σχετίζεται μόνο με πολεοδομικά και χωροταξικά κριτήρια αλλά μία τέτοια άποψη θα ήταν λάθος. Ως κάλυψη γης (land cover) ορίζεται, το έδαφος και η βιομάζα που καλύπτουν την επιφάνεια της γης, συμπεριλαμβάνοντας τη φυσική βλάστηση, τις καλλιέργειες αλλά και τις ανθρώπινες κατασκευές (Fresco 1994 αναφερόμενος από Verburg 2000). Η παρακολούθηση των αλλαγών στην κάλυψη γης, θεωρείται ότι είναι απαραίτητη και αναγκαία, έχοντας υπόψην τις κλιματικές αλλαγές και τις ανθρώπινες παρεμβάσεις στο περιβάλλον. Με την πρόοδο της τεχνολογίας, όλο και περισσότερο καινοτόμες μέθοδοι επιστρατεύονται στις υπηρεσίες χαρτογράφησης, με αποτέλεσμα να παράγονται διάφοροι τύποι χαρτών που εξυπηρετούν ποικίλες χρήσεις. Η επιστήμη της Γεωπληροφορικής, με τις τεχνικές και τις μεθοδολογίες που έχουν αναπτυχθεί έως σήμερα, έχει πολλές εφαρμογές στον εντοπισμό και την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την αλλαγές, στην κάλυψη και την χρήση γης. Οι μέθοδοι και οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται στην Γεωπληροφορική δίνουν πολλές δυνατότητες, σε ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών επιστημονικών ειδικοτήτων, στο πλαίσιο της έρευνας, του εντοπισμού και της λήψης αποφάσεων.

Οι αυξανόμενες απαιτήσεις της επιστήμης, σε συνδυασμό με την ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, προσφέρει σήμερα τεράστιες δυνατότητες στην διαχρονική παρακολούθηση της κάλυψης γης σε ολόκληρη την επιφάνεια της γης. Αυτό έχει ως

αποτέλεσμα, την αλλαγή των επιστημονικών μεθόδων παρατήρησης της κάλυψης γης σε σύγκριση με προηγούμενες χρονολογικές περιόδους. Ακολουθώντας την ιστορική διαδρομή, αρχικά υπήρχε η κατασκευή χαρτών σε σχεδιαστήρια, που απαιτούσε χρονοβόρες διαδικασίες για μετρήσεις, καταγραφή καλύψεων γης και τελικά παραγωγή σχεδίων και χαρτών κάλυψης γης. Ακολούθησε η εποχή της αεροφωτογραφίας, όπου για πρώτη φορά απεικονίζονταν εύκολα και μαζικά μεγάλες επιφάνειες της γης. Συνεπακόλουθα άνθισε η επιστήμη της φωτογραμμετρίας, χάρη στην οποία γίνονταν ακριβείς μετρήσεις και μετατροπές των μηκών από τις αεροφωτογραφίες σε πραγματικά μεγέθη και αναγνώριση και φωτοερμηνεία για μεγάλη έκταση περιοχών μελέτης. Είναι σημαντικό να αναφερθεί για την επιστήμη της φωτογραμμετρίας ότι, ακόμη και σήμερα χρησιμοποιείται σε ένα ευρύ φάσμα επιστημονικών εφαρμογών με μοναδική διαφορά, την χρήση διαφορετικών μεθόδων και τεχνολογιών στην εξαγωγή αποτελεσμάτων. Σημαντικό παράγοντα στην εξέλιξη της φωτογραμμετρίας έχει, η ανάπτυξη της πληροφορικής και του προγραμματισμού δίνοντας την δυνατότητα στους επιστήμονες για καλύτερη αξιοποίηση της θεωρίας και ευκολότερη εξαγωγή αποτελεσμάτων με βάση την επιστήμη της φωτογραμμετρίας. Όλα τα παραπάνω, ξεπεράστηκαν με την επιστήμη της τηλεπισκόπησης και την χρήση δορυφορικών δεδομένων σε συνδυασμό με την εξέλιξη της γεωπληροφορικής.

Με την κατάκτηση του διαστήματος ο άνθρωπος έθεσε δορυφόρους σε τροχιά γύρω από την γη, οι οποίοι σαρώνουν επί εκοσειτετραώρου βάσεως την επιφάνειά της. Τα διαστημικά προγράμματα που καλύπτουν τα έξοδα και την υποστήριξη της λειτουργίας είναι, τόσο εθνικά όσο και πολυεθνικά (π.χ. Landsat, Spot, QuickBird, RapidEye). Αυτά τα προγράμματα παρέχουν ενημερωμένα δεδομένα κατά παραγγελία, με την μορφή εικόνων, που καταγράφουν τμήματα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Αυτού του τύπου τα δεδομένα είναι τα πλέον κατάλληλα διότι, σε συνδυασμό με τις μεθόδους της τηλεπισκόπησης, μπορούν να παρέχουν γρήγορα και με ακρίβεια θεματικούς ψηφιακούς χάρτες διάφορων ειδών (Sifakis, Deschamps, 1992, Rongxing, 1997).

Οι αλλαγές στην κάλυψη γης, η παρακολούθηση και ο εντοπισμός των αλλαγών, με την χρήση των μεθόδων της Γεωπληροφορικής και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.), παρουσίασαν πρόοδο τόσο στην αποτελεσματικότητα, όσο και στην εξοικονόμηση χρόνου και χρήματος. Τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών καθώς και η γεωπληροφορική σχετίζονται και εξαρτώνται άμεσα, με την εξέλιξη του προγραμματισμού και της πληροφορικής. Παρατηρώντας διαχρονικά την εξέλιξη των Γ.Σ.Π. είναι φανερό ότι, υπάρχει διαφορά των σημερινών συστημάτων σε σχέση με τα αρχικά Γ.Σ.Π.. Για παράδειγμα το σύστημα MIADS που σχεδίασε η Δασική Υπηρεσία στο Berkeley της California το 1964, διαφέρει από τα σημερινά Γ.Σ.Π. σε μεγάλο βαθμό. Επιπλέον η επιστημονική έρευνα που σχετίζεται με την γεωπληροφορική, σε συνδυασμό με την ιδιαίτερη ανάπτυξη των τεχνικών της, δίνει την δυνατότητα για καλύτερα αποτελέσματα στην αναζήτηση των αλλαγών στην κάλυψη γης. Συγκριτικά πλεονεκτήματα αποτελούν, τα καλύτερα χρονο-οικονομικά μεγέθη που επιτυγχάνονται κατά την εκπόνηση μελετών ή ερευνών σε συναφή αντικείμενα όπως, η αλλαγή κάλυψης γης, καθώς και η ενσωμάτωση της θεωρίας επιστημών όπως, τα μαθηματικά και η πληροφορική με στόχο την βελτίωση των μεθόδων ανάλυσης και ερμηνείας.

Σκοπός της Διατριβής

Σκοπός της παρούσης έρευνας είναι, να αξιοποιηθούν οι τεχνικές και οι μεθοδολογίες της Γεωπληροφορικής με την βοήθεια των Γ.Σ.Π. με στόχο την διαχρονική παρακολούθηση των αλλαγών, την ανίχνευση μοτίβων αλλαγών (patterns) και τροχιών αλλαγών (trajectories) στην κάλυψη γης για ορισμένη περιοχή μελέτης στη Νήσο Σαλαμίνα. Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι, για τον ορισμό των μοτίβων αλλαγών στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται η λέξη “πρότυπο” αλλαγών. Για τις κατηγορίες κάλυψης γης λαμβάνονται υπόψη ορισμένες κατηγορίες, όπως αυτές αποτυπώνονται, στο Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα “Corine Land Cover” με τελευταία επικαιροποίηση για την Ελλάδα το έτος 2000.

Οι τεχνικές και η θεωρία πάνω στην οποία βασίζεται η εργασία, πηγάζουν από διαφορετικούς επιστημονικούς τομείς όπως, τα Γ.Σ.Π., η Τηλεπισκόπηση, η Χαρτογραφία, η Φωτογραμμετρία. Η διαχρονική εξέλιξη της περιοχής μελέτης, παρουσιάζει έντονο ενδιαφέρον, εάν υπολογιστεί ότι πρόκειται για περιαστικό περιβάλλον πολύ κοντά στην πρωτεύουσα πόλη της Αθήνας, με έντονη πίεση για αστική ανάπτυξη. Επομένως, σκοπός της έρευνας είναι να εφαρμοστούν διαφορετικές μεθοδολογίες και τεχνικές, όπως της Γεωπληροφορικής, με στόχο την δημιουργία ενός μοντέλου εργασίας, που με την χρήση των Γ.Σ.Π. και των τεχνικών της Τηλεπισκόπησης, θα επιτρέπει την διαχρονική παρατήρηση σχετικά με την κάλυψη γης για την Νήσο Σαλαμίνα. Οι διαφορετικές μεθοδολογίες και τεχνικές έχουν εφαρμογή, σε διαφορετικά χαρτογραφικά δεδομένα και υποβάθρα για κάθε χρονική περίοδο όπως ορθοφωτογραφίες, αεροφωτογραφίες και δορυφορικές εικόνες. Τέλος, σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι η δημιουργία του μοντέλου εργασίας αφορά, την εφαρμογή και την ανάλυση των μεθόδων και των τεχνικών, που θα επιτρέπουν στον επιστήμονα ακολουθώντας την μεθοδολογία που προτείνεται, να πετύχει την διαχρονική παρατήρηση για την κάλυψη γης σε διαφορετικές περιοχές μελέτης.

Αρχικά, θα γίνει αναζήτηση δεδομένων για την περιοχή μελέτης στη Ν.Σαλαμίνα για τέσσερις χρονικές περιόδους. Στην Ελλάδα δεδομένα φωτογραμμετρικά υπάρχουν από το έτος 1945 (Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού). Επομένως, η αρχή για τις τέσσερις χρονικές περιόδους αποτελεί το έτος 1945. Στην συνέχεια η αναζήτηση αφορά μία ενδιάμεση χρονική περίοδο ανάμεσα στις δεκαετίες του '70 και '80. Επόμενη χρονική περίοδο αποτελεί η δεκαετία του '90. Η τελευταία χρονική περίοδος έχει ορίζοντα το έτος 2008. Για την τελευταία χρονική περίοδο τα δεδομένα παρέχονται δωρεάν μέσα από την διαδικτυακή εφαρμογή Google Earth της εταιρείας Google και αναφέρονται στο έτος 2008. Η αναζήτηση των δεδομένων θα γίνει κυρίως στον Δημόσιο Τομέα, σε Υπουργεία, Οργανισμούς και Νομικά Πρόσωπα Ιδιωτικού Δικαίου. Στόχος είναι, η συλλογή δεδομένων υψηλής ακρίβειας για την περιοχή μελέτης για τις χρονικές περιόδους που αναφέρονται παραπάνω.

Μετά την συγκέντρωση των δεδομένων θα ακολουθήσει η επεξεργασία τους με στόχο την εξαγωγή αποτελεσμάτων όπως χάρτες, διαγράμματα, στατιστικά στοιχεία που αναφέρονται στην κάλυψη γης και στις αλλαγές που παρατηρούνται. Η επεξεργασία των δεδομένων αφορά την ένταξή τους σε ένα κοινό σύστημα αναφοράς έτσι ώστε, να είναι συγκρίσιμα μεταξύ τους για κάθε χρονική περίοδο. Επίσης, σημαντικό κομμάτι στην εξαγωγή συμπερασμάτων, αποτελεί η διαδικασία της φωτοερμηνείας των δεδομένων κάτω, από συγκεκριμένους κανόνες που προστάζει η θεωρία και αναλύονται σε επόμενο κεφάλαιο. Τα αποτελέσματα της φωτοερμηνείας αποτυπώνονται σε αρχεία που προκύπτουν, ύστερα από την εργασία της ψηφιοποίησης, δημιουργώντας μία χωρική βάση δεδομένων.

Σημασία της Διατριβής

Στην παρούσα έρευνα εφαρμόζονται θεωρίες και τεχνικές οι οποίες είναι σήμερα ευρέως διαδεδομένες στην επιστημονική κοινότητα. Η ιδιαιτερότητα έγκειται, στην χρησιμοποίηση διαφορετικών χαρτογραφικών δεδομένων και υποβάθρων για τον εντοπισμό των αλλαγών στην κάλυψη γης. Συγκεκριμένα, στην παρούσα εργασία γίνεται χρήση δορυφορικών εικόνων, αεροφωτογραφιών και ορθοφωτογραφιών ως βασική πηγή πληροφορίας. Επίσης, σημαντική είναι η αξιοποίηση της δωρεάν εφαρμογής Google Earth. Στην εφαρμογή Google Earth γίνεται ανάπτυξη τεχνικής ψηφιοποίησης μετά την φωτοερμηνεία των εικόνων ενώ επιπλέον, αναπτύσσεται η αξιοποίηση, η εξαγωγή και επεξεργασία των παραγόμενων της ψηφιοποίησης στο Google Earth, σε διαφορετικό λογισμικό περιβάλλον που είναι κοινό με τα υπόλοιπα χαρτογραφικά δεδομένα έτσι ώστε, να υπάρχει συγκρίσιμη πληροφορία για κάθε εξεταζόμενη χρονική περίοδο.

Η σημασία της έρευνας για την κάλυψη γης σε περιοχή μελέτης παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον για πληθώρα επιστημονικών, διαχειριστικών και διοικητικών εφαρμογών. Το μωσαϊκό της κάλυψης γης δείχνει κατά τον καλύτερο τρόπο την αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπου και περιβάλλοντος και την επίδραση των φυσικών πόρων πάνω στις βασικές οικονομικές δραστηριότητες. Ο Καρτέρης (1991) αναφέρει ότι

οι πληροφορίες της κάλυψης γης χρησιμοποιούνται από τους πολιτικούς και τους διαχειριστές για την εφαρμογή πολιτικής με σκοπό την επίλυση οικονομικών, περιβαλλοντικών και δημογραφικών προβλημάτων. Επίσης, σε ανώτατο διοικητικό επίπεδο, οι κυβερνήσεις πάντα λαμβάνουν υπόψη τα αποτελέσματα καταγραφών των χρήσεων/ κάλυψης γης, για να νομοθετήσουν και να επιβάλουν νόμους σχετικά με τη μελλοντική χρήση και αξιοποίησή τους. Η δυνατότητα για εκτίμηση των επιπτώσεων των πολιτικών διαχείρισης (policy impact assessments) της κάλυψης γης στα τοπία δημιούργησε επιπρόσθετο επιστημονικό ενδιαφέρον. Το ενδιαφέρον αυτό διεύρυνε τους ορίζοντες στους επιστημονικούς τομείς της μελέτης της αειφορικής χρήσης των τοπίων και της αντιμετώπισης των προβλημάτων της διάβρωσης της γης, της ερημοποίησης και της πληθυσμιακής εγκατάλειψης γης (Briassoulis 2000).

Η σημασία για την περιοχή μελέτης, σχετίζεται γενικότερα με το ενδιαφέρον που παρουσιάζει η Ν.Σαλαμίνα. Η Σαλαμίνα εντάσσεται στις περιαστικές περιοχές με έντονη πίεση για αστική ανάπτυξη. Σύμφωνα με τον Ψυχογιό αυτό οφείλεται στα παρακάτω:

« Η συνεχής αύξηση του πληθυσμού και η συγκέντρωση δραστηριοτήτων στο Πολεοδομικό Συγκρότημα της Πρωτεύουσας κατά τα μεταπολεμικά χρόνια εκφράστηκαν στο χώρο, όχι μόνον με τις μεταλλαγές που σημειώθηκαν στο εσωτερικό του αστικού ιστού, αλλά και με τη συνεχή εξάπλωση του πολεοδομικού συγκροτήματος προς την περιφέρεια, με αποτέλεσμα την κατάληψη μεγάλου μέρους του περιαστικού αλλά και του ευρύτερου χώρου της Περιφέρειας της Πρωτεύουσας από χρήσεις και δραστηριότητες άμεσα ή έμμεσα σχετιζόμενες με τις αστικές λειτουργίες» (Ψυχογιός 2005, σελ. 2).

Η ανάπτυξη αυτή έλκεται και υποβοηθείται από την ύπαρξη ή την προοπτική μεγάλων εγκαταστάσεων υποδομής στην περιφέρεια (λιμάνια, συγκοινωνιακοί άξονες, ανάπτυξη μέσων μαζικής μεταφοράς), συγχρόνως όμως προκαλεί την ανάγκη δημιουργίας νέων υποδομών για την εξυπηρέτησή της.

Η έρευνα για την διαχρονική εξέλιξη στην κάλυψη γης και τα αποτελέσματα που θα προκύψουν, είναι σημαντικά για την εξαγωγή συμπερασμάτων και τον εντοπισμό μοτίβων και τάσεων που οδήγησαν στις αλλαγές. Ιδιαίτερα ο συνδυασμός των αποτελεσμάτων της έρευνας, σε σχέση με κριτήρια της τοπογραφίας του τοπίου (κλίσεις,

υψόμετρα) αλλά και άλλους παράγοντες όπως, το οδικό δίκτυο ή η απόσταση από την ακτογραμμή δίνει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τις αιτίες που οδήγησαν στην σημερινή κατάσταση. Επιπλέον δίνεται η δυνατότητα, για σχεδιασμό του εξωαστικού χώρου με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και την ορθολογική διαμόρφωση του χώρου ενώ επιπλέον, επιχειρείται η διοχέτευση των πιέσεων και των τάσεων ανάπτυξης στους κατάλληλους υποδοχείς και η αυστηρή προστασία και διαφύλαξη των υπόλοιπων εκτάσεων της Ν. Σαλαμίνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Προηγούμενες Έρευνες με Κοινό Ενδιαφέρον

Οι αλλαγές στην κάλυψη γης και η διαχρονική παρακολούθηση του φαινομένου από τους επιστήμονες, παρουσιάζει έντονο ενδιαφέρον με αποτέλεσμα την ύπαρξη πολλαπλών επιστημονικών δημοσιεύσεων. Παρακάτω γίνεται συνοπτική παρουσίαση επιστημονικών άρθρων και μελετών με κοινό ενδιαφέρον, σε σχέση με το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας. Τα κοινά σημεία αφορούν την θεωρία και την μεθοδολογία που συναντώνται, σε δημοσιευμένες εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί για διαφορετικές περιοχές μελέτης.

1. Vassilis Detsis, Glykeria Ntasiopoulou Christos Chalkias and Georgios Efthimiou, 'Recent Insular Mediterranean Landscape Evolution: A Case Study on Syros, Greece', Landscape Research, Vol. 35, No. 3, 361–381, June 2010

Στην εργασία αυτή εξετάζεται η πρόσφατη εξέλιξη του Μεσογειακού τοπίου και συγκεκριμένα λαμβάνεται ως περιοχή μελέτης το νησί της Σύρου. Λέξεις κλειδιά και βασικούς τομείς που πραγματεύεται η εργασία αφορούν το νησιωτικό τοπίο, την αλλαγή κάλυψης εδάφους, μετρικές τοπίων, κοινωνικο-οικονομικές δυνάμεις που επηρεάζουν το φαινόμενο, περιβαλλοντικούς παράγοντες στην εξέλιξη του τοπίου.

Αρχικά, γίνεται αναφορά στην σημασία της παρακολούθησης των αλλαγών των χρήσεων/κάλυψης γης. Τονίζεται ότι, η παρακολούθηση της εξέλιξης ενός τοπίου, είναι απαραίτητη για την κατανόηση της τρέχουσας διαμόρφωσής του και της δυναμικής εξέλιξης των παραγόντων που συνεχίζουν να το μετασχηματίζουν. Έπειτα, εξετάζεται το Μεσογειακό τοπίο και τα χαρακτηριστικά που το διαμορφώνουν. Αναφέρεται ότι, οι αλλαγές που προκαλούνται στο τοπίο σε μικρό χρονικό διάστημα οφείλονται στις ανθρώπινες δραστηριότητες που μεταβάλλονται με τον χρόνο. Στην εργασία αυτή έγινε η

επιλογή να είναι περιορισμένη χωρικά η περιοχή μελέτης, έτσι ώστε να διατηρηθούν σταθερές οι κοινωνικο-οικονομικές μεταβλητές σταθερές για το χρονικό διάστημα που εξετάζεται στην εργασία με σκοπό, την ανάδειξη προσωρινών μοτίβων και περιβαλλοντικών μεταβλητών. Χρονικά εξετάζονται έξι χρονικές περίοδοι από το 1945 μέχρι το 1998. Αυτή η εργασία εστιάζει στην περιοχή Γαλησσάς στο κεντρικό-δυτικό μέρος της Ν. Σύρος που βρίσκεται στο κεντρικό Αιγαίο.

Με τη χρήση της τεχνολογίας GIS κατασκευάστηκε μια χωρική βάση δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων των επιπέδων της κάλυψης εδάφους και των μεταβλητών γεωλογικού υποβάθρου (γεωλογία και χάρτης κλίσεων). Η ταξινόμηση της περιοχής στις κατηγορίες κάλυψης εδάφους έγινε κυρίως με τη βοήθεια της στερεοσκοπικής φωτοερμηνείας των ορθοφωτογραφιών για τις αντίστοιχες χρονολογίες. Επιπλέον για να διακριθούν οι οικιστικές και μεικτές περιοχές χρησιμοποιήθηκε ως οδηγός οι κατηγορίες, όπως παρουσιάζονται στην τεχνική έκθεση CORINE nomenclature.

Στα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι το νησί γενικά, καθώς επίσης και η κοινότητα της περιοχής μελέτης, επηρεάστηκαν από την εγκατάλειψη των αγροτικών εκτάσεων που πραγματοποιήθηκε στην Ελλάδα μεταξύ 1950 και 1970. Η μετακίνηση του πληθυσμού προς την Αθήνα μείωσε τον πληθυσμό του νησιού με αποτέλεσμα το τοπίο να επηρεαστεί άμεσα.

2. Xiaoyan Zhou, Chun Kang, 'Land Use/Cover Change Analysis in Wuhan City Based on RS and GIS', School of Resources and Environment Science, Wuhan University, Wuhan, China, Bureau of Land Resources and Planning, Jiangxia, Wuhan, China, 2011

Στην εργασία αυτή εξετάζονται, οι αλλαγές στη χρήση γης και την κάλυψη σε συνδυασμό με την βοήθεια της Τηλεπισκόπησης και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Αρχικά τονίζεται η σημασία μελέτης του φαινομένου της αλλαγής στις χρήσεις και την κάλυψη γης, ενώ επισημένεται ότι η μελέτη και η πρόβλεψή της υπαγόνται γενικότερα στον τομέα της τρέχουσας περιβαλλοντικής αλλαγής.

Η περιοχή μελέτης είναι η πόλη Wuhan η οποία εντοπίζεται, κεντρικά της επαρχίας Hubei, και είναι από τις μεγαλύτερες πόλεις στη κεντρική περιοχή της Κίνας. Η συνολική της έκταση είναι 849.441 ha. Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται είναι

δορυφορικές εικόνες Landsat5 TM. Η κατηγοριοποίηση των χρήσεων και της κάλυψης γίνεται χρησιμοποιώντας πηγές και βάσεις δεδομένων, της Κινεζικής Ακαδημίας των Επιστημών και του Εθνικού Κινεζικού Συστήματος κατηγοριοποίησης.

Στην έρευνα χρησιμοποιούνται τρεις διαφορετικοί μέθοδοι εργασίας. Αρχικά, εφαρμόζεται μαθηματικός τύπος διακύμανσης του τοπίου που περιλαμβάνει της αλλαγές της έκτασης, τις χωρικές αλλαγές και τις ποιοτικές αλλαγές. Στην συνέχεια εφαρμόζεται ο μαθηματικός αλγεβρικός τύπος, για τον υπολογισμό του πίνακα μετάβασης των αλλαγών της κάλυψης γης. Τέλος, εφαρμόζεται ένας μαθηματικός τύπος που υπολογίζει την δυναμική αλλαγή στην κάλυψη γης μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, για συγκεκριμένη περιοχή μελέτης.

Τα αποτελέσματα για κάθε μία από τις τρεις μεθόδους που επιλέχθηκαν παρουσιάζονται ξεχωριστά. Για την διακύμανση του τοπίου τα αποτελέσματα παρουσιάζουν την τάση μείωσης της έκτασης για το καλλιεργήσιμο έδαφος, τα λιβάδια και τις περιοχές όπου δεν καλλιεργούνται ή αποτελούν εγκαταλελειμμένες καλλιέργειες ενώ, παρουσιάζεται αύξηση για τις δασικές περιοχές, τις κτισμένες επιφάνειες και τις υδάτινες επιφάνειες. Για την μετάβαση των αλλαγών της κάλυψης γης, οι τύποι κάλυψης που αφορούν το δάσος και τις καλλιεργείσιμες εκτάσεις παρουσιάζουν μεγάλη κατανομή. Συνολικά, σύμφωνα με τα αποτελέσματα η χωρική επέκταση της κτισμένης επιφάνειας είναι η προφανέστερη. Επίσης, οι καλλιεργείσιμες εκτάσεις μαζί με τις δασικές εκτάσεις, που χωροθετούνται γύρω από πόλεις, παρουσιάζουν διαφορετική κάλυψη και αυτή είναι η κτισμένη επιφάνεια.

3. Tobias Dolch, "Analysis of Long-Term Changes of a Sandy Shoreline Utilising High-Resolution Aerial Photography", Coastal and Marine Geospatial Technologies Coastal Systems and Continental Margins, 2010, Volume 13, 2, 187-196

Η παρούσα έρευνα εξετάζει την χρήση υψηλής ανάλυσης αεροφωτογραφιών για τον εντοπισμό αλλαγών της ακτογραμμής σε περιοχή μελέτης. Οι αεροφωτογραφίες είναι μια σημαντική πηγή στοιχείων για τον έλεγχο και μαζί με ένα γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών (Γ.Σ.Π.), αντιπροσωπεύει ένα κατάλληλο εργαλείο για να αναλύσει αυτά τα στοιχεία. Ο παράκτιος έλεγχος και παρατήρηση γίνεται, με τις αεροφωτογραφίες και

την αξιοποίηση των δυνατοτήτων που έχουν τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, αποτελώντας μια κοινή τεχνική που εφαρμόζεται για την έρευνα σε διαφορετικό περιβάλλον μελέτης.

Η περιοχή μελέτης είναι το Βόρειο τμήμα του νησιού Sylt που βρίσκεται στα Βόρεια της θάλασσας Wadden. Η ρηχή ιζηματώδης παράκτια ζώνη της νοτιοανατολικής Βόρειας Θάλασσας καλείται Wadden. Τα πιο αξιοπρόσεκτα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της περιοχής είναι τα παλιρροιακά επίπεδα, τα οποία εκτίθενται κατά τη διάρκεια της χαμηλής παλίρροιας. Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται είναι αεροφωτογραφίες του Βόρειου τμήματος του νησιού. Η χρονική περίοδος που εξετάζεται είναι μεταξύ 1928 και 2003. Πιο αναλυτικά οι χρονολογίες είναι: 1928,1936,1958,1988,1998,2001,2002,2003. Η κλίμακα των αεροφωτογραφιών δεν είναι κοινή για όλες. Συναντώνται κλίμακες 1:10.000, 1:15.000, 1:24.000, 1:25.000.

Οι αεροφωτογραφίες για κάθε χρονολογία δίνονται σε διαφορετική μορφή με αποτέλεσμα να χρειάζεται επεξεργασία για να δημιουργηθεί το τελικό φωτομωσαϊκό. Επιπλέον, για την διαδικασία της γεωαναφοράς επιλέχτηκαν σημεία ελέγχου από τις αεροφωτογραφίες αφού, το έτος 1928 υπήρχαν ήδη κτίρια, λιμάνια, δρόμοι, με αποτέλεσμα να είναι εφικτή η γεωαναφορά με βάση χαρακτηριστικά σημεία από τις αεροφωτογραφίες. Για την βελτίωση της γεωαναφοράς χρησιμοποιήθηκε διαφορικό δορυφορικό σύστημα εντοπισμού (DGPS), με αποτέλεσμα το μέσο τετραγωνικό σφάλμα να είναι κάτω από πέντε μέτρα.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η Βόρεια ακτή χαρακτηρίζεται από μία μεγάλη αλλαγή. Από το 1928 ως το 2003 η περιοχή αυξήθηκε κατά 0.66 km². Η αλλαγή στην περιοχή δεν είναι ομοιογενής αλλά εντοπίζεται σε τμήμα στο Δυτικό μισό της Βόρειας ακτής. Η έκταση της Ανατολικής ακτής αυξήθηκε από το 1936 ως το 1958 0.31 km². Αντίθετα από το 1958 ως το 2003 η περιοχή της ακτής μειώθηκε κατά 0.11 km². Αθροιστικά, η καθαρή αύξηση της έκτασης είναι 0.20 km² από το 1928 ως το 2003. Η Δυτική ακτή και η συνολική της έκταση μειώθηκε 0.46 km². Επομένως, το τμήμα της περιοχής μελέτης που αξίζει να γίνει εστίαση και περαιτέρω έρευνα, εξαιτίας των μεταβολών και της δραστηριότητας που παρουσιάζεται εκεί, είναι η Δυτική και Βόρεια ακτή.

4. Alados, C.L., Y. Pueyo, O. Barrantes, J. Escós, L. Giner and A.B. Robles, "Variations in landscape patterns and vegetation cover between 1957 and 1994 in a semiarid Mediterranean ecosystem", *Landscape Ecology* 19: 543–559, 2004, 2004 Kluwer Academic Publishers.

Ο στόχος αυτής της μελέτης ήταν να αναλυθούν οι κύριες διαδικασίες που συμμετέχουν και διαμορφώνουν, τις αλλαγές στα μοτίβα των τοπίων και την κάλυψη βλάστησης από το 1957-1994 έτσι ώστε, να αναπτυχθεί ένα μοντέλο παρακολούθησης της δυναμικής εξέλιξης κάλυψης εδάφους των τοπίων. Στην συνέχεια οι συγγραφείς επιχειρούν ιστορική ανασκόπηση των χρήσεων γης στον Μεσογειακό χώρο. Η παραδοσιακή χρήση γης περιλαμβάνει, εκτάσεις δημητριακών στις κοιλάδες και ανάπτυξη της γεωργίας στις περιοχές με έντονες κλίσεις. Από τα μέσα του 20ού αιώνα, το Μεσογειακό τοπίο έχει υποβληθεί σε σημαντικές αλλαγές με δραστικές συνέπειες για το οικοσύστημα. Αυτές οι αλλαγές περιλαμβάνουν χρήση φυτοφαρμάκων, χρήση γεωργικών μηχανημάτων, μετανάστευση προς τα αστικά κέντρα, περισσότερες παραθαλάσσιες παραθεριστικές κατοικίες, δημιουργία έργων υποδομής, και ανάπτυξη των μεταφορών. Η συζήτηση για την διαχείριση των τοπίων πρέπει να αφορά, την σχέση μεταξύ των μοτίβων που υπάρχουν στα τοπία και των παραγόντων που τα δημιουργήσαν αυτά.

Η περιοχή μελέτης είναι η προστατευόμενη περιοχή της Νοτιοανατολικής Ισπανίας, το φυσικό πάρκο Cabo de Gata-Níjar. Η έκταση της περιοχής είναι 37.570 ha. Η περιοχή ιστορικά χαρακτηριζόταν από την ύπαρξη της αγροτικής παραγωγής και της κτηνοτροφίας στις περιοχές με κλίσεις και έντονο ανάγλυφο. Μετά από τη δεκαετία του '60, ο ανθρώπινος πληθυσμός αυξήθηκε γρήγορα λόγω, της αύξησης της συγκομιδής των γεωργικών προϊόντων και της αναπτυσσόμενης βιομηχανίας τουριστών κυρίως στην ακτή. Τα αγροκτήματα στην ενδοχώρα εγκαταλείφθηκαν δεδομένου ότι ήταν λιγότερο κερδοφόρα. Για τις ανάγκες της μελέτης αναπτύχθηκε μία βάση δεδομένων. Τα δεδομένα ήταν ένας τοπογραφικός χάρτης κλίμακας 1:25.000 του Γεωγραφικού Ινστιτούτου. Οι ισοϋψείς ψηφιοποιήθηκαν ανά 20 μέτρα. Η κάλυψη και η βλάστηση υπολογίστηκαν από αεροφωτογραφίες του 1994, κλίμακας 1:15.000, 1985, κλίμακας 1:20.000 και 1957, κλίμακας 1:33.000. Οι κατηγορίες της κάλυψης υπολογίστηκαν με βάση το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα Corine του 1991. Τέλος για τις ανάγκες επιβεβαίωσης των κατηγοριών που

επιλέχτηκαν στις αεροφωτογραφίες, με στόχο την ορθότητα και την αντιστοίχιση των κατηγοριών, έγιναν εργασίες πιστοποίησης στο πεδίο της έρευνας.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι πιο σημαντικές κοινωνικο-οικονομικές αλλαγές έλαβαν χώρα στην περιοχή μελέτης μεταξύ της περιόδου 1957-1994 όπου, το 45% των αγροτικών περιοχών εγκαταλήφθηκαν. Το έτος 1987 η περιοχή αυτή ανακηρύχθηκε φυσικό πάρκο. Κατά συνέπεια, η εξέλιξη του τοπίου μπορεί να διαιρεθεί σε δύο κύριες περιόδους. Η πρώτη περίοδος είναι από το 1957 ως το 1985 όπου δεν υπάρχουν μεγάλες μεταβολές στην κάλυψη. Η δεύτερη περίοδος είναι από το 1985 ως το 1994. Στην δεύτερη περίοδο η βλάστηση αναπτύσσεται και καλύπτει τις αγροτικές περιοχές που είχαν εγκαταληφθεί. Σε αυτό, βοήθησαν και οι κανονισμοί που διέπουν το πάρκο και απαγορεύουν την καλλιέργεια.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

Γενικά

Ο όρος Γεωπληροφορική, έχει διεθνώς υιοθετηθεί τελευταία για να εκφράσει μια νέα τάση των επιστημών και της τεχνολογίας, που περιλαμβάνει στοιχεία από τις επιστήμες της Τοπογραφίας, της Γεωδαισίας, της Φωτογραμμετρίας και των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών. Η Γεωπληροφορική συνδυάζει, στοιχεία χωρικής ανάλυσης με χωρικά μοντέλα, την ανάπτυξη χωρικών βάσεων δεδομένων, μεθόδους σχεδιασμού πληροφορικών συστημάτων, μεθόδους αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή καθώς και τεχνολογίες ενσύρματων και ασύρματων δικτύων.

«Στη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών διαπιστώθηκε σε πολλές χώρες ότι οι ανάγκες για αξιόπιστες κι ενημερωμένες πληροφορίες γύρω από τη γη, την κοινωνία και το περιβάλλον δεν μπορούσαν να ικανοποιηθούν με τους παραδοσιακούς τρόπους συλλογής, καταγραφής, ενημέρωσης και επαιξεργασίας πληροφοριών» (Μανιάτης 1996, σελ.25). Έτσι ειδικά από τις αρχές της δεκαετίας του '80, γνώρισαν εξαιρετικά μεγάλη ανάπτυξη τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών-Γ.Σ.Π. (Geographical Information Systems). Σύμφωνα με τον Χαλκιά (2006, σελ. 56) τα Γ.Σ.Π. είναι: «Σύνολο υλικού, λογισμικού και διαδικασιών το οποίο με την κατάλληλη χρήση υποστηρίζει τη συλλογή, διαχείριση, ανάλυση, μοντελοποίηση και παρουσίαση δεδομένων με χωρική αναφορά. Αποτελεί επίσης σημαντικό εργαλείο υποστήριξης λήψης αποφάσεων στην επίλυση ποικίλων προβλημάτων διαχείρισης και σχεδιασμού». Κατά καιρούς έχουν δοθεί διάφοροι ορισμοί για τα συστήματα αυτά. Σύμφωνα με έναν μάλλον ευρύ ορισμό του Goodchild (1985), αναφερόμενος από τον Μανιάτη (1996, σελ.27), «Γ.Σ.Π. είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα συλλογής, αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάλυσης και απεικόνισης πληροφοριών σχετικών με ζητήματα γεωγραφικής φύσης». Τα Γ.Σ.Π. έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά με τα υπόλοιπα πληροφοριακά συστήματα, με το επιπλέον χαρακτηριστικό της ύπαρξης της

χωρικής διάστασης. Ένα ίσως ακριβέστερος ορισμός έχει δοθεί από την F.I.G. (Federation Internationale des Geometres – 1983). Σύμφωνα με αυτόν, « *Σύστημα Πληροφοριών Γης είναι ένα εργαλείο για λήψη αποφάσεων νομικής, διοικητικής και οικονομικής υφής και ένα όργανο για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη, το οποίο αποτελείται από τη μία, από μία Βάση Δεδομένων που περιέχει για μία έκταση στοιχεία προσδιορισμένα στο χώρο και τα οποία σχετίζονται με τη γη και από την άλλη (αποτελείται) από διαδικασίες και τεχνικές για τη συστηματική συλλογή, ενημέρωση, επεξεργασία και διανομή των στοιχείων. Η βάση ενός Σ.Π.Γ. είναι ένα ενιαίο σύστημα (γεωγραφικής) αναφοράς, το οποίο επίσης διευκολύνει τη σύνδεση των στοιχείων μεταξύ τους καθώς και με άλλα συστήματα που περιέχουν στοιχεία για τη γη*».

Οι διαφορετικές ιδέες που έχουν εκφραστεί κατά καιρούς για τα Γ.Σ.Π. και τις εφαρμογές τους μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις βασικές ομάδες που αλληλοσχετίζονται. Η πρώτη ομάδα αφορά την διαχειριστική προσέγγιση των συστημάτων και χωρίζεται σε δύο υποομάδες. Η πρώτη υποομάδα αφορά την χαρτογραφική προσέγγιση θεωρώντας, ότι τα Γ.Σ.Π. αποτελούν συστήματα για την διαχείριση και την δημιουργία χαρτογραφικών στοιχείων. Επομένως, διαχειρίζονται χάρτες, αναφέρονται σε χάρτες και η έξοδος των διαδικασιών τους είναι πάλι χάρτες. Η δεύτερη υποομάδα αφορά την πληροφορική προσέγγιση και δίνει έμφαση στην σπουδαιότητα των Γ.Σ.Π. ως σύγχρονων συστημάτων διαχείρισης βάσεων δεδομένων. Η δεύτερη ομάδα αναφέρεται στην χωρική ανάλυση και υποστηρίζει την σπουδαιότητα της Γεωγραφικής Χωρικής Ανάλυσης. Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση τα Γ.Σ.Π. αποτελούν τμήμα της επιστήμης της Γεωγραφίας και όχι απλώς μία τεχνολογική εξέλιξη. Η τρίτη ομάδα αναφέρεται στη σχεδιαστική προσέγγιση και εστιάζεται στη δυνατότητα που έχουν τα συστήματα να βοηθούν στην επίλυση χωρικών προβλημάτων, δηλαδή να συμμετέχουν ενεργά στον χωρικό σχεδιασμό.

Οι εφαρμογές που έχουν τα Γ.Σ.Π. σήμερα είναι πάρα πολλές με αποτέλεσμα, βασικές επιστημονικές ειδικότητες (π.χ. μηχανικοί, γεωλόγοι, γεωγράφοι, συγκοινωνιολόγοι, χωροτάκτες, πολεοδόμοι, κ.α.) που σχετίζονται με την ανάλυση, τη μελέτη και το σχεδιασμό του χώρου, να χρησιμοποιούν τα Γ.Σ.Π.. Η χαρτογράφηση

περιοχών και η δημιουργία χαρτών είναι μόνο δυνατή εάν οι λεπτομερείς, ακριβείς και ενημερωμένες γεω-πληροφορίες είναι διαθέσιμες. Η διαθεσιμότητα της γεωγραφικής πληροφορίας είναι ουσιαστική προϋπόθεση που δεν είναι αρκετή για την δημιουργία χαρτών. Αυτές οι πληροφορίες πρέπει να υποβληθούν σε επεξεργασία και να ερμηνευθούν από τους πεπειραμένους και ειδικευμένους επαγγελματίες χρησιμοποιώντας τα σωστά εργαλεία, συμπεριλαμβανομένων των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (Tomlinson, 2007).

Το εύρος των εφαρμογών που σχετίζονται με τα Γ.Σ.Π. καλύπτει μία τεράστια ποικιλία θεμάτων που σχετίζονται με παρακολούθηση ιατρικών θεμάτων, προγραμματισμό και ανάπτυξη περιφερειακών περιοχών σε Κρατικό επίπεδο, οργάνωση λειτουργιών μέσα από εφαρμογές Γ.Σ.Π. σε επίπεδο ενός Δήμου με στόχο την εξυπηρέτηση πολιτών κ.α.. Ιδιαίτερα στον τομέα της υγείας σήμερα, οι επιστήμονες αναγνωρίζουν ότι τα Γ.Σ.Π. ταιριάζουν απόλυτα για τον υπολογισμό του κινδύνου που διατρέχουν οι κάτοικοι σε κάποια περιοχή, από μία φυσική καταστροφή ή κάποια πηγή περιβαλλοντικής μόλυνσης. Σε αντίθετη περίπτωση η εκτίμηση του κινδύνου θα ήταν δύσκολη γιατί, τα Γ.Σ.Π. επιτρέπουν στους επιστήμονες να συσχετίζουν τα δεδομένα έτσι ώστε, να αναγνωρίζουν μοτίβα και τάσεις με στόχο την αντιμετώπιση του προβλήματος (Cromley and McLafferty, 2002). Επιπλέον σημαντικό ρόλο έχουν τα Γ.Σ.Π. στον τομέα της ενέργειας όπου, μεγάλο μέρος της πληροφορίας σχετίζεται με την χωροθέτηση που αφορά στην εξερεύνηση πετρελαίου ή στην χωροθέτηση ενός αγωγού φυσικού αερίου. Οι επιστήμονες έχουν την δυνατότητα να αναλύσουν και να επεξεργαστούν τα χωρικά στοιχεία με στόχο την υποστήριξη αποφάσεων στρατηγικής σημασίας στην εξερεύνηση ή την κατασκευή εγκαταστάσεων μεταφοράς και παραγωγής ενέργειας (Wei Lian, 2010).

Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Κάλυψη Γης

Προκειμένου να προσδιοριστούν οι κατηγορίες κάλυψης γης ενός τοπίου, με στόχο είτε την ανάλυση της δομής του, είτε τη μελέτη της διαχρονικής εξέλιξής του,

μεγάλη σημασία έχει ο τρόπος και η διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας των αρχικών πηγών πληροφοριών. Ιδιαίτερα, σε τοπία όπως αυτά των μεσογειακών χωρών, που εμφανίζονται πολυποίκιλα και διασπασμένα εξαιτίας της έντονης ανθρώπινης παρέμβασης, απαιτείται συνήθως μεγάλη συλλογή πρωτογενών δεδομένων. Ο Zonneveld (1995) προτείνει ως πρωτογενή υλικά για τη χαρτογράφηση της δομής των τοπίων τη χρήση αεροφωτογραφιών αλλά και δορυφορικών εικόνων. Ο Farina (1998), συμφωνώντας με την άποψη του Zonneveld (1995), προτείνει για την απόκτηση των αρχικών πηγών πληροφοριών αναφορικά με τις τοπιακές αναλύσεις, τη χρήση αεροφωτογραφιών, δορυφορικών εικόνων, αλλά και εναλλακτικών πηγών δεδομένων, όπως είναι οι κτηματολογικοί, γεωλογικοί, εδαφολογικοί και υδρολογικοί χάρτες, καθώς επίσης και οι χάρτες που περιέχουν πληροφορίες σχετικές με τη βλάστηση και τις χρήσεις γης. Ο Bankon (1998) θεωρεί ότι η χρήση αεροφωτογραφιών αλλά και δορυφορικών εικόνων με την εφαρμογή τεχνικών τηλεπισκόπησης είναι ικανοποιητική για την παρακολούθηση και χαρτογράφηση των αλλαγών που σημειώνουν οι κατηγορίες χρήσεων/ κάλυψης γης των τοπίων. Ο ίδιος όμως συγγραφέας συμπληρώνει ότι, για την καλύτερη εκτίμηση των αλλαγών του τοπίου, κρίνεται απαραίτητη η επεξεργασία πρόσθετων στατιστικών και ιστορικών πληροφοριών, οι οποίες αφορούν σε όλους εκείνους τους παράγοντες που επιδρούν στην κατανομή των κατηγοριών χρήσεων/ κάλυψης γης των τοπίων.

Η χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών αποτελεί χρήσιμο εργαλείο στην επεξεργασία και χαρτογράφηση των πληροφοριών που εξάγονται κατά τη διαδικασία ανάλυσης των τοπίων, χρησιμοποιώντας είτε αεροφωτογραφίες είτε δορυφορικές εικόνες (Farina 1998). Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετές ερευνητικές εφαρμογές που κάνουν χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών πάνω στην ανάλυση της δομής και της διαχρονικής εξέλιξης των τοπίων. Ο Bender et al. (2005), προχώρησε στην ανάλυση της εξέλιξης σε περιοχή μελέτης στη Γερμανία, βαθύτερα στο παρελθόν, αναλύοντας μαζί με πιο πρόσφατες σειρές αεροφωτογραφιών και παλαιούς κτηματικούς χάρτες από προηγούμενους αιώνες. Στο Μεσογειακό τοπίο ο (Bankon 1998) εκτίμησε την εξέλιξη των μονάδων κάλυψης γης μεταξύ 1961 – 1989,

στον Ψηλορείτη της Κρήτης με τη χρήση διαχρονικών σειρών αεροφωτογραφιών και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Η σημασία των Γ.Σ.Π. όπως φαίνεται από τα παραπάνω είναι μεγάλη και έχει εφαρμογή σε πολλούς επιστημονικούς τομείς. Η διαχείριση διαφορετικών δεδομένων, διαφορετικής προέλευσης και μορφής είναι πλέον εύκολη, με στόχο την εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών επιστημονικού ενδιαφέροντος για την αντιμετώπιση προβλημάτων και την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων. Στην παρούσα εργασία γίνεται χρήση των Γ.Σ.Π. με στόχο τον συνδυασμό διαφορετικών δεδομένων κάτω από ένα ενιαίο σύστημα αναφοράς. Τα δεδομένα αυτά απαρτίζονται από αεροφωτογραφίες, δορυφορικές εικόνες, ορθοφωτογραφίες και τοπογραφικά δεδομένα υψομέτρων. Η χρήση των Γ.Σ.Π. αφορά την επεξεργασία τους με στόχο την παρατήρηση στις αλλαγές της κάλυψης γης σε τμήμα της Ν. Σαλαμίνας.

Τηλεπισκόπηση

Γενικά

Η χρήση δορυφορικών δεδομένων, με στόχο τη χαρτογράφηση της κατανομής των κατηγοριών χρήσεων/κάλυψης γης ενός τοπίου, έχει αποκτήσει τα τελευταία χρόνια μεγάλη σημασία καθώς και εύρος εφαρμογών. Η επιστήμη που αξιοποιεί τα δορυφορικά δεδομένα, μέσα από την εφαρμογή της θεωρίας και των τεχνικών που έχουν αναπτυχθεί σχετικά με την χρήση δορυφορικών δεδομένων ονομάζεται Τηλεπισκόπηση. Σύμφωνα με τον Χαλκιά (2006) Τηλεπισκόπηση (Remote Sensing) είναι: « Η συλλογή – από απόσταση- και ερμηνεία πληροφορίας. Συνήθως γίνεται με την καταγραφή της φυσικά εκπεμπόμενης ή ανακλώμενης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από την επιφάνεια της γης ή την ατμόσφαιρα, ή με την ανίχνευση σημάτων τα οποία εκπέμπονται από μία συσκευή και ανακλώνται πίσω σε αυτήν». Σύμφωνα με τον Μέρτικα (1999) η Τηλεπισκόπηση είναι: « Η επιστήμη της συλλογής, ανάλυσης και ερμηνείας της πληροφορίας γύρω από έναν στόχο για την αναγνώριση και μέτρηση των ιδιοτήτων του, εξετάζοντας τις αλληλεπιδράσεις του με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, χωρίς στην πραγματικότητα να έρθουμε σε επαφή με αυτόν».

Η λέξη Τηλεπισκόπηση συντίθεται από το αρχαίο επίρρημα τηλε (από μακριά) και το ρήμα επισκοπώ (εξετάζω). Έτσι, τηλεπισκόπηση σημαίνει αντίληψη αντικειμένων ή φαινομένων από απόσταση. Η Τηλεπισκόπηση αξιοποιεί "απεικονίσεις" της πραγματικότητας στις περιοχές του ορατού φωτός, του υπερύθρου και των μικροκυμάτων, του φάσματος της Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας. Τηλεπισκοπικές απεικονίσεις είναι, οι διαφόρων τύπων και μορφών καταγραφές της φυσικής και κοινωνικο-οικονομικής πραγματικότητας και του περιβάλλοντος, όπως αυτές προκύπτουν σε αναλογική ή ψηφιακή μορφή απ' τους αντίστοιχους αναλογικούς και ψηφιακούς τηλεπισκοπικούς δέκτες (Ρόκος, 2003). Παραδείγματα Τηλεπισκοπικών μετρήσεων είναι η συμβατική φωτογραφία, η αεροφωτογραφία, η λήψη εικόνων με Radar, κλπ. Το αντικείμενο μελέτης της Τηλεπισκόπησης μπορεί να είναι πολύ μεγάλο όπως ένας πλανήτης ή πολύ μικρό όπως τα βιολογικά κύτταρα. Εδώ και τρεις δεκαετίες

χρησιμοποιούνται δεδομένα από δορυφόρους και αερομεταφερόμενους ανιχνευτές για την παρατήρηση της γης. Τα τελευταία χρόνια όμως αναπτύχθηκαν οι ισχυροί σταθμοί εργασίας με γραφικά υψηλής ποιότητας και τα προηγμένα πακέτα λογισμικού για την επεξεργασία εικόνων. Στοιχεία Τηλεπισκόπησης χρησιμοποιούνται σήμερα στην παρακολούθηση κλιματολογικών μεταβολών, την ανακάλυψη φυσικών πόρων, και τη καταγραφή της κτηματικής περιουσίας, την κατασκοπεία, κλπ.. Μέσω της χρήσης των δορυφόρων, έχουμε πλέον συνεχή λήψη δεδομένων από όλο τον κόσμο σε χρονικά πλαίσια από δύο εβδομάδες έως και μερικές ώρες. Ακόμα πιο σημαντικό είναι το γεγονός ότι έχουμε πρόσβαση σε τηλεπισκοπικές εικόνες σε ψηφιακή μορφή, κάτι που μας επιτρέπει άμεση ολοκλήρωση των αποτελεσμάτων της τηλεπισκοπικής ανάλυσης σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών.

