

## Ανάλυση και αξιολόγηση της υγείας του τοπίου στο Β.Δ. τμήμα της λεκάνης της Μυγδονίας

Α.Ν. Σιδηροπούλου και Ι.Π. Ισπικούδης

Εργαστήριο Λιβαδικής Οικολογίας Α.Π.Θ. (286), 541 24 Πανεπιστημιούπολη,  
Θεσσαλονίκη, e-mail:sidiropoulou\_@hotmail.com

### Περίληψη

Η έννοια της υγείας τοπίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα φυσικά οικοσυστήματα της Μεσογείου, η δομή των οποίων προέκυψε μετά από μακροχρόνια επίδραση πληθώρας ανθρωπογενών και φυσικών παραγόντων. Το κυρίαρχο χαρακτηριστικό τους είναι το μεσογειακό κλίμα, το οποίο χαρακτηρίζεται από τις σχετικά μεγάλες ξηροθερμικές περιόδους λόγω ανισοκατανομής στο χώρο και το χρόνο των κατακρημνισμάτων. Τόσο για την παρατήρηση, όσο και για την εκτίμηση της υγείας του τοπίου, είναι απαραίτητος ο υπολογισμός των τιμών ενός συνόλου δεικτών τοπίου, ευαίσθητων στις περιβαλλοντικές μεταβολές, που εστιάζουν στον κίνδυνο της υποβάθμισης και σχετίζονται με τη λειτουργία των οικοσυστημάτων. Ως περιοχή έρευνας επιλέχθηκε το βορειοδυτικό, ημιορεινό τμήμα της λεκάνης της Μυγδονίας. Η ανάλυση των χρήσεων γης και της κατανομής τους στο χώρο έγινε με επεξεργασία δορυφορικής εικόνας του 2001 και οι τιμές των δεικτών τοπίου εξήχθησαν από το πρόγραμμα ArcView 3.2a. Η ανάλυση των δεικτών τοπίου έγινε συνδυαστικά τόσο σε φυσιογραφικό (τρεις υπολεκάνες απορροής) όσο και διοικητικό επίπεδο (πέντε δημοτικά διαμερίσματα). Από την ταξινόμηση των τριών υπολεκανών βάση των δεικτών ποικιλότητας και ομοιογένειας του Shannon προέκυψε ότι η υπολεκάνη στην οποία οι χρήσεις γης είναι ομοιόμορφα κατανεμημένες έχει καλή υγεία τοπίου, η υπολεκάνη η οποία κυριαρχείται από τα θαμνολίβαδα έχει κακή προς μέτρια υγεία τοπίου και η υπολεκάνη με την ενδιάμεση κατάσταση ως προς την ετερογένεια της δομής έχει μέτρια υγεία τοπίου.

**Λέξεις κλειδιά:** Δείκτες τοπίου, χρήσεις γης, λεκάνες απορροής.

### Εισαγωγή

Η μελέτη της δομής και της διάρθρωσης του τοπίου μπορεί να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο για την εκτίμηση της υγείας του τοπίου. Είναι όμως απαραίτητο να ληφθεί υπόψη τόσο ο κοινωνικός όσο και ο βιολογικός ρόλος του τοπίου, καθώς πρέπει να γίνουν πλήρως κατανοητές, τόσο οι κοινωνικές αρχές που διέπουν τις αλλαγές στο τοπίο, όσο και οι βιοφυσικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα μέσα σ' αυτό (Rapport et al. 1998). Η ταξινόμηση της κατάστασης ενός τοπίου, όσον αφορά την υγεία του, σε καλή, μέτρια ή κακή βασίζεται στο βαθμό ικανοποίησης τριών κριτηρίων: της σταθερότητας του εδάφους και της λειτουργικότητας των λεκανών απορροής, της ακεραιότητας του κύκλου των θρεπτικών συστατικών και της ενέργειας και της παρουσίας λειτουργικών μηχανισμών αποκατάστασης (Rapport et al. 1998).

