



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
75% ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
25% ΕΘΝΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ



ΠΑΙΔΕΙΑ ΜΠΡΟΣΤΑ
2^ο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΠΜΣ “ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ”**



**«ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΓΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ GIS
ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΝΗΣΙ ΤΗΣ ΛΕΣΒΟΥ»**

ΓΚΟΥΓΚΟΥΡΕΛΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ ΑΜ:145/200606

**ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:
ΣΚΑΝΑΒΗ Κ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Μυτιλήνη Οκτώβριος 2007

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. ΣΚΑΝΑΒΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
2. ΖΑΛΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
3. ΤΑΚΑΒΑΚΟΓΛΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΔΟΚΤΩΡ

Ευχαριστίες

Ο συγγραφέας της μεταπτυχιακής διατριβής νιώθει την υποχρέωση να ευχαριστήσει τα μέλη των Εργαστηρίων Εφαρμοσμένης Εδαφολογίας και Τηλεπισκόπησης και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφόρησης της Γεωπονικής Σχολής του Α.Π.Θ. και ειδικότερα τον υποψήφιο διδάκτορα Φ. Κατσόγιαννο για την συνεργασία τους.

Επίσης τον καθηγητή κ. Ν. Συλλαίο για την καθοδήγηση, τις παρατηρήσεις και τις πολύτιμες συμβουλές του και την συνεργασία του στην ολοκλήρωση αυτής της διατριβής και τον οποίο θέλω να ευχαριστώ θερμά.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου και τα ανίψια μου Κωνσταντίνο και Βαγγέλη για την αγάπη τους και την συμπαράστασή τους και να τους αφιερώσω την προσπάθεια αυτή.

ΙΩΑΝΝΗΣ ΓΚΟΥΓΚΟΥΡΕΛΑΣ

Μυτιλήνη, 2007

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	9
2.1 Γενικά.....	9
2.2 Αξιολόγηση γεωργικής γης.....	13
2.2.1. Διαδικασία προγραμματισμού χρήσεων γης.....	14
2.2.2. Αρχές αξιολόγησης του εδάφους.....	14
2.2.3. Επίπεδα αξιολόγησης της γης.....	17
2.2.5. Τάξεις καταλληλότητας γης.....	19
2.2.6. Κλάσεις καταλληλότητας γης.....	20
2.2.7. Υποκλάσεις καταλληλότητας γης.....	21
2.2.8. Μονάδες καταλληλότητας γης.....	22
2.2.9. Υπό όρους καταλληλότητα	22
2.2.10. Η σειρά των ταξινομήσεων.....	24
2.2.11. Ταξινόμηση της τρέχουσας και πιθανής καταλληλότητας.....	25
2.2.12. Αποτελέσματα αξιολόγησης της καταλληλότητας του εδάφους.....	25
2.2.13. Διαδικασίες αξιολόγησης εδάφους.....	26
2.2.14. Αρχικές προσεγγίσεις.....	28
2.2.15. Το γενικό πλαίσιο της περιοχής μελέτης.....	29
2.2.16. Στοιχεία και υποθέσεις που κρύβονται πίσω από την αξιολόγηση	30
2.2.17. Προγραμματισμός της αξιολόγησης.....	31
2.3. Είδη χρήσεων γης, απαιτήσεις και περιορισμοί.....	33
2.3.1. Περιγραφή των τύπων χρήσης γης	33
2.3.2. Προσδιορισμός των απαιτήσεων της χρήσης και των περιορισμών	34
2.3.3. Περιγραφή των εδαφικών μονάδων και των ιδιοτήτων του εδάφους.....	34
2.3.4. Σύγκριση των χρήσεων γης με το έδαφος	35
2.3.5. Οικονομική και κοινωνική ανάλυση.....	37
2.3.6. Ταξινόμηση της καταλληλότητας.....	40
2.3.7. Έλεγχος τομέων της αξιολόγησης	41
2.3.8. Παρουσίαση των αποτελεσμάτων	41
2.4. Ο ρόλος των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών και της τηλεπισκόπησης.....	44
2.4.1. Συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (G.I.S.).....	44
2.4.2. Τηλεπισκόπηση.....	47
3. ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ - Η ΑΛΛΑΓΗ ΤΟΥ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ ΣΤΗ ΛΕΣΒΟ.....	49
3. 1. Περιοχή έρευνας.....	49
3.2. Διάκριση περιοχών	49
3.3. Συστήματα διαχείρισης.....	51
3.4. Στοιχεία τοπίων και διαδικασίες μετασχηματισμού	52
3.5. Το τοπίο αλλάζει στην Λέσβο: χωρικές και χρονικές διαφοροποιήσεις	54
3.6. Γεωργία, κτηνοτροφική παραγωγή και αλλαγή χρήσης εδάφους.....	54
3.7. Πληθυσμός.....	56
3.8. Αλλαγές τοπίων	56
3.9. Αειφορική χρήση	56
4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	58
4.1. Υλικά	58
4.1.2. Δορυφορική εικόνα SPOT	58
4.2. Μέθοδοι	59
4.2.1. Πολύ-κριτηριακή αξιολόγηση	59

4.2.2. Η αναλυτική ιεραρχική μέθοδος (ΑΗΡ)	61
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	64
5.1. Χάρτης καταλληλότητας βάθους εδάφους	64
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	79
7. ΠΕΡΙΛΗΨΗ	80
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	81

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το αγροτικό τοπίο στη Μεσόγειο έχει υποστεί πολύ σημαντικές αλλαγές τους τελευταίους αιώνες. Η παραδοσιακή Μεσογειακή αγροτική τοπιογραφία με χαρακτηριστικά όπως τις ξηρές βραχώδεις βουνοπλαγιές είναι στενά συνδεδεμένα με τις αγροτικές βάσεις στις πιο μοντέρνες Μεσογειακές κοινωνίες.

Σήμερα αυτά τα χαρακτηριστικά εγκαταλείπονται όταν δεν καταστρέφονται, κατά τη διάρκεια των αλλαγών στις χρήσεις γης τα τελευταία 150 χρόνια, που προκαλέστηκαν από την ανάπτυξη της παραγωγής και της δομής της κοινωνίας. Στα νησιά του Αιγαίου και ειδικότερα στο νησί της Λέσβου μπορούμε να εξετάσουμε αυτή τη δυναμική αλλαγή, διότι έχει χαρακτηριστική αλλαγή στις χρήσεις γης.

Ο σχεδιασμός χρήσης γης αποτελεί πρωτεύοντα στόχο της αγροτικής πολιτικής κάθε χώρας και περιλαμβάνει τόσο την παρούσα χρήση όσο και τις προτεινόμενες αλλαγές, λαμβάνοντας υπόψη τις οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή καθώς και τις επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Για την αξιολόγηση της καταλληλότητας των εδαφών αλλά και για τον σχεδιασμό των χρήσεων γης ήταν επιτακτική η ανάγκη να βρεθεί ένα εργαλείο που θα μπορούσε να επεξεργαστεί, να υποθηκεύσει και να χειριστεί βάσεις χωρικών δεδομένων. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας αναπτύχθηκαν τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) που αποδείχθηκε και το πιο ισχυρό εργαλείο για τους λήπτες των αποφάσεων.

Η αξιολόγηση της καταλληλότητας των εδαφών που επιτυγχάνεται με τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) εντάσσεται στην γενικότερη αξιολόγηση της γης, που σκοπός της είναι η κατανόηση των σχέσεων που υπάρχουν μεταξύ των χαρακτηριστικών, των ιδιοτήτων και των συνθηκών της γης με τις υφιστάμενες χρήσεις της και την παροχή στους σχεδιαστές χρήσεων γης συγκριτικών στοιχείων για εναλλακτικές λύσεις.

Σε πολλές περιπτώσεις η αξιολόγηση της καταλληλότητας των εδαφών προορίζεται για ορισμένες καλλιέργειες ή ομάδες καλλιεργειών, αξιολογώντας τις αποδόσεις των εδαφών για συγκεκριμένους λόγους. Η αξιολόγηση αυτή αποτελεί την λεγόμενη ειδική αξιολόγηση για διάφορες γεωργικές χρήσεις, που σκοπός της είναι η παροχή πληροφοριών και δεδομένων στις οποίες θα στηριχθεί ο σχεδιασμός χρήσεων γης.

Η εκτίμηση του βαθμού καταλληλότητας της γης και των εδαφών ειδικότερα, γίνεται ποιοτικά και ποσοτικά, ερμηνεύοντας και αξιολογώντας δεδομένα από άλλες έρευνες όπως εδαφολογικές, κλιματικές, υδρολογικές, γεωμορφολογικές, έρευνες για τη βλάστηση κ.λ.π. μαζί με τα κοινωνικά και οικονομικά δεδομένα της περιοχής μελέτης. Τα δεδομένα αποτελούν το θεμέλιο λίθο στην ανάπτυξη του συστήματος της αξιολόγησης. Η απόκτησή τους όμως αποτελεί μια χρονοβόρα διαδικασία, που απαιτεί σωστό σχεδιασμό και μια σημαντική αναλογία στο κόστος και στον χρόνο της αξιολόγησης.

Ιδιαίτερα για την ταξινόμηση της καταλληλότητας των γεωργικών εδαφών και το σχεδιασμό των χρήσεων γης, η έρευνα του εδάφους, αποτελεί το πιο σημαντικό στάδιο και προηγείται όλων των άλλων ενεργειών. Απόρροια της έρευνας του εδάφους είναι η συλλογή, καταγραφή και επεξεργασία των χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων του εδάφους που αποτελούν και τα δεδομένα και τα οποία είτε με την κλασική μέθοδο χαρτογράφησης, είτε με τη φυσιογραφική, αποτυπώνονται σε εδαφολογικούς χάρτες. Η ύπαρξη των τελευταίων κρίνεται απαραίτητη στην αξιολόγηση της καταλληλότητας γης.

Στις μεθόδους συλλογής, καταγραφής, ανάλυσης και επεξεργασίας δεδομένων και πληροφοριών εκτός από τις σχετικά νέες τεχνολογίες των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) έρχονται να προστεθούν η τεχνολογία της δορυφορικής τηλεπισκόπησης και τα Συστήματα Εντοπισμού Στίγματος (GPS) που είτε μόνες τους είτε σε συνδυασμό προσφέρουν εξαιρετικές δυνατότητες.

Η τηλεπισκόπηση θεωρείται η διαδικασία καταγραφής της ενέργειας η οποία ανακλάται ή εκπέμπεται από ένα αντικείμενο. Χαρακτηριστικό της τηλεπισκόπησης είναι η χρήση ανιχνευτών και το γεγονός ότι τα αντικείμενα, για τα οποία γίνεται η συλλογή, καταγραφή και ερμηνεία των πληροφοριών, δεν είναι σε φυσική επαφή με τον καταγραφέα.

Τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών ανήκουν σε μια ειδική περίπτωση πληροφοριακών συστημάτων, τα οποία σε συνδυασμό με τις βάσεις δεδομένων και την δορυφορική τηλεπισκόπηση, αποτελούν ολοκληρωμένα εργαλεία συλλογής, αποθήκευσης και ανάλυσης δεδομένων. Με την επεξεργασία των δεδομένων στη χωρική βάση δεδομένων, παράγονται, χρησιμοποιώντας κατάλληλες τεχνικές (Boolean logic ή fuzzy set), θεματικοί χάρτες, όπως εδαφολογικοί, γαιοκαταλληλότητας για συγκεκριμένες καλλιέργειες ή άλλοι χάρτες όπως κινδύνου διάβρωσης ή οποιουδήποτε τύπου χάρτη που επιθυμεί ο χρήστης.

Προκειμένου να επιτευχθεί μια αξιολόγηση γης και να ληφθούν κάποιες αποφάσεις είναι πολύ συνηθισμένο να πρέπει να αξιολογηθούν πρώτα κάποιοι παράγοντες. Η αποτελεσματική σύζευξη αυτών των παραγόντων σε ένα χωρικό και χρονικό πλαίσιο επιτυγχάνεται με την πολύ-κριτηριακή μέθοδο (MCE) που συνδέονται με τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να λάβουν τέτοιες αποφάσεις.

Η βελτιστοποίηση της πολύ-κριτηριακής μεθόδου υπολογίζει τους βέλτιστους συμβιβασμούς όσον αφορά αυτούς τους στόχους που μπορούν να μετρηθούν και έναντι των τιμών λειτουργίας στόχου. Αν και η μέθοδος δεν μπορεί να αντικαταστήσει τη λήψη απόφασης από τον αρμόδιο για το σχεδιασμό, το οποίο είναι συχνά δύσκολο και δεν μπορεί γενικά να είναι ποσοτικά επαληθεύσιμα, μπορεί να βοηθήσει να καταστήσει τη διαδικασία προγραμματισμού αντικειμενικότερη.

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η Αναλυτική Ιεραρχική Μέθοδος (AHP) που είναι μια πολύ-κριτηριακή μέθοδος, η οποία χρησιμοποιεί τις ταξινομημένες κατά ζεύγος συγκρίσεις προκειμένου να υπολογιστεί το βάρος των πολλαπλών κριτηρίων.

Για την επεξεργασία των δορυφορικών εικόνων SPOT χρησιμοποιήθηκε ο συνδυασμός καναλιών 4,3,2 καθώς και ο ομαλοποιημένος δείκτης διαφοράς βλάστησης NDVI ο οποίος καθορίζει την πυκνότητα βλάστησης σε μια περιοχή.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η αξιολόγηση της χρήσεων γης στο νησί της Λέσβου, σε ότι αφορά στην καταλληλότητα γης για τη γεωργία με την χρήση των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών και μεθόδων πολύ κριτηριακής ανάλυσης με την παραγωγή θεματικών χαρτών και την επεξεργασία των δορυφορικών εικόνων SPOT με το δείκτη NDVI. Η εξαγωγή των χαρτών αυτών θα μας δώσει τη δυνατότητα να βγάλουμε κάποια συμπεράσματα για την υφιστάμενη κατάσταση σε κάθε περιοχή του νησιού, αλλά και θα μας δοθεί η δυνατότητα για τη λήψη αποφάσεων που θα αφορά τις αλλαγές χρήσης που θα πρέπει να γίνουν για την αειφορική χρήση της γης και των πόρων της.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Γενικά

Η ανάγκη αξιολόγησης της γης για διάφορες χρήσεις γίνεται σήμερα επιτακτική λόγω της πίεσης που εξασκείται στους φυσικούς πόρους από τον υπερπληθυσμό, τη διάβρωση και την επέκταση των ερήμων και τη ξηρασία.

Ο σκοπός της αξιολόγησης γης είναι η κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των χαρακτηριστικών, ιδιοτήτων και συνθηκών της γης με τις υφιστάμενες χρήσεις και η παροχή στους σχεδιαστές χρήσης γης συγκριτικών στοιχείων για εναλλακτικές λύσεις (Συλλαίος, 1990). Βασικά η αξιολόγηση της γης στοχεύει στην παροχή πληροφοριών για το σχεδιασμό χρήσης γης, χωρίς ο όρος χρήση γης να περιορίζεται στη γεωργία.

Με τον όρο χρήση γης εννοείται κάθε είδους ανθρώπινης προσπάθειας να ικανοποιήσει τις ανάγκες του, υλικές, πνευματικές ή και τις δύο, από το σύμπλοκο των φυσικών και τεχνικών πόρων που όλοι μαζί ονομάζονται γη. Η γη περιλαμβάνει οικοσυστήματα και με την έννοια αυτή η χρήση γης είναι η εφαρμογή ανθρώπινων δραστηριοτήτων κατά συστηματικό τρόπο επάνω στα στοιχεία κλειδιά του συστήματος με σκοπό την αποκόμιση κερδών (Συλλαίος, 1990).

Η ανάλυση ενός συγκεκριμένου τοπίου πρέπει να καλύψει το φυσικό σύστημα (βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες όπως η χλωρίδα, πανίδα, κλίμα, γεωλογία, έδαφος και καθίζηση) και χαρακτηριστικά του τοπίου (χρήσεις εδάφους, παραγωγικές δομές, κατασκευές, κ.λπ.). Επιπλέον, αυτό που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι το κοινωνικοοικονομικό σύστημα, με οικονομικούς, πολιτικούς, πολιτιστικούς και κοινωνικούς παράγοντες και τοπικές και διεθνείς επιρροές, όπως οι πολιτικές, οι αγορές και οι τεχνολογικές αλλαγές.

Στην Μεσόγειο στη πάροδο του χρόνου επήλθαν σημαντικές αλλαγές στο αγροτικό τοπίο άλλα και στα συστήματα διαχείρισης της γης. Παράλληλα σημαντικές αλλαγές έγιναν και στους τοπικούς πληθυσμούς τόσο σε κοινωνικό αλλά και οικονομικό επίπεδο.

Στα νησιά του Αιγαίου και ειδικότερα στο νησί της Λέσβου μπορούμε να εξετάσουμε αυτή τη δυναμική αλλαγή, διότι έχει χαρακτηριστική αλλαγή στις χρήσεις γης καθώς και αλλαγής στον οικονομικό τομέα ενδεικτική πολλών περιπτώσεων στη Μεσόγειο.

Η εξέταση αυτών των αλλαγών με ένα περιγραφικό μοντέλο της αλλαγής της χρήσης της γης προσφέρει επίγνωση της δυναμικής της τοπιογραφίας της περιοχής και τα χαρακτηριστικά τους στη Μεσόγειο σήμερα και για μελλοντική ανάπτυξη (Kizos and Koulouri, 2006).

Το πολιτιστικό τοπίο είναι μια έννοια που απεικονίζει καλύτερα την κοινωνία και οικονομικές αλλαγές σε μια περιοχή. Τα πολιτιστικά τοπία περιλαμβάνουν κάτι περισσότερο από τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των περιοχών και δρύνει ως συμβολικές δεξαμενές.

Η μελέτη του πολιτιστικού τοπίου και οι μετασχηματισμοί του σε μορφολογικό, οικονομικό, οικολογικό και συμβολικό όρο μπορούν έτσι να παρέχουν μια περιεκτική εικόνα των κοινωνικών, οικολογικών και παραγωγικών αλλαγών σε μια περιοχή. Μια τέτοια μελέτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατανόηση των σημαντικότερων κατευθυντήριων δυνάμεων πίσω από τη δυναμικές αλλαγές και ερευνούν τις μελλοντικές τάσεις.

Σε αυτό το έγγραφο εξετάζονται οι αλλαγές του τοπίου της Λέσβου και προσεγγίζεται σε δύο επίπεδα, ένα οικονομικό επίπεδο, το οποίο αναφέρεται στις αλλαγές χρήσης εδάφους που συνδέονται με τις δημογραφικές αλλαγές και μετασχηματισμοί στα χαρακτηριστικά και τις των τοπίων αυτές οι αλλαγές φέρνουν και ένα οικολογικό επίπεδο που αναφέρονται οι οικολογικές συνέπειες των αλλαγών (Kizos and Koulouri, 2005).

Σύμφωνα με τα συστήματα διαχείρισης που εφαρμόστηκαν στο νησί της Λέσβου, και γενικότερα στην ανατολική Μεσόγειο, τα στοιχεία του αγροτικού τοπίου της μπορούν να διακριθούν σε πέντε κατηγορίες, τις αναβαθμίδες, τους φράχτες, τα μονοπάτια, τις γεωργικές και κτηνοτροφικές υποδομές και τις αγροτικές κατασκευές (Kizos and Spilanis, 2004).

Η αειφορική γεωργία έχει γίνει μία σημαντική περιβαλλοντική πολιτική προσαρμοσμένη στον τομέα της διαχείρισης του εδάφους. Χρησιμεύει για την ανάλυση του πλαισίου εργασίας και για την προσαρμογή ασύμβατων ενδιαφερόντων. Η ιδέα της αειφορικής γεωργίας θα είναι λειτουργική εάν χρησιμοποιήσουμε την ωφελμιστική αρχή για το περιβάλλον. Αυτή η αρχή προσφέρει κριτικά όρια αξιών για διαφορετικά κοινωνικοοικονομικούς και περιβαλλοντικούς δείκτες.

Η χρήση της αειφορικής χρήσης του εδάφους θα εφαρμοστεί στην περίπτωση της γεωργίας στο νησί της Λέσβου. Η λεσβιακή γεωργία είναι αντιμέτωπη με τον κίνδυνο της διάβρωσης και της υποβάθμισης του εδάφους που προκαλείται από

διαφορετικά συνδεδεμένες επιδράσεις της ανάπτυξης πολλών τομέων (Hermanides and Nijkamp, 1997).

Οι περιβαλλοντικές διαδικασίες που συμβαίνουν στο χώρο και το χρόνο αξιοποιούν τις πληροφορίες από τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) σε γνώση βασικά υπολογισμένη να υποστηρίξει την λήψη αποφάσεων για την περιβαλλοντική διαχείριση για όλη την τοπογραφία του περιβάλλοντος. Αυτές οι κάθετες τεχνολογίες εισάγονται στην μοντελοποίηση της αξιολόγησης καταλληλότητας γης καθώς και για τα υδρολογία και συζητιέται η εξάρτησή τους για τη μελλοντική ανάπτυξη (Myers, 1994).

Τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) είναι τώρα ένα κύριο εργαλείο για την ανάπτυξη και την εφαρμογή της σύγχρονης αστικής και περιφερειακής έρευνας καθώς και για λόγους προγραμματισμού. Οι τρέχουσες εξελίξεις στα GIS συνδέονται κατά ένα μεγάλο μέρος με τη βελτίωση της τεχνικής λειτουργίας των GIS ως ένα εργαλείο για την αποθήκευση, την επεξεργασία, την ολοκλήρωση και την αντιπροσώπευση των χωρικών στοιχείων. Υπάρχει επίσης μια απέραντη σειρά του προγραμματισμού των εφαρμογών.

Από τις πολλές τεχνολογικές και εννοιολογικές προσεγγίσεις στη χωρική ανάλυση στοιχείων, τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) έχουν αναγνωριστεί ευρέως ως το πιο υποσχόμενο και ικανό εργαλείο, στην παροχή αξιόπιστο πληροφοριών και για τον προγραμματισμό με στόχο την λήψη αποφάσεων (Michalak, 1993).

Εκτός από την GIS ανάλυση στοιχεία δορυφορικής τηλεπισκόπησης, ειδικά δορυφορικές εικόνες και κάθετες αεροφωτογραφίες, έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως στη χαρτογράφηση χωρικών φαινομένων. Τα εργαλεία αυτά δίνουν μια πανοραμική άποψη του τοπίου που διευκολύνει την αξιολόγηση και τη διαχείριση των μεγάλων περιοχών κατά τρόπο έγκαιρο. Και οι δύο τεχνικές, δορυφορική τηλεπισκόπηση και GIS που εφαρμόζονται σε ένα περιφερειακό επίπεδο μπορεί να παρέχουν μια πρακτική και έγκαιρη υποστήριξη απόφασης. Αυτό υπονοεί συχνά τη χρήση των στοιχείων από βάσεις δεδομένων όπως Landsat TM (30m) και SPOT (20m) (Ayad, 2005).

Ποιοτικές και ποσοτικές φυσικές μέθοδοι αξιολόγησης της γης αναπτύχθηκαν και διασυνδέθηκαν με τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών για να αξιολογήσουν την ανάπτυξη των καλλιεργειών στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι μέθοδοι αξιολόγησης

αποτελούνται από ειδικές γνώσεις και από μοντέλα ανάπτυξης καλλιεργειών (Van Lanen, 1992).

Μία από τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση γης σε συνδυασμό με τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών είναι και η πολύ-κριτηριακή μέθοδος (MCE) (Kerping et al, 2001).

Η πολύ-κριτηριακή μέθοδος είναι ένα εργαλείο λήψης αποφάσεων που επιτρέπει την αυστηρή επιλογή, την προτίμηση μιας επιλογής σε ένα πλαίσιο όπου ισχύουν διάφορα κριτήρια ταυτόχρονα. Σε μία λογική λήψη απόφασης, η προτιμώμενη επιλογή είναι οριακή και ορίζεται από τους αντικειμενικούς στόχους, καθώς και τους περιορισμούς που περιορίζουν τις επιλογές και το επίτευγμα από τους στόχους.

Η πολύ-κριτηριακή μέθοδος αξιολόγησης συνηθέστερα επιτυγχάνεται με μια από δύο διαδικασίες. Η πρώτη περιλαμβάνει την Boolean μέθοδο αξιολόγησης με την οποία όλα τα κριτήρια μειώνονται στη λογική στις δηλώσεις της καταλληλότητας και έπειτα συνδυάζεται με τη βοήθεια ενός ή περισσότερων λογικών χειριστών όπως η διατομή και η ένωση. Η δεύτερη είναι γνωστή ως Σταθμισμένος γραμμικός συνδυασμός όπου στα συνεχή κριτήρια (παράγοντες) είναι τυποποιημένη σε μια κοινή αριθμητική σειρά, και έπειτα συνδυάζεται με τη βοήθεια ενός σταθμισμένου μέσου όρου. Το αποτέλεσμα είναι μια συνεχής χαρτογράφηση της καταλληλότητας που μπορεί έπειτα να καλυφθεί από έναν ή περισσότερους Boolean περιορισμούς για να προσαρμόσει τα ποιοτικά κριτήρια, και τελικά για να παραγάγει μια τελική απόφαση (Mendoza and Prabhu, 2000; Dai and Lee, 2001).

Μια από τις πολύ-κριτηριακές μεθόδους είναι και η Αναλυτική Ιεραρχική Μέθοδος (AHP), χρησιμοποιεί τις ταξινομημένες κατά ζεύγος συγκρίσεις προκειμένου να υπολογιστεί το βάρος των πολλαπλάσιων κριτηρίων. Όλα τα κριτήρια που συμμετέχουν στην ανάλυση είναι συγκρινόμενο ζευγάρι σοφό με τη χρήση μιας μήτρας σύγκρισης που επιτρέπει στο χρήστη για να εκφράσουν τη σχετική προτίμηση ενός παράγοντα ενάντια σε άλλο με τη χρησιμοποίηση των αριθμητικών τιμών (Saaty, 1977).

2.2 Αξιολόγηση γεωργικής γης

Ο σχεδιασμός χρήσης γης σε τοπικό επίπεδο ή εθνικό επίπεδο αποτελεί πάντα σοβαρό στόχο της αγροτικής πολιτικής που, για την πραγματοποίησή του, απαιτεί ένα πλήθος πληροφοριών και συνεργασία επιστημόνων διαφόρων ειδικοτήτων, μεγάλη εμπειρία και γνώσεις. Οι δυσκολίες προέρχονται από το γεγονός ότι η χρήση γης επηρεάζεται από το αποτέλεσμα δράσης διαφόρων βιολογικών και ανθρώπινων δραστηριοτήτων που στοχεύουν σε οικονομικούς και κοινωνικούς σκοπούς.

Στην αξιολόγηση της γης περιλαμβάνονται έρευνες που αφορούν το κλίμα, το έδαφος, η βλάστηση και τις απαραίτητες εδαφικές απαιτήσεις για την χρήση εναλλακτικών μορφών χρήσης εδάφους. Για να είναι σημαντική στον προγραμματισμό, η σειρά των εξεταζόμενων χρήσεων εδάφους, πρέπει να περιοριστεί σε εκείνες τις χρήσεις που σχετίζονται με το φυσικό, οικονομικό και κοινωνικό πλαίσιο της εξεταζόμενης περιοχής και πρέπει να περιλαμβάνονται στις συγκρίσεις και οικονομικές εκτιμήσεις.

Συχνά η αξιολόγηση της γης ενδιαφέρεται για την υπάρχουσα κατάσταση του εδάφους και περιλαμβάνει τις προτεινόμενες αλλαγές και τα αποτελέσματα αυτών που προέρχονται με την αλλαγή της χρήσης του εδάφους και σε ορισμένες περιπτώσεις την αλλαγή στο ίδιο το έδαφος. Η αξιολόγηση πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις οικονομικές συνθήκες, τις κοινωνικές συνέπειες για τους ανθρώπους της περιοχής και την χώρα και τις ευεργετικές ή δυσμενείς συνέπειες στο περιβάλλον.