Τα δεδομένα της Τηλεπισκόπησης αποτελούν την καταγραφή της 'αντίδρασης' ενός αντικειμένου ή μίας επιφάνειας στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα. Τα δεδομένα της Τηλεπισκόπησης αναφέρονται σε ένα μεγαλύτερο μέρος του φάσματος, που εκτείνεται από την υπεριώδη μέχρι την θερμική περιοχή και την περιοχή των μικροκυμάτων. Μία σημαντική διαφοροποίηση με τα φωτογραμμετρικά δεδομένα είναι η χρήση περισσότερων δεκτών, ευαίσθητων σε διαφορετικές περιοχές του φάσματος, έτσι ώστε να καταγράφονται συγχρόνως πληροφορίες διαφορετικής φασματικής ποιότητας. Για τη συλλογή των δεδομένων αυτών η Τηλεπισκόπηση χρησιμοποιεί ειδικούς δέκτες, οι οποίοι μπορεί να είναι παθητικοί ή ενεργητικοί, φωτογραφικοί ή σαρωτές ενώ μπορούν να βρίσκονται στο έδαφος ή να είναι τοποθετημένοι σε αεροσκάφος ή σε δορυφόρο. Γενικά, υπάρχουν δύο χαρακτηριστικά τα οποία μπορούν να βοηθήσουν στην επιλογή δορυφορικών δεδομένων: η χωρική ανάλυση και η φασματική ανάλυση. Η χωρική ανάλυση αναφέρεται στο μέγεθος της περιοχής στο έδαφος το οποίο περιγράφεται από μια μοναδική τιμή δεδομένων στην εικόνα (μια ψηφίδα). Η φασματική ανάλυση αναφέρεται στο πλήθος και το πλάτος των φασματικών ζωνών τις οποίες ανιχνεύει ο δορυφορικός αισθητήρας. Επίσης, θα πρέπει να εξετάζονται θέματα κόστους και διαθεσιμότητας των δεδομένων.

Η φωτογραφία αποδείχτηκε σημαντικό μέσο εισόδου για την οπτική ερμηνεία και την παραγωγή αναλογικών χαρτών. Όμως, η ανάπτυξη των δορυφορικών μέσων, η σχετική ανάγκη για τηλεμετρικές εικόνες σε ψηφιακή μορφή, και η επιθυμία για ψηφιακές εικόνες υψηλής ευκρίνειας οδήγησαν στην ανάπτυξη των σαρωτών σταθερής κατάστασης ως ένα κύριο μέσο λήψης τηλεπισκοπικών δεδομένων. Τα ειδικά χαρακτηριστικά συγκεκριμένων συστημάτων μπορεί να διαφέρουν. Υπάρχουν πολλά δορυφορικά συστήματα σε λειτουργία σήμερα τα οποία συλλέγουν εικόνες οι οποίες στη συνέχεια διανέμονται στους χρήστες. Κάθε τύπος δορυφορικών δεδομένων προσφέρει ειδικά χαρακτηριστικά τα οποία τον καθιστούν περισσότερο ή λιγότερο κατάλληλο για μια συγκεκριμένη εφαρμογή. Γνωστά δορυφορικά συστήματα που παρέχουν δορυφορικές εικόνες είναι:

- το σύστημα δορυφόρων Landsat του Γεωλογικού Ινστιτούτου των ΗΠΑ
- ο δορυφόρος Spot
- ο δορυφόρος Ikonos από την Space Imaging Corp
- ο δορυφόρος QuickBird από την Digital Globe
- το προηγμένο ραδιόμετρο πολύ υψηλής ανάλυσης (Advanced Very High Resolution Radiometer – AVHRR) μεταφέρεται από μια σειρά δορυφόρων που έθεσε σε λειτουργία η Εθνική Αρχή Ωκεανών και Ατμόσφαιρας των Ηνωμένων Πολιτειών (National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA)
- ο δορυφόρος παρατήρησης της γης RadarSat που εκτοξεύτηκε τον Νοέμβριο του 1995 από την Καναδική Διαστημική Οργάνωση

Τηλεπισκόπηση και Κάλυψη Γης

Η δορυφορική τηλεπισκόπηση αποτελεί σημαντικό εργαλείο για περιβαλλοντικές εφαρμογές. Χρησιμοποιείται με μεγάλη επιτυχία για την χαρτογράφηση και καταγραφή των αλλαγών κάλυψης γης. Πλεονέκτημά της αποτελεί το γεγονός της συλλογής δεδομένων με μεγάλη συχνότητα αλλά και ακρίβεια, παρέχοντας πληροφορίες τόσο για τα φασματικά χαρακτηριστικά των στοιχείων κάλυψης/χρήσης γης, αλλά και για το

χώρο, το σχήμα και το μέγεθός τους. Η χρήση δορυφορικών δεδομένων για την ταξινόμηση και χαρτογράφηση για την κάλυψη γης σε πραγματικό χρόνο αποτελεί την πιο συχνή εφαρμογή της τηλεπισκόπησης. Επιπλέον, γίνεται σήμερα προσπάθεια από του επιστήμονες για ανάπτυξη μεθόδων και τεχνικών που θα επιτρέπουν, την αυτοματοποιημένη διαδικασία αναγνώρισης κατηγοριών κάλυψης γης μέσα από την δημιουργία μοντέλων. Τα ποσοστά ακρίβειας διαφέρουν ανάλογα με την μεθοδολογία που ακολουθείται (πχ. Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση, Αντικειμενοστραφής ανάλυση εικόνας κλπ.) και τα δεδομένα που θα είναι διαθέσιμα. Η επιλογή των κατηγοριών κάλυψης προς την ταξινόμηση, εξαρτάται άμεσα από το είδος των τηλεπισκοπικών απεικονίσεων, τη γεωμετρική, φασματική και ραδιομετρική διακριτική ικανότητα του δέκτη, καθώς και από την πολυπλοκότητα και εξειδίκευση του λογισμικού που υλοποιεί τις παραπάνω τεχνικές.

Η φασματική διακριτική ικανότητα αφορά την δυνατότητα του δέκτη να αντιλαμβάνεται πληροφορία σε διαφορετικά μήκη κύματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Τα διαστήματα του H/M φάσματος που ο δέκτης μπορεί να πάρει μεμονομένες μετρήσεις ονομάζεται κανάλι της τηλεπισκοπικής απεικόνισης. Υπάρχουν τηλεπισκοπικά δεδομένα με 3 κανάλια που παράγουν έγχρωμες εικόνες (στο εύρος του κόκκινου, πράσινου και μπλέ φάσματος) ενώ υπάρχουν δεδομένα που μπορεί να έχουν πληροφορία στο υπέρυθρο, υπεριώδες, ακόμα και στις ακτίνες X. Επιπλέον, υπάρχουν δέκτες με μεγάλο πλήθος καναλιών που καλύπτουν σχεδόν όλο το H/M φάσμα και ονομάζονται υπερφασματικοί δέκτες. Η ραδιομετρική διακριτική ικανότητα αφορά στην δυνατότητα που έχει ένας δέκτης να καταγράψει μεγάλο αριθμό διακριτών τιμών έντασης H/M ακτινοβολίας. Μετράται σε bit για τις ψηφιακές απεικονήσεις. Για παράδειγμα μια εικόνα 8 bit μπορεί να περιλαμβάνει σε ένα της κανάλι 256 (28) διαβαθμίσεις έντασης που όταν αναπαρασταθούν σε μια οθόνη μπορούν να αποδοθούν σε 256 διαφορετικούς τόνους του γκρι. Τέλος, η χρονική διακριτική ικανότητα αφορά την ικανότητα του δέκτη να επαναλαμβάνει τη μέτρησή του πάνω από την ίδια περιοχή μελέτης. Π.χ. ο δέκτης Sevirι λαμβάνει εικόνα κάθε 15 λεπτά πάνω από την ίδια περιοχή ενώ ο δέκτης Thematic Mapper λαμβάνει εικόνα κάθε 13 μέρες.

Είναι γεγονός ότι στην σημερινή εποχή υπάρχει μεγάλη ανάπτυξη και εξέλιξη στον προγραμματισμό και την δημιουργία λογισμικών που αφορούν στην αξιοποίηση των δεδομένων της Τηλεπισκόπησης. Η ψηφιακή επεξεργασία εικόνας παρέχει απεριόριστο αριθμό πιθανών μετασχηματισμών στα τηλεπισκοπικά δεδομένα. Ενδεικτικά αναφέρεται, η ανάλυση κύριων τμημάτων (principal component analysis – PCA), το ελάχιστο κλάσμα θορύβου, η χρονική ανάλυση Fourier, ο υπολογισμός υψών, οι θερμοκοί μετασχηματισμοί μελανών σωμάτων, και οι δείκτες βλάστησης. Επιπλέον εφαρμόζονται μέθοδοι αυτοματοποιημένης ταξινόμησης εικόνας μέσα από την χρήση εξειδικευμένων λογισμικών πακέτων. Σημαντικό παράγοντα για την επιλογή της μεθόδου εργασίας αποτελεί, το εύρος της περιοχής μελέτης, η ακρίβεια των προσδοκώμενων αποτελεσμάτων, τα δεδομένα που παρέχονται και είναι διαθέσιμα και ο σκοπός της μελέτης.

Η χρήση δορυφορικών δεδομένων, με στόχο τη χαρτογράφηση της κατανομής των κατηγοριών χρήσεων/κάλυψης γης ενός τοπίου, έχει αποκτήσει τα τελευταία χρόνια μεγάλη σημασία καθώς και εύρος εφαρμογών. Ο Farina (1998) αναφέρει ότι η τηλεπισκόπηση μαζί με τη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών αποτελούν ένα πανίσχυρο εργαλείο ανάλυσης και ταξινόμησης των τοπίων. Ο Prenzel (2004) διαπιστώνει ότι η χρήση της τηλεπισκόπησης αποτελεί την πιο οικονομική και αναλυτική μέθοδο για την εκτίμηση των ενοτήτων χρήσεων/ κάλυψης γης, που μάλιστα μπορεί να παρέχει δεδομένα σε τακτικά περιοδικά διαστήματα. Χαρακτηριστικό είναι το πρόγραμμα της National Aeronautics and Space Administration (NASA) σε συνεργασία με την Earth Science Enterprise (ESE) για την μελέτη στις αλλαγές στην κάλυψη γης. Ο στόχος είναι να αναπτυχθεί ένας επιστημονικός τρόπος για την κατανόηση του γήινου συστήματος σε σχέση με τις φυσικές και ανθρώπινες δραστηριότητες και τις αλλαγές που προκαλούνται για το κλίμα, τον καιρό, και τους φυσικούς κινδύνους. Η κατανόηση της κάλυψης εδάφους και της αλλαγής χρήσης γης είναι ουσιαστική για την επίτευξη της κατανόησης του γήινου συστήματος (Garik Gutman et al., 2004). Τα υψηλής ευκρίνειας δορυφορικά δεδομένα χρησιμοποιούνται για να χαρτογραφήσουν και να ποσοτικοποιήσουν τις αλλαγές κάλυψης εδάφους σε τοπική ως και περιφερειακή κλίμακα. Αντίθετα τα δεδομένα μέσης ευκρίνειας χρησιμοποιούνται για να ταξινομήσουν

και να χαρακτηρίσουν την κάλυψη εδάφους στην παγκόσμια κλίμακα (Estes et al.1999). Ο συνδυασμός δεδομένων δορυφορικής τηλεπισκόπησης, μέτριας και υψηλής ευκρίνειας αποτελεί τη βάση για την παρατήρηση των αλλαγών κάλυψης γης (Skole et al., 1997).

Πολλές φορές η ανάπτυξη και χρήση μεθόδων μη αυτοματοποιημένης ταξινόμησης περιοχών, είναι απαραίτητη για την επίτευξη καλύτερων αποτελεσμάτων. Αυτό συμβαίνει ιδιαίτερα, στην περίπτωση που η κατηγοριοποίηση είναι εξειδικευμένη και δεν εντάσσεται, στις κατηγορίες που θα προέκυπταν με την χρήση και την αυτοματοποιημένη διαδικασία ενός λογισμικού. Σε αυτή την περίπτωση απαιτείται, η χρήση δορυφορικών εικόνων υψηλής χωρικής διακριτικής ικανότητας, η φωτοερμηνεία των εικόνων και η εξαγωγή των κατηγοριών κάλυψης της περιοχής μέσα από την διαδικασία ψηφιοποίησης. Όπως γίνεται αντιληπτό η διαδικασία αυτή ακολουθείται για μικρές περιοχές μελέτης, διότι είναι χρονοβόρα και έχει μεγάλο χρηματικό κόστος για την υλοποίησή της. Για παράδειγμα, η μεθοδολογία αυτή δεν θα ήταν εφαρμόσιμη σε αντίστοιχο πρόγραμμα όπως το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα κάλυψης γης Corine, γιατί η κλίμακα μελέτης είναι 1:100.000. Στην παρούσα εργασία η κατηγοριοποίηση της περιοχής μελέτης για την κάλυψη γης, έγινε με την χρήση δορυφορικών δεδομένων μέσα από την εφαρμογή Google Earth, την φωτοερμηνεία και την ψηφιοποίηση των κατηγοριών κάλυψης γης με ελάχιστη μονάδα ψηφιοποίησης το 1 εκτάριο (ha).

Φωτογραμμετρία

Γενικά

Φωτογραμμετρία ονομάζεται : « η τέχνη, επιστήμη και τεχνολογία για την απόκτηση αξιόπιστης πληροφορίας σχετικά με φυσικά αντικείμενα και το περιβάλλον μέσα από διαδικασίες καταγραφής, μέτρησης και ερμηνείας φωτογραφικών, εικόνων αλλά και προτύπων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας» (American Society of Photogrammetry, 1980). Η φωτογραμμετρία είναι μία τεχνική που επιτρέπει την μέτρηση ενός αντικειμένου χωρίς ο παρατηρητής να έρθει σε άμεση επαφή. Οι μετρήσεις είναι δυνατό να πραγματοποιηθούν στις δύο ή και στις τρεις διαστάσεις, με χρήση των αναλογικών εικόνων που παράγονται από τις παραδοσιακές φωτογραμμομετρικές φωτογραφικές μηχανές και τα ψηφιακά μηχανές (Mario A. Gomarasca, 2009).

Οι φωτογραμμετρικές τεχνικές αποτελούν έμμεσους τρόπους καταγραφής της θέσης, του σχήματος και των διαστάσεων των αντικειμένων, καθώς δεν χρησιμοποιούν απ' ευθείας μετρήσεις πάνω στο αντικείμενο, αλλά χρησιμοποιούν τη μετρική πληροφορία που συλλέγεται πάνω σε μία φωτογραφική εικόνα. Με τις τεχνολογικές εξελίξεις των τελευταίων ετών, ο ορισμός της Φωτογραμμετρίας έχει επεκταθεί και καλύπτει και την καταγραφή σημάτων από ηλεκτρομαγνητικές και ηχητικές πηγές. Σύμφωνα με τον Πατιά (1991, σελ. 3) « Η σημαντική διαφορά ανάμεσα στη Φωτογραμμετρία και τις άλλες επιστήμες είναι ότι οι φωτογραμμετρικές μετρήσεις είναι έμμεσες και γίνονται πάνω σε κάποιο μέσο, όπου αποτυπώνεται ο φυσικός κόσμος και όχι απ' ευθείας στον ίδιο το φυσικό κόσμο». Από την διαφορά αυτή πηγάζουν όλα τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της φωτογραμμετρίας. Βασικά πλεονεκτήματα της φωτογραμμετρίας είναι η ταχύτητα παραγωγής χαρτών, η οικονομία που συνδέεται με την ταχύτητα συλλογής δεδομένων, η προσπελασιμότητα του εδάφους και η συνεχής απεικόνιση. Η χρήση των αεροφωτογραφιών σε πολλές περιπτώσεις εμφανίζει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τη χρήση δορυφορικών δεδομένων. Σύμφωνα με τον Bankov (1998), τα πλεονεκτήματα της χρήσης των αεροφωτογραφιών συνοψίζονται στα εξής:

- Χαμηλό κόστος αεροφωτογραφιών, όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για έρευνες σε μικρές σχετικά επιφάνειες.
- Μεγάλη ευελιξία στη χρήση τους και μεγαλύτερη ακρίβεια στην αποτύπωση των κατηγοριών χρήσεων/κάλυψης γης σε σχέση με τις δορυφορικές εικόνες.
- Δυνατότητα αποτύπωσης και αξιολόγησης της εξέλιξης των τοπίου, μέσα από τη διερεύνηση διαχρονικών σειρών αεροφωτογραφιών δύο ή περισσότερων χρονικών περιόδων.

Η φωτογραμμετρία ταξινομείται σε ειδικότητες ανάλογα με τον τύπο της φωτογραφίας, τον τρόπο λήψης και τον τρόπο χρήσης της. Αρχικά για τον τρόπο λήψης διακρίνεται σε από αέρα Φωτογραμμετρία στην περίπτωση των αεροφωτογραφιών, σε αντίθεση με την επίγεια Φωτογραμμετρία όπου ο σταθμός λήψης των φωτογραφιών βρίσκεται στο έδαφος. Σε επί μέρους ταξινόμηση ανάλογα με τον τρόπο λήψης της φωτογραφίας διακρίνονται οι κατακόρυφες, οι κεκλιμένες και οι πλάγιες λήψεις. Σχετικά με την εξαγωγή πληροφορίας από της φωτογραφίες, υπάρχει η Μονοεικονική Φωτογραμμετρία, όπου γίνεται χρήση μίας μεμονομένης αεροφωτογραφίας και η Στερεοφωτογραμμετρία που χρησιμοποιεί επικαλυπτόμενα ζεύγη εικόνων. Τέλος ανάλογα με τον τρόπο επεξεργασίας και απόδοσης πληροφορίας διακρίνεται σε Αναλογική Φωτογραμμετρία, όπου γίνεται χρήση των αναλογικών φωτογραμμετρικών οργάνων και σε Ψηφιακή Φωτογραμμετρία όπου σχετίζεται άμεσα με την ανάπτυξη της ψηφιακής τεχνολογίας και επεξεργάζεται ψηφιακές και όχι αναλογικές εικόνες. Εφαρμογές των προϊόντων της φωτογραμμετρίας συναντώνται σε ένα ευρύ επιστημονικό φάσμα, όπως η τοπογραφία, η χαρτογραφία, η αρχιτεκτονική, η γεωλογία, η αρχαιολογία, η ιατρική.

Αεροφωτογραφίες και Ορθοφωτογραφίες

Αεροφωτογραφία ονομάζεται οποιαδήποτε φωτογραφία που απεικονίζει την γήινη επιφάνεια και έχει ληφθεί από αέρος. Ανάλογα με την ναυτική απόσταση, που

είναι η κλίση της φωτογραφίας σε σχέση με το επίπεδο του εδάφους, οι αεροφωτογραφίες διακρίνονται σε τέσσερεις τύπους. Οι αυστηρά κατακόρυφες, όταν η γωνία από το ναδίρ είναι μηδέν, οπότε το ναδιρικό σημείο προβάλλεται στο πρωτεύον σημείο της φωτογραφίας. Οι κατακόρυφες, όταν η γωνία από το ναδίρ είναι μικρότερη των 5°. Οι κεκλιμένες, όταν η φωτογραφία δεν είναι κατακόρυφη αλλά η κλίση της είναι μικρότερη των 50°. Τέλος είναι οι πλάγιες, όταν η φωτογραφία είναι αρκετά κεκλιμένη και η κλίση της είναι μεγαλύτερη από 50°. Στην περίπτωση αυτή η προβολή του ναδιρικού σημείου είναι εκτός της φωτογραφίας.

Μία ορθοφωτογραφία είναι μία ανηγμένη φωτογραφία, στην οποία έχουν διορθωθεί και τα σφάλματα εξαιτίας του αναγλύφου του εδάφους. Αναγωγή με τη γενική έννοια του όρου σύμφωνα με τον Πατιά (1991, σελ.78), *«ονομάζεται η διαδικασία κατά την οποία σημεία που βρίσκονται σε ένα επίπεδο προβάλλονται, με την βοήθεια της κεντρικής προβολής, σε ένα άλλο επίπεδο, με την προϋπόθεση ότι είναι γνωστή η σχέση που υπάρχει ανάμεσα στα δύο αυτά επίπεδα»*. Τα τελευταία χρόνια ο ορισμός της αναγωγής έχει επεκταθεί ενώ παράλληλα έχει γίνει σημαντική προσπάθεια να αυτοματοποιηθεί σαν φωτογραμμετρική διαδικασία. Οι ορθοφωτογραφίες παράγονται με μία διαδικασία που ονομάζεται ορθοαναγωγή και βασίζεται στην γνώση των στοιχείων του εξωτερικού προσανατολισμού της φωτογραφίας, τα οποία προσδιορίζονται αναλυτικά, εμπειρικά με διαδοχικές προσεγγίσεις, ή έμμεσα με γραφικές μεθόδους. Η αναλυτική αναγωγή είναι αυτή που χρησιμοποιείται και βασίζεται στον προσδιορισμό των 8 αγνώστων του εσωτερικού και του εξωτερικού προσανατολισμού με την βοήθεια των εξισώσεων συγγραμικότητας.

Μία ορθοφωτογραφία είναι μία ορθή προβολή του εδάφους και αντιστοιχεί με έναν τοπογραφικό χάρτη αφού έχουν απαλειφθεί σφάλματα λόγω κλίσης και αναγλύφου. Επομένως βασικά πλεονεκτήματα είναι, η παροχή πληροφορίας ενός τοπογραφικού χάρτη αφού έχει ισάξια μ'αυτόν ακρίβεια και η παροχή ακριβούς οριζοντιογραφικής θέσης (όπως ένας τοπογραφικός χάρτης) και της υψομετρικής πληροφορίας όπως ένα παραδοσιακό στερεοζεύγος φωτογραφιών.

Παραγωγή Ορθοφωτογραφιών

Πρακτικά για την παραγωγή ορθοφωτογραφιών ακολουθείται μία διαδικασία που εντάσσεται στα πλαίσια της ψηφιακής φωτογραμμετρίας. Σημαντικό ρόλο στην παραγωγή έχουν τα φωτογραμμετρικά όργανα και το λογισμικό που χρησιμοποιείται. Βασικά όργανα που χρησιμοποιούνται αφορούν, τη διάτρηση των σημείων σύνδεσης, τη μέτρηση των στερεοσκοπικών μοντέλων για τον αεροτριγωνισμό, την παραγωγή Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (DTM) και υψομετρικών σημείων και την σάρωση διαθέσιμων στοιχείων όπως παλαιότεροι χάρτες κ.λ.π.. Η σειρά προγραμμάτων που χρησιμοποιείται στην διαδικασία εξυπηρετεί τον υπολογισμό των προσανατολισμών των μοντέλων, την επίλυση των αεροτριγωνισμών, τη συλλογή στοιχείων DTM, την επεξεργασία και εκτύπωση των στοιχείων αυτών, τον υπολογισμό προσανατολισμών και τις στερεοσκοπικές αποδόσεις σαρωμένων αεροφωτογραφιών, το αραίωμα και την εκτύπωση των καμπύλων, τον εντοπισμό τριγωνομετρικών και φωτοσταθερών, τις μεταφράσεις σε αρχεία διαφορετικού τύπου (DXF), κ.λ.π..

Σε μία λεπτομερή αναφορά μεθοδολογίας παραγωγής Ορθοφωτογραφιών οι διαδικασίες που θα ακολουθούσε ένα τεχνικό γραφείο ή ένας οργανισμός για την παραγωγή ορθοφωτογραφιών περιγράφεται στην παρακάτω διαδικασία.

Σάρωση διαθετικών σε υψηλή ανάλυση

Αρχικά γίνεται σάρωση των διαθέσιμων αναλογικών δεδομένων χρησιμοποιώντας την αναφορά (calibration report) της φωτομηχανής και μια υποτυπώδη ραδιομετρική διόρθωση ανά σειρά.

Ραδιομετρική διόρθωση Α/Φ

Η ραδιομετρική ακρίβεια θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε όλες οι λεπτομέρειες εδάφους που απεικονίζονται στις αρχικές αεροφωτογραφίες να είναι ορατές και στην ορθοεικόνα και η ποιότητα εικόνας να είναι τόσο καλή όσο και αυτή των αρχικών αεροφωτογραφιών.

Συλλογή στοιχείων DTM – Επεξεργασία στοιχείων DTM

Η συλλογή στοιχείων DTM γίνεται με εξειδικευμένα αναλυτικά μηχανήματα, με παρατηρήσεις των στερεοσκοπικών μοντέλων είτε από χειριστές είτε αυτόματα με συσχέτιση. Η πυκνότητα των DTM εξαρτάται από το χαρακτήρα του εδάφους.

Δημιουργία TIN αρχείων

Χρησιμοποίηση των στοιχείων DTM, φωτοσταθερών και τριγωνομετρικών, για τη δημιουργία ισοϋψών καμπύλων και της ψηφιακής επιφάνειας του εδάφους (μέθοδος TIN), με κατάλληλο λογισμικό.

Ορθοδιόρθωση – Παραγωγή Ορθοφωτογραφίας

Για κάθε πινακίδα, χρησιμοποιώντας την επιφάνεια TIN, τις σαρωμένες αεροφωτογραφίες που καλύπτουν κάθε πινακίδα, τους προσανατολισμούς της συνόρθωσης του αεροτριγωνισμού και λογισμικό ορθοδιόρθωσης, γίνεται η ορθοδιόρθωση κάθε πινακίδας. Οι διαδοχικές ορθοφωτογραφίες που παράγονται από τις ίδιες σαρωμένες αεροφωτογραφίες, παράγονται χρησιμοποιώντας τα ίδια σημεία του ψηφιακού μοντέλου εδάφους, ώστε να διασφαλίζεται η γεωμετρική διόρθωση στο κοινό τους όριο.

Έλεγχος γεωμετρικής ακρίβειας – Δημιουργία μωσαϊκών

Μετά την αναγωγή των αεροφωτογραφιών γίνεται ο έλεγχος της γεωμετρικής ακρίβειας. Δηλαδή, κατά πόσο ταιριάζουν ή μάλλον αποκλίνουν γραμμές ή όρια (σιδηροδρομικές γραμμές, ακτογραμμές, όρια δρόμων, αυλάκια κ.λ.π.), όταν πέσουν πάνω στην ορθοφωτογραφία.

Τοπικές Ραδιομετρικές διορθώσεις

Για την μείωση των τονικών διαφορών ανάμεσα στις συννευμένες εικόνες, προσαρμόζεται τοπικά η τιμή φωτεινότητας όπου απαιτείται, αν δεν έχει ήδη προσαρμοστεί από την αρχική ραδιομετρική διόρθωση που έγινε σε κάθε σαρωμένη αεροφωτογραφία ξεχωριστά.

Κάλυψη Γης

Γενικά

Σημαντικό ρόλο στη διερεύνηση της εξέλιξης των τοπίων έχει η αναγνώριση των διαχρονικών μεταβολών της κάλυψης γης. Η παρακολούθηση των αλλαγών στην κάλυψη γης, θεωρείται ότι είναι απαραίτητη και αναγκαία έχοντας υπόψην τις κλιματικές αλλαγές και τις ανθρώπινες παρεμβάσεις στο περιβάλλον. Η κάλυψη γης σχετίζεται άμεσα με το περιβάλλον και εντάσσεται μέσα σε αυτό, ως στοιχείο που επηρεάζεται από τις διάφορες αλλαγές που συμβαίνουν διαχρονικά. Επομένως, γίνεται εύκολα κατανοητό ότι η κάλυψη γης ως έννοια, έχει άμεση σχέση αρχικά με το περιβάλλον και στην συνέχεια με τον ίδιο τον άνθρωπο και τις δραστηριότητες που αναπτύσει. Ως κάλυψη γης (land cover) ορίζονται το έδαφος και η βιομάζα που καλύπτουν την επιφάνεια της γης, συμπεριλαμβάνοντας τη φυσική βλάστηση, τις καλλιέργειες αλλά και τις ανθρώπινες κατασκευές (Fresco 1994 αναφερόμενος από Verburg 2000). Ο Χαλκιάς (2006) δίνει έναν πιο μινιμαλιστικό και κατανοητό ορισμό ορίζοντας την κάλυψη γης, ως τα υλικά που καλύπτουν μία περιοχή στην επιφάνεια της γης. Η Διεθνής Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας (FAO, 1994) ορίζει την έννοια της κάλυψης γης ως τη βλάστηση (φυσική ή καλλιεργούμενη) και τις ανθρώπινες κατασκευές που βρίσκονται στην επιφάνεια της γης. Η ίδια υπηρεσία, συμπληρώνοντας τον ορισμό αυτό, αναφέρει ότι η έννοια της κάλυψης γης πρέπει να συμπεριλαμβάνει της υδάτινες επιφάνειες, τους πάγους, τους βραχώδεις σχηματισμούς αλλά και τα γυμνά εδάφη.

Μεταξύ των εννοιών χρήσης και κάλυψης γης επικρατεί βιβλιογραφικά μια σχετική σύγχυση, εξαιτίας κυρίως της στενής σχέσης που συνδέει τις δύο έννοιες. Ο Καρτέρης (1991) αναφέρει ότι η κάλυψη γης, με την ευρύτερη έννοια, αποτελεί την οπτική απόδειξη της χρήσης γης σε μια περιοχή, είτε αυτή περιλαμβάνει βλάστηση είτε όχι. Οι συγγραφείς του προγράμματος Corine (Heymann et.al., 1994), αναφέρουν ότι η κάλυψη γης αφορά στη φύση των χαρακτηριστικών του τοπίου που καλύπτουν τη γη, ενώ η χρήση της γης σχετίζεται με τις κοινωνικο-οικονομικές παραμέτρους της επιφάνειας της γης. Ο Bankov (1998) αναφέρει ότι οι πληροφορίες που σχετίζονται με

κατηγορίες κάλυψης γης μπορούν άμεσα να εξαχθούν με μεθόδους τηλεπισκόπησης (επεξεργασία δορυφορικών εικόνων ή φωτοερμηνεία αεροφωτογραφιών), ενώ οι πληροφορίες που σχετίζονται με τις ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η χρήση γης, δεν μπορούν πάντα να εξαχθούν από τις κατηγορίες κάλυψης γης. Τέλος, σημαντικό είναι να αναφερθεί ο ορισμός του τοπίου και η θεώρηση με βάση την οποία γίνεται αντιληπτό το τοπίο. Σύμφωνα με τις αρχές της οικολογίας τοπίου αλλά και τους ορισμούς που έχουν δοθεί κατά καιρούς για το τοπίο υπάρχουν πολλές θεωρήσεις με τις οποίες μπορεί να γίνει αντιληπτό το τοπίο. Στην παρούσα εργασία η θεώρηση του τοπίου ακολουθεί την άποψη των McGarigal and Marks (1995) η οποία υποστηρίζει ότι, η έννοια του τοπίου περιλαμβάνει τη μελέτη της διάταξης ή διάρθρωσης των τοπίων (Landscape patterns), που συνίσταται στη διερεύνηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των στοιχείων του μωσαϊκού των τοπίων και των αλλαγών της διάταξης - διάρθρωσης των τοπίων στην εξέλιξη του χρόνου.

Χωρική Διάρθρωση Τοπίου (Landscape Pattern)

Η μελέτη των μεταβολών της δομής και της διάρθρωσης των τοπίων, με βάση την παραπάνω αρχή της οικολογίας τοπίου, απαιτεί και προϋποθέτει την ανάπτυξη μεθόδων που ποσοτικοποιούν τη διάρθρωσή τους (Tischendorf 2001). Οι προσπάθειες για να αναπτυχθούν μέθοδοι ποσοτικοποίησης της διάρθρωσης των τοπίων ξεκίνησε από τη δεκαετία του '80 (O'Neill et al. 1988) και έκτοτε εντάθηκε, με αποτέλεσμα σήμερα να υπάρχουν πολλαπλές ποσοτικές μετρήσεις της διάρθρωσης των τοπίων και της χωρικής ετερογένειας (spatial heterogeneity) που αυτά παρουσιάζουν (Gustafson 1998, Batistella 2001). Οι δείκτες χωρικής διάρθρωσης των τοπίων μπορούν να εκτιμήσουν την ετερογένεια που παρουσιάζεται στα τοπία. Σύμφωνα με τον Farina, (1998) στα τοπία μπορούν να αναγνωριστούν τρεις τύποι ετερογένειας: α) η χωρική ετερογένεια (spatial heterogeneity), που εκφράζει τη χωρική ανισοκατανομή των στοιχείων των τοπίων (χωροψηφίδες, ενότητες χρήσεων/ κάλυψης γης), β) η χρονική ετερογένεια (temporal heterogeneity), που εκφράζει, παρόμοια με τη χωρική, την ανισοκατανομή των στοιχείων του τοπίου που εμφανίζεται στα ίδια σημεία των τοπίων, στη διάρκεια όμως

διαφορετικών ετών και γ) η λειτουργική ετερογένεια (functional heterogeneity), που εκφράζει την ετερογένεια της διασποράς των μεμονωμένων ειδών, πληθυσμών και κοινωνιών των οργανισμών που διαβιούν σε ένα τοπίο. Ένα επιπρόσθετο χαρακτηριστικό, το οποίο οι δείκτες διάρθρωσης των τοπίων εκτιμούν, είναι η μέτρηση της κατάτμησης των τοπίων που αποτελεί τη βασικότερη επίδραση της ανθρώπινης παρέμβασης στα τοπία, αλλοιώνοντας πρωτίστως τη χωρική ετερογένειά τους. Οι δείκτες χωρικής διάρθρωσης, παρέχουν πληροφορίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, για τη διαχείριση των τοπίων και παρέχουν τη δυνατότητα για πρόγνωση των επιπτώσεων της διαχείρισης στις οικολογικές διεργασίες των τοπίων. Η χρήση των δεικτών χωρικής διάρθρωσης επιταχύνθηκε από την ανάπτυξη των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.). Η ανάλυση της χωρικής διάρθρωσης των τοπίων με τη χρήση δορυφορικών εικόνων και αεροφωτογραφιών και την εφαρμογή των Γ.Σ.Π. αποτέλεσε την πιο αποτελεσματική μέθοδο εκτίμησης της δομής των τοπίων (Tischendorf 2001). Η χρήση των Γ.Σ.Π. και των δεικτών χωρικής διάρθρωσης έδωσε τη δυνατότητα για να μελετηθούν τόσο η σύνθεση όσο και η διάταξη των τοπίων σε μεγαλύτερη κλίμακα από αυτή που παραδοσιακά ίσχυε στο παρελθόν, δηλαδή αυτή του επιπέδου της φυτοκοινότητας και των οικοσυστημάτων (Batistella 2001). Η συχνότερη εφαρμογή των δεικτών χωρικής διάρθρωσης των τοπίων καταγράφεται για την αποτύπωση και ερμηνεία της εξέλιξης – μεταβολής των τοπίων. Η εφαρμογή των δεικτών αυτών για τον παραπάνω σκοπό χρησιμοποιεί ως πρωτογενή δεδομένα αποτύπωσης υπάρχοντες χάρτες χρήσεων γης, αεροφωτογραφίες και τηλεσκοπικά δεδομένα (δορυφορικές εικόνες).

Παράγοντες που Επηρεάζουν την Κάλυψη Γης

Κοινωνικά και Οικονομικά Κριτήρια

Το μωσαϊκό της κάλυψης γης δείχνει κατά τον καλύτερο τρόπο την αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπου και περιβάλλοντος και την επίδραση των φυσικών πόρων πάνω στις βασικές οικονομικές δραστηριότητες. Τα φυσικά αίτια, όπως είναι οι πλημμύρες, η φωτιά, οι κεραυνοί κ.λπ. μπορεί να επηρεάζουν έντονα την ιστορική εξέλιξη των τοπίων, αλλά τα ανθρωπογενή αίτια υπερβαίνουν τις επιπτώσεις των

φυσικών, κυρίως λόγω της συχνής και επαναλαμβανόμενης δράσης τους. Οι βασικές παράμετροι που επιδρούν στην εξέλιξη των τοπίων και σχετίζονται με τις ανθρώπινες δραστηριότητες σε αυτά είναι (Farina 1998):

1. η εντατικοποίηση της αγροτικής παραγωγής
2. η εγκατάλειψη της γης
3. η επίδραση των πυρκαγιών
4. η υλοτομία
5. η επίδραση της βόσκησης
6. η αστική ανάπτυξη

Σημαντικό ρόλο για την εξέλιξη των τοπίων και την αλλαγή στην κάλυψη γης παίζουν παράγοντες που αφορούν την κάθε περιοχή ξεχωριστά. Αυτοί οι παράγοντες σχετίζονται με την ιστορία, την γεωγραφία, την τοπογραφία της περιοχής αλλά και την γενικότερη πολιτική που ακολουθείται και αναφέρεται στην περιοχή. Η σημασία της διερεύνησης των αιτιών ή των παραγόντων εξέλιξης των τοπίων κρίνεται ιδιαίτερος σημαντική για τα μεσογειακά τοπία. Ο Vos (1993), σχολιάζοντας την κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη στις μεσογειακές χώρες κατά το δεύτερο μισό του 20ου αιώνα, αναφέρει ότι τα αίτια που ενεργοποιούν τις αλλαγές των μεσογειακών τοπίων έχουν να κάνουν είτε με την εντατικοποίηση των παραγωγικών διαδικασιών (εντατικοποίηση γεωργίας και δασοπονίας, αύξηση κτηνοτροφίας κ.λπ.) είτε με το αντίστροφο φαινόμενο της εγκατάλειψης της γης (εγκατάλειψη παραδοσιακών μορφών εκτατικής γεωργίας, αγροδασολιβαδικών συστημάτων, μείωση ορεινής κτηνοτροφίας κ.λπ.). Πρόσφατες αλλαγές στο τοπίο Μεσογείου προκλήθηκαν από αλλαγές στις ανθρώπινες δραστηριότητες (Chalkias et al, 2010).

Ιστορικά δεν μπορεί να αγνοηθεί ο Β΄ Παγκόσμιος Πόλεμος και οι επιπτώσεις που είχε άμεσα σε ολόκληρη την Ευρώπη και ιδιαίτερα στις μεσογειακές χώρες. Τα αποτελέσματα του πολέμου επηρέασαν αρνητικά τις κοινωνικές και οικονομικές δραστηριότητες της περιοχής, με αποτέλεσμα την άμεση επίδραση στο περιβάλλον και την κάλυψη γης. Ιδιαίτερα για την περιοχή μελέτης, οι επιπτώσεις του πολέμου επηρέασαν την οικονομική και κοινωνική ζωή της Σαλαμίνας και μετατόπισαν την παραγωγική δραστηριότητα της περιοχής προς την γεωργία. Αυτή η αλλαγή είχε άμεσες

συνέπειες όπως γίνεται αντιληπτό, στις χρήσεις γης, την κάλυψη γης και γενικότερα στην δομή της περιοχής. Αν και οι διεργασίες που επηρεάζουν την κάλυψη γης δεν διαφέρουν εν γένει, μεταξύ των ηπειρωτικών και νησιωτικών περιοχών της Μεσογείου, ο νησιωτικός χαρακτήρας τείνει να εξειδικεύει ή να διαφοροποιήσει τους παράγοντες που επηρεάζουν την κάλυψη γης (Vogiatzakis et al., 2008). Επιπλέον, η γεωγραφική θέση του νησιού κοντά στην πρωτεύουσα, επηρεάζει την διαχρονική εξέλιξη του τοπίου και τις οικονομικές δραστηριότητες του τοπίου με έντονα αποτελέσματα στην αλλαγή της κάλυψης γης. Ο Skelton (1998), επίσης, αναφέρει ότι τα τοπία των μεσογειακών χωρών αλλοιώνονται με γρήγορους ρυθμούς, με βασικό αίτιο την εγκατάλειψη των παραδοσιακών πρακτικών διαχείρισής τους, που σχετίζεται άμεσα με φαινόμενα οικονομικών και κοινωνικών διαφοροποιήσεων.

Πολεοδομικά Κριτήρια

Στην επιστήμη της πολεοδομίας ο όρος κάλυψη γης δεν μεταφράζεται με την έννοια που αναλύθηκε σε προηγούμενη εννότητα. Η πιο συνηθισμένη χρήση του όρου αφορά την κάλυψη οικοπέδων και εντάσσεται στους όρους δόμησης, όπως προβλέπονται από τον Γενικό Οικοδομικό Κανονισμό. Αντίθετα η πολεοδομική έννοια που θα μας απασχολήσει εδώ, είναι το Σχέδιο Χρήσης Γης. Επιπλέον, η γενικότερη πολεοδομική πολιτική, με την εφαρμογή των Ρυθμιστικών Σχεδίων και τον Γενικών Πολεοδομικών Σχεδίων επηρεάζει την αλλαγή στην κάλυψη γης στο σύνολο της χώρας. Επίσης, σημαντικό κριτήριο είναι, κατά πόσο τηρούνται οι δεσμέυσεις τις πολιτείας με την εφαρμογή των νόμων και των παραπάνω σχεδίων. Πολλές φορές, υπάρχουν οι νόμοι που δεν εφαρμόζονται συστηματικά αλλά παροδικά, με συνέπεια υπάρξη φαινομένων όπως, η αυθαίρετη δόμηση που επηρεάζει καταλυτικά τις αλλαγές κάλυψης γης.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η χρήση και η κάλυψη γης είναι έννοιες διαφορετικές, που όμως πολλές φορές υπάρχει σύγχυση, εξαιτίας κυρίως της στενής σχέσης που συνδέει τις δύο έννοιες. Γίνεται αντιληπτό ότι κάθε αλλαγή στην χρήση γης επηρεάζει μακροχρόνια την εξέλιξη και τις αλλαγές στην κάλυψη γης. Για παράδειγμα, μια περιοχή χαμηλής φυσικής βλάστησης που χαρακτηρίζεται ως περιοχή εντός οικισμού, με αναθεώρηση του Πολεοδομικού Σχεδίου, σε λίγα χρόνια θα υπάρχει αλλαγή

ως προς την κάλυψη και η περιοχή θα εντάσσεται σε διαφορετική κατηγορία κάλυψης, όπως αστική ή ημιαστική περιοχή. Σύμφωνα με τον Αραβαντινό (1997) το Σχέδιο Χρήσης Γης έχει σκοπό να απεικονίσει πάνω σε χάρτη τις χρήσεις των επιφανειών της πόλης ή του οικισμού και γενικότερα να παρουσιάσει τη γεωγραφική κατανομή των διάφορων πολεοδομικών λειτουργιών. Ένα Σχέδιο Χρήσης Γης μπορεί γενικά να έχει σαν χώρο αναφοράς ή ολόκληρη την πόλη ή ένα τμήμα της. Ακόμα, στα πλαίσια των χωροταξικών μελετών είναι προφανές ότι και εκεί υπάρχουν σχέδια χρήσης γης, όπου όμως ο χώρος αναφοράς είναι πού μεγαλύτερος από την πόλη, ενώ ο βαθμός λεπτομέρειας μικρότερος.

Στην Ελλάδα δεν είναι θεσμοθετημένη χωριστή κατηγορία πολεοδομικών σχεδίων χρήσης γης. Κάποιες αναφορές γίνονται παλαιότερα σε κάποια ρυμοτομικά σχέδια. Ακόμα έχουν διατυπωθεί ειδικές διατάξεις για διάφορες ειδικές κατηγορίες αστικών χρήσεων (π.χ. αίθουσες θεαμάτων, ξενοδοχεία κ.λ.π.) με σκοπό τον έλεγχο του τρόπου οικοδόμησης και την εξασφάλιση κάποιων προϋποθέσεων, ώστε να μειωθούν κίνδυνοι και οχλήσεις. Τα παραπάνω σε συνδυασμό με τις σημαντικές αλλαγές, τις τελευταίες δεκαετίες στην Ευρώπη και διεθνώς, που συσχετίζονται κυρίως με την διεθνοποίηση των οικονομικών δραστηριοτήτων και τις μεταβολές στην παραγωγική διάρθρωση των οικονομιών, έχουν επηρεάσει καθοριστικά την εσωτερική λειτουργία των πόλεων και την δομή τους. Αποτέλεσμα είναι, να μην υπάρχει έλεγχος της ανθρώπινης δραστηριότητας και εξασφάλιση πολιτικής βούλησης που να διαχειρίζεται άμεσα την κάλυψη γης.

Η περιοχή μελέτης στην παρούσα εργασία εντάσσεται στις λεγόμενες περιαστικές περιοχές. Η Ν. Σαλαμίνα είναι νησί με την γεωγραφική έννοια του όρου, επηρεάζεται όμως έντονα από την περιφέρεια Αττικής. Σύμφωνα με (CEC 1992, Lever and Champion 1996, αναφερόμενοι από τους Οικονόμου, Πετράκος, 2005) παρατηρούνται τέσσερεις φάσεις του αστικού κύκλου οι οποίες συνδέονται με συγκεκριμένες φάσεις εξέλιξης του παραγωγικού κύκλου. Αυτές είναι:

1. Αστικοποίηση – Συγκεντροποίηση
2. Περιαστικοποίηση
3. Αποσυγκεντροποίηση
4. Επανασυγκεντροποίηση

Το παραπάνω σχήμα δεν πρέπει να θεωρείται ως απόλυτο, αποτελεί όμως ένα χρήσιμο εργαλείο για μία μακροσκοπική θεώρηση της δυναμικής του αστικού φαινομένου. Η φάση της περιαστικοποίησης εμφανίστηκε ουσιαστικά στην δεκαετία του 1960, σαν αποτέλεσμα της μετακίνησης σημαντικού αριθμού βιομηχανιών από το κέντρο των πόλεων στην περίμετρό τους και συχνά σε εξωαστικό χώρο. Η μεταβολή αυτή σηματοδοτήθηκε από αλλαγές στην διάρθρωση της παραγωγικής βάσης. Από την μία πλευρά, η βιομηχανία κάτω από το βάρος των τεχνολογικών αλλαγών βρέθηκε σε αναζήτηση μεγαλύτερων χώρων που θα εξυπηρετούσαν τις νέες ανάγκες. Από την άλλη, το κόστος γης στον εσωτερικό ιστό και το κέντρο των πόλεων γινόταν σταδιακά υψηλότερο. Οι δύο αυτές δυναμικές σε συνδυασμό με πολεοδομικές και περιβλλοντικές επιλογές που εκφράστηκαν μέσω του πολεοδομικού σχεδιασμού, οδήγησαν σε μια θεαματική μετακίνηση της βιομηχανίας στην περίμετρο των πόλεων, γεγονός που επηρέασε και την χωροθέτηση της κατοικίας και την επέκταση του αστικού ιστού. Η επέκταση του αστικού ιστού, είχε ως αποτέλεσμα την αλλαγή των κοινωνικο-οικονομικών κριτηρίων που επικρατούσαν στις περιαστικές περιοχές. Οι αλλαγές αυτές εκφράστηκαν και στην κάλυψη γης, αφού διαμορφώθηκαν νέοι συσχετισμοί στην οικονομία και τις δραστηριότητες των ανθρώπων.

Το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Παρακολούθησης Κάλυψης Γης (Corine Land Cover)

Σε Ευρωπαϊκό επίπεδο από το 1985, έχει ξεκινήσει μέσα από τις διαδικασίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης η προσπάθεια για παρακολούθηση των αλλαγών στην κάλυψη γης της Ευρωπαϊκής Ηπείρου. Οι δραματικές αλλαγές στο περιβάλλον και οι διαφορετικές οικονομικές-πολιτικές συνθήκες, οδηγούν στην ανάγκη παρακολούθησης των αλλαγών της κάλυψης γης. Αν το περιβάλλον μας και τη φυσική κληρονομιά πρέπει να τη διαχειριστούμε σωστά, τότε οι φορείς λήψης αποφάσεων πρέπει να κατέχουν την υπάρχουσα γνώση των πληροφοριών που είναι πλήρης και ενημερωμένη και αφορά τις αλλαγές σε ορισμένα χαρακτηριστικά της βιόσφαιρας.

Στις 27 Ιουνίου 1985, το Συμβούλιο, μετά από πρόταση της Επιτροπής, εξέδωσε απόφαση σχετικά με το πρόγραμμα CORINE. Είναι ένα πειραματικό σχέδιο της Επιτροπής που αφορά το πρόγραμμα εργασίας «για τη συλλογή, το συντονισμό και τη συνοχή της πληροφορίας σχετικά με την κατάσταση του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων της Κοινότητας » (Επίσημη Εφημερίδα Ευρωπαϊκής Ένωσης, αριθ. L 176, 07.06.1985). Ένας ακόμη στόχος του προγράμματος CORINE είναι να συγκεντρώσει τις πολλαπλές προσπάθειες που έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια σε διάφορα επίπεδα (διεθνές, κοινοτικό, εθνικό και περιφερειακό), προκειμένου να λάβει περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον και τον τρόπο που αυτό αλλάζει. Δύο κύριοι τύποι της συμπληρωματικής δράσης έχουν ληφθεί για την επίτευξη των στόχων του προγράμματος:

1. Επινόηση διαδικασιών για τη συγκέντρωση, την τυποποίηση και την ανταλλαγή δεδομένων, για το περιβάλλον σε κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
2. Δημιουργία ενός συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών για την παροχή των πληροφοριών για το περιβάλλον, το οποίο είναι πολύ σημαντικό στην προετοιμασία και εφαρμογή των κοινοτικών πολιτικών.

Το πρόγραμμα κάλυψης του εδάφους είναι μέρος του προγράμματος CORINE και ξεκίνησε με σκοπό να παρέχει συνεπείς τοπικές γεωγραφικές πληροφορίες για την

κάλυψη της γης για τα 12 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Κοινότητας το 1985. Μετά τη σύσταση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος (EEA) και τη δημιουργία του Ευρωπαϊκού Δικτύου Πληροφοριών (Eionet), ο συντονισμός των βάσεων δεδομένων και οι επικαιροποιήσεις γίνονταν από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος. Τα δεδομένα και οι δορυφορικές εικόνες αποκτήθηκαν από τους δορυφόρους παρατήρησης και χρησιμοποιούνται ως κύρια πηγή δεδομένων για την εξαγωγή πληροφοριών κάλυψη γης.