Ένα τοπίο θεωρείται υγιές όταν οι ανθρώπινες επεμβάσεις συντηρούν μια σχετικά σταθερή δομή στο χρόνο, εξασφαλίζει την ισορροπία μεταξύ βιοφυσικών και πολιτισμικών συστατικών του συστήματος και ταυτόχρονα διατηρεί την ακεραιότητα και την ικανότητά του να παρέχει λειτουργίες και διαδικασίες θεμελιώδεις τόσο στον άνθρωπο όσο και σε άλλους οργανισμούς (Bertollo 2001). Σύμφωνα με το Ferguson (1994), η υγεία του τοπίου

συμβολίζει ένα δυναμικό ισοζύγιο όπου οι μηχανισμοί προσαρμογής και ανάδρασης δρουν ελεύθερα στα πλαίσια της αυτορρύθμισης των συστημάτων. Η καλή υγεία του τοπίου χαρακτηρίζεται από την ικανότητα του συστήματος να διατηρεί την ισορροπία του μετά από συχνές, μικρής έντασης διαταραχές και να επανέρχεται ακμαίο μετά από μια μεγάλη διαταραχή. Η κατάσταση του τοπίου θα πρέπει να εκτιμάται με μετρήσεις της υγείας και της ακεραιότητάς του ανάλογα με τη φύση του μωσαϊκού του τοπίου (Rapport et al. 1998).

Τα υγιή τοπία (και οικοσυστήματα) χαρακτηρίζονται από αυξημένη αντοχή, ελαστικότητα και παραγωγικότητα. Αυτές οι θεμελιώδεις ιδιότητες, αν και μπορεί να είναι δύσκολο να μετρηθούν, διέπουν τον εφοδιασμό των φυσικών πόρων που προκύπτουν από το τοπίο (Cairns and Pratt 1995, Daily 1997). Κατ' αυτή την έννοια, ο Karr (1996) έδωσε έμφαση στη σημασία της αειφορίας: υγιή τοπία δεν θα πρέπει να υποβαθμίζονται, ώστε να διασφαλίζεται η μελλοντική τους χρήση. Το έδαφος πρέπει να συντηρείται, το νερό δεν πρέπει να εξαντλείται και οι χρήσεις γης δεν πρέπει να προκαλούν καταστροφικά αποτελέσματα (π.χ. ατμοσφαιρική ρύπανση, χημικά απόβλητα κτλ.).

Τόσο για την παρατήρηση, όσο και για την εκτίμηση της υγείας του τοπίου, είναι απαραίτητο ένα σύνολο δεικτών, ευαίσθητων στις περιβαλλοντικές μεταβολές, που εστιάζουν στον κίνδυνο της υποβάθμισης και σχετίζονται με τη λειτουργία του οικοσυστήματος (Herrick et al. 1995).

Οι δείκτες τοπίου ενισχύουν τις προηγούμενες προσπάθειες για ποσοτικοποίηση της ανθρώπινης επίδρασης πάνω στα υδάτινα οικοσυστήματα με τον έλεγχο των αλλαγών χρήσεων γης στις περιβάλλουσες λεκάνες απορροής. Ποσοτικοποιούν την έκταση και τη διασπορά των χωροσηφίδων των διαφόρων χρήσεων γης και τη διάρθρωση της βλάστησης (Meyer and Turner 1994). Επιπλέον, οι δείκτες τοπίου λαμβάνουν υπόψη τον αριθμό των τύπων κάλυψης γης που υπάρχουν, την αναλογία κάθε τύπου στο τοπίο, το σχήμα των χωροσηφίδων και τη χωρική κατανομή και συνεκτικότητα των χωροσηφίδων (Li and Reynolds 1993). Έτσι, δείκτες που μετρούν την απόσταση από χωροσηφίδες που χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο μπορούν συχνά να ερμηνεύσουν τη διακύμανση στους παράγοντες του νερού ανάμεσα σε διάφορες λεκάνες απορροής (Osborne and Wiley 1988). Επομένως, οι λεκάνες απορροής μπορούν να χρησιμεύσουν ως βάση για την εξέταση πολλών οικολογικών διαδικασιών οι οποίες καθορίζουν τη διάρθρωση του τοπίου.

Η έννοια της υγείας τοπίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα φυσικά οικοσυστήματα της Μεσογείου, τα οποία πήραν τη μορφή τους μετά από μακροχρόνια επίδραση πληθώρας ανθρωπογενών και φυσικών παραγόντων. Το κυρίαρχο χαρακτηριστικό τους είναι το κλίμα, το οποίο χαρακτηρίζεται από εναλλαγές ανάμεσα στην υγρή περίοδο κατά τους χειμερινούς μήνες και στην ξηρή περίοδο κατά τους θερινούς μήνες. Υπάρχουν ωστόσο αναρίθμητες διαβαθμίσεις καθώς οι βροχοπτώσεις και οι θερμοκρασίες αλλάζουν ραγδαία από μια περιοχή σε άλλη και από χρονιά σε χρονιά (Papanastasis and Mansat 1996).