Η αξιολόγηση της γης καλείται να απαντήσει στα ακόλουθα ερωτήματα (F.A.O., 1976) :

- Ποια είναι η κατάσταση του εδάφους αυτή την περίοδο και τι θα συμβεί αν εξακολουθήσουν να υφίστανται οι ίδιες πρακτικές
- Ποιες βελτιώσεις είναι εφικτές μέσα στο πλαίσιο των πρακτικών που ήδη υπάρχουν
- Ποιες άλλες χρήσεις του εδάφους είναι φυσικά πιθανές και σχετικές με την οικονομική και κοινωνική κατάσταση
- Ποιες από τις χρήσεις γης είναι αειφορικές

- Ποια δυσμενή αποτελέσματα φυσικά, οικονομικά ή κοινωνικά συνδέονται με κάθε χρήση
- Ποια επένδυση σε σύντομο χρονικό διάστημα είναι απαραίτητη για να επιφέρει την επιθυμητή παραγωγή και να ελαχιστοποιήσει τα δυσμενή αποτελέσματα από την προτεινόμενη χρήση
- Ποια είναι τα οφέλη από κάθε χρήσης γης

2.2.1. Διαδικασία προγραμματισμού χρήσεων γης

Η διαδικασία για το προγραμματισμό των χρήσεων γης καθορίζεται από τις παρακάτω δραστηριότητες και αποφάσεις:

- αναγνώριση ανάγκης για αλλαγή χρήσης
- προσδιορισμός στόχων
- διατύπωση προτάσεων, περιλαμβανομένων των εναλλακτικών τύπων χρήσεων γης και αναγνώριση των βασικών απαιτήσεων
- αναγνώριση και καταγραφή των διαφορετικών τύπων εδάφους στην περιοχή
- σύγκριση και αξιολόγηση κάθε τύπου εδάφους για τις διαφορετικές χρήσεις γης
- επιλογή μιας χρήσης για κάθε τύπο εδάφους
- σχεδιασμός προγράμματος ή άλλη λεπτομερής ανάλυση των εναλλακτικών λύσεων για αντιπροσωπευτικές τοποθεσίες της περιοχής (πχ. μελέτη σκοπιμότητας)
- απόφαση εφαρμογής
- εφαρμογή
- έλεγχος της λειτουργίας.

2.2.2. Αρχές αξιολόγησης του εδάφους

Ορισμένες αρχές είναι θεμελιώδεις στην προσέγγιση και τις μεθόδους που υιοθετούνται στην αξιολόγηση εδάφους. Αυτές οι βασικές αρχές είναι οι ακόλουθες:

- *Η καταλληλότητα του εδάφους αξιολογείται και ταξινομείται σε σχέση με ορισμένα είδη χρήσης και κάθε είδος χρήσης έχει τις δικές του απαιτήσεις.*

Στην αρχή αυτή ενσωματώνεται η αναγνώριση του γεγονότος ότι διαφορετικά είδη χρήσεων γης έχουν διαφορετικές απαιτήσεις. Για παράδειγμα, μία αλλουβιακή

περιοχή με υψηλά υπόγεια στάθμη νερού στην οποία αποφεύγεται η αποξήρανση, είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για την καλλιέργεια ρυζιού αλλά μη κατάλληλη για πολλές μορφές γεωργίας ή για δάσος. Η έννοια της καταλληλότητας εδάφους είναι σημαντική από την άποψη των καθορισμένων ειδών χρήσεων και για κάθε μία από τις απαιτήσεις τους, πχ. απαιτήσεις σε εδαφική υγρασία, σε βάθος ριζοστρώματος κ.λ.π.. Οι ιδιότητες κάθε τύπου εδάφους, όπως η διαθεσιμότητα υγρασίας ή ο κίνδυνος πλημμύρας, συγκρίνονται με τις απαιτήσεις κάθε χρήσης. Κατά συνέπεια το ίδιο το έδαφος και η χρήση εδάφους είναι εξίσου θεμελιώδη στην αξιολόγηση καταλληλότητας εδάφους.

- *Σύγκριση των εισροών που απαιτούνται για μία χρήση και των κερδών που προκύπτουν από την χρήση αυτή.*

Το έδαφος από μόνο του δεν αποδίδει, απαιτεί εισροές ή ακόμα και φροντίδες. Η καταλληλότητα για κάθε χρήση αξιολογείται με την σύγκριση των εισροών όπως πχ. εργασία, λιπάσματα κ.α., και με τα κέρδη που παράγονται ή τα οφέλη που αποκτώνται.

- *Απαιτείται μια διεπιστημονική προσέγγιση*

Χρειάζονται διάφοροι επιστήμονες όπως εδαφοφυσικοί, γεωμορφολόγοι, γεωπόννοι, οικολόγοι, εδαφολόγοι, δασοφύλακες, μηχανικοί άρδευσης, εμπειρογνώμονες στη διαχείριση ζωικού κεφαλαίου, οικονομολόγοι, κοινωνιολόγοι. Μπορεί να είναι κάποιος συνδυασμός αυτών για πρακτικούς λόγους, αλλά η αρχή της διεπιστημονικής δραστηριότητας, που καλύπτει τις μελέτες του εδάφους, χρήσης εδάφους, κοινωνικών και οικονομικών πτυχών, παραμένει.

- *Αξιολόγηση σε σχέση με το φυσικό, οικονομικό και κοινωνικό περιβάλλον της περιοχής μελέτη*

Τέτοιοι παράγοντες όπως το τοπικό κλίμα, τα επίπεδα διάβρωσης του πληθυσμού, της διαθεσιμότητας και του κόστους εργασίας για απασχόληση, τις δυνατότητες αγορών ή εξαγωγών και της διαθεσιμότητας του κεφαλαίου, διαμορφώνουν το πλαίσιο μέσα στο οποίο πραγματοποιείται η αξιολόγηση.

Παραδείγματος χάριν, θα ήταν μη ρεαλιστικό να ειπωθεί ότι το έδαφος είναι κατάλληλο για την μηχανοποιημένη καλλιέργεια ρυζιού, που απαιτεί τα μεγάλα ποσά χαμηλού κόστους εργασίας, σε μία χώρα με υψηλές δαπάνες εργασίας. Οι υποθέσεις που κρύβονται κάτω από την αξιολόγηση διαφέρουν από χώρα σε χώρα και, ως ένα ορισμένο βαθμό, μεταξύ διαφορετικών περιοχών της ίδιας χώρας. Πολλοί από αυτούς τους παράγοντες που συχνά υποτίθεται σιωπηρά, για να αποφύγουν την παρανόηση και για να βοηθήσουν στις συγκρίσεις μεταξύ των διαφορετικών περιοχών, πρέπει να δηλωθούν ρητά.

➤ *Η καταλληλότητα αναφέρεται στη χρήση γης σε μία αειφορική βάση.*

Κατά την αξιολόγηση της καταλληλότητας λαμβάνεται υπόψη η πτυχή της περιβαλλοντικής υποβάθμισης. Παραδείγματος χάριν, μπορεί να υπάρξουν μορφές χρήσης εδάφους που εμφανίζονται να είναι ιδιαίτερα κερδοφόρες βραχυπρόθεσμα, αλλά είναι πιθανό να οδηγήσουν στην εδαφολογική διάβρωση, την προοδευτική υποβάθμιση λιβαδιού, ή σε δυσμενείς αλλαγές στην υδρολογία ποταμών. Τέτοιες περιπτώσεις θα ξεπερνούσαν το βραχυπρόθεσμο κέρδος με συνέπεια να ταξινομηθεί το έδαφος ως μη κατάλληλο για τέτοιες χρήσεις.

Η αρχή αυτή δε σημαίνει ότι το περιβάλλον πρέπει να προστατεύεται σε ολοκληρωτικό βαθμό. Η γεωργική χρήση κανονικά περιλαμβάνει την απομάκρυνση της φυσικής βλάστησης, και φυσιολογικά, η γονιμότητα του εδάφους κάτω από την καλλιέργεια, είναι υψηλότερη ή χαμηλότερη, ανάλογα με τη διαχείριση, αλλά σπάνια στο ίδιο όπας κάτω από την αρχική βλάστηση. Για οποιαδήποτε προτεινόμενη μορφή χρήσης γης, οι πιθανές συνέπειες για το περιβάλλον πρέπει να αξιολογηθούν όσο το δυνατόν ακριβέστερα και οι αξιολογήσεις αυτές λαμβάνονται υπόψη στον καθορισμό της καταλληλότητας της περιοχής μελέτης.

➤ *Η αξιολόγηση περιλαμβάνει τη σύγκριση περισσότερων του ενός είδους χρήσεων γης.*

Αυτή η σύγκριση θα μπορούσε να είναι, παραδείγματος χάριν, μεταξύ της γεωργίας και της δασονομίας, μεταξύ δύο ή περισσότερων διαφορετικών συστημάτων καλλιέργειας ή μεταξύ διαφόρων καλλιεργειών. Συχνά περιλαμβάνει σύγκριση των υπαρχόντων χρήσεων με τις πιθανές αλλαγές, είτε για νέα είδη χρήσης

είτε για τροποποιήσεις στις υπάρχουσες χρήσεις. Ορισμένες φορές μία προτεινόμενη μορφή χρήσης συγκρίνεται με τη μη χρήση, δηλαδή αφήνοντας το έδαφος ως έχει. Η αξιολόγηση είναι αξιόπιστη όταν τα οφέλη και τα έξοδα για κάποιο δεδομένο είδος χρήσης συγκρίνεται με τη μία δυνατή χρήση και ακόμα καλύτερα με περισσότερες εναλλακτικές χρήσεις. Εάν η καταλληλότητα εξετάζεται μόνο για μία χρήση υπάρχει ο κίνδυνος ότι, ενώ το έδαφος μπορεί πράγματι να είναι κατάλληλο για εκείνη τη χρήση, κάποια άλλη ευεργετικότερη χρήση να αγνοηθεί.

2.2.3. Επίπεδα αξιολόγησης της γης

Μπορούν να διακριθούν τρία επίπεδα αξιολόγησης: (α) αναγνωριστικό, (β) ημιλεπτομερές και (γ) λεπτομερές

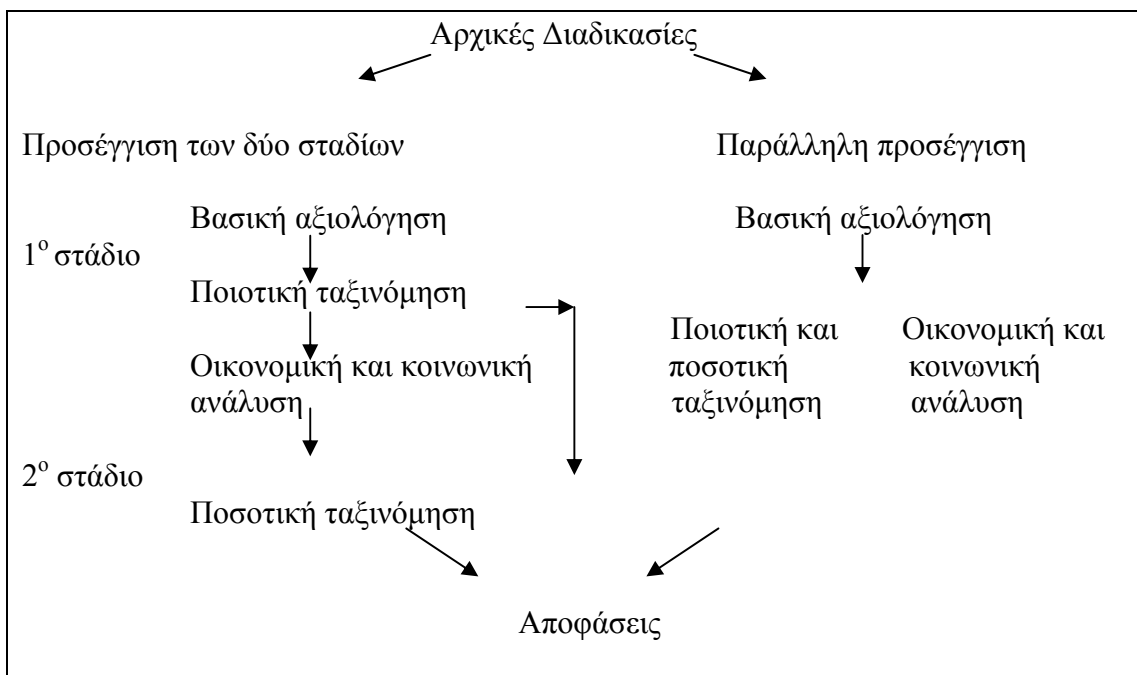
1. Στο αναγνωριστικό επίπεδο ενδιαφέρουν οι πόροι και οι δυνατότητες ανάπτυξης σε επίπεδο περιφέρειας και σε εθνική κλίμακα. Η οικονομική ανάλυση είναι γενική και η αξιολόγηση του εδάφους είναι ποιοτική. Τα αποτελέσματα συμβάλλουν στα εθνικά σχέδια και στην επιλογή των περιοχών και των προτεραιοτήτων ανάπτυξης. Οι έρευνες αναγνώρισης ενδιαφέρονται για τον ευρύ κατάλογο των φυσικών πόρων και των δυνατοτήτων ανάπτυξης σε περιφερειακή και εθνική κλίμακα. Η οικονομική ανάλυση περιορίζεται μόνο στους πολύ γενικούς όρους και η αξιολόγηση εδάφους είναι ποιοτική. Τα αποτελέσματα συμβάλλουν στα εθνικά σχέδια, που επιτρέπουν την επιλογή των περιοχών και των προτεραιοτήτων ανάπτυξης.
2. Στο ημιλεπτομερές επίπεδο η έρευνα στρέφεται σε πιο συγκεκριμένους στόχους όπως είναι οι μελέτες σκοπιμότητας των μεγάλων αναπτυξιακών έργων. Μπορεί να περιλαμβάνονται αγροτικές έρευνες, η οικονομική ανάλυση να είναι αρκετά σημαντικότερη και η αξιολόγηση του εδάφους είναι συνήθως ποσοτική. Στο επίπεδο αυτό παρέχονται πληροφορίες για τις αποφάσεις σχετικά με την επιλογή προγραμμάτων (σχεδίων) ή είτε για κάποια ιδιαίτερη ανάπτυξη, είτε για κάποια άλλη αλλαγή που πρέπει να συμβεί.

3. Στο λεπτομερές επίπεδο η έρευνα αναφέρεται στον πραγματικό προγραμματισμό ή στον αγροτικό προγραμματισμό και συμβουλές που εφαρμόζονται, αφού έχει ληφθεί η απόφαση να εφαρμοστεί.

Στην προσέγγιση των δύο σταδίων, στο πρώτο στάδιο ενδιαφέρει κυρίως η ποιοτική αξιολόγηση του εδάφους και αργότερα στο δεύτερο (όχι απαραίτητο) στάδιο γίνεται η οικονομική και κοινωνική ανάλυση.

Στην παράλληλη προσέγγιση γίνεται παράλληλη ποιοτική και ποσοτική ταξινόμηση με την οικονομική και κοινωνική ανάλυση. Η παράλληλη προσέγγιση αναμένεται να δώσει τα ακριβέστερα αποτελέσματα σε μία μικρότερη περίοδο. Οι πιθανότητες είναι καλύτερες όσο αφορά τη συλλογή των δεδομένων και την παραγωγή των πληροφοριών που απαιτούνται για την αξιολόγηση.

Η προσέγγιση των δύο σταδίων όμως εμφανίζεται απλούστερη καθώς τα βήματα είναι ευδιάκριτα. Προηγούνται οι φυσικές έρευνες και ακολουθούν οι έρευνες της οικονομικής και κοινωνικής ανάλυσης χωρίς επικάλυψη.



Διάγραμμα 2.1. Δύο στάδια και παράλληλες προσεγγίσεις στην αξιολόγηση εδάφους

2.2.4. Καταλληλότητα εδαφών

Καταλληλότητα εδάφους είναι η ικανότητα ενός δεδομένου τύπου εδάφους για μία καθορισμένη χρήση. Η διαδικασία της ταξινόμησης καταλληλότητας εδάφους περιλαμβάνει την αξιολόγηση και την ομαδοποίηση των συγκεκριμένων περιοχών του εδάφους από την άποψη της καταλληλότητάς τους για τις καθορισμένες χρήσεις.

Γίνονται χωριστές ταξινομήσεις που αφορούν κάθε είδος χρήσης εδάφους που εμφανίζεται στην περιοχή (π.χ. ζωική παραγωγή, δασοκομία, καλλιεργήσιμη γη).

Πίνακας 2.1. Δομή της ταξινόμησης καταλληλότητας (structure of the suitability classification)

I. Τάξεις καταλληλότητας γης.	Απεικόνιση των ειδών καταλληλότητας.
II. Κλάσεις καταλληλότητας γης.	Απεικόνιση των βαθμών καταλληλότητας μέσα στις τάξεις.
III. Υποκλάσεις καταλληλότητας γης.	Απεικόνιση του είδους περιορισμού, ή των βασικών μέτρων βελτίωσης που απαιτούνται μέσα στις κλάσεις καταλληλότητας.
IV. Μονάδες καταλληλότητας γης.	Απεικόνιση των δευτερεύουσων διαφορών που υπάρχουν στη απαραίτητη διαχείριση μέσα στις υποκλάσεις καταλληλότητας.

2.2.5. Τάξεις καταλληλότητας γης

Οι τάξεις καταλληλότητας δείχνουν αν το έδαφος που αξιολογείται είναι κατάλληλο ή όχι όσο αφορά την υπό εξέταση χρήση. Οι τάξεις καταλληλότητας στους χάρτες αντιπροσωπεύονται από δύο σύμβολα τα S και N.

Πίνακας 2.2. Τάξεις καταλληλότητας εδάφους

Τάξη κατάλληλη S	Γη για την οποία το εξεταζόμενο είδος χρήσης αναμένεται να παράγει οφέλη που να δικαιολογούν τα έξοδα, χωρίς απρόβλεπτους κινδύνους στους φυσικούς πόρους.
Τάξη N μη κατάλληλη	Γη για την οποία το εξεταζόμενο είδος χρήσης είναι αδύνατο να εφαρμοστεί εξαιτίας διαφόρων περιοριστικών παραγόντων.

Ο συνήθης λόγος που ένα έδαφος ταξινομείται ως μη κατάλληλο για κάποια προτεινόμενη χρήση είναι οικονομικός. Η αξία των αναμενόμενων κερδών δε δικαιολογεί το κόστος των δαπανών που προκύπτουν από τις απαιτούμενες εισροές.

2.2.6. Κλάσεις καταλληλότητας γης

Οι κλάσεις καταλληλότητας απεικονίζουν τους βαθμούς καταλληλότητας. Μέσα στις τάξεις ο αριθμός των κλάσεων δεν είναι συγκεκριμένος και περιορίζεται στο ελάχιστο απαραίτητο ώστε να ανταποκριθεί στους ερμηνευτικούς στόχους. Συνήθως χρησιμοποιούνται πέντε κλάσεις καταλληλότητας γης, τρεις στην τάξη S και δύο στην τάξη N. Με πέντε κλάσεις οι ακόλουθοι ορισμοί και ονόματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μία ποιοτική ταξινόμηση:

Πίνακας 2.3. Κλάσεις καταλληλότητας

Κλάση S1 Υψηλής Καταλληλότητας	Έδαφος χωρίς σημαντικούς περιορισμούς στη συνεχή εφαρμογή μιας δεδομένης χρήσης ή μόνο με μερικούς περιορισμούς που δε μειώνουν σημαντικά την παραγωγικότητα ή οφέλη και δεν αυξάνουν σημαντικά τα έξοδα πάνω από ένα επίπεδο.
Κλάση S2 Μέσης Καταλληλότητας	Έδαφος με περιορισμούς οι οποίοι μειώνουν την παραγωγικότητα ή αυξάνουν τις εισροές με αποτέλεσμα το συνολικό πλεονέκτημα από την χρήση να είναι αν και ικανοποιητικό μικρότερο από το αναμενόμενο της κλάσης S1.
Κλάση S3 Μικρής Καταλληλότητας	Έδαφος με αυστηρούς περιορισμούς όσο αναφορά την συνεχή εφαρμογή της δεδομένης χρήσης. Κλάση στην οποία η μείωση της παραγωγικότητας ή των κερδών και η αύξηση των απαραίτητων εισροών δικαιολογείται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις.
Κλάση N1 Προσωρινά Ακατάλληλη	Έδαφος με περιορισμούς οι οποίοι πιθανόν να αρθούν στο μέλλον αλλά όχι στην τρέχουσα περίοδο με τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις και με αποδεκτό κόστος.
Κλάση N2 Μόνιμα ακατάλληλο	Έδαφος με περιορισμούς τόσο αυστηρούς ώστε να αποκλείονται οποιεσδήποτε δυνατότητες επιτυχούς εφαρμογής της εξεταζόμενης χρήσης.

Όπου απαιτείται πρόσθετος καθορισμός, συνιστάται η προσθήκη κλάσεων καταλληλότητας, π.χ. S4 και όχι η υποδιαίρεση των κλάσεων, δεδομένου ότι σε μία τέτοια διαδικασία θα ερχόταν σε αντίθεση με την αρχή ότι οι βαθμοί καταλληλότητας αντιπροσωπεύονται από μόνο ένα επίπεδο των κλάσεων καταλληλότητας.

Σε μερικές χώρες έχει υιοθετηθεί μία εναλλακτική πρακτική. Προκειμένου να δοθεί μία σταθερή αρίθμηση στη χαμηλότερη κατάλληλη κλάση, οι κλάσεις έχουν υποδιαιρεθεί όπως π.χ. S2.1, S2.2. Αυτή η πρακτική επιτρέπεται μέσα στο πλαίσιο, αν και για το λόγο που δίνεται στη προηγούμενη παράγραφο δε συστήνεται.

Οι διαφορές στις κλάσεις καταλληλότητας καθορίζονται κυρίως από τις σχέσεις μεταξύ των κερδών και των δαπανών. Τα οφέλη μπορούν να περιλαμβάνουν π.χ. συγκομιδές, προϊόντα ζωικού κεφαλαίου ή ξυλεία ή υπηρεσίες, π.χ. ψυχαγωγικές εγκαταστάσεις. Οι δαπάνες που απαιτούνται για να υπάρξουν τα κέρδη περιλαμβάνουν π.χ. την κύρια επένδυση, την εργασία, τα λιπάσματα και την ισχύ που απαιτείται. Κατά συνέπεια μία περιοχή του εδάφους μπορεί να ταξινομηθεί ως υψηλής καταλληλότητας για την αρδευόμενη γεωργία, διότι η αξία της παραγωγής υπερβαίνει τις δαπάνες, αλλά μικρής καταλληλότητας για τη δασονομία, για το λόγο ότι η αξία της ξυλείας υπερβαίνει ελαφρώς τις δαπάνες.

Είναι αναμενόμενο ότι τα όρια μεταξύ των κλάσεων καταλληλότητας θα χρειαστούν αναθεώρηση λαμβάνοντας υπόψη τις τεχνικές εξελίξεις και τις οικονομικές και κοινωνικές αλλαγές.

Στις κλάσεις N1 και N2 ο ποσοτικός καθορισμός αυτών είναι περιττός, δεδομένου ότι εξ ορισμού και οι δύο είναι αντιοικονομικές για τη δεδομένη χρήση. Το ανώτερο όριο της κατηγορίας N1 καθορίζεται από το κατώτερο όριο της κλάσης S.

Το όριο της κλάσης N2, μόνιμα ακατάλληλη, είναι φυσικό και μόνιμο. Αντίθετα, το όριο μεταξύ των δύο τάξεων, κατάλληλων και μη κατάλληλων είναι πιθανό να μεταβάλλεται με το χρόνο λόγω των αλλαγών στο οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο.

2.2.7. Υποκλάσεις καταλληλότητας γης

Οι υποκλάσεις καταλληλότητας γης απεικονίζουν τα είδη περιορισμών, π.χ. ανεπάρκεια υγρασίας, κίνδυνος διάβρωσης. Οι υποκλάσεις σημειώνονται με μικρά γράμματα δίπλα στις κλάσεις π.χ. S2m, S2e. Στη κλάση S1 δεν υπάρχει καμία υποκλάση.

Ο αριθμός υποκλάσεων που αναγνωρίζονται και οι περιορισμοί που επιλέγονται για να τους διακρίνουν θα διαφέρουν στις ταξινομήσεις για διαφορετικούς λόγους. Υπάρχουν δύο οδηγίες:

- Ο αριθμός υποκλάσεων πρέπει να περιορίζεται στο ελάχιστο ώστε να γίνεται ικανοποιητικά η διάκριση των εδαφών μέσα σε μία κλάση.
- Για κάθε υποκλάση θα πρέπει να χρησιμοποιούνται όσο το δυνατό λιγότερα σύμβολα. Ένα, σπάνια δύο γράμματα είναι αρκετά. Το κυρίαρχο σύμβολο (δηλαδή αυτό που καθορίζει την κατηγορία) πρέπει να χρησιμοποιηθεί αν είναι δυνατόν μόνο του. Εάν απαιτούνται δύο περιορισμοί πρέπει και οι δύο να χρησιμοποιηθούν.

Μία τάξη καταλληλότητας μπορεί να διαιρεθεί σε υποκλάσεις καταλληλότητας σύμφωνα με τα είδη περιορισμού π.χ. N1m, N1me, N1m αν και αυτό δεν είναι απαραίτητο, δεδομένου ότι αυτό το έδαφος δεν είναι κατάλληλο για κάποια σχετική χρήση.

2.2.8. Μονάδες καταλληλότητας γης

Οι μονάδες καταλληλότητας γης είναι υποδιαίρεσεις των υποκλάσεων. Όλες οι μονάδες μέσα σε μία υποκλάση έχουν τον ίδιο βαθμό καταλληλότητας στο επίπεδο της κλάσης και παρόμοια είδη περιορισμών στο επίπεδο των υποκλάσεων. Οι μονάδες διαφέρουν η μία από την άλλη στα χαρακτηριστικά παραγωγικότητας τους ή στις απαιτήσεις διαχείρισης (συχνά προσδιορίζονται ως οι διαφορές που αφορούν τις λεπτομέρειες των περιορισμών). Η αναγνώριση των μονάδων σημειώνονται με περιορισμούς δίπλα στην υποκλάση π.χ. S2e-1, S2e-2 κλπ. Δεν υπάρχει κανένα όριο στον αριθμό μονάδων που αναγνωρίζονται μέσα σε μία υποκατηγορία.

2.2.9. Υπό όρους καταλληλότητα

Οι τάξεις, κλάσεις, υποκλάσεις χαρακτηρίζουν την υφιστάμενη καταλληλότητα της περιοχής για ορισμένη χρήση. Με τον όρο υπό όρους καταλληλότητα εννοείται η ταξινόμηση της καταλληλότητας γης μιας περιοχής μετά

την εφαρμογή μέτρων βελτίωσης. Όπως για παράδειγμα ένα όξινο έδαφος που ταξινομήθηκε στην κατηγορία S3, αλλά με την ασβέστωση είναι δυνατή η άνοδος του στην κλάση S2. Η υπό όρους καταλληλότητα υποδεικνύεται με το γράμμα c που τοποθετείται μεταξύ του συμβόλου της τάξεως και του αριθμού της κλάσης, π.χ.Sc2 σημαίνει ότι η γη ταξινομήθηκε αρχικά στην κατηγορία S3, αλλά αν εφαρμοστούν μέτρα βελτίωσης είναι δυνατή η άνοδος στην κλάση S2.

Η χρήση της υπό όρους καταλληλότητας πρέπει όπου είναι δυνατό να αποφεύγεται. Θα πρέπει να εφαρμόζεται όταν συναντιούνται οι ακόλουθοι όροι:

- Χωρίς τους όρους, το έδαφος είναι μη κατάλληλο είτε ανήκει στη χαμηλότερη κατάλληλη κλάση.
- Η υπό όρους καταλληλότητα που προκύπτει είναι σημαντικά υψηλότερη (συνήθως τουλάχιστον δύο κατηγορίες).
- Η έκταση που καταλαμβάνει η υπό όρους κατάλληλη γη είναι αναλογικά πολύ μικρή όσο αφορά τη συνολική περιοχή μελέτης.

Δεδομένου ότι είναι μικρή η περιοχή του εδάφους που ταξινομείται ως υπό όρους κατάλληλη δεν είναι απαραίτητο να υποδιαιρεθεί στο επίπεδο των μονάδων. Η χρήση της υπό όρους καταλληλότητας αν και θα μπορούσε να φανεί χρήσιμη στην εκτίμηση, η υπερβολική χρήση της θα περιέπλεκε πολύ την κατανόηση από τους χρήστες και πρέπει να αποφευχθεί.

Η δομή της ταξινόμησης της καταλληλότητας, μαζί με τα χρησιμοποιούμενα σύμβολα, συνοψίζεται στον παρακάτω πίνακα. Ανάλογα με τον σκοπό, η κλίμακα των υποκλάσεων και των μονάδων καταλληλότητας μπορεί να διακριθούν, ή αλλιώς η ταξινόμηση να περιοριστεί στις δύο υψηλότερες δύο ή τρεις κατηγορίες.

ΤΑΞΕΙΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΛΑΣΕΙΣ	ΥΠΟ ΚΛΑΣΕΙΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ
S Κατάλληλη	S1 S2 S3 κτλ	S2m S2e S2me κτλ	S2e-1 S2e-2 κτλ
Sc Υπό όρους καταλληλότητα	Sc2	Sc2m	
N Ακατάλληλη	N1 N2	N1m N2e κτλ	

Διάγραμμα 2.2. Δομή της ταξινόμησης καταλληλότητας

2.2.10. Η σειρά των ταξινομήσεων

Στο πλαίσιο αναγνωρίζονται τέσσερα κύρια είδη ταξινόμησης καταλληλότητας, ανάλογα εάν είναι ποιοτική ή ποσοτική και αναφέρεται στην τρέχουσα ή στην πιθανή (εν δυνάμει) καταλληλότητα.

