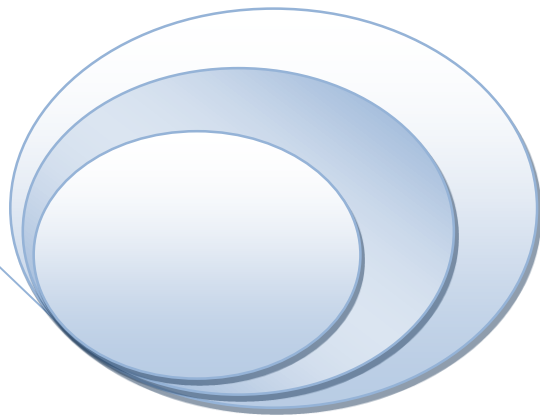


ΜΙΧΑΗΛ
ΒΡΑΧΝΑΚΗΣ



ΛΙΒΑΔΟΠΟΝΙΑ



Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά
Συγγράμματα και Βοηθήματα

www.kallipos.gr



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



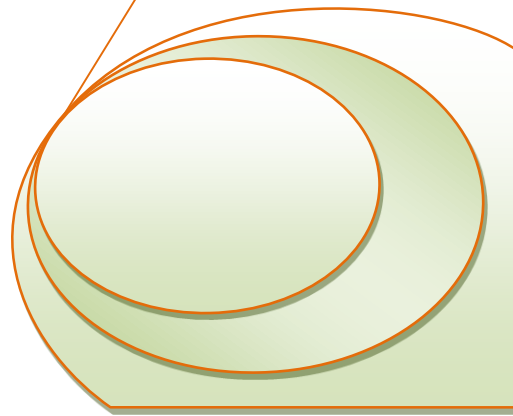
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



HEALINK

Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών



ΜΙΧΑΗΛ ΒΡΑΧΝΑΚΗΣ
Αναπληρωτής Καθηγητής
ΤΕΙ Θεσσαλίας

ΔΙΒΑΔΟΠΟΝΙΑ

Ψηφιακό σύγγραμμα



Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά
Συγγράμματα και Βοηθήματα
www.kallipos.gr

ΛΙΒΑΔΟΠΟΝΙΑ

Συγγραφή

Μιχαήλ Βραχνάκης

Κριτικός αναγνώστης

Βασίλειος Παπαναστάσης

Συντελεστές έκδοσης

ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: Ελένη Τασιούλα

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ: Έλλη Ράπτη, Κωνσταντίνος Χούνος

ISBN: 978-960-603-207-3

Copyright © ΣΕΑΒ, 2015



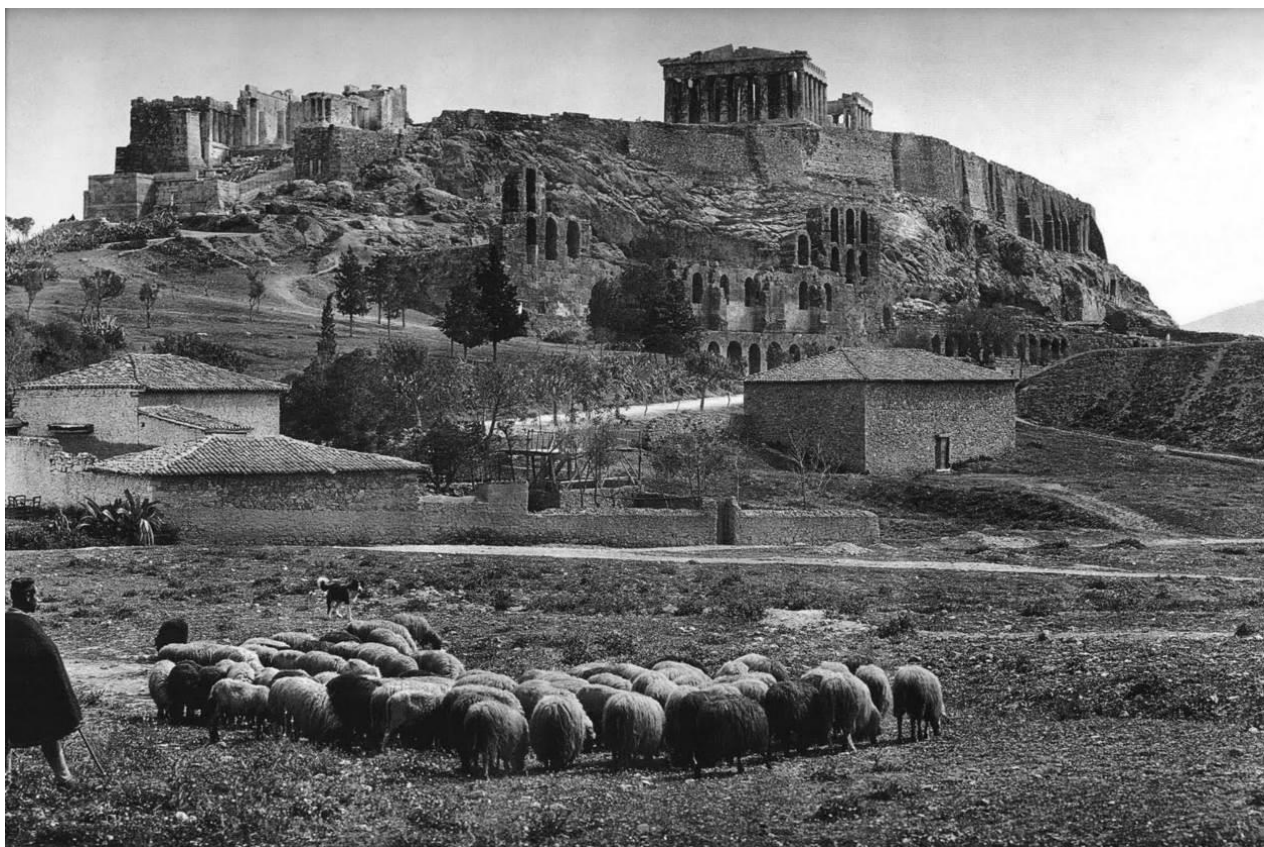
Το παρόν έργο αδειοδοτείται υπό τους όρους της άδειας Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Όχι Παράγωγα Έργα 3.0. Για να δείτε ένα αντίγραφο της άδειας αυτής επισκεφτείτε τον ιστότοπο <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/gr/>

ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΩΝ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΩΝ

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 15780 Ζωγράφου

www.kallipos.gr



(Φωτογραφία: Fred Boissonnas 1903,
Πρόβατα κάτω από την Ακρόπολη¹)

Αφιερώνεται στους βοσκούς μας....

Φωτογραφία εξώφυλλου: Λήψη στοιχείων υπαίθρου σε ποολίβαδο στο Λαγκαδά στα πλαίσια του Προγράμματος *Ρόλος της κτηνοτροφίας στην προστασία και ανάπτυξη των λιβαδικών οικοσυστημάτων και του τοπίου στην ευρύτερη περιοχή της λίμνης Κορώνειας του νομού Θεσσαλονίκης* που χρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα Ε.Π.Ε.Α.Ε.Κ. «Περιβάλλον – Πυθαγόρας – Ενίσχυση Ερευνητικών Ομάδων στο Πανεπιστήμιο (ΕΕΟΠ) Αριστοτέλειο Θεσσαλονίκης»). (Πηγή: Συγγραφέας)

¹ Δεν απαιτείται άδεια χρήσης.

Πίνακας περιεχομένων

Πρόλογος	9
Εισαγωγή	11
Δ.Ε.1 Τα λιβάδια ως εδαφοπονικός πόρος	14
1.1 Λιβάδια – βοσκότοποι – λειμώνες	14
1.2 Λιβάδια και οικοσυστημικές υπηρεσίες	17
1.3 Κατανομή λιβαδιών στον κόσμο	18
1.4 Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ελληνικών λιβαδιών	19
Παράλληλα κείμενα	32
Σχετικοί δικτυακοί τόποι	32
Βιβλιογραφία	33
Κριτήρια αξιολόγησης	34
Α. Δραστηριότητες διδακτικής ενότητας	34
Β. Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης	34
ΜΕΡΟΣ Α - ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΛΙΒΑΔΙΩΝ	37
Δ.Ε.2 Μορφογένεση και φυσιολογία λιβαδικών φυτών – σημαντικά λιβαδικά φυτά	37
2.1 Μορφογένεση λιβαδικών φυτών	37
2.2 Αύξηση λιβαδικών φυτών	40
2.3 Φυσιολογία λιβαδικών φυτών	40
2.3.1 Μικροκλιματικές παράμετροι	40
2.3.2 Υδροδυναμικές παράμετροι	41
2.3.3 Φυσιολογικές παράμετροι	42
2.4 Σημαντικά λιβαδικά φυτά	46
2.4.1 Αγρωστώδη – Graminae (= Poaceae)	46
2.4.2 Ψυχανθή – Leguminosae (=Papilionaceae, Fabaceae)	47
2.4.3 Άλλες πλατύφυλλες πόες	48
2.4.4 Κτηνοτροφικοί θάμνοι και δένδρα	49
Παράλληλα κείμενα	51
Σχετικοί δικτυακοί τόποι	51
Βιβλιογραφία	51
Κριτήρια αξιολόγησης	52
Α. Δραστηριότητες διδακτικής ενότητας	52
Β. Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης	52
Δ.Ε.3 Σημαντικά αγρωστώδη, ψυχανθή, πλατύφυλλες πόες, κτηνοτροφικοί θάμνοι & δέντρα	55
3.1 Αγρωστώδη (=Gramineae, Poaceae)	55
3.2 Ψυχανθή (=Fabaceae, Leguminosae, Papilionaceae)	63
3.3 Άλλες πλατύφυλλες πόες	69
3.4 Κτηνοτροφικοί θάμνοι και δένδρα	71

Παράλληλα κείμενα.....	74
Σχετικοί δικτυακοί τόποι	74
Βιβλιογραφία	74
Κριτήρια αξιολόγησης.....	75
Α. Δραστηριότητες διδακτικής ενότητας.....	75
Β. Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης.....	75
Δ.Ε.4 Λιβαδικοί τύποι οικοτόπων	77
4.1 Βασικές έννοιες	77
4.2 Ποολίβαδα των φυσικών και ημιφυσικών σχηματισμών λειμώνων (λιβαδιών)	79
4.3 Θαμνολίβαδα των σκληρόφυλλων θαμνώνων (Matorral) - φρυγανολίβαδα	88
4.4 Δασολίβαδα (από την κατηγορία τύπων οικοτόπων: Δάση).....	94
Παράλληλα κείμενα.....	99
Σχετικοί δικτυακοί τόποι	100
Βιβλιογραφία	100
Κριτήρια αξιολόγησης.....	101
Α. Δραστηριότητες διδακτικής ενότητας.....	101
Β. Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης.....	101
Δ.Ε.5 Δυναμική της λιβαδικής βλάστησης.....	103
5.1 Σκοπός της δυναμικής πληθυσμών	103
5.2 Πυκνότητα – πυκνοεξάρτηση – αυτοαραίωση	106
5.3 Θεωρία του μηχανισμού αλληλοπαρέμβασης.....	108
5.4 Κρίσιμοι πόροι και διάκρισή τους	109
5.5 Αλληλοπαρέμβαση και τύποι αλληλοεπιδράσεων - Ανταγωνισμός και διευκόλυνση	110
5.6 Πειραματικοί σχεδιασμοί μίξης – διερεύνηση αλληλοπαρεμβατικών σχέσεων	112
5.7 Το μοντέλο απόκρισης (Spitters - Connolly).....	115
Παράλληλα κείμενα.....	120
Σχετικοί δικτυακοί τόποι	120
Βιβλιογραφία	120
Κριτήρια αξιολόγησης.....	122
Α. Δραστηριότητες διδακτικής ενότητας.....	122
Β. Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης.....	123
Δ.Ε.6 Διαταραχές στα λιβάδια.....	125
6.1 Λιβαδικά οικοσυστήματα και διαδοχή της βλάστησης.....	126
6.2 Η έννοια της διαταραχής	127
6.3 Διαταραχές σε άμεση σχέση με τη χρήση των λιβαδιών – Μελέτες περίπτωσης στο Λαγκαδά και τη Σκύρο	130
6.4 Διαταραχές που δεν σχετίζονται άμεσα με τη χρήση των λιβαδιών	137
6.4.1 Πυρκαγιές	137
6.4.2 Κλιματική αλλαγή	140
6.4.3 Εισβολή ξενικών ειδών.....	144
6.5 Ερμαιοποίηση	146
6.6 Οικολογική επαναφορά	148
Παράλληλα κείμενα.....	152

