



# ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ & ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΠΙΟΥ

## ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ & ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΠΙΟΥ

### Θεωρία και Εφαρμογές

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

Δρ. ΚΩΝ/ΝΟΣ ΠΟΪΡΑΖΙΔΗΣ

ΖΑΚΥΝΘΟΣ 2010

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

## **Τ**ο τοπίο σαν γενική έννοια

(από Ισπικούδη, Ι., Σίρκου, Δ. και Σιδηροπούλου, Α. 2006. *Ανάλυση – Σύνθεση Τοπίου Ι. Εκπαιδευτικές σημειώσεις, ΤΕΙ Καβάλας, ΣΤΕΓ Δράμας, Τμήμα Αρχιτεκτονικής Τοπίου*).

Τοπίο συνήθως αποκαλείται ένας συγκεκριμένος γεωγραφικός χώρος που έχει ιδιαίτερη ομορφιά και προκαλεί ευχαρίστηση στον κάθε επισκέπτη. Τοπίο, επίσης, ονομάζεται μια περιοχή στην επιφάνεια της γης που παρουσιάζει μια χαρακτηριστική διάταξη οικοσυστημάτων.

Οτιδήποτε που μπορούμε να δούμε όταν κοιτάμε δια μέσου μιας περιοχής της γης που συμπεριλαμβάνει λόφους, ποτάμια, κτίρια, δένδρα και φυτά. Όλα τα χαρακτηριστικά που είναι σημαντικά μέσα σε μια περιοχή και τα οποία δίνουν σε αυτή ένα μοναδικό χαρακτήρα. Τοπίο είναι το σύνολο των χαρακτηριστικών στοιχείων που διακρίνουν μια συγκεκριμένη περιοχή της γήινης επιφάνειας από άλλες περιοχές όπως φαίνεται σε ένα οπτικό πεδίο. Τα χαρακτηριστικά αυτά στοιχεία είναι αποτέλεσμα όχι μόνο φυσικών παραγόντων αλλά και της ανθρώπινης παρουσίας και χρήσης γης (Χατζηστάθης & Ισπικούδης 1995).

*Λέξεις που χρησιμοποιούνται για το τοπίο σε άλλες γλώσσες είναι:  
Landscape στα Αγγλικά, Landschaft στα Γερμανικά ή Paysage στα Γαλλικά.*

Μπορούμε να εκφράσουμε και να χαρακτηρίσουμε ένα τοπίο και με διάφορους άλλους όρους οι οποίοι μπορούν να περιγραφούν σαν:

**Φύση, Φυσικό περιβάλλον, Σύστημα, Πλούτος, Ιδεολογία, Ιστορία, Μέρος, Αισθητική.**

## Η έννοια του τοπίου μέσα από τις κοινωνικές και φυσικές επιστήμες

Οι Ιστορικοί χρησιμοποιούν τον όρο τοπίο αναφερόμενοι σε σχετικά εκτεταμένη τοποθεσία, όπως για παράδειγμα λένε ότι αυτό το έδαφος όπου έγιναν μάχες ή οι τάδε άποικοι εγκατέστησαν καταυλισμούς ή οι αρχιτέκτονες της εποχής ίδρυσαν μνημεία ή ήταν το έδαφος όπου διαμέσου αυτού διακινούνταν άνθρωποι.

Στη Γεωγραφία όπου το τοπίο έπαιξε έναν κεντρικό ρόλο οι επιστήμονες μελετούσαν μία θεμελιώδη χρήση του, στην ιδιαίτερη προσπάθεια να περιγράψουν και να σκιαγραφήσουν αυτό από καθαρά επιστημονική σκοπιά χρησιμοποιήθηκε ο όρος τοπίο.

Η Δασοπονία προσεγγίζει την έννοια του τοπίου ορίζοντας έννοιες από το χώρο μέσα στον οποίο αναπτύσσεται η δραστηριότητα της, όπως φυσικό περιβάλλον, φυσικό τοπίο, δασικό τοπίο, οπτικό πόρο κλπ.

Τοπίο είναι ένας πρόσθετος πόρος μέσα στο δασικό περιβάλλον και δίνοντας μια οικονομική διάσταση και διαχειριστική οντότητα μπορεί να ονομαστεί 'Δασικός Οπτικός Πόρος'.

**Φυσικό τοπίο:** είναι ένα δυναμικό σύνολο βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων και μεταβλητών, που μεμονωμένα ή αλληλεπιδρώντας σε έναν περιορισμένο χώρο συνθέτουν μια οπτική εμπειρία.

**Δασικό Τοπίο:** είναι αυτό στο οποίο ο βασικότερος αισθητικός παράγοντας είναι η βλάστηση. Η διαπίστωση αυτή είναι βασικής σημασίας, γιατί ο αρχιτέκτονας τοπίου είναι δυνατό με την επέμβαση του να την επηρεάσει αποφασιστικά και κατά συνέπεια να βελτιώσει ή να μειώσει, ανάλογα, την αισθητική αξία του τοπίου.

**Αστικό Τοπίο:** ο όρος αυτός προσδιορίζει την εικόνα που εμφανίζει κάθε πόλη με τα κτίρια, τους δρόμους, τα πάρκα, τους ελεύθερους χώρους καθώς και τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν σε αυτή ως απόρροια του μικροκλίματος, της κυκλοφορίας, της εμπορικής και βιομηχανικής ανάπτυξης της.

**Αγροτικό τοπίο:** ο όρος αυτός προσδιορίζει την εικόνα που εμφανίζουν οι γεωργικές καλλιέργειες σε συνέχεια είτε διάσπαρτες μέσα σε δασωμένους λόφους. Πιθανή η ύπαρξη δασικών νησίδων και φυτοφραχτών ανάμεσα στα χωράφια.

**Τεχνητό τοπίο:** είναι το ανθρωπογενές τοπίο, δηλαδή αυτό που έχει δημιουργηθεί ή προστεθεί στο φυσικό περιβάλλον από τον άνθρωπο (π.χ. πάρκα, κήποι, βραχώκηποι κλπ). (Τεχνητό αντίγραφο της φύσης).

Τοπίο, **από αισθητικής άποψης** είναι η γενική εντύπωση, που δημιουργείται από το συνδυασμό των οπτικών στοιχείων, όπως είναι η γη με την τοπογραφική της διαμόρφωση, η βλάστηση, τα ζώα, το νερό και οι διάφορες κατασκευές που εντυπωσιάζουν με τις χαρακτηριστικές συνθετικές τους έννοιες της μορφής, της γραμμής, του χρώματος και της υφής.

Το τοπίο όμως στην πραγματικότητα είναι μια περισσότερο σύνθετη έννοια, αφού περιλαμβάνει φυσικά, γεωμορφολογικά, βιολογικά και πολιτισμικά χαρακτηριστικά, τα οποία είναι άρρηκτα συνυφασμένα μεταξύ τους και δημιουργούν ένα ενιαίο και μοναδικό σύνολο, δυναμικά εξελισσόμενο.

Το τοπίο ορίζεται και ως:

‘η φυσική επιφάνεια της γης με δύο αναγνωρίσιμους τύπους:

**-το φυσικό τοπίο (natural landscape)**, το οποίο σχηματίστηκε από τις δυνάμεις της φύσης (κλιματικές, τεκτονικές, διαβρώσεις, ιζηματογενέσεις κλπ) και

**-το πολιτισμικό τοπίο (cultural landscape)** ως αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης ανθρώπου και φύσης’.

*Πολιτισμικό Τοπίο: Είναι το στατικό τοπίο με την έννοια ότι η εξελικτική του πορεία έλαβε τέλος στο παρελθόν.*

*Παραδοσιακό Τοπίο: Είναι η φυσική έκφραση του τρόπου ζωής των κατοίκων μιας περιοχής και αποτελεί μια ζωντανή, δυναμική οντότητα και δεν έχει μόνο αισθητική και οικολογική αξία, αλλά αποτελεί και μια ανεξάντλητη τράπεζα πληροφοριών για τις δραστηριότητες των ανθρώπων.*

Τα Παραδοσιακά Τοπία δεν είναι στατικά όπως ένας ζωγραφικός πίνακας, και δεν μπορούν να επιβιώσουν ως μουσειακό αντικείμενο αλλά χαρακτηρίζονται από δυναμική εξέλιξη με ραγδαίες αλλαγές, οι οποίες σήμερα συμβαίνουν με τέτοιους δραματικούς ρυθμούς, που η ανάγκη, τουλάχιστον της καταγραφής τους, ποτέ δεν ήταν πιο επιτακτική. Η καταγραφή επίσης των στοιχείων, που αφορούν τις σχέσεις του ανθρώπου με το τοπίο, είναι απόλυτα αναγκαία, αφού μέσα σε λίγες δεκαετίες παραδοσιακές χρήσεις γης, τοπωνύμια, έθιμα κλπ. τείνουν να εξαφανιστούν απειλώντας την πολιτισμική κληρονομιά ενός τόπου.

Η γνώση της σχέσης του τοπίου με την παράδοση και τα έθιμα των κατοίκων σε μια περιοχή, μπορεί να δώσει σημαντικές πληροφορίες για τη μελλοντική διαχείριση των φυσικών πόρων, αλλά και το σχεδιασμό οποιουδήποτε τοπίου (σε κάθε κλίμακα, κήπο, πάρκο κλπ. Το κάθε τοπίο είναι συνδυασμός φύσης και πολιτισμού (κουλτούρας), που είναι ο καρπός των πνευματικών ικανοτήτων του ανθρώπου. Το τοπίο ουσιαστικά αποτελεί την 'περγαμηνή' για τη 'γραφή' των πράξεων και δραστηριοτήτων του ανθρώπου σε 'συνεργασία' με τη φύση και σχετίζεται με την ιστορία, τη θρησκεία, τη λαογραφία, τα δρώμενα κλπ, μέσα στο συνολικό πλαίσιο της εξέλιξης του πολιτισμού ενός τόπου στην πάροδο του χρόνου.

Το τοπίο είναι ένα παλίμψηστο πάνω στο οποίο η κάθε γενιά εγγράφει τις δραστηριότητές της, τις εντυπώσεις της, ενώ αφαιρεί κάποια από τα ίχνη και τα σημάδια των προηγούμενων γενιών.

Μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους στη μελέτη των τοπίων αποτελεί η διερεύνηση της εξέλιξης των χρήσεων/κάλυψης γης. Μέσα από την ανάλυση αυτή διαπιστώνονται οι αλλαγές που έχει υποστεί ένα τοπίο, σε σχέση με τα συγκεκριμένα αίτια που τις προκαλούν (αλλαγές στη διαχείριση), ενώ δίνεται η δυνατότητα καθορισμού συγκεκριμένων μέτρων για τη διατήρησή του. Εξάλλου οι αλλαγές των χρήσεων/κάλυψης γης αντανακλούν με τον πιο ξεκάθαρο τρόπο την ανθρώπινη επίδραση πάνω στα τοπία.

## **Το Τοπίο στη Διεθνή Πολιτική**

Η έννοια και η επιστήμη του τοπίου είναι σχετικά πρόσφατη, εντούτοις το τοπίο θεωρήθηκε αρκετά γρήγορα ως κοινό συλλογικό αγαθό της οικουμένης και ως το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης πολιτισμού και φύσης, ανάγοντάς το σε στοιχείο είτε παγκόσμιας είτε τοπικής κληρονομιάς. Σε παγκόσμιο επίπεδο η χρήση της έννοιας του τοπίου έχει αναχθεί σε αναγκαιότητα και αναφέρεται σε όλα σχεδόν τα πολιτικά κείμενα, όχι μόνο της περιβαλλοντικής αλλά και της χωροταξικής πολιτικής.

Η UNESCO επεκτείνει την προστασία της πέρα από τα 'στατικά' τοπία, ενώ οι ευρωπαϊκές πολιτικές υπογραμμίζουν την αναγκαιότητα δημιουργικής διαχείρισης των τοπίων και η πρόσφατη συνθήκη της Φλωρεντίας παρουσιάζει καινούργιες προσεγγίσεις, υπερβαίνοντας την απλή προστασία: εφεξής η πολιτική, διαχείριση και ο σχεδιασμός "κοινών" τοπίων αποτελούν εξίσου πολιτικούς στόχους. Ο ρόλος των πολιτών στη λήψη αποφάσεων, όσον αφορά τα "τοπία τους" υπογραμμίζεται σαν απαραίτητη παράμετρος της αειφορικής διαχείρισης.

Στον κατάλογο παγκόσμιας κληρονομιάς της UNESCO (1993) περιλαμβάνονται τοπία, που αντανακλούν τις εξελικτικές διαδικασίες στη μορφή και τη σύνθεσή τους

‘δυναμικό τοπίο είναι ένα τοπίο το οποίο διατηρεί ενεργητικό κοινωνικό ρόλο, άρρηκτα δεμένο σε παραδοσιακούς τρόπους ζωής και στο οποίο η εξελικτική διαδικασία συνεχίζεται. Ταυτόχρονα μαρτυρεί την εξέλιξή του στο πέρασμα του χρόνου....’.

## Το τοπίο στην Ευρωπαϊκή πολιτική

Στόχοι της Κοινής Γεωργικής Πολιτικής (ΚΓΠ) (1999):

- Διατήρηση και δημιουργική διαχείριση των πολιτισμικών τοπίων μεγάλης ιστορικής, πολιτισμικής, αισθητικής και οικολογικής αξίας
- Αξιολόγηση των πολιτισμικών τοπίων στο πλαίσιο ολοκληρωμένων στρατηγικών χωροταξικής ανάπτυξης
- Βελτίωση του συντονισμού των μέτρων ανάπτυξης που επηρεάζουν το τοπίο
- Δημιουργική αποκατάσταση των τοπίων, που δέχθηκαν αρνητικές ανθρώπινες επεμβάσεις, συμπεριλαμβανομένων και των μέτρων επανακαλλιέργειας.

## Έκθεση Dobříš, το περιβάλλον της Ευρώπης

Η Ευρωπαϊκή Περιβαλλοντική Επιτροπή (European Environmental Agency) της Ε.Ε δημοσίευσε το 1994, την 'έκθεση Dobříš, το περιβάλλον της Ευρώπης' (L'environnement de l'Europe, le rapport de Dobříš).

Το όγδοο κεφάλαιο είναι αφιερωμένο στο τοπίο, όπου αναγνωρίζονται και ταξινομούνται τα αγροτικά τοπία, και γίνεται προσπάθεια αξιολόγησής τους και προειδοποίησης των επικείμενων αλλαγών, όσο το δυνατό σε αρχικό στάδιο. Τα στοιχεία και οι πληροφορίες που δόθηκαν υπογράμμισαν τους κινδύνους που απειλούν τη φυσική ποικιλομορφία και τα τοπία και βοήθησαν να συνειδητοποιηθεί ότι ο φυσικός πλούτος και τα τοπία της Ευρώπης αποτελούν πολιτισμική κληρονομιά για τις μελλοντικές γενιές.

Η πανευρωπαϊκή στρατηγική για την προστασία της βιοποικιλότητας και της ποικιλομορφίας των ευρωπαϊκών τοπίων (Pan European Biodiversity and Landscape Strategy - PEBLS) εγκρίθηκε στην τρίτη υπουργική διάσκεψη στη Σόφια το 1995. Ένας από τους στόχους της PEBLS είναι να επιτευχθεί, στο μέτρο του δυνατού, η συμβατότητα ανάμεσα στις ανθρώπινες δραστηριότητες και στη διατήρηση των οικοσυστημάτων, ενδιαιτημάτων, ειδών και τοπίων, εξασκώντας παραδοσιακές γεωργικές, δασοκομικές κτλ πρακτικές.

Στο πλαίσιο της PEBLS διαμορφώθηκε επίσης και ο χάρτης του μεσογειακού τοπίου, που αναγνωρίζεται ως 'η ευαίσθητη εκδήλωση της σχέσης των ατόμων με τις κοινωνίες μιας περιοχής στο χώρο και στο χρόνο, λιγότερο ή περισσότερο έντονα τροποποιημένο εξαιτίας κοινωνικών, οικονομικών και πολιτισμικών παραγόντων. Το τοπίο είναι το αποτέλεσμα του συνδυασμού φυσικών, πολιτισμικών, ιστορικών, αισθητικών, οπτικών και λειτουργικών συνιστωσών', περιλαμβάνοντας αρχικά τις περιοχές της Ανδαλουσίας, Βενετίας και Λανγκεντόκ – Ρουσιγιόν.

## **Ευρωπαϊκή σύμβαση για το τοπίο**

Η Ευρωπαϊκή σύμβαση για το τοπίο υπογράφηκε στη Φλωρεντία της Ιταλίας από την επιτροπή των υπουργών του συμβουλίου της Ευρώπης, στις 19 Ιουλίου 2000. Η σύμβαση της Φλωρεντίας έχει σαν στόχο να προάγει την προστασία, διαχείριση και το σχεδιασμό του τοπίου. Η καινοτομία της βρίσκεται στο γεγονός ότι, βασιζόμενη πάντα σε οικολογικές και πολιτισμικές αρχές, το πεδίο εφαρμογής της είναι όχι μόνο τα αξιόλογα φυσικά τοπία αλλά και τα αστικά, περιαστικά και αγροτικά, είτε είναι ηπειρωτικά είτε θαλασσινά ή παραθαλάσσια. Υπογραμμίζει αφενός, ότι πολλές αγροτικές και περιαστικές περιοχές, οι οποίες υφίστανται ριζικές αλλαγές, πρέπει να τύχουν μεγαλύτερης προσοχής από τις αρμόδιες αρχές και αφετέρου, ότι ο ρόλος των πολιτών στη λήψη αποφάσεων για τα 'τοπία τους', θα πρέπει να είναι ενεργός.

Οι όροι που χρησιμοποιούνται από τη σύμβαση καθορίζονται ως εξής :

*Ο όρος Τοπίο* καθορίζει μέρος περιοχής έτσι όπως το αντιλαμβάνονται οι πολίτες, ο χαρακτήρας του οποίου προκύπτει από τη δράση φυσικών ή και ανθρώπινων παραγόντων και των αλληλοσυσχετισμών τους.

*Ο όρος Πολιτική του Τοπίου* περιγράφει τη διατύπωση, από τις αρμόδιες αρχές, συμβάσεων, στρατηγικών και προσανατολισμών, που επιτρέπουν τη λήψη συγκεκριμένων μέτρων για την προστασία, διαχείριση και σχεδιασμό τοπίου.



Ο όρος *Στόχος Ποιότητας Τοπίου* περιγράφει τη διατύπωση, από τις αρμόδιες αρχές, που αφορά συγκεκριμένο τοπίο, την προσδοκία των πολιτών σε ότι αφορά τα χαρακτηριστικά του τοπίου σαν πλαίσιο της ζωής τους.

Ο όρος *Προστασία του Τοπίου* περιλαμβάνει τις δράσεις για τη διατήρηση και συντήρηση σημαντικών οπτικών στοιχείων ή και των συστατικών ενός τοπίου, οι οποίες δικαιολογούνται από την κληρονομική τους αξία, που πηγάζει από το φυσικό σχηματισμό τους ή και τις ανθρώπινες επιδράσεις.