Το τοπίο της περιοχής του Λαγκαδά, στο Νομό Θεσσαλονίκης είναι αποτέλεσμα μακροχρόνιων ανθρωπογενών επεμβάσεων και σημαντικών ιστορικών εξελίξεων. Οι κυρίαρχες ανθρώπινες δραστηριότητες ήταν η κτηνοτροφία και η γεωργία ενώ οι ιστορικές εξελίξεις αφορούσαν τις αλλαγές, την κατοχή της γης, τις μεταναστεύσεις κτλ. (Σιδηροπούλου 2003). Στην περιοχή υπάρχουν καλλιεργημένες εκτάσεις, λιβάδια, οπωρώνες και δάση, καθώς και δέντρα που αξιοποιούνταν στο παρελθόν με ειδικούς τρόπους π.χ. κουριζόμενα και κλαδονομούμενα και διάφορες ανθρώπινες κατασκευές, όπως: δρόμοι, σπίτια, μοναστήρια, γεφύρια, πεζούλες, παραδοσιακοί νερόμυλοι κτλ.

Παρά τη σημασία της έννοιας της υγείας τοπίου στην ερμηνεία της οικολογικής ισορροπίας των τοπίων, δεν έχει γίνει ακόμα ερμηνεία της με χρήση δεικτών τοπίου. Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν, με τη συνδρομή της σύγχρονης τεχνολογίας και τη χρησιμοποίηση δεικτών, να αναλυθεί η δομή και η διάρθρωση του τοπίου ώστε να εκτιμηθεί η υγεία του τοπίου στην περιοχή του Λαγκαδά.

## Υλικά και μέθοδοι

### Περιοχή έρευνας

Η περιοχή έρευνας βρίσκεται στην Επαρχία Λαγκαδά, βόρεια του Νομού Θεσσαλονίκης στη κεντρική Μακεδονία και καταλαμβάνει έκταση 255,2 εκταρίων διαρθρώνεται από πέντε δημοτικά διαμερίσματα και δέκα οικισμούς της διοικητικής περιφέρειας της Επαρχίας Λαγκαδά του Νομού Θεσσαλονίκης. Οι κύριοι τύποι κάλυψης γης στην περιοχή έρευνας είναι: λιβαδικές εκτάσεις 14140 εκτάρια, δάση 1820 εκτάρια, γεωργικές καλλιέργειες 7760 εκτάρια και άλλες χρήσεις γης 1010 εκτάρια (Ε.Σ.Υ.Ε. 1986, Ε.Σ.Υ.Ε. 1995). Παρατηρήσεις 17 ετών (1978-1995) του πλησιέστερου προς την περιοχή έρευνας μετεωρολογικού σταθμού Λαχανά Σερρών έδειξαν, ότι το μέσο ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων ανέρχεται σε 585 χλσ. και η μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα στους 12,1 °C. Η περιοχή έρευνας ανήκει στην παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης (*Quercetalia pubescentis*) (λοφώδης, υποορεινή). Το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής ανήκει στην υποζώνη *Ostryo-Carpinion*, στον αυξητικό χώρο *Coccifero-Carpinetum*. Ένα μικρό τμήμα στα βορειοανατολικά ανήκει στη υποζώνη ξηρόφυλλων φυλλοβόλων δασών (*Quercion confertae*) (λοφώδης, υποορεινή, ορεινή).

### Μεθοδολογία

Ως πρωτογενές υλικό χρησιμοποιήθηκε η δορυφορική εικόνα Landsat 7 της περιοχής Λαγκαδά (2001) (ανάλυση: 30x30 μ.). Μετά από στατιστική επεξεργασία των επιπέδων ακτινοβολίας προέκυψαν δέκα κατηγορίες τύπων κάλυψης γης (πυκνά δάση, αραιά δάση, πυκνοί θαμνώνες, αραιοί θαμνώνες, γεωργικές καλλιέργειες, ποολίβαδα, γυμνά εδάφη, λίμνες, σύννεφα και σκιές) (Ghossoub 2003).