	CLC1990 Specifications	CLC2000 Specifications	CLC2006 Specifications
Satellite data	Landsat-4/5 TM single date (in a few cases Landsat MSS, as well)	Landsat-7 ETM single date	SPOT-4 and/or IRS LISS III two dates
Time consistency	1986–1998	2000 +/- 1 year	2006 +/- 1 year
Geometric accuracy satellite images	≤ 50 m	≤ 25 m	≤ 25 m
CLC minimum mapping unit	25 ha	25 ha	25 ha
Geometric accuracy of CLC data	100 m	better than 100 m	better than 100 m
Thematic accuracy	≥ 85 % (not validated)	≥ 85 % (validated, see Büttner, G., Maucha, G., 2006)	≥ 85 %
Change mapping	N.A.	boundary displacement min. 100 m; change area for existing polygons ≥ 5 ha; isolated changes ≥ 25 ha	boundary displacement min. 100 m; all changes > 5 ha have to be mapped
Production time	10 years	4 years	1.5 years
Documentation	incomplete metadata	standard metadata	standard metadata
Access to the data	unclear dissemination policy	free access	free access
Number of European countries involved	26	32	38

Πίνακας 1: Τεχνικά Χαρακτηριστικά Προγράμματος CLC.

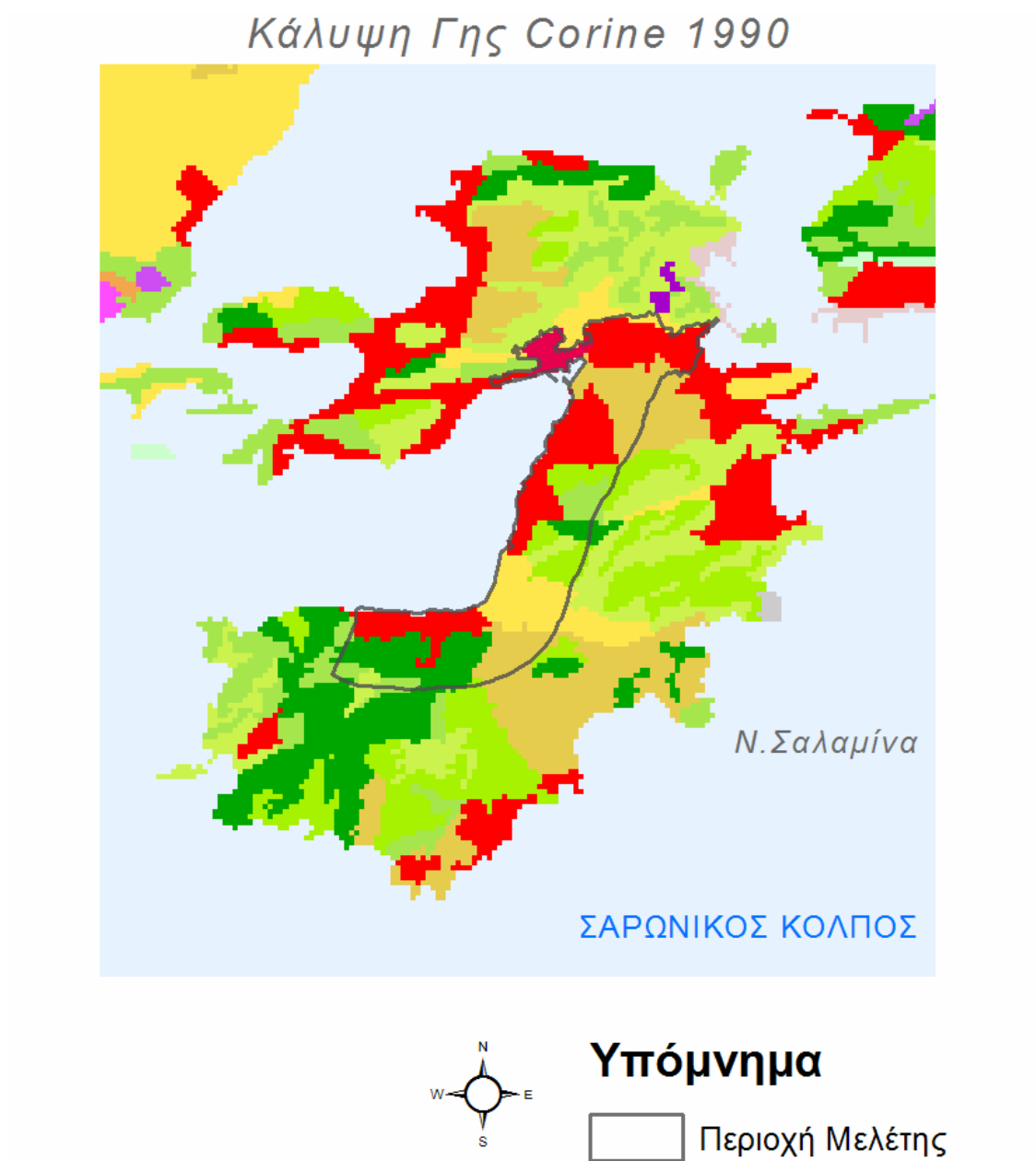
Πηγή: <http://www.eea.europa.eu/publications> - CLC Technical Guidelines

Η πρώτη απογραφή του προγράμματος Corine Land Cover (CLC) ήταν το έτος 1990. Η δεύτερη απογραφή έγινε το έτος 2000 και σαν στόχο είχε, τον εντοπισμό των αλλαγών μεταξύ της απογραφής του 1990 και της τελευταίας απογραφής του 2000. Κατά την περίοδο 2005-2006, στρατηγικές συζητήσεις μεταξύ των κρατών μελών, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και ορισμένους βασικοί φορείς που είναι υπεύθυνοι για την περιβαλλοντική πολιτική, τόνισαν την αυξανόμενη ανάγκη για αξιόπιστες και ποσοτικές πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση του περιβάλλοντος, οι οποίες πρέπει να βασίζονται σε έγκυρα -χρονικά και ποιοτικά- δεδομένα που αφορούν ιδίως στην κάλυψη γης. Αποτέλεσμα ήταν η τελευταία έκδοση και τεχνική αναφορά για την μελέτη των αλλαγών στην κάλυψη γης, που αφορά την περίοδο μεταξύ 1990 και 2000. Η τελευταία

επικαιροποίηση της τεχνικής αναφοράς είναι του 2006. Σε αυτό το πρόγραμμα συμμετείχαν οι 24 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και συνολικά 36 χώρες.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία σκοπός είναι, η διαχρονική παρατήρηση των αλλαγών κάλυψης γης στην Ν. Σαλαμίνα και γίνεται αντιληπτό ότι, σε σύγκριση με το πρόγραμμα Corine Land Cover υπάρχουν διαφορές ως προς τα δεδομένα, την μεθοδολογία και την ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Η περιοχή μελέτης είναι πολύ μικρότερη, ενώ στόχος είναι ο εντοπισμός των αλλαγών κάλυψης γης της περιοχής με μεγαλύτερη ακρίβεια. Αυτό επιτυγχάνεται με χρήση δεδομένων κλίμακας μελέτης από 1:5.000 μέχρι 1:15.000, σε αντίθεση με το πρόγραμμα CLC όπου η κλίμακα είναι 1:100.000 όπως φαίνεται στον πίνακα 1. Οι περιορισμοί που αφορούν τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία σχετίζονται με τον περιορισμό, σε πανεπιστημιακό επίπεδο, που αφορά το κόστος της απόκτησης των δεδομένων και την δυσκολία εξεύρεσης δωρεάν ή χαμηλού κόστους δεδομένων. Αναλυτικά, τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται σε επόμενο κεφάλαιο (βλ. σελ.67 **“ΔΕΔΟΜΕΝΑ”**). Οι κατηγορίες κάλυψης γης επιλέχτηκαν με προσεκτική επισκόπηση της περιοχής μελέτης και με βάση ορισμένες κατηγορίες σύμφωνα με το πρόγραμμα CLC (Εικόνα 1, Πίνακας 1, Παράρτημα). Τα αποτελέσματα σύμφωνα με το πρόγραμμα CLC παρουσιάζονται σε ψηφιδωτή μορφή, το μέγεθος ψηφίδας είναι 100μ και η ελάχιστη μονάδα στον χάρτη είναι 25ha (CLC2006 technical guidelines, No 17/2007). Σχετικά με την φωτοερμηνεία και την κατηγοριοποίηση της περιοχής, ακολουθούνται κοινά πρότυπα με το πρόγραμμα CLC όπως αυτά περιγράφονται σε επόμενη ενότητα. Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται απαρτίζονται, από δορυφορικές εικόνες, ορθοφωτογραφίες και αεροφωτογραφίες, σε αντίθεση με το πρόγραμμα CLC που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά δορυφορικές εικόνες. Στο κεφάλαιο **“ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ”** στον χάρτη 10 παρουσιάζονται οι αλλαγές της κάλυψης γης, που εντοπίζονται στη Σαλαμίνα, για την χρονική περίοδο 1990-2000 σύμφωνα με το πρόγραμμα CLC ενώ, γίνεται σύγκριση (Πίνακες 11,12) μεταξύ, της μεταβολής της κάλυψης γης σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την παρούσα εργασία, για την χρονική περίοδο 1998 – 2008 και της μεταβολής της κάλυψης γης σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine για την Ν.Σαλαμίνα για την χρονική περίοδο 1990 – 2000.

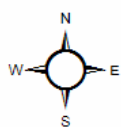
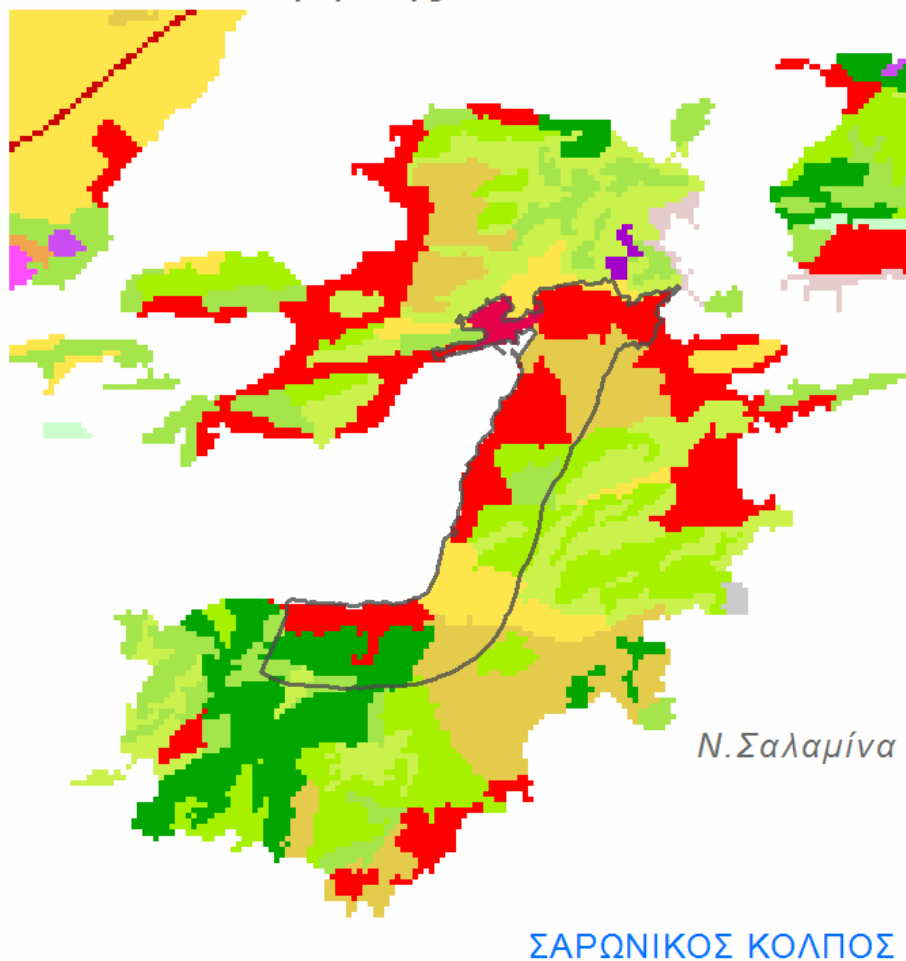
Στους χάρτες 1 και 2 παρουσιάζεται η κάλυψη γης για την Ν.Σαλαμίνα για τα έτη 1990 και 2000 σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine.



Χάρτης 1: Κάλυψη γης Ν.Σαλαμίνας έτους 1990 σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine.

Σημείωση: Το Υπόμνημα Corine παρουσιάζεται στην εικόνα 1 στο Παράρτημα .

Κάλυψη Γης Corine 2000



Υπόμνημα

 Περιοχή Μελέτης

Χάρτης 2: Κάλυψη γης Ν.Σαλαμίνας έτους 2000 σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine.

Σημείωση: Το Υπόμνημα Corine παρουσιάζεται στην εικόνα 1 στο Παράρτημα .

Χωρική Βάση Δεδομένων

Γενικά

Η μελέτη της αλλαγής κάλυψης γης απαιτεί την προσεκτική παρατήρηση, επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων που απεικονίζουν την περιοχή μελέτης. Επιπλέον ο συνδυασμός διαφορετικών τύπων δεδομένων είναι απαραίτητος για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Επομένως είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί χωρική βάση δεδομένων από γεω-δεδομένα της περιοχής μελέτης. Σύμφωνα με τον Χαλκιά (2006, σελ.54) γεωβάση είναι: *«Χωρική βάση δεδομένων με δυνατότητες αποθήκευσης, διαχείρισης και εξόδου γεωδεδομένων»*, ενώ γεωδεδομένα είναι: *«δεδομένα με αναφορά σε θέσεις του γεωγραφικού χώρου»*. Επιπλέον, βασική προϋπόθεση για την λεπτομερή παρουσίαση και κατανόηση των τρόπων με τους οποίους αποθηκεύονται τα χωρικά δεδομένα, είναι η αναφορά γενικά στις βάσεις δεδομένων, στην πρόσβαση των αρχείων και στην δομή των βάσεων.

Οι βάσεις δεδομένων και η τεχνολογία βάσεων δεδομένων εξασκούν σημαντική επίδραση στην αυξανόμενη χρήση των υπολογιστών. Σύμφωνα με τους Elmasri, Navathe (2000, σελ.30) *«Βάση δεδομένων είναι μια συλλογή από σχετιζόμενα δεδομένα. Με τον όρο δεδομένα εννοούμε γνωστά γεγονότα που μπορούν να καταγραφούν και που έχουν κάποια υπονοούμενη σημασία. Ο πιο πάνω ορισμός της βάσης δεδομένων είναι αρκετά γενικός. Ωστόσο, η συνήθης χρήση του όρου βάση δεδομένων είναι αρκετά πιο περιορισμένη»*. Μία βάση δεδομένων έχει τις ακόλουθες υπονοούμενες ιδιότητες:

- Αναπαριστά κάποια άποψη του πραγματικού κόσμου η οποία μερικές φορές λέγεται μικρόκοσμος. Οι αλλαγές στον μικρόκοσμο αντανakλώνται στη βάση δεδομένων.
- Μια βάση δεδομένων είναι μια λογικά συνεκτική συλλογή δεδομένων που έχει κάποια εγγένη σημασία. Μια τυχαία διευθέτηση δεδομένων δεν είναι σωστό να αναφέρεται ως βάση δεδομένων.
- Μια βάση δεδομένων σχεδιάζεται, χτίζεται και γεμίζει με δεδομένα για κάποιο συγκεκριμένο σκοπό. Προσδιορίζεται για μια συγκεκριμένη ομάδα

χρηστών και για κάποιες προκαθορισμένες εφαρμογές για τις οποίες οι χρήστες αυτοί ενδιαφέρονται.

Μια βάση δεδομένων σε υπολογιστή μπορεί να δημιουργηθεί και να συντηρείται είτε από μια ομάδα προγραμμάτων εφαρμογών που έχουν γραφτεί ειδικά για τον σκοπό αυτό, είτε από ένα σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων. Σύμφωνα με τους Elmasri, Navathe (2000, σελ.32) *«Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων είναι μια συλλογή από προγράμματα που επιτρέπουν στους χρήστες να δημιουργήσουν και να συντηρήσουν μια βάση δεδομένων»* .

Διαχείριση Βάσεων Δεδομένων

Ο σκοπός της διαχείρισης μιας βάσης δεδομένων, είναι ο χρήστης του συστήματος διαχείρισης βάσης δεδομένων να χρησιμοποιεί τις δυνατότητες που έχει το σύστημα ώστε να επιτυγχάνει διάφορους σκοπούς που έχουν σχέση με το σχεδιασμό, τη χρήση μιας μεγάλης βάσης δεδομένων αλλά και την αξιοποίηση των δεδομένων για την εξαγωγή συμπερασμάτων και αποτελεσμάτων. Σημαντική θεωρείται η ανακάλυψη Γνώσης από Βάσεις Δεδομένων. Ένας συνώνυμος όρος για πολλούς είναι το Data Mining. Εναλλακτικά, άλλοι βλέπουν το Data Mining σαν ένα βασικό βήμα στην διαδικασία της ανακάλυψης γνώσης από βάσεις δεδομένων. Η ανακάλυψη γνώσης σαν διαδικασία αποτελείται ουσιαστικά από μια επαναληπτική ακολουθία των παρακάτω βημάτων:

1. Καθαρισμός δεδομένων (data cleaning), όπου ουσιαστικά απομακρύνουμε τον θόρυβο και ακατάλληλα δεδομένα.
2. Ενοποίηση δεδομένων (data integration), όπου πιθανώς να έχουμε πολλαπλές πηγές δεδομένων οι οποίες θα πρέπει να συνδυαστούν.
3. Επιλογή δεδομένων (data selection), όπου δεδομένα σχετικά με την διαδικασία της ανάλυσης μας θα πρέπει να επιλεγθούν και να ανακτηθούν από τη βάση μας.
4. Μετατροπή δεδομένων (data transformation), όπου τα δεδομένα μας θα πρέπει να μετατραπούν σε μια ενιαία μορφή κατάλληλη προς επεξεργασία.

5. Εξόρυξη δεδομένων (Data Mining), μια ουσιαστική διαδικασία όπου εφαρμόζονται ευφυείς μέθοδοι προκειμένου να εξαγάγουμε μοτίβα – πρότυπα από τα δεδομένα μας.

6. Αξιολόγηση μοτίβων (Pattern evaluation), η διαδικασία κατά την οποία αναγνωρίζεται και διαχωρίζονται τα πραγματικά ενδιαφέροντα μοτίβα με χρήση μετρικών ενδιαφέροντος (interestingness measures)

7. Αναπαράσταση γνώσης (knowledge presentation), όπου εφαρμόζονται τεχνικές οπτικοποίησης και αναπαράστασης γνώσης προκειμένου να παρουσιαστεί καλύτερα η εξαγόμενη γνώση στους χρήστες.

Η εξόρυξη γνώσης μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορους τύπους δεδομένων ενώ αντίστοιχα, είναι δυνατή η εφαρμογή διαφορετικών τεχνικών ώστε να ανακαλυφτούν αρκετοί τύποι μοτίβων (patterns) μέσα από τα δεδομένα. Η σημαντικότερη και δημοφιλέστερη απ' όλες τις διεργασίες εξόρυξης γνώσης, τόσο από οικονομικής όσο και από επιστημονικής απόψεως, είναι αδιαμφισβήτητα οι κανόνες συσχετίσεων. Οι κανόνες συσχετίσεων συνίστανται στην ανακάλυψη από μια βάση δεδομένων ενός συνόλου ισχυρών κανόνων της μορφής $X \rightarrow Y$, όπου τα X και Y αναφέρονται στα σύνολα γνωρισμάτων που υπάρχουν στα υπό ανάλυση δεδομένα. Μια άλλη πολύ σημαντική εφαρμογή της εξόρυξης γνώσης είναι η δυνατότητα να πραγματοποιηθεί κατηγοριοποίηση (classification) σε τεράστιο όγκο δεδομένων. Αυτό αναφέρεται εναλλακτικά και σαν εξόρυξη κανόνων κατηγοριοποίησης (mining classification rules). Η κατηγοριοποίηση προσπαθεί να κατηγοριοποιήσει ένα σύνολο δεδομένων με βάση τις τιμές τους σε συγκεκριμένες παραμέτρους σε κατηγορίες που έχουν ορίσει εκ των προτέρων. Ακόμη άλλη πολύ σημαντική εφαρμογή της εξόρυξης γνώσης είναι η Συσταδοποίηση. Ένας τυπικός ορισμός της συσταδοποίησης (clustering) είναι ο εξής: Συσταδοποίηση καλείται η εργασία καταμερισμού ενός ετερογενούς πληθυσμού σε ένα σύνολο περισσότερων ετερογενών συστάδων (clusters). Αντίθετα με την κατηγοριοποίηση, η συσταδοποίηση δεν βασίζεται σε προκαθορισμένες κατηγορίες αλλά τα δεδομένα ομαδοποιούνται με βάση την ομοιότητα που παρουσιάζουν μεταξύ τους. Ακολούθως εξαρτάται από τον χρήστη αλλά και από το προσδοκώμενο αποτέλεσμα η σημασία που θα δώσουμε στις προκύπτουσες συστάδες.

Μοντέλα Δεδομένων

Πολλά μοντέλα δεδομένων έχουν προταθεί. Τα μοντέλα δεδομένων με βάση τους τύπους εννοιών που παρέχουν μπορούν να ταξινομηθούν στα μοντέλα υψηλού επιπέδου ή εννοιολογικά και στα μοντέλα χαμηλού επιπέδου ή φυσικά. Τα υψηλού επιπέδου παρέχουν έννοιες που βρίσκονται κοντά στον τρόπο με τον οποίο πολλοί χρήστες αντιλαμβάνονται τα δεδομένα. Τα μοντέλα χαμηλού επιπέδου απευθύνονται γενικά σε ειδικούς υπολογιστών και όχι στους τυπικούς τελικούς χρήστες. Μεταξύ των παραπάνω μοντέλων υπάρχει μια ενδιάμεση κλάση που ονομάζεται μοντέλα υλοποίησης.

Τα εννοιολογικά μοντέλα χρησιμοποιούν έννοιες όπως οι οντότητες, τα γνωρίσματα και οι συσχετίσεις. Μια οντότητα αντιπροσωπεύει ένα αντικείμενο ή μια έννοια του πραγματικού κόσμου. Ένα γνώρισμα αντιπροσωπεύει μια ενδιαφέρουσα ιδιότητα που περιγράφει περαιτέρω μια οντότητα. Μια συσχέτιση μεταξύ δύο ή περισσότερων οντοτήτων αντιπροσωπεύει μια αλληλεπίδραση μεταξύ των οντοτήτων. Τα παραστατικά μοντέλα δεδομένων ή μοντέλα υλοποίησης είναι αυτά που χρησιμοποιούνται πιο συχνά στα σύγχρονα συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων και περιλαμβάνουν το σχεσιακό μοντέλο δεδομένων και τα αποκαλούμενα παραδοσιακά συστήματα (δικτυωτό, ιεραρχικό). Ως μια οικογένεια υψηλότερου επιπέδου μοντέλων δεδομένων θεωρούνται τα αντικειμενοστραφή μοντέλα δεδομένων.

Ιδιαίτερη κατηγορία αποτελούν τα μοντέλα γεωγραφικών δεδομένων. Είναι γνωστό ότι τα γεωγραφικά δεδομένα αλλά και οι μεταξύ τους σχέσεις, για να οργανωθούν και να καταχωρηθούν σε ένα πληροφοριακό σύστημα πρέπει να αναλυθούν, έτσι ώστε να είναι εύκολη η τυποποίησή τους. Διακρίνονται δύο επίπεδα μοντέλων:

1. Το μοντέλο λογικών πληροφοριών, το οποίο συνδέεται με την ανθρώπινη αντίληψη που δημιουργείται σχετικά με την απεικόνιση του πραγματικού κόσμου και αφορά περισσότερο τους αναλυτές και σχεδιαστές των πληροφοριακών συστημάτων.
2. Το μοντέλο λογικών δεδομένων, το οποίο συνδέεται με τον τρόπο λειτουργίας του υπολογιστή, την απεικόνιση των δεδομένων στο

μηχάνημα, την οργάνωση και αποθήκευση στοιχείων, αφορά δε περισσότερο στους προγραμματιστές.

Όλα τα δεδομένα που καταχωρούνται σε ένα Γ.Σ.Π. είναι αντικείμενα, φαινόμενα ή μεγέθη είτε, σχέσεις μεταξύ των παραπάνω. Επομένως για την οργάνωσή τους δημιουργείται ένα μοντέλο αντικειμένου - σχέσης. Μια σχέση είναι μια σύνδεση μεταξύ αντικειμένων και υπάρχουν τέσσερις κατηγορίες σχέσεων. Αυτές είναι, η σχέση ένα προς ένα, η σχέση ένα προς πολλά και η σχέση πολλά προς πολλά. Οι σχέσεις που εμφανίζονται κατά την καταγραφή, φυσικών και κοινωνικο-οικονομικών αντικειμένων και φαινομένων της γήινης πραγματικότητας, διακρίνονται επίσης σε χωρικές και κατηγορικές.

Τύποι Γεωγραφικών Δεδομένων και Θεματικά Επίπεδα

Σε ένα Γ.Σ.Π. καταχωρούνται πολλά είδη δεδομένων για τα αντικείμενα, φαινόμενα ή μεγέθη που ενδιαφέρουν το σύστημα. Τα δεδομένα αυτά διακρίνονται σε χωρικά και ποιοτικά δεδομένα. Ανάλογα με την φύση τους, τα δεδομένα διακρίνονται σε διακριτά και συνεχή. Διακριτά φαινόμενα είναι ο πληθυσμός, η χρήση γης, η κάλυψη γης, ο αριθμός ορόφων των κτιρίων κ.α., ενώ συνεχή είναι το υψόμετρο, η ατμοσφαιρική ρύπανση κ.α..

Από την πλευρά των διαστάσεών τους στο χώρο, τα δεδομένα διακρίνονται σε σημειακά, γραμμικά, επιφανειακά και ογκομετρικά. Σημειακά αντικείμενα είναι π.χ. οι κορυφές ενός κτιρίου, η θέση των στύλων της Δ.Ε.Η.. Γραμμικά είναι π.χ. οι δρόμοι, το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο, οι σιδηροδρομικές γραμμές. Επιφανειακά είναι π.χ. τα οικοπέδα και τα κτίρια. Σημειώνεται ότι το είδος ενός αντικειμένου εξαρτάται και από την κλίμακα του χάρτη στον οποίο καταγράφεται. Έτσι, ενώ σε μια κλίμακα 1:1.000, μια πόλη περιλαμβάνει και σημειακά και γραμμικά και επιφανειακά αντικείμενα, σε κλίμακα 1:1.000.000, ολόκληρη η πόλη είναι ένα σημειακό αντικείμενο.

Στην απεικόνιση δεδομένων με τη μέθοδο των οντοτήτων, τα διάφορα αντικείμενα της πραγματικότητας περιγράφονται σύμφωνα με τις στατικές, τις δομικές και τις ιδιότητες συμπεριφοράς τους (Worboys, 1995, αναφερόμενος από τον Κουτσόπουλο). Πιο συγκεκριμένα, μια χωρική οντότητα, εκτός των επιπλέον χαρακτηριστικών που μπορεί να έχει, διαθέτει το χαρακτηριστικό της θέσης που ορίζεται από τις συντεταγμένες του. Η γεωμετρία των χωρικών στοιχείων παίζει σημαντικό ρόλο, αφού επιδρά στον τρόπο λειτουργίας μιας βάσης δεδομένων, με τον ίδιο τρόπο που η δομή ενός συστήματος διαχείρισης δεδομένων καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο τα γεωγραφικά στοιχεία καταγράφονται και αποτυπώνονται. Η απεικόνιση των γεωμετρικών στοιχείων χωρίζεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: την διανυσματική (vector) και την ψηφιδωτή (raster).

Στα διανυσματικά μοντέλα οι οντότητες αντιπροσωπεύονται από τα αντίστοιχα γεωμετρικά στοιχεία και η απεικόνισή τους αναφέρεται σε σημεία, γραμμές και πολύγωνα. Οι σημειακές οντότητες απεικονίζονται με τη χρήση ενός ζεύγους συντεταγμένων σε σχέση με κάποιο σύστημα αναφοράς. Οι πληροφορίες που σχετίζονται με το τι είδους σημείο είναι, αφορούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σημείου και τις ιδιότητες. Παράδειγμα σημειακής οντότητας είναι τα τριγωνομετρικά σημεία της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού. Η απεικόνιση γίνεται με ένα ζεύγος συντεταγμένων στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς και η ποιοτική πληροφορία αναφέρεται στην τάξη δικτύου που ανήκουν. Η ιδιότητα αναφέρεται στον αριθμό του τριγωνομετρικού σημείου. Οι γραμμικές οντότητες απεικονίζονται στην πιο απλή μορφή τους, με την αποθήκευση δυο ζευγαριών συντεταγμένων των σημείων της αρχής και του τέλους, μιας εγγραφής που να προσδιορίζει το σύμβολο απεικόνισης. Ανάλογα, στην περίπτωση μιας πολύπλοκης γραμμής, η απεικόνιση αναφέρεται σε ένα σύνολο n συντεταγμένων. Παράδειγμα γραμμικής οντότητας αποτελεί το οδικό δίκτυο μιας περιοχής. Κάθε σημείο του δικτύου έχει τις συντεταγμένες του και η ποιοτική πληροφορία αφορά για παράδειγμα, το μήκος του δρόμου. Ακόμη μια σημαντική οντότητα είναι αυτή των πολυγώνων. Για την απεικόνιση των πολυγώνων έχει προταθεί από την βιβλιογραφία μια μεγάλη ποικιλία μεθόδων. Σύμφωνα με τον Κουτσόπουλο (2005) τρεις είναι οι βασικές μέθοδοι που ξεχωρίζουν: οι μη τοπολογικές, οι απλές

τοπολογικές και οι σύνθετες τοπολογικές. Παρακάτω περιγράφεται η μη τοπολογική απεικόνιση, που αποτελεί τον απλούστερο τρόπο αποθήκευσης πολυγώνων και χρησιμοποιείται πιο συχνά. Η μη τοπολογική απεικόνιση είναι γνωστή και ως μέθοδος Spaghetti. Συγκεκριμένα, κάθε πολύγωνο διαφοροποιείται από ένα σύνολο πλευρών, γραμμών, το καθένα από τα οποία αποθηκεύεται με το ζευγάρι των συντεταγμένων του. Χαρακτηριστικά όπως η περίμετρος, το είδος πολυγώνου και η επιφάνεια συμπεριλαμβάνονται σε απεικονίσεις αυτής της μορφής. Παράδειγμα πολυγωνικής απεικόνισης, είναι το πολύγωνο της αγροτικής καλλιέργειας ενός αγρότη όπως σχεδιάστηκε, για τις ανάγκες του ελέγχου επιδοτήσεων από κάποιο οργανισμό του δημοσίου. Κάθε κόμβος του πολυγώνου έχει γνωστές συντεταγμένες και η ποιοτική περιγραφική πληροφορία, αφορά ενδεχομένως το εμβαδόν της έκτασης και τον τύπο καλλιέργειας.

Η ψηφιδωτή απεικόνιση ενός ψηφιδωτού μοντέλου περιλαμβάνει τη διαίρεση της περιοχής ενδιαφέροντος σε μια σειρά χωρικών ενοτήτων. Κάθε χωρική ενότητα έχει ένα σύνολο από ιδιότητες του αντικειμένου το οποίο περιγράφει. Στην περίπτωση ενός πολυγώνου, οι ιδιότητες του προκύπτουν από τη σύνθεση των ιδιοτήτων των αντίστοιχων χωρικών ενοτήτων. Τα ψηφιδωτά μοντέλα απεικόνισης πρέπει να ικανοποιούν δύο βασικά κριτήρια. Αυτά είναι η δυνατότητα απειριόριστης επέκτασης στο χώρο και η δυνατότητα συνεχούς και επαναλαμβανόμενης υποδιαίρεσης σε μικρότερες, ίδιου σχήματος, ενότητες. Γνωστά ψηφιδωτά μοντέλα είναι το τετράγωνο, το ισόπλευρο τρίγωνο και το εξάγωνο. Το μοντέλο που συνήθως χρησιμοποιείται είναι το τετράγωνο, που είναι ακριβώς δομή δεδομένων των πολυφασματικών σαρωτών των τηλεπισκοπικών δορυφόρων, καθώς και των οπτικών σαρωτών που χρησιμοποιούνται για μαζική ψηφιοποίηση αναλογικών χαρτογραφικών δεδομένων.

Το μέγεθος της ψηφίδας είναι πολύ σημαντικό, με δεδομένη την αμφίδρομη σχέση μεταξύ του μεγέθους ψηφίδας και της ανάγκης για αποθήκευση των στοιχείων. Τα ψηφιδωτά μοντέλα απεικόνισης χωρικών στοιχείων υποδιαιρούνται σε σταθερό και μεταβλητό μέγεθος ψηφίδας. Το σταθερό μέγεθος εικονοψηφίδας εκφράζει ουσιαστικά έναν τρόπο απεικόνισης όπου η διακριτική ικανότητα του συστήματος είναι σταθερή και

καθορισμένη. Σαν αποτέλεσμα, το ψηφιδωτό μοντέλο είναι μια υπό κλίμακα απεικόνιση της πραγματικότητας για μια συγκεκριμένη περιοχή. Παράδειγματα ψηφιδωτών απεικονίσεων αποτελούν οι εικόνες που προκύπτουν από την σάρωση αναλογικών γεωγραφικών δεδομένων και οι δορυφορικές εικόνες.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι, τα σύγχρονα Γ.Σ.Π. παρέχουν την δυνατότητα στους επιστήμονες και χρήστες, να εκμεταλλεύονται την εξέλιξη της τεχνολογίας και της ανάπτυξης νέων αλγορίθμων, με σκοπό την επεξεργασία και παραγωγή ψηφιδωτών δεδομένων. Έτσι, είναι δυνατή η αξιοποίηση διανυσματικών δεδομένων για την παραγωγή ψηφιδωτών δεδομένων και το αντίστροφο, μέσα από την χρήση συγκεκριμένων αλγορίθμων που παρέχονται στα σύγχρονα Γ.Σ.Π.. Παράδειγματα αποτελούν, η δημιουργία ψηφιακού μοντέλου εδάφους από τις ισοϋψείς καμπύλες μιας περιοχής, η μετατροπή των διανυσματικών πολυγώνων κάλυψης γης σε ψηφιδωτά δεδομένα. Επομένως γίνεται σαφές ότι, υπάρχουν πολλές δυνατότητες στα σύγχρονα Γ.Σ.Π. για την ανάπτυξη και διαχείριση βάσεων δεδομένων, χρησιμοποιώντας διαφορετικούς τύπους απεικονίσεων των δεδομένων, με στόχο την επίλυση επιστημονικών προβλημάτων και παραγωγή χαρτογραφικών δεδομένων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Γενικά

Το ενδιαφέρον της μελέτης εστιάζεται γεωγραφικά στην περιοχή της νήσου Σαλαμίνας. Στο εισαγωγικό μέρος αναφέρθηκε η σημασία της έρευνας για τις αλλαγές που παρουσιάζονται με το πέρασμα του χρόνου στην κάλυψη γης διότι, η Σαλαμίνα εντάσσεται στις περιαστικές περιοχές με έντονη πίεση για αστική ανάπτυξη. Η Σαλαμίνα, γνωστή από την αρχαιότητα και ως Κούλουρη, ονομασία που προέρχεται από το ακρωτήριο Κόλουρις άκρα, (*σήμερα Πούντα*), στο οποίο ήταν χτισμένη η αρχαία πόλη και το λιμάνι του 4ου αιώνα π.Χ., είναι το μεγαλύτερο νησί του Σαρωνικού Κόλπου. Βρίσκεται Βορειοδυτικά του Σαρωνικού Κόλπου και έναντι του Κόλπου της Ελευσίνας (νοτιοδυτικά του νομού Αττικής). Πρωτεύουσά της είναι η ομώνυμη πόλη. Σήμερα με το πρόγραμμα Καλλικράτης, ο Δήμος Σαλαμίνας έχει ενώθει με το Δήμο Αμπελακίων για τη δημιουργία του Δήμου Σαλαμίνας με έδρα τη Σαλαμίνα. Η έκταση του νέου Δήμου είναι 96.09 τ.χλμ (ΟΚΧΕ) και ο πληθυσμός του 38.022 κάτοικοι σύμφωνα με την απογραφή της ΕΣΥΕ του 2001.

Ιστορικά, η Σαλαμίνα είναι γνωστή για την ναυμαχία των αρχαίων χρόνων. Η ναυμαχία της Σαλαμίνας τοποθετείται χρονικά στο έτος 480 π.Χ. και αποτελεί την πιο καθοριστική μάχη κατά τη διάρκεια της τρίτης περσικής εκστρατείας, που οργάνωσε και ηγήθηκε αυτής ο ίδιος Αυτοκράτορας Ξέρξης, εναντίον των ελληνικών πόλεων, και μία από τις σημαντικότερες των αρχαίων χρόνων, τόσο από στρατιωτικής όσο και για την συμβολή της στη διαμόρφωση του ρου της ιστορίας. Η ναυμαχία της Σαλαμίνας και η νίκη των Ελλήνων είναι αξιομνημόνευτη και για μία ακόμη διάστασή της: το συμβολισμό της δικαίωσης του αγώνα για την υπεράσπιση της γης και της ελευθερίας από τις επεκτατικές βλέψεις της απόλυτης εξουσίας. Το σημερινό της όνομα προέρχεται

από το φοινικικό salam που σημαίνει ειρήνη, ηρεμία και γαλήνη, ενώ σύμφωνα με τη μυθολογία Σαλαμίνα λεγόταν η μητέρα του Κυχρέα, του πρώτου βασιλιά του νησιού. Ωστόσο, ιστορικά είναι γνωστή και με τις ονομασίες Πιτυούσα (λόγω της ύπαρξης μεγάλου αριθμού πευκοδέντρων), Κυχρεία (από το μυθικό βασιλιά της) και Σκιράς (από το όνομα του Σκίρου, μυθικού ήρωα των Μεγάρων). Όπως δείχνουν τα αρχαιολογικά ευρήματα που βρέθηκαν στις νότιες ακτές της, η Σαλαμίνα κατοικούνταν ήδη από τη Νεολιθική Περίοδο. Πολλοί πιστεύουν ότι υπήρξε φοινικική αποικία. Η παράδοση θέλει το νησί να συμμετέχει με δικό του βασιλιά τον Αίαντα, στον πόλεμο της Τροίας. Λόγω της καίριας γεωγραφικής θέσης του αποτέλεσε από πολύ νωρίς το μήλον της Έριδος ανάμεσα στην Αθήνα και τα Μέγαρα. Τελικά το 612 π.Χ. το κέρδισε η πρώτη. Επιπλέον η Σαλαμίνα υπήρξε γενέτειρα του τραγικού ποιητή Ευριπίδη, του οποίου μάλιστα το σπήλαιο όπου αποσυρόταν για να γράψει, ήρθε στο φως πρόσφατα από τους αρχαιολόγους στον όρμο Περιστέρα στη νότιά της ακτή.

Κοινωνικά Οικονομικά και Πολεοδομικά Κριτήρια της Περιοχής

Σύμφωνα με τους Οικονόμου, Πετράκο (2005) οι αλλαγές στις παραγωγικές δομές των οικονομιών αντανakλώνται σε γενικές γραμμές και σε αλλαγές στην χωρική δομή των πόλεων που σε μεγάλο βαθμό τις φιλοξενούν. Οι παραγωγικές δομές της Σαλαμίνας επηρεάστηκαν άμεσα από τον Β΄ Παγκόσμιο πόλεμο και στην συνέχεια από τον Εμφύλιο πόλεμο του 1947. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την αλλαγή της παραγωγικής διαδικασίας και την στροφή της οικονομίας προς την αγροτική κατεύθυνση για λόγους επιβίωσης του πληθυσμού. Στη Σαλαμίνα εμφανίζεται πρόσδεση του πληθυσμού μόνιμου ή ημιμόνιμου στη γεωργική γη με σχέσεις ιδιοκτησίας ή και απασχόλησης, καθώς και συνεχής επέκταση της πολυαπασχόλησης. Επομένως αποτέλεσμα της προόδου του γεωργικού τομέα, της πολυαπασχόλησης και την αύξηση της τοπικής κατανάλωσης ήταν να υπάρχουν αλλαγές στην χρήση/ κάλυψη γης του νησιού με το πέρασμα του χρόνου.

Η Σαλαμίνα εντάσσεται στο περιφερειακό περιβάλλον της Περιφέρειας Αττικής. Η φάση της περιεριστικοποίησης εμφανίστηκε ουσιαστικά στην δεκαετία του 1960, σαν

αποτέλεσμα της μετακίνησης σημαντικού αριθμού βιομηχανιών από το κέντρο των πόλεων στην περίμετρό τους και συχνά σε εξωαστικό χώρο. Επιπλέον, η επιλογή της Σαλαμίνας ως τόπος εξοχικής και παραθεριστικής κατοικίας έγινε από μεγάλο μέρος των κατοίκων της Αθήνας μετά τις δεκαετίες του 1960 και 1970. Σε αυτό συνέβαλαν, η ύπαρξη ανεπτυγμένου οδικού δικτύου, το εύκρατο κλίμα που ήταν όμοιο με αυτό της πρωτεύουσας και η μικρή απόσταση από το αστικό κέντρο. Επιπλέον, η ύπαρξη στρατιωτικών βάσεων στο νησί επηρέασε την οικονομία της περιοχής και αύξησε τον αριθμό των αναγκών για κατασκευή κατοικιών. Όλα τα παραπάνω είχαν αποτελέσματα στην κάλυψη γης, αφού οι ανάγκες για κατοικία και η αλλαγή των οικονομικών συνθηκών, οδήγησαν στην αλλαγή του τοπίου και των φυσικών μοτίβων κάλυψης γης.

Η χωροταξική αντίληψη και πολιτική μεταπολεμικά, εγκλωβίστηκε μεταξύ, από τη μια πλευρά, της γεωργικής κυριαρχίας και της τουριστικής δραστηριότητας, από την άλλη δε, μεταξύ των περιφερειακών πολιτικών των οποίων επίκεντρο ήταν τα μεσαίου μεγέθους αστικά κέντρα. Η ανάπτυξη αυτών των κέντρων την μεταπολεμική περίοδο, προκάλεσε την εμφάνιση χωρικών αλλαγών και προσδιόρισε το περιεχόμενο της έννοιας του υπαίθρου χώρου. Η καθυστέρηση στη παραγωγή εξειδικευμένων πολιτικών για τον υπαίθρο χώρο συμβαδίζει, σε μεγάλο βαθμό, με την αντίστοιχη καθυστέρηση που παρατηρείται στην προσαρμογή του κοινωνικού, οικονομικού και θεσμικού χώρου της υπαίθρου. Πράγματι, μόνο από τα μέσα της δεκαετίας του 1980, οι πολιτικές αυτές αποκτούν προοδευτικά, μια αυτονομία σε σχέση με τη γεωργία, ενώ η έννοια της ανάπτυξης του αποστασιοποιείται από εκείνη της γεωργικής ανάπτυξης (Οικονόμου, Πετράκος, 2005).

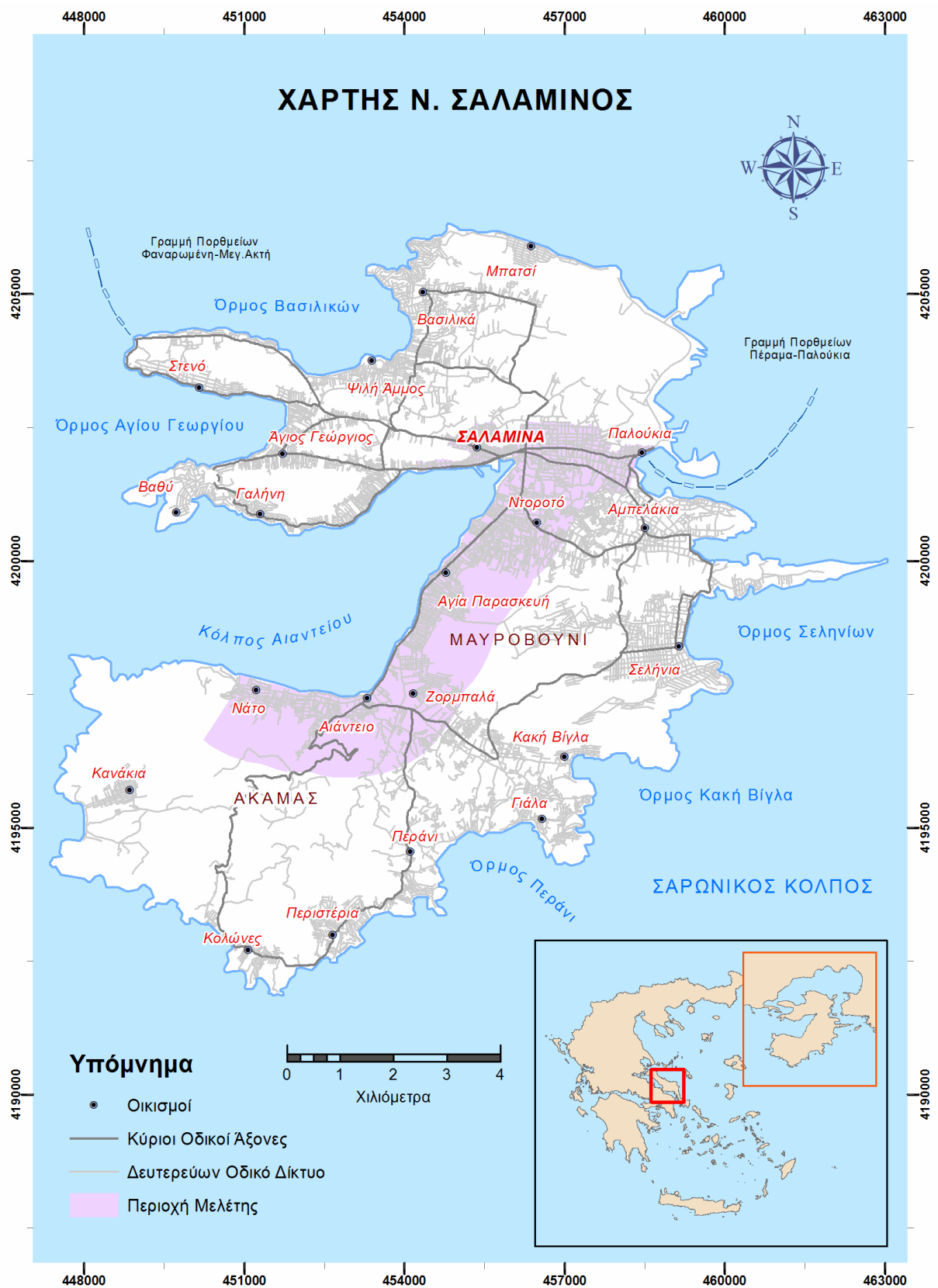
Η ιδιαιτερότητα των Ελληνικών συνθηκών στην εφαρμογή της ισχύουσας πολεοδομικής νομοθεσίας, η κρίση της σύγχρονης πολεοδομίας που είναι δεδομένη και η ελλιπής εφαρμογή πολιτικών που σχετίζονται με θέματα πολεοδομίας και χωροταξίας, οδήγησαν στην ύπαρξη αλλαγών στην χρήση/κάλυψη γης με ανεξέλεγκτο τρόπο για την Σαλαμίνα. Η περίπτωση της Σαλαμίνας σχετίζεται με την γενικότερη απουσία εφαρμογής πολεοδομικών μελετών στην Ελλάδα. Ο Φιλιππίδης (1990) υποστηρίζει ότι: *«Δίπλα σε ένα εργαλείο πολεοδομικού σχεδιασμού, όπως είναι π.χ. το το ρυθμιστικό*

σχέδιο, υπάρχει κάτι άλλο, το παρα-ρυθμιστικό. Αν το πρώτο αγνοείται, το δεύτερο εφαρμόζεται με συνέπεια» .

Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί το περιβάλλον της Σαλαμίνας και η ένταξη αυτού στο Μεσογειακό οικοσύστημα. Οι αλλαγές των κλιματικών συνθηκών με την πάροδο του χρόνου, έχουν άμεσα αποτελέσματα και επηρεάζουν την διαμόρφωση του περιβάλλοντος. Η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, είναι φαινόμενα που αντικατοπτρίζονται στην διαχρονική μελέτη της εξέλιξης των τοπίων. Σύμφωνα με τους Rundel et al. (1998) ανθρωπογενείς παράγοντες όπως, η αποψίλωση δασών, η βόσκηση, η ανάπτυξη της αγροτικής οικονομίας και η διαχείριση των πυρκαγιών, αποτέλεσαν παράγοντες που επηρέασαν την δομή του οικοσυστήματος και την ποικιλία τα τελευταία 10.000 χρόνια στην Μεσογειακή λεκάνη. Η μείωση της βιοποικιλότητας των περιοχών της Μεσογειακής λεκάνης σχετίζεται άμεσα με την διατάραξη του τοπίου, την αλλαγή των μοτίβων κάλυψης γης και την διάβρωση του εδάφους. Η Σαλαμίνα αποτελεί περιοχή που εντάσσεται στην γενικότερη περιοχή της Μεσογειακής λεκάνης, ενώ κοινωνικά, πολεοδομικά και οικονομικά οι αλλαγές που έχει υποστεί είναι μεγάλες, ιδιαίτερα την περίοδο μετά τον Β΄ Παγκόσμιο πόλεμο μέχρι σήμερα.

Εντοπισμός Περιοχής Μελέτης

Ως περιοχή μελέτης επιλέχτηκε το τμήμα του νησιού που ξεκινάει από το λιμάνι και την πόλη της Σαλαμίνας και εκτείνεται νοτιοδυτικά κατά μήκος της παραλίας, φτάνοντας μέχρι τον κόλπο του Αιαντείου (Χάρτης 3).



Χάρτης 3: Χάρτης Ν.Σαλαμίνας.



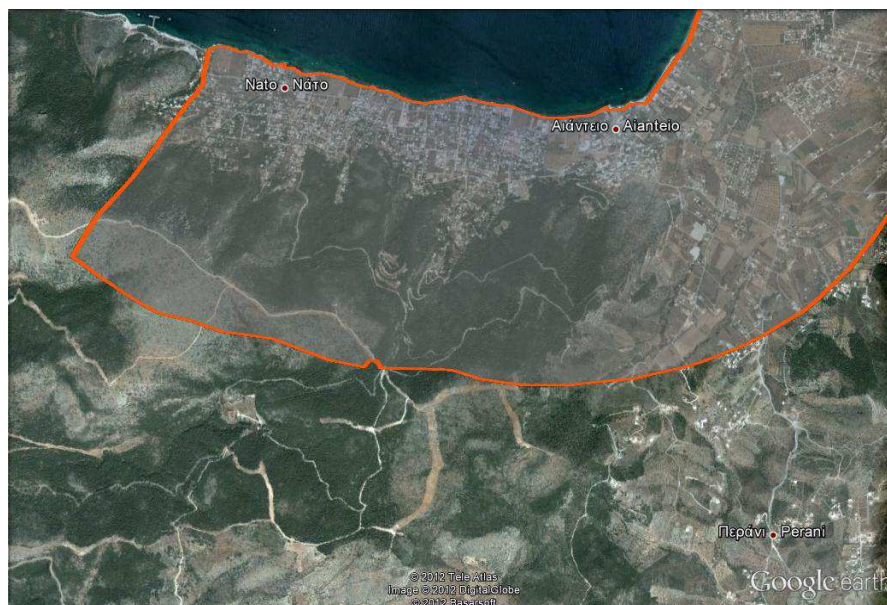
Εικόνα 1: Περιοχή Μελέτης όπως φαίνεται μέσα από το Google Earth.