Σχετικοί δικτυακοί τόποι	153
Βιβλιογραφία	153
Κριτήρια αξιολόγησης.....	158
Α. Δραστηριότητες διδακτικής ενότητας.....	158
Β. Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης.....	158
ΜΕΡΟΣ Β - ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΛΙΒΑΔΙΩΝ	160
Δ.Ε.7 Ποιοτική εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της λειτουργίας των λιβαδιών	160
7.1 Λιβαδική κατάσταση και λιβαδική υγεία.....	160
7.2 Το μοντέλο λιβαδικής υγείας στα μεσογειακά λιβάδια	162
7.3 Μελέτη περίπτωσης: Η εφαρμογή του μοντέλου λιβαδικής υγείας στα λιβάδια του Λαγκαδά.....	165
Παράλληλα κείμενα.....	172
Σχετικοί δικτυακοί τόποι	173
Βιβλιογραφία	173
Κριτήρια αξιολόγησης.....	175
Α. Δραστηριότητες διδακτικής ενότητας.....	175
Β. Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης.....	175
Παράρτημα Διδακτικής Ενότητας 7	177
Δ.Ε.8 Ποσοτική εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της λειτουργίας των λιβαδιών	183
8.1 Βιοτικές μορφές και εκτιμητές ειδών	184
8.2 Επιλογή μεθόδων – πηγές διακύμανσης	185
8.3 Δειγματοληψία.....	186
8.4 Κάλυψη λιβαδικής βλάστησης (φυτοκάλυψη)	187
8.5 Σύνθεση λιβαδικής βλάστησης	189
8.6 Πυκνότητα λιβαδικής βλάστησης	189
8.7 Συχνότητα εμφάνισης	191
8.8 Βάρος (παραγωγή λιβαδικής βλάστησης).....	191
8.9 Ποικιλότητα	193
Παράλληλα κείμενα.....	203
Σχετικοί δικτυακοί τόποι	203
Βιβλιογραφία	203
Κριτήρια αξιολόγησης.....	204
Α. Δραστηριότητες διδακτικής ενότητας.....	204
Β. Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης.....	205
Παράρτημα Διδακτικής Ενότητας 8	207
Δ.Ε.9 Στοιχεία διαχείρισης λιβαδιών	208
9.1 Η Οικοσυστημική Προσέγγιση στη διαχείριση των φυσικών οικοσυστημάτων	208
9.2 Κανονική χρήση λιβαδιών	211
9.3 Βασικές αρχές και έννοιες στη διαχείριση των βοσκοτόπων	214
9.4 Προδιαγραφές των σχεδίων διαχείρισης βοσκοτόπων.....	219
9.5 Απογραφή και χαρτογράφηση βοσκοτόπων	220
Παράλληλα κείμενα.....	223
Σχετικοί δικτυακοί τόποι	223

Βιβλιογραφία	224
Κριτήρια αξιολόγησης.....	224
Α. Δραστηριότητες διδακτικής ενότητας.....	224
Β. Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης.....	225
Ευρετήριο Επιστημονικών Όρων	227
Ευρετήριο Φυτικών Γενών (/Ειδών).....	229

Πρόλογος

Τα λιβάδια συγκαταλέγονται στους πολυτιμότερους εδαφοπονικούς πόρους της χώρας μας, τόσο σε έννοιες έκτασης, όσο και συμβολής στην εθνική οικονομία και πολιτισμό, ενώ και οι προοπτικές ανάπτυξής τους είναι σημαντικότερες. Ως εκ τούτου, η ανάγκη επισταμένης μελέτης των πολύτιμων αυτών οικοσυστημάτων κρίνεται απαραίτητη.

Η επιστήμη που ασχολείται με τα λιβάδια ονομάζεται Λιβαδοπονία. Η Λιβαδοπονία, ως εφαρμοσμένη επιστήμη, χωρίζεται σε δύο σημαντικούς κλάδους: στη Λιβαδική Οικολογία, η οποία προσφέρει τις οικολογικές αρχές λειτουργίας των λιβαδικών οικοσυστημάτων και στη Διαχείριση των Λιβαδιών, η οποία με γνώμονα τις οικολογικές αρχές και τις ανάγκες του σύγχρονου ανθρώπου προσφέρει τις τεχνικές για την αειφορική διαχείρισή τους. Το παρόν σύγγραμμα καλύπτει αντίστοιχα και τους δύο αυτούς κλάδους της επιστήμης της Λιβαδοπονίας.

Η δομή του συγγράμματος είναι ενιαία και κάθε διδακτική ενότητα (ΔΕ) αποτελείται από δέκα (10) επιμέρους κεφάλαια:

1. Τίτλος ΔΕ Η κυρίως ύλη του συγγράμματος είναι χωρισμένη σε εννέα (9) ΔΕ.

2. Σκοπός Αναφέρεται ο σκοπός της ΔΕ. Επίσης επιχειρείται σύνδεση με την προηγούμενη και την επόμενη ΔΕ.

3. Προσπαιτούμενη γνώση – προσδοκώμενα αποτελέσματα Αναφέρεται η επιμέρους συμβολή της ΔΕ στην απόκτηση γνώσης από τους φοιτητές. Έτσι μετά την παρακολούθηση της ΔΕ στην αίθουσα και τη μελέτη των αντίστοιχων κεφαλαίων του συγγράμματος ο φοιτητής αναμένεται να έχει καλύψει συγκεκριμένα θεματικά πεδία.

4. Έννοιες κλειδιά - keywords Αναφέρονται χαρακτηριστικές λέξεις-κλειδιά, επιστημονικοί όροι ή σύντομες φράσεις που σχετίζονται με τη ΔΕ.

5. Κύριο σώμα διδασκαλίας Σκιαγραφείται το κυρίως διδακτικό σώμα της ΔΕ, αναλόγως των ιδιαιτέρων χαρακτηριστικών της. Αποτελείται από κείμενα, ορισμούς και επεξηγήσεις επιστημονικών όρων, φωτογραφίες, πίνακες, διαγράμματα, χάρτες κ.λπ.

6. Δραστηριότητες Αναφέρονται δραστηριότητες, ασκήσεις, ερωτήσεις που σχετίζονται με τη ΔΕ και τις οποίες οι φοιτητές καλούνται να φέρουν εις πέρας για την πληρέστερη εμπέδωση της ΔΕ.

7. Παράλληλα κείμενα Αναφέρονται οι τίτλοι από Παράλληλα Κείμενα σχετικών με τη ΔΕ που διανέμονται ηλεκτρονικά στους φοιτητές. Τα Παράλληλα Κείμενα περιλαμβάνουν επιστημονικές εργασίες και επιστημονικές εκθέσεις.

8. Σχετική βιβλιογραφία Αναφέρονται οι τίτλοι συγγραμμάτων, βιβλίων, επιστημονικών εργασιών, διατριβών, στατιστικών δελτίων, κ.λπ. στα οποία οι φοιτητές μπορούν να καταφεύγουν για την πληρέστερη εκμάθηση της ΔΕ και στις οποίες στηρίχτηκε το σύγγραμμα. Επιπλέον περιλαμβάνονται οι βιβλιογραφικές αναφορές που απαντώνται στο κείμενο.

9. Σχετικοί δικτυακοί τόποι Αναφέρονται οι ηλεκτρονικές διευθύνσεις σχετικών διεθνών δικτυακών τόπων, επιστημονικού ή διδακτικού χαρακτήρα στις οποίες μπορεί να ανατρέξουν οι φοιτητές για άντληση επιπλέον πληροφοριών σχετικών με τη ΔΕ. Με τον τρόπο αυτό, ο φοιτητής μπορεί να ενημερωθεί σε θέματα αιχμής σχετικά με τη ΔΕ και παράλληλα να τοποθετήσει ποιοτικά την παροχή γνώσης σχετική με τη ΔΕ στο παγκόσμιο σύστημα πληροφοριών.

10. Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης Αναφέρεται σειρά ερωτήσεων πολλαπλών επιλογών εκ των οποίων ο φοιτητής, μετά τη μελέτη της ΔΕ θα διαπιστώσει το βαθμό γνώσης που έχει στα θέματα που πραγματεύεται η ΔΕ.

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω:

Το Σύνδεσμο Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών (Σ.Ε.Α.Β.), το Εθνικό Δίκτυο Έρευνας και Τεχνολογίας (Ε.Δ.Ε.Τ. Α.Ε.) και τον Ειδικό Λογαριασμό Κονδυλίων Έρευνας (Ε.Λ.Κ.Ε.) του Ε.Μ.Π. που υποστήριξαν αυτή την προσπάθεια, μέσω του Προγράμματος *Κάλλιππος*.

Τον κριτικό αναγνώστη, ομότιμο Καθηγητή του ΑΠΘ κ. Βασίλειο Παπαναστάση για τις εποικοδομητικές συζητήσεις, ουσιαστικές υποδείξεις και παρεμβάσεις οι οποίες αναμφίβολα βελτίωσαν το τελικό αποτέλεσμα.

Τους μηχανικούς ηλεκτρονικών υπολογιστών κ.κ. Έλλη Ράπτη και Κωνσταντίνο Χούνο για την τεχνική επεξεργασία των διαδραστικών αντικειμένων.

Τη φιλόλογο κ. Ελένη Τασιούλα για τη γλωσσική επιμέλεια του κειμένου.

Τους φίλους Δρ. Γιάννη Καζόγλου, Δρ. Γεώργιο Φωτιάδη και Δρ. Βασιλική Κλεφτογιάννη για τις συζητήσεις πάνω σε θέματα Λιβαδοπονίας, Φυτοκοινωνιολογίας και Προσαρμοζόμενης Διαχείρισης αντίστοιχα.

Τους κ.κ. Ali Shehadeh, Lubon Borsukiewicz, Jabier Ruiz Mirazo, Alex Burkovski, Sara Morales Rodrigo, Βασίλειο Παπαναστάση, Θεοδώρα Μέρου, Χρήστο Ευαγγέλου, Ζωή Εσκίογλου, Γιάννη Καζόγλου, Στέλλα Βαρελτζίδου, Κώστα Σκαρλάτο που με προμήθευσαν με σχετικό φωτογραφικό υλικό.

Το Τμήμα Δασοπονίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος (Καρδίτσας) του ΤΕΙ Θεσσαλίας για την παροχή της σχετικής υποδομής και τους συνάδελφους εκπαιδευτικούς για τη συνεργασία τους στα εκπαιδευτικά θέματα.

Πάνω απ' όλα όμως ευχαριστώ εκ των προτέρων τους φοιτητές και τις φοιτήτριες των ΑΕΙ που με τις υποδείξεις και ανησυχίες τους θα συμβάλλουν σημαντικά στη βελτίωση αυτού του συγγράμματος.

Καρδίτσα, Νοέμβριος 2015

Μιχαήλ Βραχνάκης

Αναπληρωτής Καθηγητής

ΤΕΙ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Εισαγωγή

Ως λιβαδικό οικοσύστημα, εννοείται η φυσική ή ημι-φυσική οργανωμένη και λειτουργική μονάδα εδάφους στην οποία υπάρχει συνεχής ροή ενέργειας και κυκλοφορία των θρεπτικών στοιχείων μεταξύ των ζωντανών (βιοτικών), και μη (αβιοτικών) μερών της, και στην οποία συνήθως συγκομίζεται η πρωτογενής παραγωγή (υπέργεια βιομάζα) είτε από τον άνθρωπο (μέσω τακτικής χορτονομής), όπως συμβαίνει στις περισσότερες κεντρικές και βόρειες χώρες της Ευρώπης ή και αλλού, είτε σε μεγάλο βαθμό από τα αγροτικά ζώα (βοσκήσιμη ύλη) μέσω της βόσκησης, όπως συμβαίνει κυρίως στις χώρες τις Νοτίου Ευρώπης ή και αλλού, είτε από το συνδυασμό αυτών των δύο δραστηριοτήτων. Κατά την έννοια αυτή, στις μεσογειακές χώρες και στη χώρα μας η βόσκηση αποτελεί αναπόσπαστο και καθοριστικό στοιχείο των φυσικών και ημι-φυσικών λιβαδικών οικοσυστημάτων. Στην Ελλάδα τα λιβαδικά οικοσυστήματα καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση, και συμβάλλουν σημαντικά στην εθνική οικονομία, και πολιτισμό.