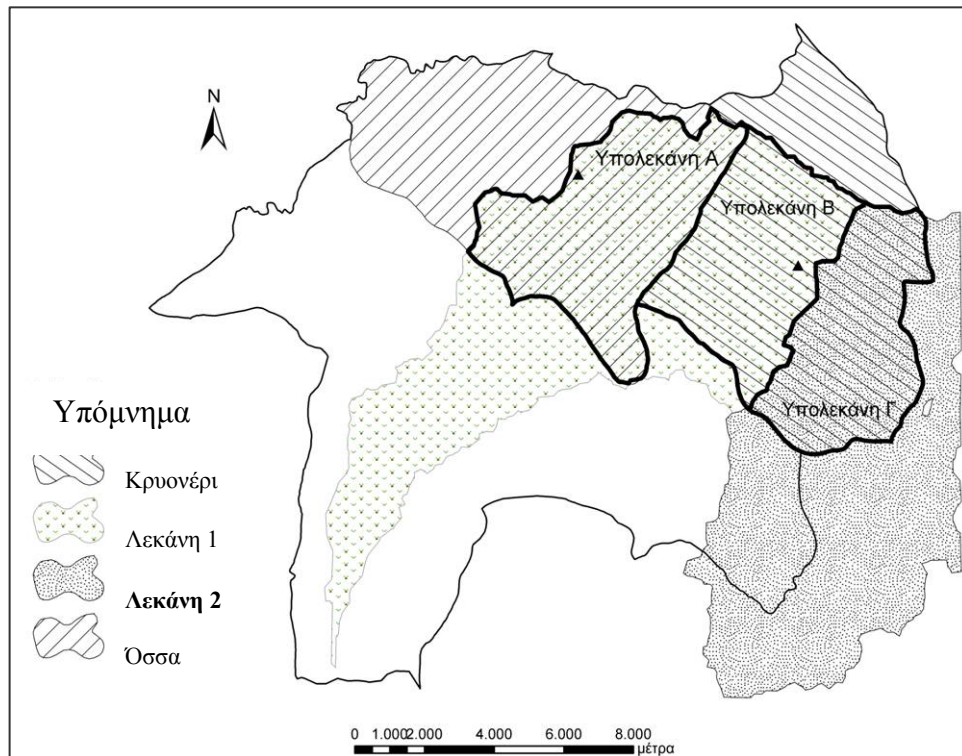
Η επεξεργασμένη δορυφορική εικόνα εισήχθη στο περιβάλλον Arc View 3.2a. Στη συνέχεια προστέθηκαν ως θεματικά υποστρώματα ο χάρτης με τις υπολεκάνες απορροής και ο χάρτης με τα δημοτικά διαμερίσματα. Η επιλογή των δειγματοληπτικών μονάδων έγινε έτσι ώστε να ανήκουν σε διαφορετικά Δ.Δ. (οικονομικοκοινωνικός παράγοντας) και να ανήκουν σε διαφορετικές υπολεκάνες απορροής (φυσιογραφικός παράγοντας). Έτσι προέκυψαν τρεις υπο-περιοχές έρευνας που ανήκουν διοικητικά στα Δ.Δ. της Όσσας (Α) και του Κρυονερίου (Β και Γ) και φυσιογραφικά σε δύο διαφορετικές λεκάνες απορροής (Εικόνα 1).

Στις περιοχές αυτές εφαρμόστηκε κτίναβος (1000x1000 μ.) και χωρίστηκαν με την εντολή Clip του Geo-Processing Wizard του ArcView 3.2a σε 34 πειραματικές επιφάνειες έκτασης 1000 στρεμμάτων η κάθε μια. Η έκταση αυτή θεωρείται ικανοποιητική τόσο για την έρευνα των διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα μέσα σε ένα τοπίο όσο και για τον προσδιορισμό των χειριστικών λιβαδικών μονάδων. Σε κάθε μια πειραματική επιφάνεια υπολογίστηκαν με το πακέτο χωρικής ανάλυσης Spatial Statistics του ArcView 3.2a οι δείκτες Ποικιλότητας και Ομοιογένειας του Shannon.