Ο όρος *Διαχείριση του Τοπίου* περιλαμβάνει όλες τις δράσεις που αποσκοπούν, πάντα με προοπτική αειφορικής διαχείρισης, στη διατήρηση του τοπίου με στόχο την καθοδήγηση και εναρμόνιση των αλλαγών του τοπίου που προέρχονται από κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές εξελίξεις.

Ο όρος *Σχεδιασμός του Τοπίου* περιλαμβάνει δράσεις που παρουσιάζουν πιθανό χαρακτήρα, στοχεύοντας την αξιολόγηση, συντήρηση και δημιουργία τοπίων.

## Επιλεγμένη βιβλιογραφία

Burley, J., 2001. International initiatives for the sustainable management of forests, Forests and landscapes, linking ecology, sustainability and aesthetics, S.R.J. Sheppard, H.W. Harshaw (eds). Cabi UK, IUFRO series 6, p. 95-102

Clément, V 2002, De la marche-frontière au pays-des-bois, forêts, sociétés paysannes et territoires en Vieille Castille (XIe –XXe siècle), Bibliothèque de la Casa de Velázquez, Volume no 19, Madrid.

EUROFOR, 1994. L'Europe et la forêt, EUROFOR, ed. parlement européen, Luxembourg, Direction générale des études t1 and t2, 1528 p.

Feliu, A, 2002. L'inscription au patrimoine mondial de Saint Emilion, Patrimoine et paysages culturels, Actes du colloque international de Saint-Emilion 30 Mai-1ier Juin 2001, Bordeaux, ed. confluences, p. 23 - 24

Green, B., E. Simmons, and I. Woldtjer. 1996. Landscape conservation – Some steps towards developing a new conservation dimension. A Report of the IUCN-CESP-LCWG. Wye College, Wye.

Grove, A.T., J. Ispikoudis, A. Kazaklis, J. A Moody, V. P. Papanastasis and O. Rackham. 1993. Threatened Mediterranean Landscapes: West Crete. Final Report. pp 175

Lucas, P.H.C. 1992. Protected Landscapes. A guide for policy – makers and planners. Chapman & Hall, London.

Meeus, J.H.A., M.P. Wijermans and M.J. Vroom. 1990. Agricultural landscapes in Europe and their Transformation, Landscape and Urban planning, Amsterdam, Elsevier Science Publishers B.V. , vol 18, p. 289-352

Mendoza, J.G., 1999. Los paisajes de Madrid : naturaleza y medio rural, Ed. Alianza, Fundaciòn Caja Madrid. 301 p.

Rackham, O. 1986. The History of the Countryside. The full fascinating story of Britain's Landscape. J. M. Dent & Sons Ltd London.

SDEC, 1999. Schéma de développement de l'Espace communautaire, vers un développement spatial équilibré et durable du territoire de l'Union européenne approuvé au conseil informel des ministres responsables de l'aménagement du territoire à Postdam, Luxembourg, publié par la Commission Européenne, 102 p.

Secretariat general of forests and natural environment, 2000. Criteria and indicators of sustainable management of Greek forests. Ministry of agriculture, Athens, 101 p.

Stanners, D. and P. Bourdeau (Eds). 1995. Europe's Environment. The Dobris Assessment: an overview. European Union, Luxembourg.

Wascher, D.M., 2001. European landscapes in transition : levels of intervention, Threatened landscapes, conserving cultural environments, ed. Bryn Green and Willem Vos, London USA & Canada, Ed. Spon Press, pp. 129 -138

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

Δορμπαράκης, Χ. Π. 1989. Επίτομον Λεξικόν της Αρχαίας Ελληνικής Γλώσσας. Ετυμολογικόν – Ερμηνευτικόν. Ι. Δ. Κολλάρος & Σια Α. Ε. Αθήνα.

Ισπικούδης, Ι. και Μ. Κ. Σιόλιου. 2004. Το πολιτισμικό τοπίο της περιοχής Πορταϊκού-Περτουλίου της Νότιας Πίνδου. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα-Σειρά II- Τόμος 15-Τεύχος 1/2004, σελ. 37-45.

- Καρμίρης, Ε. 1987. Δασικός Τουρισμός. ΤΕΙ Λάρισας. Καρδίτσα.  
Λεξικό ΠΡΩΪΑΣ. Σύγχρονον Ορθογραφικόν, Ερμηνευτικόν Λεξικόν της Ελληνικής Γλώσσης, Εκδοτ. Οίκος Επαμ. Π. Δημητράκου, Αθήναι.
- Μπαμπινιώτης Γ. 1998. Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας. Εκ. Κέντρο Λεξικολογίας ΕΠΕ, Αθήνα.
- Σιδηροπούλου, Α. 2003. Ανάλυση και αξιολόγηση της δομής και διάρθρωσης του τοπίου στο Β.Δ. τμήμα της λεκάνης της Μυγδονίας. Μεταπτυχιακή διατριβή, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- Σιόλιου – Καλουδοπούλου, Μ. και Ι. Ισπικούδης. 2003. Η πολιτική του τοπίου. Σελ. 93-100. Πρακτικά 11ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου: Δασική Πολιτική, Πρεμνοφυή Δάση, Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος. Αρχαία Ολυμπία, 3 Οκτωβρίου 2003, έκδοση ΓΕΩΤ.Ε.Ε.
- Σκαρλάτου, Α. 2002. Ανάλυση & αξιολόγηση λιβαδικού τοπίου για την προώθηση του τουρισμού. Μεταπτυχιακή διατριβή, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη..
- Χατζηστάθης, Α. και Ι. Ισπικούδης. 1995. (Β΄ έκδοση) Προστασία της Φύσης και Αρχιτεκτονική του Τοπίου. Εκδ. Γιαχούδη-Γιαπούλη ΟΕ. Θεσσαλονίκη, σελ. 417.
- Χουβαρδάς, Δ. 2001. Ανάλυση της δομής και της διαχρονικής εξέλιξης των τοπίων με τη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S.). Μεταπτυχιακή διατριβή, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.

#### Ιστοσελίδες

- <http://www.nature.coe.int/portail.htm>. The Council of Europe and the environment 16.02.02
- <http://www.nature.coe.int/french/main/strategi/strategie/object.htm>. 15.02.02
- <http://nature.coe.int/french/main/strategi/strategie/object.htm>. Approches et objectifs du PEDLS 15.02.02
- <http://nature.coe.int/french/main/paysage/conv.htm>, Le conseil de l'Europe et la nature, convention européenne sur le paysage. 15.02.02
- <http://www.europa.eu.int>. La politique agricole commune et la préservation du paysage traditionnel européen, Avis du comité des régions du 14 juin 2000, 12/04/2002
- <http://whc.unesco.org/sites/fr/1046.htm>. 12/04/2002
- [www.unesco.org](http://www.unesco.org), Annexe 4 de la convention, orientations pour l'inclusion de types spécifiques de biens sur la liste du patrimoine mondial. 16.02.02

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΤΟΠΙΟΥ

#### Γενικά

Οι επιστήμονες έχουν παρατηρήσει επί μακρόν και έχουν περιγράψει την ετερογένεια σε οικολογικά συστήματα (τη συνθετότητα ή μεταβλητότητα σε μία ιδιότητα ενός συστήματος, με χωρικό και χρονικό ενδιαφέρον) (Li & Reynolds 1995). Ωστόσο, τη δεκαετία του '80 εμφανίζεται μία σαφής επικέντρωση στην κατανόηση της χωρικής ετερογένειας - αποκαλύπτοντας έτσι τις πολυάριθμες αβιοτικές και βιοτικές αιτίες της και τις οικολογικές της συνέπειες - μαζί με την ανάπτυξη της επιστήμης της οικολογίας του τοπίου, και τα χωρικά δεδομένα και οι μέθοδοι ανάλυσης τους έγιναν διαθέσιμες σε ευρύτερη κλίμακα.

Έκτοτε, η πρόοδος της οικολογίας του τοπίου κατέστη ουσιαστική και ταχεία, και οι έννοιες και μέθοδοι της χρησιμοποιούνται σήμερα ευρέως σε πολλούς κλάδους της οικολογίας. Οι προσεγγίσεις στην οικολογία του τοπίου δεν περιορίζονται στα χερσαία οικοσυστήματα, αλλά έχουν εφαρμογή και σε υδρόβια και θαλάσσια οικοσυστήματα (π.χ., Bell κ.α. 1999, Ward κ. α. 2002). Η έρευνα στην οικολογία του τοπίου έχει εμπλουτίσει την κατανόηση μας για τα αίτια και τις συνέπειες της χωρικής ετερογένειας και των διακυμάνσεων τους σε συνάρτηση με την κλίμακα, και έχει επηρεάσει τη διαχείριση τόσο των φυσικών όσο και των ανθρωπογενών τοπίων

Με την πλέον γενική έννοια, **ένα τοπίο είναι μία χωρικά ετερογενής περιοχή σε τουλάχιστον έναν παράγοντα ενδιαφέροντος** (Turner et al. 2001). Αυτός ο ευέλικτος ορισμός ισχύει σε κάθε κλίμακα και μπορεί να προσαρμόζεται σε διαφορετικά συστήματα. Η οικολογία του τοπίου, ένας όρος που επινοήθηκε από το γερμανό βιογεωγράφο Carl Troll, και ο οποίος μελετήθηκε το 1950 (Troll 1950), προέκυψε από τις ευρωπαϊκές παραδόσεις της τοπικής γεωγραφίας και της επιστήμης της φυτολογίας.

Ως επιστήμη προωθήθηκε γρήγορα με τις νέες οπτικές που προσέφερε η αεροφωτογραφία και γενικότερα η τηλεπισκόπιση περιοχών της γης.

Έκτοτε, η οικολογία του τοπίου έχει οριστεί κατά ποικίλους τρόπους (Pickett & Cadenasso 1995, Risser κ. α. 1984, Turner 1989, Turner κ. α. 2001, Urban κ. α. 1987), ωστόσο κοινό σημείο σε όλους τους ορισμούς είναι **η εστίαση στην κατανόηση των αμφίδρομων αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στη χωρική ετερογένεια και τις οικολογικές διεργασίες.**

Πάραυτα, η οικολογία του τοπίου έχει αναπτυχθεί με δύο διακριτές προσεγγίσεις, οι οποίες, χωρίς να είναι αμοιβαία αποκλειστικές, έχουν επιφέρει κάποια σύγχυση ως προς το πεδίο εφαρμογής της.

- Η οικολογία του τοπίου συχνά δίνει έμφαση σε μεγάλες περιοχές ή περιφέρειες και συμπεριλαμβάνει τους ανθρώπους και τις δραστηριότητές τους, κάτι που είναι ενδεικτικό της ισχυρής ευρωπαϊκής παράδοσης. Το σημείο εστίασης της οικολογίας του τοπίου είναι περισσότερο ανθρωποκεντρικό στην Ευρώπη και ευθυγραμμίζεται στενά με τη χωροταξία (π.χ., Bastian 2001, Opdam κ. α. 2002).

- Ωστόσο, η οικολογία του τοπίου εμπεριέχει επίσης τις αιτίες και συνέπειες της χωρικής διαμόρφωσης σε ποικίλες κλίμακες του χώρου, οριζόμενες από τον οργανισμό ή διεργασία ενδιαφέροντος, και αυτό είναι ενδεικτικό των παραδόσεων της Βόρειας Αμερικής και της Αυστραλίας. Έτσι, οι χειμάρριες (ρυάκια) κοίτες μπορούν να θεωρούνται τοπία για χειμάρρια ασπόνδυλα (Palmer κ. α. 2000) αλλά και η χωρική ετερογένεια σε εδάφη μπορεί να χαρακτηρίζεται, σε ιδιαίτερα μικρές (λεπτομερειακές) κλίμακες, σε σχέση με συγκεκριμένα φυτά ή ακόμα και μικρόβια. Αυτές οι ποικιλομορφίες στην προσέγγιση και την παράδοση, είναι τόσο αντιφατικές όσο και συμπληρωματικές (Wu & Hobbs 2002) και αποτελούν αναπόσπαστο μέρος του κλάδου της Οικολογίας Τοπίου.

Η Οικολογία Τοπίου αυξήθηκε ραγδαία τις δύο τελευταίες δεκαετίες (1980-2000) και οι αριθμός των άρθρων γύρω από την οικολογία του τοπίου που δημοσιεύονται κάθε χρόνο έχει αυξηθεί εκθετικά από τις αρχές της δεκαετίας του '90 (Turner 2005). Έχουν δημοσιευτεί επιθεωρήσεις για συγκεκριμένους τομείς της οικολογίας του τοπίου, όπως ποσοτικές αναλύσεις της χωρικής διαμόρφωσης (π.χ. Gustafson 1998, Haines-Young & Chopping 1996, Hargis κ. α. 1998, Li & Reynolds 1995) και της δυναμικής της διαταραχής (π.χ. Foster et al. 1998, Perry 2002), και πολλά συνθετικά άρθρα έχουν παίξει καταλυτικό ρόλο στην πρόοδο αυτή (π.χ. Pickett & Cadenasso 1995, Wiens 1999, Wu & Hobbs 2002).

Πολλά γενικά θέματα εμφανίζονται σε όλη την έκταση αυτών των σημειώσεων.

Αρχικά, η κατανόηση **της κλίμακας** (Levin 1992, Wiens 1989) ήταν και παραμένει στενά συνδεδεμένη με την οικολογία του τοπίου. Επειδή η οικολογία πέρασε σε ευρύτερες χωρικές κλίμακες και έχει ενσωματώσει την ετερογένεια στις αναλύσεις της, μεγάλη σημασία έχει μία κατανόηση των σημαντικών επιπτώσεων από την αναλυτικότητα της πληροφορίας (grain), τη χωρική έκταση (extent) και το επίπεδο οργάνωσης των αναλύσεων.

Δεύτερο, η οικολογία του τοπίου δίνει απαντήσεις τόσο **σε βασικές όσο και εφαρμοσμένες ερωτήσεις** και εναλλάσσεται με ευκολία ανάμεσα στους δύο αυτούς χώρους. Πράγματι, η ζήτηση για την επιστήμη του τοπίου στη διαχείριση πόρων είναι ιδιαίτερα υψηλή (Liu & Taylor 2002).

Τρίτον, η **χρήση πολλαπλών προσεγγίσεων**, συμπεριλαμβανομένων ιστορικών δεδομένων ή από τηλε-ανίχνευση, επί τόπου μετρήσεων, συστημάτων πειραματικών μοντέλων και μοντελοποίησης με προσομοίωση, είναι ο κανόνας στις μελέτες τοπίου. Η αλληλεπίδραση μοντέλων και δεδομένων έχει γίνει χαρακτηριστικό του κλάδου.

## Αιτίες της διαμόρφωσης του τοπίου

Οι διαμορφώσεις του τοπίου προκύπτουν από σύνθετες σχέσεις ανάμεσα σε πολλούς παράγοντες, πολλοί από τους οποίους είναι αρκετά γνωστοί. Το αβιοτικό πρότυπο περιλαμβάνει το κλίμα, το οποίο ελέγχει καθοριστικά τις βιογεωγραφικές διαμορφώσεις, και τη μορφολογία του εδάφους, η οποία παράγει μορφές του φυσικού ανάγλυφου και της ανάπτυξης του εδάφους (π.χ. Parker & Bendix 1996). Οι βιοτικές αλληλεπιδράσεις — όπως ανταγωνισμός, φυτοφαγία και θήρευση—και ο ρόλος των θεμελιωδών ειδών ασκούν επιρροή στο αβιοτικό πρότυπο και επηρεάζουν τις συγκροτήσεις ειδών.

***Η διαταραχή και η διαδοχή είναι βασικοί προσδιοριστικοί παράγοντες της χωρικής και χρονικής ετερογένειας.***

Πολλές διαταραχές επηρεάζονται έντονα από το κλίμα και είναι πιθανή η αλληλεπίδρασή τους με την μορφολογία του εδάφους (π.χ. πυρκαγιές). Επίσης, οι τρόποι χρήσης της γης από τους ανθρώπους είναι καθοριστικοί συντελεστές της διαμόρφωσης του τοπίου (Riitters κ. α. 2002).

Αν και αυτές οι αιτίες έχουν περιγραφεί σε βάθος για πολλά οικολογικά συστήματα, η εξήγηση και η πρόβλεψη των διαμορφώσεων του τοπίου παραμένει εκπληκτικά δυσχερής. Οι σημερινές ερωτήσεις επικεντρώνονται στην κατανόηση των χωροψηφίων (στοιχείων) και των πολλαπλών συντελεστών επιρροής του τοπίου και τις αλληλεπιδράσεις τους, καθώς επίσης και στην πρόγνωση των μελλοντικών τοπίων.

## Διαμορφώσεις (στοιχεία) του τοπίου

Ποια στοιχεία των σημερινών διαμορφώσεων του τοπίου εξηγούνται από την χρήση γης ή τη διαταραχή της στο παρελθόν, και για πόσο διάστημα επιμένουν αυτές οι επιρροές; Όλα τα τοπία έχουν την ιστορία τους. Αν και οι παλαιοοικολόγοι έχουν ρίξει φως στις μακρόχρονες μεταβολές (και καταβολές) του βιόκοσμου, σχετικά πρόσφατα (π.χ., Foster 1992, βλ. όμως και Wells κ. α. 1976) έχει κατανοηθεί ότι η γνώση της ιστορίας του περιβάλλοντος στο παρελθόν (π.χ., Cronon 1983, Russell 1997) είναι σημαντική καθώς τα ιστορικά γεγονότα έχουν την ικανότητα να εξηγούν τις σύγχρονες διαμορφώσεις. Σε περιοχές της βορειοανατολικής Γαλλίας οι οποίες είχαν αποψιλωθεί κατά τη ρωμαϊκή κατοχή και οι οποίες καλλιεργούνταν μεταξύ 50 και 250 μ.Χ., ο πλούτος των ειδών και οι φυτικές κοινότητες εξακολουθούν να παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλότητα —2000 έτη αργότερα—παρά την εντατικοποίηση της μεταγενέστερης γεωργίας (Durouey κ. α. 2002). Στην κεντρική Μασαχουσέτη, η μελέτη της χρήσης γης στο ιστορικό παρελθόν προέβλεψε τη σύνθεση των δασών, έστω και αν έκτοτε σημειώθηκαν και άλλες σοβαρές φυσικές διαταραχές μετά τη διακοπή μιας συγκεκριμένης χρήσης γης (Motzkin et al., 1999).