Σε Ευρωπαϊκό, αν όχι και σε παγκόσμιο επίπεδο, τα λιβάδια της Ελλάδας κατέχουν εξέχουσα θέση καθώς συνδέονται με σειρά από *ιδιαιτέρως χαρακτηριστικά*, μερικά από τα οποία είναι: (α) Η κυριαρχία πολλών φυσικών χαρακτηριστικών, και κυρίως χαρακτηριστικών βλάστησης, καθώς οι βελτιωτικές αγροχημικές δράσεις στους φυσικούς βοσκότοπους της χώρας μας εφαρμόστηκαν σε πολύ μικρό βαθμό, αν όχι και καθόλου. (β) Τα φυσικά λιβάδια της χώρας μας αποτελούν το μεγαλύτερο εδαφοπονικό πόρο τόσο σε όρους έκτασης, όσο και σημασίας. (γ) Η κτηνοτροφική χρήση των λιβαδιών της χώρας μας έχει ημιεκτατικό ή εκτατικό χαρακτήρα, ενώ το ποιμενικό είναι το κυρίαρχο σύστημα εκτροφής, του οποίου η πολύχρονη εφαρμογή συνδέθηκε με τις υψηλές οικοσυστημικές αξίες που παράγονται στα λιβάδια της χώρας. (δ) Η πλειονότητα των ελληνικών λιβαδιών εντοπίζονται σε οριακούς, χαμηλής παραγωγικότητας τόπους, καθώς οι υψηλής παραγωγικότητας, ιδιαίτερα των πεδινών περιοχών, αποδόθηκαν συνήθως στη γεωργία. (ε) Η ποικιλία των κλιματεδαφικών συνθηκών της χώρας μας, αλλά και η ιστορική χρήση των λιβαδιών έχει συντελέσει στην ύπαρξη ποικιλίας λιβαδικών τύπων και υποτύπων, εξαιρετικής ιδιαιτερότητας και σημασίας. (στ) Απώρροια της ποικιλίας τύπων και υποτύπων, είναι η υψηλή βιοποικιλότητα που συντηρείται στα λιβάδια της χώρας, συνολικής (πλούτος και αφθονία ειδών χλωρίδας και πανίδας), σημειακής (ενδημικά, σημαντικά είδη), αλλά και λειτουργικής (λειτουργικοί τύποι). (ζ) Η μεγάλη ποικιλία των λιβαδικών πόρων συνδέεται και με την ποικιλία στις χρήσεις (παραδοσιακές και σύγχρονες) των ελληνικών λιβαδιών, όπως δασολιβαδική χρήση, μελισσοκομική κ.λπ. (η) Τα λιβάδια, λόγω της μακράς ιστορικής χρήσης τους, συνδέθηκαν στενά με το «πολιτισμικό γίγνεσθαι» του ελληνικού λαού. (θ) Παρά τα ιδιαιτέρως χαρακτηριστικά των ελληνικών λιβαδιών, δεν παύουν να υπάρχουν προβλήματα που αντανακλώνται στο ελλειμματικό ισοζύγιο εμπορίας ζωικών προϊόντων. (ι) Παρόλα τα προβλήματά, οι προοπτικές ανάπτυξης των ελληνικών λιβαδιών είναι σημαντικές.

Τα λιβάδια είναι φυσικά (ή ήμι-φυσικά) οικοσυστήματα, και ως εκ τούτου η ακριβής και απόλυτη περιγραφή τους δεν είναι δυνατή. Η διαφοροποίηση των λιβαδικών, έναντι των άλλων φυσικών οικοσυστημάτων, έγκειται κυρίως στη φυσιογνωμία της βλάστησής τους, ιδίως στην κυριαρχία της κάλυψης του εδάφους από χαμηλής ανάπτυξης ποώδη φυτά. Έτσι τα ποώδη λιβαδικά φυτά, σε αντιδιαστολή με τα δασικά, χαρακτηρίζονται μεταξύ άλλων, από την έλλειψη αποξυλωμένου συμπαγούς βλαστού, τη μικρή πρωτογενή (καθ' ύψος) και δευτερογενή (κατά πλάτος) αύξηση, τη χαμηλή διάρκεια ζωής, το μεγάλο σχετικά εύρος φαινοπλαστικής προσαρμογής σε ποικιλία κλιματεδαφικών συνθηκών, και την πολύ καλή προσαρμογή στις ανθρωπογενείς και στις φυσικές διαταραχές (π.χ. βόσκηση). Όλα τα λιβαδικά φυτά δεν ακολουθούν στους ίδιους χρόνους τα ίδια φαινολογικά στάδια γιατί έχουν αναπτύξει τους δικούς τους μηχανισμούς προσαρμογής στο περιβάλλον (κλίμα, έδαφος, βόσκηση). Οι μηχανισμοί αυτοί διασφαλίζουν τις κρίσιμες οικοφυσιολογικές διεργασίες (φωτοσύνθεση, αναπνοή, διαπνοή).

Κυρίαρχες ομάδες στον ποώδη όροφο του φυτοκαλύμματος των λιβαδιών αποτελούν οι βοτανικές οικογένειες των αγρωστωδών και των ψυχανθών με ιδιαίτερα συμπληρωματικά ποιοτικά χαρακτηριστικά, ώστε να αποτελούν σημαντικό τμήμα της καθημερινής διαίτας των αγροτικών και των αγρίων ζώων. Επιπλέον, πολλά από τα είδη αυτά αποτελούν δείκτες λιβαδικής ετοιμότητας ή χρησιμοποίησης (υπερβόσκησης, υποβόσκησης), ενώ ιδιαίτερη αξία για την κτηνοτροφία αποτελεί ο χαρακτηρισμός τους ως οικονομικώς σημαντικά ή μη είδη, αναλόγως των ποιοτικών, ποσοτικών και μορφολογικών τους χαρακτηριστικών. Επιπλέον, άλλες πλατύφυλλες πόες, πέραν των ψυχανθών, συμβάλλουν σημαντικά στις απρόσκοπτες οικοσυστημικές λειτουργίες των λιβαδιών, αλλά και στην οικονομική τους αξιοποίηση. Τέλος η γνώση των σημαντικών κτηνοτροφικών δένδρων και θάμνων, και των δυνατοτήτων τους μπορεί να αποτελέσει χρήσιμη στις περιπτώσεις βελτίωσης των βοσκοτόπων με ήπια μέσα.

Τα ιδιαίτερα χλωριδικά στοιχεία των λιβαδιών συστήνουν συγκεκριμένους τύπους βλάστησης με μοναδικά χαρακτηριστικά, που ονομάζονται λιβαδικοί τύποι οικοτόπων. Σε συνάφεια με τα οικολογικά χαρακτηριστικά (κλιματικά, εδαφικά) οι τύποι αυτοί βλάστησης έχουν ιδιαίτερη θέση στη σύγχρονη αντίληψη της οικολογίας και διαχείρισης των λιβαδιών. Η διάκριση σε τύπους οικοτόπων βοηθά σημαντικά στην ολοκληρωμένη διαχείριση των φυσικών λιβαδικών και δασικών οικοσυστημάτων, καθώς διακρίνεται χωρικά η διαφοροποίηση, και προσδιορίζεται με τον τρόπο αυτό χωρικά η περιοχή εφαρμογής των διαχειριστικών δράσεων. Σύμφωνα με την ορολογία που υιοθετήθηκε κατά την απογραφή και χαρτογράφηση των ελληνικών τύπων οικοτόπων στην κατηγορία των *ποολίβαδων των φυσικών και ημιφυσικών σχηματισμών λειμώνων (λιβαδιών)* υπάγονται, (α) τα φυσικά λιβάδια, (β) οι ημιφυσικοί ξηροφυτικοί λειμώνες και όψεις με θάμνους, (γ) οι ημιφυσικοί υγροί λειμώνες υψηλών χόρτων, και (δ) οι μεσόφιλοι λειμώνες. Στα *θαμνολίβαδα των σκληρόφυλλων θαμνώνων (Matorral) - φρυγανολίβαδα*, υπάγονται οι υποκατηγορίες των (α) υπομεσογειακών και εύκρατων θαμνώνων, (β) οι μεσογειακοί δενδρώδεις θαμνώνες (matorral), (γ) οι θερμομεσογειακοί και προστεπτικοί θαμνώνες, και (δ) τα φρύγανα. Τέλος στην κατηγορία των δασών, υπάγονται τα δασολίβαδα των υποκατηγοριών των (α) Μεσογειακών δασών φυλλοβόλων, και (β) των Μεσογειακών δασών σκληροφύλλων.

Η δυναμική της λιβαδικής βλάστησης προσδιορίζεται από τις πολλαπλές σχέσεις αλληλοπαρέμβασης που αναπτύσσονται μεταξύ των βιοτικών δομών και αβιοτικών συνθηκών των λιβαδικών οικοσυστημάτων. Τα φυτά σε ένα λιβαδικό οικοσύστημα αναπτύσσουν ενδοειδικές και διαειδικές αλληλεπιδράσεις, θετικές ή αρνητικές για τη συνέχειά τους στο χρόνο και στο χώρο, ρυθμιζόμενες πάντα από τα επίπεδα των κρίσιμων πόρων του περιβάλλοντος. Το αντιστρόφως γραμμικό μοντέλο των Spitters-Connolly και οι δείκτες που σχετίζονται με αυτό αποτελούν σημαντικά εργαλεία ερμηνείας των αλληλοπαρεμβατικών σχέσεων και της συμπεριφοράς των μίξεων των φυτών. Ιδιαίτερα χρήσιμος είναι ο δείκτης Relative Resource Total (RRT), τόσο από αγρονομικής όσο και από οικολογικής σκοπιάς. Επιπλέον οι Λόγοι Αντικατάστασης (substitution rates) του μοντέλου εκτιμούν για το μέσο άτομο ενός είδους που συμμετέχει στη μίξη τον τρόπο (σε έννοιες ισοδυναμίας) με τον οποίο αντιλαμβάνεται το μέσο άτομο του ετέρου στη μίξη είδους.

Τα λιβαδικά οικοσυστήματα, ως δυναμικά φυσικά συστήματα υπόκεινται συνεχώς στη διαδικασία της οικολογικής διαδοχής. Η γνώση της οικολογικής διαδοχής είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στις περιπτώσεις οικολογικής επαναφοράς ιδιαίτερα μετά από την έκφραση κάποιας μορφής διαταραχής. Ως διαταραχή θεωρείται ένα μεμονωμένο γεγονός στο χρόνο που διακόπτει τη δομική συνέχεια των οικοσυστημάτων, των κοινοτήτων ή των πληθυσμών με αποτέλεσμα την αλλαγή των πόρων, τη διαθεσιμότητα των υποστρωμάτων ή του φυσικού περιβάλλοντος γενικότερα. Οι διαταραχές στα φυσικά λιβαδικά οικοσυστήματα λαμβάνουν πολύ συχνά χώρα και μπορεί να είναι ενδογενούς ή εξωγενούς χαρακτήρα, ενώ ομαδοποιούνται σε αυτές που έχουν άμεση σχέση με τη χρήση των λιβαδιών (γεωργοποίηση, εγκατάλειψη και αλόγιστη βόσκηση) και αυτές που δεν σχετίζονται άμεσα με τη χρήση των πόρων που παρέχουν (πυρκαγιές, επιδράσεις κλιματικής αλλαγής, εισβάλλοντα ξενικά είδη). Η συνεχής επενέργεια της διαταραχής στο χώρο και στο χρόνο μπορεί να οδηγήσει σε μη αναστρέψιμες καταστάσεις, που περιγράφονται υπό τον όρο ερημοποίηση. Τέλος, οικολογική επαναφορά είναι η εκ προθέσεως υποβοήθηση της επανάκαμψης των υποβαθμισμένων ή κατεστραμμένων οικοσυστημάτων.