Πιο αναλυτικά, ξεκινώντας από το βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης, η περιοχή εκτείνεται βορειοδυτικά της πόλης Σαλαμίνας σε εύρος ζώνης 1,5 χιλιομέτρων, καλύπτοντας ολόκληρη την έκταση της πόλης όπως αυτή είναι σήμερα. Βορειοανατολικά, η περιοχή εκτείνεται μέχρι τα Παλούκια (βλ. Χάρτη 3), καλύπτοντας ολόκληρο τον οικισμό, με όριο το λιμάνι που χωροθετείται στην περιοχή (Εικόνα 2).



Εικόνα 2: Βόρειο τμήμα της περιοχή μελέτης όπως φαίνεται μέσα από το Google Earth.

Εντοπίζοντας το κεντρικό τμήμα της περιοχής, περιλαμβάνει την περιοχή που ξεκινάει δυτικά από την ακτογραμμή και εκτείνεται ανατολικά και σε μήκος 1,5 χιλιομέτρου. Η ζώνη αυτή συνεχίζει μέχρι το νότιο τμήμα και φτάνει ως τον κόλπο του Αιαντείου περιλαμβάνοντας το Μεγάλο Ντοροτό, την Αγία Παρασκευή, τον Άγιο Αθανάσιο και τον οικισμό Ζορμαλά (βλ. Χάρτη 3). Τέλος η περιοχή μελέτης εκτείνεται νοτιοδυτικά μέχρι την περιοχή Νάτο καταλαμβάνοντας ζώνη εύρους 1,5 χιλιομέτρου με Νότια κατεύθυνση (Εικόνα 3).

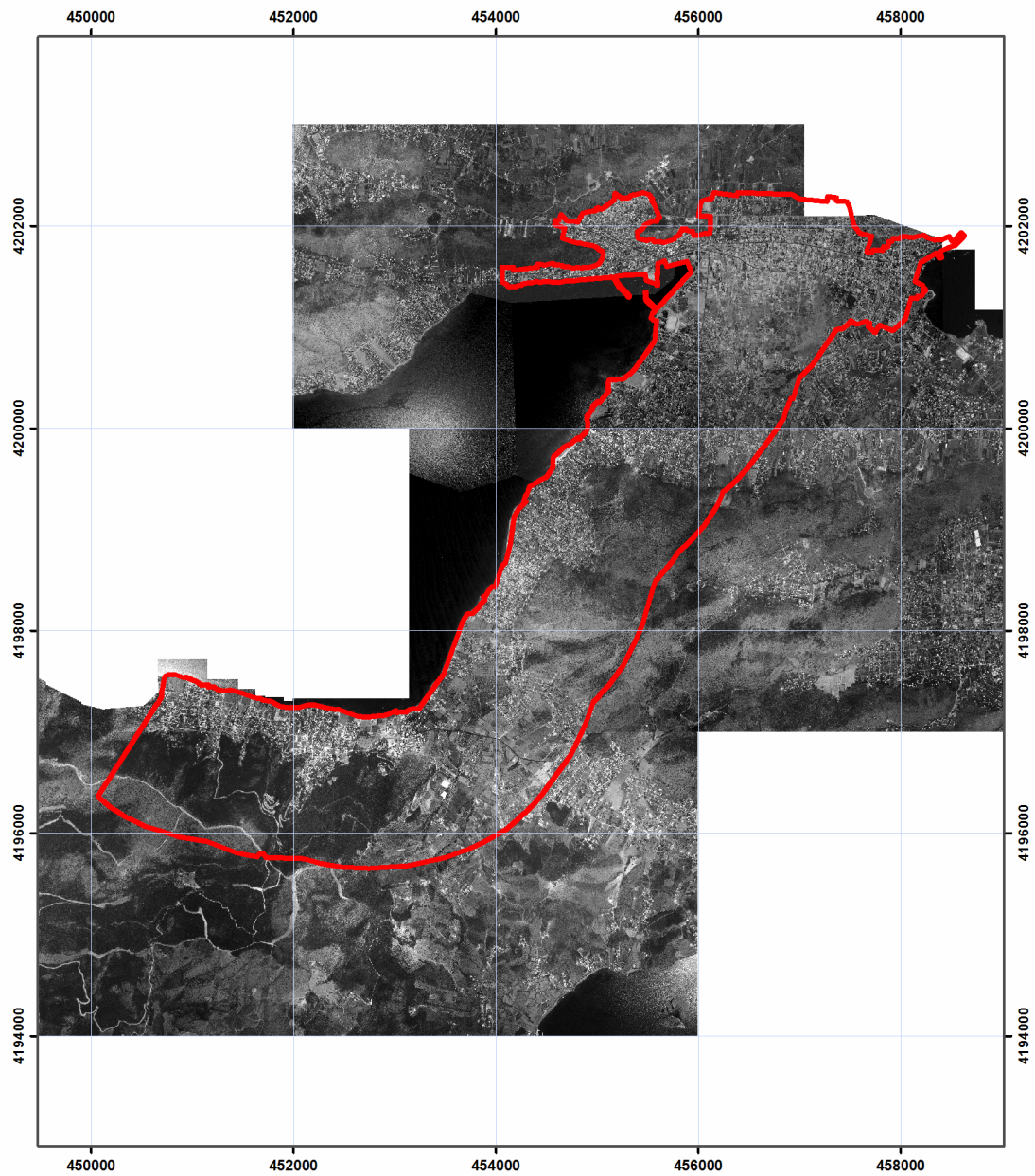


Εικόνα 3: Νότιο τμήμα της περιοχή μελέτης όπως φαίνεται μέσα από το Google Earth.

Η Ν. Σαλαμίνα έχει έκταση 96.09 τ.χλμ. Η περιοχή μελέτης καταλαμβάνει 16.41τ.χλμ.. Οι ορθοφωτογραφίες που αντιστοιχούν στην περιοχή μελέτης καλύπτουν περιοχές σύμφωνα με τους κωδικούς φύλλου του Εθνικού Κτηματολογίου. Οι κωδικοί αυτοί παρουσιάζονται παρακάτω στον πίνακα που ακολουθεί.

Η περιοχή μελέτης που περιλαμβάνεται στις ορθοφωτογραφίες με τους παραπάνω κωδικούς του Εθνικού Κτηματολογίου παρουσιάζεται στον παρακάτω χάρτη. Όπως φαίνεται η περιοχή μελέτης είναι η κόκκινη ζώνη, ενώ το υπόβαθρο είναι οι ορθοφωτογραφίες του έτους 1998 κλίμακας 1:5000.

Περιοχή Μελέτης Ν. Σαλαμίνας



Χάρτης 4: Περιοχή Μελέτης όπως φαίνεται στις ορθοφωτογραφίες του 1998.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Γενικά

Το ενδιαφέρον της μελέτης εστιάζεται γεωγραφικά στην περιοχή της νήσου Σαλαμίνας. Στο εισαγωγικό μέρος αναφέρεται ότι, ο στόχος για την μελέτη είναι η διαχρονική παρακολούθηση των αλλαγών, στην κάλυψη γης για ορισμένη περιοχή μελέτης στη Νήσο Σαλαμίνα. Η χρονική περίοδος, που εξετάζονται οι αλλαγές στην κάλυψη γης, ξεκινάει από το έτος 1945 διότι, στην Ελλάδα δεδομένα φωτογραμμετρικά υπάρχουν από το έτος 1945 (Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού). Είναι λογικό, ότι όσο περισσότερες χρονικές περιόδους ληφθούν υπόψη, τόσο καλύτερη θα είναι η παρατήρηση των αλλαγών και η εξαγωγή συμπερασμάτων. Στο σημείο αυτό, πρέπει να επισημανθεί η δυσκολία εξεύρεσης δωρεάν ή χαμηλού κόστους φωτογραμμετρικών, τηλεπισκοπικών, τοπογραφικών και χαρτογραφικών δεδομένων για την εκπόνηση επιστημονικών διατριβών, στο πλαίσιο της διπλωματικής διατριβής σε Πανεπιστημιακό επίπεδο. Με βάση τον παραπάνω περιορισμό έγινε αναζήτηση δεδομένων για την περιοχή μελέτης. Ιδανικό σενάριο αποτελεί η εξεύρεση δεδομένων ανά δεκαετία. Στην εργασία των Chalkias et. al. (2010) το χρονικό διάστημα της μελέτης αφορά την περίοδο 1945-2007 με επιλογή έξι ενδιάμεσων χρονικών περιόδων για τον εντοπισμό στις αλλαγές κάλυψης γης.

Στην παρούσα εργασία ο στόχος ήταν η εξεύρεση δεδομένων υψηλής ακρίβειας και ευκρίνειας, ώστε να επιτρέπεται η λεπτομερής παρατήρηση και ο εντοπισμός των αλλαγών κάλυψης της περιοχής. Τα δεδομένα αυτά είναι, χάρτες μεγάλης κλίμακας (1:5.000), αεροφωτογραφίες κλίμακας από 1:5.000-1:15.000, ορθοφωτοχάρτες και ορθοφωτογραφίες κλίμακας 1:5.000 και τηλεπισκοπικά δεδομένα μεγάλης δικριτικής ικανότητας. Η εξεύρεση δεδομένων υψηλής ακρίβειας, ευκρίνειας και ανάλυσης έχει ως στόχο, την παρατήρηση της περιοχής σε κλίμακα που να επιτρέπει την λεπτομερή καταγραφή των αλλαγών κάλυψης για την περιοχή μελέτης, σε αντίθεση με το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα Corine, όπου η κλίμακα παρατήρησης είναι 1:100.000 και δεν επιτρέπεται η αναλυτική παρατήρηση με μεγάλη ακρίβεια σε τοπικό επίπεδο. Το

Ευρωπαϊκό πρόγραμμα Corine αναφέρεται στις αλλαγές σε εθνικό επίπεδο ενώ, η ανάλυση και διακριτική ικανότητα των δεδομένων που χρησιμοποιούνται, είναι αδύνατο να εξυπηρετήσουν την παρατήρηση σε κλίμακα της τάξης του 1:5.000. Επομένως κρίθηκε ότι η κλίμακα 1:5.000 ικανοποιεί τις παραπάνω συνθήκες για την διεξαγωγή της έρευνας και η αναζήτηση των δεδομένων εστιάζεται σε αντίστοιχη κλίμακας δεδομένα.

Η αναζήτηση των δεδομένων αρχικά ξεκίνησε από τους Δημόσιους οργανισμούς που παρέχουν τα αντίστοιχα δεδομένα, όπως αυτά περιγράφονται προηγουμένως και ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της εργασίας. Αυτοί οι οργανισμοί ήταν ο Οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογραφήσεων Ελλάδος (ΟΚΧΕ), η Κτηματολόγιο Α.Ε., η Τοπογραφική Υπηρεσία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, ο Οργανισμός Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού και Εγγυήσεων (ΟΠΕΚΕΠΕ) και η Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (ΓΥΣ). Τα αποτελέσματα της αναζήτησης φανέρωσαν ότι, οι παραπάνω οργανισμοί δεν παρέχουν δωρεάν δεδομένα για ερευνητική χρήση εντός Πανεπιστημίου. Μοναδική εξαίρεση αποτελεί η Κτηματολόγιο Α.Ε. η οποία παραχωρεί δεδομένα για ερευνητική χρήση μετά την υποβολή σχετικού αιτήματος προς το αρμόδιο τμήμα της εταιρείας. Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η υποβολή αιτήματος για δωρεάν παραχώρηση δεδομένων προς την Κτηματολόγιο Α.Ε.. Το αποτέλεσμα ήταν η παραχώρηση ορθοφωτογραφιών κλίμακας 1:5.000 για τα έτη 1945 και 1998 για ολόκληρη τη Ν. Σαλαμίνα. Κρίθηκε σκόπιμο η εξεύρεση δεδομένων που αφορά μία ενδιάμεση χρονική περίοδο ανάμεσα στις δεκαετίες του '70 και '80. Η αναζήτηση έγινε στην ΓΥΣ και το αποτέλεσμα ήταν μία αεροφωτογραφία του 1979 και κλίμακας 1:15.000 που καλύπτει ένα τμήμα της περιοχής μελέτης. Τέλος, σχετικά με τα τηλεπισκοπικά δεδομένα αξιοποιήθηκε η εφαρμογή Google Earth, η οποία παρέχει δορυφορικά δεδομένα υψηλής ακρίβειας, με τελευταία ανανέωση πληροφορίας για την περιοχή μελέτης το έτος 2008, που ικανοποιούν τους στόχους και την ακρίβεια όπως περιγράφονται παραπάνω. Επομένως, το αποτέλεσμα της αναζήτησης ήταν η εξεύρεση δεδομένων, για τρεις χρονικές περιόδους που καλύπτουν ολόκληρη την περιοχή μελέτης και η προσθήκη μιας αεροφωτογραφίας που καλύπτει μερικό τμήμα της περιοχής μελέτης. Παρακάτω παρουσιάζεται αναλυτικά κάθε κατηγορία δεδομένων.

Ορθοφωτογραφίες 1945 και 1998 – Κτηματολόγιο Α.Ε.

Οι ορθοφωτογραφίες που παραδόθηκαν ήταν σε ψηφιακή μορφή (raster) και αφορούν τις χρονολογίες 1945 και 1998. Μαζί με τις ορθοφωτογραφίες δόθηκε συνοδευτικό αρχείο με την γεωδαιτική αναφορά για κάθε ορθοφωτογραφία. Η γεωδαιτική αναφορά περιελάμβανε τις συντεταγμένες στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ 87). Συγκεκριμένα δόθηκαν οι συντεταγμένες της πάνω αριστερά και κάτω δεξιάς γωνίας για κάθε ορθοφωτογραφία, όπως αυτές αντιστοιχούν στους κωδικούς φύλλων του εθνικού κτηματολογίου. Αναλυτικά οι ορθοφωτογραφίες και οι αντίστοιχοι κωδικοί φύλλων του εθνικού κτηματολογίου φαίνονται στον πίνακα 2.

α/α	ΟΤΑ*	Κωδικός Φύλλου Εθνικού Κτηματολογίου	Κωδικός Φύλλου Δασικού Χάρτη
1	ΑΙΑΝΤΕΙΟΥ	4480-41940/5	05010004
2		4480-41970/5	05010008
3		4520-41940/5	05010005
4	ΣΕΛΗΝΙΩΝ	4520-41970/5	05131001
5	ΣΑΛΑΜΙΝΑΣ	4520-42000/5	05129003
6		4560-41970/5	05129001
7		4560-42000/5	05129004

***Σημείωση:** Οι ΟΤΑ αφορούν την διοικητική διαίρεση πριν το πρόγραμμα "Καλλικράτης".

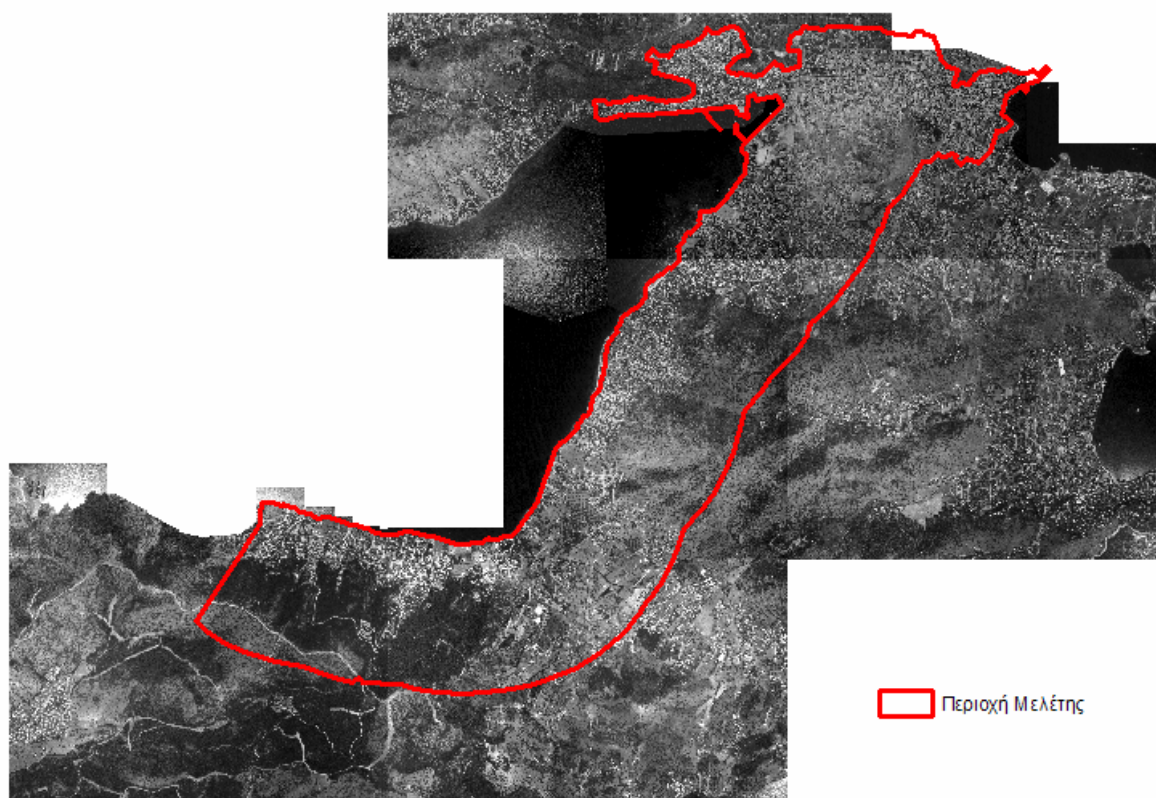
Πίνακας 2: Κωδικοί φύλλου του Εθνικού Κτηματολογίου και Δασικών Χαρτών.

Οι ορθοφωτογραφίες δόθηκαν σε κλίμακα 1:5.000 με οριζοντιογραφικό μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE) μικρότερο από 50 εκατοστά. Το υψομετρικό μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE) ακολουθεί τον ίδιο κανόνα και είναι μικρότερο από 50 εκατοστά. Η παραγωγή των ορθοφωτογραφιών έγινε από αεροφωτογραφίες κλίμακας 1:15.000 με βάθος εστίας (F) = 153. Η σάρωση των αεροφωτογραφιών έγινε με ανάλυση 1.200 dpi (Dots per inch). Στον πίνακα 3 που ακολουθεί παρουσιάζονται αναλυτικά τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ορθοφωτογραφιών του 1945 και 1998.

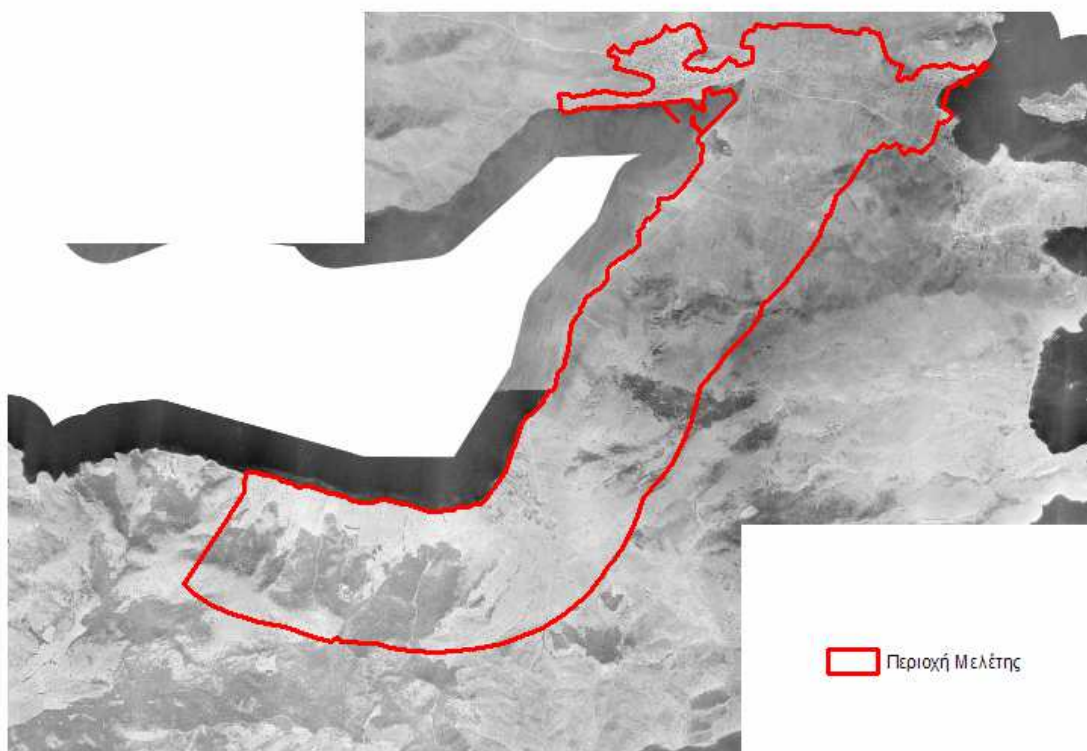
ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΤΙΜΗ
Μέγεθος Ψηφίδας	5m.
Αριθμός Στηλών	8000
Αριθμός Γραμμών	6000
Είδος Αρχείου	TIFF
Αριθμός Καναλιών	1
Βάθος Ψηφίδας	8 bit
Γεωδαιτική Αναφορά	ΕΓΣΑ 87

Πίνακας 3: Τεχνικά χαρακτηριστικά ορθοφωτογραφιών.

Στις εικόνες 4 και 5 απεικονίζεται το μωσαϊκό των ορθοφωτογραφιών για τα έτη 1998 και 1945 αντίστοιχα.



Εικόνα 4: Μωσαϊκό των ορθοφωτογραφιών του 1998.



Εικόνα 5: Μωσαϊκό των ορθοφωτογραφιών του 1945.

Αεροφωτογραφία έτους 1979 της ΓΥΣ

Σημαντική πηγή πληροφορίας για την χρονική περίοδο μεταξύ 1970 και 1980 αποτελεί η αεροφωτογραφία του έτους 1979. Έγινε αναζήτηση στη ΓΥΣ με σκοπό, την εξεύρεση αεροφωτογραφιών που θα κάλυπταν ολόκληρη την περιοχή μελέτης, ή ένα μεγάλο μέρος της περιοχής. Τα αποτελέσματα της αναζήτησης δεν ήταν ικανοποιητικά επειδή, μεγάλος αριθμός αεροφωτογραφιών δεν εξασφάλιζε τις προϋποθέσεις της εργασίας, όπως τέθηκαν αρχικά για χρήση δεδομένων κλίμακας μεταξύ 1:5.000 και 1:15.000. Ο μεγαλύτερος αριθμός αεροφωτογραφιών ήταν μικρότερης κλίμακας της τάξεως 1:30.000. Επιπλέον, η κάλυψη ολόκληρης της περιοχής μελέτης εξασφαλίζεται, μόνο από αεροφωτογραφίες διαφορετικής χρονολογίας και κλίμακας, κάτι το οποίο δεν είναι συμβατό με τις προϋποθέσεις της εργασίας. Το μοναδικό στοιχείο που εξασφάλισε τους αρχικούς στόχους και κριτήρια για τα δεδομένα, ήταν μια μοναδική

αεροφωτογραφία έτους 1979 και κλίμακας 1:15.000 που καλύπτει μερικό τμήμα της περιοχής μελέτης.

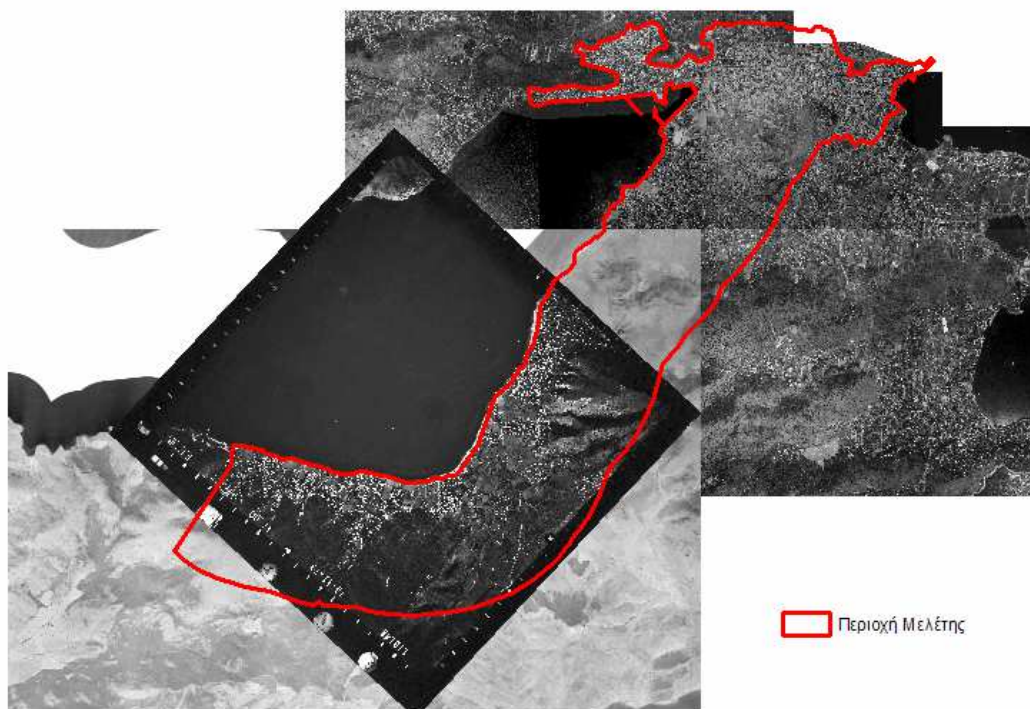
Η σημασία εξεύρεσης δεδομένων για αυτή την περίοδο είναι σημαντική αφού, εξασφαλίζεται η ύπαρξη πληροφορίας μεταξύ 1945 και 1998. Η δεκαετία μεταξύ 1970 και 1980 είναι πολύ σημαντική για το νησί αφού, όπως αναφέρεται στο δεύτερο κεφάλαιο *'' Παράγοντες που Επηρεάζουν την Κάλυψη Γης''*, υπάρχουν κοινωνικά, οικονομικά και πολεοδομικά κριτήρια που επηρεάζουν τις αλλαγές στην κάλυψη και κρίνεται απαραίτητη η παρατήρηση της περιοχής και σε ενδιάμεση περίοδο αφού, το χρονικό διάστημα των 53 ετών από το 1945 μέχρι το 1998 είναι αρκετά μεγάλο. Επιπλέον, η σημασία της χρονικής περιόδου μεταξύ 1970 και 1980, αφορά σημαντικές αλλαγές στον κοινωνικό, οικονομικό και πολεοδομικό ιστό για αυτή την περίοδο, όπως αναφέρεται στο τρίτο κεφάλαιο *'' Κοινωνικά Οικονομικά και Πολεοδομικά Κριτήρια της Περιοχής''*.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΤΙΜΗ
Μέγεθος Ψηφίδας	1.12 m.
Αριθμός Στηλών	5964
Αριθμός Γραμμών	5940
Είδος Αρχείου	TIFF
Αριθμός Καναλιών	1
Βάθος Ψηφίδας	8 bit
Γεωδαιτική Αναφορά	ΕΓΣΑ 87

Πίνακας 4: Τεχνικά χαρακτηριστικά σαρωμένης αεροφωτογραφίας.

Η αεροφωτογραφία του έτους 1979 είναι κλίμακας 1:15.000 και προέρχεται από το φύλλο χάρτη των Μεγάρων, κλίμακας 1:50.000 με αριθμό 118148. Η αεροφωτογραφία αγοράστηκε και παραδόθηκε σε αναλογική μορφή, σε φωτογραφικό χαρτί διαστάσεων 24X24cm. Το ύψος πτήσης είναι 2730 μέτρα και το βάθος εστίας (F) = 151.95. Η αεροφωτογραφία σαρώθηκε σε ανάλυση 600 dpi με σκοπό την επεξεργασία της σε ψηφιακή μορφή και την παραγωγή ορθοφωτογραφίας. Για την παραγωγή

ορθοφωτογραφίας έγινε χρήση ισοϋψών καμπυλών με ισοδιάσταση 4 μέτρων. Η σαρωμένη αεροφωτογραφία γεωαναφέρθηκε σε ΕΓΣΑ 87. Στην εικόνα 6 παρουσιάζεται η αεροφωτογραφία του 1979, όπως φαίνεται με βάση το υπόβαθρο των ορθοφωτογραφιών του 1945 και 1998.



Εικόνα 6: Η αεροφωτογραφία του 1979.

Τηλεπισκοπικά Δεδομένα – Η εφαρμογή Google Earth.

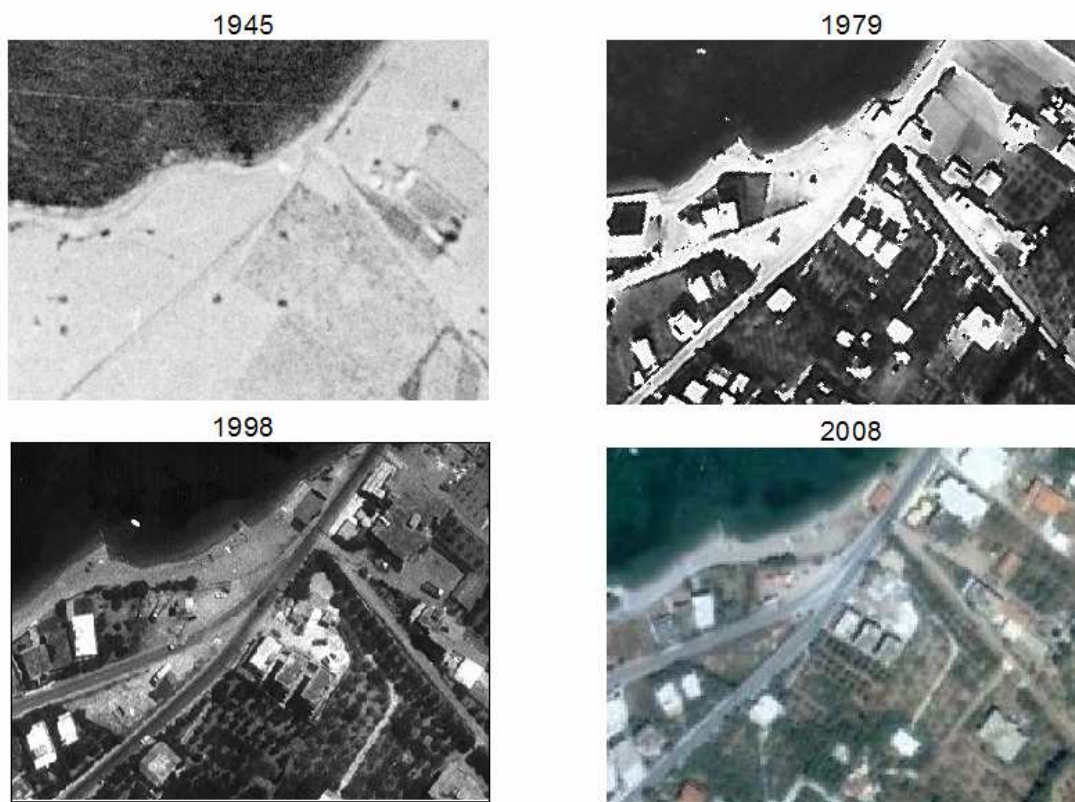
Γενικά, δωρεάν τηλεπισκοπικά δεδομένα υψηλής διακριτικής ικανότητας είναι πολύ δύσκολο να παραχωρηθούν εξαιτίας του μεγάλου κόστους ενώ, η αναζήτηση δορυφορικών εικόνων που καλύπτουν ολόκληρη την περιοχή μελέτης, περιορίζεται μόνο στην περίπτωση χρήσης δορυφορικών εικόνων που αφορούν την περιοχή και χρησιμοποιήθηκαν για προηγούμενη μελέτη στο παρελθόν. Γνωρίζοντας τα παραπάνω, επιλέχτηκε για την παρατήρηση της κάλυψης γης η εφαρμογή Google Earth. Τα

δεδομένα και οι εικόνες που παρέχονται από την εφαρμογή, απεικονίζουν την περιοχή μελέτης το έτος 2008, παρέχοντας έτσι την δυνατότητα για παρατήρηση σε σχέση με την κάλυψη γης, σε χρονική περίοδο πολύ κοντά στην σημερινή κατάσταση. Επίσης, η μη ύπαρξη δεδομένων ύστερα από τις ορθοφωτογραφίες του 1998, καθιστά την χρησιμοποίηση της εφαρμογής πολύ χρήσιμη.

Η εφαρμογή Google Earth δίνει την δυνατότητα στον χρήστη που δεν έχει εμπειρία από την χρήση και επεξεργασία δορυφορικών δεδομένων, να αξιοποιήσει τις πληροφορίες που παρέχονται εντελώς δωρεάν ενώ, επιπλέον υπάρχει και η έκδοση Google Earth Professional που απευθύνεται σε πιο εξειδικευμένους χρήστες. Εδώ επιλέχτηκε η δωρεάν εφαρμογή με σκοπό, την ανάπτυξη μεθόδων επεξεργασίας και αξιοποίησης της εφαρμογής, έτσι ώστε ο κάθε απλός χρήστης ή επιστήμονας που θα ακολουθήσει συγκεκριμένα βήματα, να μπορεί να αξιοποιήσει την εφαρμογή για αντίστοιχους σκοπούς που εμπίπτουν στους σκοπούς της παρούσας εργασίας. Εδώ, αξίζει να σημειωθεί η εφαρμογή Θέαση Ορθοφωτογραφιών, που δημιουργήθηκε από την Κτηματολόγιο Α.Ε. με σκοπό να δοθεί σε όλους τους πολίτες η δυνατότητα για δωρεάν περιήγηση σε χαρτογραφικό υλικό όλης της χώρας. Οι ορθοφωτογραφίες, που παρέχονται με αυτή την υπηρεσία, αφορούν στο σύνολο της Ελληνικής Επικράτειας με εξαίρεση ορισμένες παραμεθόριες περιοχές καθώς και ορισμένες διαβαθμισμένες εγκαταστάσεις, για τις οποίες ισχύουν περιορισμοί και απαγορεύσεις από τις αρμόδιες Αρχές και Υπηρεσίες της χώρας σε ότι αφορά στις διαδικασίες των αεροφωτογραφήσεων. Η χωρική ανάλυση των εικόνων είναι 20cm για τις αστικές περιοχές και 50cm για τις υπόλοιπες περιοχές της χώρας. Οι ορθοφωτογραφίες αυτές, που προέκυψαν από φωτοληψίες περιόδου 2007 έως 2009, αποτελούν το πλέον πρόσφατα ενημερωμένο χαρτογραφικό υλικό με τη μεγαλύτερη δυνατή ανάλυση. Η εφαρμογή αυτή παρέχει στον χρήστη, την δυνατότητα ψηφιοποίησης και εξαγωγή παραγόμενων αποτελεσμάτων ενώ, βρίσκεται σε πιλοτική λειτουργία (https://www.ktimanet.gr/CitizenWebApp/Orthophotographs_Page.aspx).

Η εφαρμογή Google Earth έχει ως γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς το Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (WGS84). Η τελευταία έκδοση που διατίθεται δωρεάν

στους χρήστες είναι η έκδοση 6.2. Ως βάση για την δημιουργία του παγκόσμιου μωσαϊκού χρησιμοποιήθηκαν αρχικά πολυφασματικές δορυφορικές εικόνες Landsat με ανάλυση 30m και πανχρωματικές με ανάλυση 15m. Στην συνέχεια η βάση αντικαταστάθηκε από δορυφορικές εικόνες Spot με ανάλυση 2.5m. Η ανάλυση αυτή διαφέρει από περιοχή σε περιοχή ενώ, ορισμένες περιοχές καλύπτονται από ορθοφωτογραφίες με μεγαλύτερη ανάλυση. Βασικοί προμηθευτές δορυφορικών εικόνων του προγράμματος Google Earth είναι οι εταιρείες: Digital Globe, GeoEye-1, Ikonos, Spot Image.



Εικόνα 7: Ανάλυση δεδομένων κατά περίοδο. Ορθοφωτογραφίες για τα έτη 1945,1998, αεροφωτογραφία για το 1979 και δορυφορική εικόνα από το Google Earth για το 2008.

Η ανάλυση που προσφέρουν οι δορυφορικές εικόνες της εφαρμογής ικανοποιούν τα βασικά κριτήρια σε σχέση με την κλίμακα εργασίας που επιλέχτηκε (εικόνα 7). Οι δορυφορικές εικόνες που παρέχονται μέσα από την εφαρμογή, δίνουν την δυνατότητα

για αναλυτική παρατήρηση της κάλυψης γης, εφάμιλης αυτής των ορθοφωτογραφιών του 1998. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να εκτελέσει μια σειρά από βασικές διεργασίες ψηφιοποίησης με την χρήση των εργαλείων που παρέχονται. Επομένως, είναι δυνατή η παραγωγή πολυγώνων, σημείων, γραμμών και η εξαγωγή αυτών, ως διανυσματικά αρχεία που υποστηρίζονται από τον τύπο kmz. Επιπλέον, είναι δυνατή η εξαγωγή εικόνων και περαιτέρω επεξεργασία τους ως ψηφιδωτά αρχεία. Τέλος, ο χρήστης της εφαρμογής έχει την δυνατότητα εισαγωγής εικόνων, πολυγώνων, γραμμικών διανυσματικών αρχείων και σημειακών διανυσματικών αρχείων.

Ισοϋψείς Καμπύλες

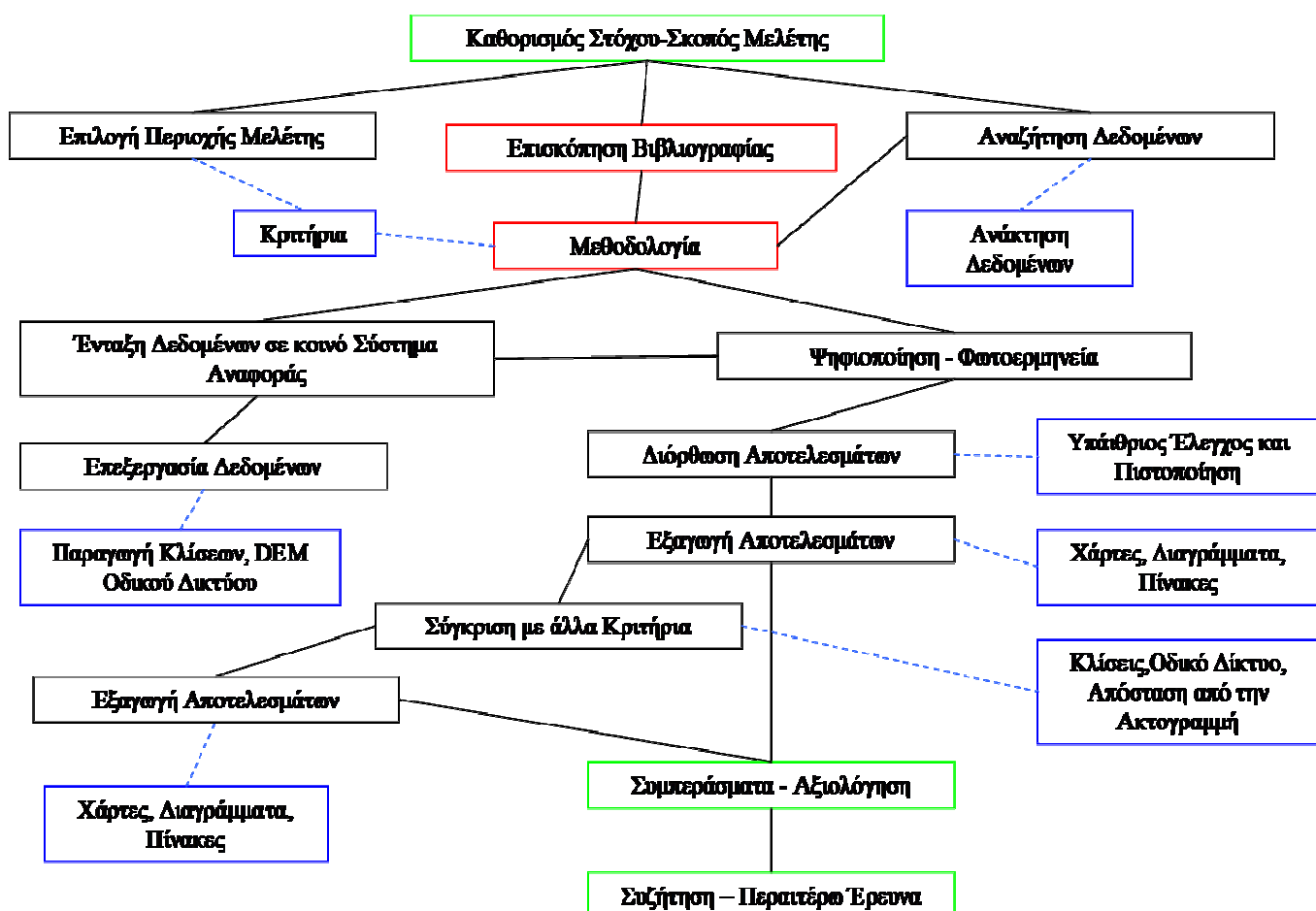
Για την ορθοαναγωγή της αεροφωτογραφίας του 1979, την παραγωγή ψηφιακών μοντέλων αναγλύφου και κλίσεων χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς καμπύλες με ισοδιάσταση 4m. Τα αρχεία των ισοϋψών καμπυλών δίνονται σε μορφή dxf. και αντιστοιχούν στους κωδικούς φύλλων του εθνικού κτηματολογίου όπως φαίνονται στον πίνακα 2. Οι ισοϋψείς καμπύλες εμφανίζουν μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE) +/- 50 εκατοστά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Γενικά

Η μεθοδολογία που ακολουθείται στην εργασία βασίζεται, στην αξιοποίηση των μεθόδων και τεχνικών της Γεωπληροφορικής και των Γ.Σ.Π., ενώ η θεωρία πηγάζει από διαφορετικούς επιστημονικούς τομείς όπως, τα Γ.Σ.Π., η Τηλεπισκόπηση, η Χαρτογραφία, η Φωτογραμμετρία.



Εικόνα 8: Διάγραμμα ροής εργασιών.

Οι διαφορετικές μεθοδολογίες και τεχνικές έχουν εφαρμογή, σε διαφορετικά χαρτογραφικά δεδομένα και υποβάθρα για κάθε χρονική περίοδο όπως ορθοφωτογραφίες, αεροφωτογραφίες, τοπογραφικά δεδομένα και δορυφορικές εικόνες. Επομένως, εξαιτίας των πολλαπλών εργασιών που απαιτούνται κρίθηκε απαραίτητη η οργάνωση των εργασιών σε επίπεδα εργασίας με στόχο, την δημιουργία ενός διαγράμματος ροής εργασιών (Εικόνα 8).

Λογισμικά

Τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία είναι: ArcMap 9.3, Arc Catalog 9.3, Envi 4.8, το δωρεάν εργαλείο Convert KML to SHP που ενσωματώθηκε στο λογισμικό ArcMap 9.3. και η εφαρμογή Google Earth 6. Παρακάτω γίνεται μια σύντομη περιγραφή του κάθε λογισμικού και των εργασιών που έγιναν σε αυτά.

Αρχικά δημιουργήθηκε μια γεωβάση (geodatabase) με το λογισμικό ArcCatalog 9.3 της ESRI, στην οποία αποθηκεύτηκαν όλα τα γεωγραφικά δεδομένα της εργασίας. Η συμβολή του λογισμικού κατά την διάρκεια της εργασίας ήταν η διαχείριση της βάσης δεδομένων που είχε αναπτυχθεί και η προσθήκη και τροποποίηση νέων παραγόμενων δεδομένων. Το λογισμικό ArcMap 9.3 χρησιμοποιήθηκε για τον βασικό σκοπό της εργασίας, την διαχείριση των δεδομένων, την δημιουργία φωτομωσαϊκού, την παρατήρηση της κάλυψης γης, την ψηφιοποίηση των πολυγώνων κάλυψης, την δημιουργία χαρτών και την επεξεργασία των αποτελεσμάτων με στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων. Στο λογισμικό ArcMap 9.3 ενσωματώθηκε το δωρεάν εργαλείο Convert KML to SHP του Jason Parent με τελευταία ανανέωση στις 8 Σεπτεμβρίου 2010. Το εργαλείο αυτό επιτρέπει, την μετατροπή των αρχείων kml που εξάγονται από το Google Earth και περιέχει τα πολύγωνα κάλυψης του έτους 2008, σε αρχεία shapefiles με δυνατή την περαιτέρω επεξεργασία στο ArcMap.

Το λογισμικό Envi 4.8 της Inforest αναφέρεται στην επεξεργασία τηλεπισκοπικών και φωτογραμμετρικών δεδομένων. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε για

την επεξεργασία της σκαναρισμένης αεροφωτογραφίας του 1979 και την ορθοαναγωγή αυτής. Τέλος, η εφαρμογή Google Earth 6 χρησιμοποιήθηκε ως πηγή για την κάλυψη γης του έτους 2008 για την περιοχή μελέτης, ενώ έγινε χρήση των εργαλείων που παρέχει για την ψηφιοποίηση των πολυγώνων κάλυψης, την εξαγωγή των αρχείων kml, την εισαγωγή πολυγώνων και αρχείων από το πρόγραμμα ArcMap, και την εξαγωγή δορυφορικών εικόνων. Για την επεξεργασία στατιστικών στοιχείων και εξαγωγή διαγραμμάτων έγινε χρήση του προγράμματος Excel από το πακέτο Office 2007.

Δημιουργία Χωρικής Βάσης Δεδομένων

Αρχικά δημιουργήθηκε μια γεωβάση (geodatabase) με το λογισμικό ArcCatalog στην οποία αποθηκεύτηκαν όλα τα γεωγραφικά δεδομένα της εργασίας. Τα δεδομένα αρχικά ήταν οι ψηφιακές ορθοφωτογραφίες από την Κτηματολόγιο Α.Ε. του 1945 και 1998, η ψηφιακή αεροφωτογραφία της ΓΥΣ του 1979 και τα αρχεία dxf. που περιλαμβάνουν τις ισουΰνεις καμπύλες τις περιοχής. Η γεωβάση χωρίστηκε σε δύο κύριες κατηγορίες που περιλαμβάνει, τα πρωτογενή δεδομένα και τα παραγόμενα αποτελέσματα της ψηφιοποίησης και της επεξεργασίας των πρωτογενών δεδομένων. Τα δεδομένα σε κάθε περίπτωση, ταξινομούνται με βάση την χρονολογία στην οποία αναφέρονται και χωροθετούνται σε ξεχωριστούς φακέλους. Τα παραγόμενα αποτελέσματα κάθε λογισμικού που χρησιμοποιείται, αποθηκεύονται σε διαφορετικούς φακέλους με στόχο την καλύτερη ταξινόμηση και διευκόλυνση της ανάκτησής τους. Μέσα από το λογισμικό ArcCatalog είναι εύκολη η διαχείριση των δεδομένων, η αντιγραφή, η μετακίνηση και η αλλαγή βασικών χαρακτηριστικών, όπως η αλλαγή του συστήματος γεωδαιτικής αναφοράς.

Γεωαναφορά Ορθοφωτογραφιών 1945 - 1998

Η Γεωαναφορά (Georeference) αναφέρεται στη διαδικασία κατά την οποία προσδίδονται συντεταγμένες του πραγματικού κόσμου σε μία ψηφιακή εικόνα. Η εικόνα που προκύπτει ονομάζεται έτσι γεωαναφερόμενη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εξαγωγή χαρτογραφικών πληροφοριών σε διανυσματική μορφή με την διαδικασία της ψηφιοποίησης σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, ή να συνδυαστεί με ήδη υπάρχοντα ψηφιακά γεωαναφερόμενα δεδομένα για την δημιουργία χαρτοσύνθεσης ή την γεωγραφική ανάλυση και εξαγωγή συμπερασμάτων, με την προϋπόθεση την ύπαρξη ενός κοινού συστήματος γεωγραφικής αναφοράς. Η διαδικασία της Γεωαναφοράς περιλαμβάνει την επιλογή σημείων ελέγχου (control points) από την σαρωμένη εικόνα των οποίων οι συντεταγμένες σε ένα ορισμένο γεωγραφικό σύστημα αναφοράς είναι ήδη γνωστές.

Για τις ορθοφωτογραφίες της εργασίας υπάρχει συνοδευτικό αρχείο (Πίνακας 2, Παράρτημα) που περιλαμβάνει τις συντεταγμένες της πάνω αριστερά γωνίας και κάτω δεξιά για κάθε ορθοφωτογραφία, όπως αυτές αντιστοιχούν στους κωδικούς φύλλων του εθνικού κτηματολογίου (Πίνακας 1). Το σύστημα γεωαναφοράς είναι το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ 87). Για τον άξονα x κάθε πινακίδα χωρίζεται ανά 4 χιλιόμετρα, ενώ για τον άξονα y χωρίζεται ανά 3 χιλιόμετρα (Παράρτημα, Πίνακας 2). Οι ορθοφωτογραφίες δόθηκαν σε ψηφιακή μορφή και ήταν κομμένες στα όρια της Σαλαμίνας. Επομένως, αυτό που έγινε ήταν να εντοπιστούν οι τέσσερις γωνίες των πινακίδων στο περιβάλλον του λογισμικού, που αντιστοιχούσαν στις τέσσερις γνωστές συντεταγμένες (control points). Για να γίνει αυτό έγινε εισαγωγή των ορθοφωτογραφιών στο λογισμικό ArcMap. Το λογισμικό παρέχει την δυνατότητα για γεωαναφορά εικόνας, είτε με γνωστές συντεταγμένες και εισαγωγή αρχείου συντεταγμένων, είτε με επιλογή κοινών γνωστών σημείων από γεωαναφερόμενη εικόνα. Η δυνατότητα αυτή εξασφαλίζεται μέσα από την γραμμή εργαλείων Georeferencing.