Ο αδιάστατος δείκτης ποικιλότητας του Shannon (SDI) ισούται με το αρνητικό άθροισμα της αναλογικής αφθονίας κάθε τύπου χωροσηφίδα επί την αναλογία αυτή:

$$SDI = - \sum_{i=1}^m (P_i - \ln P_i)$$

Ο δείκτης ισούται με μηδέν όταν το τοπίο περιέχει μόνο μια χωροσηφίδα και αυξάνεται όσο ο αριθμός των διαφορετικών τύπων χωροσηφίδων αυξάνεται.



Εικόνα 1. Διαχωρισμός περιοχής έρευνας ανάλογα με τις λεκάνες απορροής και με τα Δημοτικά Διαμερίσματα (Δ.Δ.).

Ο αδιάστατος δείκτης ομοιογένειας του Shannon (SEI) ισούται με το αρνητικό άθροισμα της αναλογικής αφθονίας κάθε τύπου χωροσηφίδας επί αυτήν την αναλογία δια του λογάριθμου του μέγιστου αριθμού διαφορετικών τύπων χωροσηφίδων:

$$SEI = \frac{-\sum_{i=1}^m (P_i - \ln P_i)}{\ln m}$$

$m$  = μέγιστος αριθμός διαφορετικών τύπων χωροσηφίδων (εκτός των οριακών χωροσηφίδων)  
 $P_i$  = αναλογική αφθονία κάθε τύπου χωροσηφίδας στο τοπίο

Με σκοπό την ταξινόμηση των 34 πειραματικών επιφανειών σε τρεις κλάσεις υγείας τοπίου οι τιμές των δεικτών ποικιλότητας του Shannon (SDI) και ομοιογένειας του Shannon (SEI) ταξινομήθηκαν με την εντολή Categorize Variables του προγράμματος SPSS 11.0 με τη βαθμίδα 1 να περιέχει τις επιφάνειες με τις μικρότερες τιμές (κακή υγεία τοπίου), τη βαθμίδα 2 τις ενδιάμεσες (μέτρια υγεία τοπίου) και τη βαθμίδα 3 τις μεγαλύτερες τιμές (καλή υγεία τοπίου).

## Αποτελέσματα και συζήτηση

Οι δείκτες ποικιλότητας (SEI) και ομοιογένειας (SDI) του Shannon επελέγησαν για την εκτίμηση της υγείας του τοπίου καθώς εκφράζουν το βαθμό αταξίας (εντροπίας) των συστημάτων (φυσικών ή τεχνητών) και κατ' επέκταση το βαθμό κρισιμότητάς τους (Haken 1988, Prigogine 1997, Li 2000). Ο δείκτης ποικιλότητας ή δείκτης πληροφορίας του Shannon είναι μία πολύ γνωστή ιδιότητα των συστημάτων και είναι πολύ χρήσιμος στο χαρακτηρισμό της ετερογένειας στο χρόνο και χώρο. Η εντροπία είναι ανάλογη του μεγέθους του υπό μελέτη συστήματος και αυξάνει με τη μείωση του μεγέθους του επιπέδου αναφοράς. Σε

δεδομένο επίπεδο αναφοράς, ο βαθμός πληροφορίας εκφράζει και τη σταθερότητα του συστήματος στις εξωτερικές διαταραχές. Συστήματα που έχουν μεγάλη ποικιλότητα έχουν και μεγάλη σταθερότητα. Η μέτρηση της ποικιλότητας είναι χρήσιμη για την αξιολόγηση των συστημάτων, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη πιθανών επιπτώσεων στη δομή και στη λειτουργία τους από εναλλακτικές χρήσεις γης. Στη Μεσογειακή λεκάνη έχει βρεθεί ότι η ποικιλότητα συνδέεται θετικά με τη διαφοροποίηση που προκύπτει από την ετερογένεια του περιβάλλοντος και από το είδος χρήσεων γης που εφαρμόζεται (Naveh and Whittaker 1979, Cowling et al. 1996, Noy-Meir 1998).

Από την ταξινόμηση των δεικτών SDI και SEI σε κλάσεις, με την κλάση 1 να αντιστοιχεί σε κακή υγεία τοπίου, την κλάση 2 σε μέτρια υγεία τοπίου και την κλάση 3 σε καλή υγεία τοπίου, προέκυψε ο πίνακας 1.

Πίνακας 1. Ποσοστιαία ταξινόμηση τιμών δεικτών σε τρεις κλάσεις.