Η ποιοτική εκτίμηση της λειτουργίας των λιβαδιών αποτέλεσε και αποτελεί σημαντική πρόκληση στη διαχείριση των λιβαδιών, καθώς με την έκφρασή της επιχειρείται η περιεκτική αποτύπωση της εύρυθμης οικολογικής αποτελεσματικότητάς τους. Η εκτίμηση στηρίχτηκε για πολλές δεκαετίες στο μοντέλο της λιβαδικής κατάστασης, όμως τα τελευταία χρόνια η επιστημονική κοινότητα, ιδίως της Αμερικής, φαίνεται να αποδέχεται το μοντέλο της λιβαδικής υγείας. Στην περίπτωση των μεσογειακών λιβαδιών φαίνεται ότι ένα μοντέλο που συνδυάζει τόσο το υπόβαθρο της θεωρίας της λιβαδικής κατάστασης όσο και της λιβαδικής υγείας φαίνεται να είναι πιο δόκιμο. Το μοντέλο αυτό λαμβάνει υπόψη του τρεις σημαντικούς τομείς (κριτήρια) οικολογικής αποτελεσματικότητας: υδρολογική λειτουργία, σταθερότητα εδάφους, βιολογική σταθερότητα. Με τα κριτήρια αυτά συνδέονται δεκαπέντε οικολογικοί δείκτες. Η ποιοτική εκτίμηση γίνεται με την οπτική αξιολόγηση (βαθμολόγηση) της κατάστασης των δεικτών από έμπειρους λιβαδοπόνους και τη συμπλήρωση σχετικού πρωτοκόλλου πεδίου. Το μοντέλο περιγράφεται αναλυτικότερα και εφαρμόζεται στην πράξη στην περίπτωση των θαμνολίβαδων του Λαγκαδά. Διαπιστώνεται η ανάγκη λήψεως μέτρων βελτίωσης της κατάστασης των δεικτών κατά κριτήριο οικολογικής αποτελεσματικότητας ή και συνολικότερα.

Η εισροή ενέργειας στα λιβαδικά οικοσυστήματα και η μετατροπή της σε βιομάζα σε συνδυασμό με τη γενετική έκφραση των φυτικών οργανισμών και την επίδραση του φυσικού περιβάλλοντος έχει ως αποτέλεσμα τη μεγάλη ποικιλία στη μορφολογική έκφραση των φυτών. Η ποικιλία αυτή περιλαμβάνει διάφορους τύπους βιοτικών μορφών, από τις οποίες οι σημαντικότερες από λιβαδοπονικής σκοπιάς είναι η διάκριση σε πόες, θάμνους και δένδρα. Αυτή η μορφολογική έκφραση στην ουσία αποτελεί την ποσοτική εκδήλωση της

εύρυθμης λειτουργίας και αποτελεσματικότητας στην πρόσληψη της ηλιακής ενέργειας. Οι σημαντικότερες τέτοιες ποσοτικές εκδηλώσεις σε ένα λιβαδικό φυτοκάλυμμα αναφέρονται στον βαθμό κάλυψης του εδάφους από τη βλάστηση, στη χλωριδική σύνθεση της βλάστησης και στην ποσοστιαία συμμετοχή του κάθε είδους στη σύνθεση αυτή, στην πυκνότητα της βλάστησης, στη συχνότητα εμφάνισης των ειδών, στην παραγωγή, και στη χλωριδική ποικιλότητα που συντηρεί κατά το χρόνο καταγραφής η βλάστηση του λιβαδιού. Για τη μέτρηση αυτών των ποσοτικών χαρακτηριστικών έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές και μέσα, κάποια εκ των οποίων προσαρμόζονται καλύτερα στις μεσογειακές συνθήκες.

Η οικοσυστημική αντίληψη παρέχει το φυσικό στοιχείο στην Ολοκληρωμένη Διαχείριση των λιβαδικών οικοσυστημάτων και τοποθετεί τον άνθρωπο στο κέντρο της διαχειριστικής προσπάθειας. Η σύγχρονη εφαρμογή της αντίληψης αυτής προϋποθέτει τη συνεχή προσαρμογή της διαχείρισης των λιβαδιών με στόχο την επίτευξη κανονικής χρήσης. Οι αποκλίσεις από την κανονική χρήση, είτε ως υποχρησιμοποίηση των λιβαδικών πόρων είτε ως υπερχρησιμοποίηση, οδηγούν σε υποβάθμιση της λιβαδικής κατάστασης (μείωση της λιβαδικής υγείας). Τέτοιες αποκλίσεις ελαχιστοποιούνται όταν εφαρμόζονται οι σύγχρονες αρχές διαχείρισης των λιβαδιών, δηλ., της αειφορίας των καρπώσεων (ή των οικοσυστημάτων), της φυσικής αναγέννησης, της προστασίας και των πολλαπλών σκοπών. Πάντως σε κάθε περίπτωση και σε συμφωνία με την αρχή της αειφορίας θα πρέπει να υπολογίζεται το ισοζύγιο της βοσκοϊκανότητας / βοσκοφόρτωσης ώστε να εξάγονται συμπεράσματα σχετικά με την ανάγκη βελτίωσης ή μη των βοσκοτόπων. Ειδικά για τη χώρα μας η διαπίστωση αυτής της ανάγκης έχει αποκτήσει θεσμική βάση με την έκδοση των προδιαγραφών των προσωρινών σχεδίων διαχείρισης των βοσκοτόπων. Πιστεύεται ότι με την εκπόνηση των ολοκληρωμένων σχεδίων και την ολοκλήρωση της απογραφής των βοσκοτόπων της χώρας μας θα έχει γίνει σημαντικό βήμα στην αειφορική εκμετάλλευση αυτού του πολύτιμου εδαφοπονικού πόρου.

Δ.Ε.1 Τα λιβάδια ως εδαφοπονικός πόρος

Σύνοψη

Το κεφάλαιο έχει εισαγωγικό κυρίως χαρακτήρα. Παρουσιάζει και αποσαφηνίζει τις έννοιες λιβάδι, βοσκότοπος, λειμώνας εντάσσοντάς τις στο γενικότερο πλαίσιο των τύπων και χρήσεων γης. Περιγράφονται οι οικοσυστημικές λειτουργίες (υποστηρικτικές, υπηρεσίες παροχής, ρυθμιστικές και πολιτιστικές) που υποστηρίζονται από τα φυσικά λιβάδια και δίνεται η κατανομή των τεσσάρων μεγάλων κατηγοριών λιβαδιών στον κόσμο (ζωνικές στέπες, αλπικά ξηρά λιβάδια, αζωνικά ξηρά λιβάδια και ημι-φυσικά (δευτερογενή) ξηρά λιβάδια). Τέλος περιγράφονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ελληνικών λιβαδιών με έμφαση στη φυσικότητά τους, την ιστορική χρήση, τη σημασία τους και τις προοπτικές τους.

Προαπαιτούμενη γνώση - προσδοκώμενα αποτελέσματα

Με την ολοκλήρωση του κεφαλαίου αυτού οι φοιτητές θα έχουν κατανοήσει τη σημασία των λιβαδιών, σε έννοιες οικοσυστημικής και κοινωνικοοικονομικής προσφοράς-κατανόηση η οποία αποτελεί βασική προϋπόθεση για το σχηματισμό γνωστικού υποβάθρου περαιτέρω κατανόησης των αρχών της Οικολογίας (σύνδεση με την επόμενη Διδακτική Ενότητα) και της Διαχείρισης Λιβαδιών.

Έννοιες – κλειδιά (keywords)

- λιβάδι (rangeland ή και grassland)
- βοσκότοπος (pasture)
- λειβάδι ή λειμώνας (meadow)
- οικοσυστημική προσέγγιση (ecosystem approach)
- Εκμεταλλεύσεις Υψηλής Φυσικής Αξίας (High Nature Value Farming)

1.1 Λιβάδια – βοσκότοποι – λειμώνες

Πολύ συχνά στον προφορικό λόγο συγχέονται οι έννοιες λιβάδι και βοσκότοπος. Αυτό δικαιολογείται σε μεγάλο βαθμό, καθώς συνήθως γίνεται εύκολα κατανοητό από την εμπειρία ότι η κύρια χρήση των λιβαδιών είναι η κτηνοτροφική, δηλ. η χρήση του τμήματος της πρωτογενούς παραγωγής των λιβαδιών (βοσκήσιμη ύλη) από τα αγροτικά ζώα διαμέσου της βόσκησης. Όμως, ενώ η λέξη λιβάδι περιγράφει έναν τύπο γης, η λέξη βοσκότοπος περιγράφει μία (σημαντική ασφαλώς, αλλά όχι και μόνη) χρήση γης, η οποία γίνεται πάντα εκτός από τα αγροτικά ζώα και από την άγρια πανίδα. Επίσης, η λέξη βοσκότοπος δεν συνδέεται αποκλειστικά με τα λιβάδια. Για παράδειγμα, δάση που βόσκονται και τα οποία προορίζονται για ξυλοπαραγωγή, δεν θεωρούνται λιβάδια. Στην περίπτωση αυτή η ελεγχόμενη βόσκηση θα μπορούσε να θεωρηθεί ως δευτερογενής δραστηριότητα (ή κάρπωση), όμως ο δασικός χαρακτήρας αυτού του τύπου γης υπερτερεί ασφαλώς του λιβαδικού. Αντίστοιχα, ένας αγρός καλλιεργημένος με σιτάρι στο οποίον ασκείται βόσκηση των στελεχών του σιταριού (καλαμιές) ή των παρεδάφιων ποωδών φυτών, από αγροτικά ζώα μετά το θερισμό, είναι μεν περιστασιακά βοσκότοπος, εξακολουθεί δε και έχει το γεωργικό χαρακτήρα, έναντι του λιβαδικού.

Στην περίπτωση που σε μία γεωργική έκταση καλλιεργούνται φυτά τα οποία προορίζονται είτε για απευθείας κατανάλωση από τα αγροτικά ζώα είτε η υπέργεια βιομάζα τους συγκομίζεται για να προωθηθεί ως βοσκήσιμη ύλη (σανός ή να επεξεργαστεί για να γίνει συμπυκνωμένη ύλη) τότε η γεωργική αυτή έκταση ονομάζεται λειμώνας ή λειβάδι ή τεχνητό λιβάδι, ως αντιπαραβολή με το φυσικό λιβάδι. Ένας λειμώνας μπορεί να είναι ποτιστικός (να έχει υπολογιστεί στην κατανομή του αρδευτικού φόρτου) ή ξηρικός (να έχει ποτιστεί στην αρχή της εγκατάστασης των φυτών και μετά όχι).

Λιβάδι ονομάζεται ο τύπος γης που αναφέρεται σε φυσική ή ημι-φυσική έκταση, η βλάστηση της οποίας κυριαρχείται από ποώδη ή/και χαμηλή θαμνώδη ή/και αραιή, υψηλή ξυλώδη βλάστηση και στην οποία η πιο συνηθισμένη χρήση γίνεται από αγροτικά ζώα τα οποία ικανοποιούν τις διατροφικές τους ανάγκες από το τμήμα της υπέργειας βιομάζας που ονομάζεται βοσκήσιμη ύλη, ενώ τα άγρια ζώα χρησιμοποιούν τα λιβάδια τόσο ως ενδιαίτημα όσο και ως χώρο διατροφής και αναπαραγωγής (Εικόνα 1.1).