Ποιοτική και ποσοτική ταξινόμηση

Η ποιοτική ταξινόμηση είναι αυτή στην οποία η σχετική καταλληλότητα εκφράζεται με ποιοτικούς όρους μόνο, χωρίς ακριβή υπολογισμό των δαπανών παραγωγής. Οι ποιοτικές ταξινομήσεις βασίζονται κυρίως στη φυσική παραγωγική δυνατότητα του εδάφους, με τον οικονομικό παράγοντα να υπάρχει ως υπόβαθρο. Οι ταξινομήσεις αυτές χρησιμοποιούνται συνήθως στις μελέτες αναγνώρισης που στοχεύουν σε μία γενική αξιολόγηση των μεγάλων περιοχών.

Η ποσοτική ταξινόμηση είναι αυτή στην οποία οι διακρίσεις μεταξύ των κατηγοριών εκφράζονται με αριθμητικούς όρους, γεγονός που επιτρέπει την σύγκριση μεταξύ των κλάσεων καταλληλότητας γης όσο αφορά τα διάφορα είδη χρήσεων. Περιλαμβάνει τη χρήση οικονομικών κριτηρίων, π.χ. κόστος και τιμές, που επιδρούν στα έξοδα και στην παραγωγή. Προγράμματα ανάπτυξης που περιλαμβάνουν προκαταρκτικές μελέτες απαιτούν συνήθως ποσοτική αξιολόγηση.

Η ποσοτική αξιολόγηση μπορεί να σχηματίσει κατά κάποιο τρόπο μία άποψη για κέρδη με κοινωνικά, περιβαλλοντικά και οικονομικά δεδομένα. Στην ποιοτική όμως αξιολόγηση η δυνατότητα αυτή η σχέση χάνεται. Η ποιοτική όμως παρέχει τα δεδομένα πάνω στα οποία μπορούν να στηριχθούν οι υπολογισμοί οικονομικών παραμέτρων από διαφορετικές περιοχές και διαφορετικά είδη χρήσης. Τα δεδομένα της ποσοτικής αξιολόγησης μπορούν να αλλάξουν πιο γρήγορα από ότι της ποιοτικής εξαιτίας αλλαγών στο κόστος και στις τιμές.

Η εκλογή μεταξύ της ποιοτικής και ποσοτικής αξιολόγησης εξαρτάται από το βαθμό γενίκευσης και τη διαθεσιμότητα των δεδομένων που σχετίζονται με κοινωνικοοικονομικές συνθήκες. Η ποσοτική προσέγγιση φαίνεται να είναι η μόνη πρακτική μέθοδος στην περίπτωση ερμηνείας χαρτών μικρής κλίμακας, όπου είναι δύσκολο να γενικευθούν αποτελέσματα οικονομικών ερευνών που συνήθως διεξάγονται σε επίπεδο γεωργικής εκμετάλλευσης. Η ποιοτική αξιολόγηση είναι κατάλληλη στις περιπτώσεις που λείπουν οικονομικά στοιχεία, στον καθορισμό της

γαιοικανότητας για ένα αριθμό χρήσεων και σε περιπτώσεις αναγνωριστικών προγραμμάτων, .κ.λπ..

Η ποσοτική αξιολόγηση είναι κατάλληλη στις περιπτώσεις που αφορούν (1) αξιολόγηση για περιορισμένο αριθμό χρήσεων, (2) αξιολόγηση για υπολογισμό δυνητικής παραγωγής,(3) σχεδιασμό για επέκταση καλλιεργειών, κ.λ.π..

2.2.11. Ταξινόμηση της τρέχουσας και πιθανής καταλληλότητας

Η ταξινόμηση της τρέχουσας καταλληλότητας αναφέρεται στην καταλληλότητα για μια καθορισμένη χρήση του εδάφους, στο παρόν, χωρίς σημαντικές βελτιώσεις. Μία τρέχουσα ταξινόμησης καταλληλότητας μπορεί να αναφερθεί στην παρούσα χρήση του εδάφους, είτε με τις υπάρχουσες είτε βελτιωμένες διοικητικές πρακτικές, είτε σε μία διαφορετική χρήση. Μία ταξινόμηση της πιθανής καταλληλότητας αναφέρεται στην καταλληλότητα, για μία καθορισμένη χρήση, των εδαφικών, σε κάποια στιγμή στο μέλλον, αφού πρώτα έχουν ολοκληρωθεί όπου είναι δυνατό συγκεκριμένες βελτιώσεις.

2.2.12. Αποτελέσματα αξιολόγησης της καταλληλότητας του εδάφους

Τα αποτελέσματα μιας αξιολόγησης συνήθως περιλαμβάνουν τους παρακάτω τύπους πληροφοριών.

- Το πλαίσιο, φυσικό, κοινωνικό και οικονομικό στο οποίο βασίζεται η αξιολόγηση. Αυτό περιλαμβάνει τόσο στοιχεία όσο και υποθέσεις.
- Περιγραφή των τύπων χρήσεων του εδάφους ή των σημαντικών τύπων χρήσεων εδάφους που σχετίζονται με την περιοχή. Όσο πιο εντατική είναι η μελέτη, τόσο μεγαλύτερη θα είναι λεπτομέρεια και η ακρίβεια της περιοχής.
- Χάρτες, πίνακες και κείμενα που απεικονίζουν τους βαθμούς καταλληλότητας των χαρτογραφικών μονάδων του εδάφους για κάθε ένα από τα είδη χρήσης εδάφους που εξετάζονται, μαζί με τα διαγνωστικά κριτήρια. Η αξιολόγηση γίνεται χωριστά για κάθε είδος χρήσης.

- Προδιαγραφές διαχείρισης και βελτίωσης για κάθε τύπο χρήσης εδάφους ανάλογα με τις κατάλληλες χαρτογραφικές εδαφικές μονάδες. Και εδώ, με την εντατικοποίηση της έρευνας αυξάνεται η ακρίβεια αυτών των προδιαγραφών.
- Οικονομική και κοινωνική ανάλυση των συνεπειών των διαφόρων ειδών χρήσης εδάφους.
- Τα βασικά δεδομένα και οι χάρτες από τους οποίους προέκυψε η αξιολόγηση. Τα αποτελέσματα που απεικονίζουν στους χάρτες αποτελούν πολύτιμες πληροφορίες για τους χρήστες.
- Πληροφορίες για την αξιοπιστία των εκτιμήσεων καταλληλότητας.

Τα όρια της κλάσης καταλληλότητας καθορίζονται χωριστά για κάθε χρήση. Έπειτα ότι οι κλάσεις καταλληλότητας για τις διαφορετικές χρήσεις δεν μπορούν να συγκριθούν κατά στερεότυπο τρόπο.

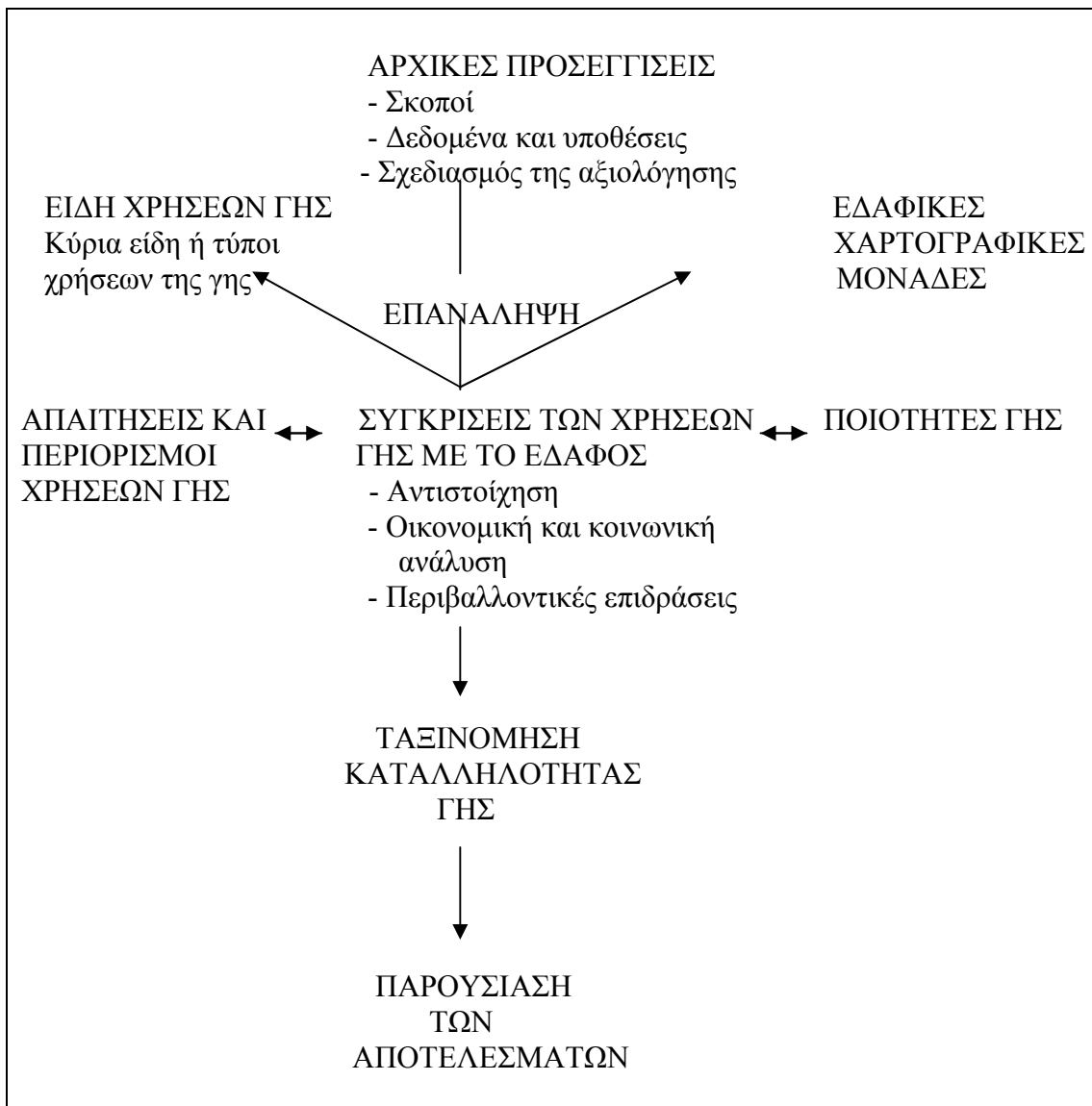
2.2.13. Διαδικασίες αξιολόγησης εδάφους

Οι διαδικασίες που χρησιμοποιούνται στην αξιολόγηση του εδάφους εξαρτώνται από τον τύπο προσέγγισης που υιοθετείται δηλαδή είτε παράλληλη είτε δύο σταδίων.

Οι κύριες διαδικασίες που ακολουθούνται σε μία αξιολόγηση εδάφους είναι οι παρακάτω:

- Αρχικές προσεγγίσεις που αναφέρονται στους στόχους της αξιολόγησης και στα στοιχεία και στις υποθέσεις που θα βασιστεί η αξιολόγηση.
- Περιγραφή των ειδών χρήσης του υπό εξέταση εδάφους και προσδιορισμός των ιδιοτήτων του εδάφους.
- Περιγραφή των χαρτογραφικών μονάδων του εδάφους και παραγωγή των ιδιοτήτων εδάφους.
- Σύγκριση των ειδών χρήσης εδάφους με τους υπάρχοντες τύπους εδαφών.
- Οικονομική και κοινωνική ανάλυση.
- Ταξινόμηση καταλληλότητας εδάφους (ποιοτική ή ποσοτική).
- Παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης.

Μια σχηματική και απλουστευμένη αντιπροσώπευση των δραστηριοτήτων αξιολόγησης εδάφους δίνεται στο Διάγραμμα 3.3.



Διάγραμμα 2.3. Σχηματική αντιπροσώπευση των δραστηριοτήτων στην αξιολόγηση εδάφους

Είναι φανερό ότι υπάρχει ένα στοιχείο επανάληψης (κυκλικό στοιχείο) στις διαδικασίες.

Μεταξύ των θεμάτων που αποφασίζονται σε αυτή τη φάση είναι:

- Οι στόχοι της αξιολόγησης.
- Τα δεδομένα και οι υποθέσεις στα οποία πρόκειται να βασιστεί η αξιολόγηση.
- Η έκταση και τα όρια της περιοχής που αξιολογείται.

- Τα είδη χρήσης εδάφους να σχετίζονται με την εκτίμηση.
- Να ακολουθεί είτε η προσέγγιση των δύο σταδίων είτε η παράλληλη προσέγγιση.
- Ο τύπος της ταξινόμησης που θα χρησιμοποιηθεί.
- Η ένταση και η κλίμακα των απαραίτητων ερευνών.
- Ο συγχρονισμός των δραστηριοτήτων στην αξιολόγηση.

Στόχοι: Η πρώτη απαίτηση είναι να οριστούν οι στόχοι της προτεινόμενης ανάπτυξης ή ρύθμισης, οι περιορισμοί που πρέπει να αλλάξουν και οι χρήσεις γης που πρέπει να εξεταστούν. Αυτό απαιτεί συνεργασία πολλών κλάδων που θα επηρεαστούν από την ανάπτυξη όπως εμπειρογνομόνων στην τεχνολογία χρήσης εδάφους (π.χ. γεωργοί, δασοφύλακες), των μηχανικών, των οικονομολόγων, των κοινωνιολόγων, των αρμόδιων για το σχεδιασμό των κυβερνητικών ανώτερων υπαλλήλων και των αντιπροσώπων του τοπικού πληθυσμού.

2.2.14. Αρχικές προσεγγίσεις

Είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν τόσο οι ευρείς στόχοι των προτεινόμενων αλλαγών, όσο και να διατυπωθούν συγκεκριμένες προτάσεις με σκοπό την εκπλήρωση αυτών των στόχων. Ένας ευρύς στόχος μπορεί να είναι, παραδείγματος χάριν, αυτάρκεια στην παραγωγή τροφίμων και οι γενικές προτάσεις, για να επιτευχθεί αυτό πρέπει να περιλαμβάνουν την αυξανόμενη παραγωγή σίτου, την αυξανόμενη παραγωγή ζωικού κεφαλαίου και την επέκταση της άρδευσης. Αυτοί θα μπορούσαν στη συνέχεια να χωριστούν σε ποιο συγκεκριμένες προτάσεις, όπως η θέση ενός μηχανοποιημένου αγροκτήματος τροφίμων ή άρδευση μιας ιδιαίτερης κοιλάδας. Άλλα παραδείγματα των ευρέων στόχων είναι το έδαφος που χάνεται από τις αγροτικές χρήσεις, εξαιτίας αστικής ανάπτυξης ή τη γενικότερη περίπτωση που δημιουργείται ένας κατάλογος των πόρων μιας χώρας ή μιας περιοχής για γενικούς λόγους προγραμματισμού και ανάπτυξης. Στο αντίθετο άκρο μπορεί να υπάρξει κάποιος στόχος, όπως η καθιέρωση μιας φυτείας δασονομίας που θα παρέχει καυσόξυλα.

Είτε οι ευρείς στόχοι, είτε οι συγκεκριμένες προτάσεις, μπορούν να διαμορφώσουν τους στόχους για την αξιολόγηση εδάφους. Ευρείς στόχοι στην περίπτωση των αναγνωριστικών ερευνών για τους εδαφικούς πόρους και του

προσδιορισμού των δυνατοτήτων ανάπτυξης, συγκεκριμένες προτάσεις για τις περιπτώσεις των ημι- λεπτομερών και λεπτομερών ερευνών.

Οι στόχοι χρησιμεύουν στο καθορισμό των σχετικών ειδών χρήσεων του εδάφους. Αυτό περιορίζει στη συνέχεια τη σειρά των πληροφοριών που απαιτούνται και κατά συνέπεια τους απαραίτητους τύπους ερευνών.

Η εμπειρία έχει δείξει ότι μία ταξινόμηση καταλληλότητας για μόνο μία χρήση μπορεί να είναι παραπλανητική.

2.2.15. Το γενικό πλαίσιο της περιοχής μελέτης

Μερικά στοιχεία και υποθέσεις είναι τόσο προφανής για τις φυσικές, οικονομικές, κοινωνικές και πολιτικές καταστάσεις μιας χώρας ή μιας περιοχής και συνεπώς δεν διευκρινίζονται πάντα. Τα παραδείγματα είναι ξηρασία σε μία περιοχή ερήμου και είτε ένα υψηλό ή ένα χαμηλό επίπεδο διαβίωσης. Εντούτοις, για να βοηθήσουν στη μεταφορά των πληροφοριών από μία περιοχή σε άλλη, αυτές οι υποθέσεις πρέπει να καταγραφούν.

Προκειμένου να αποφευχθεί ένας υπερβολικός κατάλογος απογραφής, αυτή η απαίτηση μπορεί να καλυφτεί από μία αρχική περιγραφή του πλαισίου της περιοχής μελέτης. Αυτό θα περιλάβει τα εξής:

- Θέση και δυνατότητα πρόσβασης.
- Κλιματολογική ζώνη.
- Ανάγλυφο.
- Παρούσα κατάσταση των βελτιώσεων εδάφους (αποκατάσταση, αποξήρανση).
- Πληθυσμός και ο ρυθμός μεταβολής του.
- Επίπεδο διαβίωσης (π.χ. ακαθάριστο εγχώριο προϊόν κατά κεφαλήν).
- Εκπαίδευση.
- Βάση της παρούσας οικονομίας.
- Οικονομική υποδομή (π.χ. δρόμοι, αστικές υπηρεσίες).
- Κυβερνητικές επιχορηγήσεις.
- Μέγεθος των αγροκτημάτων ή άλλη ιδιοκτησία γης.
- Σύστημα ιδιοκτησίας γης.

- Πολιτικό σύστημα.

Όχι μόνο είναι δυνατό να προκύψουν μερικές από τις προφανείς υποθέσεις από μία τέτοια περιγραφή, αλλά και η σημασία της ταξινόμησης καταλληλότητας εξαρτάται από το φυσικό, οικονομικό και κοινωνικό πλαίσιο. Δεδομένου ότι οι οικονομικοί και κοινωνικοί όροι αλλάζουν συνεχώς, η ταξινόμηση που θα γίνει θα είναι τελικά ξεπερασμένη και αυτές οι βασικές πληροφορίες θα βοηθήσουν στην κρίση της σχετικότητας μιας αξιολόγησης μετά από κάποιο χρονικό διάστημα αφότου έχει γίνει.

2.2.16. Στοιχεία και υποθέσεις που κρύβονται πίσω από την αξιολόγηση

Έκτος από το γενικό πλαίσιο, υπάρχουν και οι υποθέσεις που χρησιμοποιούνται ως βάση για την αξιολόγηση, οι οποίες έχουν επιπτώσεις στην ερμηνεία και τη χωρική και χρονική δυνατότητα εφαρμογής των αποτελεσμάτων. Τέτοιες υποθέσεις πρέπει να απαριθμηθούν υπό αυτή τη μορφή. Τέτοιες υποθέσεις μπορούν να είναι οι παρακάτω:

- Μέτρο στις πληροφορίες που χρησιμοποιούνται (π.χ. μόνο οι εδαφολογικοί όροι που παρουσιάζονται σε έναν δεδομένο χάρτη χρησιμοποιούνται).
- Η αξιοπιστία και η δυνατότητα εφαρμογής των διαθέσιμων στοιχείων μέσα ή έξω από την περιοχή μελέτης.
- Η τοποθεσία αν λαμβάνεται ή όχι υπόψη.
- Δημογραφία (π.χ. τα παρόντα ποσοστά αύξησης πληθυσμών θα συνεχιστούν ή θα μειωθούν).
- Υποδομή και υπηρεσίες (π.χ. οι υπηρεσίες επισκευής, οι εγκαταστάσεις, οι γεωργικές επεκτάσεις κ.λ.π. θα παραμείνουν όπως αυτή τη στιγμή ή θα βελτιωθούν).
- Επίπεδο εισροών (π.χ. αν οι επαναλαμβανόμενες εισροές από τους καλλιεργητές του εδάφους πρόκειται να παραμείνουν στα ίδια επίπεδα ή θα αυξηθούν).
- Απαιτήσεις, αγορές και τιμές (π.χ. αν οι υπάρχουσες τιμές στην περιοχή

έχουν υποτεθεί, ή αν δεν υπάρχει καμία αγορά για την συγκεκριμένη συγκομιδή στην περιοχή και έχουν υποτεθεί οι τιμές που ισχύουν παγκοσμίως, αν τα αποτελέσματα των αναμενόμενων μεγάλων προμηθειών σε προϊόντα που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα τιμών, έχουν ληφθεί ή όχι υπόψη).

- Βελτιώσεις εδάφους, όπου όταν μία ταξινόμηση της πιθανής καταλληλότητας πρόκειται να γίνει, θα πρέπει και η φύση των βελτιώσεων εδάφους να περιγράφονται.
- Ανεξάρτητα από εάν οι βελτιώσεις είναι σημαντικές ή δευτερεύουσες πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και το κόστος της πραγματοποίησής τους.

2.2.17. Προγραμματισμός της αξιολόγησης

Κατά τη διάρκεια του σταδίου των αρχικών διαδικασιών συζητούνται επίσης θέματα που περιλαμβάνουν τη φύση και τον προγραμματισμό των επόμενων δραστηριοτήτων στην αξιολόγηση.

- *Η έκταση και τα όρια του εδάφους που αξιολογείται.*

Τα παραπάνω μπορεί να έχουν διευκρινιστεί ακόμα και πριν από την έναρξη της αξιολόγησης. Αυτά μπορούν να καθοριστούν μετά από την επιλογή των σχετικών ειδών χρήσεων του εδάφους, δεδομένου ότι μόνο ορισμένες περιοχές εμφανίζονται να έχουν την δυνατότητα για κάποια συγκεκριμένη χρήση.

- *Τα είδη γης τα οποία είναι σχετικά με την εκτίμηση.*

Αυτά επιλέγονται βάσει των στόχων αξιολόγησης του φυσικού, οικονομικού και κοινωνικού υποβάθρου της περιοχής. Από τους στόχους φαίνεται εάν θα περιληφθεί ένα ευρύ φάσμα των ειδών χρήσεων γης ή εάν η μελέτη πρόκειται να κατευθυνθεί προς μία συγκεκριμένη χρήση. Στις περισσότερες περιπτώσεις το φυσικό υπόβαθρο, π.χ. χαρακτηριστικά των κλιματικών συνθηκών γης υπό εξέταση περιοχής, μειώνουν ουσιαστικά η λίστα των σχετικών χρήσεων γης. Περιορισμοί επίσης θα τεθούν και από οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες όπως τα επίπεδα διαβίωσης.

- *Ποια από τις δύο προσεγγίσεις.*

Ποια πρόκειται να ακολουθηθεί (δύο σταδίων ή παράλληλη) εξαρτάται

από τους σκοπούς, την κλίμακα και την ένταση της μελέτης και επίσης το χρόνο που οι ειδικοί είναι διαθέσιμοι.

- *Ο τύπος ταξινόμησης καταλληλότητας που θα χρησιμοποιηθεί.*

Η επιλογή μιας ποιοτικής ή ποσοτικής ταξινόμησης και μιας από την τρέχουσα ή την πιθανή καταλληλότητα, γίνονται βάσει των στόχων, της κλίμακας και της έντασης της αξιολόγησης. Για τις έρευνες αναγνώρισης χρησιμοποιούνται οι ποιοτικές ταξινομήσεις και οι ποσοτικές για πιο συγκεκριμένες προτάσεις. Όταν προβλέπονται σημαντικές βελτιώσεις του εδάφους (π.χ. σχέδια αποξήρανσης, αποκατάστασης ή άρδευσης) είναι απαραίτητες οι ταξινομήσεις της πιθανής καταλληλότητας. Μπορεί επίσης να είναι επιθυμητό να ταξινομηθεί πρόσθετα το έδαφος βάσει της τρέχουσας καταλληλότητας του, ώστε να είναι δυνατό να γίνει σύγκριση των οφελών με εφαρμογή ή όχι της προτεινόμενης ανάπτυξης.

- *Ο σκοπός, η ένταση και η κλίμακα των απαραίτητων ερευνών.*

Αυτά καθορίζονται κατόπιν σύγκρισης των δεδομένων που απαιτούνται όπως αυτά που προκύπτουν από τους σκοπούς της αξιολόγησης και αυτών που είναι ήδη διαθέσιμα. Η φύση των δεδομένων που απαιτούνται επηρεάζονται από τα είδη χρήσεων γης που εξετάζονται (π.χ. χαρτογράφηση εδάφους για τη γεωργική χρήση, οικολογική έρευνα για τη βιοσκή των φυσικών λιβαδιών). Είναι πρώτα απαραίτητο να αναθεωρηθούν οι υπάρχοντες τοπογραφικοί χάρτες πληροφοριών (π.χ. η κάλυψη με αεροφωτογραφίες, οι χάρτες, τα στοιχεία ποταμών, ο πληθυσμός, η παραγωγή και άλλα στατιστικά στοιχεία) και να γίνεται σύγκριση με τις απαιτήσεις για την αξιολόγηση. Οι αποφάσεις που λαμβάνονται μπορούν να περιλαμβάνουν, παραδείγματος χάριν εάν απαιτείται, νέα κάλυψη αεροφωτογραφιών, εάν είναι απαραίτητη, μία καινούρια χαρτογράφηση εδάφους και σε αυτή την περίπτωση σε ποια κλίμακα, ποια η πυκνότητα της παρατήρησης και ποια οικονομικά στοιχεία πρέπει να συλλεχθούν.

- *Συγχρονισμός των δραστηριοτήτων.*

Αφού προηγηθούν τα παραπάνω είναι απαραίτητο να υπολογιστεί ο χρόνος που χρειάζεται να κατανεμηθεί σε κάθε μία από τις δραστηριότητες και να γίνει ο σχετικός συγχρονισμός τους.

Οι αρχικές διαδικασίες είναι ένα ουσιαστικό τμήμα οποιασδήποτε μελέτης αξιολόγησης εδάφους. Μέσω της κατανόησης των στόχων και των υποθέσεων είναι δυνατό να προγραμματιστούν οι επόμενες δραστηριότητες έτσι ώστε να κατευθύνουν στην παραγωγή πληροφοριών σχετικών με τους σκοπούς της αξιολόγησης και να αποφευχθούν οι χρονοβόρες και δαπανηρές δραστηριότητες, οι οποίες θα περιλαμβάνουν πληροφορίες ακατάλληλου τύπου ή επιπέδου έντασης.

2.3. Είδη χρήσεων γης, απαιτήσεις και περιορισμοί.

2.3.1. Περιγραφή των τύπων χρήσης γης

Είδη χρήσεων γης ή αλλιώς τύπος γαιοχρήσεων ονομάζεται η χρήση γης που περιγράφεται και καθορίζεται σε ένα βαθμό λεπτομέρειας μεγαλύτερο από το είδος γαιοχρήσης ή του γαιοσυστήματος που είναι γενική κατά κάποιο τρόπο ταξινόμηση των χρήσεων π.χ. αρδευόμενη γεωργία, ξερική γεωργία, δασοπονία κ.λ.π.. Οι τύποι γαιοχρήσεων περιγράφονται με λεπτομέρεια και ακρίβεια που απαιτεί ο σκοπός καθορισμού τους.

Τα είδη χρήσεων γης διευκρινίζονται στην αρχή της διαδικασίας αξιολόγησης είτε τα είδη περιγράφονται αναλυτικά στην αρχή και μετά υπάγονται στις τροποποιήσεις και ρυθμίσεις σύμφωνα με τα συμπεράσματα της διαδικασίας αξιολόγησης.

Η πρώτη κατάσταση μπορεί να προκύψει στις ποιοτικές έρευνες που στοχεύουν στην αξιολόγηση από την άποψη σημαντικών ειδών χρήσης εδάφους. Μπορεί επίσης να εμφανιστεί στις μελέτες που στοχεύουν στην εντόπιση του εδάφους για μόνο το ένα ή για έναν περιορισμένο αριθμό τύπων χρησιμοποίησης εδάφους.

Η δεύτερη κατάσταση εμφανίζεται, παραδείγματος χάριν, στα αναπτυξιακά έργα εδάφους που είναι πιθανό να περιλαμβάνουν την καλλιέργεια διαφόρων ειδών, την παραγωγή ζωικού κεφαλαίου και τη δασονομία. Αρχικά οι τύποι χρησιμοποίησης εδάφους περιγράφονται γενικά, (π.χ. καλλιεργήσιμη γη από τους μικροκτηματίες) και ανάλογα με την αξιολόγηση, (λεπτομέρειες όπως οι σχετικές με τις συγκομιδές, με τα μέτρα συντήρησης του εδάφους κ.α.), καθορίζονται σταδιακά, έτσι ώστε στο τέλος της μελέτης οι τύποι χρησιμοποίησης εδάφους να περιγράφονται λεπτομερώς.

Στην πρώτη κατάσταση, τα είδη χρήσεων γης περιγράφονται αναλυτικά πριν από την ταξινόμηση καταλληλότητας του εδάφους. Στη δεύτερη, κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αξιολόγησης.

2.3.2. Προσδιορισμός των απαιτήσεων της χρήσης και των περιορισμών

Κάθε είδος χρήσης εδάφους χρειάζεται διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες εάν πρόκειται να ασκηθεί σε συνεχή και οικονομικά βιώσιμη βάση. Παραδείγματος χάριν, οι περισσότερες καλλιέργειες απαιτούν τη διαθέσιμη υγρασία μέσα στο χώρο της ρίζας καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, η καλλιέργεια ρυζιού απαιτεί το έδαφος να είναι επίπεδο ή να μπορεί να γίνει επίπεδο με αποδεκτό κόστος και στη δασονομία απαιτείται ένα ορισμένο βάθος για τις ρίζες αν και συνήθως είναι ανεκτική των απότομων κλίσεων.