Η γεωαναφορά των ορθοφωτογραφιών έγινε ξεχωριστά για κάθε ορθοφωτογραφία για κάθε χρονική περίοδο. Όταν γίνεται εισαγωγή τις

ορθοφωτογραφίας στο λογισμικό ArcMap, το λογισμικό δίνει στην ορθοφωτογραφία αυθαίρετες συντεταγμένες χωρίς γεωαναφορά. Οι αυθαίρετες συντεταγμένες που δίνει το λογισμικό εντοπίζονται με σκοπό την δημιουργία αρχείου κειμένου που, αντιστοιχίζει τις συντεταγμένες της εικόνας στο ArcMap με τις πραγματικές συντεταγμένες της γεωαναφοράς που δίνονται αρχικά (Εικόνα 2, Παράρτημα). Αποτέλεσμα είναι η δημιουργία τόσων αρχείων κειμένου γεωαναφοράς, όσες είναι και οι ορθοφωτογραφίες. Η διαδικασία αυτή έγινε μια φορά αφού, οι ορθοφωτογραφίες του 1945 και του 1998 συμπίπτουν και χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια αρχεία για την γεωαναφορά. Η αντιστοίχιση των συντεταγμένων που δίνει το λογισμικό με τις πραγματικές συντεταγμένες σε ΕΓΣΑ 87 φαίνεται στον πίνακα 5.

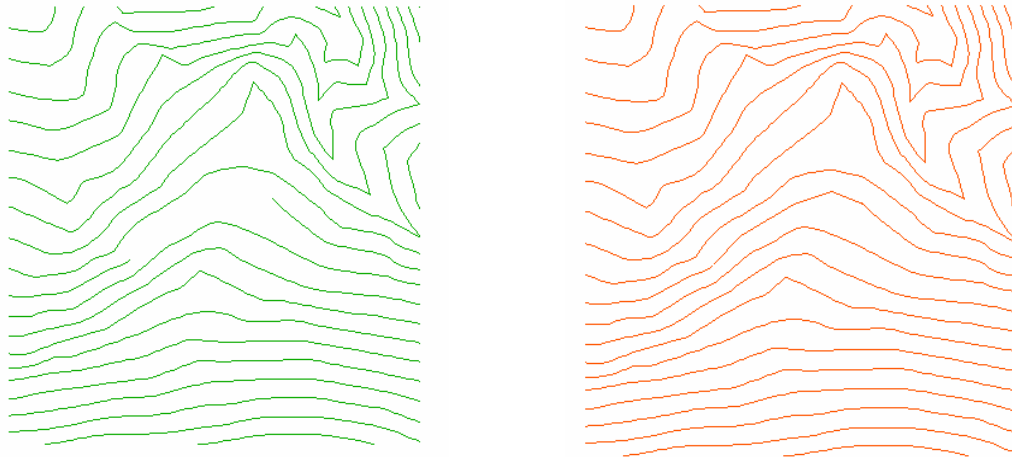
Κωδικός Φύλλων Κτηματολογίου	04520-41970/5	Συντεταγμένες Εικόνας
Πάνω Αριστερά	X 452000.00 Y 4200000.00	X 0.00 Y83.33333333333333
Πάνω Δεξιά	X 456000.00 Y 4197000.00	X 111.11111111111111 Y83.33333333333333
Κάτω Αριστερά	X 452000.00 Y 4197000.00	X 0.00 Y 0.00
Κάτω Δεξιά	X 456000.00 Y 4197000	X111.11111111111111 Y 0.00

Πίνακας 5: Αντιστοίχιση συντεταγμένων γεωαναφοράς.

Διόρθωση Ισοϋψών – Παραγωγή Κλίσεων και Ψηφιακού Μοντέλου Εδαφους

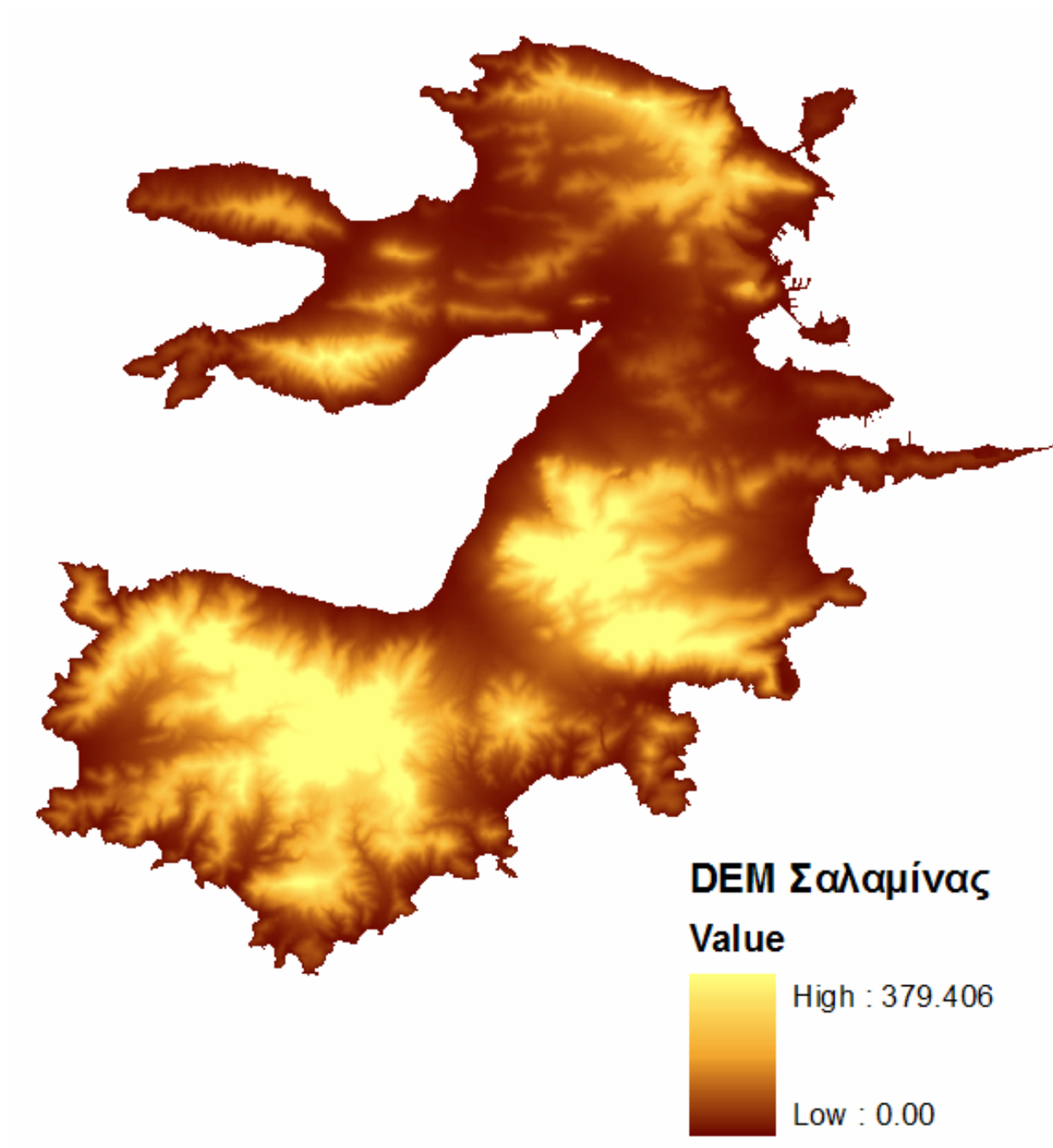
Οι ισοϋψείς καμπύλες χρησιμοποιήθηκαν για την ορθοαναγωγή της αεροφωτογραφίας του 1979, την παραγωγή ψηφιακών μοντέλων αναγλύφου και κλίσεων. Τα αρχεία που δόθηκαν αρχικά, περιείχαν σφάλματα και παραλήψεις που θα επηρέαζαν αρνητικά την παραγωγή ψηφιακών μοντέλων αναγλύφου και κλίσεων. Για τον λόγο αυτό έγινε ψηφιοποίηση και διόρθωση των ισοϋψών καμπυλών στο λογισμικό ArcMap (Εικόνα 9). Οι ισοϋψείς καμπύλες της περιοχής ακολουθούν την κωδικοποίηση σύμφωνα με τους κωδικούς των φύλλων χάρτη του κτηματολογίου και τα αρχεία

γεωαναφέρονται σύμφωνα με τις συντεταγμένες των αρχείων που χρησιμοποιήθηκαν για την γεωαναφορά των ορθοφωτογραφιών. Τα αρχεία των ισοϋψών καμπυλών δίνονται σε μορφή dxf. με ισοδιάσταση 4m. Οι ισοϋψείς καμπύλες εμφανίζουν μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE) +/- 50 εκατοστά.

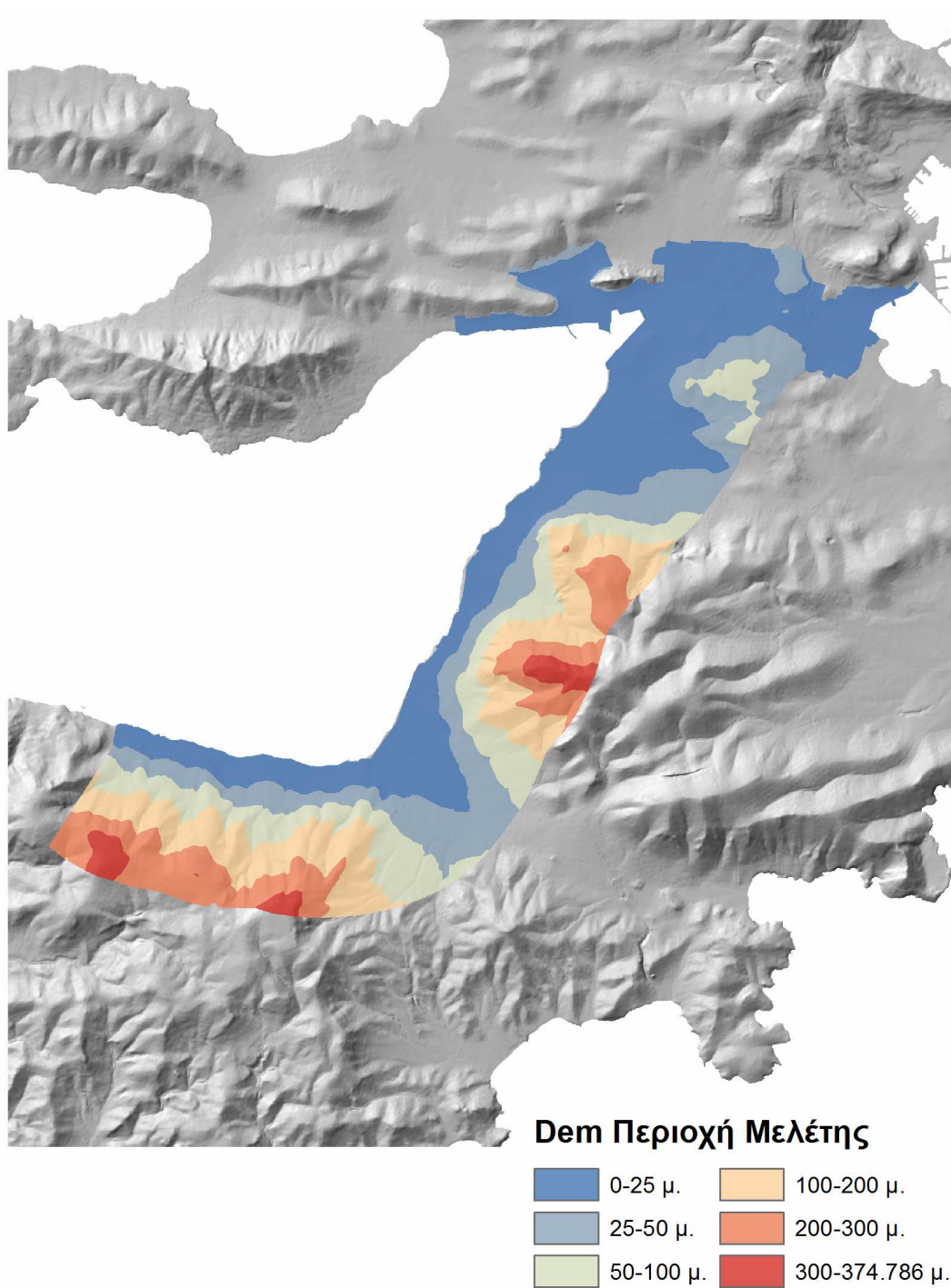


Εικόνα 9: Διόρθωση Ισοϋψών Καμπυλών.

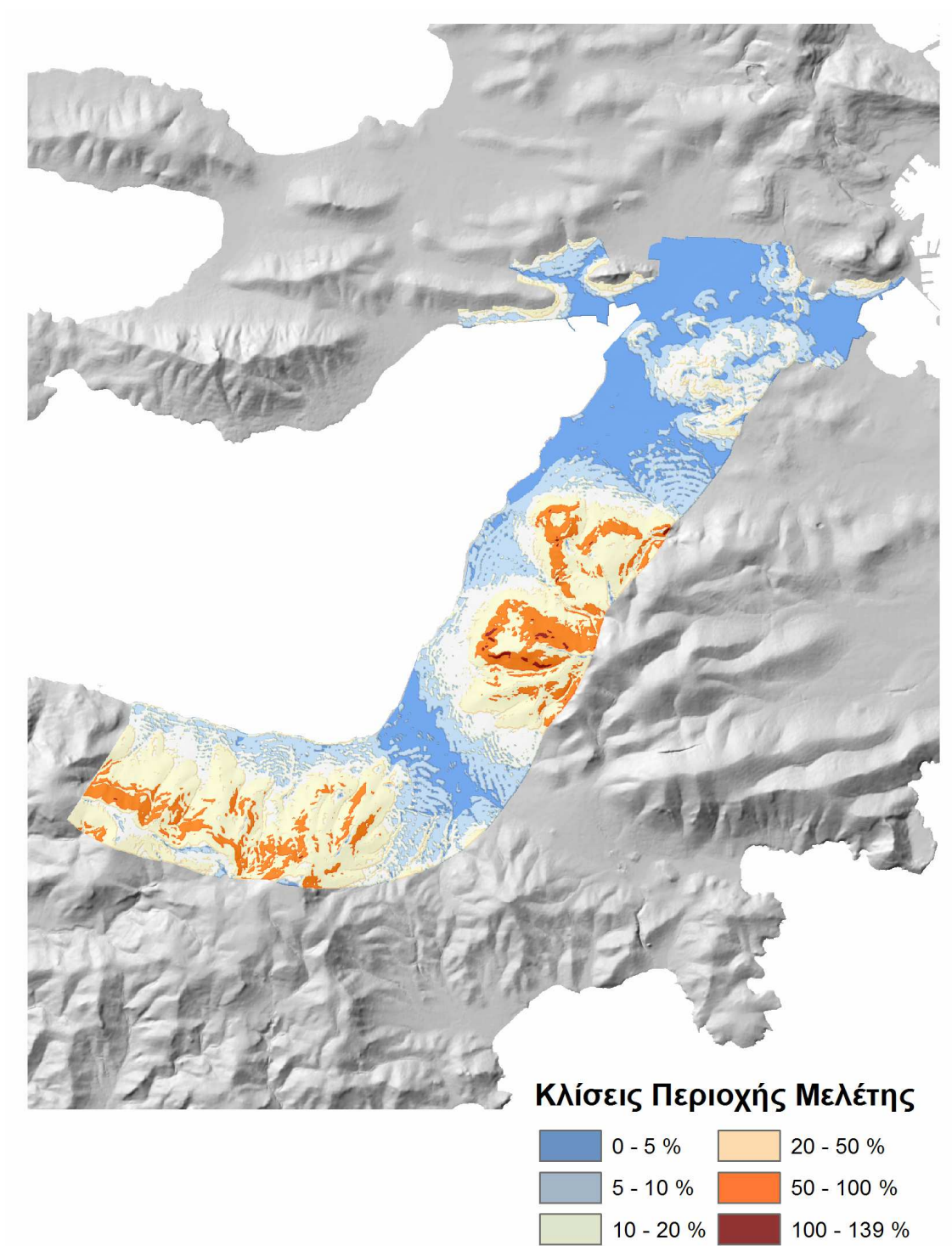
Στα αρχικά αρχεία των ισοϋψών περιέχονταν σημεία υψομέτρων ανεξάρτητα από τις ισοϋψείς καμπύλες. Τα σημεία αυτά κατά την δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου αναγλύφου και των κλίσεων, θα αποτελούσαν θόρυβο για το σύστημα υπολογισμού έχοντας μη επιθυμητά αποτελέσματα. Τα σημεία αυτά ψηφιοποιήθηκαν και εντάχτηκαν σε νέο σημειακό αρχείο με ολόκληρη την πληροφορία των υψομέτρων. Έπειτα μέσα από την ομάδα εργαλείων Spatial Analyst του ArcMap και με την χρήση της ρουτίνας Interpolation: Topo to Raster δημιουργήθηκε το ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων με μέγεθος ψηφίδας 5 μέτρα (Εικόνα 10). Το ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων της Σαλαμίνας υπολογίστηκε για την περιοχή μελέτης (Εικόνα 11), αφού κόπηκε στα όριά της, με την χρήση της ρουτίνας Clip από την ομάδα εργαλείων Data Management Tools: Raster Processing. Τέλος, για τον υπολογισμό των κλίσεων της περιοχής μελέτης (Εικόνα 12) χρησιμοποιήθηκε το ψηφιακό μοντέλο αναγλύφου της περιοχής και με την χρήση από την ομάδα εργαλείων Spatial Analyst της ρουτίνας Slope υπολογίστηκαν οι κλίσεις της περιοχής.



Εικόνα 10: Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρων Σαλαμίνας.



Εικόνα 11: Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρων Περιοχής Μελέτης.



Εικόνα 12: Κλίσεις στην Περιοχή Μελέτης.

Ορθοαναγωγή Αεροφωτογραφίας 1979

Η αεροφωτογραφία του έτους 1979 είναι κλίμακας 1:15.000 και προέρχεται από το φύλλο χάρτη των Μεγάρων, κλίμακας 1:50.000 με αριθμό 118148. Η αεροφωτογραφία σαρώθηκε σε ανάλυση 600 dpi με σκοπό την επεξεργασία της σε ψηφιακή μορφή και την παραγωγή ορθοφωτογραφίας. Η διαδικασία της ορθοαναγωγής έγινε στο περιβάλλον του λογισμικού Envi 4.8. Ορθοαναγωγή είναι η διαδικασία απαλοιφής των στρεβλώσεων μιας αεροφωτογραφίας που προκαλείται εξαιτίας της μορφολογίας του εδάφους και των αλλοιώσεων της κάμερας.

Όπως αναφέρεται στο δεύτερο κεφάλαιο στην ενότητα ``Αεροφωτογραφίες και Ορθοφωτογραφίες`` μία ορθοφωτογραφία είναι μία ορθή προβολή του εδάφους και αντιστοιχεί με έναν τοπογραφικό χάρτη αφού έχουν απαλειφθεί σφάλματα λόγω κλίσης και αναγλύφου. Στόχος της ορθοαναγωγής είναι, η παραγωγή μιας ορθοφωτογραφίας όπου θα παρέχει κατάλληλη μετρίτικη πληροφορία, για παρατήρηση της κάλυψης γης, φωτοερμηνείας, ψηφιοποίησης, παραγωγή χαρτών και διαγραμμάτων. Για την διαδικασία της ορθοαναγωγής απαιτείται να υπάρχουν οι ορθολογικοί πολυωνυμικοί συντελεστές (Rational Polynomial Coefficients, RPC) και το ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων (DEM). Είναι γεγονός, ότι σε κάθε αεροφωτογραφία κάθε θέση στην εικόνα συλλαμβάνεται την ίδια στιγμή από μια ενιαία θέση της κάμερας. Στην πραγματικότητα για κάθε αεροφωτογραφία υπάρχουν δύο πολυωνυμικοί συντελεστές. Ένας για τις στήλες και ένας για τις γραμμές της αεροφωτογραφίας. Οι δύο αυτοί συντελεστές υπολογίζονται από την τροχιακή θέση και τον προσανατολισμό του αεροπλάνου και της κάμερας. Έχοντας τους πολυωνυμικούς συντελεστές της αεροφωτογραφίας και το ψηφιακό μοντέλο εδάφους γίνεται η ορθοαναγωγή.

Έχοντας τα παραπάνω στοιχεία γίνεται η διαδικασία της ορθοαναγωγής στο λογισμικό Envi 4.8.. Από το menu επιλέγεται Map → Build RPCs γίνεται εισαγωγή του αρχείου της αεροφωτογραφίας. Αρχικά ως τύπος κάμερας επιλέγεται Frame Camera. Στην συνέχεια εισάγεται focal length = 151.95. Οι συντεταγμένες του πρωτεύοντος σημείου παραμένουν 0 (Principal Point x0 (mm) and Principal Point y0 (mm)). Επόμενο

βήμα είναι, ο εσωτερικός προσανατολισμός και η επιλογή των τεσσάρων χαρακτηριστικών σημείων της αεροφωτογραφίας σε κάθε πλευρά της. Στο σημείο αυτό μαρκάρονται τα τέσσερα σημεία και εισάγονται οι εικονοσυντεταγμένες. Το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMS) είναι 0.3139. Αφού έχουν επιλεγεί τα σημεία εκτελείται η εντολή "Export Fiducials to Build RPCs" και η διαδικασία ενημερώνει αυτόματα την αεροφωτογραφία. Επόμενο βήμα είναι ο εξωτερικός προσανατολισμός και η επιλογή των σημείων ελέγχου (Ground Control Points). Από τις ορθοφωτογραφίες του 1998 επιλέγονται 10 σημεία ελέγχου και μαρκάρονται στην σκαναρισμένη αεροφωτογραφία με $RMS = 0.7232$. Αφού έχουν επιλεγεί τα σημεία εκτελείται η εντολή "Export GCPs to Build RPCs Widget" και η διαδικασία ενημερώνει αυτόματα την αεροφωτογραφία υπολογίζοντας τις έξι παραμέτρους (XS, YS, ZS, Omega, Phi, και Kappa) του εξωτερικού προσανατολισμού. Το τελικό βήμα για την ολοκλήρωση της ορθοαναγωγής είναι η εισαγωγή του DEM. Αυτό γίνεται από το μενού Map > Orthorectification > Generic RPC and RSM > Orthorectify using RPC or RSM. Εκεί εμφανίζεται παράθυρο διαλόγου και γίνεται η εισαγωγή του DEM και κάποιων παραμέτρων όπως, το μέγεθος ψηφίδας του DEM και το μέγεθος ψηφίδας της αεροφωτογραφίας.

Έλεγχος Ακρίβειας Δεδομένων

Για τα δεδομένα διαφορετικής μορφής και κλίμακας, που χρησιμοποιούνται στην εργασία και μετά την διαδικασία ένταξης σε ένα ενιαίο σύστημα αναφοράς, ήταν απαραίτητος ο έλεγχος ακρίβειας. Ο έλεγχος γίνεται με την επιλογή κοινών σημείων και την εφαρμογή του τύπου για το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ((x'_i - x_i)^2 + (y'_i - y_i)^2)}{n}}$$

Αρχικά, για τις ορθοφωτογραφίες κλίμακας 1:5.000 του 1945 και 1998 της περιοχής, επιλέχτηκαν τριάντα κοινά χαρακτηριστικά σημεία (control points). Τα σημεία αυτά μετατράπηκαν σε σημειακό διανυσματικό αρχείο και με την ρουτίνα Point Distance από την ομάδα εργαλείων Analysis Tools του ArcMap υπολογίστηκε η απόσταση μεταξύ

των κοινών σημείων. Από την απόσταση αυτή υπολογίστηκε το μέσο τετραγωνικό σφάλμα για τα τριάντα σημεία και είναι: $RMSE = 3.52007$ μέτρα.

Η ίδια διαδικασία επαναλήφθηκε για τα δεδομένα μεταξύ 2008 και 1998. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα τα δεδομένα για το έτος 2008 είναι η δορυφορική πληροφορία που προσφέρει η εφαρμογή Google Earth. Επιλέχθηκαν τριάντα κοινά σημεία μεταξύ, των δορυφορικών εικόνων από το Google Earth και των ορθοφωτογραφιών του 1998. Τα σημεία που εντοπίστηκαν στο Google Earth έγιναν εξαγωγή ως αρχείο kmz. σε σύστημα αναφοράς WGS 84. Ύστερα έγινε εισαγωγή των σημείων στο πρόγραμμα ArcMap και με την ρουτίνα Point Distance από την ομάδα εργαλείων Analysis Tools του ArcMap υπολογίστηκε η απόσταση μεταξύ των κοινών σημείων. Από την απόσταση αυτή υπολογίστηκε το μέσο τετραγωνικό σφάλμα για τα τριάντα σημεία και είναι: $RMSE = 4.14363$ μέτρα.

Τα αποτελέσματα του ελέγχου είναι ικανοποιητικά και το μέσο τετραγωνικό σφάλμα παρουσιάζει επιτρεπόμενες τιμές. Αυτό σχετίζεται με την κλίμακα των δεδομένων και την ελάχιστη χαρτογραφική μονάδα. Η κλίμακα των ορθοφωτογραφιών, που προέρχονται από αεροφωτογραφίες κλίμακας 1:15.000, είναι 1:5.000 με μέγεθος ψηφίδας 5 μέτρα, ενώ η ανάλυση που προσφέρουν οι δορυφορικές εικόνες της εφαρμογής Google Earth είναι της τάξεως των 2.5 μέτρων. Η ελάχιστη χαρτογραφική μονάδα ψηφιοποίησης που επιλέχτηκε είναι το ένα εκτάριο (10.000m²), με αποτέλεσμα το μέσο τετραγωνικό σφάλμα να είναι αποδεκτό.

Κατηγορίες Κάλυψης Γης

Οι κατηγορίες κάλυψης γης που επιλέχθηκαν για την περιοχή βασίζονται σε ορισμένες κατηγορίες κάλυψης, όπως αυτές αναλύονται στον τεχνικό οδηγό του Ευρωπαϊκού προγράμματος Corine (Bossard et al., 2000) και σε κατηγορίες που συνδέονται με τον οδηγό Corine αλλά τροποποιούνται και προσαρμόζονται σύμφωνα με την περιοχή μελέτης και την κλίμακα παρατήρησης. Η κλίμακα παρατήρησης κατά

Corine είναι 1:100.000 ενώ, η κλίμακα παρατήρησης στην παρούσα εργασία είναι 1:5.000. Αυτό σημαίνει ότι, οι κατηγορίες κάλυψης γης στο πρόγραμμα Corine παρουσιάζουν γενίκευση σε σύγκριση με τις κατηγορίες κάλυψης γης που εντοπίζονται στη Ν.Σαλαμίνα. Με βάση όλα τα παραπάνω επιλέχτηκαν εννέα κατηγορίες κάλυψης γης για την περιοχή μελέτης και παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω.

Συνεχής Αστικός Ιστός

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει περιοχές όπου, τουλάχιστον το 80% της συνολικής επιφάνειας πρέπει να καλύπτεται από κτίσματα. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται αστικά κέντρα πόλεων, οδικό δίκτυο, αστικό πράσινο που καταλαμβάνει μικρότερη επιφάνεια από 20% του χαρακτηρισμένου πολυγώνου. Πρόκειται για την κατηγορία Continuous Urban Fabric (111) σύμφωνα με το οδηγό Corine (Technical report No 40, Bossard et al., 2000).

Ασυνεχής Αστικός Ιστός

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει περιοχές όπου, το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας καλύπτεται από κατασκευές. Κτίρια, δρόμοι και τεχνητές επιφάνειες που σχετίζονται με επιφάνειες βλάστησης και περιοχές γυμνού εδάφους. Η κάλυψη πρέπει να καταλαμβάνει μεταξύ 30 έως 80% της συνολικής επιφάνειας που χαρακτηρίζεται ως ασυνεχής αστικός ιστός. Πρόκειται για την κατηγορία Discontinuous Urban Fabric (112) σύμφωνα με το οδηγό Corine (Technical report No 40, Bossard et al., 2000).

Μεικτές Αγροτικές – Οικιστικές εκτάσεις

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει περιοχές με απογυμνωμένα εδάφη, εγκαταλελειμμένες αγροτικές εκτάσεις, εκτάσεις με αραιή φυσική βλάστηση σε ποσοστό μικρότερο από το 30% της συνολικής έκτασης, περιοχές με κατασκευές, δρόμους και σπίτια που καλύπτουν ποσοστό μικρότερο από το 30% της συνολικής έκτασης. Είναι οι περιοχές που με την πάροδο του χρόνου και την αύξηση των κτισμένων επιφανειών εντάσσονται στην κατηγορία του ασυνεχούς αστικού ιστού. Η κατηγορία αυτή δημιουργήθηκε επειδή, μετά από προσεκτική παρατήρηση της περιοχής μελέτης εντοπίστηκαν επιφάνειες με κάλυψη γης, όπως αυτές περιγράφονται προηγουμένως, που

ήταν δύσκολο να ενταχτούν σε κάποια κατηγορία κατά Corine αφού, οι ανάγκες της εργασίας απαιτούν μεγαλύτερη ακρίβεια και ανάλυση των κατηγοριών κάλυψης γης.

Αγροτικές εκτάσεις

Η κατηγορία εντάσσεται στην γενική κατηγορία 2 κατά Corine και περιλαμβάνει αγροτικές εκτάσεις διάφορων κατηγοριών όπως, αρδευόμενες καλλιεργήσιμες εκτάσεις, δενδρώδεις καλλιέργειες, αρώσιμες εκτάσεις, αμπελώνες, ελαιώνες, εκτάσεις πολλαπλών καλλιεργειών και αγροτικές εκτάσεις με ποσοστό φυσικής βλάστησης μικρότερο από 30%.

Εκτάσεις Αραιής Φυσικής Βλάστησης

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει θαμνώδεις περιοχές, εγκαταλελειμμένες αγροτικές εκτάσεις που παρουσιάζουν φυσική βλάστηση και περιοχές με βλάστηση σε μεγάλο υψόμετρο. Το ποσοστό κάλυψης φυσικής βλάστησης πρέπει να είναι πάνω από 30% στην συνολική επιφάνεια του πολυγώνου της περιοχής που χαρακτηρίζεται ως αραιή φυσική βλάστηση. Η κατηγορία αυτή σχετίζεται με την κατηγορία Sparsely Vegetated Areas (333) κατά Corine.

Βραχώδεις εκτάσεις

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει βουνά, σταθερά πετρώματα, βουνοκορφές και περιοχές αραιής φυσικής βλάστησης όπου πάνω από το 70% της επιφάνειας καλύπτεται από βράχο. Η κατηγορία αυτή σχετίζεται με την κατηγορία Bare Rock (332) κατά Corine.

Δασικές εκτάσεις

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει πλατύφυλλα δάση, δάσος κωνοφόρων και μεικτά δάση. Η κατηγορία εντάσσεται στην γενική κατηγορία 3 κατά Corine. Συνήθως αφορά δασικές περιοχές που εντοπίζονται σε μεγάλο υψόμετρο. Το ποσοστό δασικής κάλυψης πρέπει να είναι πάνω από 30% στην συνολική επιφάνεια του πολυγώνου της περιοχής που χαρακτηρίζεται ως δασικές εκτάσεις.

Λιμάνια

Η κατηγορία περιλαμβάνει υποδομές λιμενικών εγκαταστάσεων, ενώ συμπεριλαμβάνονται, αποβάθρες, μαρίνες και ναυπηγεία.

Λοιπές εκτάσεις

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει αθλητικές εγκαταστάσεις, χώρους κατασκήνωσης, πάρκα αναψυχής, νεκροταφεία.

Διαδικασία Ψηφιοποίησης

Η διαδικασία της ψηφιοποίησης αρχίζει μετά την ολοκλήρωση της δημιουργίας της χωρικής βάσης δεδομένων και της προσεκτικής παρατήρησης και ανάγνωσης των δεδομένων που αφορούν την περιοχή μελέτης. Αρχικά, επιλέγεται η ελάχιστη χαρτογραφική μονάδα ψηφιοποίησης με βάση την κλίμακα μελέτης, την ακρίβεια ανάλυσης των δεδομένων και τις κατηγορίες κάλυψης γης που επιλέγονται για την περιοχή μελέτης. Η ελάχιστη χαρτογραφική μονάδα είναι σύμφωνα με τον Χαλκιά (2006, σελ. 81), *‘η μικρότερη επιφανειακή μονάδα η οποία αναπαρίσταται σε ένα σύνολο γεωγραφικών δεδομένων’*. Ως ελάχιστη χαρτογραφική μονάδα επιλέχτηκε το ένα εκτάριο (10.000m²), προσφέροντας την δυνατότητα για αναλυτική κατηγοριοποίηση της κάλυψης γης στην περιοχή μελέτης, γνωρίζοντας ότι η περιοχή μελέτης καταλαμβάνει 16.41τ.χλμ.. Στην εργασία των Chalkias et. al. (2010) για την περιοχή Γαλησσά της Ν. Σύρου, η περιοχή μελέτης είχε έκταση 850 εκτάρια ενώ, επιλέχτηκε ως ελάχιστη χαρτογραφική μονάδα τα 0.1 εκτάρια.

Αρχικά, ξεκίνησε η δημιουργία του χάρτη της κάλυψης γης για το έτος 2008. Η δημιουργία των πολυγώνων κάλυψης έγινε μέσα από την εφαρμογή Google Earth και τα εργαλεία που προσφέρει. Επειδή η περιοχή μελέτης προς φωτοερμηνεία και ψηφιοποίηση είναι μεγάλη, η περιοχή χωρίστηκε σε τμήματα με στόχο την καλύτερη διαχείριση των αρχείων ψηφιοποίησης. Από την γραμμή εργαλείων “My places” δημιουργήθηκε για κάθε τμήμα της περιοχής μελέτης ξεχωριστός φάκελος για την

καταχώρηση των πολυγώνων. Η δημιουργία έγινε με δεξί κλικ πάνω στην γραμμή "My places" και την επιλογή add folder. Με τον ίδιο τρόπο δημιουργήθηκαν και οι υποφάκελοι που αφορούν τις εννέα κατηγορίες κάλυψης γης. Μετά την δημιουργία της βάσης δεδομένων ξεκίνησε η ψηφιοποίηση για την περιοχή μελέτης. Για την προσθήκη κάθε πολυγώνου η διαδικασία μοιάζει με αυτή της δημιουργίας των φακέλων. Με δεξί κλικ πάνω σε κάθε φάκελο και την επιλογή add polygon γινόταν η ψηφιοποίηση. Για κάθε πολύγωνο υπάρχει η δυνατότητα μέσα από την επιλογή properties να τροποποιηθεί η μορφή απεικόνισης, με αποτέλεσμα τα πολύγωνα της ίδιας κατηγορίας κάλυψης γης να έχουν το ίδιο χρώμα και την ίδια μορφή.

Βασικό μειονέκτημα της ψηφιοποίησης στην εφαρμογή Google Earth αποτελεί, η μη ύπαρξη επιλογής για προσκόλληση πολυγώνων (snapping). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανάγκη για περαιτέρω επεξεργασία σε άλλο πρόγραμμα που προσφέρει αυτή την δυνατότητα. Η εισαγωγή των δεδομένων σε άλλο πρόγραμμα για περαιτέρω επεξεργασία είναι περίπλοκη και δεν προσφέρεται από την εφαρμογή Google Earth. Τα αρχεία ψηφιοποίησης στο Google Earth εξάγονται από αυτό σε μορφή kml. Για την εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό ArcMap 9.3 χρησιμοποιήθηκε πρόσθετο εργαλείο που προσφέρεται για το ArcMap 9.3. Συγκεκριμένα, από τον ιστότοπο "<http://arcscripsts.esri.com/details.asp?dbid=15603>" έγινε λήψη ενός εργαλείου που ενσωματώνεται στο ArcMap 9.3 και μετατρέπει αρχεία kml σε shapefiles. Η πνευματική ιδιοκτησία του εργαλείου ανήκει στον Jason Parent. Τα αρχεία (shapefiles) που δημιουργούνται διατηρούν το γεωδαιτικό σύστημα WGS 84 που έχει το Google Earth. Μετά την ολοκλήρωση της εισαγωγής και της αναφοράς των αρχείων στο ΕΓΣΑ 87 έγινε η προσκόλληση των πολυγώνων (snapping) για την αποφυγή επικαλύψεων (sliver polygons) και ο τελικός έλεγχος της ψηφιοποίησης για την απαλοιφή σφαλμάτων.

Η ψηφιοποίηση για τις χρονολογίες 1945, 1979 και 1998 έγινε στο λογισμικό ArcMap 9.3. Αρχικά, έγινε εισαγωγή για κάθε χρονολογία ξεχωριστά, από την χωρική βάση δεδομένων, των υποβάθρων που παρείχαν την απαιτούμενη πληροφορία για την κάλυψη γης. Πιο αναλυτικά, για τις χρονολογίες 1945, 1998 δημιουργήθηκε το φωτομωσαϊκό από τις ορθοφωτογραφίες της Κτηματολόγιο Α.Ε. και για το έτος 1979

έγινε εισαγωγή της ορθοαναηγμένης αεροφωτογραφίας. Το σύστημα γεωαναφοράς όλων των δεδομένων είναι κοινό και είναι το ΕΓΣΑ 87. Για κάθε χρονική περίοδο η ψηφιοποίηση έγινε από την ομάδα εργαλείων "Editor" και η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν πιο εύκολη σε σύγκριση με την εφαρμογή Google Earth, εξαιτίας της ύπαρξης περισσότερων διαθέσιμων εργαλείων και δυνατοτήτων. Αφού τελείωσε η ψηφιοποίηση, έγινε ο απαραίτητος έλεγχος για την αποφυγή επικαλύψεων (sliver polygons) και ο τελικός έλεγχος της ψηφιοποίησης για την απαλοιφή σφαλμάτων. Σημαντικό εργαλείο στον εντοπισμό και την απαλοιφή επικαλύψεων, είναι το εργαλείο Eliminate από την ομάδα "Coverage Tools" που εντοπίζει κενά μεταξύ των πολυγώνων και τα ενώνει.

Μετά την δημιουργία των τελικών αρχείων κάλυψης γης για κάθε χρονολογία ξεχωριστά, έγινε επιτόπια πιστοποίηση και έλεγχος για κάθε κατηγορία κάλυψης γης, έλεγχος της φωτοερμηνείας και της ψηφιοποίησης με μετάβαση στην περιοχή μελέτης. Επιπλέον, έγιναν οι τελικές διορθώσεις που εντοπίστηκαν από την επίγεια παρατήρηση στα τελικά αρχεία ψηφιοποίησης. Τέλος, έγινε ψηφιοποίηση της ακτογραμμής της περιοχής μελέτης και του οδικού δικτύου που διασχίζει αυτή την περιοχή.

Επεξεργασία Αποτελεσμάτων Ψηφιοποίησης

Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων της ψηφιοποίησης έχει ως σκοπό, να καλύψει τις ανάγκες και τους στόχους που έχουν τεθεί αρχικά, για την εξαγωγή αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων, σχετικά με την περιοχή μελέτης.

Αρχικά, για κάθε αρχείο κάλυψης γης των αντίστοιχων χρονολογιών, χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο dissolve από την ομάδα εργαλείων "Data Management Tools". Κάθε αρχείο περιλαμβάνει για κάθε κατηγορία κάλυψης γης πολύγωνα που αναφέρονται στην ίδια κατηγορία. Το εργαλείο ενώνει τα πολύγωνα με κοινή κάλυψη γης και δημιουργεί ένα καινούργιο αρχείο που περιέχει τις εννέα κατηγορίες κάλυψης, έχοντας για κάθε κατηγορία ένα ενοποιημένο πολύγωνο κάλυψης γης. Με αυτό τον τρόπο δημιουργήθηκε ο τελικός χάρτης κάλυψης γης για κάθε χρονολογία. Στα αρχεία

που προέκυψαν με την ενοποίηση των πολυγώνων προστέθηκε η γεωμετρία από τον πίνακα ιδιοτήτων (Attribute Table) με την εντολή Calculate Geometry. Έτσι εύκολα υπολογίζονται στατιστικά διαγράμματα και ποσοτική πληροφορία για κάθε κατηγορία ξεχωριστά.

Επόμενο στάδιο αποτελεί η σύγκριση των στοιχείων κάλυψης γης για κάθε περίοδο. Για ολόκληρη την περιοχή μελέτης έγινε σύγκριση μεταξύ των στοιχείων που προέκυψαν για την περίοδο μεταξύ 1945 και 2008. Μέσα από το εργαλείο union της ομάδας εργαλείων "Analysis Tools" δημιουργήθηκε ένα καινούργιο αρχείο που συνδυάζει ολόκληρη την πληροφορία για τις δύο περιόδους που συγκρίνονται. Με την εντολή Calculate Geometry υπολογίζεται η γεωμετρία του νέου αρχείου. Από το νέο αρχείο, είναι εύκολο να εντοπιστούν οι περιοχές που παραμένουν χωρίς μεταβολή στην κάλυψη γης αλλά και οι περιοχές που παρουσιάζουν αλλαγές στην κάλυψη γης. Επιπλέον εντοπίζονται, τα βασικά πρότυπα (patterns) αλλαγών, η βασική τροχιά των αλλαγών (trajectories) και γίνεται μέτρηση αυτών των αλλαγών με την εξαγωγή ποσοστών αλλαγών κάλυψης ανά κατηγορία και των αντίστοιχων διαγραμμάτων.

Για την ενδιάμεση χρονική περίοδο του έτους 1979 τα δεδομένα που υπήρχαν ήταν ελλιπή, με αποτέλεσμα την μη ύπαρξη πληροφορίας για την κάλυψη γης σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης. Επομένως, για να υπάρχουν συγκρίσιμα μεγέθη για το έτος 1979, τα αρχεία που αναφέρονται στις χρονολογίες 1945, 1998, 2008 κόπηκαν και περιορίστηκαν στην περιοχή που καλύπτει η διαθέσιμη αεροφωτογραφία του 1979, με αποτέλεσμα την δημιουργία τεσσάρων αρχείων πληροφορίας για την κάλυψη γης σε κάθε χρονολογία. Η σύγκριση που έγινε αφορούσε την περίοδο 1945-1979 και την περίοδο 1979-2008. Η σύγκριση των αρχείων για κάθε περίοδο έγινε με τον ίδιο τρόπο που περιγράφεται παραπάνω, με τη χρήση του εργαλείου union της ομάδας εργαλείων "Analysis Tools". Αποτέλεσμα ήταν, να εντοπιστούν τα βασικά πρότυπα (patterns) αλλαγών, η βασική τροχιά των αλλαγών (trajectories) και να γίνει μέτρηση αυτών των αλλαγών με την εξαγωγή ποσοστών αλλαγών κάλυψης ανά κατηγορία και των αντίστοιχων διαγραμμάτων.

Τέλος, τα βασικά πρότυπα αλλαγών που εντοπίστηκαν για την χρονική περίοδο 1945-2008 συγκρίθηκαν με τρία βασικά κριτήρια, την απόσταση από την ακτογραμμή, την απόσταση από το οδικό δίκτυο του 1945 και τις κλίσεις που εντοπίζονται στην περιοχή μελέτης. Η απόσταση από την ακτογραμμή και το οδικό δίκτυο, υπολογίστηκε εύκολα με την βοήθεια του εργαλείου distance-straight line από την ομάδα εργαλείων Spatial Analyst. Τα παραγόμενα αρχεία της απόστασης από την ακτογραμμή και το οδικό δίκτυο, είναι σε ψηφιδωτή μορφή και για να γίνει η σύγκριση με τα βασικά πρότυπα αλλαγών που εντοπίστηκαν, ήταν απαραίτητη η μετατροπή του διανυσματικού αρχείου των προτύπων αλλαγών σε ψηφιδωτή μορφή. Αυτό έγινε εύκολα με το εργαλείο feature to raster από την ομάδα εργαλείων Conversion Tools. Επιπλέον για τις κλίσεις, την απόσταση από την ακτογραμμή και το οδικό δίκτυο έγινε επανακατηγοριοποίηση (reclassify, Πίνακας 6).

<i>Επανακατηγοριοποίηση</i>				
Κλίσεις (%)	0-5	5-10	10-20	20 και πάνω
Απόσταση από ακτογραμμή (μέτρα)	0-500	500-1000	1000-1500	1500 και πάνω
Απόσταση από οδικό δίκτυο (μέτρα)	0-20	20-50	50-200	200 και πάνω

Πίνακας 6: Τιμές και κλάσεις επανακατηγοριοποίησης.

Η σύγκριση των βασικών μοτίβων αλλαγών με τα κριτήρια που αναφέρονται προηγουμένως, έγινε με το εργαλείο Combine της ομάδας εργαλείων Spatial Analyst Tools. Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία ενός ψηφιδωτού αρχείου που περιέχει την συνολική πληροφορία των βασικών μοτίβων αλλαγών σε σύγκριση με το κάθε κριτήριο. Η σύγκριση έγινε για κάθε κριτήριο ξεχωριστά και το αποτέλεσμα ήταν η δημιουργία τριών ψηφιδωτών αρχείων πληροφορίας.

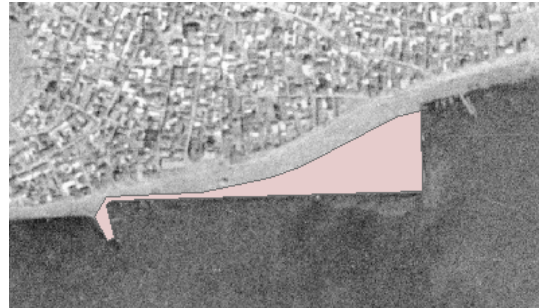
Επιτόπιος Έλεγχος Φωτοερμηνείας και Ψηφιοποίησης

Ο επιτόπιος έλεγχος των αποτελεσμάτων της φωτοερμηνείας και της ψηφιοποίησης είχε ως σκοπό, την επίσκεψη στην περιοχή μελέτης, την καταγραφή όλων των κατηγοριών κάλυψης γης και τον εντοπισμό των σημείων που επιλέχτηκαν τυχαία. Η καταγραφή των κατηγοριών κάλυψης γης έγινε με την φωτογράφιση χαρακτηριστικών εκτάσεων που αντιστοιχούσαν σε όλες τις κατηγορίες που επιλέχτηκαν για την περιοχή μελέτης. Ο εντοπισμός των σημείων έγινε με την χρήση GPS.

Η επιλογή των χαρακτηριστικών σημείων καταγραφής έγινε με τυχαίο τρόπο και είχε ως στόχο την επιλογή σημείων που να καλύπτουν ολόκληρη την επιφάνεια της περιοχής μελέτης και όλες τις κατηγορίες κάλυψης γης. Σε περιοχές που η πρόσβαση ήταν αδύνατη, όπως βουνά και δάσος, δεν χρειάστηκε έλεγχος γιατί η φωτοερμηνεία για τις συγκεκριμένες εκτάσεις ήταν προφανής. Η επίσκεψη στη Ν. Σαλαμίνα έγινε στις 18/02/2012 και η καταγραφή των σημείων ελέγχου έγινε με GPS Garmin Etrex με ακρίβεια εντοπισμού τα 3 μέτρα. Η ακρίβεια εντοπισμού είναι ικανοποιητική σε σχέση με την κλίμακα μελέτης και την ελάχιστη χαρτογραφική μονάδα. Σημαντικό να αναφερθεί είναι, ο εντοπισμός περιοχών κατά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων, που παρουσιάζουν σταθερή κάλυψη γης για την χρονική περίοδο 1945-2008. Αυτές οι περιοχές επισημάνθηκαν σε χάρτη, εντοπίστηκαν κατά τον επιτόπιο έλεγχο και φωτογραφήθηκαν. Στις εικόνες εντοπίζονται οι εκτάσεις με σταθερή κάλυψη γης για κάθε κατηγορία, όπως φαίνονται στις ορθοφωτογραφίες του 1945 και στις εικόνες από το Google Earth το έτος 2008. Επίσης παρουσιάζονται, η περιοχή ελέγχου όπως ψηφιοποιήθηκε, τα σημεία ελέγχου όπως εντοπίζονται στο Google Earth και η φωτογραφία του σημείου ελέγχου κατά την ημερομηνία διεξαγωγής του επιτόπιου ελέγχου. Στο Παράρτημα παρουσιάζονται αναλυτικά, ο χάρτης (χάρτης 1) εντοπισμού των σημείων ελέγχου στην περιοχή μελέτης, ο αναλυτικός πίνακας με τους κωδικούς και τις συντεταγμένες των σημείων ελέγχου (πίνακας 3) και οι σειρές εικόνων για τον υπαίθριο έλεγχο της φωτοερμηνείας ανά κατηγορία κάλυψης γης (εικόνες 3-6). Η παρουσίαση των περιοχών με σταθερή κάλυψη γης την χρονική περίοδο 1945-2008 γίνεται παρακάτω.

Έκταση Λιμανιού με σταθερή κάλυψη γης από το 1945 μέχρι το 2012.

Σημείο ελέγχου: 011



Εικόνα 13 : Ορθοφωτογραφία 1945.

Εικόνα 14 : Στάδιο Ψηφιοποίησης.



Εικόνα 15: Η περιοχή όπως φαίνεται μέσα από το Google Earth το έτος 2008.



Εικόνα 16: Απεικόνιση της λιμενικής έκτασης το έτος 2012.

Συνεχής αστικός ιστός με σταθερή κάλυψη γης από το 1945 μέχρι το 2012.

Σημείο ελέγχου: 011



Εικόνα 17 : Ορθοφωτογραφία 1945.



Εικόνα 18 : Στάδιο Ψηφιοποίησης.



Εικόνα 19 : Η περιοχή όπως φαίνεται μέσα από το Google Earth το έτος 2008.



Εικόνα 20: Απεικόνιση της περιοχής το έτος 2012.

Αγροτική περιοχή με σταθερή κάλυψη γης από το 1945 μέχρι το 2012.

Σημείο ελέγχου: 025



Εικόνα 21 : Ορθοφωτογραφία 1945.



Εικόνα 22 : Στάδιο Ψηφιοποίησης.



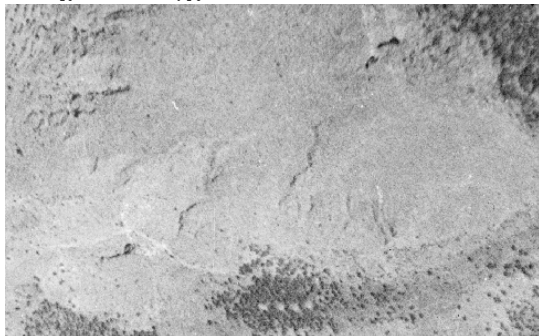
Εικόνα 23: Η περιοχή όπως φαίνεται μέσα από το Google Earth το έτος 2008.