Η διαρκής επίδραση της χρήσης γης του παρελθόντως γίνεται ολοένα και περισσότερο εμφανής στην ερμηνεία της βλάστησης και των βιο - χημικών χαρακτηριστικών των σύγχρονων οικοσυστημάτων (Compton & Boone 2000, Foster 2002, Goodale & Aber 2001). Οι φυσικές διαταραχές μπορούν επίσης να αφήσουν σημάδια στο τοπίο τα οποία μπορούν να επιβιώσουν από δεκαετίες μέχρι και αιώνες. Για παράδειγμα, οι πυρκαγιές των δασών είναι η κυρίαρχη διαταραχή στο τοπίο κωνοφόρου δάσους του Εθνικού Πάρκου *Yellowstone* στο Wyoming. Με εφαρμογή μίας προσέγγισης χρονοακολουθίας, οι Kashian et al. (2005 a,b) ανέκλυψαν ανιχνεύσιμες επιδράσεις από ιστορικές πυρκαγιές στην πυκνότητα δασοσυστάδας και το ρυθμό ανάπτυξης, επί σχεδόν δύο αιώνες μετά από αυτές τις πυρκαγιές. Στα τροπικά δάση του Πόρτο Ρίκο, οι τρέχουσες διαμορφώσεις της βλάστησης έχουν επηρεαστεί τόσο από την ιστορική χρήση γης όσο και από κυκλώνες (Foster κ. α. 1999). Έτσι, τα αποτελέσματα διαμόρφωσης του τοπίου από τη χρήση γης και αιτίες διαταραχής ενδέχεται να είναι ιδιαίτερα επίμονα και



εξακολουθεί να είναι σημαντικός στόχος ο συνδυασμός αυτής της ιστορίας με την τρέχουσα κατανόηση. Θα πρέπει να λάβουμε υπ' όψη τη μελλοντική μορφή του τοπίου που θα προκύψει από τις σημερινές διαμορφώσεις του: *Ποιες μεταβλητές θα επηρεαστούν εντονότερα και για πόσο διάστημα;* Η αυξημένη κατανόηση της μακροπρόθεσμης εξέλιξης του τοπίου είναι σημαντική τόσο για να εξηγήσουμε το παρόν όσο και για να προβλέψουμε το μέλλον.

## Συντελεστές διαμόρφωσης του τοπίου και οι αλληλεπιδράσεις τους

Μία ακόμα σημαντική πρόκληση είναι η κατανόηση της σχετικής σημαντικότητας των επιμέρους παραγόντων (και των ρόλων τους σε διάφορες κλίμακες) για τη δημιουργία των διαμορφώσεων του τοπίου. Οι περισσότερες μελέτες έχουν επικεντρωθεί σε έναν κυρίαρχο συντελεστή επιρροής, αντί για τους πολυάριθμους συντελεστές οι οποίοι, σε συνδυασμό, παράγουν τη χωρική διαμόρφωση. Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των επιμέρους συντελεστών επιρροής εξακολουθούν να μην έχουν γίνει επαρκώς κατανοητοί, εν μέρει επειδή η μελέτη τους είναι δύσκολη. Οι Urban et al. (2002) ασχολήθηκαν με τις διαμορφώσεις του τοπίου βλάστησης στο Εθνικό Πάρκο *Sequoia-Kings Canyon* στην Καλιφόρνια. Αυτοί οι μελετητές αναγνώρισαν σαφώς ότι η χωρική αυτοσυσχέτιση των οικολογικών δεδομένων, σε συνδυασμό με έντονες μορφές συσχέτισης μεταξύ περιβαλλοντικών παραγόντων (όπως οι κλίσεις οι οποίες κατά κύριο λόγο προσδιορίζονται από το ανάγλυφο), δυσχεραίνουν την διευκρίνηση των ποικίλων παραγόντων από τους οποίους προέρχονται οι διαμορφώσεις της βλάστησης.

Από έναν αριθμό μελετών έχουν γίνει συσχετίσεις των διαμορφώσεων του τοπίου με ομάδες μεταβλητών, στις οποίες περιλαμβάνονται τόσο βιοφυσικοί όσο και κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες ή τα υποκατάστατα αυτών. Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ της ιδιοκτησίας της γης και της θέσης του τοπίου έχουν αναδυθεί σαν ισχυροί καθοριστικοί παράγοντες των διαμορφώσεων κάλυψης της γης και των μεταβολών τους (Mladenoff et al. 1993, Spies et al. 1994, Wear & Bolstad 1998). Οι Black et al. (2003) εξετίμησαν το ρόλο ποικίλων οικονομικών, δημογραφικών, πολιτισμικών, κλιματολογικών, τοπογραφικών και γεωλογικών παραγόντων στις μεταβολές της χωρικής διαμόρφωσης δασών (από τη δεκαετία του 30 μέχρι τη δεκαετία του 90) σε μία έκταση 800.000 τετρ. χλμ. στην ενδοχώρα των βορειοδυτικών ΗΠΑ. Τα αποτελέσματά τους δείχνουν ευκρινώς το πως οι κοινωνικοπολιτικοί παράγοντες επιβάλλονται επί των βιοφυσικών παραγόντων με αποτέλεσμα τη δημιουργία μεταβολών της διαμόρφωσης στο υπό μελέτη τοπίο. Παράγοντες ευρείας κλίμακας που αφορούν στα συστήματα έγγειας ιδιοκτησίας, τις οικονομικές δομές της αγοράς και τα συστήματα πολιτισμού και αξιών, έκαναν την εμφάνιση τους σε όλα τα σημαντικά μοντέλα, ανεξάρτητα από την

κλίμακα απόκρισης τους, και οι βιοφυσικές παράμετροι συναφείς με τις συνθήκες ανάπτυξης στην μελετούμενη θέση, μετρίασαν ή επέτειναν τις μεταβολές αυτές (Black et al. 2003).

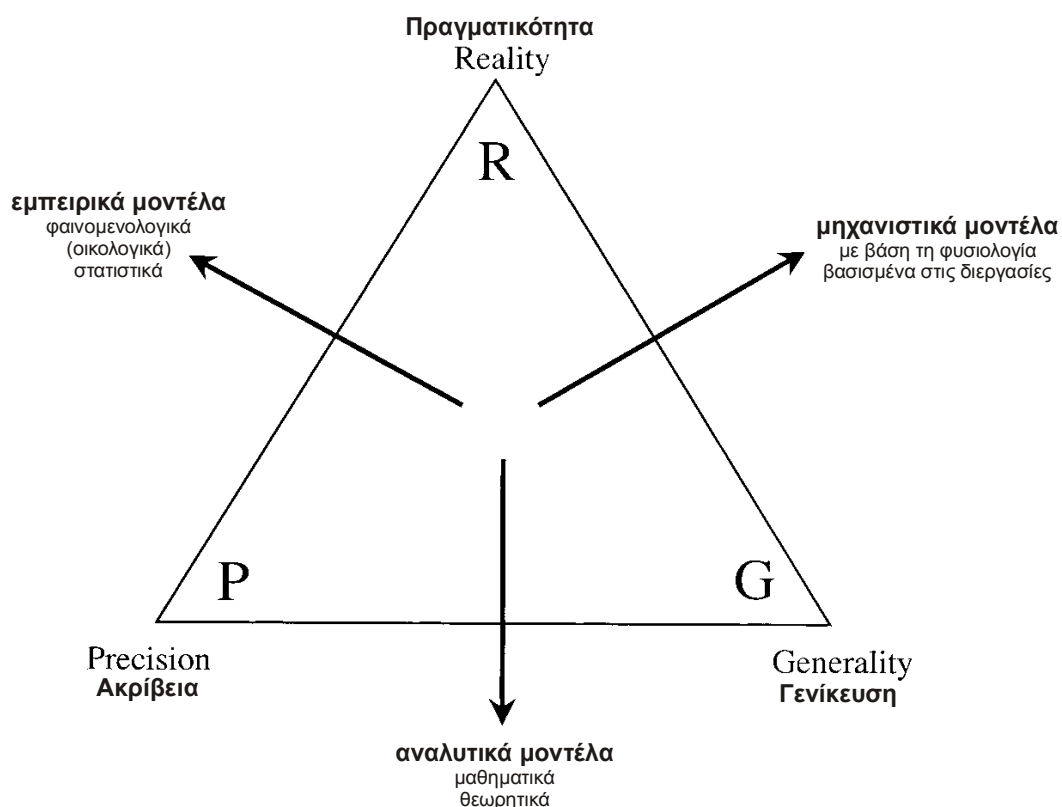
## Μελλοντικές διαμορφώσεις τοπίου

Η πρόγνωση των μελλοντικών διαμορφώσεων του τοπίου παραμένει ένα δύσκολο έργο, στο οποίο θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι συντελεστές επιρροής της διαμόρφωσης του τοπίου και οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις. Η διερεύνηση των εναλλακτικών σεναρίων και των οικολογικών επιπτώσεων τους είναι ιδιαίτερα σημαντική για την εφαρμοσμένη οικολογία του τοπίου (π.χ. White et al. 1997). Πληροφόρηση έχει προέλθει από εμπειρικά μοντέλα τα οποία χρησιμοποιούν μία σειρά ανεξάρτητων μεταβλητών για την επεξήγηση των παρελθουσών μεταβολών στη χρήση γης, αν και η αναγωγή αυτών των μοντέλων προς το μέλλον είναι προβληματική.

Μία προσέγγιση που χρησιμοποιείται ευρέως, βασίζεται στη λογιστική παλινδρόμηση, κατά την οποία εκτιμάται και προσομοιώνεται στο μέλλον η πιθανότητα μίας συγκεκριμένης μετάβασης κάλυψης γης (0/1) (Wear et al. 1996, Wear & Bolstad 1998). Επειδή οι πιθανότητες μετάβασης αυτών των μοντέλων ενδέχεται να επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες (π.χ. ανάγλυφο, απόσταση από οδούς ή το κέντρο της αγοράς, πληθυσμιακή πυκνότητα και μέγεθος αγροτεμαχίου), ενδέχεται να παρουσιάσουν υψηλότερο δυναμικό πρόγνωσης από τα απλά μοντέλα *Markov*, ιδιαίτερα όταν λειτουργούν σε ένα χωρικό πλαίσιο.

Τα χωρικά προσδιορισμένα μοντέλα προσομοίωσης είναι τα κυρίαρχα εργαλεία για την διερεύνηση εύλογων μελλοντικών διαμορφώσεων (μοτίβων) και διεργασιών του τοπίου. Για παράδειγμα, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ πυρκαγιάς, εκριζώσεων λόγω ανέμου, υλοτομίας, και δυναμικής ειδών δένδρων, είχαν διερευνηθεί για ένα ετερογενές τοπίο έκτασης 500.000 εκτ. στις άνω μεσοδυτικές ΗΠΑ, με τη χρήση του χωρικά προσδιορισμένου στοχαστικού μοντέλου LANDIS (He & Mladenoff 1999). Οι Costanza

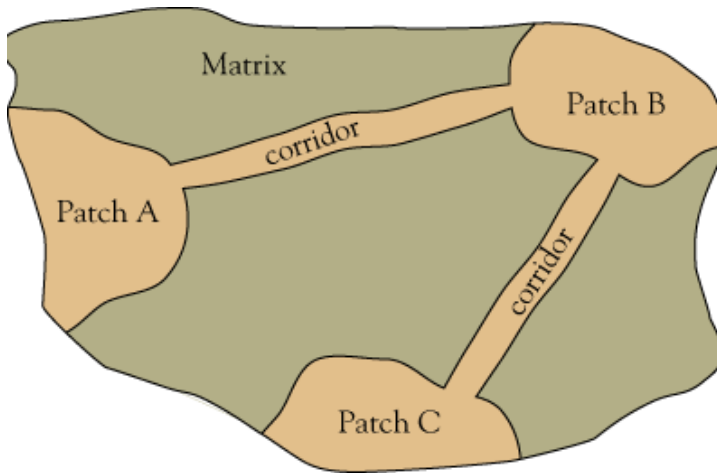
et al. (2002) ανέπτυξαν ένα χωρικά προσδιορισμένο μοντέλο της υδρολογικής λεκάνης βασισμένο στις διεργασίες του ποταμού Patuxent, 2352 τετρ. χλμ. στο Maryland. Το μοντέλο αναφέρθηκε στις συνέπειες αφ' ενός από το εύρος και αφ' ετέρου από τα χωρικά πρότυπα των ανθρώπινων κοινοτήτων και των αγροτικών πρακτικών στην υδρογεωλογία, την παραγωγικότητα των φυτών και την ανακύκλωση θρεπτικών συστατικών του τοπίου. Τέτοιας ευρείας κλίμακας, χωρικά προσδιορισμένα μοντέλα προσδιορίζουν τη σύνθετη φύση των αποκρίσεων του τοπίου. **Η αντιστάθμιση μεταξύ της απλότητας των γενικευμένων μοντέλων και της συνθετότητας των ρεαλιστικότερων χωρικών μοντέλων παραμένει μια πρόκληση (Διάγραμμα 1).**



Διάγραμμα 1. Σχέση ανάμεσα σε γενικευμένα, ρεαλιστικά και ακρίβειας μοντέλα πρόβλεψης

# Βασικά δομικά στοιχεία του τοπίου

Το τοπίο: Ένα μωσαϊκό από ψηφίδες



## 1. Οι χωροψηφίδες (Patches)

Κάθε στοιχείο τοπίου, μπορεί να αναγνωριστεί ως ετερογενές και να προσδιοριστεί σε περισσότερο ομοιογενείς ενότητες, τις ψηφίδες.

**Μια ψηφίδα είναι η μικρότερη ομοιογενής μονάδα που είναι εμφανής στη χωρική κλίμακα ενός τοπίου.** Οι χωροψηφίδες είναι επιφάνειες που διαφέρουν στην εμφάνιση από τον περιβάλλοντα χώρο, ποικίλλουν σε μέγεθος, σχήμα, τύπο, ετερογένεια και χαρακτηριστικά των ορίων τους.

Οι ψηφίδες μπορεί να αντιπροσωπεύουν

- Τύπους κάλυψης γης
- Τύπους βιοτόπων
- Στάδια εξέλιξης τύπων βλάστησης
- Οικιστική ανάπτυξη
- Φυσιογραφικά στοιχεία
- ...κλπ

Ένα μωσαϊκό τοπίου αποτελείται συνήθως από ένα σύνολο διαφορετικών χωροψηφίδων, με ή χωρίς βλάστηση. Σύμφωνα με διάφορους ερευνητές οι χωροψηφίδες διακρίνονται σε πέντε κατηγορίες, κυρίως ανάλογα με την προέλευση και τη λειτουργία τους:

- *Σταθερή χωροψηφίδα*, είναι αυτή που δεν έχει αλλάξει τον αρχικό της χαρακτήρα μετά από εκτεταμένη διαταραχή που άλλαξε το περιβάλλον της.
- *Αναγεννημένη χωροψηφίδα*, είναι αυτή που έχει προηγουμένως διαταραχθεί ή αλλάξει και έχει επανεγκατασταθεί η βλάστηση με φυσικό τρόπο.
- *Ανθρωπογενής χωροψηφίδα*, μοιάζει με μια αναγεννημένη χωροψηφίδα γιατί ήταν προηγουμένως διαταραγμένη, αλλά η εγκατάσταση της νέας βλάστησης οφείλεται στον άνθρωπο.
- *Περιβαλλοντική χωροψηφίδα*, είναι αυτή που συγκεντρώνει ιδιαίτερες φυσικές αξίες μέσα σε ένα φυσικό χώρο.
- *Χωροψηφίδα λόγω διαταραχής*, είναι αυτή που σχηματίζεται μετά από τοπική διαταραχή μιας περιοχής που αλλάζει το χαρακτήρα, οδηγώντας σε μια ψηφίδα που διαφέρει από το περιβάλλον της.

Το μέγεθος των χωροψηφίδων επηρεάζει τη βιωσιμότητα και τη λειτουργική τους αξία. Μεγάλες χωροψηφίδες συντηρούν μεγαλύτερες περιοχές εσωτερικού ενδιαιτήματος που είναι ευεργετικό για πολλά αυτόχθονα είδη που δεν ανέχονται οριακά ενδιαιτήματα, ενώ μικρότερες χωροψηφίδες έχουν μεγαλύτερη περίμετρο.

Οι χωροψηφίδες αποτελούν τη βάση για τη μελέτη της δομής και της διάρθρωσης των τοπίων καθώς απεικονίζουν τις διαχρονικές μεταβολές των χρήσεων γης. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες που διαμορφώνουν τις χρήσεις γης, δεν μπορούν άμεσα να παρατηρηθούν, αλλά μόνο οι αποδείξεις αυτών, όπως είναι οι ανθρώπινες επεμβάσεις και κατασκευές ή ακόμα και η ίδια η φυσιογνωμία του τοπίου. Η διάρθρωση των χρήσεων γης και οι εναλλαγές τους στο χρόνο παρουσιάζουν ενδιαφέρον για οικολογικές, υδρολογικές, ενεργειακές, λιβαδοπονικές έρευνες κ.λ.π.

Η παρούσα κατάσταση όλων των τοπίων και ιδιαίτερα των μεσογειακών χωρών, προκύπτει από τη διαχρονική εξέλιξη των χρήσεων γης και των καθεστώτων ή πολιτικών διαχείρισής τους. Είναι ευρέως αποδεκτό ότι οι πληροφορίες που προκύπτουν από την ανάλυση της εξέλιξης των χρήσεων γης θεωρούνται θεμελιώδεις για την ανάπτυξη οικολογικών μελετών και ιδιαίτερα για έρευνες που συνδέουν την επίδραση των κοινωνικοοικονομικών παραγόντων με τις πρακτικές διαχείρισης της γης και την κατανομή των σημερινών ή μελλοντικών μορφών χρήσεων γης.

## **2. Διάδρομοι (corridors)**

Οι διάδρομοι είναι χαρακτηριστικά του τοπίου που συνδέουν όμοιες χωροψηφίδες μέσα σε μια διαφορετική θεμελιώδης επιφάνεια ή συνάθροιση ψηφίδων. Ένα ώριμο παραποτάμιο δάσος που συνδέει ψηφίδες ώριμου δάσους μέσα σε μια υλοτομούμενη περιοχή είναι ένα παράδειγμα διαδρόμου. Είναι γραμμικές χωροψηφίδες και διακρίνονται σε:

- α. γραμμικούς (φράχτες, πρανή δρόμων)
- β. λωρίδες (αντιπυρικές, γραμμές όπου περνούν καλώδια)
- γ. δίκτυα (δρόμοι, μονοπάτια) και
- δ. υδάτινους.