Οι περιορισμοί για κάθε τύπο χρήσης εδάφους καθορίζονται ταυτόχρονα με τις απαιτήσεις. Αυτές οι απαιτήσεις και περιορισμοί δείχνουν τους τύπους δεδομένων που απαιτούνται για την αξιολόγηση και ρυθμίζουν έτσι τη φύση των ερευνών που απαιτούνται.

2.3.3. Περιγραφή των εδαφικών μονάδων και των ιδιοτήτων του εδάφους

Οι έρευνες περιλαμβάνουν συχνά μία εδαφολογική μελέτη και μερικές φορές εργασίες όπως οικολογικές έρευνες (δάση, επιφανειακά και υπόγεια νερά). Σκοπός τέτοιων έργων είναι να καθοριστούν τα όρια των εδαφικών χαρτογραφικών μονάδων και να καθοριστούν οι ιδιότητες του εδάφους τους.

Η σκιαγράφηση των μονάδων χαρτογράφησης του εδάφους βασίζεται εν μέρει στα χαρακτηριστικά του εδάφους και της βλάστησης. Παραδείγματος χάριν, στις έρευνες για τα προγράμματα άρδευσης, ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στις φυσικές ιδιότητες του εδάφους, στην ποιότητα και το ποσό του διαθέσιμου νερού και στην καταλληλότητα των εδαφών σε σχέση με τις εξεταζόμενες μεθόδους άρδευσης.

2.3.4. Σύγκριση των χρήσεων γης με το έδαφος

Τα διάφορα στοιχεία συγκεντρώνονται και συγκρίνονται και η σύγκριση οδηγεί στην ταξινόμηση καταλληλότητας. Τα στοιχεία αυτά είναι:

- Τα σχετικά είδη χρήσεων γης εδάφους, των απαιτήσεων και των περιορισμών τους
- Οι μονάδες χαρτογράφησης εδάφους και οι ιδιότητες του εδάφους τους
- Οι οικονομικοί και κοινωνικοί όροι.

1. Αντιστοίχιση των χρήσεων γης με το έδαφος

Σε ένα αρχικό στάδιο αξιολόγησης εμφανίζονται οι σχετικές χρήσεις γης έχοντας ληφθεί υπόψη οι στόχοι και οι γενικές και κοινωνικοοικονομικές καταστάσεις. Όταν προχωρήσει η αξιολόγηση και συσσωρευτούν περισσότερα δεδομένα, πρέπει οι ενέργειες να προσαρμοσθούν με πιο ακριβέστερες πληροφορίες για τις ιδιότητες του εδάφους. Η διαδικασία αυτή των αμοιβαίων προσαρμογών και της ρύθμισης της περιγραφής των τύπων χρήσεων γης και των ιδιοτήτων του εδάφους ονομάζεται αντιστοίχιση (matching). Η αντιστοίχιση βασίζεται στις λειτουργικές σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ των ιδιοτήτων του εδάφους, των δυνατοτήτων για τη βελτίωση του εδάφους και των απαιτήσεων των χρήσεων γης.

2. Διαγνωστικές διαδικασίες

Διαγνωστικό κριτήριο είναι μία μεταβλητή που έχει σαφή επίδραση στα έσοδα ή τα έξοδα μιας ορισμένης χρήσης και η οποία χρησιμεύει σαν βάση για την ταξινόμηση της καταλληλότητας μιας δεδομένης περιοχής για τη χρήση αυτή. Η μεταβλητή αυτή μπορεί να είναι μία γαιοποιότητα ή γαιοχαρακτηριστικό ή κλάσμα πολλών γαιοχαρακτηριστικών. Για κάθε διαγνωστικό κριτήριο θα πρέπει να υπάρχει μία κρίσιμη τιμή ή ομάδα κρίσιμων τιμών που χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν τα όρια των κλάσεων καταλληλότητας. Μεταξύ των διαδικασιών για τις δαπάνες και τα οφέλη είναι τα παρακάτω:

- Άμεση μέτρηση
- Μέθοδοι προσομοίωσης με μαθηματικά μοντέλα που καθιερώνουν τις

σχέσεις μεταξύ των οφελών (π.χ. παραγωγή συγκομιδές) και των διαγνωστικών κριτηρίων (ποσοτική αξιολόγηση).

- Εμπειρική αξιολόγηση βασισμένη στις υποτιθέμενες σχέσεις μεταξύ των οφελών και των διαγνωστικών κριτηρίων (ποιοτική αξιολόγηση).

Συνήθως προτιμάται η πρώτη διαδικασία. Η δεύτερη διαδικασία έως σήμερα έχει χρησιμοποιηθεί λίγο αλλά έχει δυνατότητες να χρησιμοποιηθεί στο μέλλον όταν θα υπάρχουν πιο ακριβή στοιχεία όσο αφορά τις ποσοτικές σχέσεις χρήσεων του εδάφους και του περιβάλλοντος.

Η τρίτη διαδικασία χρησιμοποιείται συχνά με την κατασκευή ενός πίνακα, στον οποίο τα διαγνωστικά κριτήρια συσχετίζονται με τις διαφορετικές κατηγορίες καταλληλότητας του εδάφους. Η εκτίμηση της καταλληλότητας του εδάφους εξαρτάται από το βαθμό στον οποίο οι ιδιότητες εδάφους ικανοποιούν τις απαιτήσεις χρήσεων γης. Το πλαίσιο συστήνεται με την προϋπόθεση ότι οι πίνακες μετατροπής αφορούν τις κατηγορίες καταλληλότητας και τους περιορισμούς βασισμένους στις ιδιότητες του εδάφους. Παραδείγματος χάριν, το έδαφος με έναν κίνδυνο διάβρωσης που εκτιμήθηκε ως “μέτριος” να αποκλειστεί από τις δύο υψηλότερες κατηγορίες καταλληλότητας για την καλλιεργήσιμη έκταση. Οι συμπληρωματικοί πίνακες που αφορούν τα διαγνωστικά κριτήρια και τους συνδυασμούς χαρακτηριστικών εδάφους, μπορούν να κατασκευαστούν.

Η πρώτη διαδικασία που βασίζεται στις σχέσεις μεταξύ των ιδιοτήτων εδάφους και των τύπων χρήσεων του εδάφους, είναι τμήμα μιας ποσοτικής διαδικασίας. Η δεύτερη διαδικασία είναι επίσης ποσοτική. Η τρίτη διαδικασία, εντούτοις, αν και μπορεί να δίνει μία ποσοτική εντύπωση μέσω της χρήσης των αριθμητικών τιμών για τα διαγνωστικά κριτήρια, είναι ουσιαστικά μέρος μιας διαδικασίας ποιοτικής αντιστοίχισης. Στην αντιστοίχιση για να είναι ποσοτικές, οι δαπάνες και τα οφέλη πρέπει να αφορούν τις ιδιότητες εδάφους με αριθμητικούς όρους (συνήθως οικονομικούς, μερικές φορές όγκος παραγωγής).

3. Εκτίμηση των κερδών και των δαπανών

Ένας τρόπος για αν εκτιμηθεί το αποτέλεσμα των προτεινόμενων αλλαγών για μία χρήση εδάφους είναι να συγκριθούν τα κέρδη που αποκτώνται και οι δαπάνες που απαιτούνται για να γίνουν οι αλλαγές.

4. Αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επίδρασης

Για να πραγματοποιηθούν τα περιβαλλοντικά μέτρα προστασίας, είναι ουσιαστικό να αξιολογηθεί κανονικά η καταλληλότητα του εδάφους, υποθέτοντας ότι τα προτεινόμενα είδη χρήσης του εδάφους θα εξακολουθήσουν να υπάρχουν για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Αυτό προϋποθέτει ότι οι δυσμενείς αλλαγές στο περιβάλλον δεν θα είναι ούτε μόνιμες ούτε προοδευτικές.

Η σημαντικότερη πτυχή είναι να αξιολογηθούν οι δυνατότητες της περιβαλλοντικής υποβάθμισης π.χ. διάβρωση ή αλάτωση ή υποβάθμιση του εδάφους. Πολλές αλλαγές στις χρήσεις του εδάφους έχουν δυσμενή αποτελέσματα στο περιβάλλον, παραδείγματος χάριν, μείωση των επιπέδων της οργανικής ουσίας ενός δασικού εδάφους. Το σημαντικό είναι η όποια περιβαλλοντική υποβάθμιση να μην είναι ούτε μόνιμη ούτε προοδευτική. Η μόνιμη υποβάθμιση είναι αυτή στην οποία οι πόροι εδάφους καταστρέφονται κατά ένα μεγάλο μέρος και αμετάκλητα, όπως παραδείγματος χάριν στη χαραδρωτική διάβρωση. Η προοδευτική υποβάθμιση αναφέρεται στον όρο στον οποίο ένας πόρος συνεχώς μειώνεται από μία πρακτική χρήση εδάφους π.χ. ο εκφυλισμός της βλάστησης από συστήματα βόσκησης, στα οποία δεν υπάρχει κανένας έλεγχος του αριθμού των ζώων. Συχνά ένα τέτοιο έδαφος έχει ταξινομηθεί ως μη κατάλληλο, δεδομένου ότι η συνεχής χρήση του δεν είναι δυνατή διότι το κόστος υποβάθμισης είναι υπερβολικό.

Στην αξιολόγηση της περιβαλλοντικής εκτίμησης, θα πρέπει να εξετάζονται και οι συνέπειες για το περιβάλλον που είναι έξω από την περιοχή μελέτης. Παραδείγματα είναι τα αποτελέσματα από την μείωση των δασικών εκτάσεων στον άνω ρου των ποταμών, των αλλαγών της περιεκτικότητας του νερού και δημιουργίας ιζημάτων σε ποτάμια, που προκαλείται από την κατασκευή δεξαμενών, την αλιεία, τη ναυσιπλοΐα κ.λ.π. και την επίδραση του αλατούχου νερού που χρησιμοποιείται στις αποξηράνσεις στην ποιότητα του νερού άρδευσης προς τα κάτω.

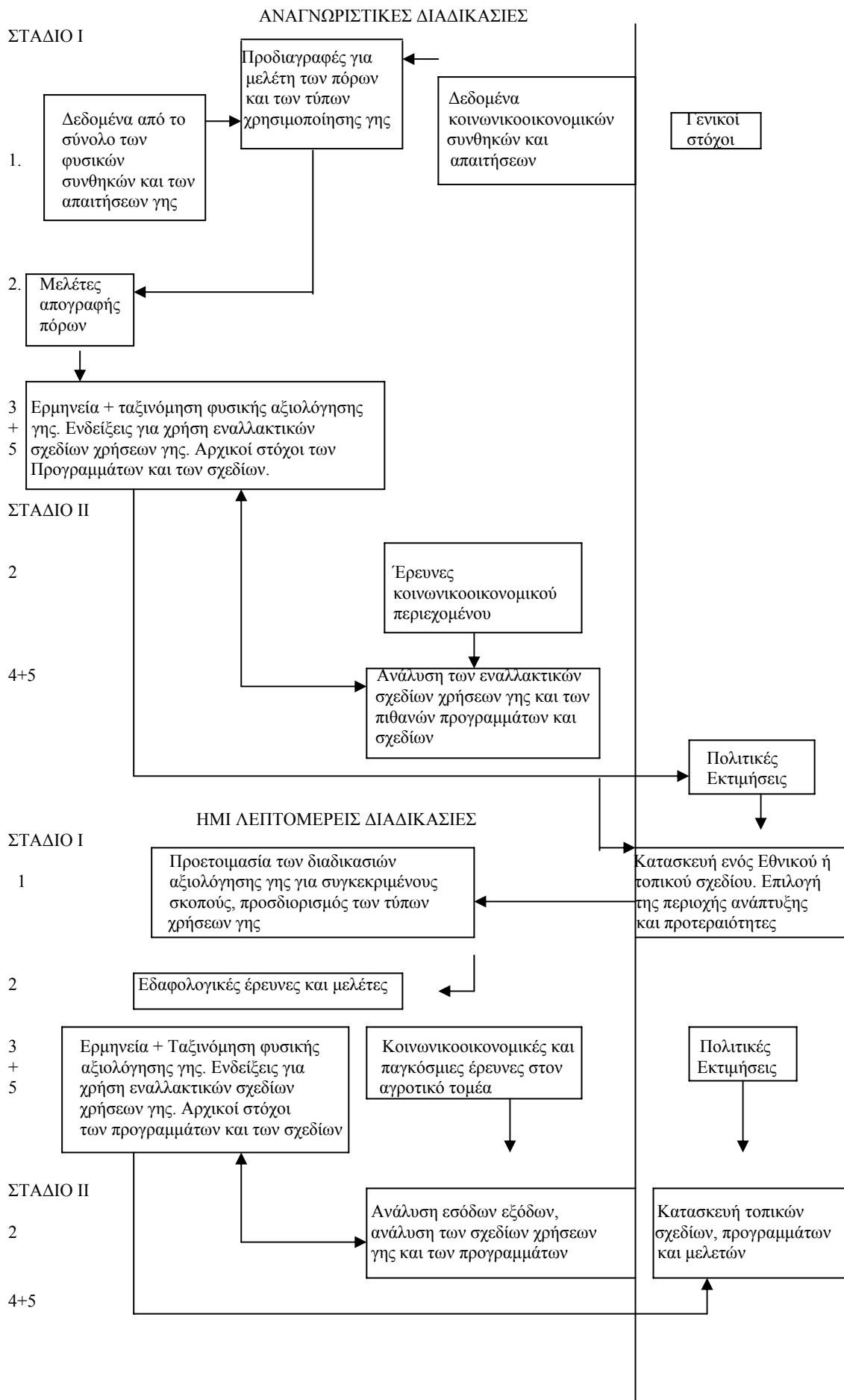
2.3.5. Οικονομική και κοινωνική ανάλυση

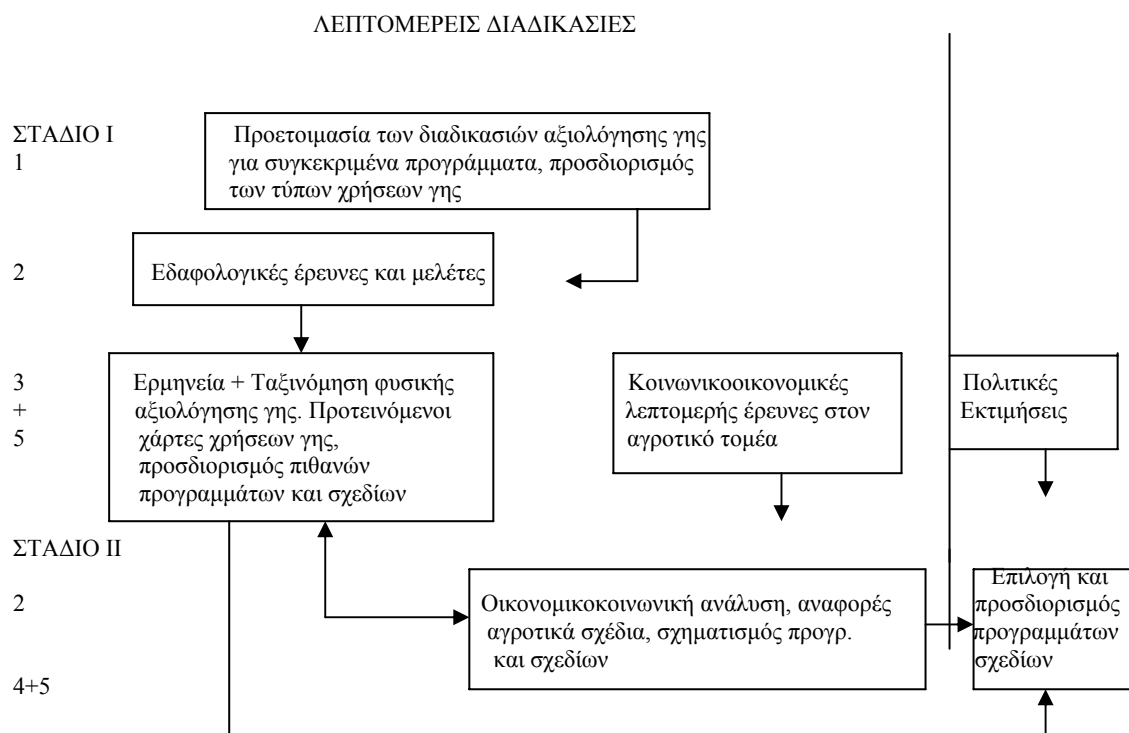
Στη ποιοτική αξιολόγηση, η οικονομική και κοινωνική ανάλυση αναφέρεται με γενικούς όρους. Μπορεί να καλύψει, παραδείγματος χάριν, έναν κατάλογο ή μία ανάλυση των στόχων μιας κυβερνητικής ανάπτυξης των διαθέσιμων

μακροοικονομικών εργαλείων και των μακροοικονομικών στοιχείων, γενικές πληροφορίες για την παρούσα γεωργική και άλλους τομείς της αγροτικής οικονομίας, συμπεριλαμβανομένων των πρόσφατων τάσεων, ένα κατάλογο της τεχνικής και θεσμικής υποδομής, διαθέσιμες πληροφορίες για τον πληθυσμό και τα παρόντα και πιθανά μελλοντικά ποσοστά αλλαγής του καθώς και κοινωνιολογικές πληροφορίες που περιλαμβάνουν, παραδείγματος χάριν, τις εποχιακές ελλείψεις εργασίας ή τη φτώχη πρόσβαση στις αγορές και τις υπηρεσίες. Οι προοπτικές αγοράς των προϊόντων αξιολογούνται με τα συγκριτικά πλεονεκτήματα της εξεταζόμενης περιοχής με άλλες περιοχές και σε σχέση με αυτά τα προϊόντα. Ένα μεγάλο μέρος των πληροφοριών είναι πιθανό να προέλθει από τις συζητήσεις με τους αγρότες, τους εμπόρους και τους ανώτερους υπαλλήλους, από τις δημοσιεύσεις, από τις κυβερνητικές, διεθνείς και άλλες αντιπροσωπείες ανάπτυξης.

ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΔΥΟ ΣΤΑΔΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΗΣ Επεξεργασία των εναλλακτικών λύσεων για την λήψη αποφάσεων				ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ
Βήματα	Σειρά τεχνικών διαδικασιών	Συζήτηση και συνεργασία	Σειρά κοινωνικοοικονομικών διαδικασιών	Διαδικασίες στη λήψη αποφάσεων από κυβερνητικούς παράγοντες





Διάγραμμα 2.4. Δύο σταδίων προσέγγιση στην αξιολόγηση του εδάφους

Στο ημι-λεπτομερές επίπεδο συνήθως είναι χρήσιμο να πραγματοποιηθεί ανάλυση κόστους- κέρδους σε δοκιμαστική βάση, ώστε να παρασχεθούν οι οδηγίες σχετικά με τις οικονομικές προοπτικές για τις εξεταζόμενες χρήσεις εδάφους.

Στο λεπτομερές επίπεδο, η οικονομική ανάλυση βασίζεται στα στοιχεία που σχετίζονται με τη διαθεσιμότητα των πόρων και της κατανομής τους από τους παραγωγούς, τις σχέσεις εισροών και εκροών, τα σχέδια πωλήσεων, τις τιμές και τις δαπάνες, τις πιστωτικές ανάγκες και τη διαθεσιμότητα. Υιοθετείται η ανάλυση κόστους –κέρδους ή άλλες ποσοτικές μέθοδοι οικονομικής ανάλυσης. Στο επίπεδο γεωργικής εκμετάλλευσης, οι τεχνικές βελτιστοποίησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παρέχουν οδηγίες σχετικά με το ρεαλιστικό αγροτικό προγραμματισμό.

2.3.6. Ταξινόμηση της καταλληλότητας

Τα αποτελέσματα της διαδικασίας ταξινόμησης συνδυάζονται με εκείνα της αξιολόγησης των δαπανών και των κερδών, της περιβαλλοντικής επίδρασης και της οικονομικής και κοινωνικής ανάλυσης ώστε να πραγματοποιηθεί μια ταξινόμηση,

που παρουσιάζει την καταλληλότητα χαρτογράφησης εδαφικής μονάδας για κάθε σχετικό είδος χρήσης εδάφους.

2.3.7. Έλεγχος τομέων της αξιολόγησης

Ο έλεγχος των τομέων αξιολόγησης είναι ουσιαστικός προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι οι κατηγορίες καταλληλότητας που προσεγγίζονται από τις ανωτέρω διαδικασίες είναι σύμφωνα με την εμπειρία και την λογική. Ο έλεγχος τομέων θα πρέπει να πραγματοποιείται με την συμμετοχή ανάλογων ειδικών επιστημόνων όσο και ανθρώπων έμπειρων στους σχετικούς τύπους χρήσεων της γης π.χ. γεωργών, δασολόγων, μηχανικών, κ.α.

2.3.8. Παρουσίαση των αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης εδάφους παρουσιάζονται υπό μορφή εκθέσεων και χαρτών. Οι χάρτες καταλληλότητας εδάφους, με τους επεξηγηματικούς τίτλους που μπορούν να περιλαμβάνουν και τους πίνακες, παρέχουν συνήθως τα πιο ικανοποιητικά μέσα παρουσίασης των αποτελεσμάτων σε περίληψη.

Όταν πρόκειται να παρουσιαστούν οι καταλληλότητες για διαφορετικά είδη χρήσης γης υπάρχουν δύο εναλλακτικές μέθοδοι. Η πρώτη είναι να δημιουργηθούν μια σειρά χαρτών που παρουσιάζουν την καταλληλότητα για κάθε χρήση χωριστά. Σε αυτή την περίπτωση, στον χάρτη καταλληλότητας του εδάφους θα παρουσιάζονται οι μονάδες χαρτογράφησης εδάφους, κάθε μια με μια σκίαση ή ένα χρώμα και ένα σύμβολο που δείχνει την καταλληλότητα του για εκείνη τη χρήση.

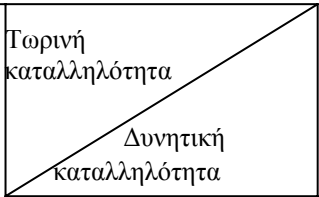
Η δεύτερη μέθοδος είναι να παραχθεί ένας ενιαίος χάρτης που να παρουσιάζει τα όρια των μονάδων χαρτογράφησης του εδάφους και να υποδειχθεί η καταλληλότητα για κάθε είδος χρήσης εδάφους με τη βοήθεια ενός πίνακα (Πίνακας 2.4). Θα μπορούσε να παρουσιαστεί είτε η τρέχουσα είτε η πιθανή καταλληλότητα και να περιλαμβάνει τις υποκατηγορίες και τις μονάδες καταλληλότητας εκτός από τις κατηγορίες που παρουσιάστηκαν. Σε περιπτώσεις όπου οι μονάδες χαρτογράφησης εδάφους δεν είναι ομοιογενείς, ο χάρτης πρέπει κανονικά να δείχνει τις καταλληλότητες κάθε τύπου εδάφους μέσα στη μονάδα χαρτογράφησης.

Πίνακας 2.4. Συνοπτικός πίνακας στους χάρτες καταλληλότητας εδάφους (Adapted from Mahler,1970)

	Είδη χρήσης εδάφους						
		A	B	C	D	E	Κ.λ.π.
Έδαφος	1	S1	S1	S3	S1	N2	
	2	S2	S1	S2	N1	N2	
Χαρτογράφηση	3	S4	S2	S2	NR	S3	
	4	N1	N1	S3	NR	S2	
Μονάδες	5	N2	N2	N2	S3	S1	
	etc.						

Η φύση και η έκταση των σημαντικότερων βελτιώσεων εδάφους πρέπει να υποδειχθούν με τον πίνακα 2.5.

Πίνακας 2.5. Συνοπτικός πίνακας των χαρτών καταλληλότητας εδάφους (Adapted from Mahler, 1970)

	Είδη χρήσεων γης		Γωρινή καταλληλότητα
	A	B	
Εδαφικές	1 S3m	N2e	
Χαρτογραφικές		S1 N2e	
Μονάδες	2 N2m	S3s N1e	
Κτλ.			

Οι πίνακες μπορούν συχνά να χρησιμοποιηθούν ώστε να παρουσιάσουν τα στοιχεία κατά τρόπο πιο συνοπτικό και εύκολο ώστε να ερμηνευθεί από το κείμενο. Οι πίνακες μπορούν να χρησιμοποιούν, παραδείγματος χάριν:

- Τα φυσικά χαρακτηριστικά των μονάδων χαρτογράφησης εδάφους

- Τα χαρακτηριστικά των τύπων χρησιμοποίησης εδάφους, μαζί με τις προδιαγραφές διαχείρισης και βελτίωσης τους
- Παρουσίαση της ταξινόμησης καταλληλότητας, όπως στους χάρτες αλλά και λεπτομερέστερα
- Τα φυσικά, τεχνολογικά, οικονομικά και κοινωνικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται σε κάθε ταξινόμηση
- Τις πληροφορίες που χρησιμοποιούνται στη σύγκριση της παραγωγικότητας και της αποδοτικότητας κάθε είδους χρήσης εδάφους

Το κείμενο πρέπει να είναι όσο το δυνατόν συνοπτικότερο και να ενισχύει τους χάρτες και τους πίνακες. Εκτός από την παρουσίαση των αποτελεσμάτων στην ίδια την αξιολόγηση, είναι πολύτιμο να καταγραφούν σε μόνιμα διαθέσιμη μορφή τα βασικά στοιχεία που συλλέγονται με σκοπό την παραγωγή του. Αυτό θα περιλαμβάνει συχνά ένα χάρτη με κείμενο και στοιχεία όσο αφορά τη γεωλογία, τη γεωμορφολογία, το κλίμα, την υδρολογία, τη βλάστηση, τη δημογραφία, κ.λ.π.. Όπου τα αποτελέσματα της αξιολόγησης παρουσιάζονται κυρίως με οικονομικούς όρους ως δαπάνες, εισόδημα και αποδοτικότητα, είναι σημαντικό να καταγράφονται και οι φυσικές ποσότητες από τις οποίες το εισόδημα και οι δαπάνες έχουν προέλθει γεγονός που επιτρέπει την επαναξιολόγηση, που οδηγεί όπου είναι απαραίτητο στις αλλαγές στην ταξινόμηση καταλληλότητας, π.χ. σε περίπτωση ουσιαστικών αλλαγών στις σχετικές δαπάνες και τις τιμές

2.4. Ο ρόλος των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών και της τηλεπισκόπησης

Το έδαφος αλλάζει λόγω φυσικών και ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Η ενημέρωση της χαρτογράφησης σε χρήση/κάλυψη γης απαιτείται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Οποιοσδήποτε αλλαγές στο τοπίο έχουν σημαντικές επιπτώσεις στη βιώσιμη ανάπτυξη της χρήσης γης σε μία περιοχή.

Ένα χωρικό σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών είναι ένα ισχυρό εργαλείο με το οποίο είναι εύκολη η απόκτηση σε μικρό χρονικό διάστημα των χωρικών δυναμικών αλλαγών στην κάλυψη γης για την περιφερειακή διαχείριση της βιώσιμης ανάπτυξης.

Ο προσδιορισμός των αλλαγών χρήσης γης είναι μία από τις σημαντικότερες εφαρμογές της δορυφορικής τηλεπισκόπησης. Διάφοροι μέθοδοι έχουν προταθεί από ερευνητές σχετικά με την εκτίμηση των αλλαγών κάλυψης γης.

2.4.1. Συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (G.I.S.)

Στη γενική του έννοια, σύστημα (system) είναι ένα σύνολο από συνιστώσες που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, για να επιτύχουν κάποιο σκοπό. Κάθε συνιστώσα αποτελεί ένα ξεχωριστό τμήμα του συστήματος, ένα μικρότερο δηλαδή σύστημα (υποσύστημα), που συνδέεται με άλλα υποσυστήματα. Δεδομένα ή στοιχεία (data) στην επιστήμη της πληροφορικής, ονομάζονται τα γεγονότα, φαινόμενα, αντικείμενα ή γνωστά μεγέθη από το οποία μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα. Είναι δηλαδή μια σειρά από ποσοτικά ή ποιοτικά χαρακτηριστικά ενός συνόλου, αρχικά σε μη επεξεργασμένη μορφή.

Πληροφορία (information), ονομάζεται το αποτέλεσμα της διαδικασίας όπου τα δεδομένα, με βάση συγκεκριμένους κανόνες (κριτήρια), αφού υποστούν κάποια επεξεργασία και ανάλυση, είναι σε θέση να δώσουν επιπλέον γνώση. Πληροφοριακό σύστημα ή σύστημα πληροφοριών, χαρακτηρίζεται ένα σύστημα όταν τα συστατικά του συστήματος, δηλαδή τα δεδομένα, ρέουν από το ένα τμήμα του στο άλλο, ακόμα και στην περίπτωση που παρουσιάζουν ετερογενή δομή. Ο όρος "γεωγραφικό" όταν προσδίδεται σε κάποια έννοια, συνεπάγεται κάποια σχέση της έννοιας αυτής με το περιβάλλοντα χώρο, την επιφάνεια της γης (Αγοράκη, 2004).