ΒΟΣΚΟΤΟΠΟΙ ΚΑΙ ΚΑΠ

Προγραμματική περίοδος 2014-2020:

- **Μόνιμος βοσκότοπος και μόνιμος λειμώνας** νοείται η γη που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη αγρωστών ή άλλων ποωδών κτηνοτροφικών φυτών με φυσικό τρόπο (αυτοφυή) ή με καλλιέργεια (σπαρμένα) και δεν έχει περιληφθεί στην αμειψισπορά επί πέντε έτη ή περισσότερο
- Μπορεί να περιλαμβάνει άλλα είδη, όπως **θάμνους και/ή δένδρα** που προσφέρονται για βόσκηση, υπό τον όρο ότι επικρατούν τα αγρωστώδη και λουπά ποώδη κτηνοτροφικά φυτά, καθώς και,
- (εφόσον ληφθεί σχετική απόφαση των κρατών-μελών), γη που προσφέρεται για βόσκηση και εντάσσεται σε **καθιερωμένες τοπικές πρακτικές, όπου παραδοσιακά δεν επικρατούν τα αγρωστώδη και λουπά ποώδη κτηνοτροφικά φυτά**

Πηγή: Παπαναστάσης 2014

Τα λιβάδια αποτελούν χερσαίο φυσικό ή ημι-φυσικό πόρο. Στην πρώτη κατηγορία υπάγονται τα κλιμακικά λιβάδια, των οποίων η φυσιογνωμία της βλάστησης ρυθμίζεται αποκλειστικά από αβιοτικούς παράγοντες (κλίμα) ή βιοτικούς παράγοντες, άλλους εκτός του ανθρώπου (Εικόνες 1.2, 1.3). Ως τέτοια θα μπορούσαν να θεωρηθούν τα ψευδαλπικά ή αλπικά λιβάδια των πολύ υψηλών κορυφών της κεντρικής ή βόρειας Ευρώπης, ενώ τα Μεσογειακά λιβάδια θεωρούνται σε μεγάλο βαθμό ως ημι-φυσικά. Αυτό διότι η ανθρωπογενής επίδραση (βόσκηση, καυσοξύλευση, πυρκαγιές) ήταν και εξακολουθεί να είναι σε πολλές περιοχές ιδιαίτερα έντονη, με αποτέλεσμα η οικολογική διαδοχή να αναστέλλεται ή αναστρέφεται (οπισθοδρομική διαδοχή).

Βοσκόμενη γεωργική καλλιέργεια - Λειμώνας



Βόσκηση μετά από το θερισμό σε σιταροχώ-
ραφο στο Λαγκαδά
(Φωτο.: Χρήστος Ευαγγέλου-άδεια χρήσης)



Εγκατάσταση ξηρικού λειμώνα για απευθείας
κτηνοτροφική χρήση στο Ξηρόμερο Αιτωλοα-
καρνανίας

Οι βοσκόμενες γεωργικές καλλιέργειες, ιδιαίτερα αυτές των δημητριακών, και οι ξηρικοί λειμώνες, αποτελούν σημαντικές διατροφικές πηγές για τα αγροτικά ζώα των περιοχών χαμηλού υψομέτρου κατά το καλοκαίρι. Έτσι συμβάλλουν σημαντικά στην κάλυψη του διατροφικού κενού με βοσκήσιμη ύλη υψηλής διατροφικής αξίας κατά την κρίσιμη αυτή περίοδο.



Εικόνα 1.1 Ψευδαλπικά ποολίβαδα σε ασβεστολιθικό υπόστρωμα στη Σφήκα (1776 m).



Εικόνα 1.2 Κλιμακικά αλπικά ποολίβαδα στην κορυφή Έλμπρους (5642 m) του Καυκάσου (Φωτο.: Lubon Borsukiewicz – άδεια χρήσης).



Εικόνα 1.3 Χρήση της βοσκήσιμης ύλης των αλπικών κλιμακικών ποολίβαδων από το αγριόγινδο του Δυτικού Καυκάσου (*Capra caucasica*) (Φωτο.: Lubon Borsukiewicz – άδεια χρήσης).

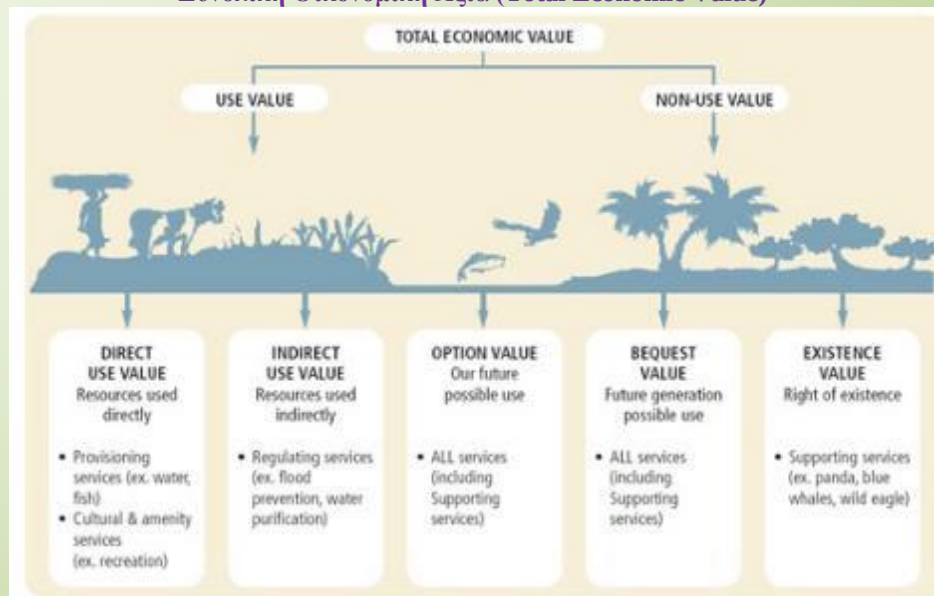
Από τον παραπάνω ορισμό γίνεται φανερό ότι η έννοια του λιβαδιού δύναται να περιλαμβάνει ποικιλία βλάστησης στο μεσόροφο και ανώροφο, σχηματίζοντας έτσι διαφορετικούς τύπους λιβαδιών. Επιπλέον είναι φανερό, ότι η βόσκηση από αγροτικά ζώα είναι μία από τις πολλές οικονομικές δραστηριότητες που μπορούν να αναπτυχθούν στα λιβάδια. Οι δύο αυτές διαστάσεις των λιβαδιών, πολυχρησικά και πολυόροφα λιβάδια, θα συζητηθούν σε επόμενα κεφάλαια.

1.2 Λιβάδια και οικοσυστημικές υπηρεσίες

Σύμφωνα με την Έκθεση Millennium Ecosystem Assessment (2005) οι οικοσυστημικές υπηρεσίες ορίζονται ως τα οφέλη που λαμβάνουν οι άνθρωποι από τα οικοσυστήματα. Γενικά διακρίνονται 4 κατηγορίες, οι υποστηρικτικές, οι υπηρεσίες παροχής, οι ρυθμιστικές και οι πολιτιστικές, με τις πρώτες να αποτελούν τη βάση για τις άλλες τρεις. Τα λιβάδια εκπληρώνουν στο σύνολό τους αυτές τις υπηρεσίες.

Οι υποστηρικτικές υπηρεσίες που παρέχουν τα λιβάδια αναφέρονται στη συμβολή στην ανακύκλωση και ανακατανομή των θρεπτικών, στη διασπορά των σπόρων και γενικότερα του γενετικού υλικού και στην πρωτογενή παραγωγή. Τα λιβάδια συμμετέχουν στον κύκλο ροής των θρεπτικών ως δεξαμενές αποθήκευσης και ταυτόχρονα υποστηρίζουν την ύπαρξη φυτών και ζώων, δηλ. τις δεξαμενές ανακύκλωσης. Έτσι, είτε δημιουργούν και επιταχύνουν κλειστά κυκλώματα σε θρεπτικά που δημιουργούνται και μεταφέρονται εντός των λιβαδικών οικοσυστημάτων (π.χ. μεταλλικά στοιχεία) είτε ενεργοποιούν την άλλη δεξαμενή ανακύκλωσης, την ατμόσφαιρα, σε κύκλους αερίων θρεπτικών (π.χ. άζωτο). Το αποτέλεσμα του συνδυασμού αυτής της υποστηρικτικής υπηρεσίας, αλλά και άλλων οικολογικών διεργασιών (π.χ. της φωτοσύνθεσης), είναι η πρωτογενής παραγωγή η οποία συντηρεί τη ζωή στα οικοσυστήματα. Επιπλέον, τα λιβάδια συμβάλλουν στην ανακατανομή του γενετικού υλικού με την υποστήριξη των οργανισμών που διαβιούν σε αυτά.

Συνολική Οικονομική Αξία (Total Economic Value)



Διάγραμμα υπολογισμού της Συνολικής Οικονομικής Αξίας (Smith et al., 2008 – ελεύθερη άδεια χρήσης, <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2006-054.pdf>, σελ. 2)

Η οικονομική αποτίμηση των λιβαδικών και γενικότερα των φυσικών οικοσυστημάτων είναι αρκετά δύσκολη και απαιτεί βαθιά γνώση και ολοκληρωμένη θεώρηση των υπηρεσιών που αυτά προσφέρουν. Η έννοια της *Συνολικής Οικονομικής Αξίας* συμβάλλει σε αυτή την κατεύθυνση με το να διακρίνει τις οικονομικές αξίες σε *χρηστικές* (πόροι για απευθείας ή μη χρήση) και *μη χρηστικές* (κληροδοτούμενες και τρέχουσες αξίες). Ενδιάμεσα διακρίνεται μία τρίτη κατηγορία που περιλαμβάνει τις αξίες *προαίρεσης* για μελλοντική δυνητική χρήση.

Οι υπηρεσίες παροχής, αναφέρονται στα προϊόντα που παρέχονται από τα λιβαδικά οικοσυστήματα. Αυτά περιλαμβάνουν προϊόντα ανθρώπινης διατροφής (π.χ. θηράματα ή εδώδιμα φυτά), πρώτες ύλες (π.χ. καυσόξυλα, ξυλεία μικρής αξίας, δέρματα, οργανικά υλικά για διάφορες χρήσεις όπως αγρωστώδη για καλομοσκειές, βοσκήσιμη ύλη, και οργανικά λιπάσματα), γενετικούς πόρους (π.χ. άγριους πληθυσμούς καλλιεργούμενων ειδών διατροφής – crop wild relatives, ή γονίδια για φαρμακευτική χρήση), μεταλλικά στοιχεία, φαρμακευτικούς πόρους (π.χ. φάρμακα φυτικής προέλευσης), ενέργεια (υδατικής ή οργανικής προέλευσης, π.χ. βιομάζα) και διακοσμητικά στοιχεία (π.χ. ορχιδέες, πεταλούδες).

Οι ρυθμιστικές υπηρεσίες αναφέρονται σε ωφέλειες που λαμβάνονται από τη ρύθμιση των διεργασιών των οικοσυστημάτων και περιλαμβάνουν τη δέσμευση του άνθρακα και τη ρύθμιση του κλίματος, την αποσύνθεση των υπολειμμάτων και την αδρανικοποίηση των τοξικών ουσιών, τη ρύθμιση του κύκλου του νερού και της επιφανειακής απορροής αυτού, όπως και της βελτίωσης της ποιότητας του νερού και του αέρα, και τον έλεγχο των ζιζανίων και των ασθενειών.

Τέλος οι πολιτιστικές υπηρεσίες αναφέρονται άυλα οφέλη που συνδέονται με εμπλουτισμό του πνεύματος, γνωστική ανάπτυξη, προβληματισμό, αναψυχή, αισθητικές εμπειρίες, πολιτιστικές δημιουργίες (π.χ. χρήση λιβαδικών στοιχείων ως μοτίβα σε βιβλία, φιλμ, πίνακες, στοιχεία λαϊκής παράδοσης, εθνικά σύμβολα, αρχιτεκτονικά δημιουργήματα και καλλιτεχνήματα, διαφημίσεις), πνευματική ανάταση (συμπεριλαμβανομένων των λιβαδικών στοιχείων στη θρησκεία, σε μύθους και παραδόσεις), αναψυχικές εμπειρίες (π.χ. οικότουρισμός, υπαίθρια αθλήματα), επιστήμη και μόρφωση (συμπεριλαμβανομένων των λιβαδιών σε εκπαιδευτικές εκδρομές και επιστημονική ανακάλυψη).