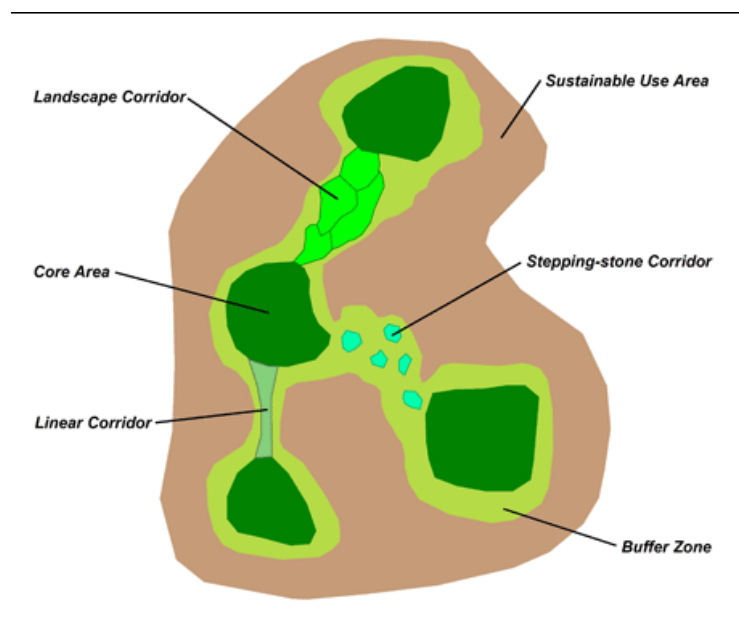
Διαφορετικοί τύποι διαδρόμων διευκολύνουν τη κίνηση διαφορετικών υλικών ή οργανισμών (η κυκλική λειτουργία). Ένας συγκεκριμένος διάδρομος (για παράδειγμα ένα ρέμα) μπορεί να λειτουργεί ως διάδρομος για ορισμένους οργανισμούς (π.χ. Αρκούδα) και ως εμπόδιο για άλλα (π.χ. γυμνοσιάλαγκας).

**Η αποτελεσματικότητα ενός διαδρόμου να παρέχει συνδεσιμότητα συχνά εξαρτάται από το πλάτος του, δηλαδή πόσο πραγματικά λειτουργεί ως όριο (edge) ή πόσο συχνά εμφανίζονται διακοπές ή ασυνέχειες.**

## **ΔΙΑΔΡΟΜΟΙ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ. ΓΙΑΤΙ;**

Πολλά είδη απαιτούν μεγάλους χώρους ενιαίου βιοτόπου ή πυρήνες κατάλληλου βιοτόπου που συνδέονται με οικολογικούς διαδρόμους ικανούς να ικανοποιήσουν τις φυσικές, οικολογικές και απαιτήσεις συμπεριφοράς τους. Σήμερα η εισαγόμενη από τον άνθρωπο απώλεια βιοτόπων και διάσπαση φαίνεται να είναι ένας από τους μεγαλύτερους κινδύνους για την προστασία της βιοποικιλότητας. Ένας αποτελεσματικός δρόμος για τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων της διάσπασης είναι η βελτίωση της συνεκτικότητας των βιοτόπων.

Οι διάδρομοι βιοποικιλότητας μπορεί να είναι συνεχόμενοι, λωρίδες ή ψηφίδες κατάλληλου βιοτόπου που χρησιμοποιούνται για την οικολογική συνοχή και μείωση της διάσπασης.



Παρέχουν λειτουργικές συνδέσεις μεταξύ πυρήνων προστατευόμενων περιοχών διευκολύνοντας ή επιτρέποντας τη μετακίνηση ειδών ανάμεσα σε περιοχές.

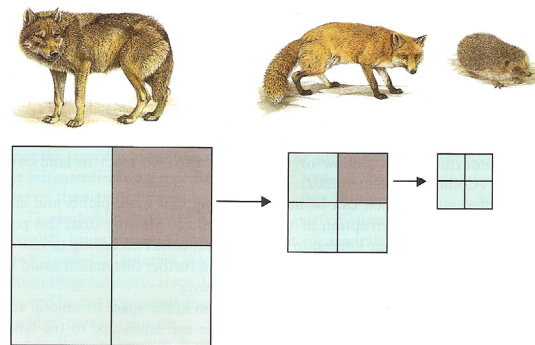


### 3. Θεμελιώδης επιφάνεια (matrix)

Οι χωροψηφίδες και οι διάδρομοι τοποθετούνται στην θεμελιώδη επιφάνεια, η οποία ασκεί ισχυρή επιρροή σε όλες τις διεργασίες που συμβαίνουν μέσα σ' αυτή. Η θεμελιώδης επιφάνεια είναι το πιο εκτεταμένο και το πιο συνδεδεμένο με τα υπόλοιπα στοιχεία του τοπίου και διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο στη λειτουργικότητά του. Έτσι σε μια μεγάλη, συνεχόμενη έκταση ενός δάσους με διάσπαρτες χωροψηφίδες (π.χ. υλοτόμια), το δάσος αποτελεί τη θεμελιώδη επιφάνεια γιατί καταλαμβάνει τη μεγαλύτερη έκταση, έχει συνέχεια και διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο στις οικολογικές διαδικασίες του τοπίου.

Ο καθορισμός ενός στοιχείου ως θεμελιώδους επιφάνειας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το υπό μελέτη φαινόμενο. Στη μελέτη γεωμορφολογικών διαδικασιών π.χ., ως θεμελιώδης επιφάνεια μπορεί να χρησιμεύσει το γεωλογικό υπόβαθρο, ενώ στην πληθυσμιακή μελέτη ενός μικρού ζωικού είδους η διάρθρωση της βλάστησης.

**Σημαντικό ρόλο παίζει και η κλίμακα.**



1. Ο βιότοπος του Σκαντζόχοιρου αποτελείται από ανοίγματα και θάμνους που περικλείονται από δάση σε μια περιοχή 300 X 300 m.
2. Η Αλεπού χρειάζεται ένα βιότοπο 3 X 3 km που περιέχει λιβάδια, αγρούς και πυκνά και αραιά δάση.
3. Ο βιότοπος του Λύκου περιλαμβάνει ένα τοπίο 10 X 10 km με λιβάδια, βοσκότοπους, δάση πολλών τύπων και δασο-ανοίγματα.

Επομένως για ερευνητικούς σκοπούς είναι υποχρεωτικό να καθοριστεί η βάση για τη λεπτομερή απεικόνιση των χωροψηφίδων και η κατάλληλη κλίμακα για το υπό μελέτη φαινόμενο. Για μια συγκεκριμένη κλίμακα, το δάσος είναι η θεμελιώδης επιφάνεια με διάσπαρτες χωροψηφίδες διακένων μέσα σε αυτό, ενώ σε μια μεγαλύτερη κλίμακα οι αγροτικές καλλιέργειες είναι η θεμελιώδης επιφάνεια με χωροψηφίδες δάσους μέσα σε αυτή.

Το πρότυπο της θεμελιώδης επιφάνειας, των χωροψηφίδων και των διαδρόμων στα τοπία είναι πρωτεύουσας σημασίας, καθώς στην πραγματικότητα η χωρική κατανομή αυτών των στοιχείων προσδιορίζει τη λειτουργία του τοπίου ως οικολογικό σύστημα.

## Συνοπτικά

Η οικολογία τοπίου εστιάζει στα τρία χαρακτηριστικά του τοπίου:

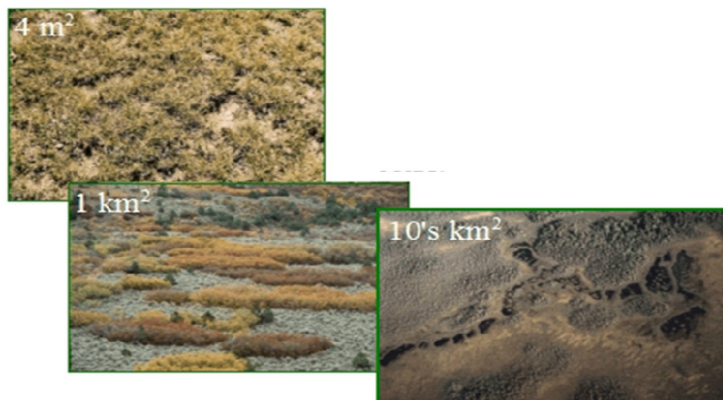
1. Στη **ΔΟΜΗ**, δηλαδή τις χωρικές σχέσεις ανάμεσα στα διακριτά στοιχεία (ψηφίδες) ή πιο ειδικότερα στην κατανομή της ενέργειας, υλικών και ειδών σε σχέση με το μέγεθος, σχήμα, αριθμό, είδος και διαμόρφωση των ψηφίδων.
2. Στη **ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ**, δηλαδή στις αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στα χωρικά στοιχεία, που είναι η ροή της ενέργειας, υλικών και ειδών ανάμεσα στα στοιχεία των οικοσυστημάτων.
3. Στην **ΑΛΛΑΓΗ**, δηλαδή στη μεταβολή της δομής και λειτουργίας του μωσαϊκού των οικοσυστημάτων μέσα στο χρόνο.

Η οικολογία τοπίου ... εστιάζει στη χωρική ετερογένεια και πρότυπα του χώρου

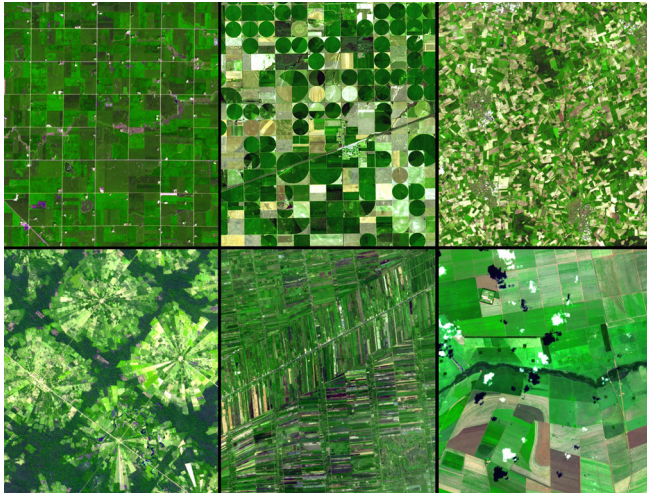
- Πως να χαρακτηριστεί...
- Από που προέρχεται...
- Πως αλλάζει μέσα στο χρόνο...
- Τι σημαίνει αυτό...
- Πως οι άνθρωποι το διαχειρίζονται...

Η οικολογία τοπίου ... εστιάζει σε ευρύτερες χωρικές κλίμακες

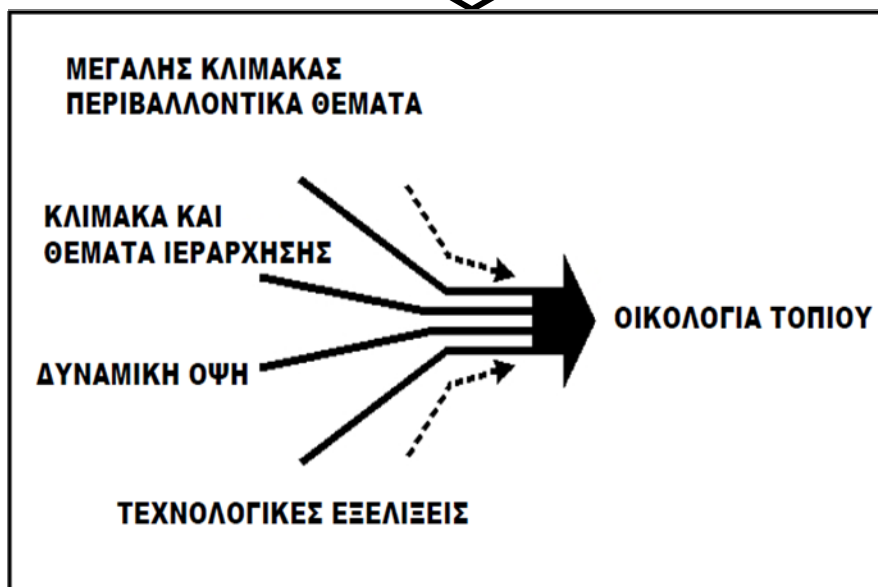
Η οικολογία τοπίου ΣΥΧΝΑ εστιάζει σε χωρικές κλίμακες πολύ μεγαλύτερες από ότι στην παραδοσιακή οικολογία ... αλλά η έμφαση δίνεται στο χωρικό πρότυπο της κάθε κλίμακας



Η οικολογία τοπίου ... εστιάζει στο ρόλο των ανθρώπων στη δημιουργία και επηρεασμό των προτύπων και διαδικασιών στα τοπία.



Πώς προέκυψε η εμφάνιση της Οικολογίας Τοπίου?



## Γιατί η Οικολογία Τοπίου είναι χρήσιμη στη διαχείριση?



1. Τα θέματα διαχείρισης των οικοσυστημάτων αποτελούν πλαίσιο ερευνητικής δράσης (μεταπληθυσμοί, διαδοχή).
2. Οι λειτουργίες των οικοσυστημάτων εξαρτώνται από την αλληλεπίδραση προτύπων και διαδικασιών (διάσπαση βιοτόπων, μεταβολή του καθεστώσ όχλησης).
3. Υπάρχει μια πολιτική και νομική εντολή για την ενσωμάτωση της προοπτικής του τοπίου (Πανευρωπαϊκή στρατηγική για την προστασία της βιοποικιλότητας και της ποικιλομορφίας των ευρωπαϊκών τοπίων, Ευρωπαϊκή σύμβαση για το τοπίο).

## **Η Οικολογία Τοπίου προσδιορίζεται από την εστίαση της:**

1. στα χωρικά πρότυπα,
2. σε ευρύτερες χωρικές κλίμακες που εν μέρει εξετάζονται παραδοσιακά από την οικολογία,
3. στο ρόλο των ανθρώπων στη δημιουργία και επηρεασμό των προτύπων και διαδικασιών στα τοπία.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

# ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

### **Γιατί ποσοτικοποιούμε τα χαρακτηριστικά του τοπίου?**

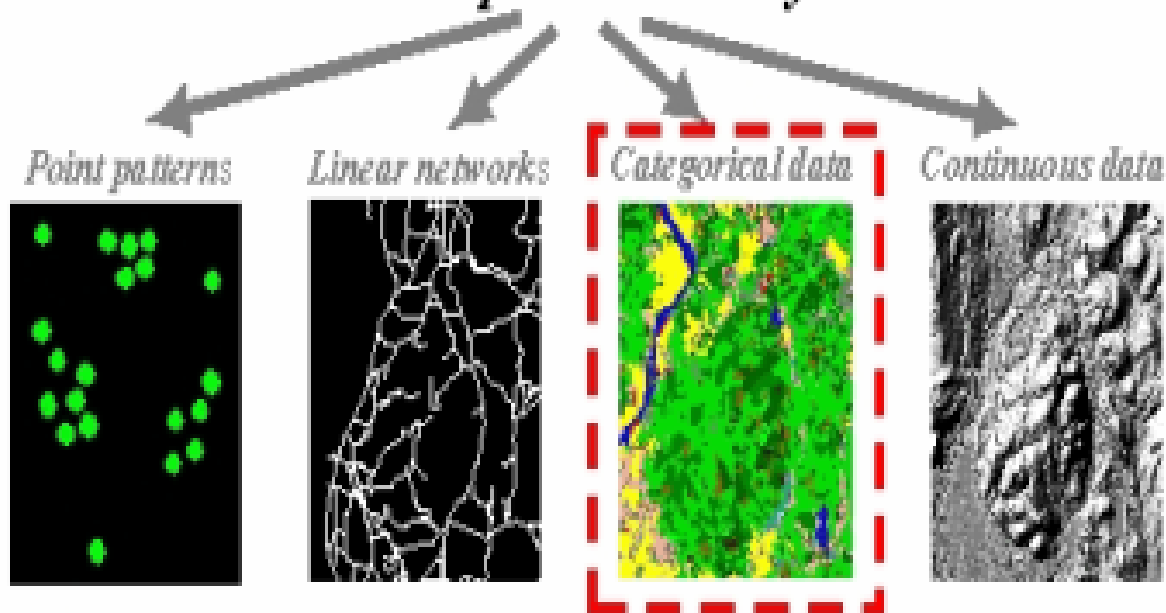
- Σύγκριση (χώρο και χρόνο)
- Εξαγωγή συμπερασμάτων
  - Παράγοντες δημιουργίας χαρακτηριστικών
  - Σύνδεση με οικολογικές διεργασίες

Η ποσοτικοποίηση της χωρικής ετερογένειας είναι αναγκαία προκειμένου να φωτίσουμε τις σχέσεις ανάμεσα στις οικολογικές διεργασίες και τις χωρικές διαμορφώσεις (πρότυπα). Έτσι, η μέτρηση, ανάλυση και ερμηνεία των χωρικών διαμορφώσεων έχει τύχει περισσότερης προσοχής στην οικολογία του τοπίου. Τα περιβαλλοντικά πρότυπα επηρεάζουν τις οικολογικές διεργασίες με αποτέλεσμα να έχει δωθεί έμφαση στην ανάπτυξη μεθόδων για την ποσοτικοποίηση των προτύπων του τοπίου

### **Κατηγορίες προτύπων τοπίου**

1. *Σημειακά πρότυπα*: Ο στόχος είναι να προσδιορίσουμε αν τα σημεία είναι περισσότερο ή λιγότερο ομαδοποιημένα από ότι αναμενόταν με τυχαίο τρόπο (μια συστάδα δέντρων, φωλιές αρπακτικών)
2. *Πρότυπα γραμμικών δικτύων*: Ο στόχος είναι να χαρακτηρίσουμε τη φυσική δομή του δικτύου (π.χ. Πυκνότητα διαδρόμων, συνδεσιμότητα δικτύου)
3. *Πρότυπα κατηγοριοποιημένων (θεματικών) χαρτών*: Ο στόχος είναι να χαρακτηρίσουμε τη σύνθεση και χωρική διάταξη του μωσαϊκού των χωροψηφίδων
4. *Πρότυπα συνεχόμενων επιφανειών*: Ο στόχος είναι η εκτίμηση και μοντελοποίηση τις χωρικές εξαρτήσεις του μετρούμενου χαρακτηριστικού (π.χ. ψηφιακά μοντέλα εδάφους, βιομάζα, πυκνότητα ατόμων)

## *Landscape Pattern Analysis*



Οι δείκτες τοπίου αναφέρονται αποκλειστικά στους θεματικούς χάρτες (*categorical data*). Για τα κατηγοριοποιημένα δεδομένα έχει αναπτυχθεί μία μεγάλη σειρά ποσοτικών δεικτών όσον αφορά τη σύνθεση του τοπίου (*τι και πόσο υπάρχει, όπως αριθμός και ποσότητα των επιμέρους τύπων ενδιαιτημάτων*) και τη διαμόρφωση του (*πως αυτές οι κλάσεις διατάσσονται στο χώρο*). Οι δείκτες αυτοί αναφέρονται στο χαρακτηρισμός των γεωμετρικών και χωρικών ιδιοτήτων των προτύπων των θεματικών χαρτών σε μια συγκεκριμένη κλίμακα.