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Geographic Information Systems) είναι μια σύγχρονη τεχνολογία, που αναπτύσσεται ραγδαία και εμφανίζει τη δυσκολία προσέγγισης ενός και μόνου αυστηρού και ολοκληρωμένου ορισμού της, που να περιέχει όλα τα στοιχεία που την προσδιορίζουν. Κατά καιρούς, δόθηκαν αρκετοί και διάφοροι ορισμοί για τα Γ.Σ.Π, ορισμοί που διαμορφώθηκαν, ανάλογα με τις εμπειρίες, τις εφαρμογές και τις ανάγκες αυτών που χρησιμοποιούσαν τα συστήματα αυτά.

Έτσι λοιπόν μέχρι σήμερα μεταξύ άλλων έχει καταγραφεί ότι ένα Γ.Σ.Π : Είναι μια οργανωμένη συλλογή περιφερειακών, λογισμικού, γεωγραφικών δεδομένων και προσωπικού, σχεδιασμένη έτσι ώστε να συλλαμβάνει, να αποθηκεύει να ενημερώνει να διαχειρίζεται να αναλύει και να αποδίδει σωστά όλους τους τύπους αναφοράς των γεωγραφικών πληροφοριών (Myers,1994).

Είναι ένα εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων νομικής, διοικητικής και οικονομικής υφής και ένα όργανο για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη, που αποτελείται από μια βάση δεδομένων που περιέχει για συγκεκριμένη περιοχή, στοιχεία προσδιορισμένα στο χώρο και που σχετίζονται με τη γη καθώς και από διαδικασίες και τεχνικές για τη συστηματική συλλογή, ενημέρωση επεξεργασία και διανομή των στοιχείων (Tulloch et al, 2003).

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα συλλογής αποθήκευσης διαχείρισης ανάλυσης και απόδοσης πληροφοριών που σχετίζονται με ζητήματα γεωγραφικής φύσης.

Ένα δυναμικό σύνολο εργαλείων για τη συλλογή, αποθήκευση επανάκτηση μετασχηματισμό και απόδοση χωρικών δεδομένων του περιβάλλοντος χώρου για την ικανοποίηση ενός συνόλου εξειδικευμένων απαιτήσεων (Wu and Li, 2006; Mahesh et al, 2000).

Μια τεχνολογία πληροφόρησης η οποία αποθηκεύει αναλύει και αποδίδει τόσο χωρικά όσο και μη χωρικά δεδομένα και η οποία δεν περιορίζεται απαραίτητα μόνο στις δυνατότητες ενός πολύ καλού συστήματος λογισμικού (Kalogirou, 2002).

Είναι ένα σύστημα με υποστήριξης αποφάσεων που λαμβάνει υπόψη του δεδομένα με χωρική αναφορά, στην προσπάθεια να επιλύσει προβλήματα που συσχετίζονται με το περιβάλλον (Sauchyn, 1994).

Είναι μια τεχνολογία που παρέχει στη γεωγραφική ανάλυση ότι παρέχουν σε άλλους επιστημονικούς χώρους, το μικροσκόπιο, το τηλεσκόπιο και οι υπολογιστές.

Είναι ένα σύνολο διαδικασιών, που βασίζονται στον ανθρώπινο παράγοντα και στους υπολογιστές, και χρησιμοποιούνται στην αποθήκευση και διαχείριση δεδομένων με γεωγραφική αναφορά (Mallawaarachchi et al, 1995).

Ένα υψηλής τεχνολογίας ισοδύναμο του σύγχρονου χάρτη, που περιέχει πλήθος πληροφοριών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από χρήστες με διαφορετικές ανάγκες, για αντικειμενικά σχέδια και αποδοτική στρατηγική δειγματοληψίας (Neldner, 1995)

Μια συνοπτική και περιεκτική απόδοση των παραπάνω καταλήγει στο συμπέρασμα ότι τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών είναι ένα ολοκληρωμένο σύγχρονο αλλά και πολυδιάστατο εργαλείο που προέρχεται και συσχετίζεται άμεσα με το χώρο της πληροφορικής, με σκοπό να βοηθά τους χρήστες του να πραγματοποιούν τις εργασίες του πιο γρήγορα, με μεγαλύτερη ακρίβεια και να εφαρμόζουν μεθοδολογίες που χωρίς την ύπαρξη του εργαλείου αυτού θα ήταν πολύ δύσκολο ή αδύνατο να εφαρμοστούν, με αποτέλεσμα να συμβάλλουν, μέσω της τεκμηρίωσης, στη λήψη ορθολογικών αποφάσεων (Michalak et al, 1993).

Όλα τα χρησιμοποιούμενα σήμερα G.I.S. απαρτίζονται από τρία επιμέρους συστήματα το ηλεκτρονικό σύστημα (Hardware), που αποτελείται από Η/Υ, ψηφιοποιητές (digitizers), σχεδιαστές (plotters) και εκτυπωτές (printers), το πρόγραμμα επεξεργασίας δεδομένων (Software), που είναι ένα πολύπλοκο εξειδικευμένο πρόγραμμα Η/Υ το οποίο εκτελεί μια πληθώρα λειτουργιών σε γεωγραφικό υπόβαθρο και τα δεδομένα που αποτελούν το βασικότερο μέρος ενός G.I.S. και τα οποία πρέπει να έχουν γεωγραφική ταυτότητα δηλαδή συντεταγμένες.

2.4.2. Τηλεπισκόπηση

Με τον όρο τηλεπισκόπηση (Remote Sensing) ορίζουμε την απόκτηση δεδομένων και επαγωγικών πληροφοριών, για διάφορα αντικείμενα που βρίσκονται πάνω στην επιφάνεια της γης ή μέσα στην ατμόσφαιρά της χρησιμοποιώντας ανιχνευτές, που φέρονται πάνω σε δορυφόρους. Η μεγάλη απόσταση από τη γη στην οποία βρίσκονται οι δορυφόροι επιτρέπει την πραγματοποίηση μετρήσεων των διάφορων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των αντικειμένων και της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

Η ραγδαία εξέλιξη της τηλεπισκόπησης άρχισε το 1972 όταν εκτοξεύτηκε ο πρώτος δορυφόρος Landsat. Έκτοτε έχουν εξελιχθεί πολλές γενιές δορυφόρων με πολύ μεγαλύτερες δυνατότητες της αρχικής και μια πληθώρα εφαρμογών σε όλα τα πεδία των εφαρμοσμένων επιστημών (Lillesand and Kiefer, 1994; Henderson, 1989).

Η εφαρμογή της Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης στη χαρτογράφηση των εδαφών και ειδικότερα η χρησιμοποίηση στερεοσκοπικών δορυφορικών εικόνων έχει πολλά πλεονεκτήματα τα οποία συνοψίζονται:

- Η δορυφορική εικόνα καλύπτει μια απείρως μεγαλύτερη έκταση από ότι ένα ζεύγος Α/Φ, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει με την ίδια επιτυχία τη φυσιογραφική ανάλυση. Με τη δορυφορική εικόνα, είναι δυνατή η ενιαία χαρτογράφηση μιας πολύ μεγάλης περιοχής.
- Αποφεύγονται τα λάθη που συνεπάγεται η συναρμολόγηση ενός μεγάλου αριθμού Α/Φ όπου αφορούν την ίδια περιοχή.
- Ο χρόνος που απαιτείται για τη φωτοερμηνεία των δορυφορικών εικόνων είναι πολύ μικρότερος από εκείνο της φωτοερμηνείας των Α/Φ για την ίδια έκταση ή περιοχή.
- Επιτρέπουν (με τη χρήση Η/Υ, ψηφιοποιητών, σχεδιογράφων, μέσων αποθήκευσης χωρικών δεδομένων και κατάλληλα πακέτα λογισμικών προγραμμάτων G.I.S.) την κατασκευή ακριβών θεματικών χαρτών προσαρμοσμένων σ' οποιοδήποτε σύστημα προβολής π.χ. UTP (Universal

Transverse Projection), Παγκόσμιο Σύστημα Μερκατορικής Προβολής.

- Τα χωρικά δεδομένα, επειδή βρίσκονται σε ψηφιακή συνήθως μορφή, είναι δυνατό να τύχουν επεξεργασίας από Η/Υ ώστε να είναι δυνατή η στατιστική τους ανάλυση και να δώσουν πολύτιμες πληροφορίες, οι οποίες διαφορετικά θα ήταν αδύνατο να αποκτηθούν.
- Επιτρέπουν την παραγωγή χαρτών χρήσεως γης και μάλιστα με δυνατότητα ανανέωσης τους κάθε εβδομάδα, με αποτέλεσμα την έγκαιρη απόκτηση πληροφοριών που αφορούν αλλαγές των χρήσεων τους.
- Επιτρέπουν την παραγωγή θεματικών χαρτών, περιεκτικότητας των εδαφών σε υγρασία, ή οξειδίων του σιδήρου και αργιλίου του επιφανειακού στρώματος, καθώς επίσης και θεματικών χαρτών της διάβρωσης του εδάφους
- Παρέχουν τη δυνατότητα επαναληπτικής στερεοσκοπικής κάλυψης της ίδιας περιοχής σε σύντομα χρονικά διαστήματα και αυτό συνιστά ίσως ένα από τα κυριότερα πλεονεκτήματα της εφαρμογής της Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης στη χαρτογράφηση των εδαφών.

Η παράθεση των παραπάνω πλεονεκτημάτων δεν εξαντλεί τις δυνατότητες της δορυφορικής τηλεπισκόπησης οι οποίες θα πρέπει να τονιστεί αυξάνονται καθημερινά.

3. ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ - Η ΑΛΛΑΓΗ ΤΟΥ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ ΣΤΗ ΛΕΣΒΟ

3. 1. Περιοχή έρευνας

Η Λέσβος είναι ένα από τα μεγαλύτερα νησιά του Αιγαίου (1632.8 km²), με πληθυσμό 89,935 κατοίκους στην απογραφεί του 2001. Το κύριο στοιχείο είναι η πρωτεύουσα Μυτιλήνη με 36,196 κατοίκους το 40% του συνολικού. Ο αριθμός του αγροτικού πληθυσμού μειώθηκε πρόσφατα από 20%, που αντιστοιχεί σε 22,799 κατοίκους σε 18,132 από το 1971 έως το 2001, παρόλα αυτά η γεωργία είναι ακόμα σημαντική ιδίως στις αγροτικές περιοχές.

Το νησί της Λέσβου χαρακτηρίζεται από μια ποικιλία βλαστητικών ειδών, κλιματικών συνθηκών και γεωλογικών σχηματισμών. Το κλίμα είναι Μεσογειακό με ξηροθερμικά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες με μέτριες βροχοπτώσεις. Η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι περίπου 670mm και η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 17.7⁰ C, με μεγάλη διακύμανση μεταξύ της ελάχιστης και της μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας (Bakker, 2005).

Το ανάγλυφο είναι ημι-ορεινό με έντονες κλίσεις, ενώ η υψηλότερη κορυφή είναι αυτή του Ολύμπου στα 968m. Σαν κυρίαρχοι τύποι βλάστησης απαντώνται οι φρυγανικοί θάμνοι, τα αείφυλλα σκληρόφυλλα, η τραχεία πεύκη, τα φυλλοβόλα πλατύφυλλα, οι ελαιώνες και άλλες αγροτικές καλλιέργειες.

3.2. Διάκριση περιοχών

Στα νησιά του Αιγαίου και ειδικότερα στο νησί της Λέσβου μπορούμε να εξετάσουμε αυτή τη δυναμική αλλαγή, διότι έχει χαρακτηριστική αλλαγή στις χρήσεις γης καθώς και αλλαγής στον οικονομικό τομέα ενδεικτική πολλών περιπτώσεων στη Μεσόγειο. Η ανάπτυξη της οικονομίας του νησιού στηριζόταν στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις και η διαδικασία αυτή δημιούργησε ένα ανάγλυφο από πλαγιές και διαβρωμένες περιοχές που σήμερα καταλογίζονται ως παραδοσιακές. Ύστερα από την οικονομική ανάπτυξη αλλά και την τεχνολογική πρόοδο ο πληθυσμός εγκατέλειψε τις καλλιέργειες και η τοπογραφία της περιοχής άλλαξε. Η εξέταση αυτών των αλλαγών με ένα περιγραφικό μοντέλο της αλλαγής της χρήσης της γης προσφέρει επίγνωση της δυναμικής της τοπογραφίας της περιοχής και τα

χαρακτηριστικά τους στη Μεσόγειο σήμερα για παρών και μελλοντική ανάπτυξη (Kizos and Koulouri, 2006)

Ένα υπάρχον τυπολόγιο διακρίνει τις γεωργικές περιοχές της Λέσβου σε ζώνες χρησιμοποιώντας κλιματικά, γεωλογικά και κριτήρια χρήσεις γης. Έτσι διακρίνει τρεις ζώνες, η πρώτη ζώνη είναι η ζώνη των βοσκοτόπων (grazing lands zone), αποτελούμενη κυρίως από άγωνα βοσκοτόπια (>50% της έκτασης) στα οποία τα εδάφη είναι περιορισμένα σε θρεπτικά συστατικά κυρίως πρόσφατα ηφαιστιογενή πετρώματα και άλλα συμπιεσμένα ηφαιστιογενή υπολείμματα, που πρόσφατα συγκρίνονται και με το υπόλοιπο νησί.

Η δεύτερη ζώνη είναι η ζώνη ελαιώνων (olives zone), που αποτελείται κυρίως από ελιές και πευκοδάση και η τρίτη ζώνη είναι μία ενδιάμεση ζώνη (intermediate zone), που περιέχει στοιχεία και από τις άλλες δύο ζώνες (βοσκοτόπους, ελαιώνες, αροτριάιες εκτάσεις, πεύκα ή δάση δρυός). Τα οπτικά χαρακτηριστικά της κάθε ζώνης επίσης διαφέρουν.

Στη ζώνη των βοσκοτόπων υπάρχουν πολλές κατασκευές από τις κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις καθώς και μεγάλα πλακόστρωτα μονοπάτια. Υπάρχει επίσης και μία αυξανόμενη παρουσία από συρμάτινους φράχτες, από διάσπαρτα δένδρα (κυρίως δρυς), στρατιωτικά καταλύματα, υπάρχουν επίσης κάποιες περιοχές με αναβαθμίδες να θυμίζουν τις γεωργικές πρακτικές που χρησιμοποιούσαν που σταμάτησαν μετά το 1950.

Στη ζώνη με τους ελαιώνες, οι αναβαθμίδες είναι το κυρίαρχο στοιχείο με τη σημαντική παρουσία των πέτρινων αποθηκών και φραχτών και τα μικρά μονοπάτια. Στην ενδιάμεση ζώνη, υπάρχουν στοιχεία και από τις άλλες δύο ζώνες κατά μήκος των αυξημένων εκτάσεων με αροτριάιες καλλιέργειες.

Στον παρακάτω πίνακα 3.1. φαίνεται ένα υπάρχον τυπολόγιο για τις τρεις ζώνες των γεωργικών περιοχών της νήσου Λέσβου που δίνει και επί το ποσοστό στις συνολικές εκτάσεις της κάθε μια ζώνης.

Πίνακας 3.1. Τυπολόγιο ζωνών για τις γεωργικές περιοχές της Λέσβου.

Table 1 – Fences in Lesvos landscape zones				
	Zone 1 (grazing land) (%)	Zone 2 (olives) (%)	Zone 3 (intemediate) (%)	Total (%)
Olive groves				
No fence	7.1	16.8	23.4	16.1
Wire	54.8	68.3	46.8	57.0
Stone	16.7	5.9	18.1	13.3
Stone and wire	15.5	7.9	11.7	11.5
Stone and wood	6.0	1.0	0.0	2.2
Grazing lands				
No fence	5.6		18.3	10.6
Wire	43.7	90.0	31.7	41.8
Stone	25.4		35.0	27.7
Stone and wire	21.1	10.0	15.0	17.7
Stone and wood	4.2		0.0	2.1
Rest uses				
No fence	62.0	23.0	17.0	25.2
Wire	38.0	65.0	72.0	64.0
Stone		4.0	5.5	4.3
Stone and wire		8.0	5.5	6.5
Arable land				
No fence	5.3	66.7	32.4	25.4
Wire	63.2	33.3	59.5	59.3
Stone	21.1		5.4	10.2
Stone and wire	10.5		2.7	5.1

Source: adapted from Kizos and Spilanis (2004). Data refer to farmers' research with total 279 cases of farms with olives, 141 cases of farms with grazing lands, 59 cases of farms with arable land and 70 cases of farms with rest uses (vines, tree crops, etc.).

3.3. Συστήματα διαχείρισης

Η Μεσόγειος χαρακτηρίζεται από ξηρά και ζεστά καλοκαίρια και σύντομους χειμώνες, με μεγάλες διαφορές στην εποχικότητα και την γρήγορη εναλλαγή και σοβαρές διαφορές μεταξύ των τοπικών περιοχών. Η βλάστηση αποτελείται από μακί, φρύγανα και δάση από πεύκα και δρυς, με σημαντικές διαφορές από βορρά προς νότο και από δυτικά προς ανατολικά, δηλαδή πιο ξερά οικοσυστήματα, λιγότερα δάση και περισσότερη σαβάννα, ακολουθώντας τις γρήγορες εναλλαγές των εποχών.

Το πρότυπο για την ανατολική μεσόγειο που χρησιμοποιείται για την τοπογραφία της περιοχής από τον 17^ο έως τον 19^ο αιώνα περιλαμβάνει αμπέλια, ελιές, οπωροφόρα δένδρα και κήπους κοντά στις αποικίες. Δημητριακά και όσπρια είναι οι κύριες καλλιέργειες για την κάλυψη των αναγκών για τροφή. Στις γόνιμες περιοχές, βιομηχανικά και εντατικές καλλιέργειες παράγουν δηλαδή βαμβάκι και καπνό.

Τα ζώα που υπάρχουν στις κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις είναι κυρίως αίγες και πρόβατα, (που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τυριού, κρέατος και μαλλιού) με διαφορετικές τεχνικές παραγωγής. Επίσης άλλα ζώα που εκμεταλλεύονται είναι οι χοίροι και οι αγελάδες. Ορεινή με απρόσιτες και άγονες περιοχές που βοσκούνται μόνο από αίγες και πρόβατα.

Τα δάση ενοποιούνται με την γεωργία αλλά και τη ζωική παραγωγή και η διαχείριση των δασικών εκτάσεων περιέχει την φύτευση δένδρων, το κλάδεμα των δένδρων και άλλες πρακτικές για καυσόξυλα και ξυλεία, το κυνήγι, τη συλλογή άγριων φρούτων και καρπών, τη βόσκηση ακόμα και τη φωτιά ως διαχειριστικό μέτρο για την αναβλάστηση των βοσκοτόπων.

Τα κύρια χαρακτηριστικά αυτών των συστημάτων διαχείρισης ήταν η ενοποίηση της γεωργίας με την κτηνοτροφία, το συνδυασμό μεταξύ των εντατικών και εκτατικών πρακτικών καλλιεργειών, την μετακίνηση των ζώων στα χωριά σε καλλιεργούμενες εκτάσεις και σε βοσκοτόπους.

3.4. Στοιχεία τοπίων και διαδικασίες μετασχηματισμού

Τα στοιχεία του χώρου που καταλήγουν τα παραπάνω συστήματα διαχείρισης και οι χρήσεις γης στα νησιά του Αιγαίου και στην ευρύτερη περιοχή της ανατολικής Μεσογείου (εκτός από τις αποικίες που δεν έχουν ληφθεί υπόψη εδώ) μπορούν να καταταγούν σε πέντε κατηγορίες (Kizos and Spilanis, 2004).

Αναβαθμίδες οι οποίες κατασκευάστηκαν με σκοπό να αυξήσουν τις καλλιεργούμενες εκτάσεις και να συντηρήσουν τους φυσικούς πόρους (έδαφος και νερό). Αν και οι διάδοσή τους στο παρελθόν είναι αμφίβολη, έχουν αναφερθεί κατά τον 5^ο αιώνα και ακόμα νωρίτερα στην εποχή του σιδήρου. Εμφανίστηκαν σε όλη τη Μεσόγειο σε τρεις τύπους, σε απλή αναβαθμίδα η οποία μπορεί να ήταν σε ευθεία γραμμή ή κατά μήκος των ισοϋψών, σε πλέγμα οι οποίες ήταν ζιγκ ζαγκ στις πλαγιές και σε θύλακες που υποστήριζαν ατομικά τα δένδρα.

Για τα περισσότερα νησιά του Αιγαίου, η αργή αλλά σταθερή αύξηση του πληθυσμού έως το πρώτο τέταρτο του 20^{ου} αιώνα, οδήγησε στην διάδοσή τους σε σημαντικό βαθμό σε όσες περιοχές ήταν διαθέσιμες. Παρόλο αυτά, η εγκατάλειψη των αγροτικών περιοχών που ακολούθησε αυτή την κλίμαξ κατάσταση είχε ως αποτέλεσμα να εγκαταλειφθεί η γεωργία και οι αναβαθμίδες αργά αλλά σταθερά να υποβαθμίζονται και να καταστρέφονται λόγω διάβρωσης, αν όχι την καταστροφή τους ή την αφαίρεσή τους.

Οι πρώτοι δύο τύποι των αναβαθμίδων υποστήριζαν πολλές χρήσεις γης, όπως είναι η παραγωγή σιτηρών, λαχανικά, όσπρια και άλλες αροτριαίες καλλιέργειες καθώς και αμπέλια και δενδρώδεις καλλιέργειες (ελιές, οπωροφόρα, καρυδιές) και

βοσκοτόπους. Ο τελευταίος τύπος υποστήριζε μόνο δενδρώδεις καλλιέργειες και κυρίως ελιές. Οι αναβαθμίδες κατασκευάστηκαν με ξερολιθιές σε αντίστροφη τριγωνική διάταξη, έπειτα ο χώρος από πάνω σκαβόταν και μετά γέμιζε με χώμα. Οι τεχνικές κατασκευής τους διέφεραν από περιοχή σε περιοχή ανάλογα τα υλικά που διέθεταν αλλά και τις τοπικές παραδόσεις.

Φράχτες οι οποίοι είναι δύο τύποι οι φυτοφράχτες και οι πέτρινοι. Οι φυτοφράχτες είναι πολύ κοινοί στις ορεινές περιοχές αλλά πολύ σπάνιοι στα νησιά του Αιγαίου και στις ξηρές περιοχές της Μεσογείου, όπου συναντιούνται μόνο για την προστασία από τον άνεμο αλλά και τη βόσκηση σε αροτριάες καλλιέργειες, σε αμπέλια και όσπρια.

Οι πέτρινοι είναι πολύ κοινοί σε παράκτιες περιοχές και σε νησιά ως προστασία από τη βόσκηση ή ως οριοθέτες των καλλιεργούμενων εκτάσεων. Διαφορές μπορεί να αναφερθούν όσο αναφορά το ύψος τους, το πάχος και τα επιπλέον υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την αύξηση του ύψους τους, δηλαδή διακλαδωμένοι και σήμερα συρμάτινοι. Όταν διαχωρίζουν τους βοσκοτόπους τοποθετούνται κυρίως στις ισούψεις, αν και όταν διαχωρίζουν χωράφια είναι ορθογώνιοι. Οι μοντέρνοι φράχτες είναι συρμάτινοι και σε πολλές περιπτώσεις έχουν αντικαταστήσει τους πέτρινους φράχτες.

Μονοπάτια που ποικίλουν από απλά περάσματα ανάμεσα στα χωράφια ως πλατιά πλακόστρωτα μονοπάτια. Σήμερα έχουν αντικαταστεί από χωμάτινους ή και ασφαλτοστρωμένους δρόμους ή έχουν εγκαταλειφθεί και καλυφθεί από πυκνή βλάστηση.

Γεωργικές και κτηνοτροφικές υποδομές, οι οποίες περιέχουν πολλά διαφορετικά στοιχεία όπως είναι οι αποθήκες, χώροι για τα ζώα, κατασκευές για την αποθήκευση της συγκομιδής, άρδευση, ποτίστρες για τα ζώα και άλλες κατασκευές απαραίτητες για τη σωστή λειτουργία της εκμετάλλευσης. Αυτές οι κατασκευές είναι μέρος τις τοπικής παραδοσιακής αρχιτεκτονικής και επιδεξιότητας και μία σπουδαία πηγή για αύξηση του εισοδήματος στους τοπικούς τεχνίτες που τις κατασκεύαζαν. Οι τοπικές διαφορές ήταν σημαντικές, με το πιο κοινό υλικό που χρησιμοποιούνταν στις παράκτιες περιοχές αλλά και στα νησιά να είναι οι ξερολιθιές. Η εγκατάλειψη των παραδοσιακών συστημάτων διαχείρισης οδήγησε στην υποβάθμιση της ποιότητας τους ή την αντικατάστασή τους από νέα υλικά όπως το τσιμέντο και το μέταλλο.

Αγροτικές κατασκευές, οι οποίες δεν είναι κατοικίες, αλλά είναι κυρίως εκκλησίες. Οι τοπικές διακυμάνσεις και οι διαφορές ήταν εξίσου σημαντικές.

Κάποιες από αυτές τις αλλαγές συναντιούνται και στις αγροτικές περιοχές της Λέσβου στις τελευταίες τρεις δεκαετίες. Οι χρήσεις γης έχουν αλλάξει το ίδιο και τα στοιχεία της αγροτικής υπαίθρου.

3.5. Το τοπίο αλλάζει στην Λέσβο: χωρικές και χρονικές διαφοροποιήσεις

Προηγούμενες έρευνες απέδειξαν πως οικονομικές πιέσεις άλλαξαν τις περιοχές των ελαιώνων στη Λέσβο. Μεγάλες αλλαγές στον πληθυσμό, αλλά και στις χρήσεις γης συνέβησαν στην διάρκεια των τριών τελευταίων δεκαετιών (Kizos and Koulouri, 2005).

3.6. Γεωργία, κτηνοτροφική παραγωγή και αλλαγή χρήσης εδάφους

Όλα τα διαθέσιμα στοιχεία για την γεωργία και την κτηνοτροφία της Λέσβου πριν τον δέκατο ένατο αιώνα δείχνει ότι η τοπιογραφία της Λέσβου χαρακτηριζόταν από σπουδαία βιοποικιλότητα στις περιοχές όπου γινόταν και χρήση περισσότερο ακόμα και από τον 19^ο και 20^ο αιώνα. Πριν από την Genovese Gatellouzi κυριαρχία (1354–1462), εμπορικές καλλιέργειες όπως το αμπέλι και οι ελιές ήταν περιορισμένες. Ο Gatellouzi εμφανίζεται να είναι ο πρώτος που εισάγει σπουδαίες ποικιλίες ελιάς και αμπέλου για την εμπορική τους αξία, αν και το πραγματικό μέγεθός τους είναι πιθανώς μικρό έναντι της μεταγενέστερης εξάπλωσης των καλλιεργειών αυτών. Η κτηνοτροφία ήταν βασισμένη στη εκτροφή προβάτων και αιγών όπως σήμερα, αλλά με μικρότερο συνολικό αριθμό και ευρύτερη διανομή.

Κατά τη διάρκεια των πρώτων αιώνων της Οθωμανικής κυριαρχίας (1462–1912), διαφορετικές χρήσεις γης που περιλάμβαναν δημητριακά, όσπρια, βιομηχανικές εγκαταστάσεις και βοσκοτόπους για τα πρόβατα και τις αίγες. Μέχρι τις συγκεκριμένες τοποθεσίες, στην περιοχή του κόλπου της Καλλονής, επιπρόσθετα καλλιεργούνταν δημητριακά, όσπρια, ελιές, αμπέλοι και καπνός μετά από τα τέλη του 17^{ου} αιώνα, επίσης είχαμε καλλιέργειες βαμβακιού και διάφορες δεντροκαλλιέργειες. Αντίθετα, στην Ερεσό υπερίσχυσε η κτηνοτροφία προβάτων και αιγών καθώς και οι δεντροκαλλιέργειες των σύκων και των καρυδιών. Τα δάση βαλανιδιών και πεύκων

αναφέρθηκαν επίσης στα υψίπεδα και στις δύο περιοχές (Kizos and Koulouri, 2005). Μυτιλήνη και γέρα ήταν τα κύρια κέντρα της καλλιέργειας ελιών.

Ο 19^{ος} αιώνας (όταν το νησί ήταν ακόμα κάτω από την Οθωμανική κυριαρχία) χαρακτηρίζει τη γρήγορη οικονομική ανάπτυξη της Λέσβου ακολουθούμενος από την αύξηση πληθυσμών. Η οικονομική ανάπτυξη βασίστηκε στη θέση του νησιού στη Μαύρη Θάλασσα στο εμπόριο και την βιομηχανική ανάπτυξη (ελαιόλαδο, σαπούνι και επεξεργασία δέρματος), που ενισχύεται από τις νέες τεχνολογίες ατμού. Στο τέλος του αιώνα, οι βασικές εξαγωγές του νησιού ήταν 10.000.000κιλά ελαιόλαδου ετησίως (είναι η παραγωγή ενός καλού έτους), 3.800.000κιλά σαπούνι και 200.000κιλά σύκα, ενώ οι εισαγωγές ήταν κυρίως δημητριακά. Το τέλος του 19^{ου} αιώνα χαρακτηρίζεται επίσης από μερικά μεγάλα αγροκτήματα ελαιώνων στις περιοχές της Μυτιλήνης και της Γέρας.