1.3 Κατανομή λιβαδιών στον κόσμο

Οι λιβαδικές εκτάσεις παγκοσμίως αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους, αν όχι το σημαντικότερο, εδαφοποικτικό πόρο. Σε έκταση αποτελούν το μεγαλύτερο χερσαίο φυσικό πόρο καθώς υπολογίζεται ότι καλύπτουν σχεδόν το μισό της στερεάς επιφάνειας της γης. Χώρες με μεγάλο ποσοστό κάλυψης του εδάφους τους με λιβάδια στο βόρειο ημισφαίριο αναφέρονται η Ρωσία, η Κίνα, η Μογγολία - στις οποίες τα λιβάδια εμφανίζονται στο σύνολο σχεδόν της ασιατικής στέπας - η Τουρκία, το Ιράκ και το Ιράν - με πολύ μεγάλες εκτάσεις ημερημικών ή ερημικών λιβαδιών-οι χώρες των Ιμαλαΐων και του οροπεδίου του Θιβέτ, οι χώρες της Μέσης Ανατολής. Στη βόρεια Αφρική εκτεταμένα λιβάδια βρίσκονται στις υπερσαχάριες χώρες (Αίγυπτο, Λιβύη, Τυνησία κ.λπ.), στη Νιγηρία, το Μάλι, το Νίγηρα και στο σύνολο των χωρών της υποσαχάριας σαβάνας. Στο βόριο ημισφαίριο στις χώρες με εκτεταμένα λιβάδια συμπεριλαμβάνονται οι ΗΠΑ, ο Καναδάς και το Μεξικό. Στο νότιο ημισφαίριο σημαντικές εκτάσεις εντοπίζονται στην Αυστραλία, στις υποτροπικές χώρες της Αφρικής, στις χώρες της κεντρικής Αμερικής καθώς και στα rumpas της Αργεντινής, και στις χώρες των Άνδεων.

Στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη εκτεταμένα λιβάδια (κυρίως ημι-φυσικοί ή τεχνητοί λειμώνες) εμφανίζονται στην Πολωνία, στην Τσεχία, στη Σλοβακία, στις Κάτω Χώρες, στις Βαλτικές χώρες, στις χώρες των Άλπεων και στη Γαλλία, Αγγλία και Ιρλανδία. Στη νότια Ευρώπη τα λιβάδια απαντώνται με τη μορφή κυρίως δασολίβαδων στην Ισπανία (dehesas), στην Πορτογαλία (montados) και στην Ελλάδα (π.χ. βοσκόμεινα δρυοδάση), ενώ εκτεταμένα θαμνολίβαδα και ποολίβαδα εμφανίζονται στην Ιταλία και στις Βαλκανικές χώρες.

Ειδικότερα τα ξηρά λιβάδια (dry grasslands) της Ευρώπης διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες:

(α) Ζωνικές στέπες. Φυσικές πεδινές περιοχές, σε εύκρατο ή μεσογειακό κλίμα, που λαμβάνουν πολύ μικρή βροχόπτωση για τη διατήρηση υψηλής δασικής βλάστησης (λιγότερο από 250 mm κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου ή μικρότερης των 450 mm ανά έτος). Τυπικές πεδινές στέπες είναι ευρέως κατανεμημένες σε Ουκρανία, Ρωσία, Καζακστάν και σε μικρότερα ποσοστά σε Βουλγαρία, Ρουμανία, Μολδαβία, Γεωργία, Αρμενία, και Αζερμπαϊτζάν. Επιπλέον, οι δασικές στέπες, δηλαδή χωρικά ψηφιδωτά από βοσκόμεινες στέπες που εναλλάσσονται με δρυοδάση, θεωρούνται ως φυσική βλάστηση σε εκτεταμένα τμήματα της Ουγγαρίας, και με μικρότερη συμμετοχή σε περιοχές της Σερβίας, ευρωπαϊκής Τουρκίας και Σουηδίας (νησιά Öland και Gotland).

(β) Αλπικά ξηρά λιβάδια. Πρόκειται για φυσικά λιβάδια σε μεγάλα υψόμετρα πάνω από τα δασόρεια, δηλαδή σε περιοχές που η βλαστική περίοδος είναι πολύ μικρή για να υποστηρίξει την ανάπτυξη υψηλών δασών. Ανάλογα με το έδαφος, την υδρολογία, τις ποσότητες χιονιού, και το υπόστρωμα, τα αλπικά λιβάδια απαντώνται σε αυτά τα υψόμετρα μαζί με αλπικούς ερεικώνες, βάλτους, λιβάδια με φυτοκάλυμμα με μόνιμη κάλυψη από χιόνι (snowbeds) και βραχολίβαδα.

(γ) Αζωνικά ξηρά λιβάδια. Εμφανίζονται σε μικρή χωρική κλίμακα, ως φυσικά ξηρά λιβάδια σε περιοχές που η τυπική ζωνική βλάστηση είναι δάσος, αλλά οι ιδιαίτερες συνθήκες του εδάφους και του ανάγλυφου δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη δέντρων. Αναπτύσσουν φτωχή βλάστηση, σε ρηχά, καλά στραγγιζόμενα, και μερικές φορές ασταθή εδάφη, όπως για παράδειγμα σε παράκτιες θίνες ή σε εναποθέσεις πέριξ βράχων (Εικόνα 1.4).

Τα στεπόμορφα λιβάδια της Ευρασίας



Με ροζ χρώμα η Ευρασιατική στέπα

(Πηγή: Wikipedia,

https://en.wikipedia.org/wiki/Steppe#/media/File:Eurasian_steppe_belt.jpg)



Στεπικό λιβάδι με κυριαρχία *Stipa zalesskii* στη λεκάνη απορροής του Karabutak (Β.Α. Καζακστάν) (Φωτο: Alex Burkovsky – άδεια χρήσης)

Τα στεπικά (από το Λατινικό *stipa*) λιβάδια αποτελούν ιδιαίτερη μορφή τύπου γης που χαρακτηρίζεται από χαμηλή ξηροφυτική βλάστηση, εδραζόμενη σε επιχλωσιγενή εδάφη από υλικά αποσάθρωσης της παγετωνικής περιόδου. Πρόκειται για εδάφη χαμηλής γονιμότητας, ως επί το πλείστον αλατούχα, σχηματιζόμενα από την επενέργεια της αιολικής διάβρωσης (Löss εδάφη). Η βλάστηση ρυθμίζεται σε μεγάλο βαθμό από την περιοδικότητα των εαρινών βροχοπτώσεων. Οι αιολικοί αυτοί γεωλογικοί σχηματισμοί καταλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις στην Ασία (20,8% της συνολικής έκτασης) και εν μέρει στην Ευρώπη (6,0%). Το τελευταίο διάστημα γίνεται προσπάθεια αποφυγής υποβάθμισής τους και μετατροπής τους σε καλλιέργειες (δάση, γεωργικές εκτάσεις), καθώς συντηρούν υψηλή βιοποικιλότητα και συμβάλλουν σημαντικά στη δέσμευση του CO₂.

(δ) Ημιφυσικά (δευτερογενή) ξηρά λιβάδια. Τέτοια ξηρά λιβάδια που αντιπροσωπεύουν την κυρίαρχη βλάστηση στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες, αναπτύσσονται σε περιοχές όπου η φυσική βλάστηση θα ήταν ξηρόφιλα δάση, αλλά λόγω της παρατεταμένης ανθρώπινης παρέμβασης στις χρήσεις γης, όπως χορτονομή (σε ημιφυσικούς λειμώνες της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης), βόσκηση (σε μόνιμους φυσικούς βοσκότοπους) και πυρκαγιές ή συνδυασμό αυτών οδήγησε στην αντικατάστασή τους από λιβάδια. Επίσης, άλλες ανθρωπογενείς διαταραχές μπορεί να οδήγησαν στη δημιουργία ημιφυσικών λιβαδιών, όπως η εγκατάλειψη καλλιεργήσιμων εδαφών (εγκαταλελειμμένοι αγροί), η εξόρυξη πετρωμάτων ή ακόμα και η άσκηση στρατιωτικής εκπαίδευσης. Στο απόθεμα σπόρων τέτοιων δευτερογενών ξηρών λιβαδιών περιλαμβάνονται είδη από τις τρεις προηγούμενες ομάδες ξηρών λιβαδιών, τα οποία σε κάποιες περιόδους μετά την τελευταία παγετωνική περίοδο (10.000-8.000 π.Χ.) ήταν πολύ πιο διαδεδομένα στην Ευρώπη, αλλά και από τον υπόροφο βλάστησης ξηρόφιλων δασών ή από βάλτους. Τα ημιφυσικά ξηρά λιβάδια αποτελούν σημαντικό ποσοστό των τύπων γης στους οποίους αναπτύσσονται εκμεταλλεύσεις που πρόσφατα ονομάστηκαν *Υψηλής Φυσικής Αξίας* (High Nature Value Farming).

1.4 Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ελληνικών λιβαδιών

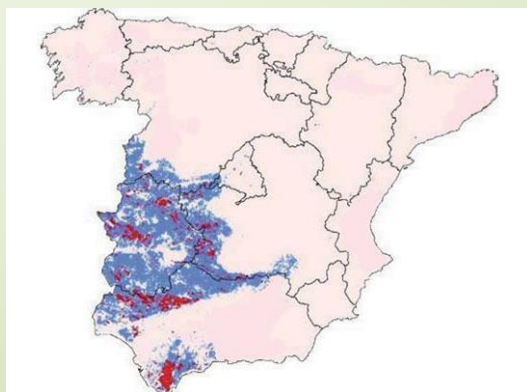
Στην Ελλάδα οι λιβαδικές εκτάσεις καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση και συμβάλλουν σημαντικά στην εθνική οικονομία και στον πολιτισμό. Σε Ευρωπαϊκό, αν όχι και σε παγκόσμιο επίπεδο, τα λιβάδια της Ελλάδας κα-

τέχουν εξέχουσα θέση καθώς συνδέονται με μια σειρά από ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, μερικά από τα οποία είναι:

A. Στα ελληνικά λιβάδια κυριαρχούν πολλά φυσικά χαρακτηριστικά

Το σύνολο σχεδόν των λιβαδιών της χώρας μας, αποτελούν φυσικές ή ημιφυσικές εκτάσεις (δηλ. εκτάσεις που η βλάστηση έχει ρυθμιστεί μέχρι σε κάποιο βαθμό από τον άνθρωπο). Ακόμα όμως και στις ημιφυσικές εκτάσεις, η ανθρώπινη επέμβαση περιορίζεται κατά βάση στη ρύθμιση της χρήσης της βιομάζας μέσω της οργάνωσης μίας οικολογικής διεργασίας, όπως είναι η **βόσκηση**. Η εκτατική χρήση των λιβαδιών από τα αγροτικά (και τα άγρια) ζώα συνδυάζεται με τη **βλάστηση** που είναι φυσική, χωρίς την παρέμβαση του ανθρώπου. Το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό αν αναλογιστεί κανείς ότι τα αντίστοιχα φυσικά ή ημιφυσικά λιβάδια, με έλεγχο της διαδοχής της φυσικής βλάστησης μέσω μίας οικολογικής διεργασίας, έχουν εκλείψει σχεδόν παντελώς από τις χώρες της βορείου Ευρώπης, ενώ τείνουν να εκλείψουν και από τις χώρες της κεντρικής Ευρώπης (με εξαίρεση ίσως τον πυρήνα των Άλπεων). Η κτηνοτροφία στις χώρες της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης έχει στραφεί σε εντατικοποιημένη μορφή, με ανάπτυξη τεχνητών λειμώνων εκτάσεων, κι ως εκ τούτου σε εφαρμογή αγρονομικών αρχών και πρακτικών (λιπάνσεις, εκτεταμένη χρήση φυτοφαρμάκων κ.λπ.). Σε πολλές χώρες η βλάστηση των λιβαδιών συγκομίζεται και δεν διατίθεται απευθείας στα ζώα. Μάλιστα η ΕΕ χρηματοδοτεί ειδικά προγράμματα ανόρθωσης των λιβαδιών και βελτίωσης της βιοποικιλότητάς τους μέσω πρακτικών συγκομιδής της υπέργειας βιομάζας. Αντίθετα, στην Ελλάδα τα λιβάδια διαχειρίζονται ως φυσικά οικοσυστήματα με τις αντίστοιχες αρχές που διέπουν τη διαχείρισή τους, καθώς ο κύριος τρόπος εξασφάλισης της συνέχειας των λιβαδιών στο χρόνο και στο χώρο είναι η φυσική αναγέννηση και η αειφορική διαχείριση που σχεδιάζεται και οργανώνεται από ειδικούς επιστήμονες.