Υπάρχουν διαθέσιμα εξαιρετικά προγράμματα λογισμικού για τον υπολογισμό των χωρικών δεικτών. Το FRAGSTATS (McGarigal & Marks 1995) είναι εκείνο που χρησιμοποιείται συνηθέστερα. Κάποια ποσοτικά μεγέθη έχουν ήδη ενσωματωθεί στο υπάρχον λογισμικό συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών (GIS) (π.χ. Patch Analyst στο Arc/View). **Το πιο σημαντικό είναι ότι η ανάλυση του χωρικού μοτίβου (*spatial pattern*) είναι περισσότερο εργαλείο παρά αυτοσκοπός, και οι στόχοι ή ερωτήματα που κατευθύνουν την κάθε ανάλυση θα πρέπει να προσδιορίζονται εκ των προτέρων.** Αυτή η προδιαγραφή θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει τα ποιοτικά στοιχεία του αναπαριστάμενου μοτίβου και το γιατί γίνεται η ανάλυση αυτή.

Μία πλειάδα ζητημάτων που συνδέονται με την ερμηνεία των ποσοτικών μεγεθών του μοτίβου των τοπιών, έχουν γίνει καλά κατανοητά από αυτούς που ασχολούνται με αυτές τις σχετικές αναλύσεις (Gustafson 1998, Haines-Young & Chopping 1996, Li & Wu 2004, Turner κ. α. 2001). Για παράδειγμα, λαμβάνονται διαφορετικά αποτελέσματα μέσω της ανάλυσης των διαφορετικών ταξινομήσεων της βλάστησης από τα ίδια δεδομένα (Gustafson 1998) ή με τη χρήση διαφορετικών κανόνων προσδιορισμού της χωροψηφίδας. Πολλοί μετρικοί δείκτες είναι επιρρεπείς σε μεταβολές στο μέγεθος της αναλυτικότητας (χωρική ανάλυση) των δεδομένων ή την έκταση (περιοχή) του μελετούμενου τοπίου (π.χ. Wickham & Riitters 1995). Παράλληλα, πολλοί από αυτούς τους δείκτες τοπίου παρουσιάζουν έντονες συσχετίσεις ανάμεσα τους (Cain κ. α. 1997, Riitters κ. α. 1995). Η σύνθεση τοπίου, και ιδιαίτερα τα ποσοστά των τύπων κάλυψης στο τοπίο, επηρεάζουν τις τιμές πολλών ποσοτικών μεγεθών (Gardner κ. α. 1987, Gustafson & Parker 1992, Tischendorf 2001).

**Δεν υπάρχει μεμονωμένος δείκτης ο οποίος να μπορεί να αποτυπώσει επαρκώς το μοτίβο, σε ένα δεδομένο τοπίο,** και έχουν γίνει πολυάριθμες υποδείξεις για ένα ουσιαστικό υποσύνολο ποσοτικών δεικτών με τα οποία ελαχιστοποιούνται οι πλεονασμοί, ενώ παράλληλα αποτυπώνονται τα επιθυμητά ποιοτικά χαρακτηριστικά του τοπίου (Riitters κ. α. 1995). Οι συγκρίσεις που έχουν γίνει ανάμεσα σε τοπία, με διαφορετικούς τύπους δεδομένων ή στην πάροδο του χρόνου, θα πρέπει να λαμβάνουν τακτικά υπ' όψη αυτές τις γνωστές πολυπλοκότητες.

Παρά τις πολυάριθμες προσπάθειες για βελτίωση των ζεύξεων, δεν έχει γίνει άμεσα εμφανής η σχέση μεταξύ των διεργασιών οι οποίες δημιουργούν τις διαμορφώσεις (μοτίβα) και τις ίδιες τις διαμορφώσεις του τοπίου. Οι Krummel et al. (1987) έχουν υποδείξει ότι απλά, ευθύγραμμα σχήματα δασικών συστάδων υποδηλώνουν ανθρώπινες παρεμβάσεις στη διαμόρφωση χαρακτηριστικών του τοπίου. Πολλοί μελετητές έχουν καταδείξει ότι διάσπαρτα υλοτομημένα ανοίγματα σε δασικά τοπία παράγουν ειδικές διαμορφώσεις τοπίου με μεγάλο αριθμό χωροψηφιδων και μεγάλη πυκνότητα ορίων και μικρού μεγέθους χωροψηφίδες (π.χ. Spies et al. 1994). Η απώλεια βιοτόπου και η διάσπαση (κατάτμηση) που σχετίζονται με τη χρήση γης από



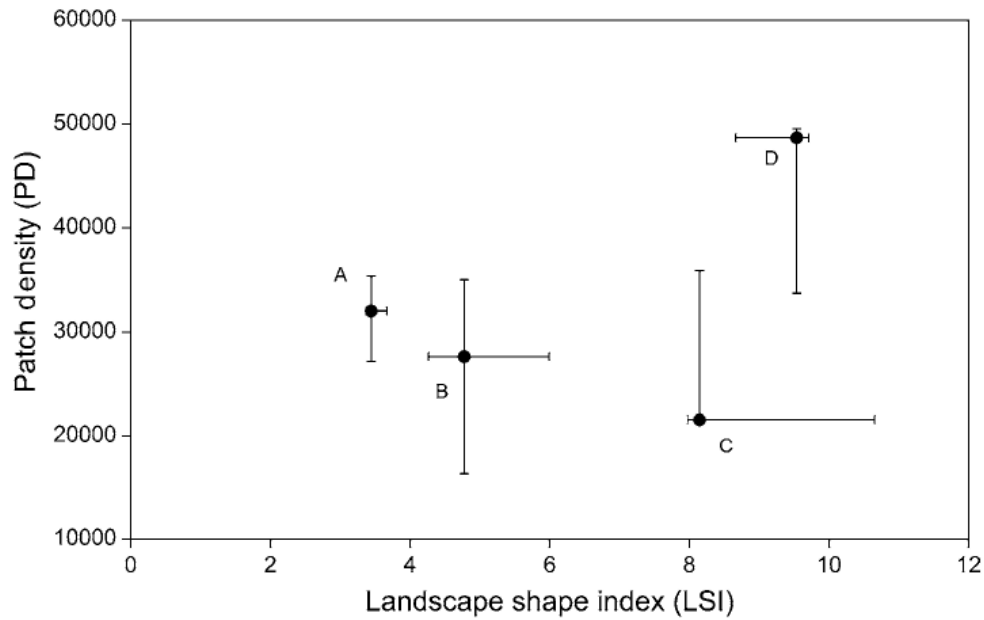
ανθρώπους σε πολλές περιοχές έχει επίσης περιγραφεί καλά στην οικολογία του τοπίου και τη βιολογία διατήρησης (π.χ. Heilman et al. 2002, Riitters et al. 2000, Saunders et al. 1991).

---

Παρ' όλα αυτά, **δεν υφίσταται ένα γενικό πλαίσιο** το οποίο να επιτρέπει σε ένα δεδομένο χωρικό πρότυπο να συνδέεται με συγκεκριμένους γενεσιουργούς παράγοντες. Η τρέχουσα έρευνα χρησιμοποιεί μία αυστηρότερη στατιστική ερμηνεία της ανάλυσης της χωρικής διαμόρφωσης για την οικολογική σύνδεση των διεργασιών με τα διαμορφωμένα μοτίβα.

---

Οι στατιστικές ιδιότητες και συμπεριφορά πολλών ποσοτικών μεγεθών διαμόρφωσης, εξακολουθούν όμως να είναι ανεπαρκώς κατανοητές. Για παράδειγμα, δεν υπάρχουν διαθέσιμες αναμενόμενες τιμές και διακυμάνσεις για στατιστικές συγκρίσεις οι οποίες πρόκειται να γίνουν μεταξύ πολλαπλών παρατηρήσεων ενός συγκεκριμένου ποσοτικού μεγέθους (Li & Wu 2004, Remmel & Csillag 2003, Turner κ. α. 2001). Οι Remmel & Csillag (2003) χρησιμοποίησαν την προσέγγιση των Fortin κ. α. (2003) για την ανάπτυξη ουδέτερων (προσομοιωμένων) μοντέλων τοπίου με βάση τη σύνθεση και τη διαμόρφωση. Έχουν παράγει διαστήματα εμπιστοσύνης για τιμές ποσοτικών μεγεθών τοπίου, με τη συλλογή της εμπειρικής κατανομής του σε μία σειρά τοπίων τα οποία είχαν προσομοιωθεί χρησιμοποιώντας τιμές των δύο παραμέτρων, οι οποίες είχαν εκτιμηθεί από το υπό παρατήρηση τοπίο (Διάγραμμα 2). Εάν τα διαστήματα εμπιστοσύνης μεταξύ των δύο τοπίων αλληλοεπικαλύπτονται, τότε τα τοπία δε διαφέρουν για το συγκεκριμένο ποσοτικό μέγεθος. Αυτή η προσέγγιση παρέχει πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια σε μελέτες οι οποίες στοχεύουν στην ανίχνευση διαφορών ανάμεσα σε τοπία ή την ανίχνευση μεταβολών συναρτήσεως του χρόνου για ένα δεδομένο τοπίο. Οι μελετητές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι ο έλεγχος κατά πόσον δύο ποσοτικά μεγέθη τοπίου διαφέρουν σημαντικά, θα πρέπει να καταστεί μια τυποποιημένη προσέγγιση.



Διάγραμμα 2. Διαστήματα στατιστικής εμπιστοσύνης 99% για τα μεγέθη της πυκνότητας χωροψηφίων (PD) και του δείκτη σχήματος τοπίου (LSI) για τέσσερα τοπία (A-D) πλησίον του Prince George, British Columbia στον Καναδά. Οι μαύροι κύκλοι είναι πραγματικές τιμές που έχουν μετρηθεί από κάθε τοπίο, και τα διαστήματα εμπιστοσύνης προέρχονται από 100 υλοποιημένες προσομοιώσεις. Η PD δεν παρουσιάζει μεγάλες διαφορές μεταξύ των τοπίων, αλλά η LSI διαφέρει ανάλογα με το τοπίο (Από Remmel & Csillag (2003)).

Παρά τους περιορισμούς τους, τα ποσοτικά μεγέθη τοπίου είναι χρήσιμα και παραμένουν σε ευρεία χρήση. Χαρτογραφημένες κατανομές τιμών ποσοτικών μεγεθών (αντί των αρχικών κατηγοριακών δεδομένων από τα οποία προέρχονται) μπορούν επίσης να προσφέρουν νέες προοπτικές όσον αφορά την χωρική διακύμανση από περιοχή σε περιοχή (Riitters κ. α. 2000).

Οι πληροφορίες που προκύπτουν από την ανάλυση και ποσοτικοποίηση του τοπίου θεωρούνται θεμελιώδεις :

1. για κατανόηση των οικοσυστημάτων και την ανάπτυξη οικολογικών μελετών - μοντέλων. Για παράδειγμα, ποσοτικοποίηση της έκτασης και της διασποράς των διαφόρων χρήσεων γης, καταγραφή της διάρθρωσης της βλάστησης, εκτίμηση της ετερογένειας (heterogeneity) των τοπίων.
  
2. για έρευνες που συνδέουν την επίδραση των κοινωνικοοικονομικών παραγόντων με πρακτικές διαχείρισης της γης. Για παράδειγμα, η ποσοτικοποίηση της ανθρώπινης επίδρασης πάνω στα οικοσυστήματα με την απογραφή και τη διαχρονική παρακολούθηση των αλλαγών στις χρήσεις γης σε διάφορες περιοχές.
  
3. και την κατανομή των σημερινών ή μελλοντικών μορφών χρήσεων γης – μοντέλα πρόβλεψης.

## Δείκτες τοπίου

Το χωρικό μοτίβο των τοπίων (*landscape pattern*) μπορεί να ποσοτικοποιηθεί με τη χρήση τοπιακών δεικτών ή δεικτών χωρικής διάρθρωσης των τοπίων (*landscape indices* ή *landscape metrics*). Οι προσπάθειες για να αναπτυχθούν μέθοδοι ποσοτικοποίησης αυτών των χωρικών μοτίβων (*patterns*) ξεκίνησε τη δεκαετία του '80 και έκτοτε επιταχύνθηκε με αποτέλεσμα σήμερα να υπάρχουν εκατοντάδες ποσοτικές μετρήσεις του μοτίβου του τοπίου. Οι δείκτες τοπίου είναι αλγόριθμοι για την ποσοτικοποίηση της χωρικής ετερογένειας.

Σύμφωνα με τον Farina (1998) στα τοπία μπορούν να αναγνωριστούν τρεις τύποι ετερογένειας:

α) η **χωρική ετερογένεια (*spatial heterogeneity*)**, που εκφράζει τη χωρική ανισοκατανομή των στοιχείων των τοπίων (χωροψηφίδες, ενότητες χρήσεων/ κάλυψης γης)

β) η **χρονική ετερογένεια (*temporal heterogeneity*)**, που εκφράζει, παρόμοια με τη χωρική, την ανισοκατανομή των στοιχείων του τοπίου που εμφανίζεται στα ίδια σημεία των τοπίων, στη διάρκεια όμως διαφορετικών ετών

γ) η **λειτουργική ετερογένεια (*functional heterogeneity*)**, δηλαδή μεταβλητότητα ενός συστήματος (π.χ. ένα είδος) που επηρεάζει ή επηρεάζεται από τις οικολογικές διαδικασίες (π.χ. οι δρυοκολάπτες και η σχέση τους με τα γέρικα δέντρα).

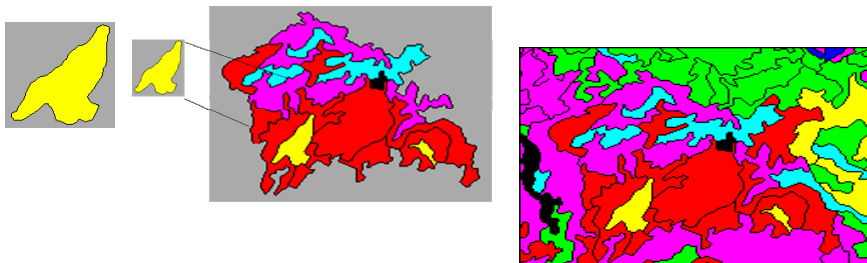
Η ποσοτικοποίηση τους γίνεται σε επίπεδο χωροψηφίδας αλλά μπορούν να παραχθούν και στατιστικά αποτελέσματα για ψηφίδες μιας όμοιας κατηγορίας καθώς και συνολικά για όλο το μελετούμενο τοπίο (Εικόνα 1).

### **ΨΗΦΙΔΑ (PATCH LEVEL)... ατομικό τεμάχιο (Πολύγωνο)**

*Μιά απλή ομοιογενής μονάδα τοπίου με κυρίαρχα χαρακτηριστικά βλάστησης,  
Π.χ. Κυρίαρχο δέντρο, οριζόντια πυκνότητα, ένα απλό πολύγωνο μικτού δάσους*

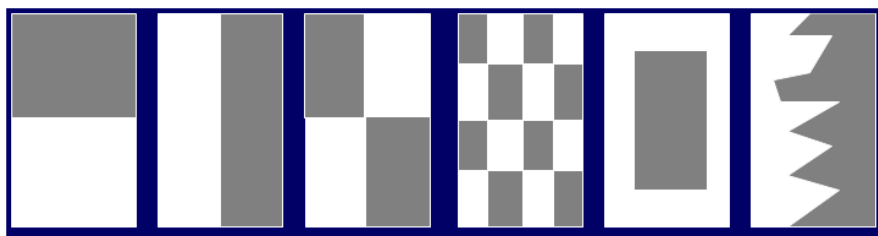
### **ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ (CLASS LEVEL)... ομάδα παρόμοιων τεμαχίων**

**ΤΟΠΙΟ (LANDSCAPE LEVEL)... όλα τα τεμάχια μέσα σε μια περιοχή.**



Εικόνα 1. Ανάλυση δεικτών σε επίπεδο ατομικών ψηφίδων (π.χ. κίτρινο πολύγωνο), σε επίπεδο ομοειδών κατηγοριών (π.χ. κίτρινα, κόκκινα, μωβ και μπλε πολύγωνα) και συνολικά σε επίπεδο τοπίου (περιλαμβάνοντας όλες τις ψηφίδες ανεξάρτητα της κατηγορίας που ανήκουν).

Τα πρότυπα και οι διαφορές αναγνωρίζονται αμέσως με το μάτι και το μυαλό. Οι δείκτες οικολογίας τοπίου όμως μας επιτρέπουν αυτά τα πρότυπα του χώρου να περιγραφτούν ποσοτικά και να προσδιοριστεί το είδος της διαφοροποίησης. Στην παρακάτω εικόνα 2, και οι έξι περιοχές αποτελούνται από δύο κατηγορίες σε ποσοστό 50%, αλλά με διαφορετική χωρική δομή.



Εικόνα 2. Διαφορετική χωρική δομή έξι τοπίων που αποτελούνται από τις ίδιες κατηγορίες (γκρί και άσπρο) στις ίδιες αναλογίες (50%).

## Οι δείκτες τοπίου διακρίνονται σε:

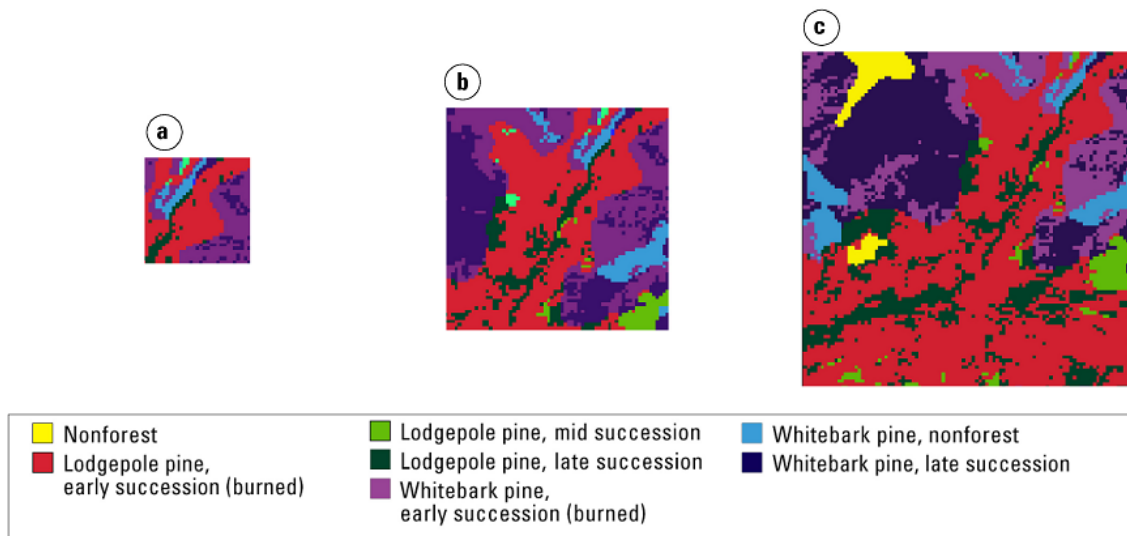
I. Δείκτες χωρικής σύνθεσης των τοπίων, που εκτιμούν τη σύνθεση των τοπίων χωρίς να ορίζονται χωρικά.

II. Δείκτες που προσδιορίζουν τη διαμόρφωση των τοπίων, μελετώντας τη χωρική κατανομή των χωροψηφίδων/ στοιχείων των τοπίων.