Εικόνα 24: Απεικόνιση της περιοχής το έτος 2012.

Βραχώδεις έκταση με σταθερή κάλυψη γης από το 1945 μέχρι το 2012.

Σημείο ελέγχου: 023



Εικόνα 25 : Ορθοφωτογραφία 1945.



Εικόνα 26 : Στάδιο Ψηφιοποίησης.



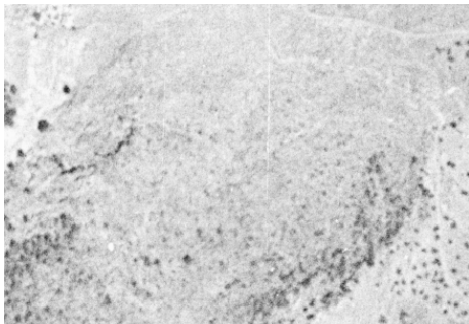
Εικόνα 27: Η περιοχή όπως φαίνεται μέσα από το Google Earth το έτος 2008.



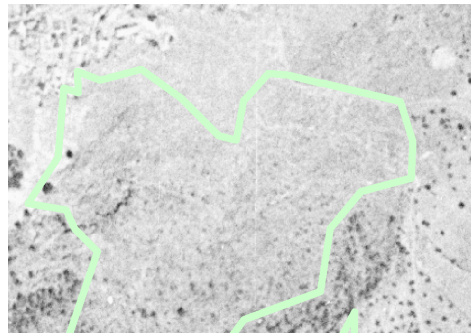
Εικόνα 28: Απεικόνιση της περιοχής το έτος 2012.

Αραιή φυσική βλάστηση με σταθερή κάλυψη γης από το 1945 μέχρι το 2012.

Σημείο ελέγχου: 042



Εικόνα 29 : Ορθοφωτογραφία 1945.



Εικόνα 30 : Στάδιο Ψηφιοποίησης.



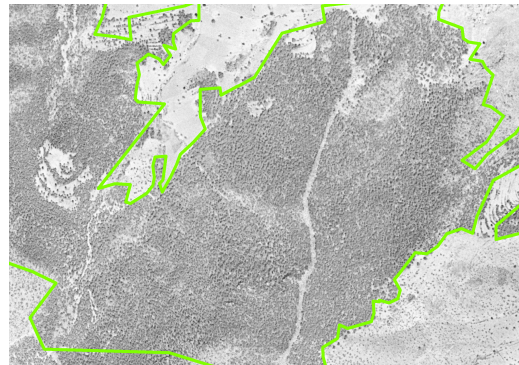
Εικόνα 31: Η περιοχή όπως φαίνεται μέσα από το Google Earth το έτος 2008.



Εικόνα 32: Απεικόνιση της περιοχής το έτος 2012.

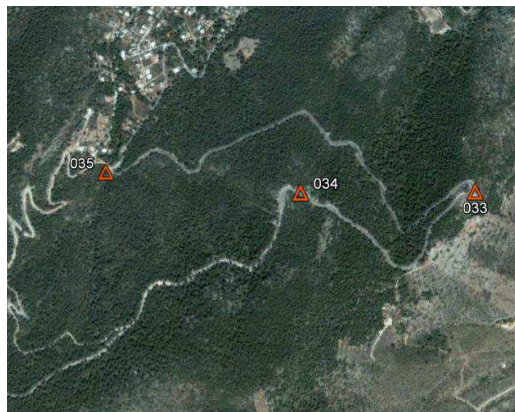
Δασική έκταση με σταθερή κάλυψη γης από το 1945 μέχρι το 2012.

Σημείο ελέγχου: 034



Εικόνα 33 : Ορθοφωτογραφία 1945.

Εικόνα 34 : Στάδιο Ψηφιοποίησης.



Εικόνα 35: Η περιοχή όπως φαίνεται μέσα από το Google Earth το έτος 2008.



Εικόνα 36: Απεικόνιση της περιοχής το έτος 2012.

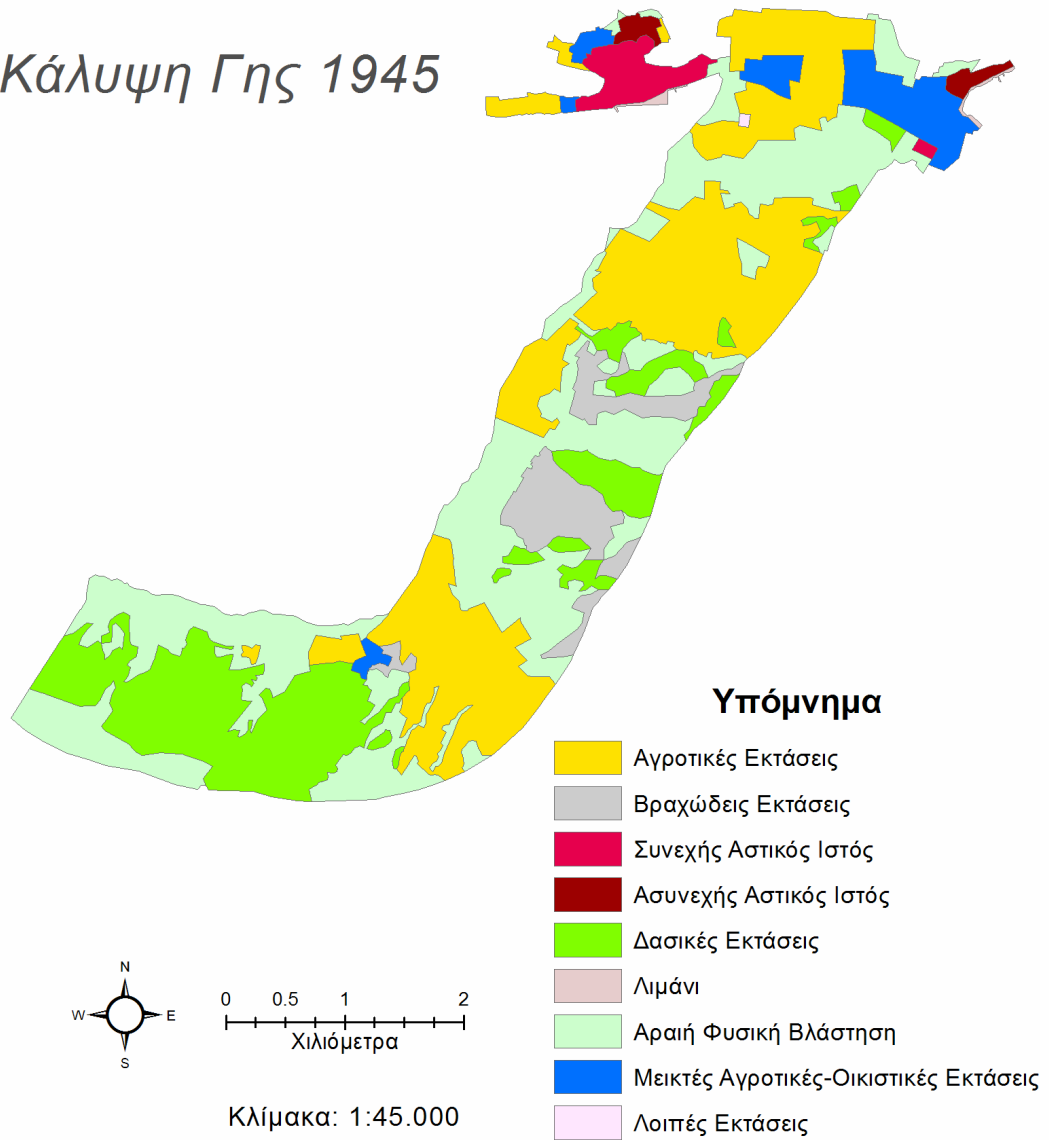
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

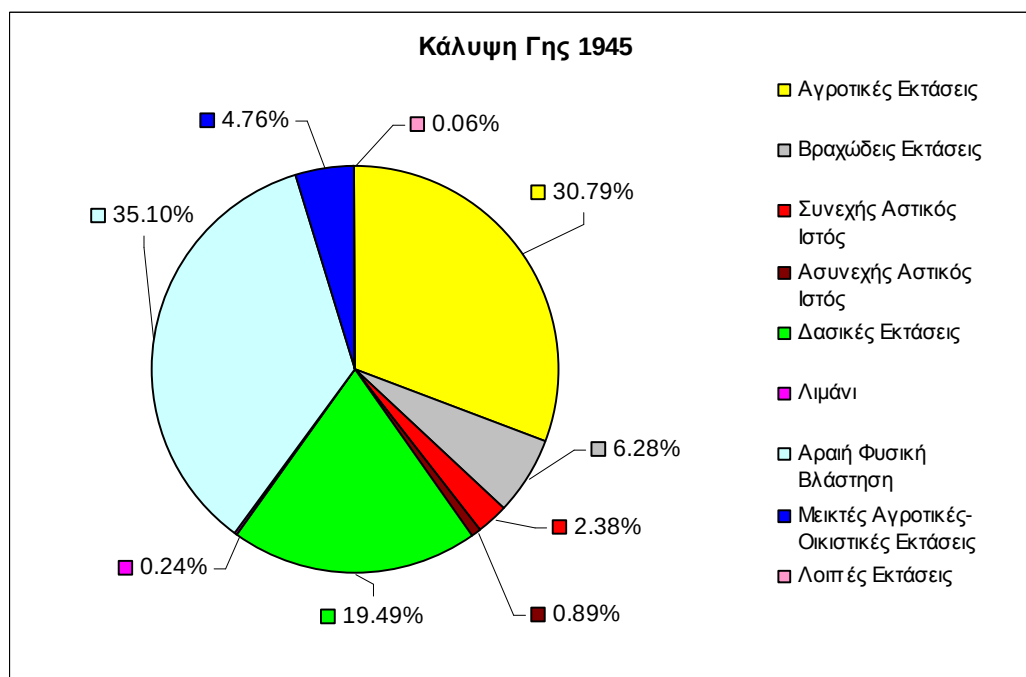
Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των δεδομένων και την τελική ψηφιοποίηση, περιλαμβάνουν τους τελικούς χάρτες, τα διαγράμματα και τα στατιστικά στοιχεία που προέκυψαν ύστερα από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων της ψηφιοποίησης που είχε ως σκοπό, να καλύψει τις ανάγκες και τους στόχους που είχαν τεθεί αρχικά, για την εξαγωγή αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων, σχετικά με την περιοχή μελέτης. Αναλυτικά, η μεθοδολογία για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων παρουσιάζεται στο τέταρτο κεφάλαιο στην ενότητα ``Επεξεργασία Αποτελεσμάτων Ψηφιοποίησης``.

Αρχικά παρουσιάζεται ένα σύνολο χαρτών, διαγραμμάτων και πινάκων που αφορούν την κάλυψη γης της περιοχής μελέτης για τις χρονολογίες 1945, 1979, 1998, 2008. Για την χρονολογία 1979 η κάλυψη γης αντιστοιχεί στην περιοχή που φαίνεται απο την αεροφωτογραφία του 1979 της ΓΥΣ και δεν καταλαμβάνει ολόκληρη την περιοχή μελέτης εξαιτίας της έλλειψης επαρκών δεδομένων.

Κάλυψη Γης 1945



Χάρτης 5: Κάλυψη γης για το έτος 1945 στην περιοχή μελέτης της Ν. Σαλαμίνας.

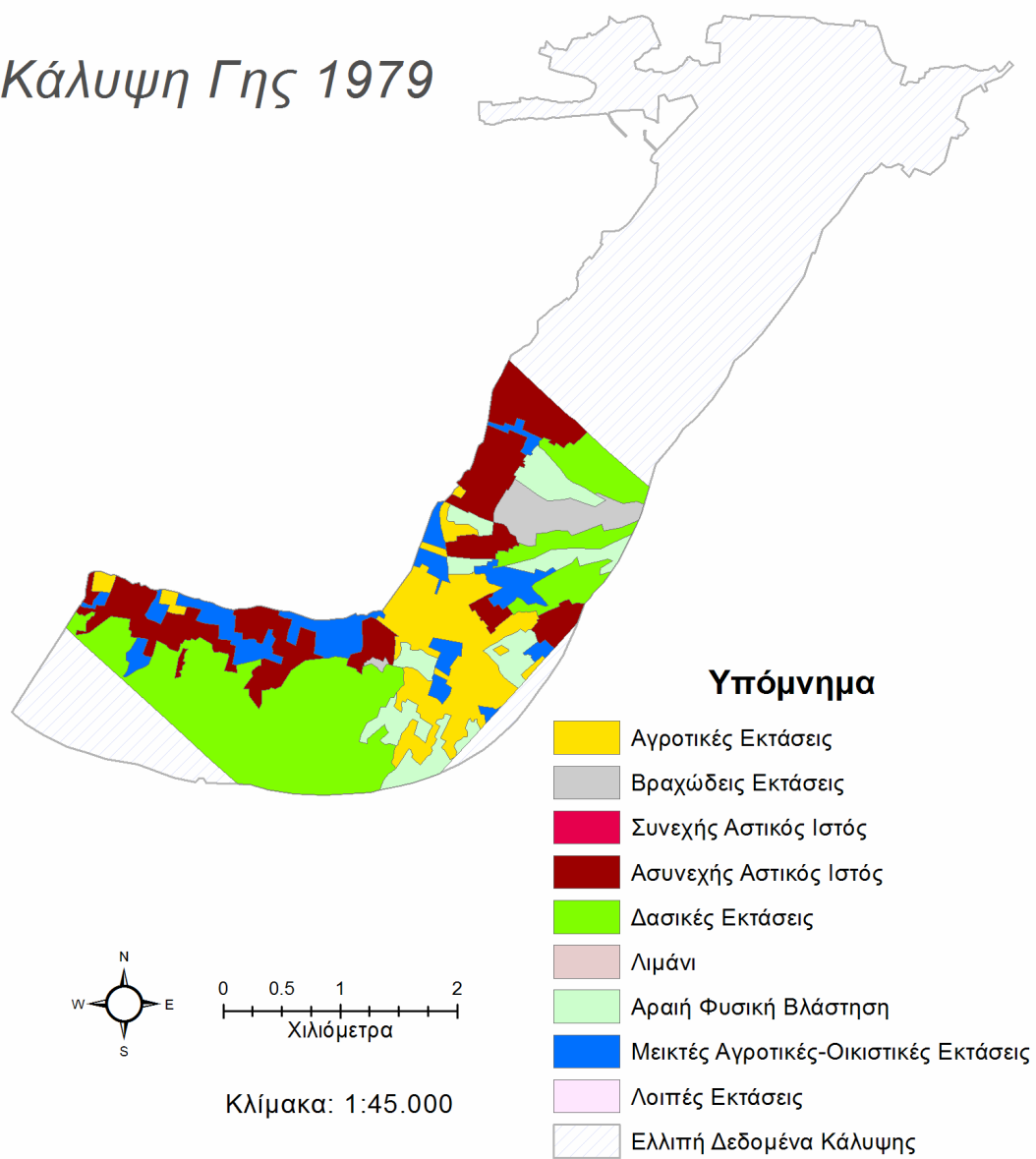


Διάγραμμα 1: Ποσοστά κάλυψης γης.

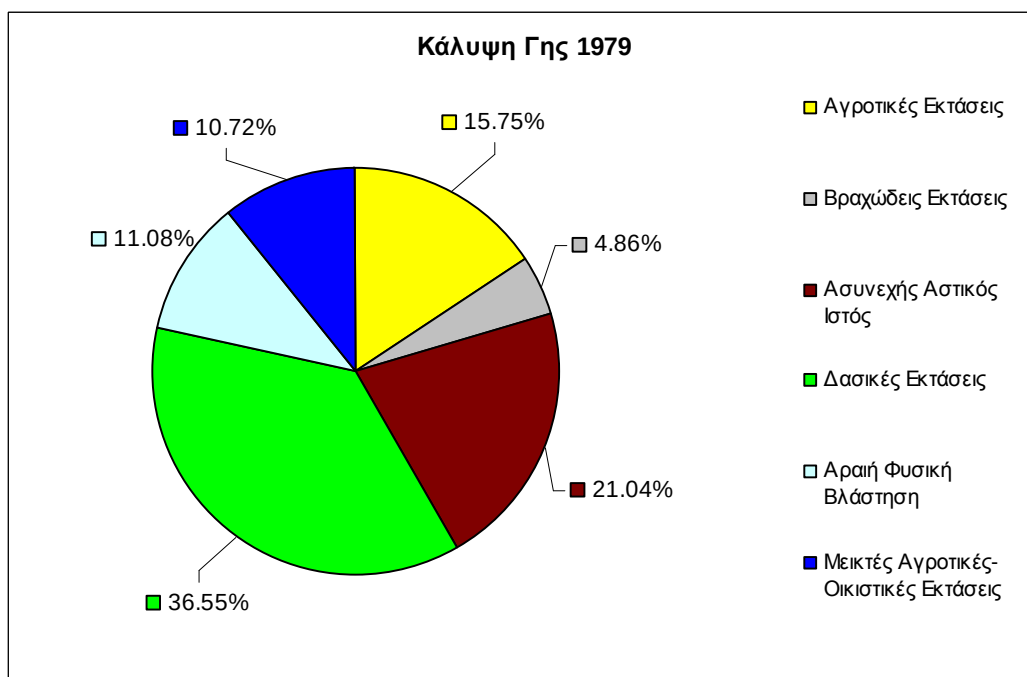
1945		
Κατηγορίες Κάλυψης	Κάλυψη (%)	Κάλυψη (Τ.Χλμ)
Αγροτικές Εκτάσεις	30.79	5.00
Βραχώδεις Εκτάσεις	6.28	1.02
Συνεχής Αστικός Ιστός	2.38	0.39
Ασυνεχής Αστικός Ιστός	0.89	0.14
Δασικές Εκτάσεις	19.49	3.17
Λιμάνι	0.24	0.04
Αραιή Φυσική Βλάστηση	35.10	5.70
Μεικτές Αγροτικές-Οικιστικές Εκτάσεις	4.76	0.77
Λοιπές Εκτάσεις	0.06	0.01
Συνολική Έκταση	100.00	16.25

Πίνακας 7: Ανάλυση κατηγοριών κάλυψης.

Κάλυψη Γης 1979



Χάρτης 6: Κάλυψη γης για το έτος 1979 στην περιοχή μελέτης της Ν. Σαλαμίνας.

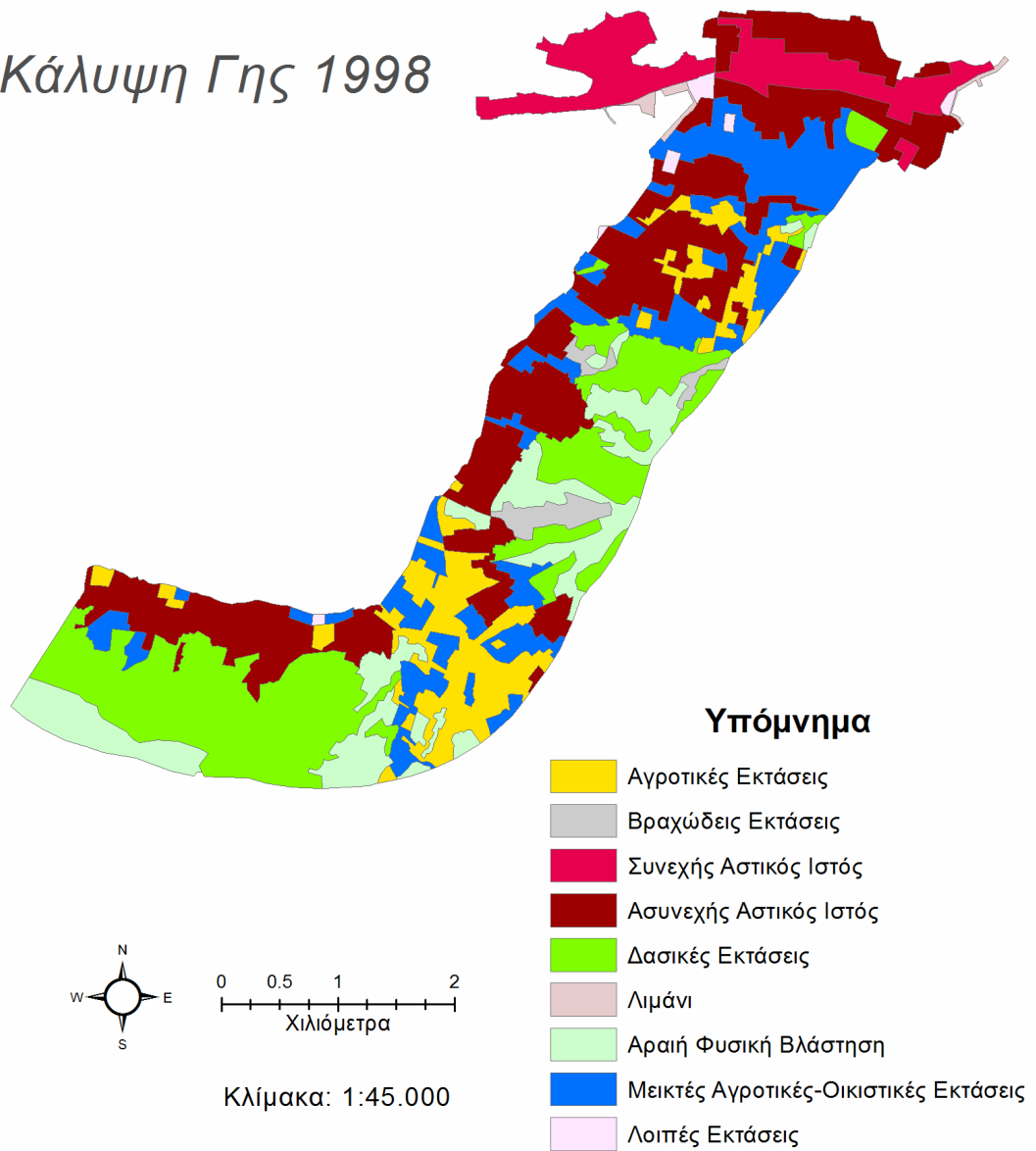


Διάγραμμα 2: Ποσοστά κάλυψης γης.

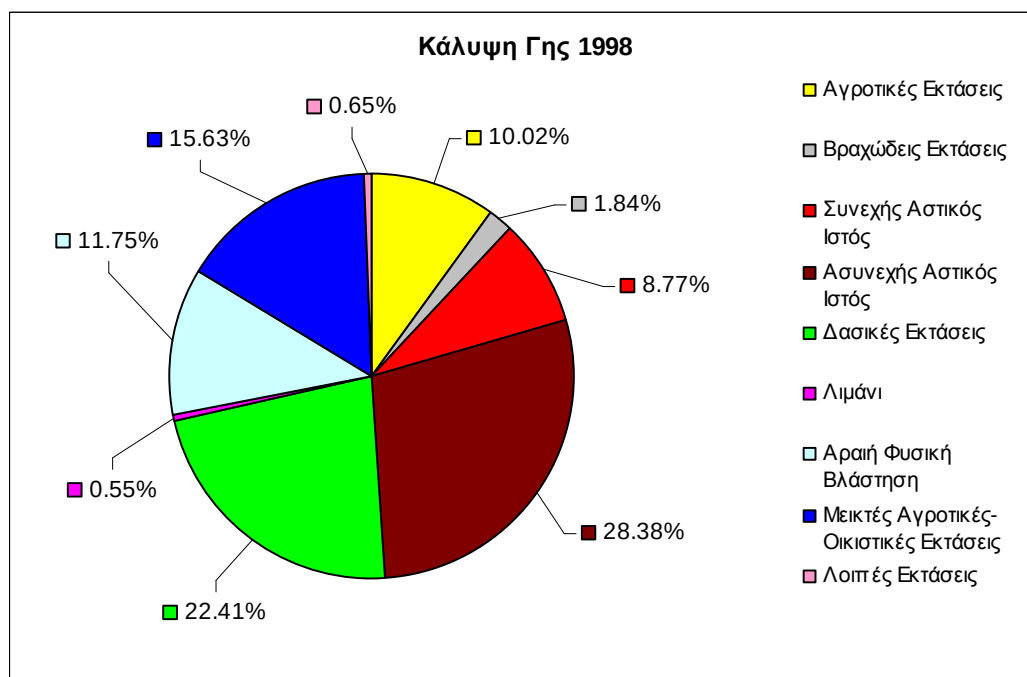
1979		
Κατηγορίες Κάλυψης	Κάλυψη (%)	Κάλυψη (Τ.Χλμ)
Αγροτικές Εκτάσεις	15.75	1.20
Βραχώδεις Εκτάσεις	4.86	0.37
Ασυνεχής Αστικός Ιστός	21.04	1.60
Δασικές Εκτάσεις	36.55	2.79
Αραιή Φυσική Βλάστηση	11.08	0.84
Μεικτές Αγροτικές-Οικιστικές Εκτάσεις	10.72	0.82
Συνολική Έκταση	100.00	7.62

Πίνακας 8: Ανάλυση κατηγοριών κάλυψης.

Κάλυψη Γης 1998



Χάρτης 7: Κάλυψη γης για το έτος 1998 στην περιοχή μελέτης της Ν. Σαλαμίνας.

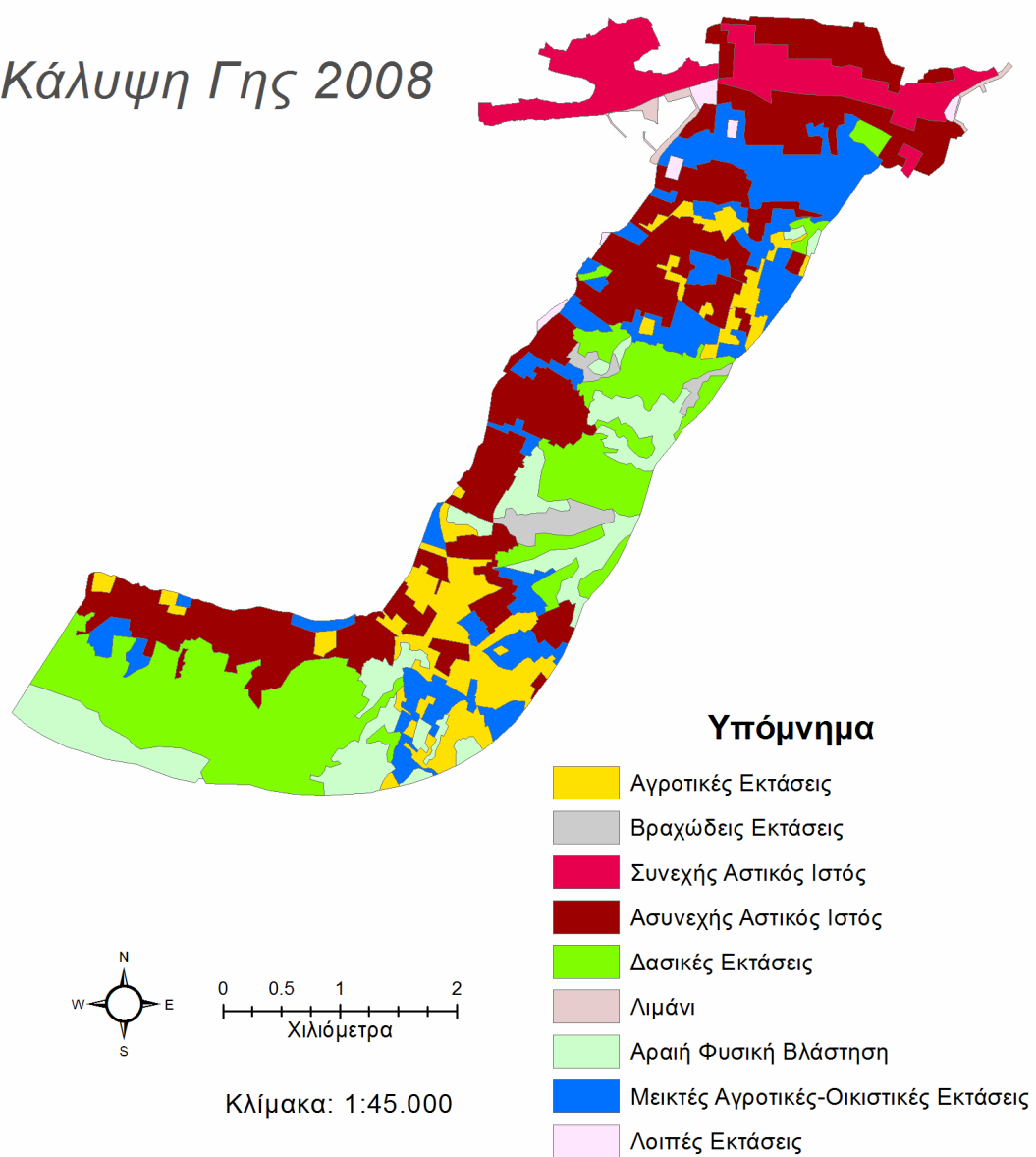


Διάγραμμα 3: Ποσοστά κάλυψης γης.

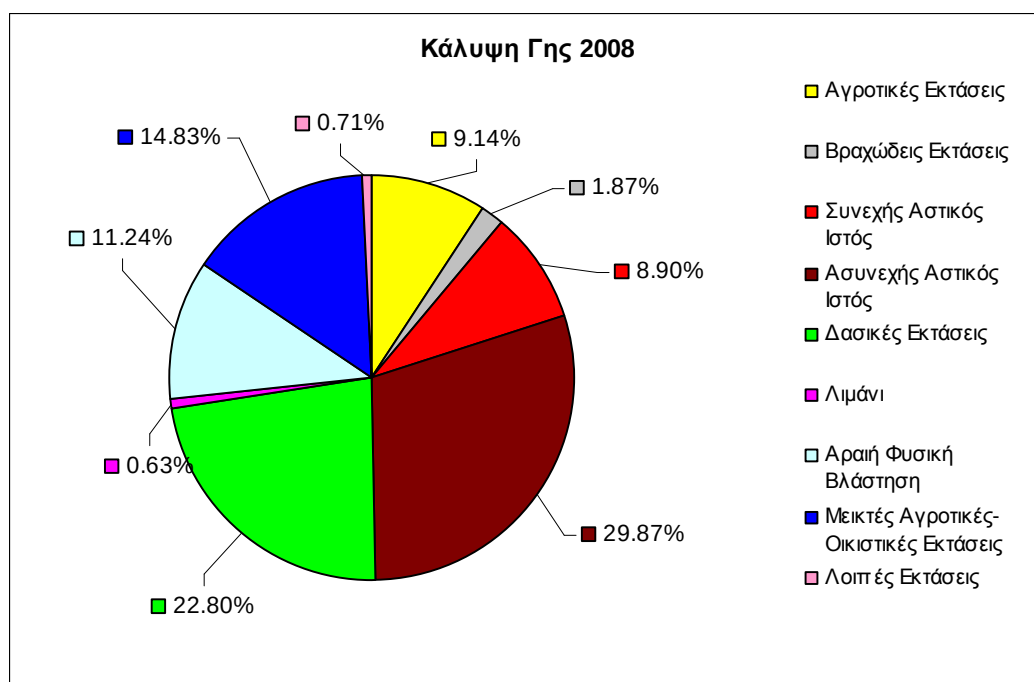
1998		
Κατηγορίες Κάλυψης	Κάλυψη (%)	Κάλυψη (Τ.Χλμ)
Αγροτικές Εκτάσεις	10.02	1.64
Βραχώδεις Εκτάσεις	1.84	0.30
Συνεχής Αστικός Ιστός	8.77	1.44
Ασυνεχής Αστικός Ιστός	28.38	4.65
Δασικές Εκτάσεις	22.41	3.67
Λιμάνι	0.55	0.09
Αραιή Φυσική Βλάστηση	11.75	1.93
Μεικτές Αγροτικές-Οικιστικές Εκτάσεις	15.63	2.56
Λοιπές Εκτάσεις	0.65	0.11
Συνολική Έκταση	100.00	16.39

Πίνακας 9: Ανάλυση κατηγοριών κάλυψης.

Κάλυψη Γης 2008



Χάρτης 8: Κάλυψη γης για το έτος 2008 στην περιοχή μελέτης της Ν. Σαλαμίνας.

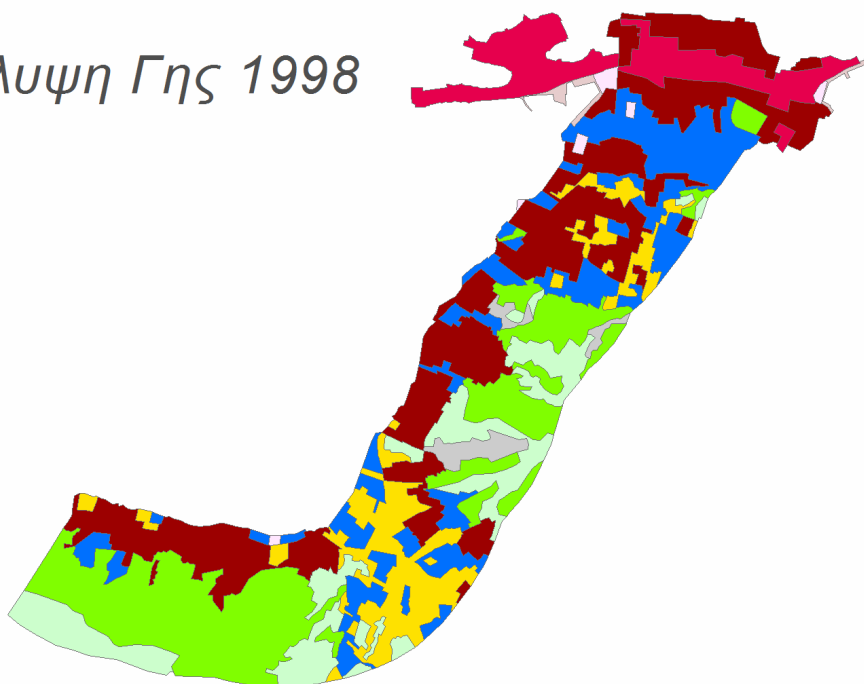


Διάγραμμα 4: Ποσοστά κάλυψης γης.

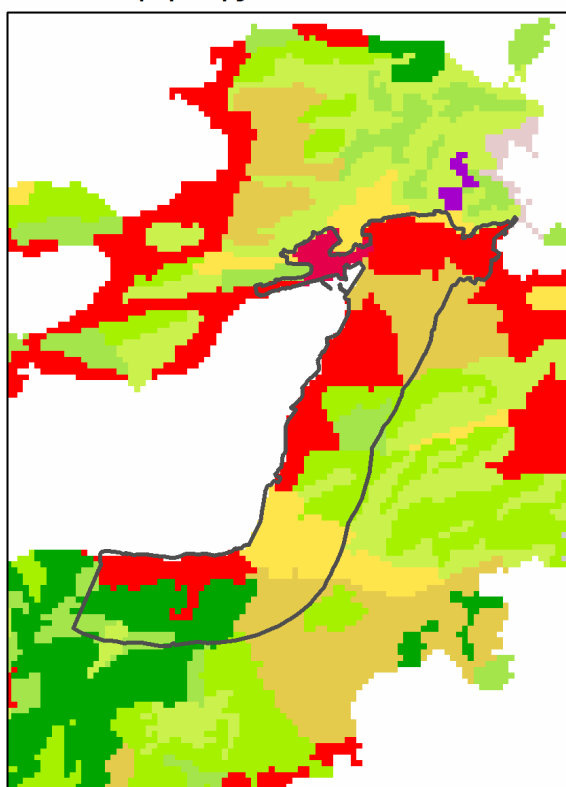
2008		
Κατηγορίες Κάλυψης	Κάλυψη (%)	Κάλυψη (Τ.Χλμ)
Αγροτικές Εκτάσεις	9.14	1.50
Βραχώδεις Εκτάσεις	1.87	0.31
Συνεχής Αστικός Ιστός	8.90	1.46
Ασυνεχής Αστικός Ιστός	29.87	4.90
Δασικές Εκτάσεις	22.80	3.74
Λιμάνι	0.63	0.10
Αραιή Φυσική Βλάστηση	11.24	1.84
Μεικτές Αγροτικές-Οικιστικές Εκτάσεις	14.83	2.43
Λοιπές Εκτάσεις	0.71	0.12
Συνολική Έκταση	100.00	16.39

Πίνακας 10: Ανάλυση κατηγοριών κάλυψης.

Κάλυψη Γης 1998



Κάλυψη Γης CORINE 2000



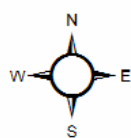
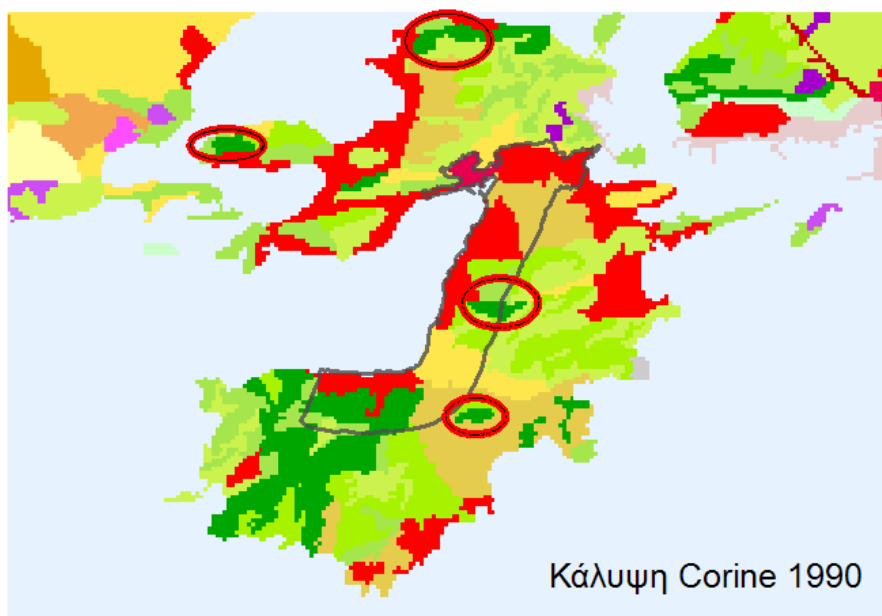
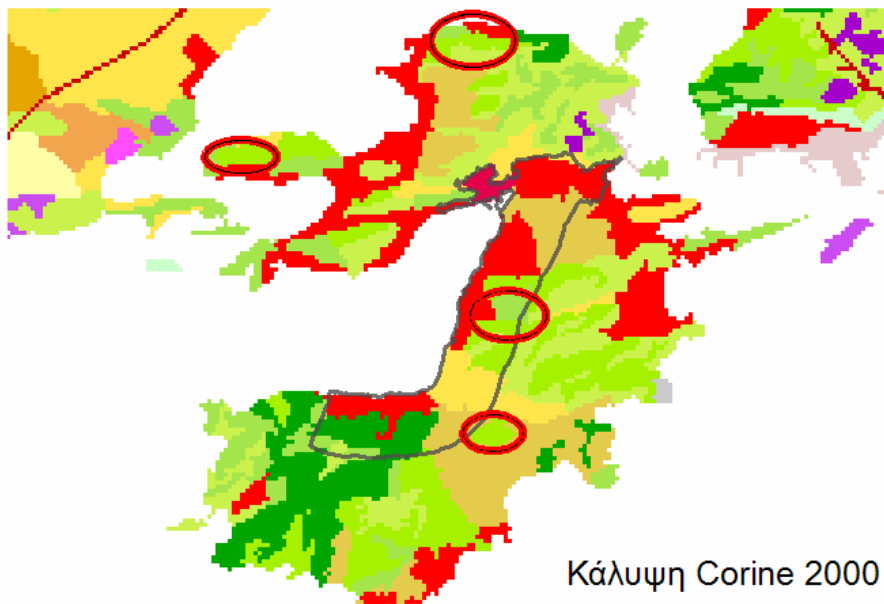
Υπόμνημα

- Αγροτικές Εκτάσεις
- Βραχώδεις Εκτάσεις
- Συνεχής Αστικός Ιστός
- Ασυνεχής Αστικός Ιστός
- Δασικές Εκτάσεις
- Λιμάνι
- Αραιή Φυσική Βλάστηση
- Μεικτές Αγροτικές-Οικιστικές Εκτάσεις
- Λοιπές Εκτάσεις

Χάρτης 9: Σύγκριση κάλυψης Corine 2000 και κάλυψης 1998.

Σημείωση: Το Υπόμνημα Corine 2000 παρουσιάζεται στην εικόνα 1 στο Παράρτημα .

Αλλαγές Κάλυψης Corine 1990 - 2000



Υπόμνημα



Περιοχή Μελέτης



Αλλαγές

Χάρτης 10: Αλλαγές κάλυψης γης Ν.Σαλαμίνας για την περίοδο 1990 - 2000 σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine.

Σημείωση: Το Υπόμνημα Corine 2000 παρουσιάζεται στην εικόνα 1 στο Παράρτημα .

	Κατηγορία Κάλυψης Γης 1990	Κωδικός Corine 1990	Κατηγορία Κάλυψης Γης 2000	Κωδικός Corine2000	Έκταση (Ha)
1	Κωνοφόρο Δάσος	312	Θαμνώδεις Έκταση	324	152.73
2	Φυσικό Λιβάδι	321	Ορυχείο	131	12.75
3	Σκληρόφυλλη Βλάστηση	323	Ορυχείο	131	5.91
Σύνολο					171.39

Πίνακας 11: Μεταβολή της κάλυψης γης σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine για την Ν.Σαλαμίνα για την χρονική περίοδο 1990 - 2000.

Σημείωση: Οι αλλαγές στην κάλυψη γης για την περιοχή μελέτης, σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine, εντοπίζονται για την κατηγορία των Κωνοφόρων Δασών όπως χαρακτηρίστηκαν το 1990 και μετατράπηκαν σε Θαμνώδεις Εκτάσεις το 2000. Η έκταση της αλλαγής είναι 28.14 ha.

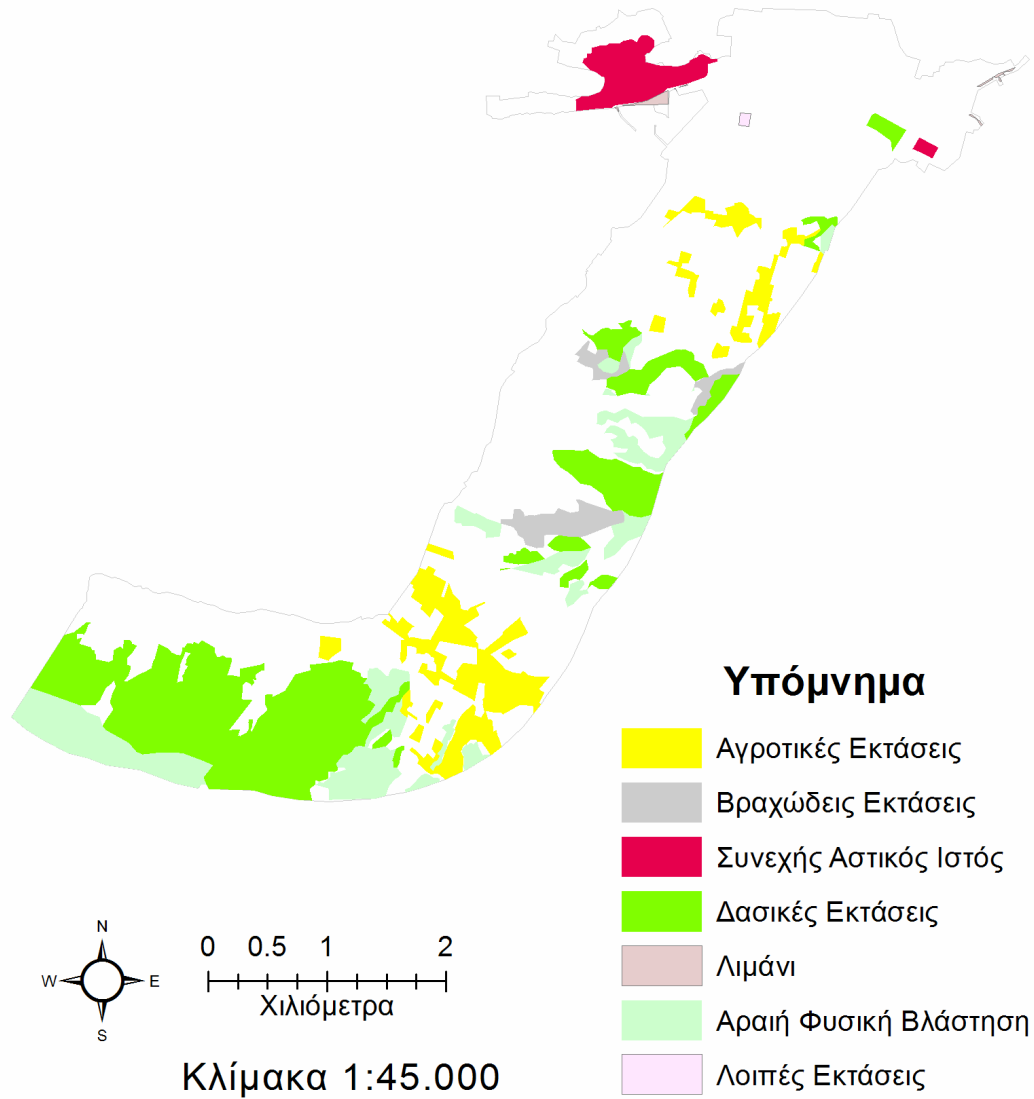
	1998	2008	Έκταση Αλλαγής Κάλυψης Γης
Κατηγορίες Κάλυψης	Κάλυψη (Τ.Χλμ)		
Αγροτικές Εκτάσεις	1.64	1.50	-0.14
Βραχώδεις Εκτάσεις	0.30	0.31	0.01
Συνεχής Αστικός Ιστός	1.44	1.46	0.02
Ασυνεχής Αστικός Ιστός	4.65	4.90	0.25
Δασικές Εκτάσεις	3.67	3.74	0.07
Λιμάνι	0.09	0.10	0.01
Αραιή Φυσική Βλάστηση	1.93	1.84	-0.08
Μεικτές Αγροτικές- Οικιστικές Εκτάσεις	2.56	2.43	-0.13
Λοιπές Εκτάσεις	0.11	0.12	0.01
Συνολική Έκταση	16.39	16.39	0.72

Πίνακας 12: Μεταβολή της κάλυψης γης σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την παρούσα εργασία, για την χρονική περίοδο 1998 – 2008.

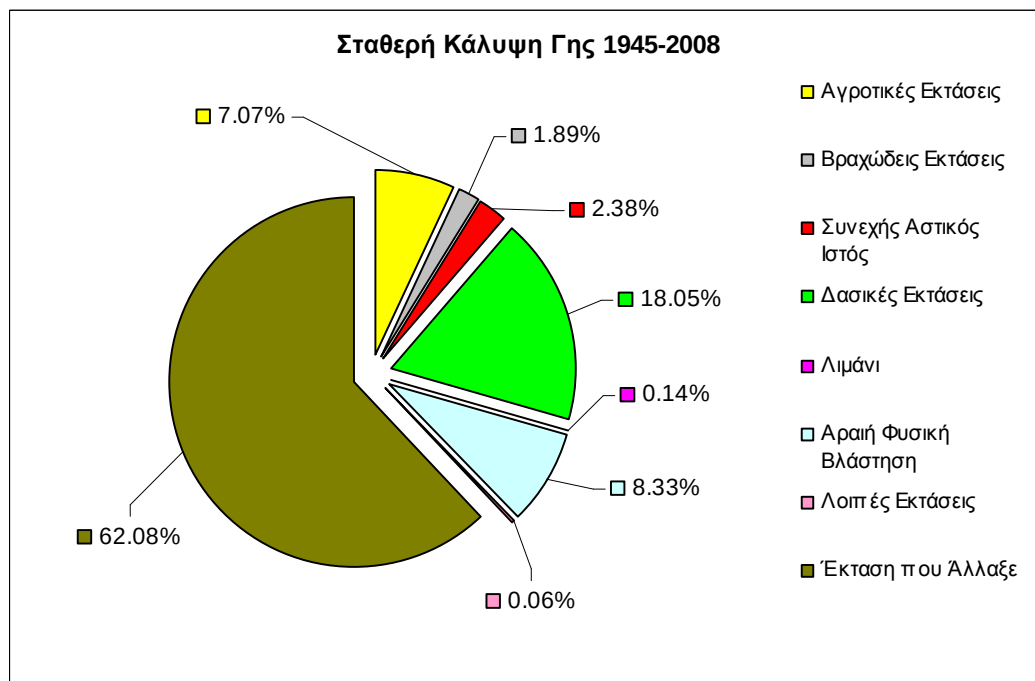
Σημείωση: Όταν το πρόσημο είναι αρνητικό σημαίνει ότι, η έκταση της κατηγορίας όπως χαρακτηρίστηκε το έτος 1998 παρουσιάζει μείωση το 2008.

Επόμενο στάδιο αποτελεί η σύγκριση των στοιχείων κάλυψης γης για κάθε περίοδο. Για ολόκληρη την περιοχή μελέτης έγινε σύγκριση μεταξύ των στοιχείων που προέκυψαν για την περίοδο μεταξύ 1945 και 2008. Τα αποτελέσματα παρουσιάζουν τις περιοχές που παραμένουν χωρίς μεταβολή στην κάλυψη γης αλλά και τις περιοχές που παρουσιάζουν αλλαγές στην κάλυψη γης. Επιπλέον εντοπίζονται, τα βασικά μοτίβα (patterns) ή πρότυπα αλλαγών και γίνεται ποσοτικοποίηση αυτών των αλλαγών με την εξαγωγή ποσοστών αλλαγών κάλυψης ανά κατηγορία και των αντίστοιχων διαγραμμάτων. Στους πίνακες και τα διαγράμματα απεικονίζονται οι κατηγορίες κάλυψης γης του έτους 1945 που παρουσιάζουν τις σημαντικότερες αλλαγές (patterns) ως προς την κάλυψη γης, ενώ επίσης αναλύονται οι κατηγορίες κάλυψης του έτους 2008 στις οποίες μετατράπηκαν οι εκτάσεις του 1945.

*Επιφάνεια χωρίς Αλλαγές Κάλυψης Γης
μεταξύ 1945 και 2008*



Χάρτης 11: Περιοχές με σταθερή κάλυψη γης της περιόδου 1945-2008.