Ο 20^{ος} αιώνας χαρακτηρίζεται από την προσάρτηση της Λέσβου στο Ελληνικό κράτος (1912) και από μία μεγάλη οικονομική κρίση που ξέσπασε το 1922, όταν οι πρόσφυγες από τη Μικρά Ασία ανταλλαχθήκαν με τους μουσουλμάνους κατοίκους του νησιού και τα σύνορα για όλες τις συναλλαγές, μετακινήσεις και επενδύσεις έκλεισαν. Το αποτέλεσμα για το νησί της Λέσβου ήταν το κλείσιμο σχεδόν όλων των βιομηχανικών δραστηριοτήτων και των εμπορικών συναλλαγών στο νησί και μια σημαντική έξοδος πληθυσμών.

Αυτές οι εξελίξεις στην ανάπτυξη του νησιού είχε μεγάλες επιδράσεις και στις χρήσεις της γης. Σχεδόν όλες οι καλλιέργειες εκτός από τις ελιές μειώθηκαν (το 1959 οι ελιές αντιπροσωπεύουν 96% της συνολικής περιοχής των αλσών, σε αντίθεση με 88% το 1933). Εκτός από τα δημητριακά, τα όσπρια και οι άμπελοι εξαφανίζονται, αυτές οι αλλαγές έδειξαν μια βαθύτερη και θεμελιώδη αλλαγή στην γεωργία της Λέσβου, μια βαθμιαία στάση στις πρακτικές που συνδύασαν διαφορετικές χρήσεις εδάφους, γεωργία και κτηνοτροφική παραγωγή (αγρανάπαυση, εποχιακές μετακινήσεις, μικτή καλλιέργεια). Αφ' ετέρου, ο αριθμός των προβάτων τριπλασιάζεται και από 70.000 το 1911 φτάνει σε 267.000 το 2001 (Kizos and Koulouri, 2005), μαζί με τις εκτάσεις των βοσκοτόπων.

Σήμερα μεγάλες εκτάσεις ελαιώνων σχεδόν εγκαταλείπονται, σημαίνοντας ότι η παραγωγή συλλέγετε μόνο όταν είναι ικανοποιητική και ελάχιστη ή καμιά άλλη διαχείριση δε γίνεται (Kizos, 2003).

3.7. Πληθυσμός

Ο πληθυσμός πριν από και κατά τη διάρκεια της κυριαρχίας του Gatellouzi υπολογίζεται σε 40.000 κατοίκους κατ' ανώτατο όριο. Διπλασιάστηκε μεταξύ 1488 και 1521 και συνέχισε να αυξάνεται με διακυμάνσεις σε όλη τη διάρκεια του 18^{ου} αιώνα (Kizos and Koulouri, 2005). Στοιχεία πληθυσμού για τον 19^ο αιώνα αποκάλυψε μια εκρηκτική αύξηση μετά από το 1830 (από 1800 έως 1890 κατά 152% και από 1840 έως 1890 κατά 90%). Η αρχή του 20^{ου} αιώνα χαρακτήρισε το ανώτατο όριο σε 140.000 ανθρώπους το 1913. Η έξοδος άρχισε κατόπιν, αργά πρώτα και γρηγορότερα μετά από την δεκαετία του '40 (35% μεταξύ 1940 και 1981). Μετά από το 1981^ο πληθυσμός σταθεροποιήθηκε σε 90.000 κατοίκους, σχεδόν οι μισοί από τους οποίους ζούνε στη Μυτιλήνη και στις γύρω περιοχές.

3.8. Αλλαγές τοπίων

Μέχρι το τέλος του 18^{ου} αιώνα, το γεωργικό τοπίο της Λέσβου που παρουσιάζει τα περισσότερα από τα μεσογειακά χαρακτηριστικά που συζητήθηκαν παραπάνω, δηλαδή μικτές χρήσεις εδάφους που υπερισχύονται από τα μικρά αγροτεμάχια και από τα δημητριακά. Οι αναβαθμίδες πιθανότατα χρησιμοποιήθηκαν πρώτιστα για τα δημητριακά, για τους βοσκότοπους και τις δεντροκαλλιέργειες. Ο αργός αλλά σταθερά αυξανόμενος αριθμός των ελαιώνων με την επέκταση του καλλιεργούμενου εδάφους και την αλλαγή της χρήσης των εκτάσεων από αροτριαίες καλλιέργειες σε ελαιώνες.

3.9. Αειφορική χρήση

Η αειφορική γεωργία έχει γίνει μία σημαντική περιβαλλοντική πολιτική προσαρμοσμένη στον τομέα της διαχείρισης του εδάφους. Χρησιμεύει για την ανάλυση του πλαισίου εργασίας και για την προσαρμογή ασύμβατων ενδιαφερόντων. Η ιδέα της αειφορικής γεωργίας θα είναι λειτουργική εάν χρησιμοποιήσουμε την ωφελμιστική αρχή για το περιβάλλον. Αυτή η αρχή προσφέρει κριτικά όρια αξιών για διαφορετικά κοινωνικοοικονομικούς και περιβαλλοντικούς δείκτες.

Η αειφορική χρήση του εδάφους θα πρέπει να εφαρμοστεί στην περίπτωση της γεωργίας στο νησί της Λέσβου. Η λεσβιακή γεωργία είναι αντιμέτωπη με τον

κίνδυνο της διάβρωσης και της υποβάθμισης του εδάφους που προκαλείται από διαφορετικά συνδεδεμένες επιδράσεις της ανάπτυξης πολλών τομέων.

Η ικανότητα υποστήριξης και η συνοχή της γεωργίας φαίνονται να εξυπηρετούνται καλύτερα από τη δημόσια, κοινωνικοοικονομική υποστήριξη. Η φιλελευθεροποίηση των αγορών γεωργικών προϊόντων μπορεί βεβαίως επίσης να επιλεγεί, αλλά θα καθιστούσε το μέλλον της Λέσβου αβέβαιο (Hermanides and Nijkamp, 1996).

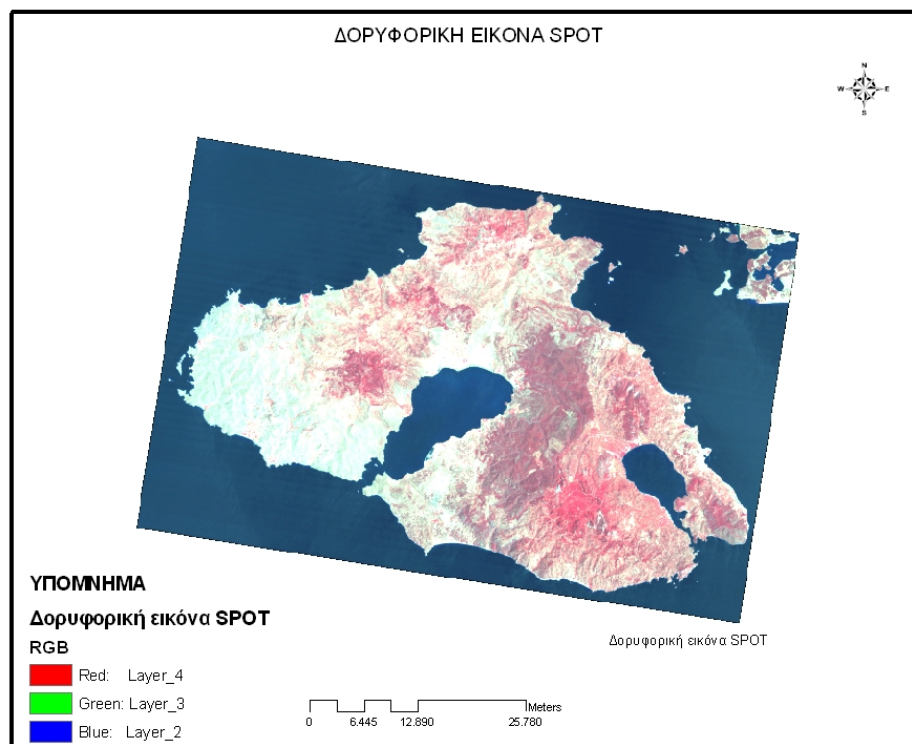
Οι σχεδιαστές της χρήσης γης σε πολλές χώρες έχουν αναγνωρίσει την σπουδαιότητα της αισθητικής αξίας του αγροτικού τοπίου. Η επιθυμία τους να ενσωματώσουν αυτές τις αξίες σε διαδικασίες λήψης αποφάσεων δημιούργησε την ανάγκη να αναγνωρίσουν αποτελεσματικές μεθόδους να ποσοτικοποιήσουν τα χαρακτηριστικά της τοπογραφίας μιας περιοχής. Αυτός ήταν ο λόγος που αυξήθηκε το ενδιαφέρον για τη χρήση δεδομένων του χώρου και των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS) και συναίνεσε στην οπτική ταξινόμηση της τοπογραφίας (Ayad, 2005).

4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1. Υλικά

Για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές εικόνες και χάρτες σε ψηφιδωτή (raster) και διανυσματική (vector) μορφή. Η επεξεργασία των δορυφορικών εικόνων έγινε με το λογισμικό ERDAS IMAGINE 8.7. Η επεξεργασία των χαρτών και η πολυκριτήρια ανάλυση έγινε με το λογισμικό ArcGIS 9.1 της ESRI και χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή χωρικής πολύ-κριτηριακής ανάλυσης η οποία αναπτύχθηκε στο εργαστήριο Τηλεπισκόπησης και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών του Α.Π.Θ (από τον υποψήφιο διδάκτορα Φ. Κατσόγιαννο).

4.1.2. Δορυφορική εικόνα SPOT



Εικόνα 4.1. Δορυφορική εικόνα SPOT.

Η παραπάνω είναι μια δορυφορική εικόνα SPOT. Η επεξεργασία έγινε στα κανάλια 4, 3, 2 στο κόκκινο, πράσινο και μπλε. Ένας γνωστός συνδυασμός καναλιών εάν χρησιμοποιείτε SPOT XS ή IRS πολυφασματικά στοιχεία, δεδομένου ότι έχουν

μόνο αυτά τα τρία μήκη κύματος ζωνών. Αν και αυτός ο συνδυασμός ζωνών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πολλές εφαρμογές, χαρακτηριστικά άλλοι συνδυασμοί χρησιμοποιούνται εάν άλλες ζώνες είναι διαθέσιμες.

Πίνακας 4.1. Πίνακας καναλιών.

	Band Width	Spatial Resolution
Band 1	0.50 - 0.59m (green)	20 metres
Band 2	0.61 - 0.68m (red)	20 metres (& 10m XI)
Band 3	0.79 - 0.89m (near infra-red)	20 metres
Band 4	1.58 - 1.73m (mid infra-red)	20 metres

4.2. Μέθοδοι

4.2.1. Πολύ-κριτηριακή αξιολόγηση

Προκειμένου να επιτευχθεί ένας στόχος, δεν είναι ασυνήθιστο ότι διάφορα κριτήρια μπορεί να πρέπει να αξιολογηθούν. Μια διαδικασία που περιλαμβάνει την αξιολόγηση διάφορων κριτηρίων καλείται πολύ-κριτηριακή αξιολόγηση.

Η MCE μέθοδος, μερικές φορές αποκαλούμενη λήψη αποφάσεων πολύ κριτηρίων, περιλαμβάνει και τα δύο δηλαδή πολλαπλή λήψη αποφάσεων και πολλαπλών στόχων λήψη αποφάσεων (Malczewski, 1999).

Η λήψη αποφάσεων πολύ κριτηρίων θα μπορούσε να γίνει κατανοητή ως κόσμος των εννοιών, προσεγγίσεις, πρότυπα και μέθοδοι που βοηθούν μια αξιολόγηση (που εκφράζεται από τα βάρη, τιμές ή εντάσεις της προτίμησης) σύμφωνα με διάφορα κριτήρια (Ceballos-Silva and Lo'pez-Blanco, 2003; Grabaum and Burghard, 1998).

Αυτές οι μέθοδοι έχουν ένα εξαιρετικά ευρύ φάσμα των εφαρμογών, όπως αστικός και περιφερειακός προγραμματισμός, χαρτογράφηση καταλληλότητας εδάφους και θέση δυνατότητας. Με την ανάπτυξη του GIS, διάφοροι MCE μέθοδοι έχει εφαρμοστεί στις χωρικές διαστάσεις (Jankowski, 1995).

Η πολύ-κριτηριακή αξιολόγηση συνηθέστερα επιτυγχάνεται με μια από δύο διαδικασίες. Η πρώτη περιλαμβάνει την Boolean μέθοδο αξιολόγησης με την οποία όλα τα κριτήρια μειώνονται στη λογική στις δηλώσεις της καταλληλότητας και έπειτα

συνδυάζεται με τη βοήθεια ενός ή περισσότερων λογικών χειριστών όπως η διατομή και η ένωση.

Η δεύτερη είναι γνωστή ως Σταθμισμένος Γραμμικός Συνδυασμός (WLC), όπου στα συνεχή κριτήρια (παράγοντες) είναι τυποποιημένη σε μια κοινή αριθμητική σειρά, και έπειτα συνδυάζεται με τη βοήθεια ενός σταθμισμένου μέσου όρου. Το αποτέλεσμα είναι μια συνεχής χαρτογράφηση της καταλληλότητας που μπορεί έπειτα να καλυφθεί από έναν ή περισσότερους Boolean περιορισμούς για να προσαρμόσει τα ποιοτικά κριτήρια, και τελικά για να παραγάγει μια τελική απόφαση.

Ενώ αυτές οι δύο διαδικασίες καθιερώνονται καλά μέσα από τα GIS, οδηγούν συχνά στα διαφορετικά αποτελέσματα, δεδομένου ότι κάνουν τις πολύ διαφορετικές δηλώσεις για το πώς τα κριτήρια πρέπει να αξιολογηθούν. Στην περίπτωση της Boolean αξιολόγησης, μια πολύ ακραία μορφή λήψης απόφασης χρησιμοποιείται.

Εάν τα κριτήρια συνδυάζονται με έναν λογικό AND (ο χειριστής διατομής), μια θέση πρέπει να ικανοποιήσει κάθε κριτήριο για το που περιλαμβάνεται στο σύνολο απόφασης. Εάν ακόμη και ένα ενιαίο κριτήριο αποτυγχάνει να ικανοποιηθεί, η θέση θα αποκλειστεί. Μια τέτοια διαδικασία είναι ουσιαστικά κίνδυνος αντίθετος, και επιλέγει τις θέσεις βασισμένες στην πιο προσεκτική στρατηγική πιθανή μια θέση πετυχαίνει στην επιλογή μόνο εάν η χειρότερη ποιότητά του (και επομένως όλες οι ιδιότητες) περνούν τη δοκιμή.

Αφ' ετέρου, εάν ένας λογικός OR (ένωση) χρησιμοποιείται, το αντίθετο εφαρμόζει μια θέση θα περιληφθεί στην απόφαση καθορισμένη ακόμα κι αν μόνο ένα ενιαίο κριτήριο περνά τη δοκιμή. Αυτό είναι έτσι μια στρατηγική του παιχνιδιού, με τον ουσιαστικό κίνδυνο σχετικό.

Αντίθετα από την Boolean τεχνική αξιολόγησης, με το σταθμισμένο γραμμικό συνδυασμό, τα κριτήρια επιτρέπονται στην ανταλλαγή των ιδιοτήτων τους. Μια πολύ κακή ποιότητα μπορεί να αντισταθμιστεί από την κατοχή διάφορων πολύ ευνοϊκών ιδιοτήτων. Αυτός ο χειριστής δεν αντιπροσωπεύει κανενός AND ούτε OR βρίσκεται κάπου μεταξύ αυτών των άκρων. Δεν είναι ούτε κίνδυνος αντίθετος ούτε διακινδυνεύει.

Για λόγους που πρέπει να κάνουν κατά ένα μεγάλο μέρος με την ευκολία με την οποία αυτές οι προσεγγίσεις μπορούν να εφαρμοστούν, η Boolean στρατηγική εξουσιάζει τις διανυσματικές προσεγγίσεις στην αξιολόγηση πολύ κριτηρίων, ενώ ο σταθμισμένος γραμμικός συνδυασμός εξουσιάζει τις λύσεις στα συστήματα ράστερ.

Η λήψη αποφάσεων που χρησιμοποιεί την προσέγγιση MCE -GIS έχει γενικά τα ακόλουθα βήματα (Kering et al, 2001):

1. προσδιορίστε το πρόβλημα λήψης αποφάσεων
2. προσδιορίστε τα κριτήρια που είναι σχετικά με την απόφαση πρόβλημα
3. ορίστε τις τιμές στα κριτήρια και διευθύνετε την τυποποίηση
4. καθορίστε τα βάρη μεταξύ των κριτηρίων
5. συνδέστε τα κριτήρια και βάρη με τις μεθόδους MCE -GIS
6. λάβετε μια προσωρινή απόφαση
7. εκτελέστε την ανάλυση ευαισθησίας και
8. ερμηνεία

Είναι επιθυμητό για το MCE-GIS πρόγραμμα να παρασχεθεί ένα σύνολο εργαλείων για να υποστηρίξει τα ανωτέρω βήματα, ιδιαίτερα εκείνοι που περιλαμβάνουν τις ποσοτικές διαδικασίες. Αυτή την περίοδο, τα συστατικά των μεθόδων πολύ κριτηρίων (MCE) ενσωματώνονται μόνο σε μερικά προγράμματα GIS.

4.2.2. Η αναλυτική ιεραρχική μέθοδος (AHP)

Η αναλυτική ιεραρχική μέθοδος (AHP) είναι μια πολύ-κριτηριακή μέθοδος υποστήριξης απόφασης που αναπτύχθηκε από τον Prof. Thomas Saaty. Η μέθοδος AHP χρησιμοποιεί τις ταξινομημένες κατά ζεύγος συγκρίσεις προκειμένου να υπολογιστεί το βάρος των πολλαπλάσιων κριτηρίων (Saaty,1977; Li and Ni and Ju, 2004).

Έχει ένα πλεονέκτημα πέρα από άλλες πολύ-κριτηριακές μεθόδους δεδομένου ότι μπορεί επίσης να υπολογίσει την αναλογία συνέπειας, η οποία ανιχνεύει τις πιθανές ασυνέπειες στη σύγκριση. Τα βάρη των κριτηρίων προέρχονται από κύρια Eigen Vectors και η αναλογία συνέπειας προέρχεται από την κύρια Eigen αξία (Store and Kangas, 2001).

Περιγραφή διαδικασίας

Όλα τα κριτήρια που συμμετέχουν στην ανάλυση είναι συγκρινόμενο ζευγάρι σοφό με τη χρήση μιας μήτρας σύγκρισης που επιτρέπει στο χρήστη για να εκφράσουν τη σχετική προτίμηση ενός παράγοντα ενάντια σε άλλο με τη χρησιμοποίηση των αριθμητικών τιμών. Οι αριθμητικές τιμές που χρησιμοποιούνται στη σύγκριση είναι τιμές που προκύπτουν από την SAATY κλίμακα. Ο Saaty πρότεινε μια κλίμακα της σύγκρισης που αποτελείται από τις τιμές που κυμαίνονται από 1 έως 9 που περιγράφουν τη σημασία ενός παράγοντα ενάντια σε άλλο.

Value	Importance
1	Equal
3	Moderate
5	Strong
7	Very strong
9	Extreme
2,4,6,8	Intermediate values
Reciprocals	Values for inverse comparison

Το επόμενο βήμα στη AHP διαδικασία περιλαμβάνει την εφαρμογή ενός αλγορίθμου που παράγει τα παρόμοια αποτελέσματα σε αυτή της ανάλυσης κύριων τμημάτων (Mendoza and Prabhuh, 2000; Pillai, 1999). Ο αλγόριθμος αποτελείται από τα ακόλουθα βήματα:

- Αθροίστε κάθε στήλη της μήτρας σύγκρισης
- Διαιρέστε κάθε στοιχείο της μήτρας με το ποσό της στήλης του προκειμένου να υπολογίσετε ότι ο ομαλοποιημένος συγγενής υπολογίζει
- Υπολογίστε τη μέση αξία κάθε σειράς προκειμένου να αποκτηθεί η κύρια Eigen αξία
- Αθροίστε κάθε σειρά και διαιρέστε με τον αριθμό κριτηρίων προκειμένου να υπολογιστούν τα βάρη κριτηρίων

Εξετάζοντας τον πιθανό αριθμό συγκρίσεων στη μήτρα σύγκρισης είναι δυνατό ότι οι ασυνέπειες μπορούν να προκύψουν συνήθως λόγω του ανθρώπινου

λάθους. Η AHP η διαδικασία προσφέρει μια αναλογία συνέπειας (CR) όποιος είναι ένας αριθμητικός δείκτης που στοχεύει να ανιχνεύσει τέτοιες ασυνέπειες. CR ορίζεται ως η αναλογία του δείκτη συνέπειας (CI) σε έναν μέσο δείκτη συνέπειας (RI):

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Ο δείκτης συνέπειας μπορεί να υπολογιστεί από τη μήτρα σύγκρισης χρησιμοποιώντας τον ακόλουθο τύπο:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

όπου λ_{max} : μέγιστη Eigen αξία από τη μήτρα σύγκρισης

n : τάξη της μήτρας

Μια αναθεώρηση της μήτρας προτίμησης συστήνεται εάν η αναλογία (CR) συνέπειας υπερβαίνει μια αξία 0,1 (Svoray et al, 2005).

Η εφαρμογή της αναλυτικής ιεραρχικής μεθόδου

Η αναλυτική ιεραρχική μέθοδος (AHP) λειτουργεί με τα ταξινομημένα σύνολα στοιχείων ράστερ. Όλα τα ράστερ που θα συμμετάσχουν στη μέθοδο AHP πρέπει να ταξινομηθούν μέσα στην ίδια σειρά αξίας κατηγορίας.

Οι αριθμητικές τιμές που χρησιμοποιούνται στη σύγκριση είναι τιμές που προκύπτουν από την SAATY κλίμακα. Η κλίμακα της σύγκρισης που αποτελείται από τις τιμές που κυμαίνονται από 1 έως 9 περιγράφουν τη σημασία ενός παράγοντα ενάντια σε άλλο.

Τα βάρη των μεμονωμένων κριτηρίων είναι συνήθως καθορισμένα από την άμεση υποκειμενική αξιολόγηση και από την εμπειρία του κάθε χρήστη και η στάθμιση εκφράζει την σημασία ή προτίμηση κάθε κριτηρίου σχετικά με κάποιο άλλο και είναι συνήθως μια υποκειμενική διαδικασία (Davidson,1997).

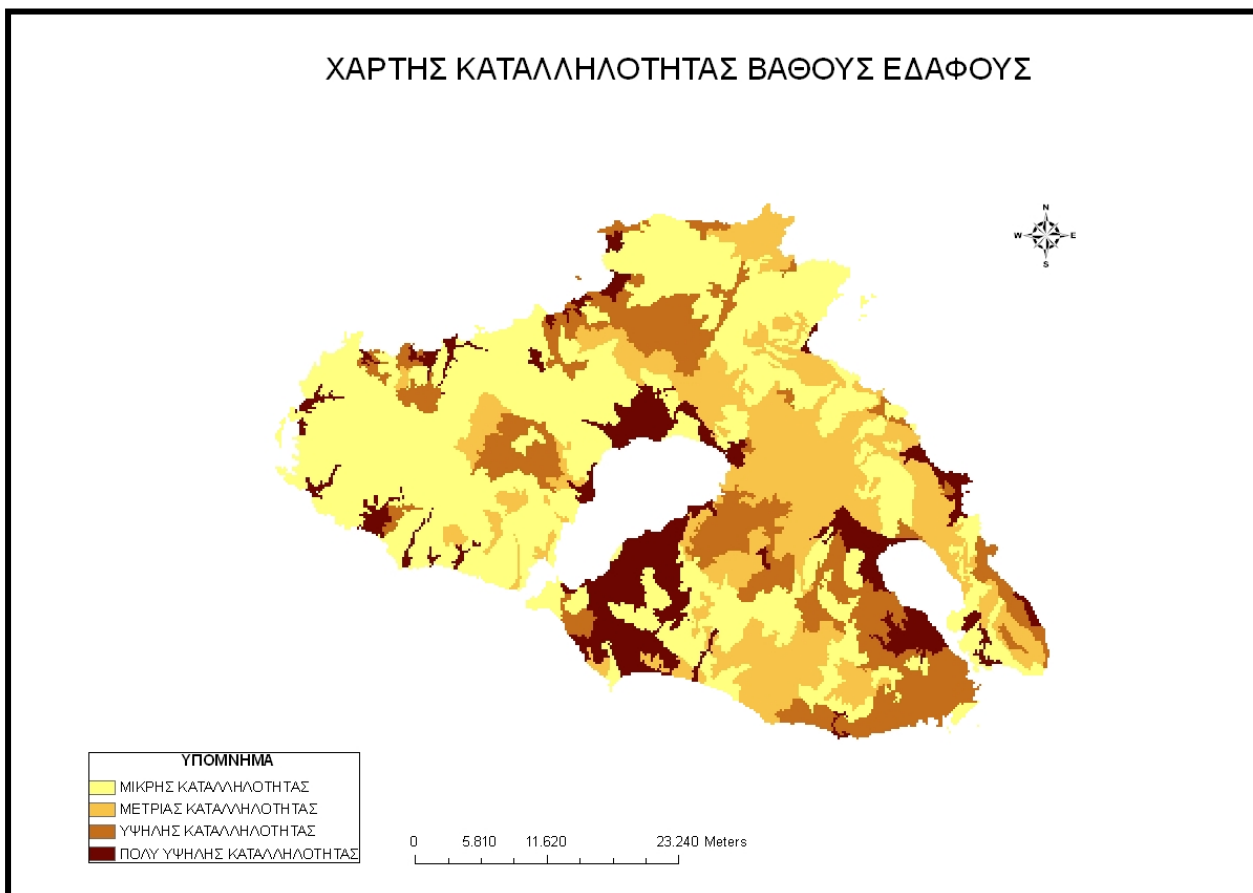
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Με την χρήση των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών παρήχθησαν εννιά χάρτες. Οι παράγοντες που χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή των χαρτών είναι η διάβρωση, το βάθος εδάφους, η κλίση εδάφους, ο προσανατολισμός, η φυσιογραφία, το μητρικό υλικό και το υψόμετρο.

Οι διάφορες περιοχές της νήσου της Λέσβου αξιολογούνται για κάθε ένα από τους παραπάνω παράγοντες βάση τεσσάρων τάξεων που δημιουργήθηκαν. Έτσι κάθε περιοχή βάση την ένταση ή το βαθμό του κάθε παράγοντα διαχωρίζονται σε περιοχή μικρής καταλληλότητας, μέτριας καταλληλότητας, υψηλής καταλληλότητας και πολύ υψηλής καταλληλότητας.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι χάρτες για κάθε ένα από τους παράγοντες που λήφθηκαν υπόψη για το νησί της Λέσβου.