Οι δείκτες που ποσοτικοποιούν τη σύνθεση είναι διαθέσιμοι μόνο στο επίπεδο του τοπίου (*landscape-level*) διότι η σύνθεση απαιτεί την ενσωμάτωση όλων των κλάσεων.

Οι δείκτες που ποσοτικοποιούν τη χωρική διάρθρωση είναι διαθέσιμοι στο επίπεδο ψηφίδας, κλάσης και τοπίου (*patch-level, class-level, landscape-level*).

Ο υπολογισμός των δεικτών είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος και επηρεάζεται άμεσα από τη χωρική ανάλυση (*spatial resolution*) και την κλίμακα (*scale*) των πρωτογενών δεδομένων από τα οποία υπολογίζονται - η έννοια της χωροψηφίδας



## **ΔΕΙΚΤΕΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΤΟΠΙΟΥ**

Οι κύριοι δείκτες σύνθεσης του τοπίου περιλαμβάνουν:

1. τον αριθμό των ψηφίδων σε ένα τοπίο (και πυκνότητα),
2. την αναλογία της κάθε κλάσης σε σχέση με το σύνολο
3. την ποικιλότητα των χωροψηφίδων

**Αριθμός χωροψηφίδων – NP** ( $NP \geq 1$ , χωρίς όριο). Ο αδιάστατος δείκτης NP είναι ο συνολικός αριθμός όλων των χωροψηφίδων. Όταν  $NP=1$ , το τοπίο έχει μόνο μία χωροψηφίδα.

**Ποσοστό συμμετοχής της κάθε κλάσης-PLAND** ( $0 < PLAND \leq 100$ ). Ο αριθμός των κλάσεων και οι αναλογίες τους προσδιορίζονται από απλούς μαθηματικούς αλγόριθμους. Ο δείκτης PLAND προσεγγίζει το 0 όταν η αντίστοιχη χωροψηφίδα (κλάση) γίνεται όλο και σπανιότερη στο συνολικό τοπίο, ενώ  $PLAND = 100$  όταν όλο το τοπίο αποτελείται από μία μόνο ψηφίδα. Είναι μια μέτρηση της σύνθεσης του τοπίου σημαντική σε πολλές οικολογικές εφαρμογές. Το PLAND είναι μια σχετική μέτρηση και είναι ένας χρήσιμος δείκτης για σύγκριση τοπίων διαφορετικών μεγεθών (σε σχέση με την ακριβή έκταση κάθε τύπου)

**Πυκνότητα χωροψηφίδων (Patch density)**: Η πυκνότητα χωροψηφίδων (Patch Density, PD) είναι ένας σημαντικός δείκτης της σύνθεσης του τοπίου,  $PD = NP/A \times 100$ , όπου NP είναι ο αριθμός των χωροψηφίδων και A είναι η έκταση σε  $H_a$  της περιοχής.

Οι **Δείκτες ποικιλότητας** τυπικά περιλαμβάνουν δύο συστατικά της ποικιλότητας:

α) *Την αφθονία των χωροψηφίδων* (richness) που αναφέρεται στον αριθμό των παρόντων ψηφίδων και

β) *Την ισομέρεια - ομοιογένεια* (evenness), η οποία αναφέρεται στην κατανομή της έκτασης ανάμεσα στις ψηφίδες.

**Δείκτης ποικιλότητας του Shannon - SHDI** ( $SHDI \geq 0$ , χωρίς όριο): Ο δείκτης αυτός παίρνει την τιμή 0, όταν το τοπίο αποτελείται από μια μόνο χωροψηφίδα, ενώ αυξάνεται όσο αυξάνει ο αριθμός των χωροψηφίδων ή και όταν, παράλληλα, η αναλογική κατανομή της έκτασης ανάμεσα στις ψηφίδες γίνεται πιο ισότιμη.

**Δείκτης ομοιογένειας του Shannon – SHEI** ( $0 \leq SHEI \leq 1$ ): Ο δείκτης αυτός παίρνει την τιμή 0, όταν το τοπίο περιλαμβάνει μόνο μία χωροψηφίδα (μηδενική ποικιλότητα), πλησιάζει την τιμή 0, όταν η κατανομή των χωροψηφίδων γίνεται έντονα ανομοιομερής στις διάφορες κλάσεις τους, ενώ παίρνει τη μέγιστη τιμή 1, όταν η κατανομή των διαφόρων κλάσεων των χωροψηφίδων στο τοπίο είναι απόλυτα ομοιόμορφη.

**Δείκτης ποικιλότητας του Simpson - SIDI** ( $0 \leq SIDI < 1$ ): Ο δείκτης αυτός παίρνει την τιμή 0, όταν το τοπίο αποτελείται από μια μόνο χωροψηφίδα, ενώ προσεγγίζει το 1, όσο αυξάνει ο αριθμός των χωροψηφίδων ή και όταν, παράλληλα, η αναλογική κατανομή της έκτασης ανάμεσα στις ψηφίδες γίνεται πιο ισότιμη. Ο δείκτης “Simpson” είναι σχετικά λίγο ευαίσθητος στην ποικιλία και δίνει μεγαλύτερο βάρος στους κοινότερους τύπους βιοτόπων.



## **ΔΕΙΚΤΕΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΟΠΙΟΥ**

Οι κύριοι δείκτες χωρικής διάρθρωσης – διαμόρφωσης (configuration) του τοπίου περιλαμβάνουν:

1. Κατανομή μεγέθους χωροψηφίδων και όρια (patch size distribution and edge)
2. Διαφοροποίηση σχήματος χωροψηφίδας (patch shape complexity)
3. Εσωτερικό ενδιαίτημα (core area)
4. Απομόνωση και γειτνίαση (isolation and proximity)
5. Αντίθεση (contrast)
6. Συνάθροιση και διασπορά (contagion & interspersion)
7. Συνδεσιμότητα (connectivity)

Αναλυτικότερα,

### **A. Κατανομή μεγέθους χωροψηφίδων και όρια (patch size distribution and edge )**

Αυτή η ομάδα περιλαμβάνει δείκτες που αντιπροσωπεύουν μια συλλογή δεικτών που σχετίζονται

- με το μέγεθος των χωροψηφίδων
- καθώς και της ποσότητας ορίων-περιμέτρων (edges) που δημιουργείται από αυτές τις χωροψηφίδες.

Η έκταση κάθε χωροψηφίδας που περιλαμβάνεται μέσα σε ένα τοπίο είναι ίσως το πιο σημαντικό και χρήσιμο κομμάτι της πληροφορίας που περιλαμβάνεται μέσα σε ένα τοπίο. Δεν αποτελεί μόνο τη βάση για πολλούς δείκτες, αλλά έχει και μια μεγάλη οικολογική οντότητα από μόνη της. Για παράδειγμα, έχει βρεθεί ότι υπάρχει μεγάλη συσχέτιση ανάμεσα στον αριθμό ειδών πουλιών και στην αφθονία τους με το μέγεθος της χωροψηφίδας.

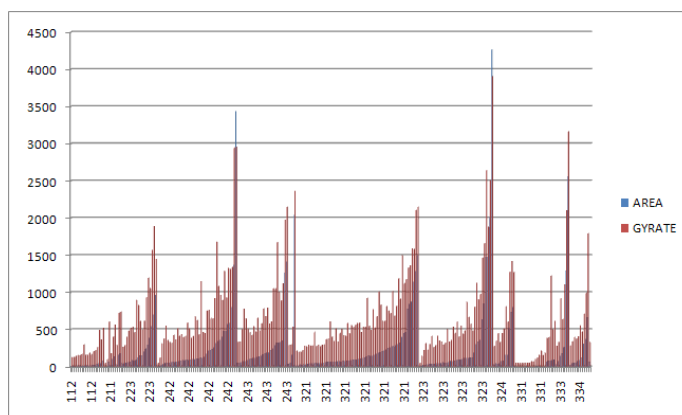
Τα περισσότερα είδη έχουν απαιτήσεις για μια ελάχιστη έκταση (όπου θα ικανοποιούνται όλες οι απαιτήσεις του κύκλου ζωής τους). Μερικά είδη απαιτούν μια

ελάχιστη περιοχή η οποία θα πρέπει να βρίσκεται σε συνεχόμενους κατάλληλους βιοτόπους ή με άλλα λόγια μία ατομική κατάλληλη χωροψηφίδα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από τις ελάχιστες απαιτήσεις του είδους για να καταληφθεί από αυτό (“area-sensitive” species).

**Δείκτης: Μέσο μέγεθος χωροψηφίδας (MPS).** Δείκτης που χρησιμοποιείται ευρέως και σε συνδυασμό με το δείκτη «αριθμός χωροψηφίδων». **Δίνει πληροφορίες σχετικά με το πόσο διασπασμένο είναι ένα τοπίο.** Ένα τοπίο με μικρότερο μέσο μέγεθος χωροψηφίδας σε σύγκριση με ένα άλλο με μεγαλύτερο μέγεθος χωροψηφίδας είναι περισσότερο διασπασμένο.

Το μέγεθος της ψηφίδας όμως μπορεί να μην είναι τόσο σημαντικό όσο ο βαθμός επέκτασης της ψηφίδας για κάποιους οργανισμούς ή διαδικασίες που υπολογίζεται από το **Radius of gyration**

**Δείκτης: Radius of gyration (GYRATE).** Είναι μια μέτρηση του βαθμού επέκτασης μιας ψηφίδας, δηλαδή πόσο μακριά πρέπει να κινηθεί κάποιος για να καλύψει όλο το μήκος της ψηφίδας. Αν όλα τα άλλα είναι ίδια, όσο μεγαλύτερη η ψηφίδα, τόσο μεγαλύτερο και το radius of gyration. Παρόμοια, κρατώντας την έκταση σταθερή, η πιο εκτεταμένη ψηφίδα (π.χ. μακριά και λιγότερο συμπαγής) τόσο μεγαλύτερο το radius of gyration.



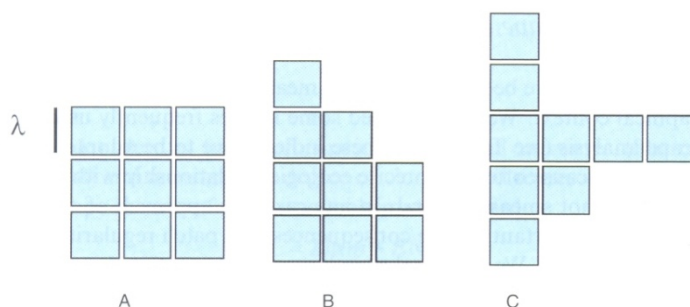
Διάγραμμα 3. Μετρήσεις της έκτασης των ψηφίδων και της μέτρησης Gyration της Κεφαλονιάς. Οι αντίστοιχες μέσες μετρήσεις σε επίπεδο τοπίου είναι για την έκταση = 250 ha και Gyration = 687

**Δείκτης: Μετρήσεις περιμέτρου (edges).** Οι δείκτες αυτοί δίνουν έμφαση στη μελέτη της επίδρασης του μεγέθους και του σχήματος της περιμέτρου των χωροψηφίδων στο τοπίο (*edge effect*). Η μελέτη, γενικότερα, της επίδρασης της περιμέτρου των χωροψηφίδων εκτιμά τη μορφή και την ποιότητα των κρασπεδικών βιοτόπων που αναπτύσσονται σε ένα τοπίο.

Από την κατηγορία αυτή **ο δείκτης πυκνότητας περιμέτρου (ED),** θεωρείται ο πλέον κατάλληλος για τη σύγκριση μεταξύ των τοπίων, επειδή λαμβάνει υπόψη του το σχήμα και την πολυπλοκότητα των χωροψηφίδων, ενώ εκφράζει τη χωρική ανομοιογένεια του μωσαϊκού του τοπίου.

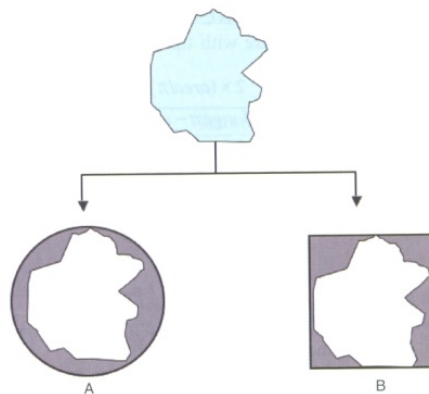
## **B. Διαφοροποίηση σχήματος χωροψηφίδας (patch shape complexity)**

**Δείκτης: Περίμετρος χωροψηφίδων / Έκταση χωροψηφίδων (PARA).** Το πηλίκο της περιμέτρου προς την έκταση, είναι ένας χρήσιμος δείκτης της πολυπλοκότητας του σχήματος των χωροψηφίδων ( $PARA > 0$ , χωρίς όριο). Για μια δοσμένη περιοχή, ένα υψηλό πηλίκο υποδεικνύει ένα πολύπλοκο ή επιμήκης σχήμα και ένα μικρό ένα περισσότερο ομοιόμορφο και απλό σχήμα.



Το PARA είναι όμως ευαίσθητο στο μέγεθος της ψηφίδας. Για ένα δεδομένο σχήμα, ο δείκτης μειώνεται καθώς το μέγεθος της ψηφίδας μεγαλώνει.

**Δείκτης σχήματος χωροψηφίδας (Mean Patch Shape Index, SHAPE MN)  $\geq 1$  χωρίς όριο.** Ο δείκτης σχήματος χωροψηφίδας βασίζεται στο γεγονός ότι μια ισοδιαμετρική χωροψηφίδα (κυκλική ή τετράγωνη) έχει το μέγιστο εμβαδόν. Ο παραπάνω δείκτης υπολογίζεται ως η απόκλιση της συγκεκριμένης χωροψηφίδας από μια ισοδιαμετρική χωροψηφίδα με την ίδια έκταση.



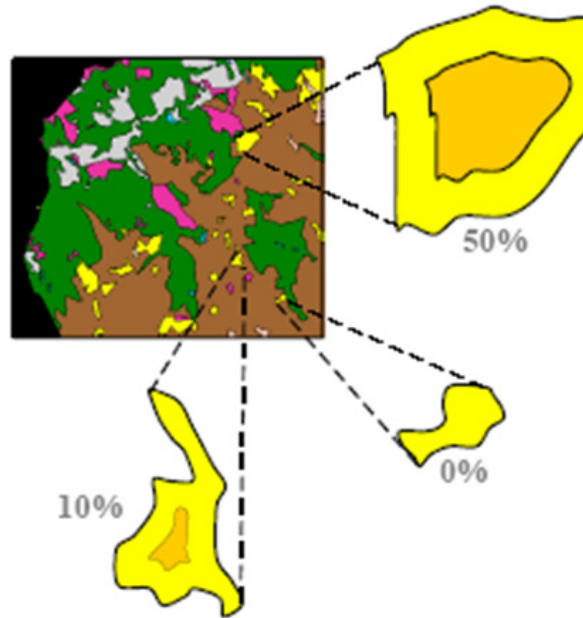
**Δείκτης: Μέση κλασματική διάσταση (Fractal Dimension).** Ο δείκτης σχήματος (Shape) είναι συγκρίσιμος με τη κλασματική διάσταση (Fractal Dimension)

$$1 \leq \text{FRAC} \leq 2$$

Η μέση κλασματική διάσταση χωροψηφίδας (FRAC) υπολογίζει το ποσοστό πολυπλοκότητας του σχήματος των χωροψηφίδων. Ο δείκτης αυτός παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι δεν επηρεάζεται από το μέγεθος των χωροψηφίδων, αλλά ούτε και από την κλίμακα του τοπίου. Ο δείκτης πλησιάζει την τιμή 1 για σχήματα με απλές περιμέτρους παρόμοια με κύκλο ή τετράγωνο (κανονικότητα), ενώ προσεγγίζει την τιμή 2 για ακανόνιστα περίπλοκα σχήματα.

### Γ. Εσωτερικό ενδιαίτημα (Core area)

Το εσωτερικό ενδιαίτημα προσδιορίζεται ως η περιοχή μέσα σε μια χωροψηφίδα πέρα από ένα προσδιορισμένο βάθος επίδρασης του ορίου. Ο παράγοντας αυτός έχει βρεθεί π.χ. να έχει πολύ μεγάλη αξία για είδη που ζουν μέσα στα δάση. Επηρεάζεται πολύ από το σχήμα της χωροψηφίδας.



### Δ. Απομόνωση και γειτνίαση (isolation and proximity)

Οι δείκτες απομόνωσης / γειτνίασης αναφέρονται στην τάση για ψηφίδες να είναι σχετικά απομωνομένες στο χώρο (π.χ. απόμακρες) από άλλες ψηφίδες της ίδιας ή παρόμοιας οικολογικά κατηγορίας (class). Όσο μεγαλύτερη η απόσταση μιας ψηφίδας από την άλλη, τόσο λιγότερα είδη είναι πιθανό να περιέχει (2<sup>ος</sup> νόμος της Βιογεωγραφίας Νησιών).

*(1<sup>ος</sup> Νόμος: Μεγαλύτερες ψηφίδες παρόμοιου βιοτόπου είναι πιθανό να περιέχουν περισσότερα είδη από μικρότερες ψηφίδες )*

Ο ρόλος της απομόνωσης των ψηφίδων σε μεταπληθυσμούς έχει ένα κυρίαρχο ρόλο στις προσπάθειες προστασίας κινδυνεύοντων ειδών.



Η απομόνωση έχει ιδιαίτερη σημασία για τη μελέτη της διάσπασης (fragmentation) των βιοτόπων. Ίσως όχι μεγάλο πρόβλημα αν παραμένει η συνδεσιμότητά τους. Τα FRAGSTATS υπολογίζουν δείκτες απομόνωσης βασισμένα στην απόσταση του κοντινότερου (εγγύς) γείτονα (nearest-neighbor distance) σε όλα τα επίπεδα (patch, class, and landscape levels). Τα FRAGSTATS υπολογίζουν βασικά δύο δείκτες: **(1) Euclidean nearest neighbor distance και (2) proximity index**.

**Δείκτης: Euclidean nearest neighbor distance (ENN)**. Είναι ίσως ο απλούστερος δείκτης για τη δομή της ψηφίδας και έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς για την ποσοτικοποίηση της απομόνωσης των ψηφίδων.

$$ENN > 0, \text{ χωρίς όριο}$$

Ο δείκτης αυτός υπολογίζει την κοντινότερη απόσταση κάθε κλάσης χωροψηφίδας από έναν όμοιο τύπο χωροψηφίδας. ... όμως το αμέσως κοντινότερο δεν αντικατροπτίζει τελείως την οικολογική γεινίαση με την ψηφίδα εστιασμού.

*Για παράδειγμα, μία γειτονική ψηφίδα στα 100 μέτρα με μέγεθος 10 στρέμματα, μπορεί να μην είναι σημαντικότερη για την αξιολόγηση της απομόνωσης από μια άλλη στα 200 μέτρα αλλά με 10.000 στρέμματα σε μέγεθος.*

Η λύση αυτού του περιορισμού ...