Τα δασολίβαδα της Ιβηρικής



Χάρτης κατανομής των *dehesas* στην Ισπανία
(Πηγή: Sara Morales Rodrigo)



Δασολίβαδο *montado* κοντά στην πόλη Évora
(Πορτογαλία) με φελλοδρό (*Quercus suber*)

Τα δασολίβαδα της Ιβηρικής, γνωστά και ως *dehesas* (Ισπανία) ή *montados* (Πορτογαλία) αποτελούν σημαντικούς εθνικούς πόρους, καθώς καταλαμβάνουν περίπου 6 εκατ. ha. Συνστήνουν παραδοσιακά δασολιβαδικά συστήματα στα οποία συντηρείται ο κορμός της εκτατικής κτηνοτροφίας των χωρών αυτών με σημαντικά πρωτογενή (π.χ. φελλός) και δευτερογενή προϊόντα (π.χ. jamon). Τα δασολίβαδα αυτά χαρακτηρίζονται από την κυριαρχία στον ανώροφο κυρίως δρυών (*Quercus suber*, *Q. Ilex* spp. *ballota* κ.ά.) και στον υπόροφο αγρωστωδών (*Bromus hordeaceus*, *Poa annua*, *Lolium rigidum* κ.ά.), ψυχανθών (*Biserrula pelecinus*, *Medicago polymorpha*, *Ornithopus compressus* κ.ά.) και πλατύφυλλων ποών (*Erodium ciconium*, *Anthemis arvensis*, *Capsella bursa-pastoris* κ.ά.), ενώ η παρουσία του ορόφου των θάμνων είναι περιορισμένη (π.χ. *Cistus* spp.). Η χρήση της βοσκήσιμης ύλης γίνεται κυρίως από βοοειδή (φυλές Retinta ή Avileña), πρόβατα Merino και Ιβηρικούς χοίρους (Caballero et al., 2009).

B. Τα λιβάδια αποτελούν το μεγαλύτερο σε έκταση τύπο γης της Ελλάδας

Σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat, το άθροισμα των ποολιβαδών και των θαμνώνων ανέρχεται σε 34%, ενώ αν συνυπολογιστεί και ένα 10% περίπου από τα δάση και τις άλλες δασικές εκτάσεις που αποτελούν δασολίβαδα και στα οποία η κύρια χρήση γης είναι η κτηνοτροφική, προκύπτει ότι το 44% περίπου της χώρας (58

εκατομμύρια στρέμματα) αποτελείται από λιβάδια (Πίνακας 1.1). Ειδικότερα, σε σχέση με άλλες Ευρωπαϊκές χώρες, η Ελλάδα κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό θαμνώνων ως χώρα (με 21%), ενώ υπολείπεται κατά 7% σε έκταση, σε σχέση με το μέσο Ευρωπαϊκό όρο όσον αφορά στα ποολίβαδα, και κατά 6% όσον αφορά στα δάση και τις άλλες δασικές εκτάσεις.



Εικόνα 1.4 Αζωνικά ξηρά λιβάδια σε εναποθέσεις πέριξ βράχων στο Βαρνούτα.

Η κτηνοτροφική είναι η κύρια χρήση των λιβαδιών. Η αποτύπωση αυτής της χρήσης σε αριθμούς δεν είναι σαφής. Σύμφωνα με τα στοιχεία της Eurostat ενώ οι χρήσεις γης είναι σχετικά ομοιόμορφα κατανεμημένες στα περισσότερα κράτη – μέλη της ΕΕ, στην Ελλάδα οι «άλλες μη ορατές χρήσεις» καταλαμβάνουν το 49%, ένα υπερβολικά υψηλό ποσοστό (Πίνακας 1.2). Αυτό δικαιολογείται καθόσον δεν έχει ολοκληρωθεί η απογραφή των βοσκοτόπων της χώρας, μία προσπάθεια που ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του 80 και δεν έχει ολοκληρωθεί. Αναμένεται πάντως, με την ολοκλήρωση της απογραφής βοσκοτόπων, το μεγαλύτερο τμήμα από αυτό το ποσοστό να αποδοθεί στην ημιεκτατική ή εκτατική χρήση ως βοσκότοποι.

Σύμφωνα με στοιχεία της ΕΣΥΕ (1964), η κατανομή των λιβαδιών στα γεωγραφικά διαμερίσματα της Ελλάδας έχει ως εξής: Μακεδονία (11, 8 εκ. στρ.), Πελοπόννησος (8,8 εκ. στρ.), Στερεά Ελλάδα και Εύβοια (8,7 εκ. στρ.), Θεσσαλία (4,7 εκ. στρ.), Ήπειρος (4,6 εκ. στρ.), νησιά Αιγαίου (4,2 εκ. στρ.), Κρήτη (3,7 εκ. στρ.), Θράκη (3,2 εκ. στρ.) και νησιά του Ιονίου (0,98 εκ. στρ.).

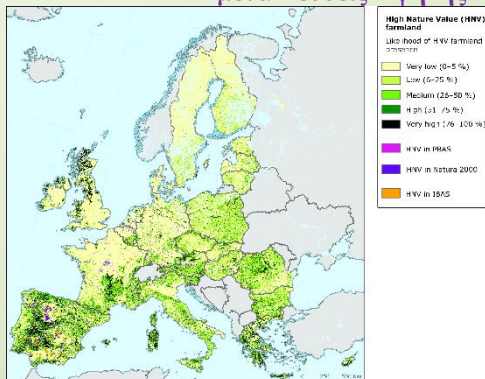
Γ. Τα λιβάδια της χώρας μας χρησιμοποιούνται κυρίως εκτατικά με ποιμενικό σύστημα εκτροφής

Η εκτατική χρήση των λιβαδιών της χώρας μας αποτελεί απόρροια των δύο προηγούμενων χαρακτηριστικών, αλλά και των ιδιαίτερων κοινωνικοοικονομικών συνθηκών της υπαίθρου. Η χρήση αυτή περιλαμβάνει την εδραίωση, σε πολλές περιοχές, της μετακινούμενης κτηνοτροφίας (είτε σε μικρές είτε σε μεγάλες αποστάσεις) και την προσπάθεια για εξεύρεση βοσκήσιμης ύλης από το υπάρχον φυσικό δυναμικό του τόπου. Η σταβλισμένη κτηνοτροφία και η εντατικοποίηση αυτής θεωρούνται μάλλον υποτονικές αγροτικές δραστηριότητες

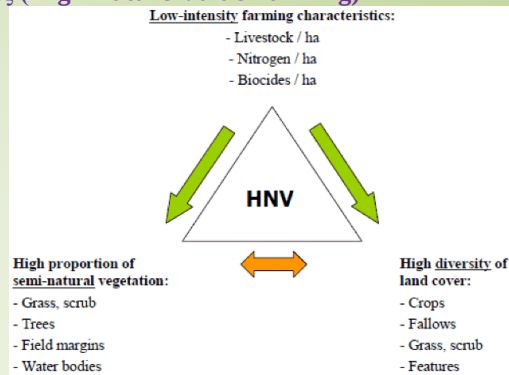
για τα ελληνικά δεδομένα, σε σχέση πάντα με τις εφαρμοζόμενες πρακτικές των κεντρο- και βόρειο-ευρωπαϊκών περιοχών.

Γενικά, ο οικονομικός χαρακτήρας της κτηνοτροφικής δραστηριότητας προκύπτει από το σύστημα **εκτροφής** και το σύστημα **παραγωγής**. Το σύστημα εκτροφής αναφέρεται στη μορφή της κτηνοτροφικής εκμετάλλευσης και προκύπτει από τον τρόπο διαχείρισης του ζωικού κεφαλαίου (βοοειδή, αιγοπρόβατα), ενώ το σύστημα παραγωγής αναφέρεται στην ένταση των εισροών (επενδύσιμα κεφάλαια).

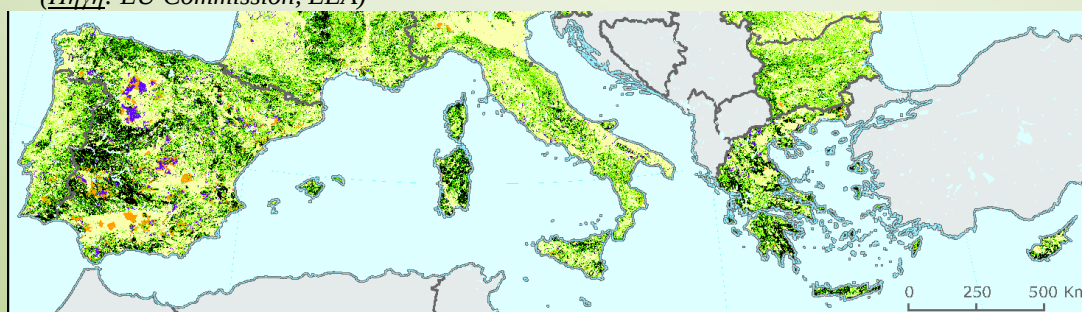
Εκμεταλλεύσεις Υψηλής Φυσικής Αξίας (High Nature Value Farming)



Χάρτης κατανομής των Εκμεταλλεύσεων Υψηλής Φυσικής Αξίας στην Ευρώπη. Κάτω: Δεπτομέρεια από την περιοχή της Μεσογείου (Πηγή: EU Commission, EEA)



Τα τρία χαρακτηριστικά των Εκμεταλλεύσεων Υψηλής Φυσικής Αξίας (Πηγή: EU Commission, EEA)



Οι κύριες μορφές εκμεταλλεύσεων, με βάση τον τρόπο διαχείρισης, που έχουν διαμορφωθεί και λειτουργούν σήμερα σε πολλές περιοχές στην Ελλάδα είναι (Παπαναστάσης, 2009):

1. Βοοειδή

Διακρίνονται δύο μορφές εκμεταλλεύσεων, η **σταβλισμένη** και η **ελεύθερη βόσκηση**. Στη σταβλισμένη μορφή τα ζώα διαβιούν μέσα σε ειδικά διαμορφωμένους στάβλους όπου διατρέφονται με συγκομιζόμενες τροφές ή σπανιότερα χρησιμοποιούν τη βλάστηση λειμώνων ή, ακόμα πιο σπάνια, λιβαδιών. Συνήθως εκτρέφονται ξενικές, γαλακτοπαραγωγές φυλές που υποστηρίζουν τη σχετική βιομηχανία στη χώρα μας (π.χ. Χολστάν) ενώ η έμφαση στην κρεατοπαραγωγή είναι περιορισμένη. Υπολογίζεται ότι στη σταβλισμένη βοοτροφία υπάρχει το 25% περίπου του συνόλου των βοοειδών της χώρας μας.

Στο σύστημα της ελεύθερης βόσκησης, τα ζώα διαβιούν το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου τους χρησιμοποιώντας τη φυσική βλάστηση των λιβαδιών, ενώ σταβλίζονται μόνο τη νύχτα. Διακρίνονται τρεις παραλλαγές του συστήματος αυτού: (α) βόσκηση καθ' όλη τη διάρκεια του έτους σε φυσικά λιβάδια, με μετακίνηση σε κατάλληλους βοσκότοπους το καλοκαίρι και το χειμώνα (πεδινά, ημιορεινά λιβάδια), (β) σταβλισμό μόνο κατά τη διάρκεια του χειμώνα όπου διατρέφονται με συγκομιζόμενες τροφές (ορεινά λιβάδια), και (γ) βόσκηση σε κοινές αγέλες, κατά την οποία ένας βοσκόφης φροντίζει τις αγελάδες όλης της κοινότητας τις οποίες και αφήνει να επιστρέψουν στους στάβλους τους κατά τη διάρκεια της νύχτας. Η τελευταία αυτή παραλλα-

γή τείνει να εκλείψει ενώ ήταν πολύ διαδεδομένη κατά το παρελθόν, κυρίως σε ορεινές φτωχές περιοχές (π.χ. Πρέσπα).