5.1. Χάρτης καταλληλότητας βάθους εδάφους



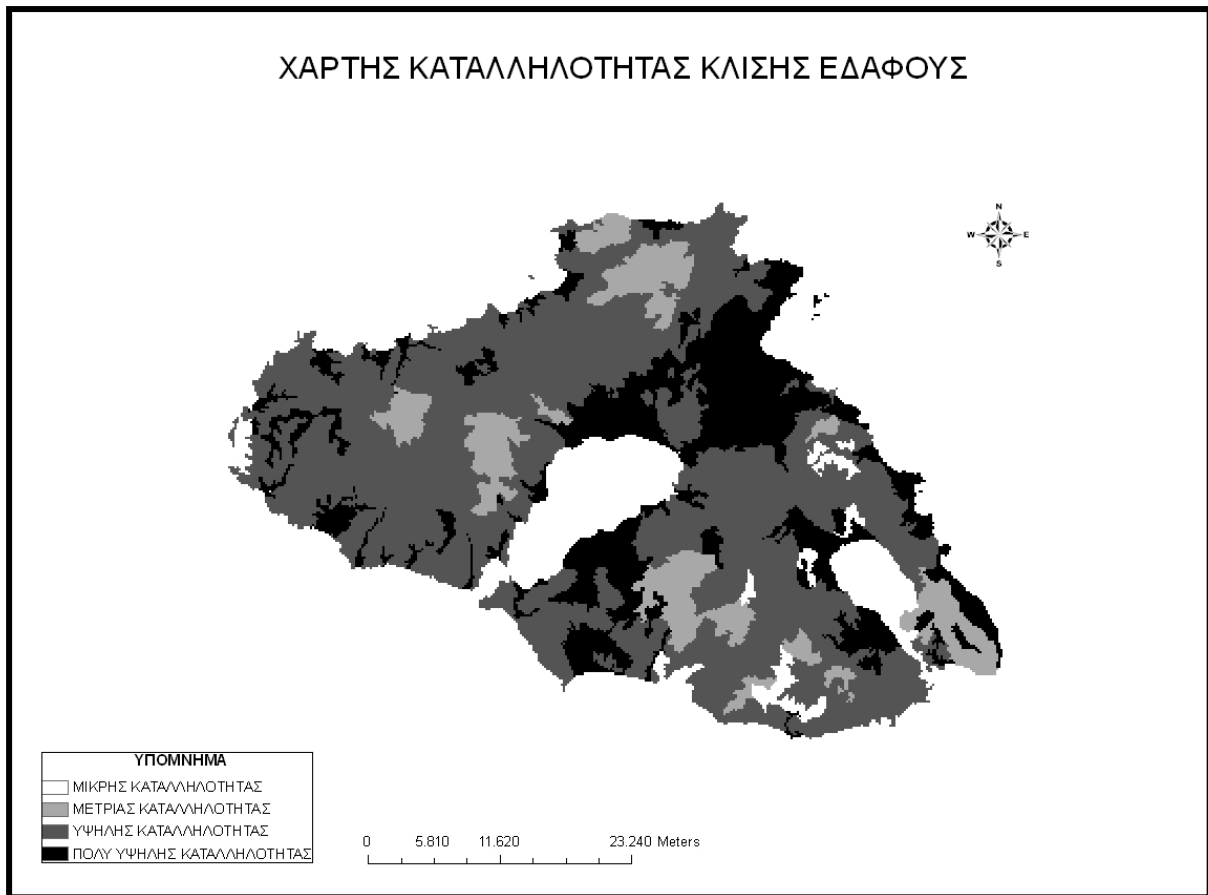
Εικόνα 5.1. Χάρτης καταλληλότητας βάθους εδάφους

Παρατηρώντας το χάρτη βάθους εδάφους της Λέσβου συμπεραίνεται ότι βαθιά εδάφη υπάρχουν στην ευρύτερη περιοχή του υδροβιότοπου της Καλλονής. Βέβαια αυτό είναι αναμενόμενο διότι στις περιοχές αυτές παρατηρείται το φαινόμενο της απόθεσης, και μάλιστα υπάρχει υψηλή απόθεση, από τα ποτάμια Τσιάνο, Μυλοπόταμο και Ποταμιά. Υψηλή απόθεση φερτών υλικών παρατηρείται επίσης στον κόλπο της Γέρας λόγω του ποταμού Ευεργέτουλα όπου παρατηρούνται για το λόγο αυτό βαθιά εδάφη.

Σ' όλη την Δυτική πλευρά του κόλπου της Γέρας, αλλά και στο Ανατολικό τμήμα του κόλπου της Καλλονής εντοπίζονται εκτάσεις με βαθιά εδάφη. Είναι εδάφη με μικρές έως μέτριες κλίσεις και ποικίλες εκθέσεις. Θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως κοιλάδες που δημιουργούνται από τα διάφορα ποτάμια τα γνωστότερα των οποίων είναι η Ευριακή που εκβάλλει στον κόλπο της Γέρας, ο Βούρκος και ο Αρμυροπόταμος στα νότια του νησιού, ο Νηφίδας και ο Σπηλιός οι οποίοι εκβάλλουν στον κόλπο της Καλλονής. Γενικότερα περιμετρικά του νησιού όπου υπάρχουν ποτάμια που εκβάλλουν στη θάλασσα παρατηρείται ότι το έδαφος είναι βαθύ. Τέλος στο Όρος Προφήτου Ηλία, αλλά και στη Βόριο-δυτική πλευρά της Λέσβου και συγκεκριμένα στα Νότια του Όρους Λεπέτυμνου στην περιοχή που οριοθετείται από την πόλη Πέτρα, Πελόπη και Νάπη υπάρχουν βαθιά εδάφη τα οποία παρουσιάζουν ελαφρές ως μέτριες κλίσεις.

Αβαθή εδάφη συναντώνται σχεδόν σ' ολόκληρη την υπόλοιπη έκταση του νησιού. Παρατηρούνται Βόρια και Βόριο-Δυτικά του κόλπου της Γέρας περιοχές με βραχώδη εδάφη. Είναι κυρίως εδάφη με απότομες κλίσεις και ποικίλες εκθέσεις που τα μητρικά υλικά τους είναι Σκληροί ασβεστόλιθοι σε απότομες πλαγιές στο κάτω και μέσο μέρος κλιτύων. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι και στο δυτικό μέρος του νησιού παρατηρούνται αβαθή ως βραχώδη εδάφη τα οποία δεν είναι ορατά στον χάρτη λόγω της συγκεκριμένης κατηγοριοποίησης που χρησιμοποιείται για την εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθοδολογίας εκτίμησης κινδύνου εδαφολογικής διάβρωσης.

5.2. Χάρτης καταλληλότητας κλίσης εδάφους



Εικόνα 5.2. Χάρτης καταλληλότητας κλίσης εδάφους

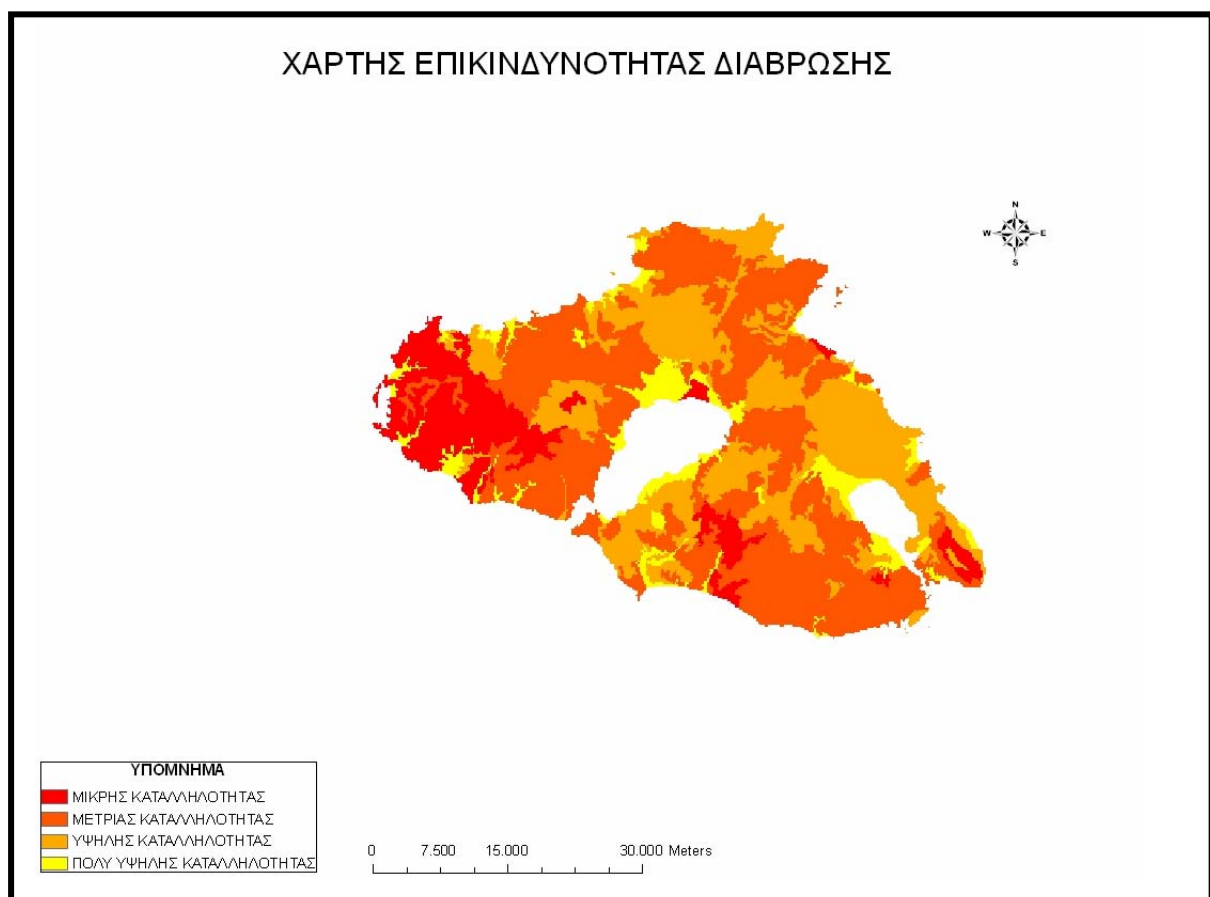
Στον παραπάνω χάρτη φαίνονται οι επί τις εκατό κλίσεις του εδάφους της Λέσβου. Παρατηρείται ότι στις κοιλάδες που δημιουργούνται από του ποταμούς Ευεργέτουλα στον κόλπο της Γέρας καθώς επίσης και περιμετρικά του κόλπου και κυρίως στην περιοχή μεταξύ Περάματος Παππάδου Παλαιόκηπου και Γέρας στα νότιο δυτικά του κόλπου έχουμε επίπεδα εδάφη. Επίπεδα εδάφη έχουμε σχεδόν σε όλα τα παράλια του νησιού καθώς επίσης και στις περιοχές που ορίζουν οι δήμοι Αγίας Παρασκευής και Καλλονής όπου δημιουργούν κοιλάδες οι ποταμοί Μαδαρός Μυλοπόταμος και Τσιάνος. Στα Βόρειο-Ανατολικά του νησιού και συγκεκριμένα στο Δήμο Μανταμάδου συναντώνται επίσης επίπεδα και ελαφρά κεκλιμένα εδάφη.

Απότομες κλίσεις παρατηρούνται διάσπαρτες στη δυτική πλευρά της Λέσβου ξεκινώντας δυτικότερα και νοτιότερα του βουνού Όρδυμου διασχίζοντας όλη στην πλευρά φτάνοντας Βορειότερα του όρους Λεπέτυμνου. Απότομες κλίσεις υπάρχουν στην ευρύτερη περιοχή του όρους Ολύμπου που βρίσκεται στη Νότια πλευρά του

νησιού καθώς επίσης στο βουνό Δρυού και στο βουνό Τσεκούρια που βρίσκονται εκατέρωθεν της Μυτιλήνης.

Πολύ απότομες κλίσεις συναντώνται στα Βόρεια του όρους Λεπέτυμνου. Στη δυτική πλευρά του νησιού, σε διάσπαρτα μέρη στα βουνά των περιοχών αυτών, καθώς επίσης στον Όλυμπο και Νότια αυτού στην πόλη Αγκαθερή βρίσκονται επίσης πολύ απότομες κλίσεις, τέλος στα βουνά Δρυός και Τσεκούρια στην Ανατολική πλευρά της Λέσβου Βόρεια και Νότια της πρωτεύουσας του νησιού Μυτιλήνης παρατηρούνται πολύ απότομες κλίσεις.

5.3. Χάρτης επικινδυνότητας διάβρωσης



Εικόνα 5.3. Χάρτης επικινδυνότητας διάβρωσης

Οι περιοχές που υφίστανται υψηλή διάβρωση εντοπίζονται κυρίως στο Νότιο, Νότιο-Δυτικό και σε μικρότερο βαθμό στο Βόρειο τμήμα του νησιού, παρατηρείται ότι τα ασφαλή από διάβρωση εδάφη αποτελούνται κυρίως από τις πεδινές εκτάσεις

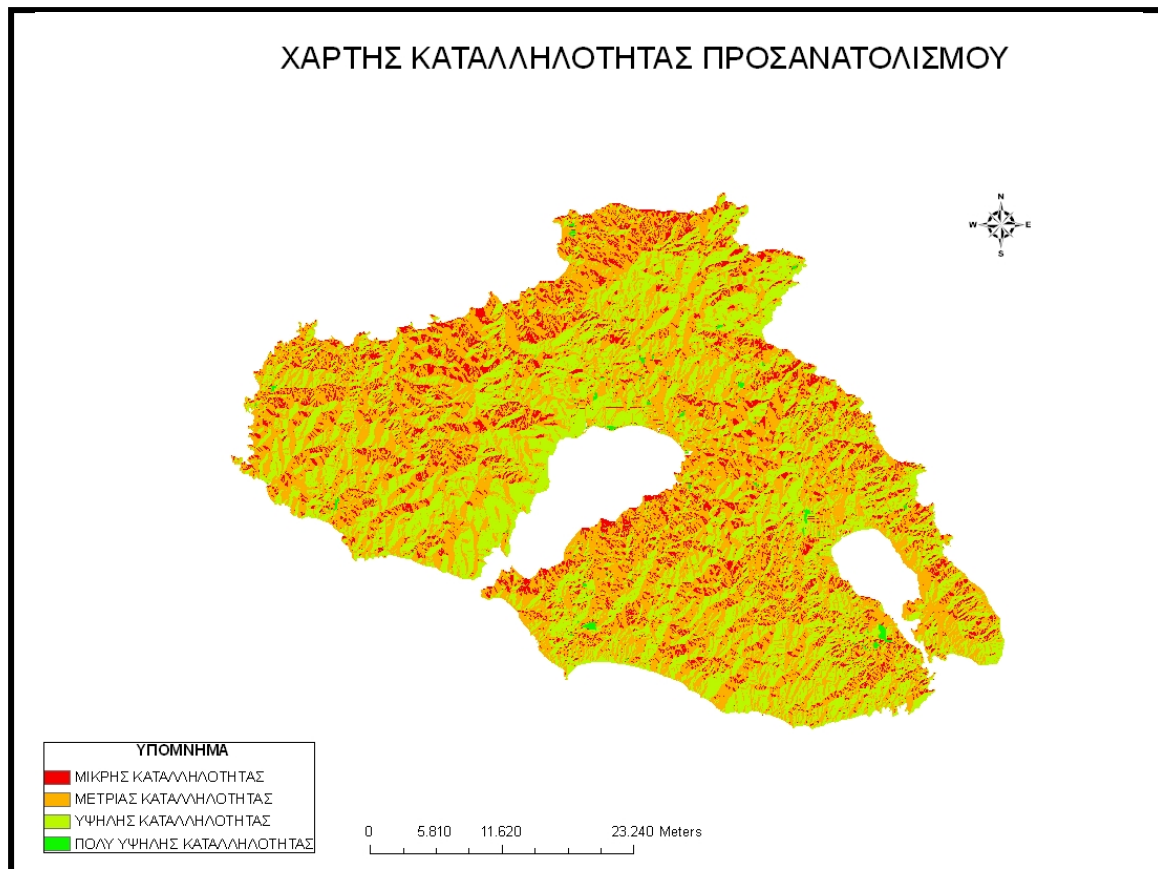
του νησιού, δηλαδή η ευρύτερη περιοχή του υδροβιότοπου της Καλλονής, η κοιλάδα του ποταμού Ευεργέτουλα, και κάποιες πεδινές εκτάσεις στην Νότιο-Ανατολική πλευρά του Κόλπου της Καλλονής και τις κοιλάδες που σχηματίζονται περιμετρικά του νησιού με κυριότερες αυτές των ποταμών Βούρκου και Αρμυροπόταμου στα Νότια του νησιού και τις κοιλάδες των ποταμών Μάκαρα, Ερεσό, και Τσιχλιώντα Νότιο-Δυτικά της Λέσβου.

Οι περιοχές που διατρέχουν μικρό κίνδυνο για διάβρωση οροθετούνται Νότιο-Ανατολικά του Κόλπου της Καλλονής και εκτείνονται σε ολόκληρο το Νότιο-Ανατολικό τμήμα της Λέσβου εκτός από τις Νότιες πλαγιές του Όρους Ολύμπου, και των λόφων Χονδρό και Φούρνος καθώς επίσης της κοιλάδας που δημιουργείται Νότιο-Δυτικά του Όρους Λεπέτυμνου.

Μέτριος κίνδυνος διάβρωσης παρουσιάζεται κυρίως πάνω στα βουνά τα οποία υπάρχουν στο νησί της Λέσβου. Στο Όρος Όλυμπος, Ανατολικά αυτού, αλλά και Νότιο Ανατολικά του, στο βουνό Κούτρα υπάρχει μέτριος κίνδυνος διάβρωσης. Επίσης στο Νότιο τμήμα του νησιού και πάνω στα βουνά Αγκαθερή, Βαλανάς και Όρος διαπιστώνεται ότι υπάρχει μέτριος κίνδυνος διάβρωσης. Νότια της πρωτεύουσας του νησιού Μυτιλήνη και συγκεκριμένα στο βουνό Τσεκούρια παρατηρείται επίσης μέτριος κίνδυνος διάβρωσης. Τέλος στο βουνό Προφήτης Ηλίας που βρίσκεται στην δυτική μεριά του κόλπου της Καλλονής αλλά και σε διάσπαρτες περιοχές που εντοπίζονται κυρίως Βόριο-Δυτικό μέρος της Λέσβου υπάρχει μέτριος κίνδυνος για εδαφολογική διάβρωση.

Οι περιοχές που διατρέχουν υψηλό κίνδυνο εδαφολογικής διάβρωσης ουσιαστικά εντοπίζονται στο Δυτικό, Βόριο και Βόριο-Ανατολικό τμήμα του νησιού. Ο κύριος όγκος των περιοχών υψηλού κινδύνου διάβρωσης βρίσκεται Βόρια-Ανατολικά με επίκεντρο το βουνό Κατερίνες. Το Όρος Λεπέτυμνος, ουσιαστικά αποτελεί την αρχή μιας ζώνης υψηλού κινδύνου που εκτείνεται στα ορεινά της Βόριο-Ανατολικής πλευράς του νησιού μέχρι και τα Μυστεγά όπου και αρχίζει να εξασθενεί. Οι υπόλοιπες περιοχές με τέτοιου είδους κίνδυνο διάβρωσης εκτείνονται από το βουνό Σπηλιό, συνεχίζουν Βόρια του βουνού Προφήτης Ηλίας στον Πυργίσκο και φτάνουν στο Όρος Όρδυμο, Νότια και Νότιο-Δυτικά αυτού. Τέλος μια μικρή ορεινή περιοχή που εμφανίζει υψηλό κίνδυνο διαβρώσεις οριοθετείται μεταξύ των Λουτρών και της Βαρειάς.

5.4. Χάρτης καταλληλότητας προσανατολισμού



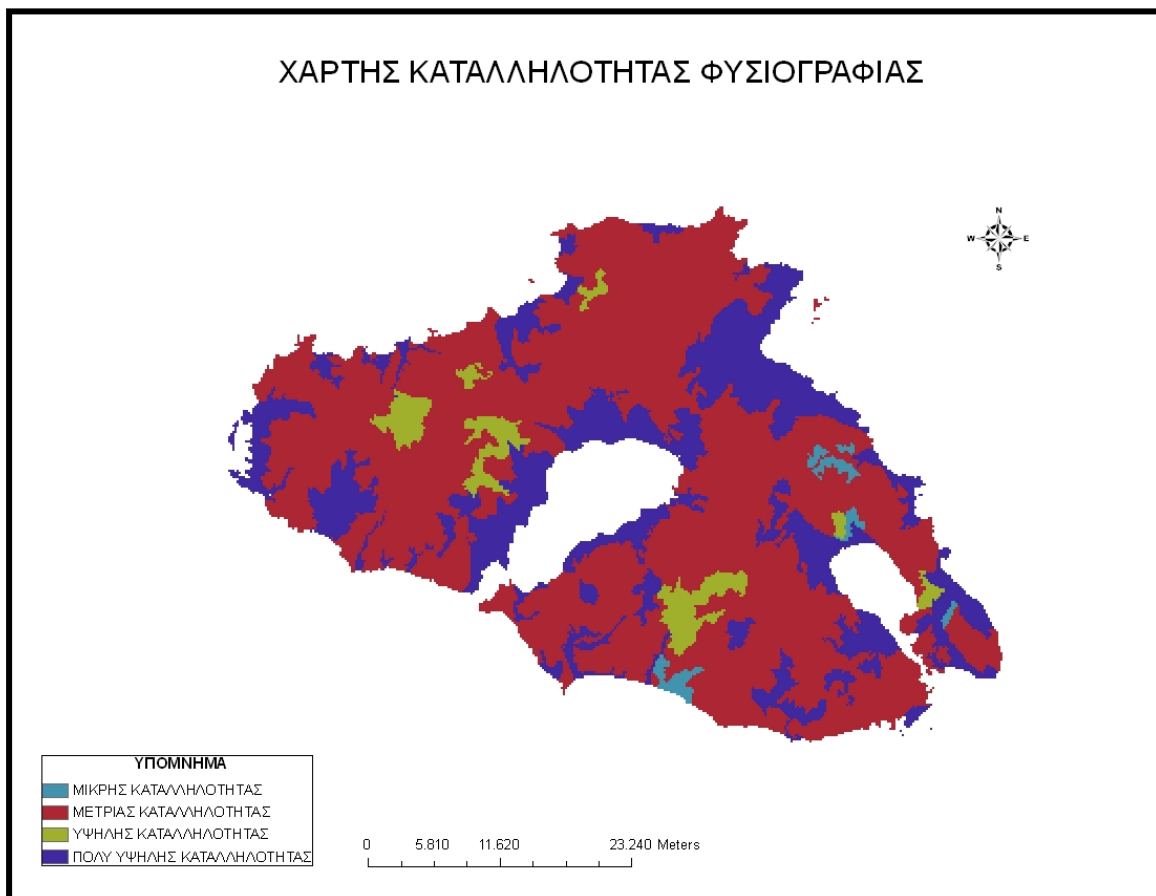
Εικόνα 5.4. Χάρτης καταλληλότητας προσανατολισμού

Οι περιοχές όπου ο προσανατολισμός είναι Βόρειος έχουν μικρή καταλληλότητα για πολλές χρήσεις. Μέτριας καταλληλότητας περιοχές είναι αυτές όπου ο προσανατολισμός τους είναι Βόρειο-Δυτικός και Βόρειο-Ανατολικός.

Αντίθετα οι περιοχές που έχουν προσανατολισμό με Νότια-Δυτική και Νότια-Ανατολική έκθεση είναι υψηλής καταλληλότητας και προσφέρονται για αρκετές χρήσεις.

Τέλος οι περιοχές με Νότιο προσανατολισμό είναι οι περιοχές με την πιο υψηλή καταλληλότητα και προτείνονται για κάθε χρήση.

5.5. Χάρτης καταλληλότητας φυσιογραφίας



Εικόνα 5.5. Χάρτης καταλληλότητας φυσιογραφίας

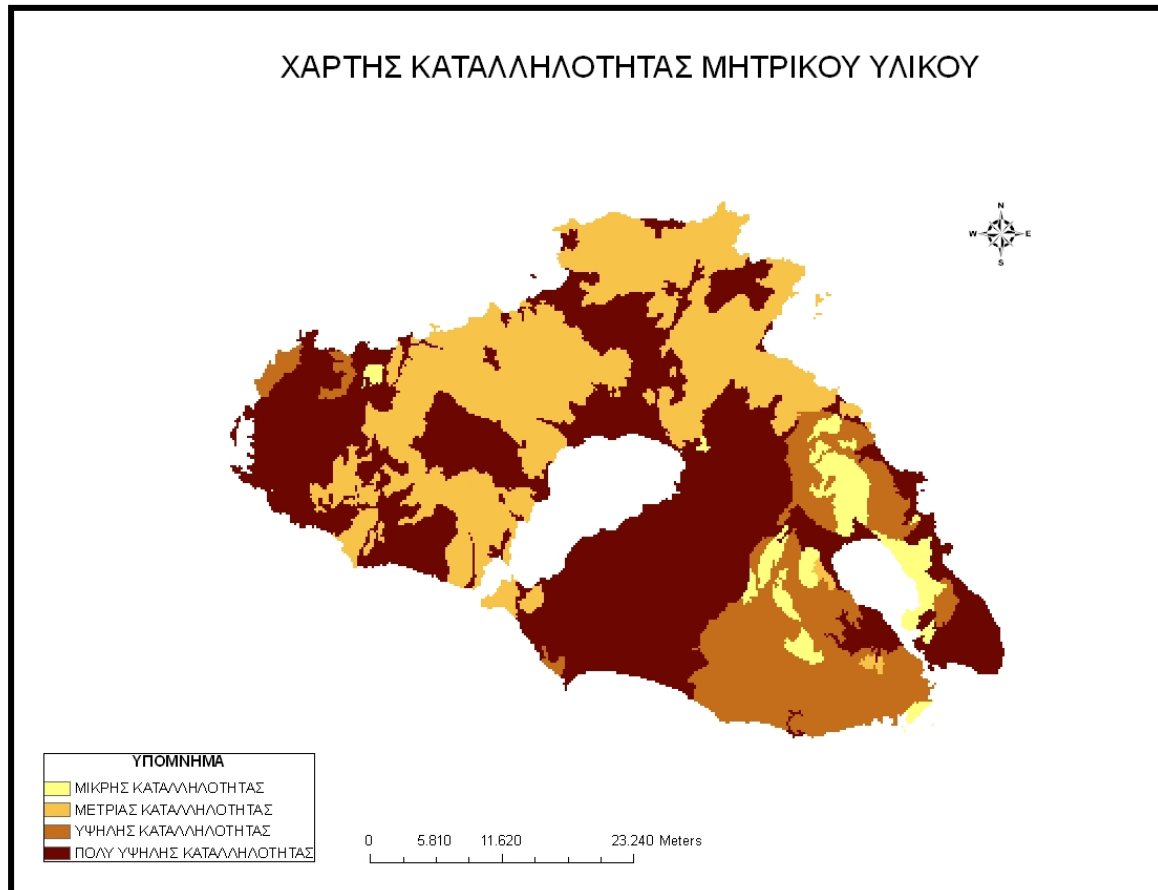
Όπως φαίνεται και στο χάρτη οι περιοχές που είναι σε απότομες βραχώδεις πλαγιές με μεγάλη κλίση και γκρεμοί είναι μικρής καταλληλότητας και η χρήσης γης είναι σχεδόν απαγορευτική.

Μέτριας καταλληλότητας είναι οι περιοχές που βρίσκονται σε απότομες πλαγιές με μεγάλη κλίση και κλειστές πεδιάδες. Οι περιοχές αυτές πρέπει να αξιολογηθούν προσεκτικά και η χρήσης γης που θα προορίζονται να είναι συγκεκριμένες.

Αντίθετα περιοχές του νησιού που βρίσκονται σε πλαγιές με μικρή κλίση καθώς και περιοχές λιγότερο απότομες και είναι υψηλής καταλληλότητας. Επίσης οι αναβαθμίδες που εκτείνονται σε όλες τις περιοχές του νησιού καθώς και οι πεδιάδες του νησιού είναι οι περιοχές με την πιο υψηλή καταλληλότητα και θα είναι αυτές οι

περιοχές που θα έχουν την πρώτη προτεραιότητα για την εγκατάσταση εντατικών καλλιεργειών με υψηλές απαιτήσεις.

5.6. Χάρτης καταλληλότητας μητρικού υλικού



Εικόνα 5.6. Χάρτης καταλληλότητας μητρικού υλικού

Παρατηρώντας το χάρτη ο οποίος παραθέτετε παραπάνω διαπιστώνετε ότι τα Αδιαπέρατα πετρώματα βρίσκονται στη μεγαλύτερη έκταση του νησιού της Λέσβου. Τα Διαπερατά πετρώματα περικλείουν τις πεδινές περιοχές της ευρύτερης περιοχή του υδροβιότοπου της Καλλονής, τις κοιλάδες που δημιουργούνται από τους ποταμούς Μάκαρα, Ταβάρι Χρούσο, Ερεσό και Τσιγλιώντα οι οποίοι βρίσκονται στη νοτιοδυτική πλευρά της Λέσβου, καθώς επίσης της κοιλάδας του ποταμού Λαγκάδα στα Βόρειο-Ανατολικά του νησιού.

Η περιοχή του Δάσους Πεύκης χαρακτηρίζεται από Διαπερατά πετρώματα Τα πετρώματα της έκτασης αυτής είναι κυρίως Περιδοτήτες με ελάχιστα Αλλούβια

πετρώματα. Οι Περιδοτήσεις της περιοχής αυτής είναι κυρίως με αποστρογγυλωμένες κορυφές στο κάτω μέρος κλιτύων και λιγότερο Περιδοτήσεις στο μέσο και πάνω μέρος κλιτύων. Τα Αλλούβια πετρώματα της περιοχής αυτής όταν εντοπίζονται είναι κυρίως σε κλειστές κοιλάδες και μόνο στα νότια του κόλπου της Καλλονής τα βρίσκουμε σε ανοιχτή κοιλάδα. Διαπερατά πετρώματα παρατηρούνται στην κοιλάδα που σχηματίζεται από τον ποταμό Ευεργέτουλα ο οποίος εκβάλλει στον κόλπο της Γέρας καθώς επίσης και σ' όλο το ανατολικό μέρος του κόλπου. Στις περιοχές αυτές εντοπίζονται Αλλούβια πετρώματα σε ανοιχτές κοιλάδες και Σκληροί Ασβεστόλιθοι με αποστρογγυλωμένες κορυφές στο κάτω μέρος κλιτύων αντίστοιχα.