Υπολεκάνη	SDI		SEI	
	Κλάση	Ποσοστό που ανήκει σ' αυτήν τη βαθμίδα (%)	Κλάση	Ποσοστό που ανήκει σ' αυτήν τη βαθμίδα (%)
A	1* (1,39 - 1,59)	50,00	1 (0,71 - 0,78)	36,00
	2 (1,59 - 1,78)	29,00	2 (0,78 - 0,85)	50,00
	3 (1,78 - 1,98)	21,00	3 (0,85 - 0,92)	14,00
B	1 (1,39 - 1,59)	36,00	1 (0,71 - 0,78)	30,00
	2 (1,59 - 1,78)	45,00	2 (0,78 - 0,85)	60,00
	3 (1,78 - 1,98)	18,00	3 (0,85 - 0,92)	10,00
Γ	1 (1,39 - 1,59)	0,00	1 (0,71 - 0,78)	10,00
	2 (1,59 - 1,78)	33,00	2 (0,78 - 0,85)	30,00
	3 (1,78 - 1,98)	67,00	3 (0,85 - 0,92)	60,00

\* 1: κακή υγεία τοπίου, 2: μέτρια υγεία τοπίου και 3: καλή υγεία τοπίου

Είναι σαφές ότι η υπολεκάνη Γ έχει καλή υγεία τοπίου που αποδεικνύεται από το γεγονός ότι διαφέρει στατιστικώς σημαντικά (πίνακας 2) από τις άλλες δύο και παράλληλα ένα ποσοστό της υπολεκάνης Γ 67% (SDI) και 60% (SEI) (Πίνακας 1) ανήκει στην τρίτη κλάση δηλαδή έχει καλή υγεία τοπίου. Όσον αφορά τις άλλες δύο υπολεκάνες δεν υφίστανται μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικές διαφορές (Πίνακας 2). Ωστόσο επειδή 50% (SDI) και 50% (SEI) ανήκουν στην πρώτη και δεύτερη κλάση αντίστοιχα η υπολεκάνη Α έχει κακή προς μέτρια υγεία τοπίου και επειδή 45% (SDI) και 60% (SEI) ανήκουν στη δεύτερη κλάση η υπολεκάνη Β έχει μέτρια υγεία τοπίου.

Πίνακας 2. Κατάταξη των τριών υπολεκανών στις τρεις κλάσεις υγείας τοπίου.

Υπολεκάνη	Μέσοι όροι δεικτών		Υγεία τοπίου
	SDI	SEI	
A	1,648α*	0,804α	κακή - μέτρια
B	1,656α	0,801α	μέτρια
Γ	1,774β	0,842β	καλή

\*Οι υπολεκάνες με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$

## Συμπεράσματα

Από την ταξινόμηση των τριών υπολεκανών της περιοχής έρευνας βάση των δεικτών ποικιλότητας και ομοιογένειας του Shannon προέκυψε ότι η υπολεκάνη Γ στην οποία οι

χρήσεις γης είναι ομοιόμορφα κατανεμημένες έχει καλή υγεία τοπίου, η υπολεκάνη Α η οποία κυριαρχείται από τα θαμνολίβαδα έχει κακή προς μέτρια υγεία τοπίου και η υπολεκάνη Β με την ενδιάμεση κατάσταση ως προς την ετερογένεια της δομής έχει μέτρια υγεία τοπίου.