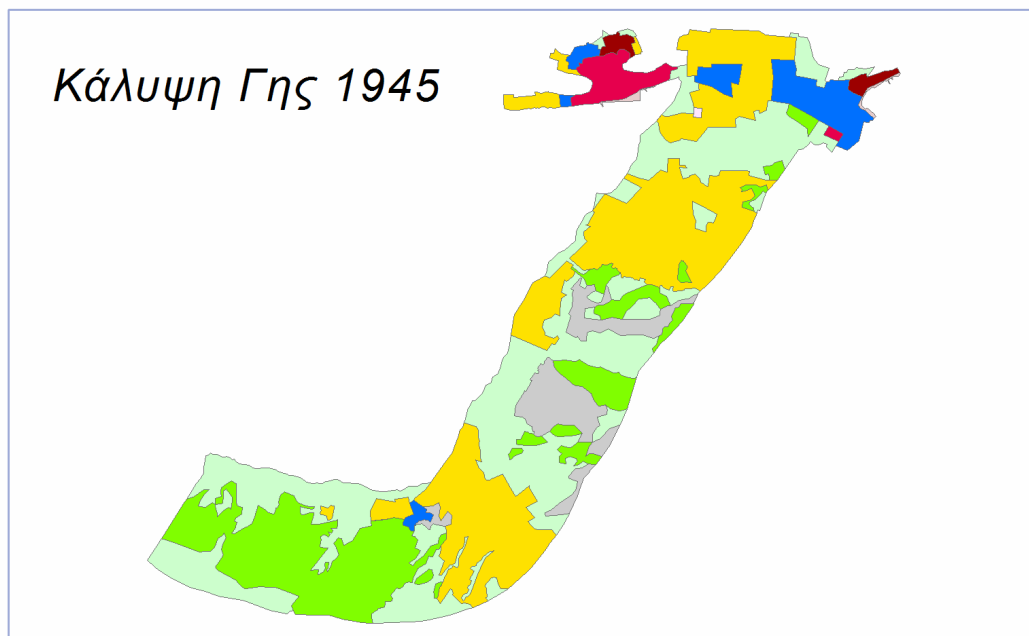
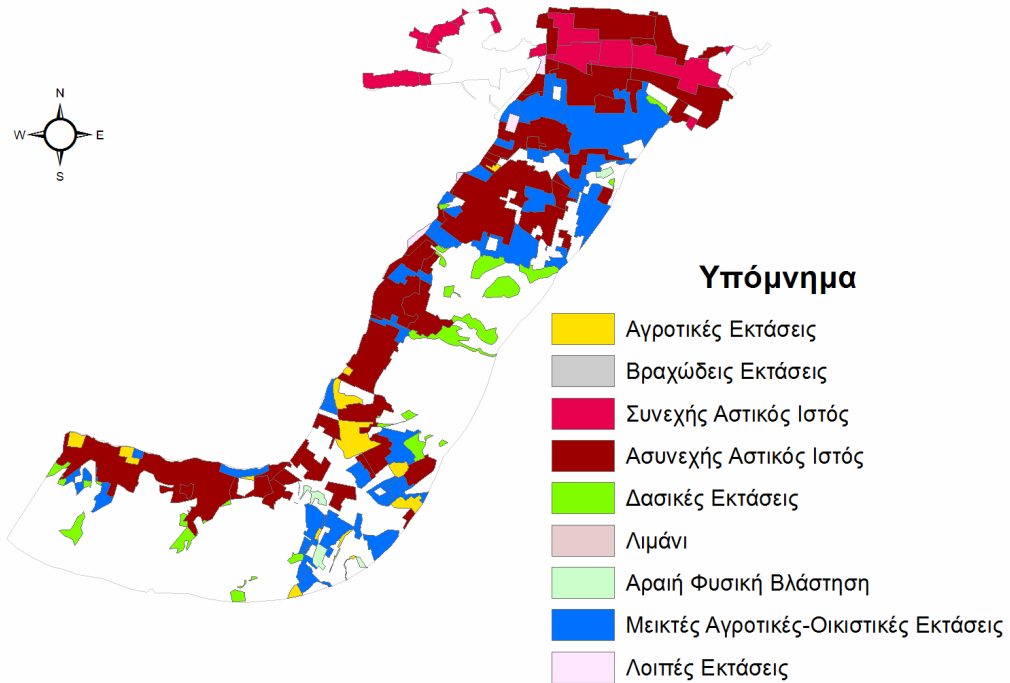


Διάγραμμα 5: Ποσοστά σταθερής κάλυψης γης.

Σταθερή Κάλυψη 1945-2008		
Κατηγορίες Κάλυψης	Κάλυψη (%)	Κάλυψη (Τ.Χλμ)
Αγροτικές Εκτάσεις	7.07	1.15
Βραχώδεις Εκτάσεις	1.89	0.31
Συνεχής Αστικός Ιστός	2.38	0.39
Δασικές Εκτάσεις	18.05	2.93
Λιμάνι	0.14	0.02
Αραιή Φυσική Βλάστηση	8.33	1.35
Λοιπές Εκτάσεις	0.06	0.01
Έκταση με Σταθερή Κάλυψη Γης	37.92	6.16
Έκταση με Αλλαγή Κάλυψης Γης	62.08	10.09
Συνολική Έκταση	100.00	16.25

Πίνακας 13: Ανάλυση κατηγοριών κάλυψης γης.

*Βασικό Πρότυπο Αλλαγών Κάλυψης Γης
μεταξύ 1945 και 2008*



Χάρτης 12: Βασικά πρότυπα αλλαγών κάλυψης γης της περιόδου 1945-1998.

Μεταβολή Περιοχών Αραιής Φυσικής Βλάστησης 1945		
Χαρακτηρισμός Κάλυψης Γης 2008	Κάλυψη (%)	Κάλυψη (Τ.Χλμ)
Αγροτικές Εκτάσεις	7.89	0.34
Ασυνεχής Αστικός Ιστός	50.91	2.20
Συνεχής Αστικός Ιστός	1.56	
Δασικές Εκτάσεις	13.34	0.58
Μεικτές Αγροτικές-Οικιστικές Εκτάσεις	24.91	1.08
Λοιπές Εκτάσεις	1.40	0.06
Σύνολο	100.00	4.32

Σημείωση: Η συνολική έκταση που χαρακτηρίζεται ως “Αραιή Φυσική Βλάστηση” το 1945 είναι 5.67τ.χλμ.. Από αυτά, τα 4.32τ.χλμ. παρουσιάζουν μεταβολή και χαρακτηρίζονται σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα ενώ, 1.35 τ.χλμ. δεν παρουσιάζουν μεταβολή και χαρακτηρίζονται ως περιοχές με Αραιή Φυσική Βλάστηση από το 1945 μέχρι το 2008.

Πίνακας 14: Μεταβολή των περιοχών αραιής φυσικής βλάστησης του 1945 και οι αντίστοιχες κατηγορίες στις οποίες εντάσσεται το 2008.

Μεταβολή Περιοχών Αγροτικών Εκτάσεων 1945		
Χαρακτηρισμός Κάλυψης Γης 2008	Κάλυψη (%)	Κάλυψη (Τ.Χλμ)
Ασυνεχής Αστικός Ιστός	56.64	2.16
Συνεχής Αστικός Ιστός	9.90	0.38
Μεικτές Αγροτικές-Οικιστικές Εκτάσεις	31.44	1.20
Αραιή Φυσική Βλάστηση	2.02	0.08
Σύνολο	100.00	3.82

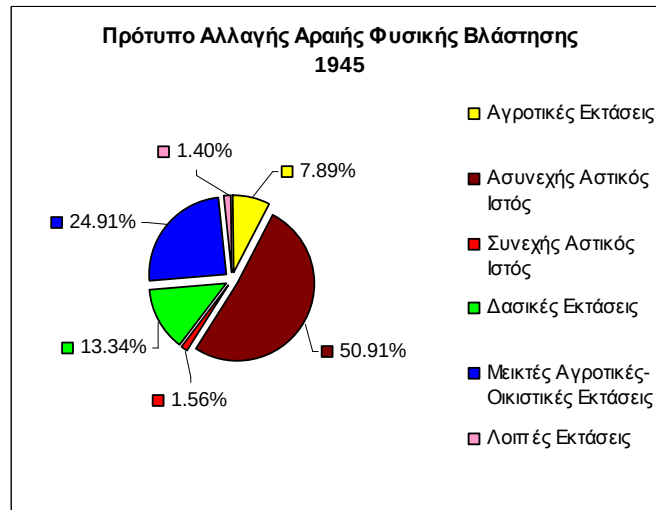
Σημείωση: Η συνολική έκταση που χαρακτηρίζεται ως “Αγροτικές Εκτάσεις” το 1945 είναι 5 τ.χλμ.. Από αυτά, τα 3.82τ.χλμ. παρουσιάζουν μεταβολή και χαρακτηρίζονται σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα ενώ, 1.18 τ.χλμ. δεν παρουσιάζουν μεταβολή και χαρακτηρίζονται ως περιοχές Αγροτικών Εκτάσεων από το 1945 μέχρι το 2008.

Πίνακας 15: Μεταβολή των αγροτικών εκτάσεων του 1945 και οι αντίστοιχες κατηγορίες στις οποίες εντάσσεται το 2008.

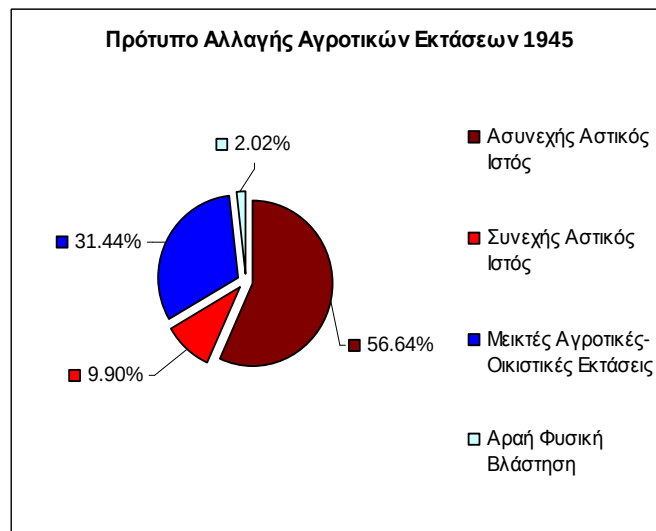
Μεταβολή Περιοχών Μεικτών Αγροτικών-Οικιστικών Εκτάσεων 1945		
Χαρακτηρισμός Κάλυψης Γης 2008	Κάλυψη (%)	Κάλυψη (Τ.Χλμ)
Ασυνεχής Αστικός Ιστός	41.06	0.32
Συνεχής Αστικός Ιστός	58.94	0.45
Σύνολο	100.00	0.77

Σημείωση: Η συνολική έκταση που χαρακτηρίζεται ως “Μεικτές Αγροτικές-Οικιστικές Εκτάσεις” το 1945 είναι 0.77 τ.χλμ.. Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα υπάρχει μεταβολή σε ποσοστό 100% των περιοχών που το 1945 χαρακτηρίστηκαν ως “Μεικτές Αγροτικές-Οικιστικές Εκτάσεις”.

Πίνακας 16: Μεταβολή των μεικτών αγροτικών - οικιστικών εκτάσεων του 1945 και οι αντίστοιχες κατηγορίες στις οποίες εντάσσεται το 2008.



Διάγραμμα 6: Ποσοστά αλλαγής και οι αντίστοιχες κατηγορίες στις οποίες εντάσσεται το 2008.



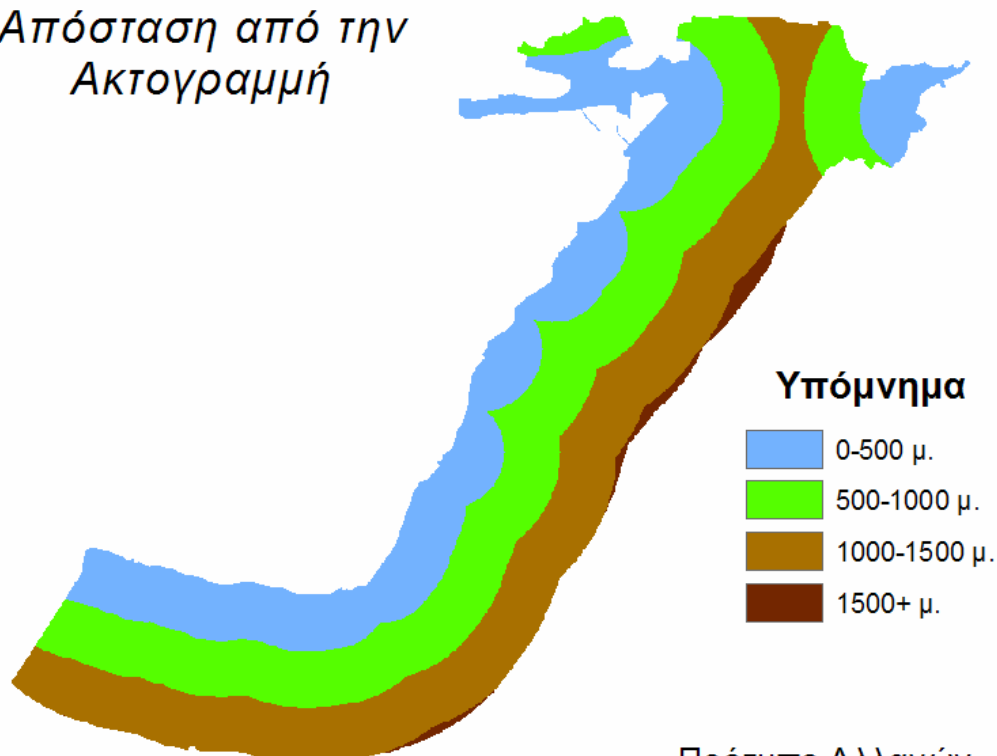
Διάγραμμα 7: Ποσοστά αλλαγής και οι αντίστοιχες κατηγορίες στις οποίες εντάσσεται το 2008.



Διάγραμμα 8: Ποσοστά αλλαγής και οι αντίστοιχες κατηγορίες στις οποίες εντάσσεται το 2008.

Τα βασικά πρότυπα αλλαγών που εντοπίστηκαν για την χρονική περίοδο 1945-2008 συγκρίθηκαν με τρία βασικά κριτήρια, την απόσταση από την ακτογραμμή, την απόσταση από το οδικό δίκτυο του 1945 και τις κλίσεις που εντοπίζονται στην περιοχή μελέτης. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω.

Απόσταση από την
Ακτογραμμή



Πρότυπο Αλλαγών
1945-2008

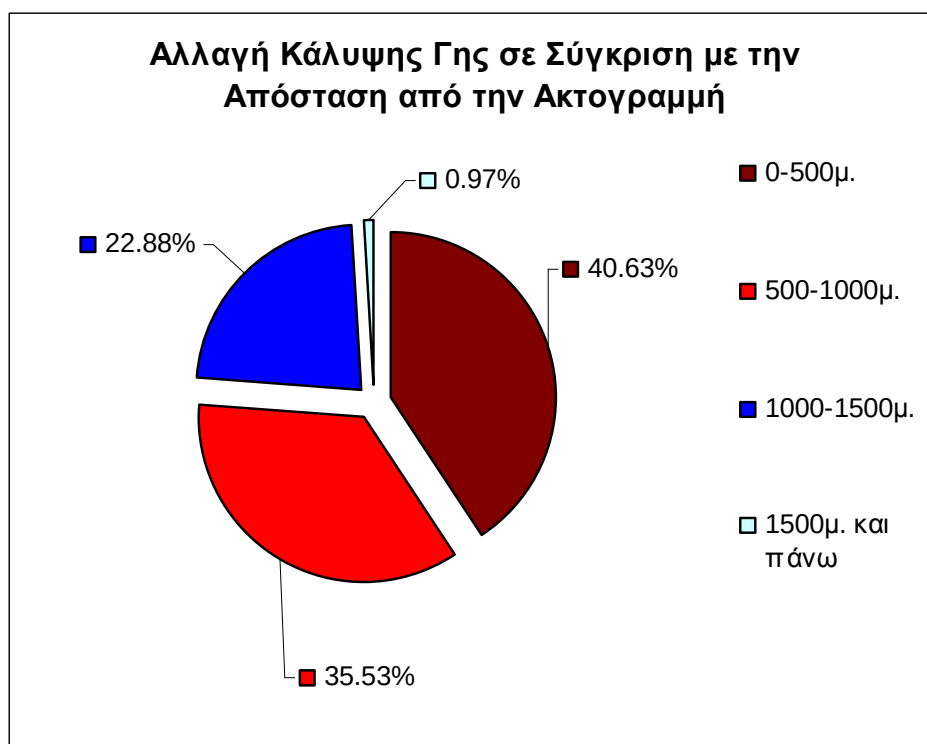


Χάρτης 13: Σύγκριση των προτύπων αλλαγής κάλυψης γης με την απόσταση από την ακτογραμμή.

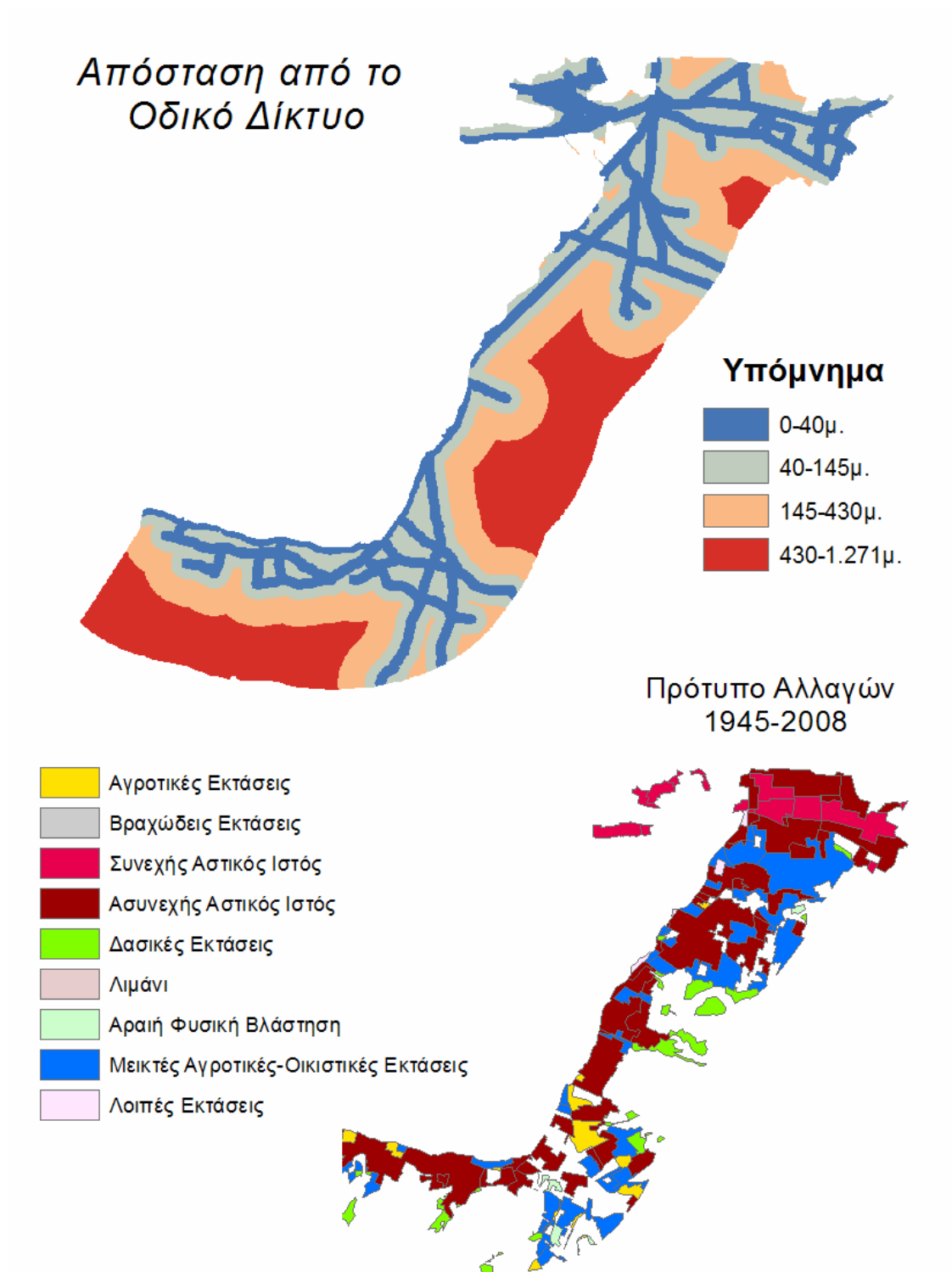
Απόσταση από Ακτογραμμή				
Πρότυπο Αλλαγής Κάλυψης Γης 1945-2008	0-500μ.	500-1000μ.	1000-1500μ.	1500μ. και πάνω
Αγροτικές Εκτάσεις(%)	2.13	0.73	0.96	0.00
Συνεχής Αστικός Ιστός(%)	3.70	5.38	0.99	0.00
Ασυνεχής Αστικός Ιστός(%)	27.83	17.76	6.78	0.11
Δασικές Εκτάσεις(%)	0.37	2.50	3.60	0.02
Αραιή Φυσική Βλάστηση(%)	0.05	0.23	0.56	0.02
Μεικτές Αγροτικές-Οικιστικές Εκτάσεις(%)	5.86	8.93	9.99	0.82
Λοιπές Εκτάσεις(%)	0.68	0.00	0.00	0.00
Συνολική Έκταση(%)	40.63	35.53	22.88	0.97

Σημείωση: Τα ποσοστά των αλλαγών σε σύγκριση με την απόσταση από την ακτογραμμή, αφορούν την συνολική έκταση των βασικών προτύπων αλλαγής κάλυψης γης μεταξύ 1945-2008, όπως φαίνονται από τους πίνακες 14,15,16. Η συνολική έκταση υπολογίζεται σε 8.91 τ.χλμ..

Πίνακας 17: Ανάλυση βασικών προτύπων αλλαγής κάλυψης γης μεταξύ 1945-2008 και σύγκριση με την απόσταση από την ακτογραμμή.



Διάγραμμα 9: Ποσοστά βασικών προτύπων αλλαγής κάλυψης γης μεταξύ 1945-2008 και σύγκριση με την απόσταση από την ακτογραμμή.

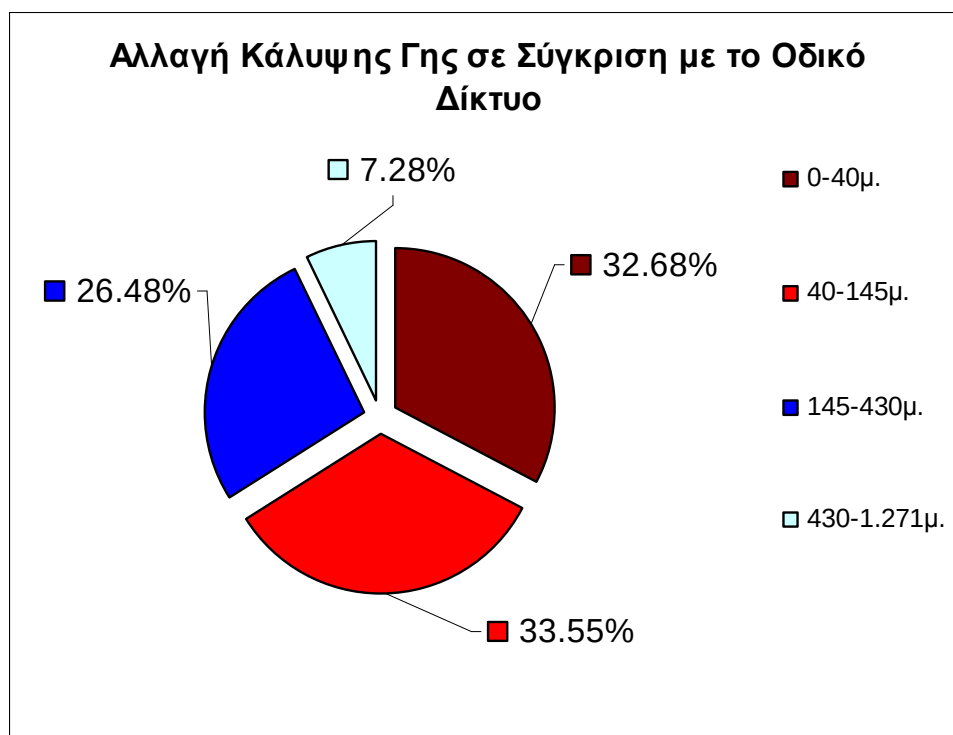


Χάρτης 14: Σύγκριση των προτύπων αλλαγής κάλυψης γης με την απόσταση από το οδικό δίκτυο του 1945.

Απόσταση από Οδικό Δίκτυο				
Μοτίβο Αλλαγής Κάλυψης Γης 1945-2008	0-40μ.	40-145μ.	145-430μ.	430-1.271μ.
Αγροτικές Εκτάσεις(%)	1.22	1.54	0.94	0.12
Συνεχής Αστικός Ιστός(%)	5.29	4.22	0.57	0.00
Ασυνεχής Αστικός Ιστός(%)	18.76	18.89	13.77	1.06
Δασικές Εκτάσεις(%)	0.04	0.38	2.44	3.63
Αραιή Φυσική Βλάστηση(%)	0.18	0.49	0.19	0.00
Μεικτές Αγροτικές-Οικιστικές Εκτάσεις(%)	6.96	7.62	8.54	2.48
Λοιπές Εκτάσεις(%)	0.24	0.41	0.02	0.00
Συνολική Έκταση(%)	32.68	33.55	26.48	7.28

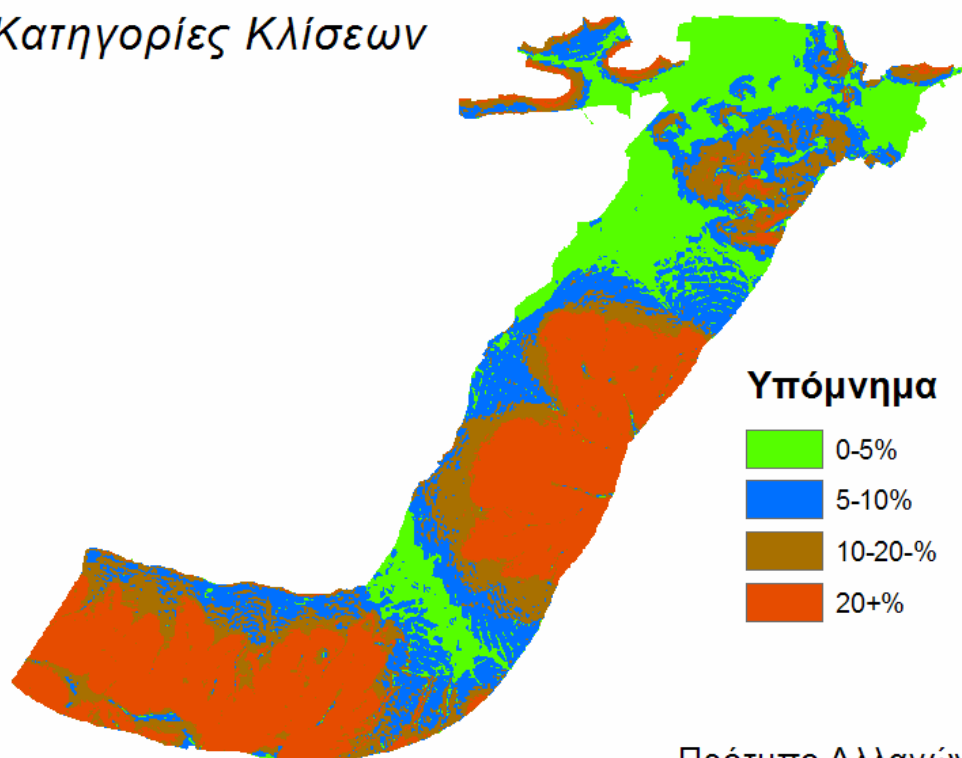
Σημείωση: Τα ποσοστά των αλλαγών σε σύγκριση με την απόσταση από το οδικό δίκτυο, αφορούν την συνολική έκταση των βασικών προτύπων αλλαγής κάλυψης γης μεταξύ 1945-2008, όπως φαίνονται από τους πίνακες 14,15,16. Η συνολική έκταση υπολογίζεται σε 8.91 τ.χλμ..

Πίνακας 18: Ανάλυση βασικών προτύπων αλλαγής κάλυψης γης μεταξύ 1945-2008 και σύγκριση με την απόσταση από το οδικό δίκτυο.

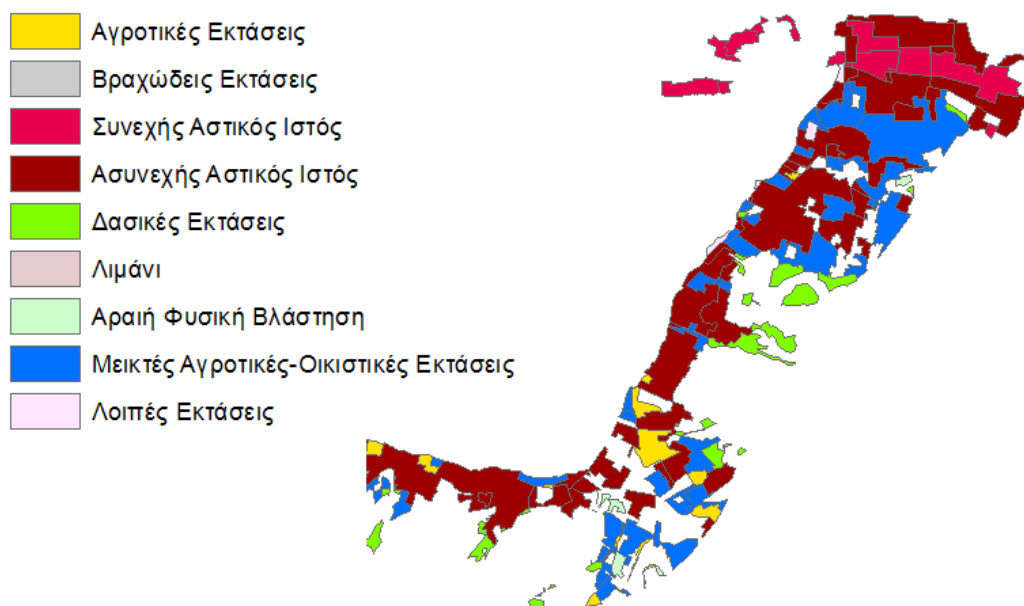


Διάγραμμα 10: Ποσοστά βασικών προτύπων αλλαγής κάλυψης γης μεταξύ 1945-2008 και σύγκριση με την απόσταση από το οδικό δίκτυο.

Κατηγορίες Κλίσεων



Πρότυπο Αλλαγών 1945-2008

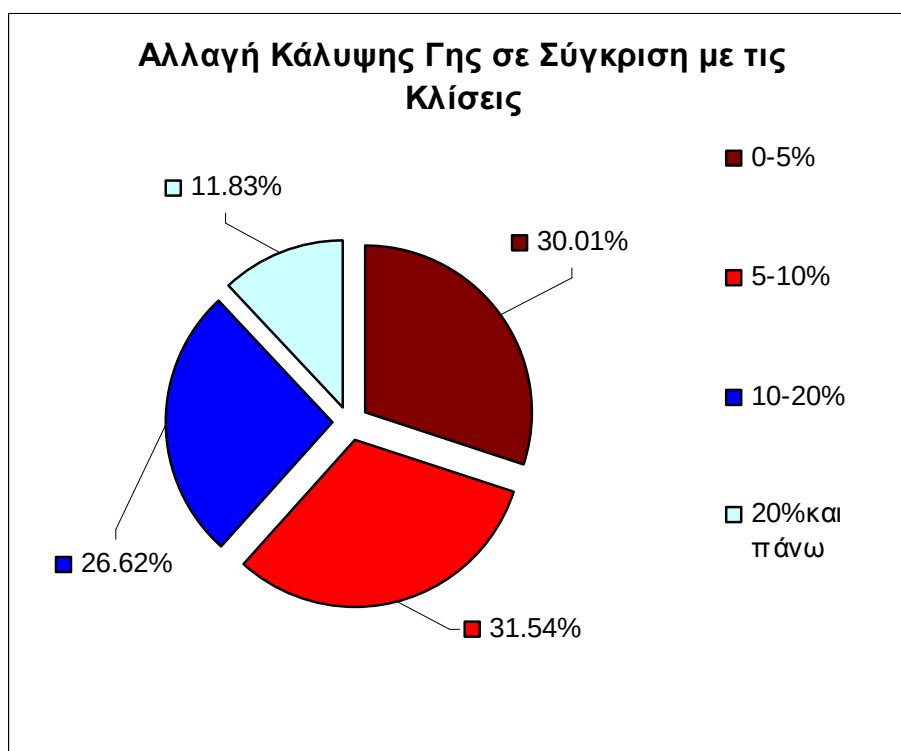


Χάρτης 15: Σύγκριση των προτύπων αλλαγής κάλυψης γης με τις κλίσεις της περιοχής μελέτης.

Σύγκριση με Κλίσεις				
Πρότυπο Αλλαγής Κάλυψης Γης 1945-2008	0-5%	5-10%	10-20%	20%και πάνω
Αγροτικές Εκτάσεις(%)	0.24	1.88	1.61	0.08
Συνεχής Αστικός Ιστός(%)	5.94	2.12	1.45	0.56
Ασυνεχής Αστικός Ιστός(%)	17.51	17.35	14.98	2.62
Δασικές Εκτάσεις(%)	0.06	0.06	0.70	5.68
Αραιή Φυσική Βλάστηση(%)	0.03	0.44	0.32	0.07
Μεικτές Αγροτικές-Οικιστικές Εκτάσεις(%)	5.54	9.66	7.54	2.82
Λοιπές Εκτάσεις(%)	0.68	0.00	0.00	0.00
Συνολική Έκταση(%)	29.99	31.52	26.61	11.82

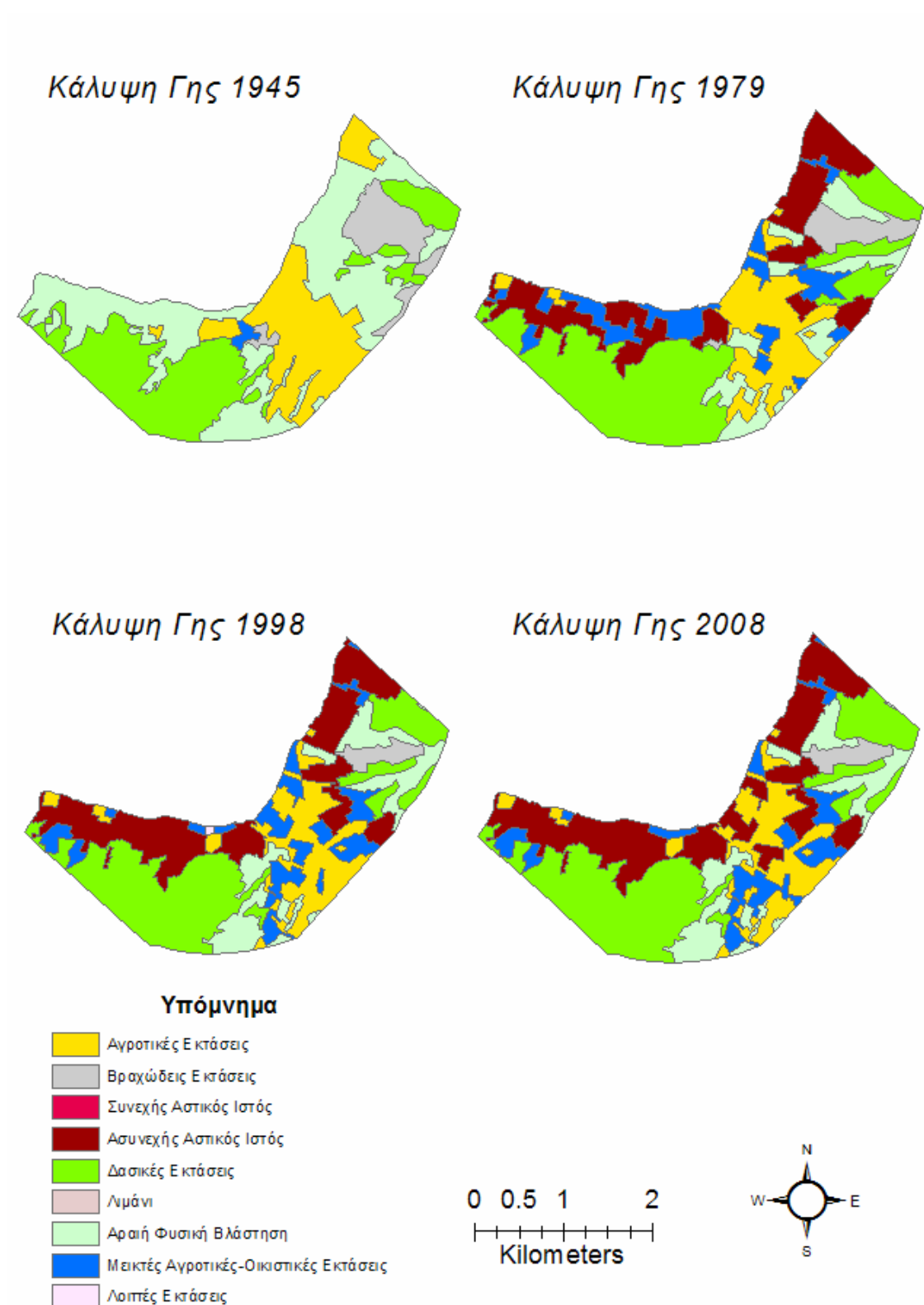
Σημείωση: Τα ποσοστά των αλλαγών σε σύγκριση με τις κλίσεις της περιοχής μελέτης, αφορούν την συνολική έκταση των βασικών προτύπων αλλαγής κάλυψης γης μεταξύ 1945-2008, όπως φαίνονται από τους πίνακες 14,15,16. Η συνολική έκταση υπολογίζεται σε 8.91 τ.χλμ..

Πίνακας 19: Ανάλυση βασικών προτύπων αλλαγής κάλυψης γης μεταξύ 1945-2008 και σύγκριση με τις κλίσεις της περιοχής.



Διάγραμμα 11: Ποσοστά βασικών προτύπων αλλαγής κάλυψης γης μεταξύ 1945-2008 και σύγκριση με τις κλίσεις της περιοχής.

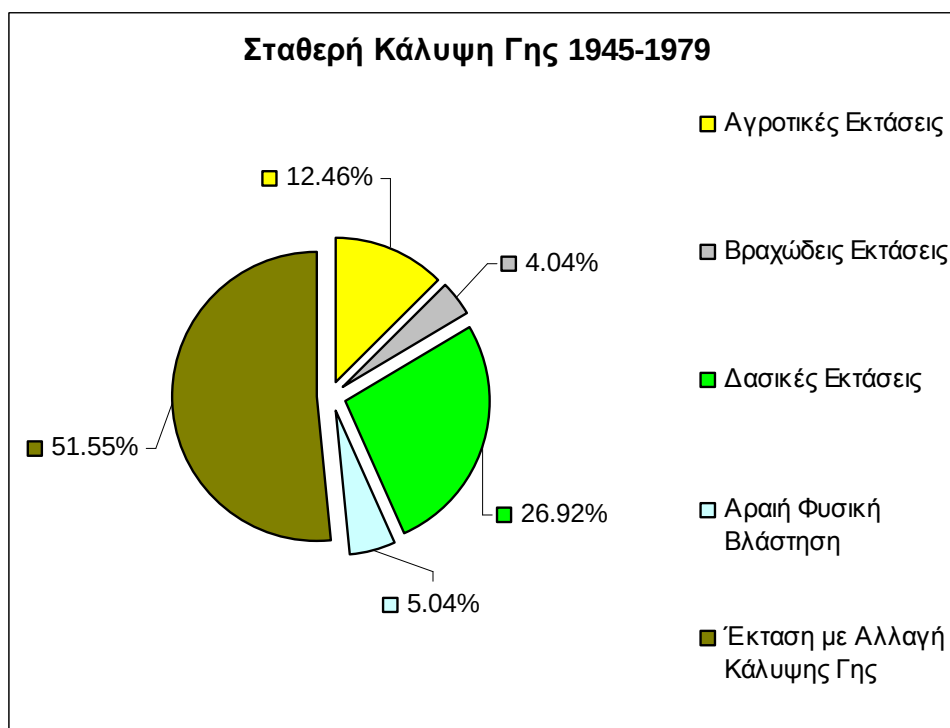
Τέλος, παρουσιάζονται οι χάρτες κάλυψης γης που αναφέρονται στις χρονολογίες 1945, 1998, 1979, 2008 και αναφέρονται στην περιοχή που καλύπτει η διαθέσιμη αεροφωτογραφία του 1979. Στους πίνακες και τα διαγράμματα απεικονίζονται οι κατηγορίες κάλυψης γης του έτους 1945 που παρουσιάζουν τις σημαντικότερες αλλαγές πρότυπα (patterns) ως προς την κάλυψη γης, ενώ επίσης αναλύονται οι κατηγορίες κάλυψης των ετών 1979, 2008 στις οποίες εντάχτηκαν οι εκτάσεις του 1945.



Χάρτης 16: Διαχρονική παρατήρηση κάλυψης γης για τμήμα της περιοχής μελέτης.

Σταθερή Κάλυψη 1945-1979		
Κατηγορίες Κάλυψης	Κάλυψη (%)	Κάλυψη (Τ.Χλμ)
Αγροτικές Εκτάσεις	12.46	0.95
Βραχώδεις Εκτάσεις	4.04	0.31
Δασικές Εκτάσεις	26.92	2.05
Αραιή Φυσική Βλάστηση	5.04	0.38
Έκταση με Σταθερή Κάλυψη Γης	48.45	3.69
Έκταση με Αλλαγή Κάλυψης Γης	51.55	3.93
Συνολική Έκταση	100.00	7.62

Πίνακας 20: Ανάλυση κατηγοριών κάλυψης γης.

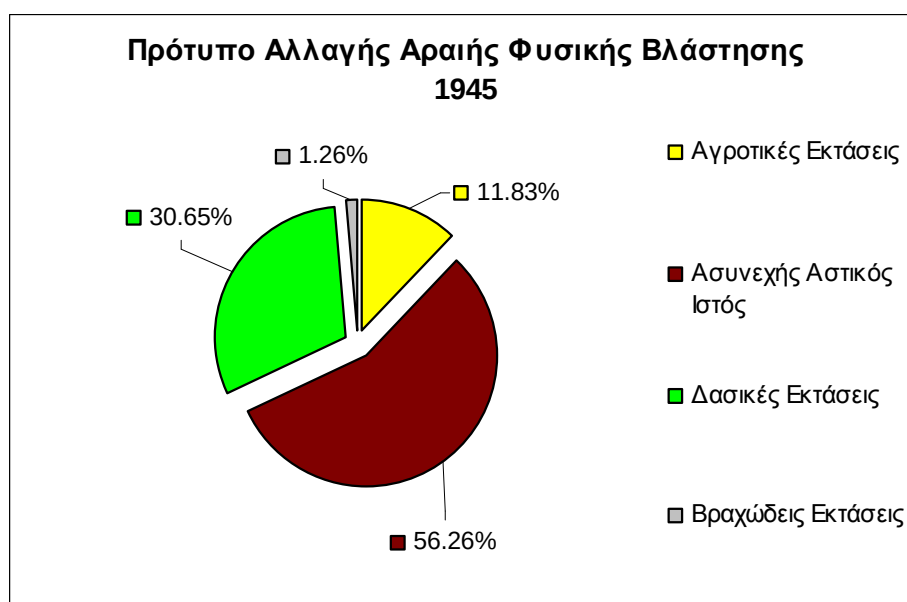


Διάγραμμα 12: Ποσοστά σταθερής κάλυψη γης.

Μεταβολή Περιοχών Αραιής Φυσικής Βλάστησης 1945		
Χαρακτηρισμός Κάλυψης Γης 1979	Κάλυψη (%)	Κάλυψη (Τ.Χλμ)
Αγροτικές Εκτάσεις	11.83	0.25
Ασυνεχής Αστικός Ιστός	56.26	1.18
Δασικές Εκτάσεις	30.65	0.64
Βραχώδεις Εκτάσεις	1.26	0.03
Συνολική Έκταση	100.00	2.10

Σημείωση: Η συνολική έκταση που χαρακτηρίζεται ως “Αραιή Φυσική Βλάστηση” το 1945 είναι 3.00τ.χλμ.. Από αυτά, τα 2.10τ.χλμ. παρουσιάζουν μεταβολή και χαρακτηρίζονται σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα ενώ, 0.90 τ.χλμ. δεν παρουσιάζουν μεταβολή και χαρακτηρίζονται ως περιοχές με Αραιή Φυσική Βλάστηση από το 1945 μέχρι το 1979.

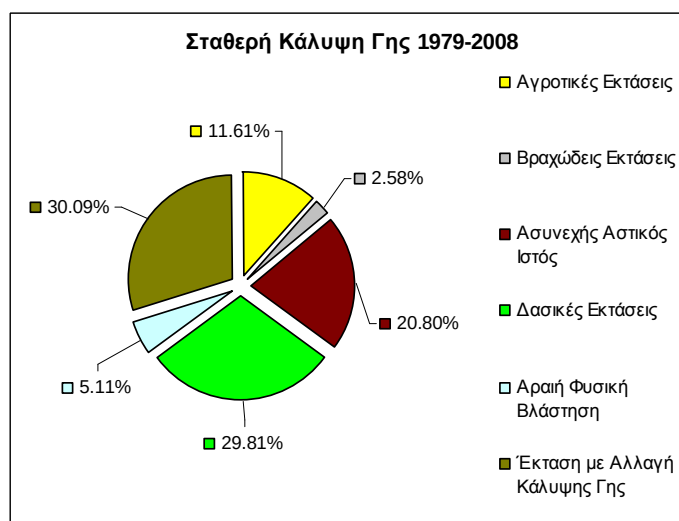
Πίνακας 21: Αλλαγή αραιής φυσικής βλάστησης του 1945 και οι αντίστοιχες κατηγορίες στις οποίες εντάσσεται το 1979.



Διάγραμμα 13: Ποσοστά μεταβολής και οι αντίστοιχες κατηγορίες στις οποίες εντάσσεται το 1979.

Σταθερή Κάλυψη 1979-2008		
Κατηγορίες Κάλυψης	Κάλυψη (%)	Κάλυψη (Τ.Χλμ)
Αγροτικές Εκτάσεις	11.61	0.88
Βραχώδεις Εκτάσεις	2.58	0.20
Ασυνεχής Αστικός Ιστός	29.75	1.58
Δασικές Εκτάσεις	29.81	2.27
Αραιή Φυσική Βλάστηση	5.11	0.39
Έκταση με Σταθερή Κάλυψη Γης	69.91	5.33
Έκταση με Αλλαγή Κάλυψης Γης	30.09	2.29
Συνολική Έκταση	100.00	7.62

Πίνακας 22: Ανάλυση κατηγοριών κάλυψης γης.



Διάγραμμα 14: Ποσοστά σταθερής κάλυψης γης.

Βασικά Πρότυπα Αλλαγών Κάλυψης Γης 1979-2008			
Κάλυψη Γης 1979	Χαρακτηρισμός Κάλυψης Γης 2008	Κάλυψη (%)	Κάλυψη (Τ.Χλμ)
Μεικτές Αγροτικές-Οικιστικές Εκτάσεις	Ασυνεχής Αστικός Ιστός	37.70	0.46
Αγροτικές Εκτάσεις	Μεικτές Αγροτικές-Οικιστικές Εκτάσεις	16.20	0.20
Αγροτικές Εκτάσεις	Ασυνεχής Αστικός Ιστός	8.70	0.11
Αραιή Φυσική Βλάστηση	Αγροτικές Εκτάσεις	12.93	0.16
Αραιή Φυσική Βλάστηση	Μεικτές Αγροτικές-Οικιστικές Εκτάσεις	12.38	0.15
Αραιή Φυσική Βλάστηση	Δασικές Εκτάσεις	12.08	0.15
Συνολική Έκταση		100.00	1.22

Πίνακας 23: Ανάλυση βασικών προτύπων αλλαγών κάλυψης για την περίοδο 1979-2008.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία γίνεται παρακολούθηση των αλλαγών ως προς την κάλυψη γης, για περιοχή μελέτης που έχει οριστεί για τη Ν. Σαλαμίνα, για την χρονική περίοδο από το 1945 μέχρι το 2008. Η κλίμακα των διαθέσιμων δεδομένων, η επιλογή των κατηγοριών κάλυψης και ο ορισμός της ελάχιστης χαρτογραφικής μονάδας στο ένα εκτάριο, αποσκοπούν στην ακριβή καταγραφή των αλλαγών κάλυψης, σε σύγκριση με προηγούμενες έρευνες που έγιναν για την περιοχή μελέτης (π.χ. Ευρωπαϊκό πρόγραμμα Corine). Τα αποτελέσματα που εξάγονται είναι πολλά και αφορούν μια σειρά χαρτών, διαγραμμάτων και πινάκων, που προέκυψαν από την εφαρμογή της μεθοδολογίας που περιγράφεται στο τέταρτο κεφάλαιο.

Αρχικά, συγκρίνοντας (χάρτης 10) τον χάρτη κάλυψης γης για το έτος 2000, όπως δίνεται από το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα Corine, με τον τελικό χάρτη κάλυψης γης του 1998 που προέκυψε μέσα από τούτη την εργασία, εντοπίζονται αρκετές διαφορές ανάμεσά τους. Ο χάρτης κατά το πρόγραμμα Corine, παρουσιάζει επτά διαφορετικές κατηγορίες κάλυψης γης ενώ, ο χάρτης του 1998 παρουσιάζει εννέα κατηγορίες κάλυψης γης για την περιοχή μελέτης. Επίσης, τα πολύγωνα των κατηγοριών κάλυψης γης κατά Corine καταλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις, σε αντίθεση με τα πολύγωνα του χάρτη του 1998 που απεικονίζουν εκτάσεις κάλυψης γης ως και ένα εκτάριο. Επιπλέον, για τις περιοχές που εντάσσονται σε κοινή κατηγορία κάλυψης γης και στους δύο χάρτες, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι με την μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην παρούσα εργασία επιτεύχθηκε πιο αναλυτική ψηφιοποίηση και φωτοερμηνεία των κατηγοριών κάλυψης γης για την περιοχή μελέτης. Τα αποτελέσματα της φωτοερμηνείας, όπως εκφράζονται με τα πολυγώνια, σε περιοχές που εντάσσονται σε κοινή κατηγορία κάλυψης γης και στους δύο χάρτες, είναι διαφορετικά και παρουσιάζουν διαφορές που σχετίζονται με την γεωμετρία, το σχήμα και το εμβαδό των πολυγώνων. Επομένως, φαίνεται ότι, η ακρίβεια του χάρτη του 1998 είναι μεγαλύτερη, παρουσιάζοντας την κάλυψη γης της περιοχής μελέτης με πιο αναλυτικό τρόπο. Η διαφορά των δύο ετών στην σύγκριση των χαρτών, δεν επηρεάζει το αποτέλεσμα της σύγκρισης, γιατί το χρονικό διάστημα θεωρείται ελάχιστο για την ύπαρξη αλλαγών στην κάλυψη γης.