**Ο δείκτης «proximity index (PROX)»** που αναπτύχθηκε από τους Gustafson και Parker το 1992. Αυτός ο δείκτης εξετάζει το μέγεθος και την γεινίαση όλων των ψηφίδων μιας κατηγορίας, τα όρια των οποίων βρίσκονται μέσα σε μια καθορισμένη ακτίνα – απόσταση από τη ψηφίδα εστιασμού.

$$(PROX \geq 0)$$

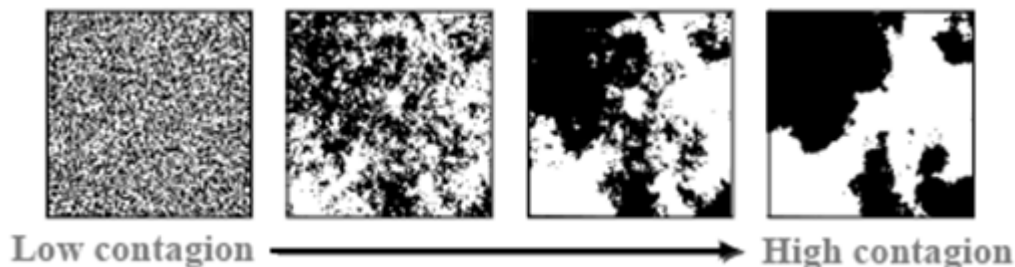
### **E. Συνάθροιση και διασπορά (contagion & interspersion)**

**Ο δείκτης διασποράς και γεινίασης (IJI)**. Ο δείκτης αυτός πλησιάζει την τιμή του 100%, όταν όλες οι κλάσεις των χωροψηφίδων του τοπίου συνορεύουν εξίσου με όλες τις άλλες κλάσεις.

**Ο δείκτης συνάθροισης (contagion index)** υπολογίζει το βαθμό συνάθροισης των ψηφίδων.

$$0 < CONTAG \leq 100$$

Είναι αντίστροφα σχετιζόμενος με τη πυκνότητα ορίων (edge density). Όταν η πυκνότητα ορίων είναι πολύ μικρή για παράδειγμα, όταν μια κλάση καταλαμβάνει μια μεγάλη αναλογία στο τοπίο, το contagion είναι μεγάλο και αντίστροφα. Επιπλέον, ο δείκτης συνάθροισης, επηρεάζεται τόσο από τη διασπορά και παράθεση (dispersion and interspersion ) των ψηφίδων. Χαμηλά επίπεδα διασποράς οδηγούν σε μεγάλη συνάθροιση και αντίστροφα.



## **ΣΤ. Συνδεσιμότητα (connectivity)**

Η συνδεσιμότητα αναφέρεται στο βαθμό που ένα τοπίο διευκολύνει ή εμποδίζει οικολογικές ροές (π.χ. η μετακίνηση των οργανισμών ανάμεσα στις βιοτοπικές ψηφίδες). Μία απότομη αλλαγή στο τοπίο, για παράδειγμα, που θα μπορούσε να δημιουργηθεί από απώλεια βιοτόπου και διάσπαση, μπορεί να συσχετιστεί με την επιτυχία διασποράς των οργανισμών. *Π.χ. Ένας πρώην ευρέως εξαπλωμένος πληθυσμός να καταλήξει σε μικρούς απομωνομένους πληθυσμούς.*

Ο βασικός δείκτης που υπολογίζουν τα Fragstats σε επίπεδο τοπίου είναι **ο δείκτης συνδεσιμότητας (connectance index).**

$$0 \leq \text{CONNECT} \leq 100$$

Το CONNECT = 0 όταν όλο το τοπίο αποτελείται από μια μόνο ψηφίδα, ή όλες οι κλάσεις έχουν μία ψηφίδα, ή καμία ψηφίδα του ίδιου τύπου στο τοπίο δεν συνδέεται μέσα σε μια προσδιορισμένη από το χρήστη απόσταση. Το CONNECT = 100 όταν κάθε ψηφίδα στο τοπίο συνδέεται.





## Δείκτες Τοπίου

<p><b>1.NP = αριθμός ψηφίδων</b> που υπάρχουν στο τοπίο ή για class level: ο αριθμός των patch για κάθε class</p>	<p><b>2.PD = πυκνότητα ψηφίδων</b>, αριθμός/100 hectares, επιτρέπει τη σύγκριση τοπίων με διαφορετική έκταση</p>
<p><b>3.TE = Συνολική έκταση ορίων του τοπίου</b>, σε m</p>	<p><b>4.ED = Πυκνότητα ορίων</b>, m/hectare, για σύγκριση τοπίων με διαφορετικό μέγεθος</p>
<p><b>5. LSI = Δείκτης σχήματος τοπίου</b>, αύξηση του δείκτη για τοπία πιο ακανόνιστα ή όταν αυξάνεται το μήκος των ορίων μέσα στο τοπίο, επίσης ερμηνεύει τη συνάθροιση ή την αποκέντρωση (διασπορά). Όταν αυξάνεται, αυξάνεται αισθητά η διασπορά των patches</p>	<p><b>6.LPI = (εμβαδό μεγαλύτερου patch/τη συνολική έκταση του τοπίου)*100</b>, είναι ποσοστό, LPI=0 όταν το μεγαλύτερο patch είναι πολύ μικρό, LPI=100 όταν υπάρχει ένα μόνο patch, ποσοτικοποιεί το ποσοστό του συνολικού τοπίου συγκρινόμενο με το μεγαλύτερο patch που υπάρχει. Είναι μια απλή μέτρηση της επικράτησης (κυριαρχίας)</p>
<p><b>7.AREA_AM = Μέγεθος ψηφίδας</b> σε hectares, έκταση των patch/10.000, μεγάλη οικολογική χρησιμότητα AM = (άθροισμα της εκάστοτε τιμής όλων των patch του τοπίου)*(εμβαδό patch/συνολική έκταση patch)</p>	<p><b>8.GYRATE_AM = μετρά το μήκος του patch</b></p>
<p><b>9.SHAPE_AM = μετρά την κανονικότητα του σχήματος των patch</b>, <math>SHAPE \geq 1</math>, <math>SHAPE=1</math> όταν τα patch έχουν κανονικό μέγεθος, Αύξηση της τιμής του δείκτη (χωρίς όριο), όταν το σχήμα των patch γίνεται ακανόνιστο, δεν έχει μονάδες μέτρησης</p>	<p><b>10.FRAC_AM = δείκτης παίρνει την τιμή 1</b> όταν η περίμετρος των ορίων έχει κανονικό σχήμα (τετράγωνο) ενώ πλησιάζει την τιμή 2 για ακανόνιστα (περίπλοκα) σχήματα περιμέτρου, <math>1 \leq FRAC \leq 2</math>, εκφράζει την πολυπλοκότητα του σχήματος σε μια σειρά χωρικών κλιμάκων, δεν έχει μονάδες μέτρησης</p>

<p><b>11.ENN_AM = Απόσταση ανάμεσα σε όμοιου τύπου ψηφίδες</b> = ποσοτικοποιεί την απομόνωση των patch, μετράει την απόσταση του κοντινότερου γειτονικού patch της ίδιας κλάσης ENN→0 όταν η απόσταση του κοντινότερου γειτονικού patch της ίδιας κλάσης είναι μικρή, ενώ αυξάνεται χωρίς όριο καθώς η απόσταση αυξάνεται, μονάδα μέτρησης m</p> <p><b>2ος Νόμος της Βιογεωγραφίας Νήσων:</b> όσο μεγαλύτερη η απόσταση της μίας ψηφίδας από την άλλη τόσο λιγότερα είδη είναι πιθανό να περιέχει</p>	<p><b>12.CONTAG = Δείκτης συνάθροισης,</b> ποσοστό, <math>0 \leq \text{CONTAG} \leq 100</math>, CONTAG → 0 όταν τα patch είναι εντελώς διασκορπισμένα(πχ κάθε κελί είναι διαφορετικού είδους) και διάσπαρτα, ενώ → 100 όταν όλα τα είδη των patch είναι συγκεντρωμένα(πχ όλο το τοπίο αποτελείται από ένα μόνο patch), παίρνει τιμή N/A if the number of patch is less than 2 ή all classes consist of one cell patches adjacent to only background CONTAG σχετίζεται αντίστροφα με το ED. Όταν το ED είναι πολύ χαμηλό (πχ όταν μία κλάση καταλαμβάνει πολύ μεγάλο ποσοστό στο τοπίο) το CONTAG είναι πολύ χαμηλό και αντιστρόφως. Επιπρόσθετα το CONTAG επηρεάζεται από τη διασπορά(dispersion) και την εναλλαγή όμοιων στοιχείων(interspersion) των patch types. Χαμηλές τιμές of patch types dispersion (πχ μεγάλη αναλογία παρόμοιων που γειτονεύουν) και χαμηλές τιμές of patch type interspersion(πχ ανόμοια διασπορά of pair wise γειτονικά) συντελούν σε υψηλές τιμές CONTAG και αντίστροφα</p>
<p><b>13.IJI = Δείκτης διασποράς και γειννίασης,</b> ποσοστό, <math>0 \leq IJI \leq 100</math>, ] IJI→0 όταν η διασπορά των γειτονικών ανάμεσα σε μεμονωμένα patch types γίνεται εξαιρετικά άνιση, IJI=100 όταν όλοι οι patch types γειτονεύουν με όλους τους άλλους patch types ίσα. Παίρνει την τιμή N/A όταν ο αριθμός των patch types είναι μικρότερος του 3. Ο δείκτης IJI βασίζεται στο patch adjacencies και όχι στο cell adjacencies όπως κάνει ο δείκτης CONTAG. Έτσι δεν παρέχει μέτρηση of class aggregation όπως ο CONTAG, αλλά απομονώνει τη διασπορά ή την ανάμιξη των patch types.</p>	<p><b>14.COHESSION = Δείκτης συνοχής(συνεκτικότητας)</b> των patch. Δεν έχει μονάδες μέτρησης.</p> <p>Σε class level μετρά τη φυσική συνεκτικότητα (connectedness) του συγκεκριμένου patch type.</p> <p>Σε landscape level δεν έχει ακόμα εκτιμηθεί η συμπεριφορά του δείκτη.</p>

<p><b>15.CONNECT = Δείκτης συνδεσιμότητας</b>  ποσοστό, <math>0 \leq \text{CONNECT} \leq 100</math>,  CONNECT=0 όταν το τοπίο αποτελείται  από ένα και μόνο patch ή όταν όλες οι  κλάσεις αποτελούνται από ένα patch ή  όταν δεν συνδέονται κανένα από τα  patch στο τοπίο, CONNECT=100 όταν  όλα τα patch συνδέονται μεταξύ τους</p>	<p><b>16.PR = Αφθονία τύπων κατηγοριών =</b>  ισούται με τον αριθμό των κλάσεων που  υπάρχουν στο τοπίο, δεν έχει μονάδες  μέτρησης  <math>PR \geq 1</math>, χωρίς όριο.  Είναι η απλούστερη μέτρηση για τη  σύνθεση του τοπίου αλλά δεν αντανακλά  the relative adjacencies of patch types</p>
<p><b>17.PRD = Πυκνότητα αφθονίας  χωροψηφιδων =</b> αριθμός/100 hectares ,  το οποίο επιτρέπει τη σύγκριση ανάμεσα  σε τοπία.</p>	<p><b>18.SHDI = Δείκτης ποικιλότητας Shannon,</b>  <math>SHDI \geq 0</math>, χωρίς όριο, SHDI=0 όταν το τοπίο  αποτελείται από ένα μόνο patch,  αυξάνεται καθώς αυξάνει ο αριθμός των  διαφορετικών patch ή όταν η αναλογική  διασπορά της περιοχής ανάμεσα στους  patch types ισοκατανέμεται.  Μετράει την βιοποικιλότητα, είναι πιο  ευαίσθητος στους σπάνιους τύπους  patch απ'ότι είναι ο δείκτης SIDI</p>
<p><b>19.SIDI = Δείκτης ποικιλότητας Simpson,</b>  <math>0 \leq \text{SIDI} \leq 1</math>,  SIDI=0 όταν το τοπίο περιέχει ένα μόνο  patch,  SIDI→1 όταν ο αριθμός των διαφορετικών  patches αυξάνεται και η αναλογική  διασπορά της περιοχής ανάμεσα στους  τύπους των patch ισοκατανέμεται. Είναι  λιγότερο ευαίσθητος στους σπάνιους  τύπους patch (<math>\neq</math> SHDI). Ο δείκτης SIDI  αντιπροσωπεύει την πιθανότητα  οποιαδήποτε 2 pixels τα οποία  επιλέχθηκαν τυχαία να είναι διαφορετικοί  τύποι patch.</p>	<p><b>20.MSIDI = Τροποποιημένος δείκτης Simpson</b>  με τιμές παρόμοιες με Shannon,  <math>\text{MSIDI} \geq 0</math>, χωρίς όριο,  MSID =0 όταν το τοπίο αποτελείται από  ένα μόνο patch, MSID αυξάνεται καθώς  αυξάνεται ο αριθμός των διαφορετικών  patch.  Εξαλείφει την εννοιακή διάσπαση του SIDI  σαν πιθανότητα, την μεταλλάσει σε δείκτη  ο οποίος ανήκει στη γενική κλάση  ποικιλότητας στην οποία κλάση ανήκει και  ο δείκτης SHIDI.</p>

## Χωρικές στατιστικές

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν συνεχή -και όχι διακριτή- διακύμανση στο χώρο χρήζουν αυξημένης προσοχής. Τα ποσοτικά μεγέθη τοπίου που περιγράφονται παραπάνω χρησιμοποιούν κατηγοριοποιημένα δεδομένα, αλλά η χωρική ετερογένεια ενδέχεται επίσης να είναι συνεχής. Οι χωρικές στατιστικές (Rossi κ. α. 1992) χρησιμοποιούν τη συνεχή κατανομή ενός μεγέθους ενδιαφέροντος και δε χρειάζονται κατηγοριοποίηση. Για την απεικόνιση της διάκρισης, η δασοκάλυψη μπορεί να αναπαρίσταται κατηγοριακά (σαν δάσος ή μη - δάσος) ή με συνεχή τρόπο (με την πυκνότητα των δένδρων). Οι ρυθμοί διεργασιών του οικοσυστήματος (π.χ. καθαρή παραγωγή οικοσυστήματος, αποτέφρωση αζώτου ή άνθρακα, και αναπνοή) επίσης παρουσιάζουν συνεχή διακύμανση και έτσι, ενδέχεται να είναι ιδιαίτερα εύλογη η διεξαγωγή ανάλυσης χρησιμοποιώντας χωρικές στατιστικές. Αυτές οι μέθοδοι δεν εξαρτώνται από ορισμούς ή όρια χωροψηφίδων.

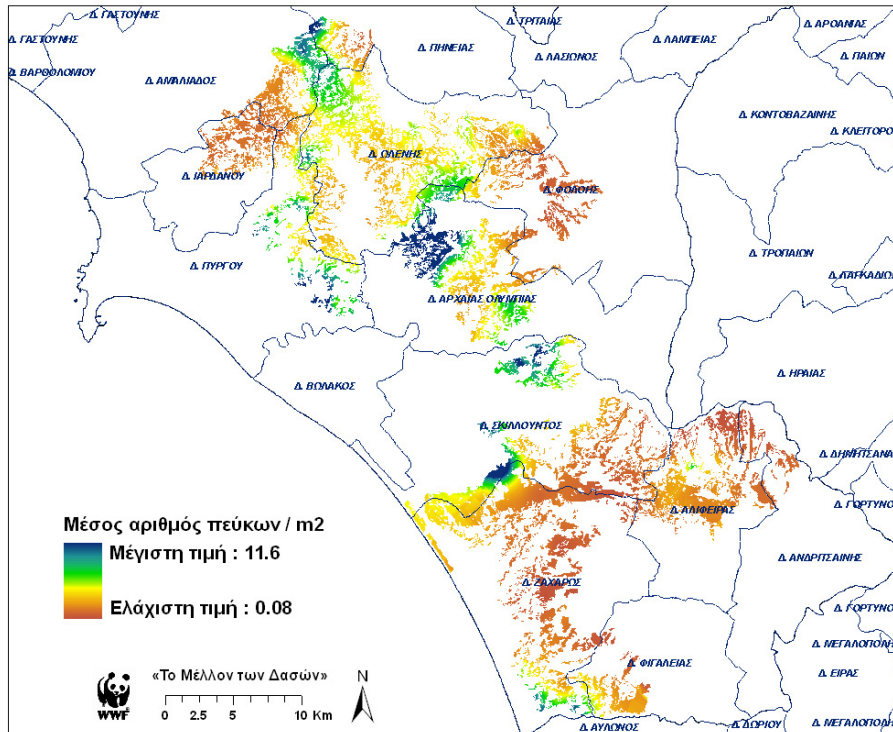
Οι χωρικές στατιστικές εφαρμόζονται κάπως λιγότερο στην οικολογία του τοπίου απ' ό τι οι μέθοδοι που βασίζονται στο διακριτό χώρο, ωστόσο εξυπηρετούν πολλούς σημαντικούς σκοπούς. Κατ' αρχήν, η χωρική δομή (για παράδειγμα, η αυτοσυσχέτιση) μίας μεταβλητής ενδέχεται να εκφραστεί ποσοτικά χρησιμοποιώντας τις χωρικές στατιστικές, έτσι ώστε η δειγματοληψία ή οι αναλύσεις δεδομένων να μπορούν να αποφύγουν θέσεις χωρικά αυτοσυσχετιζόμενες ή που διαμορφώνουν μία τέτοια δομή μέσα στη μελέτη. Δεύτερο, η μεταβλητότητα και η κλίμακα της χωρικής δομής μπορούν να αποτελούν την αιτία του ενδιαφέροντος, και οι χωρικές στατιστικές προσφέρουν αποτελεσματικούς σχεδιασμούς δειγματοληψίας προκειμένου να εκτιμηθεί κάτι τέτοιο (π.χ. Burgows κ. α. 2002). Ωστόσο, τέτοιες μελέτες εξακολουθούν να είναι πέραν των συνηθισμένων.