Νότιο ανατολικά του κόλπου της Γέρας συναντώνται Περιδοτήσεις με αποστρογγυλεμένες κορυφές στο κάτω μέρος κλιτύων καθώς επίσης και Αλλούβια πετρώματα σε ανοιχτές κοιλάδες τα οποία εντάσσονται στην κατηγορία Διαπερατά. Τα Αδιαπέρατα πετρώματα καλύπτουν όλη την υπόλοιπη περιοχή της Λέσβου. Καταλαμβάνουν σχεδόν όλη την δυτική μεριά του νησιού καθώς και το Βόριο και Βόριο Ανατολικό τμήμα της Λέσβου. Στις δυτικές αυτές περιοχές συναντάμε κυρίως Γρανίτες και Ηφαιστειακούς Τοφφούς με αποστρογγυλωμένες κορυφές στο κάτω μέρος κλιτύων.

Στο Βόριο-Ανατολικό τμήμα υπάρχουν Γρανίτες σε αναβαθμίδες στο μέσο και κάτω μέρος κλιτύων. Προς την ανατολική μεριά συναντάμε Αδιαπέρατα πετρώματα τα οποία είναι Σχιστόλιθοι με αποστρογγυλωμένες κορυφές στο κάτω μέρος κλιτύων. Τέλος Αδιαπέρατα πετρώματα υπάρχουν στο νότιο τμήμα της Λέσβου όπου υπάρχουν Σχιστόλιθοι με αποστρογγυλωμένες κορυφές στο μέσο κλιτύων αλλά και με απότομες κορυφές στο κάτω μέρος κλιτύων.

5.7. Χάρτης καταλληλότητας υψομέτρου

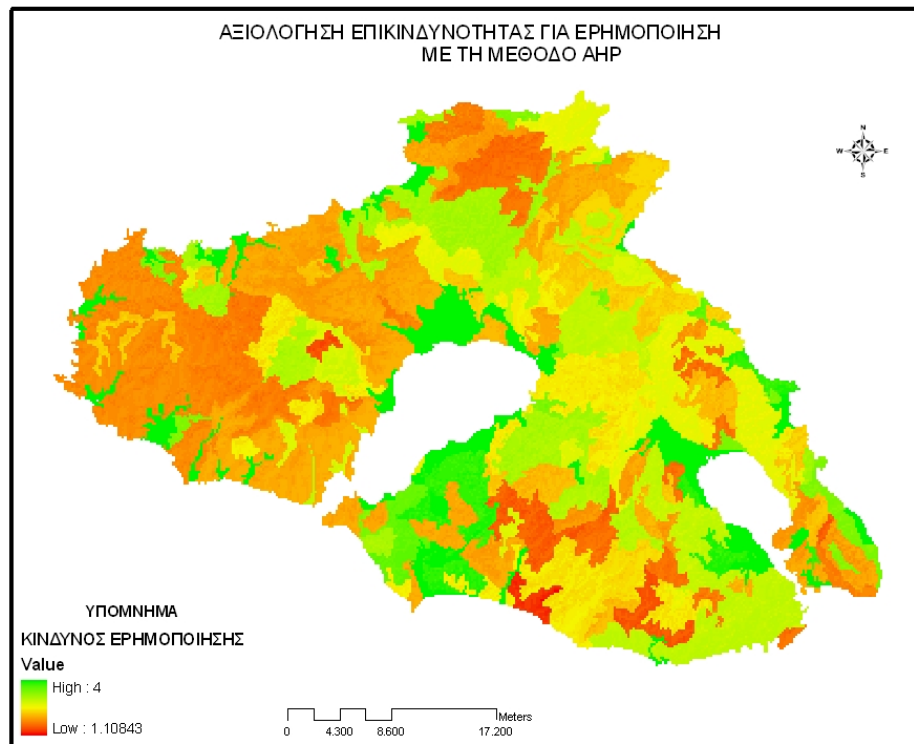


Εικόνα 5.7. Χάρτης καταλληλότητας υψομέτρου

Οι περιοχές του νησιού που έχουν μεγάλο υψόμετρο είναι μικρής και μέτριας καταλληλότητας και συνήθως ή είναι δασικές εκτάσεις ή περιοχές με έντονα τα φαινόμενα της διάβρωσης. Επίσης υπάρχουν πολλές εκτάσεις που είναι καλυμμένες με φρυγανική βλάστηση.

Αντίθετα οι περιοχές με μικρό υψόμετρο όπου κυριαρχούν οι αναβαθμίδες καθώς και οι πεδιάδες έχουν πυκνή βλάστηση είναι πολύ υψηλής καταλληλότητας και μπορούν να αξιοποιηθούν για γεωργική χρήση.

5.8. Χάρτης αξιολόγησης επικινδυνότητας για ερημοποίηση με τη μέθοδο ΑΗΡ



Εικόνα 5.8. Χάρτης αξιολόγησης επικινδυνότητας για ερημοποίηση με τη μέθοδο ΑΗΡ

Συνοψίζοντας και γνωρίζοντας εκ των προτέρων ότι οι περιοχές που υφίστανται υψηλή διάβρωση εντοπίζονται κυρίως στο Νότιο και Νότιο-Δυτικό τμήμα του νησιού καθώς και οι περιοχές που διατρέχουν υψηλό κίνδυνο εδαφολογικής διάβρωσης ουσιαστικά εντοπίζονται στο Δυτικό, Βόριο και Βόριο-Ανατολικό τμήμα του νησιού είναι και οι περιοχές που έχουν τον υψηλότερο κίνδυνο ερημοποίησης.

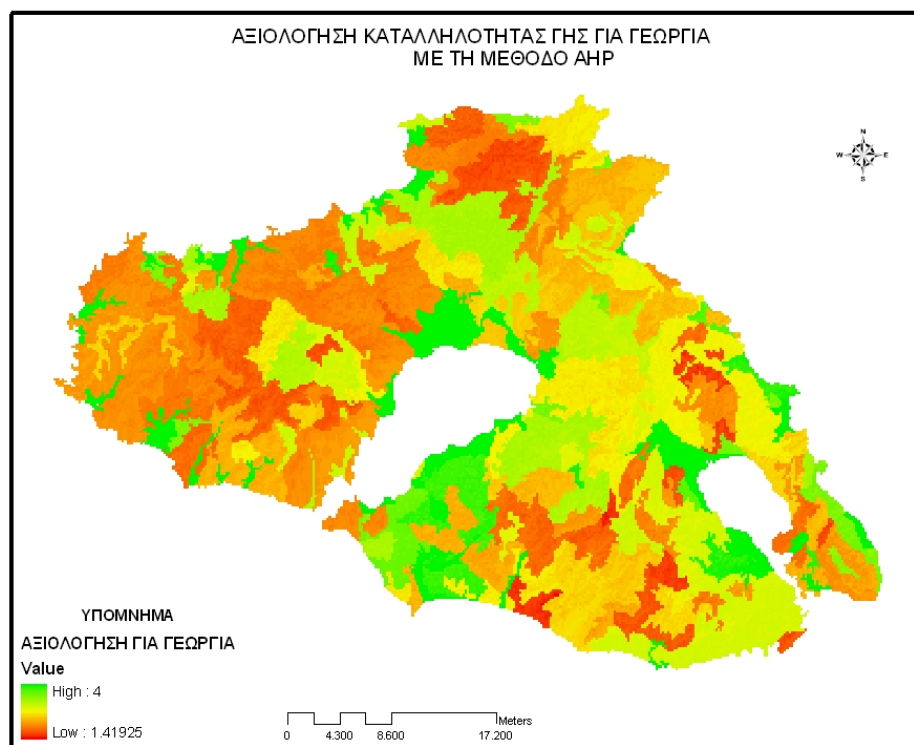
Οι περιοχές που δεν απειλούνται από ερημοποίηση αποτελούνται κυρίως από τις πεδινές εκτάσεις του νησιού, δηλαδή η ευρύτερη περιοχή του υδροβιότοπου της Καλλονής, η κοιλάδα του ποταμού Ευεργέτουλα, και κάποιες πεδινές εκτάσεις στην Νότιο-Ανατολική πλευρά του Κόλπου της Καλλονής και τις κοιλάδες που σχηματίζονται περιμετρικά του νησιού με κυριότερες αυτές των ποταμών Βούρκου και Αρμυροπόταμου στα Νότια του νησιού και τις κοιλάδες των ποταμών Μάκαρα, Ερεσό, και Τσιχλιώντα Νότιο-Δυτικά της Λέσβου.

Παρακάτω παραθέτετε ο πίνακας συγκρίσεων ανά ζεύγη των κριτηρίων που χρησιμοποιήθηκαν με τη μέθοδο πολύ-κριτηριακής ανάλυσης ΑΗΡ.

Πίνακας 5.1. - Πίνακας συγκρίσεων ανά ζεύγη για τον χάρτη ερημοποίησης

	Βάθος Εδάφους	Κλίση	Διάβρωση	Προσανατολισμός	Υψόμετρο
Βάθος Εδάφους	1	3	3	7	5
Κλίση	1/3	1	3	7	3
Διάβρωση	1/3	1/3	1	5	5
Προσανατολισμός	1/7	1/7	1/5	1	3
Υψόμετρο	1/5	1/3	1/5	1/3	1

5.9. Χάρτης αξιολόγησης καταλληλότητας γης για γεωργία με τη μέθοδο ΑΗΡ



Εικόνα 5.9. Χάρτης αξιολόγησης καταλληλότητας γης για γεωργία με τη μέθοδο ΑΗΡ

Περιοχές μικρής καταλληλότητας αποτελούν κυρίως τα βουνά τα οποία υπάρχουν στο νησί της Λέσβου. Ανατολικά του όρους Ολύμπου, αλλά και Νότια του πάνω στα βουνά Αγκαθερή Βαλανάς και Όρος, και Νότιο-Δυτικά έως το βουνό Κούτρα. Επίσης στην περιοχή που οριοθετείται από το όρος Λεπέτυμνο που βρίσκεται στη βόρεια πλευρά του νησιού φτάνοντας έως το βουνό Μεσοβούνι στα Ανατολικά του νησιού. Επίσης η περιοχή που περικλείεται από το βουνό Σπηλιό έως το όρος Ορδυμο χαρακτηρίζεται επίσης από μέτρια διάβρωση.

Τέλος μικρή καταλληλότητα περιοχές υπάρχουν και στην δυτική πλευρά του νησιού και συγκεκριμένα στην ευρύτερη περιοχή του όρους Όρδυμου φτάνοντας έως τις πόλεις Σίγρι και Ερεσσό, αλλά και στο νότιο τμήμα της Λέσβου στα δυτικά του Ολύμπου, καθώς επίσης και στο βουνό Τσεκούρια στην ανατολική πλευρά του νησιού.

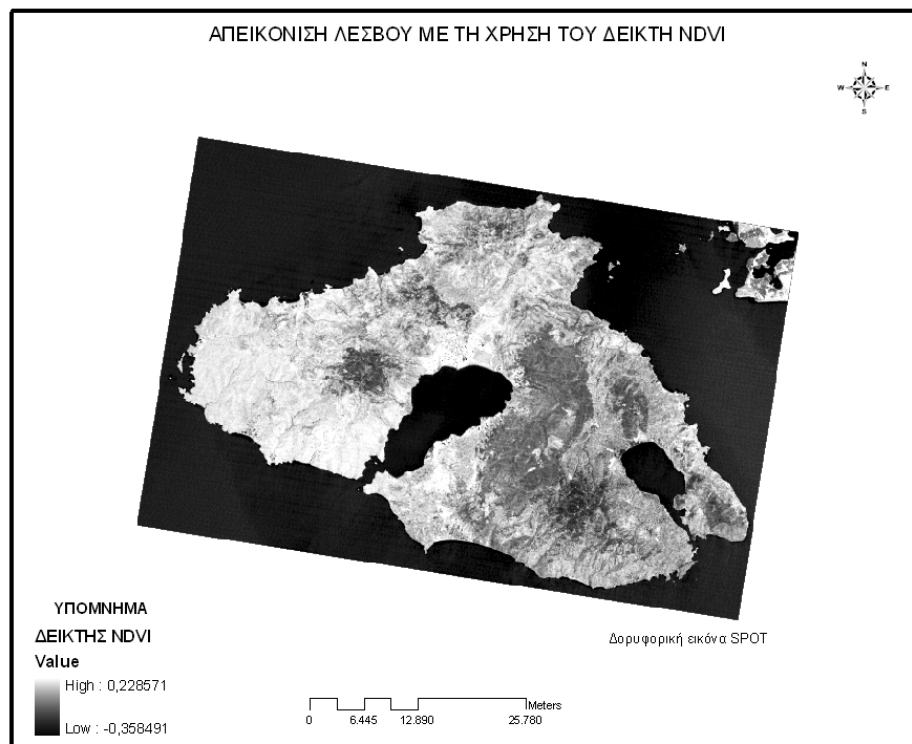
Οι περιοχές που είναι κατάλληλες για γεωργία αποτελούνται κυρίως από τις πεδινές εκτάσεις του νησιού, δηλαδή η ευρύτερη περιοχή του υδροβιότοπου της Καλλονής, η κοιλάδα του ποταμού Ευεργέτουλα, και κάποιες πεδινές εκτάσεις στην Νότιο-Ανατολική πλευρά του Κόλπου της Καλλονής και τις κοιλάδες που σχηματίζονται περιμετρικά του νησιού με κυριότερες αυτές των ποταμών Βούρκου και Αρμυροπόταμου στα Νότια του νησιού και τις κοιλάδες των ποταμών Μάκαρα, Ερεσσό, και Τσιγλιώντα Νότιο-Δυτικά της Λέσβου.

Παρακάτω παραθέτετε ο πίνακας συγκρίσεων ανά ζεύγη των κριτηρίων που χρησιμοποιήθηκαν με τη μέθοδο πολύ-κριτηριακής ανάλυσης AHP.

Πίνακας 5.2. - Πίνακας συγκρίσεων ανά ζεύγη για τον χάρτη γεωργίας

	Βάθος Εδάφους	Κλίση	Διάβρωση	Προσανατολισμός	Φυσιογραφία	Μητρικό Υλικό	Υψόμετρο
Βάθος Εδάφους	1	5	3	7	7	3	3
Κλίση	1/5	1	3	7	7	7	7
Διάβρωση	1/3	1/3	1	5	5	3	5
Προσανατολισμός	1/7	1/7	1/7	1	3	1/3	3
Φυσιογραφία	1/7	1/7	1/5	1/3	1	1/3	1/3
Μητρικό Υλικό	1/3	1/7	1/3	3	3	1	3
Υψόμετρο	1/3	1/7	1/5	1/3	3	1/3	1

5.10. Δείκτης κανονικοποιημένης διαφοράς βλάστησης



Εικόνα 5.1. Δορυφορική εικόνα με χρήση δείκτη NDVI

Ο δείκτης κανονικοποιημένης διαφοράς βλάστησης (NDVI) χρησιμοποιείται για να καθορίσει την πυκνότητα πράσινου σε μία περιοχή του εδάφους, οι ερευνητές πρέπει να παρατηρήσουν τα ευδιάκριτα χρώματα (μήκη κύματος) από το ορατό και το υπέρυθρο φως του ήλιου που ανακλάται από τα φυτά. Όπως μπορεί να φανεί μέσω ενός πρίσματος, πολλά διαφορετικά μήκη κύματος αποτελούν το φάσμα του φωτός του ήλιου.

Όταν το φως του ήλιου χτυπά τα αντικείμενα, ορισμένα μήκη κύματος αυτού του φάσματος απορροφώνται και άλλα μήκη κύματος ανακλώνται. Η χρωστική ουσία στα φύλλα φυτών, χλωροφύλλη, απορροφά έντονα το ορατό φως (από 0,4 έως 0,7 μm) για τη χρήση στη φωτοσύνθεση. Η δομή κυττάρων των φύλλων, αφ' ετέρου, απεικονίζει έντονα το υπέρυθρο φως (από 0,7 έως 1,1 μm). Όσα περισσότερα φύλλα έχει ένα φυτό τόσο περισσότερα είναι και τα μήκη κύματος που ανακλώνται.

Ο NDVI είναι ένα εναλλακτικό μέτρο του ποσού και του όρου βλάστησης. Συνδέεται με τα χαρακτηριστικά θόλων βλάστησης όπως η βιομάζα, ο δείκτης περιοχής φύλλων και το ποσοστό της κάλυψης βλάστησης.

$$\text{NDVI} = \text{nir} - \text{red} / \text{nir} + \text{red}$$

Ο δείκτης παίρνει τιμές από -1 έως +1, έχει βρεθεί ότι είναι χρήσιμος για τον ηπειρωτικό ή σφαιρικό έλεγχο κλίμακας βλάστησης επειδή μπορεί να αντισταθμίσει τους μεταβαλλόμενους όρους φωτισμού, την κλίση επιφάνειας και την πτυχή εξέτασης. Ο NDVI μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ανιχνεύσει τις εποχιακές αλλαγές στην πράσινη βιομάζα, αλλά μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να ανιχνεύσει τις αλλαγές στις ανθρώπινες δραστηριότητες (αναγραφή) ή τις φυσικές διαταραχές όπως οι πυρκαγιές (Shalaby and Tateishi, 2007).

Ο δείκτης βλάστησης παίρνει τιμές από το -1 έως το 1. Οι αρνητικές τιμές δηλώνουν θάλασσα ενώ οι τιμές θετικές και μικρότερες από 0,1 φανερώνουν γυμνό έδαφος. Μικρό NDVI (αραιή βλάστηση) υποδηλώνουν τιμές από 0,1 έως 0,2 καθώς επίσης μέτριο NDVI (αρκετά πυκνή βλάστηση) έχουν περιοχές με τιμές από 0,2 έως 0,4. Τέλος δείκτης βλάστησης μεγαλύτερος από τιμή 0,4 σημαίνει ότι στις περιοχές αυτές υπάρχει πολύ πυκνή και υγιής βλάστηση δηλαδή υψηλό NDVI.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο νησί της Λέσβου υπάρχουν ήδη περιοχές που παρατηρείται έντονο το φαινόμενο της ερημοποίησης. Το έδαφος καλύπτεται από φρυγανική βλάστηση ή είναι γυμνό και αυτές οι περιοχές εντοπίζονται κυρίως στο Νότιο, Νότιο-Δυτικό και σε μικρότερο βαθμό στο Βόρειο τμήμα του νησιού. Οι περιοχές που διατρέχουν υψηλό κίνδυνο ερημοποίησης ουσιαστικά εντοπίζονται στο Δυτικό, Βόρειο και Βόρειο-Ανατολικό τμήμα του νησιού. Αυτές οι περιοχές έχουν μικρή καταλληλότητα για τη γεωργία και γενικά δεν προσφέρονται για πολλές χρήσεις.

Επομένως θα πρέπει να ληφθούν άμεσα μέτρα ανάπλασης αυτών των περιοχών καθώς και συστήματα διαχείρισης που θα αποκαταστήσουν την βλάστηση που υπήρχε σε αυτές τις περιοχές.

Οι περιοχές που διατρέχουν μικρό ερημοποίησης οροθετούνται Νότιο-Ανατολικά του Κόλπου της Καλλονής και εκτείνονται σε ολόκληρο το Νότιο-Ανατολικό τμήμα της Λέσβου εκτός από τις Νότιες πλαγιές του Όρους Ολύμπου και των λόφων Χονδρό και Φούρνος καθώς επίσης της κοιλάδας που δημιουργείται Νότιο-Δυτικά του Όρους Λεπέτυμου.

Σε αυτές τις περιοχές θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν συστήματα διαχείρισης της γης που θα διατηρούν την ήδη υπάρχουσα κατάσταση και να διατηρηθούν κάποια συστήματα που εγκαταλείπονται, όπως είναι οι αναβαθμίδες και κυρίως στις ορεινές πλαγιές γιατί μόνο έτσι θα μπορέσει να αποτραπεί το έντονο φαινόμενο της διάβρωσης στο νησί και η ερημοποίηση αυτών των περιοχών.

Οι περιοχές με την μεγαλύτερη καταλληλότητα αποτελούνται κυρίως από τις πεδινές εκτάσεις του νησιού, δηλαδή η ευρύτερη περιοχή του υδροβιότοπου της Καλλονής, η κοιλάδα του ποταμού Ευεργέτουλα, και κάποιες πεδινές εκτάσεις στην Νότιο-Ανατολική πλευρά του Κόλπου της Καλλονής και τις κοιλάδες που σχηματίζονται περιμετρικά του νησιού με κυριότερες αυτές των ποταμών Βούρκου και Αρμυροπόταμου στα Νότια του νησιού και τις κοιλάδες των ποταμών Μάκαρα, Ερεσό, και Τσιχλιώντα Νότιο-Δυτικά της Λέσβου.

Σε αυτές τις περιοχές η καταλληλότητα της γης είναι πολύ υψηλή και οι εναλλακτικές προτάσεις για γεωργική χρήση είναι πάρα πολλές, παρόλα αυτά οι καλλιέργειες και τα συστήματα διαχείρισης που θα προταθούν από τους υπεύθυνους λήπτες των αποφάσεων θα πρέπει να γίνουν με γνώμονα την αειφορική χρήση αυτών των περιοχών καθώς και την αειφορική χρήση των πόρων τους.

7. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αξιολόγηση της γης στοχεύει στην κατανόηση των σχέσεων που υπάρχουν μεταξύ των χαρακτηριστικών, των ιδιοτήτων και των συνθηκών της γης με τις υφιστάμενες χρήσεις της και την παροχή στους σχεδιαστές χρήσεων γης συγκριτικών στοιχείων για εναλλακτικές λύσεις.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η αξιολόγηση της χρήσεων γης στο νησί της Λέσβου, σε ότι αφορά στην καταλληλότητα γης για τη γεωργία με την χρήση των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών και μεθόδων πολύ κριτηριακής ανάλυσης με την παραγωγή θεματικών χαρτών και την επεξεργασία των δορυφορικών εικόνων SPOT με το δείκτη NDVI. Για το σκοπό αυτό αναπτύχθηκαν θεματικοί χάρτες καταλληλότητας βάθους εδάφους, καταλληλότητας κλίσης, επικινδυνότητας διάβρωσης, καταλληλότητας προσανατολισμού, φυσιογραφίας, μητρικού υλικού, υψομέτρου, επικινδυνότητας ερημοποίησης και καταλληλότητας για γεωργία. Επίσης επεξεργασία δορυφορικής εικόνας με το δείκτη NDVI.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι περιοχές μικρής καταλληλότητας αποτελούν κυρίως τα βουνά τα οποία υπάρχουν στο νησί της Λέσβου και περιοχές στην δυτική πλευρά του νησιού και συγκεκριμένα στην ευρύτερη περιοχή του όρους Όρδυμου φτάνοντας έως τις πόλεις Σίγρι και Ερεσσό, αλλά και στο νότιο τμήμα της Λέσβου στα δυτικά του Ολύμπου, καθώς επίσης και στο βουνό Τσεκούρια στην ανατολική πλευρά του νησιού. Οι περιοχές που είναι κατάλληλες για γεωργία αποτελούνται κυρίως από τις πεδινές εκτάσεις του νησιού, δηλαδή η ευρύτερη περιοχή του υδροβιότοπου της Καλλονής, η κοιλάδα του ποταμού Ευεργέτουλα, και κάποιες πεδινές εκτάσεις στην Νότιο-Ανατολική πλευρά του Κόλπου της Καλλονής και τις κοιλάδες που σχηματίζονται περιμετρικά του νησιού.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αγοράκη Φ., (2004). *Εκτίμηση του κινδύνου διάβρωσης της νήσου Λέσβου με τη χρήση των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών και τηλεπισκόπησης*. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Μυτιλήνη.
- Bakker Martha M. et al, (2005). Soil erosion as a driver of land-use change. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 105, pp 467–481.
- Ceballos-Silva Alejandro and Jorge Lo'pez-Blanco, (2003). Delineation of suitable areas for crops using a Multi-Criteria Evaluation approach and land use/cover mapping: a case study in Central Mexico. *Agricultural Systems*, Vol. 77, pp 117–136.
- Dai F.C. and C.F.Lee, (2001). GIS-based geo-environmental evaluation for urban land-use planning. *Engineering Geology*, Vol. 61, pp 257-251.
- Davidson, R., (1997). An urban earthquake disaster risk index. *Blume Earthquake Engineering Center*, Stanford University, Stanford, CA.
- F.A.O., (1976). A framework for land evaluation. *Soils Bull*, Vol. 32, Rome, Italy.
- Grabau Ralf and Burghard C. Meyer, (1998). Multicriteria optimization of landscapes using GIS-based functional assessments. *Landscape and Urban Planning*, Vol. 43, pp 23-34.
- Henderson Frederick B. III,(1989). Remote sensing strategies for global resource exploration environmental management. *Acta Astronautica*, Vol. 20, pp. 149-164.
- Hermanides Cerda and Peter Nijkamp,(1997). Multicriteria Evaluation of Sustainable Agricultural Land Use.A Case Study of Lesvos. *Research Memorandum*, Amsterdam, 1997.
- Jankowski P., (1995). Integrating geographical information systems and multiple criteria decision-making methods. *International Journal of Geographical Information Systems*, Vol. 9, pp 251–273.
- Kalogirou S., (2002). Expert systems and GIS: an application of land suitability evaluation. *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 26, pp 89–112.
- Keping Chen and R. Blong and C. Jacobson, (2001). MCE-RISK: integrating multicriteria evaluation and GIS for risk decision-making in natural hazards. *Environmental Modelling & Software*, Vol. 16, pp 387–397.
- Kizos T. and Koulouri M., (2005). Economy, demographic changes and morphological transformation of the agri-cultural landscape of Lesvos, Greece. *Human Ecol*, Vol. 12, pp 183–192.
- Kizos T. and Koulouri M, (2006). Agricultural landscape dynamics in the Mediterranean:Lesvos (Greece) case study using evidence from the last three centuries. *Environmental Science & Policy*, Vol. 9, pp 330-342.
- Kizos T. and Spilanis I., (2004). The transformation of landscape: modeling policy and social impacts on the agricultural landscape of Lesvos. *J. Resource Model*, Vol 17, pp 215–252.
- Li T.H. and J.R. Ni and W.X. Ju, (2004). Land-use adjustment with a modified soil loss evaluation method supported by GIS. *Future Generation Computer System*, Vol. 20, pp 1185–1195.
- Lillesand T. M. and Kiefer R. W., (1994). *Remote Sensing and Image Interpretation*. Wiley, New York.
- Mahesh N. Rao and David A. Waits and Mitchell L. Neilsen, (2000). A GIS-based modeling approach for implementation of sustainable farm management practices. *Environmental Modelling & Software* Vol. 15, pp 745–753.

- Malczewski, J., (1999). Spatial multicriteria decision making. In: Thill, J.C. (Ed.), *Spatial Multicriteria Decision Making and Analysis: A Geographic Information Sciences Approach*. Ashgate Publishing Company, Brookfield, pp. 11–48.
- Mallawaarachchi T. et al, (1995). GIS-based Integrated Modelling Systems for Natural Resource Management. *Agricultural Systems*, Vol 50, pp 69-189.
- Mendoza Guillermo A. and R. Prabhub, (2000). Multiple criteria decision making approaches to assessing forest sustainability using criteria and indicators: a case study. *Forest Ecology and Management*, Vol 131, pp 107-126.
- Michalak Wieslaw Z., (1993). GIS in land use change analysis: integration of remotely sensed data into GIS. *Applied Geography*, Vol. 13, pp 28-44.
- Myers Wayne L., (1994). Environmental Remote Sensing and Geographic Information Systems-Based Modeling. *Elsevier Science*, Vol. 12.
- Neldner V. J., (1995). Using GIS to determine the adequacy of sampling in vegetation surveys. *Biological Conservation*, Vol. 73, pp 1-17.
- Pillai C.R.S. and Komaragiri Srinivasa Raju, (1999). Multicriterion decision making in performance evaluation of an irrigation system. *European Journal of Operational Research*, Vol. 112, pp 479-488.
- Qiong Wu,b et al, (2006). Monitoring and predicting land use change in Beijing using remote sensing and GIS. *Landscape and Urban Planning*, Vol. 78, pp322–333.
- Συλλαίος Ν. (ed), (1990). *Χαρτογράφηση και αξιολόγηση γεωργικών εδαφών και γαιών*. Γιαχούδη-Γιαπούδη, Θεσ/νίκη.
- Saaty, T.L., (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, VOL. 15, pp 231-281.
- Shalaby Adel and Ryutaro Tateishi, (2007). Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt. *Applied Geography*, pp 28–41.
- Sauchyn David, (1994). GIS modelling of agricultural soil loss in a plais glacial Llandscape. *Elsevier Science*, pp 1040--6182.
- Store R. and Kangas J., (2001). Integrating spatial multi criteria evaluation and expert knowledge for Gis based habitat suitability modelling. *Landscape and Urban Planning*, Vol. 55, pp 79-93.
- Svoray Tal and Pua Bar and Tsafrá Bannet, (2005). Urban land-use allocation in a Mediterranean ecotone:Habitat Heterogeneity Model incorporated in a GIS using a multi-criteria mechanism. *Landscape and Urban Planning*, Vol. 72, pp 337–351.
- Tulloch David L.et al, (2003). Integrating GIS into farmland preservation policy and decision making. *Landscape and Urban Planning*, Vol 63, pp 33–48.
- Yasser M. Ayad, (2005). Remote sensing and GIS in modelling visual landscape change, a case study of the north-western arid coast of Egypt. *Landscape and Urban Planning*, Vol. 73, pp 307-325.