## Βιβλιογραφία

- Bertollo, P. 2001. Assessing Landscape Health: A Case Study from Northeastern Italy. *Environmental Management*, 27 (3) :349-365.
- Cairns, J.J. and J.R.Pratt. 1995. The relationship between ecosystem health and delivery of ecosystem services. In: *Evaluating and Monitoring the Health of Large-Scale Ecosystems* (D.J. Rapport, C. Gaudet and P.Calow, eds). New York: Springer-Verlag.
- Cowling, R.M., P.W. Rundell, B.B. Lamont, M.K. Arroyo and M. Arianoutsou. 1996. Plant diversity in Mediterranean-climate regions. *Trends in Ecology and Evolution*, 11: 362-366.
- Daily, G. ed., 1997. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington: Island Press.
- Ε.Σ.Υ.Ε.. 1986. Κατανομή της εκτάσεως της χώρας κατά βασικές κατηγορίες χρήσεως. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος. Αθήνα.
- Ε.Σ.Υ.Ε.. 1995. Κατανομή της εκτάσεως της Ελλάδος κατά βασικές κατηγορίες χρήσεως. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος. Αθήνα.
- Ferguson, B.K. 1994. The concept of landscape health. *Journal of Environmental Management*. 40:129-137.
- Ghossoub, R.S. 2003. Impact of piospheric points on Mediterranean rangelands. International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies. Master thesis.
- Haken, H. (ed). 1988. *Information and Self-Organization*. Springer, Berlin.
- Herrick, J.E., W.G. Whithford, A.G. DeSoyza and J. Van Zee. 1995. Soil and vegetation indicators for assessment of rangeland condition p. 157-166. In: CALEDONIA A.G ed. North American Workshop on Monitoring for Ecological Assessment of Terrestrial and Aquatic Ecosystems. USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.
- Karr, J.R. 1996. Ecological integrity and ecological health are not the same. In: *Engineering Within Ecological Constraints*, (Peter C. Schulze, ed.). Washington,DC: National Academy Press. p. 97-109.
- Li, B.L. 2000. Why is the holistic approach becoming so important in landscape ecology?. *Landscape and Urban Planning*, 50: 27-41.
- Li, H. and J.F. Reynolds. 1993. A new contagion index to quantify spatial patterns of landscapes. *Landscape Ecology*, 8: 155-162.
- Meyer, W.B. and B.L. Turner. 1994. *Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective*. New York: Cambridge University Press.
- Naveh, Z. and R.H. Whittaker. 1979. Structural and floristic diversity of shrublands and woodlands in northern Israel and other Mediterranean regions. *Vegetation*, 41: 171-190.
- Noy-Meir, I. 1998. Effects of grazing on Mediterranean grasslands: the community level. p. 27-39. In: V.P. Papanastasis, and D. Peter, eds. *Ecological basis of livestock grazing in Mediterranean ecosystems*. European Community, Belgium.
- Osborne, L.L. and M.J. Wiley. 1988. Empirical relationships between land use/cover and stream water quality in an agricultural watershed. *Journal of Environmental Manage.*, 26: 9-27.
- Papanastasis, V.P. and P. Mansat. 1996. Grasslands and related forage resources in Mediterranean areas. *Grassland and land use systems*, 16<sup>th</sup> EGF Meeting p. 47-57.
- Prigogine, I. (ed). 1997. *The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature*. The Free Press, New York. pp. 228.

- Rapport, D.J., C. Gaudet, J.R. Karr, J.S. Baron, C. Bohlen, W. Jackson, B. Jones, R.J. Naiman, B. Norton and M.M. Pollock. 1998. Evaluating landscape health : integrating societal goals and biophysical process. *Journal of Environmental Manage.*, 53:1-15
- Σιδηροπούλου, Α. 2003. Ανάλυση και Αξιολόγηση της Δομής και Διάρθρωσης του Τοπίου στο Β.Δ. Τμήμα της Λεκάνης της Μυγδονίας. Μεταπτυχιακή διατριβή του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Θεσσαλονίκη.

## **Analysis and evaluation of landscape health in the N.W. part of the Mygdonia Basin**

**A. N. Sidiropoulou and I. P. Ispikoudis**

Laboratory of Rangeland Ecology, Aristotle University of Thessaloniki, (286), 541 24 Thessaloniki, e-mail:sidiropoulou\_@hotmail.com

### **Summary**

The concept of landscape health can be applied in the Mediterranean natural ecosystems which obtained their structure after the longterm effect of human and physical factors. The main characteristic of these ecosystems is the Mediterranean climate, which have relatively long dry seasons due to unequal distribution in time and space of the precipitation. For the observation and evaluation of landscape health it is essential to estimate the values of a number of landscape indicators which are sensitive to the environmental changes, focus in the risk of diminution and relate to the function of the ecosystems. As a study area it was selected the northwest part of the basin of Mygdonia. The land use types and their distribution have derived from a Landsat 7 image of 2001 and the landscape indicators derived from the ArcView 3.2a software. The analysis of the landscape indicators was made both in physiographic (three basins) and management level (five communities). The research focused in three subbasins. The classification of the three subbasins based on the Shannon's diversity index and Shannon's evenness index resulted that subbasin in which the land types are normally distributed has good landscape health, the subbasin which is dominated by shrublands has bad to fair landscape health and the subbasin with the intermediate condition has fair landscape health.

**Key words:** Landscape indicators, land use types, basins.