Σημαντική, είναι η σύγκριση (Πίνακες 11,12, Χάρτες 9,10) μεταξύ, της μεταβολής της κάλυψης γης σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την παρούσα εργασία, για την χρονική περίοδο 1998 – 2008 και της μεταβολής της κάλυψης γης σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine για την Ν.Σαλαμίνα για την χρονική περίοδο 1990 – 2000. Η σύγκριση που γίνεται έχει ως κοινό στοιχείο το χρονικό διάστημα των δέκα ετών και στις δύο περιπτώσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine οι αλλαγές εντοπίζονται σε τρεις κατηγορίες και η συνολική έκταση των αλλαγών για ολόκληρο το νησί είναι 171.39 Ha. Οι αλλαγές στην κάλυψη γης για την περιοχή μελέτης εντοπίζονται για την κατηγορία των Κωνοφόρων Δασών, όπως χαρακτηρίστηκαν το 1990 και μετατράπηκαν σε Θαμνώδεις Εκτάσεις το 2000. Η έκταση της αλλαγής είναι 28.14 ha. Αντίθετα, τα αποτελέσματα της σύγκρισης της δεκαετίας 1998 – 2008, όπως έγιναν στην παρούσα εργασία, έδειξαν ότι η μεταβολή της κάλυψης γης για την περιοχή μελέτης εντοπίζεται σε εννέα κατηγορίες κάλυψης γης, με συνολική έκταση 0.72 τ.χλμ. ή 72 ha. Σχετικά με τις διαφορές των αποτελεσμάτων για την συνολική έκταση των αλλαγών, η ποσοτική διαφορά είναι εμφανής ενώ, σε επίπεδο ανάλυσης οι κατηγορίες κάλυψης γης στην πρώτη περίπτωση περιλαμβάνουν μία κατηγορία και στην δεύτερη περίπτωση εννέα κατηγορίες. Το συμπέρασμα είναι ότι, με την μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στην παρούσα εργασία και την κλίμακα μελέτης που επιλέχτηκε, τα αποτελέσματα παρουσιάζουν μεγαλύτερη ακρίβεια ενώ, επιτρέπεται η πιο αναλυτική παρακολούθηση των αλλαγών κάλυψης γης για την περιοχή μελέτης.

Σχετικά με την φωτοερμηνεία και την επιλογή των κατηγοριών κάλυψης γης της περιοχής μελέτης, τα αποτελέσματα του ελέγχου ήταν θετικά. Η φωτοερμηνεία και η ψηφιοποίηση της περιοχής, όπως έγινε μέσα από την εφαρμογή Google Earth για το έτος 2008 αλλά και για τις ορθοφωτογραφίες του έτους 1998, φαίνεται να συμβαδίζει με τα αποτελέσματα του επιτόπιου ελέγχου, όπως αυτά αποτυπώνονται μέσα από σειρά εικόνων και επίγειων φωτογραφιών, στο τέταρτο κεφάλαιο στην ενότητα “ *Επιτόπιος Έλεγχος Φωτοερμηνείας και Ψηφιοποίησης* ”.

Για την κάλυψη γης το έτος 1945, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στον χάρτη 5, ενώ τα στατιστικά στοιχεία της κάλυψης γης ανά κατηγορία παρουσιάζονται στον πίνακα 7 και στο διάγραμμα 1. Το 1945 όπως φαίνεται, η κατηγορία με την μεγαλύτερη κάλυψη γης είναι η *αραιή φυσική βλάστηση* με ποσοστό κάλυψης 35.10 %. Ακολουθούν, η κατηγορία *αγροτικές εκτάσεις* με ποσοστό κάλυψης 30.79% και η κατηγορία *δασικές εκτάσεις* με ποσοστό κάλυψης 19.49 %. Οι εκτάσεις που περιλαμβάνουν αστικό ιστό, τεχνητές επιφάνειες και κατασκευές στις υπόλοιπες κατηγορίες κάλυψης γης, εμφανίζουν μικρό ποσοστό. Τα αποτελέσματα, φαίνεται να ακολουθούν την ιστορική εξέλιξη της περιοχής και τις ανάγκες που υπήρχαν εκείνη την χρονολογία αφού, πρόκειται για την περίοδο μετά τον Β΄ Παγκόσμιο πόλεμο και την κατοχή των Γερμανικών στρατευμάτων. Οι ανάγκες για εκμετάλλευση της γης για παραγωγή αγροτικών προϊόντων, η έλλειψη ανάπτυξης και η δυσμενής οικονομική κατάσταση του κράτους και των κατοίκων, αποτυπώνονται στα υψηλά ποσοστά των αγροτικών εκτάσεων. Η αδυναμία παρέμβασης στο περιβάλλον, μέσα από την κατασκευή σπιτιών και υποδομών φαίνεται, στα υψηλά ποσοστά των περιοχών με αραιή φυσική βλάστηση και στα χαμηλά ποσοστά των περιοχών που καταλαμβάνουν οι κατηγορίες του αστικού ιστού και των κατασκευών.

Για την κάλυψη γης το έτος 2008, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στον χάρτη 8, ενώ τα στατιστικά στοιχεία της κάλυψης γης ανά κατηγορία παρουσιάζονται στον πίνακα 10 και στο διάγραμμα 4. Οι κατηγορίες που έχουν τα μεγαλύτερα ποσοστά κάλυψης γης είναι, η κατηγορία *ασυνεχής αστικός ιστός* με ποσοστό 29.87%, η κατηγορία *δασικές εκτάσεις* με ποσοστό 22.80% και η κατηγορία *μεικτές αγροτικές – οικιστικές εκτάσεις* με ποσοστό 14.83%. Οι δασικές εκτάσεις σε σύγκριση με το έτος 1945 παρουσιάζουν αύξηση ενώ, η αλλαγή των οικονομικών συνθηκών και η χωροθέτηση της Σαλαμίνας κοντά στην πόλη της Αθήνας ενισχύουν το μεγάλο ποσοστό του ασυνεχούς αστικού ιστού αλλά και των μεικτών αγροτικών - οικιστικών εκτάσεων. Αυτό οφείλεται, στην ένταξη της περιοχής μελέτης στις λεγόμενες περιαστικές περιοχές με έντονη πίεση για αστική ανάπτυξη. Όπως προκύπτει από την θεωρία, στο δεύτερο κεφάλαιο στην ενότητα *΄΄ Παράγοντες που Επηρεάζουν την Κάλυψη Γης΄΄* ο Skelton (1998), αναφέρει ότι τα τοπία των μεσογειακών χωρών αλλοιώνονται με γρήγορους

ρυθμούς, με βασικό αίτιο την εγκατάλειψη των παραδοσιακών πρακτικών διαχείρισής τους, που σχετίζεται άμεσα με φαινόμενα οικονομικών και κοινωνικών διαφοροποιήσεων.

Σημαντικά ευρήματα εντοπίζονται στα αποτελέσματα της σύγκρισης μεταξύ των στοιχείων που προέκυψαν για την κάλυψη γης για την περίοδο από το 1945 μέχρι το 2008. Τα αποτελέσματα παρουσιάζουν τις περιοχές που παραμένουν χωρίς μεταβολή στην κάλυψη γης (χάρτης 11, διάγραμμα 5, πίνακας 13) αλλά και τις περιοχές που παρουσιάζουν αλλαγές στην κάλυψη γης. Επί της συνολικής έκτασης της περιοχής μελέτης, η έκταση που παρουσιάζει σταθερή κάλυψη γης καταλαμβάνει 6.16 τ.χλμ. και ποσοστό 37.92% ενώ, οι περιοχές με αλλαγή στην κάλυψη γης καταλαμβάνουν 10.09 τ.χλμ. και ποσοστό 62.08%. Η κατηγορία *δασικές εκτάσεις* έχει το μεγαλύτερο ποσοστό με 18.05% στις περιοχές που παρουσιάζουν σταθερή κάλυψη γης ενώ, όπως φαίνεται στους πίνακες 7,10 με τα συνολικά ποσοστά της κατηγορίας να παρουσιάζουν αύξηση για την περίοδο από το 1945 μέχρι το 2008. Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι, οι δασικές εκτάσεις της περιοχής δεν επηρεάστηκαν από την αλλαγή των τοπικών κοινωνικο-οικονομικών συνθηκών και την ανθρώπινη παρέμβαση με αποτέλεσμα την ελεύθερη φυσική εξέλιξη του τοπίου.

Όπως φαίνεται από το χάρτη 12, τους πίνακες 14,15,16 και τα διαγράμματα 6,7,8, τα μοτίβα (patterns) των βασικών προτύπων αλλαγών για την χρονική περίοδο από το 1945 μέχρι το 2008 αφορούν τις κατηγορίες: *αραιή φυσική βλάστηση*, *αγροτικές εκτάσεις* και *μεικτές αγροτικές – οικιστικές εκτάσεις*. Αυτό σημαίνει ότι ορισμένες περιοχές του 1945 με κάλυψη γης που εντάσσεται στις παραπάνω κατηγορίες, εμφανίζονται το έτος 2008 να έχουν διαφορετική κάλυψη γης. Η κατηγορία *αραιή φυσική βλάστηση*, αλλάζει σε ποσοστό 50.91% και γίνεται *ασυνεχής αστικός ιστός* ενώ, σε ποσοστό 24.91% γίνεται *μεικτές αγροτικές-οικιστικές εκτάσεις*. Η κατηγορία *αγροτικές εκτάσεις*, αλλάζει σε ποσοστό 56.64% και γίνεται *ασυνεχής αστικός ιστός* ενώ, σε ποσοστό 31.44% γίνεται *μεικτές αγροτικές-οικιστικές εκτάσεις*. Η κατηγορία *μεικτές αγροτικές-οικιστικές εκτάσεις*, αλλάζει σε ποσοστό 58.94% και γίνεται *συνεχής αστικός ιστός* ενώ, σε ποσοστό 41.06% γίνεται *μεικτές ασυνεχής αστικός ιστός*. Οι παραπάνω αλλαγές υποδηλώνουν την έντονη

αστική εξέλιξη της περιοχής, την αλλαγή των κοινωνικο-οικονομικών αναγκών και γενικότερα επιβεβαιώνονται, τα κοινωνικά, οικονομικά και πολεοδομικά κριτήρια, όπως αυτά περιγράφονται στο τρίτο κεφάλαιο και την ενότητα ``Περιοχή Μελέτης``. Μεταξύ ορισμένων κατηγοριών κάλυψης γης εντοπίζεται συγκεκριμένη πορεία εξέλιξης με το πέρασμα του χρόνου. Η πορεία εξέλιξης είναι: **μεικτές αγροτικές - οικιστικές εκτάσεις** → **ασυνεχής αστικός ιστός** → **συνεχής αστικός ιστός**.

Ο συνδυασμός των βασικών προτύπων που εντοπίζονται στην αλλαγή κάλυψης γης για την χρονική περίοδο από το 1945 μέχρι το 2008, με την απόσταση από την ακτογραμμή, την απόσταση από το οδικό δίκτυο του 1945 και τις κλίσεις της περιοχής έδωσε πολύτιμα συμπεράσματα. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι, η έκταση των βασικών προτύπων αλλαγών που υπολογίστηκε (8.91 τ.χλμ. Πίνακες 14,15,16) δεν αφορά την συνολική έκταση των αλλαγών κάλυψης γης μεταξύ 1945 και 2008 (10.09 τ.χλμ., Πίνακας 13). Η διαφορά αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι κατά τον υπολογισμό των βασικών προτύπων αλλαγών, δεν υπολογίστηκαν αλλαγές μικρότερες από την ελάχιστη χαρτογραφική μονάδα ψηφιοποίησης που επιλέχτηκε στην παρούσα εργασία (1 ha), επειδή ο σκοπός ήταν να εντοπιστούν οι βασικές αλλαγές που αφορούν την κάλυψη γης μεταξύ του 1945 και του 2008 και όχι τα ακριβή αναλυτικά ποσοτικά στοιχεία των αλλαγών κάλυψης γης για αυτή την χρονική περίοδο. Από τον χάρτη 13, τον πίνακα 17 και το διάγραμμα 9 φαίνεται ότι, το μεγαλύτερο ποσοστό των αλλαγών κάλυψης γης (75%) εντοπίζεται σε απόσταση μικρότερη του ενός χιλιομέτρου από την ακτογραμμή. Επίσης, από τον χάρτη 14, τον πίνακα 18 και το διάγραμμα 10 φαίνεται ότι, το μεγαλύτερο ποσοστό των αλλαγών κάλυψης γης (70%) εντοπίζεται σε απόσταση μικρότερη των εκατον πενήντα μέτρων από το οδικό δίκτυο του έτους 1945, ενώ από από τον χάρτη 15, τον πίνακα 19 και το διάγραμμα 11 φαίνεται ότι, το μεγαλύτερο ποσοστό των αλλαγών κάλυψης γης (60%) εντοπίζεται σε εδάφη με κλίση μικρότερη από 10%. Εύκολα λοιπόν γίνεται κατανοητό ότι, οι αλλαγές κάλυψης γης εντοπίζονται σε περιοχές με ήπιες κλίσεις κοντά στην ακτογραμμή και το οδικό δίκτυο.

Τέλος, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα του χάρτη 12 με την εξέλιξη του πληθυσμού της περιοχής (πίνακας 4, Παράρτημα) από την απογραφή του 1951 και την

απογραφή του 2001, επιβεβαιώνονται οι αλλαγές που φαίνονται στον χάρτη 12 αλλά και τα βασικά πρότυπα αλλαγών. Ο πληθυσμός παρουσιάζει αύξηση πάνω από 100% με αποτέλεσμα την ανάγκη για δημιουργία κατοικιών. Αυτή η αλλαγή οδήγησε στην αύξηση του ποσοστού των κατηγοριών, συνεχής αστικός ιστός *ασυνεχής αστικός ιστός, μεικτές αγροτικές-οικιστικές εκτάσεις* . Ανεπίσημα στοιχεία για την σημερινή κατάσταση που επικρατεί στο νησί, σχετικά με τον μόνιμο πληθυσμό, δείχνουν ότι ο μόνιμος πληθυσμός ιδιαίτερα κατά την θερινή περίοδο φτάνει τους 400.000 κατοίκους. Η διαφορά αυτή σε σχέση με τα επίσημα στοιχεία της απογραφής, οφείλεται στο γεγονός ότι ο μεγαλύτερος αριθμός των κατοικιών στη Σαλαμίνα χαρακτηρίζονται ως εξοχικές κατοικίες και όχι ως κύριες κατοικίες. Επιπλέον, η γεωγραφική θέση του νησιού κοντά σε μεγάλα αστικά κέντρα (Αθήνα, Πειραιάς) σε συνδυασμό με την αναπτυγμένη επικοινωνιακή σύνδεση του νησιού, οδήγησε στην δημιουργία παραθεριστικών κατοικιών με αποτέλεσμα την αύξηση του πληθυσμού ιδιαίτερα για την θερινή χρονική περίοδο, τις αργίες και τα Σαββατοκύριακα.

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα έρευνα έγινε διαχρονική παρατήρηση των αλλαγών κάλυψης γης για ορισμένη περιοχή μελέτης για τη Ν. Σαλαμίνα. Επιπλέον, αναπτύχθηκε η δημιουργία μεθοδολογίας που επιτρέπει την διαχρονική παρατήρηση για την κάλυψη γης, σε διαφορετικές περιοχές μελέτης.

Βασικές παρατηρήσεις και προβλήματα που εντοπίστηκαν στην παρούσα έρευνα αφορούσαν την έλλειψη δεδομένων υψηλής ανάλυσης για ορισμένες χρονικές περιόδους. Η μη ύπαρξη ολοκληρωμένου υποβάθρου δεδομένων για την περίοδο μεταξύ 1965 και 1980 δεν έδωσε την δυνατότητα για περαιτέρω λεπτομερή παρατήρηση της περιοχής μελέτης. Σημειώνεται ότι, η αναζήτηση δεδομένων αφορά, δωρεάν διαθέσιμα δεδομένα ή δεδομένα χαμηλού κόστους, στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος που εντάσσεται αυτή η εργασία. Επιπλέον, η χρήση δορυφορικών εικόνων υψηλής ανάλυσης σε αντικατάσταση της χρήσης της εφαρμογής Google Earth, θα έδινε την δυνατότητα για εξοικονόμηση χρόνου ενώ, η παρατήρηση για την σημερινή κάλυψη γης και η σύγκριση με τα προηγούμενα έτη θα γινόταν πιο εύκολα μέσα σε ένα ενιαίο περιβάλλον εργασίας.

Σχετικά με την εφαρμογή Google Earth, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χρήση της εφαρμογής καθιστά δυνατή την παρακολούθηση των αλλαγών ως προς την κάλυψη γης, σε κλίμακα μελέτης που εντάσσεται στις λεγόμενες μεσαίες κλίμακες. Το σημαντικό είναι ότι η εφαρμογή διατίθεται δωρεάν, με αποτέλεσμα να υπάρχει η δυνατότητα για διευρυμένη χρήση. Συγκεκριμένα, η χωρική ανάλυση των 2.5 μέτρων των δορυφορικών εικόνων που συνθέτουν το μωσαϊκό της εφαρμογής, έδωσε την δυνατότητα ώστε, η φωτοερμηνεία, ο χαρακτηρισμός κάλυψης γης και η ψηφιοποίηση για το έτος 2008 να γίνουν σε κλίμακα μελέτης κοντά στο 1:5.000. Η διαδικασία της ψηφιοποίησης και της δημιουργίας πολυγώνων έγινε εύκολα μέσα από την εφαρμογή ενώ, μειονέκτημα αποτέλεσε η επικάλυψη που παρουσιάζουν τα πολύγωνα που δημιουργήθηκαν μέσα από την εφαρμογή, εξαιτίας της έλλειψης εργαλείου προσκόλλησης (snapping). Το πλεονέκτημα της εφαρμογής Google Earth, είναι η δωρεάν διάθεση προς όλους τους χρήστες ενώ, μειονέκτημα αποτελεί η διαδικασία μετατροπής των εξαγωγίμων αρχείων

της εφαρμογής (kml) σε διανυσματικά αρχεία (shapefiles) και ο μετασχηματισμός αυτών σε ενιαίο σύστημα γεωδαιτικής αναφοράς.

Η χρήση των μεθόδων της Φωτογραμμετρίας σχετίζεται άμεσα με την χρονική περίοδο που είναι υπό εξέταση. Για την χρονική περίοδο πριν από τα μέσα της δεκαετίας του 90', οι αεροφωτογραφίες αποτελούν την μοναδική χρονοσειρά δεδομένων που επιτρέπουν την διαχρονική παρατήρηση κάλυψης γης. Με την εξέλιξη της Τηλεπισκόπησης και την ύπαρξη δορυφορικών δεδομένων, τα επόμενα χρόνια για την διαχρονική παρατήρηση κάλυψης γης που θα αναφέρεται στις χρονικές περιόδους από το 2000 και ύστερα, ευνοείται η χρήση δορυφορικών εικόνων και η εγκατάλειψη της χρήσης αεροφωτογραφιών. Στο μέλλον, η χρήση αεροφωτογραφιών για την διαχρονική παρατήρηση κάλυψης γης, θα αφορά περιορισμένες περιπτώσεις όπου απαιτείται μικρό κόστος μελέτης ενώ, η περιοχή μελέτης να καταλαμβάνει μικρή έκταση.

Σχετικά με την συνέχιση της έρευνας, οι δυνατότητες και οι επιλογές που προσφέρονται είναι εκτεταμένες. Η εφαρμογή δεικτών χωρικής διάρθρωσης στα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, που θα εκτιμούν τη σύνθεση των τοπίων ή τη διαμόρφωση των τοπίων, μελετώντας τη χωρική κατανομή των χωροψηφίδων/ στοιχείων των τοπίων, θα έδινε την δυνατότητα για σημαντική εξέλιξη της έρευνας. Τα τελευταία χρόνια, η εφαρμογή των δεικτών χωρικής διάρθρωσης είναι ιδιαίτερος εκτεταμένη όσον αφορά στη μελέτη διαφόρων πτυχών της ανάλυσης των τοπίων. Μια από τις πιο συχνές εφαρμογές των δεικτών αυτών αποτελεί η χρήση τους για την ανάλυση του βαθμού κατάτμησης των τοπίων.

Ακόμη, η εφαρμογή αλγορίθμων πρόβλεψης της εξέλιξης του τοπίου θα έδινε την δυνατότητα για καλύτερη διαχείριση της σημερινής κατάστασης, μέσα από την διοικητική παρέμβαση και την αλλαγή νομοθεσίας, με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και την μελλοντική αποφυγή εμφάνισης μαζικών αλλαγών στην κάλυψη γης. Επιπλέον, η χρήση συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης θα ενίσχυε την δυνατότητα για αυτοματοποιημένη καταγραφή κατηγοριών κάλυψης γης, σε συνδυασμό με την δυνατότητα για πρόβλεψη της εξέλιξης του τοπίου. Τέλος, η εφαρμογή εξειδικευμένων

λογισμικών ταξινόμησης εικόνων θα έδινε την δυνατότητα για αυτοματοποιημένη καταγραφή κατηγοριών κάλυψης γης, ενώ θα βοηθούσε στην σύγκριση με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας.

Παρατηρώντας την εξέλιξη της κάλυψης γης της Ν. Σαλαμίνας, φαίνεται ότι με τον σημερινό ρυθμό εξέλιξης οι κυρίαρχες κατηγορίες κάλυψης γης θα είναι στο μέλλον, οι κατηγορίες του *συνεχούς αστικού ιστού, του ασυνεχούς αστικού ιστού και των μεικτών αγροτικών - οικιστικών περιοχών*, ενώ οι *δασικές εκτάσεις* φαίνεται να μην επηρεάζονται και να ακολουθούν την φυσική εξέλιξη του περιβάλλοντος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Alados, C.L., Y. Pueyo, O. Barrantes, J. Escós, L. Giner and A.B. Robles, 2004. Variations in landscape patterns and vegetation cover between 1957 and 1994 in a semiarid Mediterranean ecosystem, *Landscape Ecology* 19: 543–559, 2004 Kluwer Academic Publishers.

Batistella M. 2001. Landscape change and land-use/land-cover dynamics in Rondonia, Brazilian Amazon. PhD thesis in the School of Public and Environmental Affairs, Indiana University, USA.

Bankov N. 1998. Dynamics Of Land Cover/Use Changes In Relation To Socio – Economic Conditions In The Psilorites Mountain Of Crete, Greece. MSc. Mediterranean Agronomic Institute Of Chania.

Bender O., Boehmer H.J., Jens D. and Schumacher K.P. 2005. Using GIS to analyse long-term cultural landscape change in Southern Germany. *Landscape and Urban Planning* 70: 111 – 125.

Briassoulis H. 2000. Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modeling Approaches. In *The Web Book of Regional Science* (S. Loveridge, Ed.), West Virginia University, Morgantown.

M. Bossard, J. Feranec and J. Otahel, 2000. CORINE land cover technical guide–Addendum 2000.

Cromley EK, McLafferty SL (2002) GIS and public health. Guilford Press, New York, NY.

Estes J., Belward A., Loveland T., Scean J., Strahler A., Townshend J.R.G. and Justice C.O., 1999. The Way Forward. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 65, 9, 1089- 1093.

Farina A. 1998. Principles and Methods in Landscape Ecology. Chapman & Hall Ltd. Printed in Great Britain at the University Press, Cambridge.

Garik Gutman, Christopher Justice, Ed Sheffner, Tom Loveland, 2004. Observing, Monitoring and understanding Trajectories of Change on the Earth's Surface. Land Change Science, Volume 6.

Gustafson E. 1998. Quantifying landscape spatial pattern: What is the state of the art. *Ecosystems* 1: 143 – 156.

Heymann Y. (Project leader). 1994. Corine land cover. Technical guide. Published by the European Commission. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

M.A. Gomasca, 2009. Basics of Geomatics, Springer Science and Business Media B.V.

McGarigal K. and Marks B. 1995. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen Tech. Rep. PNWGTR- 351. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 122p.

O'Neill R.V., Krummel J.R., Gardner R.H., Sugihara G., Jackson B., DeAngelis D.L., Milne B.T., Turner M.G., Zygmunt B., Christensen S.W., Dale V.H. and Graham R.L. 1988. Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology* 1 (3):153-162.

Prenzel B. 2004. Remote sensing-based quantification of land-cover and land-use change for planning. *Progress in Planning* 61: 281 – 299.

Rundel P.W., Montenegro G., Jaksic F.M., 1998. Landscape Disturbance and Biodiversity in Mediterranean Type Ecosystems. Springer Publications.

Sifakis N., Deschamps P.Y., 1992. Mapping of Air Pollution Using Spot Satellite Data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 58 (10), pp. 1433-1437.

Skelton M. 1998. The Sustainable Management of Landscapes: A Case Study of the Portaikos Valley, the Central Pindus Mountains. Thessaly. Greece. MSc (LEDm). Wye College. University of London.

Skole D.S., Justice C.O., Janetos A. and Townshend J.R.G. 1997. A land cover change monitoring program: a strategy for international effort. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 2, (2-3), 157-175.

Tobias Dolch, 2010. Analysis of Long-Term Changes of a Sandy Shoreline Utilising High-Resolution Aerial Photography, *Coastal and Marine Geospatial Technologies Coastal Systems and Continental Margins*, Volume 13, 2, 187-196

Tomlinson RF (2007) *Thinking about GIS: geographic information systems planning for managers*, 3rd edn. ESRI Press, Redlands, CA.

Tischendorf L. 2001. Can landscape indices predict ecological processes consistently. *Landscape Ecology* 16: 235 – 254.

Vassilis Detsis, Glykeria Ntasiopoulou Christos Chalkias and Georgios Efthimiou, June 2010. Recent Insular Mediterranean Landscape Evolution: A Case Study on Syros, Greece, *Landscape Research*, Vol. 35, No. 3, 361–381.

Verburg P.H., 2000. Exploring the spatial and temporal dynamics of land use - with special reference to China. Ph.D. thesis Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.

Vogiatzakis, I. N., Mannion, A. M. & Pungetti, G. (2008) Introduction to the Mediterranean island landscapes, in: I. N. Vogiatzakis, G. Pungetti & A.M.Mannion (Eds) *Mediterranean Island Landscapes, Natural and Cultural Approaches*, pp. 3–14 (New York: Springer-Verlag).

Wei Lian, 2010. The application of GIS technology in the petroleum exploration, 2010 2nd Conference on Environmental Science and Information Application Technology.

Xiaoyan Zhou, Chun Kang, China, 2011. Land Use/Cover Change Analysis in Wuhan City Based on RS and GIS, School of Resources and Environment Science, Wuhan University, Wuhan, China, Bureau of Land Resources and Planning, Jiangxia, Wuhan.

Zonneveld I. 1995. Landscape Ecology An Introduction to Landscape Science as a base for Land Evaluation, Land management and Conservation. SPB Academic Publishing. Amsterdam. Holland.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Αποστολάκης Κ., 1991. Τοπογραφία. Εκδόσεις Σταμούλης, Πειραιάς.

Αρβανίτης Α., 2000. Κτηματολόγιο, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Αραβαντινός Αθ, 1997. Πολεοδομικός Σχεσιασμός. Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.

Elmasri R., Navathe S.B., 2000. Θεμελιώδεις Αρχές Συστημάτων Βάσεων Δεδομένων, Μετάφραση από τον Χατζόπουλο Μ.. Εκδόσεις Διάυλος, Αθήνα.

Καρτέρης Μ, 1991. Τηλεπισκόπηση φυσικών πόρων και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Τόμος Ι. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 247 σελ.

Κουτσόπουλος Κ., 2005. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου. Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.

Μερτίκας, Σ.Π., 1999. Τηλεπισκόπηση και Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα.

Οικονόμου Δ., Πετράκος Γ, 2005. Η ανάπτυξη των Ελληνικών Πόλεων. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας-Gutenberg, Βόλος.

Πατίας Π., 1991. Εισαγωγή στη Φωτογραμμετρία. Εκδόσεις Ζήτη, Αθήνα.

Ρόκος Δ., 2003. "Φωτοερμηνεία-Τηλεπισκόπηση", Ε.Μ.Π., Αθήνα.

Φίλιππίδης Δ., 1990. Για την Ελληνική Πόλη, Μεταπολεμική Πορεία και Προοπτικές. Εκδόσεις Θεμέλιο, Αθήνα.

Χαλκιάς Χ, 2006. Όροι και Έννοιες Επιστήμης Γεωγραφικών Πληροφοριών. Εκδόσεις Ίων, Αθήνα.

Ψυχογιός Θ, 2005. Σχεδιασμός Περιαστικού Χώρου στην Αττική. Διημερίδα ΤΕΕ, Πολιτεία-Χωροταξικός και Πολεοδομικός Σχεδιασμός, σελ. 2.

Πηγές Διαδικτύου

<http://www.eea.europa.eu/>

<http://www.google.com/earth/index.html>

<http://www.inspire.okxe.gr/>

<http://www.ktimatologio.gr/ktima/>

<http://www.fao.org/>

<http://web.gys.gr/>

<http://www.noaa.gov/>

<http://www.prd.uth.gr/el/research/lab/demographic>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

**ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΗΝ
ΚΑΛΥΨΗ ΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΝΗΣΟ ΣΑΛΑΜΙΝΑ ΜΕ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ
ΜΕΘΟΔΩΝ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

Corine land cover classes

1. Artificial surfaces

1.1 Urban fabric

-  1.1.1. Continuous urban fabric
-  1.1.2. Discontinuous urban fabric

1.2 Industrial, commercial and transport units

-  1.2.1. Industrial or commercial units
-  1.2.2. Road and rail networks and associated land
-  1.2.3. Port areas
-  1.2.4. Airports

1.3 Mine, dump and construction sites

-  1.3.1. Mineral extraction sites
-  1.3.2. Dump sites
-  1.3.3. Construction sites

1.4 Artificial, non-agricultural vegetated areas

-  1.4.1. Green urban areas
-  1.4.2. Sport and leisure facilities

2. Agricultural areas

2.1 Arable land

-  2.1.1. Non-irrigated arable land
-  2.1.2. Permanently irrigated land
-  2.1.3. Rice fields

2.2 Permanent crops

-  2.2.1. Vineyards
-  2.2.2. Fruit trees and berry plantations
-  2.2.3. Olive groves

2.3 Pastures

-  2.3.1. Pastures

2.4 Heterogeneous agricultural areas

-  2.4.1. Annual crops associated with permanent crops
-  2.4.2. Complex cultivation patterns
-  2.4.3. Land principally occupied by agriculture
-  2.4.4. Agro-forestry areas

3. Forests and semi-natural areas

3.1 Forests

-  3.1.1. Broad-leaved forest
-  3.1.2. Coniferous forest
-  3.1.3. Mixed forest

3.2 Shrub and/or herbaceous vegetation associations

-  3.2.1. Natural grassland
-  3.2.2. Moors and heathland
-  3.2.3. Sclerophyllous vegetation
-  3.2.4. Transitional woodland shrub

3.3 Open spaces with little or no vegetation

-  3.3.1. Beaches, dunes, and sand plains
-  3.3.2. Bare rock
-  3.3.3. Sparsely vegetated areas
-  3.3.4. Burnt areas
-  3.3.5. Glaciers and perpetual snow

4. Wetlands

4.1 Inland wetlands

-  4.1.1. Inland marshes
-  4.1.2. Peatbogs

4.2 Coastal wetlands

-  4.2.1. Salt marshes
-  4.2.2. Salines
-  4.2.3. Intertidal flats

5. Water bodies

5.1 Inland waters

-  5.1.1. Water courses
-  5.1.2. Water bodies

5.2 Marine waters

-  5.2.1. Coastal lagoons
-  5.2.2. Estuaries
-  5.2.3. Sea and ocean

Εικόνα 1: Κατηγορίες κάλυψης γης και χρωματολογία σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine.

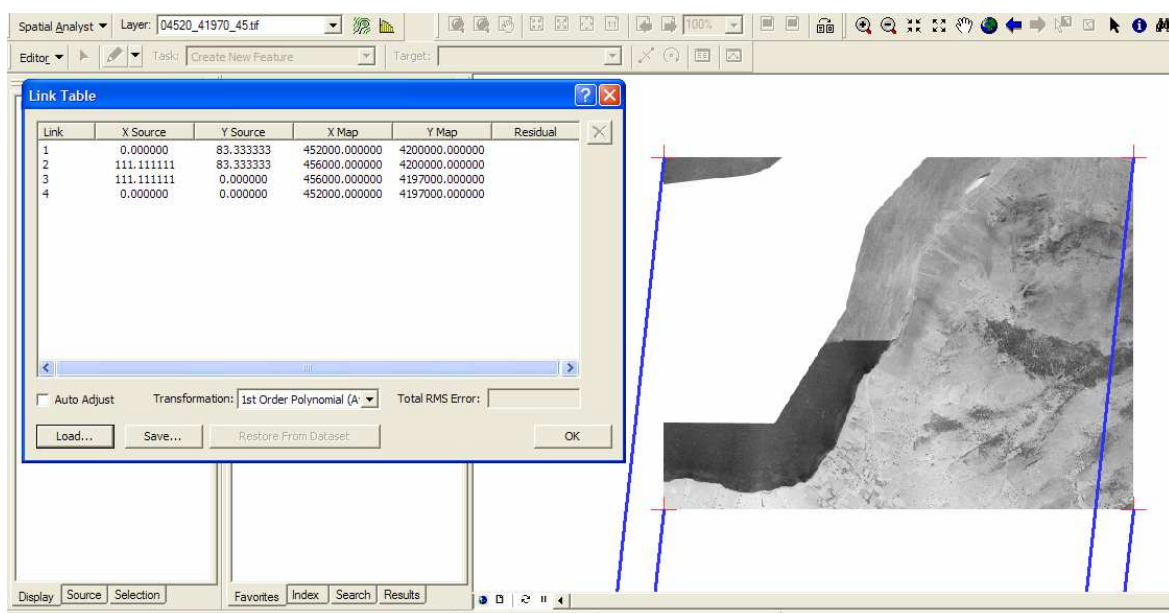
Αύξουσα Σειρά	CORINE CODE	Κατηγορία 1	Κατηγορία 2	Κατηγορία 3	RGB Τιμές
1	111	Artificial surfaces	Urban fabric	Continuous urban fabric	230-000-077
2	112	Artificial surfaces	Urban fabric	Discontinuous urban fabric	255-000-000
3	121	Artificial surfaces	Industrial, commercial and transport units	Industrial or commercial units	204-077-242
4	122	Artificial surfaces	Industrial, commercial and transport units	Road and rail networks and associated land	204-000-000
5	123	Artificial surfaces	Industrial, commercial and transport units	Port areas	230-204-204
6	124	Artificial surfaces	Industrial, commercial and transport units	Airports	230-204-230
7	131	Artificial surfaces	Mine, dump and construction sites	Mineral extraction sites	166-000-204
8	132	Artificial surfaces	Mine, dump and construction sites	Dump sites	166-077-000
9	133	Artificial surfaces	Mine, dump and construction sites	Construction sites	255-077-255
10	141	Artificial surfaces	Artificial, non-agricultural vegetated areas	Green urban areas	255-166-255
11	142	Artificial surfaces	Artificial, non-agricultural vegetated areas	Sport and leisure facilities	255-230-255
12	211	Agricultural areas	Arable land	Non-irrigated arable land	255-255-168
13	212	Agricultural areas	Arable land	Permanently irrigated land	255-255-000
14	213	Agricultural areas	Arable land	Rice fields	230-230-000
15	221	Agricultural areas	Permanent crops	Vineyards	230-128-000
16	222	Agricultural areas	Permanent crops	Fruit trees and berry plantations	242-166-077
17	223	Agricultural areas	Permanent crops	Olive groves	230-166-000
18	231	Agricultural areas	Pastures	Pastures	230-230-077
19	241	Agricultural areas	Heterogeneous agricultural areas	Annual crops associated with permanent crops	255-230-166
20	242	Agricultural areas	Heterogeneous agricultural areas	Complex cultivation patterns	255-230-077
21	243	Agricultural areas	Heterogeneous agricultural areas	Land principally occupied by agriculture,	230-204-077

				with significant areas of natural vegetation	
22	244	Agricultural areas	Heterogeneous agricultural areas	Agro-forestry areas	242-204-166
23	311	Forest and semi natural areas	Forests	Broad-leaved forest	128-255-000
24	312	Forest and semi natural areas	Forests	Coniferous forest	000-166-000
25	313	Forest and semi natural areas	Forests	Mixed forest	077-255-000
26	321	Forest and semi natural areas	Scrub and/or herbaceous vegetation associations	Natural grasslands	204-242-077
27	322	Forest and semi natural areas	Scrub and/or herbaceous vegetation associations	Moors and heathland	166-255-128
28	323	Forest and semi natural areas	Scrub and/or herbaceous vegetation associations	Sclerophyllous vegetation	166-230-077
29	324	Forest and semi natural areas	Scrub and/or herbaceous vegetation associations	Transitional woodland-shrub	166-242-000
30	331	Forest and semi natural areas	Open spaces with little or no vegetation	Beaches, dunes, sands	230-230-230
31	332	Forest and semi natural areas	Open spaces with little or no vegetation	Bare rocks	204-204-204
32	333	Forest and semi natural areas	Open spaces with little or no vegetation	Sparsely vegetated areas	204-255-204
33	334	Forest and semi natural areas	Open spaces with little or no vegetation	Burnt areas	000-000-000
34	335	Forest and semi natural areas	Open spaces with little or no vegetation	Glaciers and perpetual snow	166-230-204
35	411	Wetlands	Inland wetlands	Inland marshes	166-166-255
36	412	Wetlands	Inland wetlands	Peat bogs	077-077-255
37	421	Wetlands	Maritime wetlands	Salt marshes	204-204-255
38	422	Wetlands	Maritime wetlands	Salines	230-230-255
39	423	Wetlands	Maritime wetlands	Intertidal flats	166-166-230
40	511	Water bodies	Inland waters	Water courses	000-204-242
41	512	Water bodies	Inland waters	Water bodies	128-242-230
42	521	Water bodies	Marine waters	Coastal lagoons	000-255-166
43	522	Water bodies	Marine waters	Estuaries	166-255-230
44	523	Water bodies	Marine waters	Sea and ocean	230-242-255

Πίνακας 1: Αναλυτικά οι κατηγορίες κάλυψης γης σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine.

Κωδικός Φύλλων Κτηματολογίου	04520-41970/5	04520-42000/5
up-left	X 452000.00 Y 4200000.00	X 452000.00 Y 4203000.00
down-right	X 456000.00 Y 4197000	X 456000.00 Y 4200000.00
pixel size	5	5
rows	6000	6000
columns	8000	8000

Πίνακας 2: Παράδειγμα αρχείων γεωαναφοράς.



Εικόνα 2: Διαδικασία Γεωαναφοράς σε περιβάλλον εργασίας ArcMap 9.3.

ΥΠΑΙΘΡΙΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΩΤΟΕΡΜΗΝΕΙΑΣ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΛΥΨΗΣ ΓΗΣ

Κατηγορία Κάλυψης: Αγροτικές εκτάσεις.

Σημείο ελέγχου: 042



Ψηφιοποίηση



Περιοχή στο Google Earth

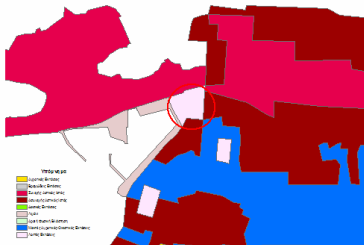


Επιτόπιος Έλεγχος

Εικόνα 3 :Έλεγχος αγροτικής έκτασης.

Κατηγορία Κάλυψης: Λοιπές Εκτάσεις.

Σημείο ελέγχου: 012



Ψηφιοποίηση



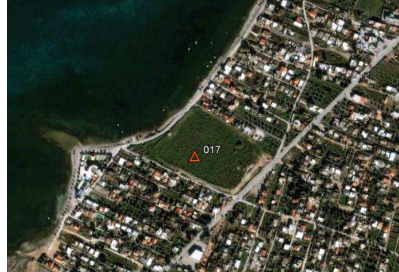
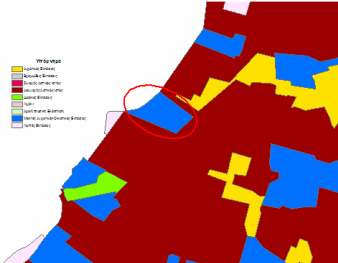
Περιοχή στο Google Earth



Επιτόπιος Έλεγχος

Εικόνα 4: Λοιπές εκτάσεις.

Κατηγορία Κάλυψης: Μεικτές Αγροτικές – Οικιστικές εκτάσεις.
Σημείο ελέγχου: 017



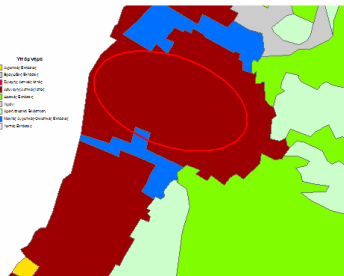
Ψηφιοποίηση

Περιοχή στο Google Earth

Επιτόπιος Έλεγχος

Εικόνα 5: Μεικτή και αγροτική έκταση.

Κατηγορία Κάλυψης: Μη Συνεχής Αστικός Ιστός.
Σημείο ελέγχου: 020



Ψηφιοποίηση

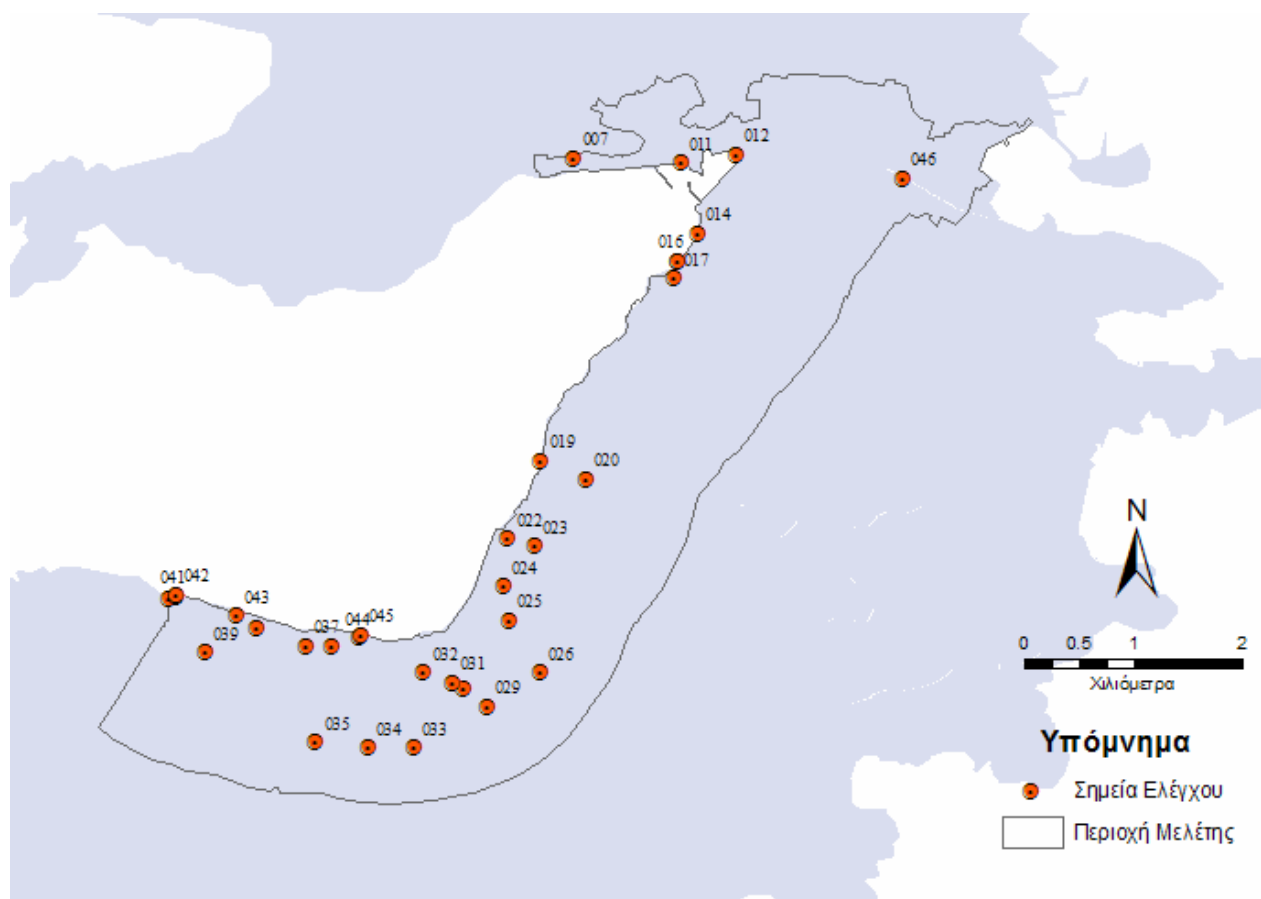
Περιοχή στο Google Earth

Επιτόπιος Έλεγχος

Εικόνα 6: Έκταση μη συνεχούς αστικού ιστού.

Σημείο Ελέγχου	Κωδικός	Συντεταγμένη Χ	Συντεταγμένη Υ
0	007	454437.416189	4201572.75745
1	011	455783.927336	4201625.86566
2	012	455923.922369	4201604.14213
3	014	455565.983219	4200878.75387
4	015	455391.915556	4200630.26825
5	016	455391.476294	4200630.27064
6	017	455355.614675	4200465.58475
7	019	454132.036846	4198798.88664
8	020	454540.85277	4198628.07244
9	022	453825.83953	4198087.93109
10	023	454072.126597	4198016.4268
11	024	453784.011035	4197650.99976
12	025	453842.349619	4197334.66957
13	026	454122.625851	4196860.87279
14	029	453638.575269	4196547.69716
15	030	453415.952915	4196707.51139
16	031	453318.195621	4196766.76155
17	032	453060.320857	4196861.76576
18	033	452966.6353	4196172.37752
19	034	452547.25013	4196172.79
20	035	452066.722913	4196225.17472
21	036	452215.568545	4197091.54093
22	037	451974.978668	4197102.37442
23	038	451532.546293	4197270.51827
24	039	451051.942505	4197047.45937
25	040	450714.056184	4197542.45832
26	041	450778.648986	4197556.16265
27	042	450785.525181	4197574.31834
28	043	451333.957115	4197382.3153
29	044	452470.149682	4197174.61341
30	045	452477.545252	4197207.19174
31	046	457447.759433	4201383.9552

Πίνακας 3: Συντεταγμένες σημείων ελέγχου.

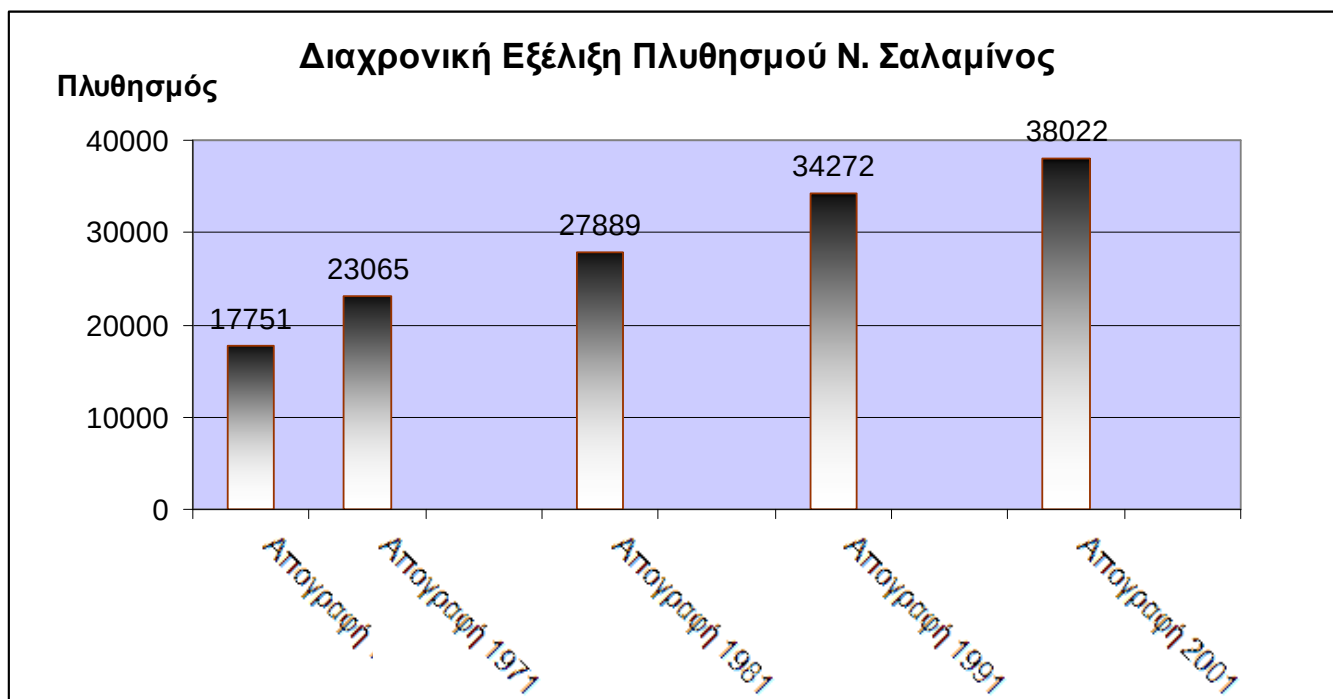


Χάρτης 1: Εντοπισμός σημείων ελέγχου στην περιοχή μελέτης.

	Απογραφή 1951	Απογραφή 1971	Απογραφή 1981	Απογραφή 1991	Απογραφή 2001
Δημος	<i>Πληθυσμός</i>				
Σαλαμίνας	14066	18364	20375	23061	30962
Αιαντείου	578	665	2044	4451	
Αμπελακίων	2940	3622	4047	4387	7060
Σεληνίων	167	414	1423	2373	
Σύνολο	17751	23065	27889	34272	38022

Πίνακας 4: Απογραφή Πληθυσμού Ν.Σαλαμίνας.

Πηγή: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Εργαστήριο Δημογραφικών και Κοινωνικών Αναλύσεων.



Διάγραμμα 1: Διαχρονική εξέλιξη του πληθυσμού για τη Ν. Σαλαμίνα.