Οι Pastor et al. (1998) έχουν θέσει υπό δοκιμή τρία γεωστατιστικά μοντέλα της χωρικής κατανομής διαθέσιμης βοσκήσιμης ύλης, ετήσιας κατανάλωσης βοσκήσιμης ύλης, βασικής περιοχής κωνοφόρων, και διαθεσιμότητας εδάφους - αζώτου στο *Isle Royale* του Michigan. Τα αποτελέσματα τους υποδεικνύουν ότι δυναμικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ της βόσκησης από άτομα Άλκης (*Alces alces*) και φυτικών κοινοτήτων παράγουν

χαρακτηριστικές χωρικές διαμορφώσεις ιδιοτήτων βλάστησης και εδάφους. Για το Πειραματικό Δάσος *Luquillo* στο Πόρτο Ρίκο, οι Wang et al. (2002) ερεύνησαν τις χωρικές συσχετίσεις των ιδιοτήτων του εδάφους και περιβαλλοντικών παραγόντων για την καλύτερη κατανόηση των ελέγχων επί βιογεωχημικών διεργασιών εντός οικοσυστημάτων. Υπέθεσαν μεταβαλλόμενους βαθμούς χωρικής δομής σε οργανικό άνθρακα εντός του εδάφους, υγρασίας του εδάφους, και πυκνότητας εδάφους κατά μήκος βαθμίδων υψόμετρου, κλίσης εδάφους και έκθεσης. Τα διαγράμματα συσχετίσεων υπέδειξαν ότι οι οργανικός άνθρακας του εδάφους βρισκόταν σε θετική συσχέτιση με το υψόμετρο, σε αποστάσεις διαχωρισμού μικρότερες των 3000 m και αρνητική συσχέτιση σε αποστάσεις διαχωρισμού μεγαλύτερες των 6000 m.

Οι Fraterrigo κ. α. (2005) επίσης χρησιμοποίησαν τη χωρική διάρθρωση σαν μεταβλητή ανταπόκρισης. Υπέθεσαν και ανίχνευσαν μία μεταβολή της χωρικής δομής των θρεπτικών ουσιών του εδάφους με την ιστορική χρήση γης. Τα αποτελέσματα τέτοιων αναλύσεων μπορούν να ρίξουν φως σε μηχανισμούς οι οποίοι να υπογραμμίζουν παρατηρούμενα πρότυπα ή να υποδεικνύουν σχέσεις μεταξύ της περιβαλλοντικής ετερογένειας και των ρυθμών των μελετούμενων διεργασιών.

Οι χωρικές στατιστικές προσφέρουν επίσης μεθόδους χωρικής παρεμβολής από σημειακά δεδομένα. Οι μέθοδοι kriging και cokriging, οι οποίες εμπεριέχουν περιβαλλοντικές συμμεταβλητές, χρησιμοποιούνται για την πρόγνωση τιμών σε τοποθεσίες όπου δεν έχουν γίνει μετρήσεις (Χάρτης 1). Ωστόσο, όταν οι Bolstad κ. α. (1998) συνέκριναν μεθόδους για την πρόβλεψη διαμορφώσεων βλάστησης στην έκταση μίας λεκάνης, διαπίστωσαν ότι η πολλαπλή παλινδρόμηση (παραμετρική στατιστική) ενδέχεται να είναι ισχυρότερη από τη μέθοδο cokriging εάν είναι κατανοητές οι σχέσεις μεταξύ της ανεξάρτητης μεταβλητής και των μεταβλητών απόκρισης.



Χάρτης 1. Γεωστατιστικό μοντέλο πρόβλεψης της φυσικής αναγέννησης πεύκης στον νομό Ηλείας με βάση τη μέση τιμή του αριθμού των νεαρών πεύκων σε 84 επιφάνειες στις καμένες εκτάσεις, δύο χρόνια μετά από τις φωτιές του 2007 (από Ποϊραζίδης κ.α. 2010).

Επειδή τα δεδομένα στις μελέτες τοπίου είναι σχεδόν πάντοτε χωρικά, οι χωρικές στατιστικές μπορούν - και πρέπει - να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με κλασικές στατιστικές μεθόδους όπως παλινδρόμηση και ανάλυση διακύμανσης, για τον προσδιορισμό και διόρθωση της χωρικής αυτοσυσχέτισης σφαλμάτων (residuals). Τα στατιστικά προγράμματα λογισμικού εμπεριέχουν μεθόδους για την ανίχνευση και σωστή μοντελοποίηση της δομής της χωρικής συνδιακύμανσης δεδομένων, και οι οικολογικές μελέτες αρχίζουν να υλοποιούν αυτές τις μεθόδους (π.χ. Schwartz κ. α. 2003). Η αξίωση της αποφυγής ανεξάρτητων σφαλμάτων είναι σημαντική στην κλασική στατιστική και τυχόν αδυναμία συνυπολογισμού της χωρικής αυτοσυσχέτισης μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένα συμπεράσματα στις ερμηνείες μας (Lichstein κ. α. 2002).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΣΕ ΕΤΕΡΟΓΕΝΗ ΤΟΠΙΑ

Οι πληθυσμοί υφίστανται σε χωρικά ετερογενή περιβάλλοντα, και η επισκόπηση του Wiens (1976) μπορεί να σημάνει την απαρχή μίας προσέγγισης τοπίου στη μελέτη της δυναμικής των πληθυσμών. Ο τρόπος που οι αλληλεπιδράσεις εντός και μεταξύ των πληθυσμών δημιουργούν χωρικά μοτίβα στην κατανομή των ειδών, είναι αρκετά ανεπτυγμένος στα πλαίσια της οικολογίας των πληθυσμών. Για παράδειγμα, οι δυναμικές του ανταγωνισμού και του θηρευτή - θηράματος μπορεί να παράγουν χωρικές διαμορφώσεις στην κατανομή των οργανισμών, ακόμα και όταν το υποκείμενο περιβάλλον είναι ομοιογενές (Durrett & Levin 1994). Ο τρόπος που οι οργανισμοί δημιουργούν χωρικά πρότυπα κατανομής μέσω των χωρικά καθορισμένων σχέσεων τροφοληψίας και των φυσικών εναλλαγών του περιβάλλοντος, αλλά και σε συνδυασμό με το πως οι πληθυσμοί αντιδρούν σε σύνθετα μοτίβα τοπίου, είναι θέματα με τα οποία ασχολείται η οικολογία του τοπίου.

### Οι επιδράσεις των οργανισμών στην ετερογένεια του τοπίου

Αν και η απόκριση των οργανισμών στην ετερογένεια του τοπίου δεσπόζει στην έρευνα επάνω στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ οργανισμών και τοπίου, έχει επίσης αναγνωριστεί ο ρόλος του βιόκοσμου (ταξινομικών ομάδων) στη δημιουργία της ετερογένειας. Οι "μηχανικοί των οικοσυστημάτων" (Jones et al. 1997) σημειώνονται σαν οι βασικές πηγές ετερογένειας σε μία πλειάδα συστημάτων. Για παράδειγμα, ο Βίσονας (*Bison bison*) αποτελεί προσδιοριστικό παράγοντα των εμφανιζόμενων διαμορφώσεων ετερογένειας στις πεδιάδες της Βορείου Αμερικής (Knapp et al. 1999). Οι νυκτερινές εξορμήσεις αναζήτησης τροφής των ιπποπόταμων (*Hippopotamus amphibius*) οδηγούν στη δημιουργία ενός λαβύρινθου από μονοπάτια και κανάλια, τα οποία αποτελούν οδούς κίνησης των υδάτων καθώς και πολλών άλλων ειδών (Naiman και Rogers, 1997). Παρ' όλα αυτά τα βασικά παραδείγματα, ο ρόλος των οργανισμών ως πηγών χωρικής ετερογένειας έχει τύχει κάπως περιορισμένης μελέτης στην οικολογία του τοπίου.

## Οι επιδράσεις της ετερογένειας του τοπίου στους οργανισμούς

Οι οικολόγοι του τοπίου αναλύουν το πως οι οργανισμοί χρησιμοποιούν χωρικά ετερογενείς πόρους και το πως αυτοί διαβιούν, αναπαράγονται, διασπείρονται και αλληλεπιδρούν σε μωσαϊκά τοπίων. Οι τροποποιημένες διαμορφώσεις του τοπίου συχνά επηρεάζουν την κατανομή, την ανθεκτικότητα και την αφθονία ειδών και οι επιπτώσεις από την απώλεια και της διάσπασης των ενδιαιτημάτων έχουν τύχει μεγάλης προσοχής (π.χ. Andren 1994, Fahrig 2003, Haila 2002, Saunders et al. 1991). Πλήθος γνώσεων έχει συγκεντρωθεί από μελέτες στις οποίες έχουν αξιολογηθεί παράγοντες οι οποίοι εξηγούν τη διακύμανση στην παρουσία ή αφθονία οργανισμών στο τοπίο.

Το μέγεθος της χωροψηφίδας έχει μεγάλη επίδραση στα είδη που ζούν σε ενδιαιτήματα είτε των ορίων είτε σε εσωτερικούς βιοτόπους, ενώ είναι αμελητέο για είδη γενικευτές (Bender et al. 1998). Ωστόσο, οι τοπικές συνθήκες βιοτόπου είναι πιθανόν να μην επαρκούν για την εξήγηση της παρουσίας ή της αφθονίας ειδών. Ενδέχεται να υπάρχει σημαντική επίδραση από το σχήμα των ορίων ή τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος τοπίου - το οποίο συνήθως αναφέρεται σαν πλαίσιο τοπίου ή θεμελιώδης επιφάνεια (Mazerolle & Villard 1999). Για παράδειγμα, εμπειρικές μελέτες ομάδων ειδών πεταλούδων σε τοπία με φυσικά απομονωμένα λιβάδια έχουν καταδείξει ότι η θεμελιώδης επιφάνεια η οποία περιβάλλει τις χωροψηφίδες ενδέχεται να επηρεάζει την πραγματική απομόνωση αυτών (Ricketts 2001). Σε ένα πείραμα σχεδιασμένο για την μελέτη της επίδρασης της έκτασης της χωροψηφίδας, οι Tewksbury et al. (2002) διαπίστωσαν ότι η γονιμοποίηση και η διασπορά των σπόρων, δύο βασικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ φυτών και ζώων, διευκολύνθηκαν από την παρουσία διαδρόμων οι οποίοι συνέδεαν τεμάχια ενδιαιτημάτων. Οι Murphy & Lovett-Doust (2004) προτείνουν μία ολοκληρωμένη προσέγγιση ανάμεσα στους μεταπληθυσμούς και της οικολογίας τοπίου για την κατανόηση της περιφερειακής δυναμικής σε φυτά, τονίζοντας τις έννοιες της συνδεσιμότητας και της συνάφειας για την περιγραφή των συνιστωσών της μεταβλητότητας στο τοπίο, από μία οπτική γωνία με αναφορά σε είδη.



Οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν σε πολλές χωρικές κλίμακες έχουν καταδείξει τη σημασία της συνάφειας του τοπίου για ένα μεγάλο εύρος ταξινομικών ομάδων (π.χ. Lindenmayer et al. 1999, Pearson et al. 1995, Steffan-Dewenter et al. 2002, Stoner & Joern 2004), αν και η επίδραση ενδέχεται να είναι μικρότερη εάν το ενδιαίτημα εστίασης είναι σε αφθονία και καλά συνδεδεμένο (π.χ. Miller et al. 2004a). Πολλές μελέτες έχουν επίσης καταδείξει ότι η συνδεσιμότητα ενδιαιτημάτων βρίσκεται σε συνάρτηση με την κλίμακα, δηλαδή το κατά πόσον μία δεδομένη διαμόρφωση ενός ενδιαιτήματος είναι συνδεδεμένη, εξαρτάται από την κινητικότητα των ειδών και το μοτίβο του ενδιαιτήματος (Goodwin & Fahrig 2002, Vos et al. 2001). Οι οργανισμοί ενδέχεται να αντιδρούν στην πολυμεταβλητή ετερογένεια ενδιαιτημάτων σε πολλές διαφορετικές κλίμακες, **και ο προσδιορισμός των παραγόντων αλλά και των κλιμάκων που εξηγούν καλύτερα τη διακύμανση της παρουσίας ή αφθονίας των οργανισμών παραμένει βασικός στόχος της οικολογίας του τοπίου.**

Η διασαφήνιση των επιπτώσεων της σύνθεσης του τοπίου (δηλ. τι και πόσο υπάρχει) και της διαμόρφωσης του τοπίου (πως διατάσσεται από χωρικής απόψεως) στους πληθυσμούς, είναι ένας σημαντικός τομέας στην οικολογία τοπίου (Fahrig 1997, McGarigal & Cushman 2002). Στην επισκόπηση τους αναφορικά με 134 δημοσιευμένες μελέτες διάσπασης τοπίου, οι McGarigal & Cushman (2002) συμπέραναν ότι οι οικολογικοί μηχανισμοί και οι επιπτώσεις της διάσπασης (κατάτμησης) ενδιαιτημάτων σε πληθυσμούς, εξακολουθούν να μην έχουν γίνει καλά κατανοητοί. Υπάρχουν ενισχυόμενες ενδείξεις για πρωτεύουσα δράση της σύνθεσης και δευτερεύουσα δράση της διαμόρφωσης. Από μελέτες υπαίθρου, που πραγματοποιήθηκαν σε 94 τοπία με διαστάσεις 10 x 10 χλμ έκαστο, διαπιστώθηκε μία σταθερά θετική σχέση μεταξύ της δασοκάλυψης και της κατανομής δασικών πτηνών αλλά ασθενέστερες και μεταβλητές επιπτώσεις της δασικής διάσπασης (Trzcinski et al. 1999). Σε μελέτη για την εμφάνιση ποωδών ειδών σε φυλλοβόλα δάση της νότιας Σουηδίας, οι Dupre & Ehrlén (2002) διαπίστωσαν ότι η ποιότητα των ενδιαιτημάτων ήταν σημαντικότερη από τη διαμόρφωση των ενδιαιτημάτων.

Μελέτες προσομοίωσης υπέδειξαν επίσης ότι μεταβολές της σύνθεσης του τοπίου είναι πιθανόν να ασκούν εντονότερη επίδραση στην ανθεκτικότητα του πληθυσμού απ' ότι μεταβολές στη διαμόρφωση του τοπίου. Οι Fahrig & Nettle (2005) προχώρησαν στην υπόθεση ότι η διαμόρφωση του τοπίου θα είναι σημαντική μόνο εάν η διαμόρφωση ασκεί έντονη επιρροή στις κινήσεις ανάμεσα στις χωροσηφίδες και οι εν λόγω κινήσεις επηρεάζουν σημαντικά την επιβίωση του πληθυσμού. Από τα αποτελέσματα μίας μελέτης μοντελοποίησης των Flather & Severs (2002) διαπιστώθηκε ότι, σε ένα μεγάλο εύρος ποσοτήτων και διατάξεων ενδiciaτημάτων, το πληθυσμιακό μέγεθος προσδιορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την αφθονία ενδiciaτημάτων. Ωστόσο, η διαμόρφωση των ενδiciaτημάτων κατέστη σημαντική σε τοπία με χαμηλή αφθονία ενδiciaτημάτων, στα οποία η θνησιμότητα λόγω διασποράς απέκτησε μεγαλύτερη σημασία. Οι King & With (2002) συγκέντρωσαν παρόμοια αποτελέσματα, στα οποία το χωρικό μοτίβο ήταν σημαντικό για είδη μικρής διασποράς, τα οποία εμφανίζονταν σε τοπία χαμηλής αφθονίας ενδiciaτημάτων.

Η οικολογία του τοπίου έχει επίσης επικεντρώσει την προσοχή της στην ανάπτυξη προηγμένων εκτιμήσεων ενδiciaτημάτων για την κατανομή των ταξινομικών ομάδων ειδών. Μία προσέγγιση διατηρεί την απλή κατάταξη των ενδiciaτημάτων σε κατάλληλα και ακατάλληλα, επαναξιολογεί ωστόσο και το τοπίο για διαφορετικές ταξινομικές ομάδες με τη χρήση κατάλληλων κανόνων και κλιμάκων για κάθε είδος ή λειτουργική ομάδα (π.χ. Addicott et al. 1987, Pearson et al. 1999). Στατιστικές μέθοδοι όπως συναρτήσεις επιλογής πόρων (Manly κ. α. 2002) οι οποίες βασίζονται σε λογιστική παλινδρόμηση, προσφέρουν πολυμεταβλητές και συνεχείς εκτιμήσεις της επιλογής ενδiciaτημάτων με διαφορετικές ταξινομικές ομάδες οι οποίες μπορούν να αξιολογηθούν μέσα σε ένα εύρος κλιμάκων. Αυτές οι αναλύσεις χρησιμοποιούν την προσέγγιση «χρήσης σε σχέση με τη διαθεσιμότητα» και συχνά διεξάγονται σε πολλαπλές κλίμακες (π.χ. Boyce κ. α. 2003). Μελέτες αυτού του είδους καταδεικνύουν με σαφήνεια ότι το ίδιο τοπίο μπορεί να φαίνεται πολύ διαφορετικό σε διαφορετικά είδη, και υπογραμμίζουν **τη σημασία της άποψης ότι η ετερογένεια του τοπίου πρέπει να αναλύεται με επίκεντρο τον οργανισμό μελέτης** (Wiens 1989).



**Ότι εκλαμβάνεται ως διασπασμένο τοπίο για ένα είδος μπορεί να μην είναι για ένα άλλο.**



Οι χωρικές επιπτώσεις των τροφικών αλυσίδων υποδηλώνουν ότι είναι σημαντικές οι επιπτώσεις της χωρικής ετερογένειας στις αλληλεπιδράσεις των ειδών. Σε μία μελέτη της δυναμικής θηρευτών - θηραμάτων, οι With et al. (2002) προσδιόρισαν τον τρόπο που η δομή του τοπίου επηρέασε την ικανότητα δύο ειδών πασχαλίτσας (Coleoptera: Coccinellidae) να ανιχνεύει πληθυσμούς αφίδων σε πειραματικά τοπία, τα οποία διέφεραν ως προς την αφθονία και την κατάτμηση του λειμώνιου τριφυλλιού (*Trifolium pratense*). Ένα εντυπωσιακό εύρημα αυτής της μελέτης ήταν το ότι τα χωρικά όρια (threshold) στη δομή του τοπίου μπορούν να μεταφέρονται μεταξύ τροφικών επιπέδων, παράγοντας παρόμοια όρια στην κατανομή των πληθυσμών παρασίτων, και υποδηλώνοντας μία μηχανιστική σύνδεση ανάμεσα σε επιμέρους μετακινήσεις και φαινόμενα σε επίπεδο πληθυσμού τα οποία επηρεάζουν τις αλληλεπιδράσεις θηραμάτων - θηρευτών σε διασπασμένα τοπία. Οι επιπτώσεις από τις σχέσεις μεταξύ θηρευτών - φυτοφάγων - φυτών, επάνω στην χωρική μεταβλητότητα σε φυτικές κοινότητες, επίσης παρουσιάζει έντονο ενδιαφέρον. Τα κορυφαία αρπακτικά μπορούν να επηρεάζουν τους πληθυσμούς φυτοφάγων θηραμάτων τους αριθμητικά, μέσω της μείωσης του μεγέθους του πληθυσμού τους, ή συμπεριφορικά επηρεάζοντας τα πρότυπα της χρήσης των ενδιαιτημάτων. Όταν μεταβλητές αυτές έχουν χωρικό προσδιορισμό, οι αλυσιδωτές αυτές επιπτώσεις μπορεί εν τέλει να επηρεάσουν τα μοτίβα της βλάστησης του τοπίου (Schmitz κ. α. 2000).