	Δάση κ.ά. δασικές ε- κτάσεις	Γεωργική γη	Ποολίβαδα	Θαμνώνες	Νερά - υγρότοποι	Υποδομές – Οικοδομημέ- νη γη	Γυμνό έδαφος
ΕΥ (Μ.Ο.)	39	24	20	6	5	4	2
Βέλγιο	26	27	33	1	2	10	1
Τσεχία	38	35	20	1	2	4	1
Δανία	18	48	22	1	3	6	1
Γερμανία	34	33	23	1	2	7	1
Εσθονία	55	12	19	1	11	2	1
Ιρλανδία	12	5	64	6	8	4	1
Ελλάδα	33	24	13	21	2	3	3
Ισπανία	32	30	14	14	1	4	5
Γαλλία	32	30	27	3	2	5	1
Ιταλία	33	33	16	5	3	7	2
Λετονία	52	12	25	2	5	2	1
Λιθουανία	37	24	31	1	4	3	1
Λουξεμβούργο	36	22	31	1	1	8	1
Ουγγαρία	23	47	20	2	3	4	1
Ολλανδία	12	24	38	1	11	13	1
Αυστρία	47	17	23	2	3	5	3
Πολωνία	33	36	24	1	2	3	1
Πορτογαλία	46	19	14	11	2	5	4
Σλοβενία	63	11	18	2	1	3	1
Σλοβακία	46	28	19	2	1	3	0
Φινλανδία	68	6	3	4	16	2	1
Σουηδία	66	4	4	6	16	2	2
Ην. Βασίλειο	15	20	42	10	4	7	2

Πίνακας 1.1 Κάλυψη τύπων γης (% της συνολικής έκτασης) – 2009. (Πηγή: Eurostat, newsrelease, 145/2010 - 4 October 2010) ([Δείτε εδώ χαρτογραφική απεικόνιση του πίνακα](#)).

2. Αιγοπρόβατα

Διακρίνονται πέντε μορφές εκμεταλλεύσεων:

Η **οικόσιτη** και η **ημιοικόσιτη** χαρακτηρίζεται από μικρής κλίμακας εκμεταλλεύσεις με χρήση πρό- χειρων σταβλικών εγκαταστάσεων και η οποία συνήθως λειτουργεί συμπληρωματικά στο οικογενειακό εισό- δημα. Η διατροφή των αιγοπροβάτων στηρίζεται είτε αποκλειστικά σε συγκομιζόμενες τροφές (οικόσιτη είτε σε συνδυασμό αυτής, και βόσκησης σε βοσκότοπο (ιδιωτικό ή ενοικιασμένο), ο οποίος είναι συνήθως περι- φραγμένος λειμώνας (ημιοικόσιτη). Η οικόσιτη μορφή είναι πολύ περιορισμένη στα πρόβατα (8%), ενώ έχει μεγαλύτερη σημασία στις αίγες (13%). Η **ημιενσταβλισμένη** χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη μόνιμων στα- βλικών εγκαταστάσεων και εφαρμόζεται από μικρής κλίμακας επαγγελματίες κτηνοτρόφους. Η παροχή τρο- φής έχει τα χαρακτηριστικά της ημιοικόσιτης μορφής. Η **ποιμνική στατική** χαρακτηρίζεται από την αξιο- ποίηση μεγάλων λιβαδικών εκτάσεων και τη χρησιμοποίηση πρόχειρων ή σταθερών σταβλικών εγκαταστά- σεων- κοντά ή μέσα στο λιβάδι- και αξιοποίηση λειμώνων. Στην ηπειρωτική Ελλάδα χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη οδηγού του κοπαδιού (ποιμένα), ενώ στη νησιωτική τα κοπάδια βόσκουν ελεύθερα. Η διατροφή των ζώων στηρίζεται στην απόληψη βιομάζας των λιβαδιών, και σε χορήγηση συμπληρωμάτων το χειμώνα ή και κατά τις κρίσιμες παραγωγικές φάσεις. Διακρίνονται δύο παραλλαγές, αυτή κατά την οποία το κοπάδι χρησι- μοποιεί (α) το ίδιο ποιμνιοστάσιο καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, και (β) δύο ποιμνιοστάσια, ένα κοντά στον

οικισμό κατά τη διάρκεια του χειμώνα, και ένα σε μεγαλύτερα υψόμετρα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Η μορφή αυτή είναι πολύ κοινή στην Ελλάδα, καθώς το 85% του αριθμού των προβάτων και το 82% του αριθμού των αιγών εκτρέφονται με το σύστημα αυτό.

Χορτολίβαδα στην Κεντρική Ευρώπη



Μεσόφιλα χορτολίβαδα κοντά στο χωριό Vrbovce στη Σλοβακία (σύνορα με Τσεχία) στις παρυφές των Λευκών Καρπαθίων (Biele Karpaty, 970 m)

Τα χορτολίβαδα στην Κεντρική Ευρώπη καταλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις και διαχειρίζονται για την παραγωγή σανού ενώ πολύ σπάνια δέχονται απευθείας βόσκηση. Στην ουσία πρόκειται για παλιούς εγκαταλειμμένους λειμώνες (old hay fields), των οποίων η αποκατάσταση αποτελεί πολλές φορές αντικείμενο σχετικών προγραμμάτων. Λίστα τέτοιων προγραμμάτων βρίσκεται στο

<http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.getProjects&themeID=88&projectList> (Φωτο: συγγραφέας).

Τέλος, στην ποιμνική μετακινούμενη τα κοπάδια μετακινούνται το χειμώνα στις πεδινές περιοχές (χειμαδιά), και κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι στους ορεινούς βοσκότοπους (θέρετρα), ακολουθώντας τη διαθεσιμότητα της βοσκήσιμης ύλης των λιβαδιών. Όταν απαιτείται, παρέχεται συμπληρωματική τροφή όπως στην ποιμνική στατική. Η ποιμνική μετακινούμενη αποτελεί εξέλιξη της παραδοσιακής *νομαδικής* μορφής, κατά την οποία γίνονταν μετακινήσεις με τα πόδια σε πολύ μεγάλες αποστάσεις (π.χ. από την Ήπειρο στη Μακεδονία, ή από τη Θεσσαλία στη Μακεδονία), πάντα σε καθορισμένους προορισμούς και σε καθορισμένες διαδρομές. Στη νομαδική μορφή μετακινούνταν ταυτόχρονα και τα νοικοκυριά. Η νομαδική μορφή συντέλεσε σημαντικά στη διαμόρφωση της χλωρίδας των λιβαδιών με τη μεταφορά γενετικού υλικού των φυτών από περιοχή σε περιοχή. Στη σύγχρονη έκφρασή της (ποιμνική μετακινούμενη) η μετακίνηση (μόνο των κοπαδιών) γίνεται με μεταφορικά μέσα. Λόγω των κοινωνικοοικονομικών αλλαγών που συνέβησαν μετά τη δεκαετία του '70, η νομαδική μετακίνηση έχει πια εκλείψει στις μέρες μας, ενώ και η ποιμνική μετακινούμενη γίνεται με φθίνοντες ρυθμούς. Υπολογίζεται ότι μετακινείται ένα 7% των προβάτων και ένα 5% των αιγών. Βάση των επενδύσεων οι εκμεταλλεύσεις διακρίνονται σε **εκτατικές**, όπου τα επενδύμενα κεφάλαια είναι σχετικά λίγα, σε **εντατικές**, με μεγάλο ύψος επενδύσεων και **ημιεντατικές**, με ενδιάμεσο ύψος. Στις **εκτατικές** μορφές παραγωγής, κατατάσσεται μεγάλο μέρος των ποιμνικών (στατικών και μετακινούμενων), η εκτροφή γίνεται κυρίως στα λιβάδια και η διατροφή βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στη βόσκηση. Η παραγωγικότητα των εκμεταλλεύσεων αυτών είναι μικρή, και η βιωσιμότητα τους στηρίζεται σε οικονομικές ενισχύσεις (επιδότησεις, αποζημιώσεις κ.λπ.). Στις **ημιεντατικές** και **εντατικές** μορφές παραγωγής κατατάσσονται οι ημιενσταβλισμένες μορφές εκτροφής και κάποιες ποιμνικές. Η παραγωγικότητα των εκμεταλλεύσεων αυτών είναι ικανοποιητική. Η κάλυψη των διατροφικών αναγκών γίνεται από τη βόσκηση και από τη συμπληρωματική χορήγηση ζωοτροφών που προσδιορίζονται ανάλογα με το παραγωγικό στάδιο του ζώου.

	Γεωργία	Δασοπονία	Κυνήγι, ψά- ρεμα και άλλες μη ορατές χρή- σεις	Εμπόριο, Υπηρεσίες & Περιοχές κατοικίας	Βιομηχανία, Ενέργεια, Μεταφορές & Εξορύξεις
ΕΥ (Μ.Ο.)	43	29	16	8	3
Βέλγιο	53	18	4	19	6
Τσεχία	50	34	6	7	3
Δανία	64	12	9	12	4
Γερμανία	52	29	5	9	5
Εσθονία	27	50	9	11	3
Ιρλανδία	73	9	5	7	6
Ελλάδα	35	9	49	4	3
Ισπανία	53	14	27	3	3
Γαλλία	54	23	12	8	4
Ιταλία	51	17	20	8	5
Λετονία	32	48	14	4	2
Λιθουανία	53	34	7	5	2
Λουξεμβούργο	53	33	3	5	6
Ουγγαρία	62	22	6	7	3
Ολλανδία	55	3	5	25	12
Αυστρία	38	46	6	6	4
Πολωνία	53	27	13	5	3
Πορτογαλία	37	38	18	4	4
Σλοβενία	30	51	11	5	3
Σλοβακία	42	40	8	8	2
Φινλανδία	7	62	21	8	2
Σουηδία	8	54	23	13	2
Ην. Βασίλειο	66	9	10	13	3

Πίνακας 1.2 Κάλυψη χρήσεων γης (% της συνολικής έκτασης) – 2009. (Πηγή: Eurostat, newsrelease, 145/2010 - 4 October 2010) ([Δείτε εδώ χαρτογραφική απεικόνιση του πίνακα](#))

Το τελευταίο διάστημα έχει δοθεί έμφαση στη διατήρηση του γενετικού υλικού σπάνιων, αυτοχθόνων ή μη, πιστοποιημένων φυλών ζώων. Έτσι γίνονται συντονισμένες προσπάθειες να διατηρηθούν από τα βοοειδή η βραχυκερατική φυλή, η φυλή της Κατερίνης και της Συκιάς, ο ελληνικός βούβαλος που προέρχεται από τον ασιατικό, από τα πρόβατα οι φυλές του Αγρινίου, του Αργους, της Ζακύνθου, της Θράκης, το Καλαρρύτεικο, το Καραγκούνικο, της Καρύστου, του Κατσικά, της Κεφαλληνίας, της Κύμης, της Λέσβου, του Πηλίου, το Μπούτσικο, το Σαρακατσάνικο, των Σερρών, της Σκοπέλου, των Σφακίων, της Φλώρινας, της Φριζάρτας, της Χίου και από αίγες της Σκοπέλου και η εγχώρια, ενώ στο σχετικό κατάλογο προστίθενται και φυλές χοίρων και ιπποειδών. Η σημασία της διατήρησης των φυλών αυτών, εκτός του ότι αποτελούν στοιχεία της πολιτισμικής μας κληρονομιάς, έγκειται στην προοπτική χρησιμοποίησής τους για την ανάπτυξη νέων φυλών ζώων, ανταγωνιστικών και οικονομικά αποδοτικότερων έναντι των υπαρχόντων. Το γεγονός αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία σε συνθήκες κλιματικής αλλαγής αλλά και σε αλλαγές των διατροφικών απαιτήσεων του ανθρώπου και των απαιτήσεων της αγοράς. Τέλος, η διατήρηση των φυλών αυτών συμβάλλει στη διατήρηση της τοπικής βιοποικιλότητας, καθώς η βλάστηση των περιοχών συνεξελίχτηκε με την επίδραση των τοπικών αυτών φυλών.

Δ. Η πλειονότητα των ελληνικών λιβαδιών εντοπίζεται σε οριακά περιβάλλοντα

Τέτοια θεωρούνται τα ακραία περιβάλλοντα τόσο σε έννοιες εδάφους, μητρικού πετρώματος αλλά και κλίματος. Τα εδάφη είναι συνήθως μικρού ή μεσαίου βάθους (μέχρι 30 εκ.) με ημι-επάρκεια ή, τις περισσότερες φορές, ανεπάρκεια θρεπτικών συστατικών, και έλλειψη επαρκούς εδαφικής υγρασίας. Επίσης τα λιβάδια της χώρας μας συνδέονται κυρίως με το ορεινό ανάγλυφο και τις μεγάλες κλίσεις (πολλές φορές πάνω από 30%). Μεγάλο ποσοστό των λιβαδιών εδράζονται σε ασβεστολιθικά πετρώματα με αποτέλεσμα τα εδάφη να παρουσιάζουν πολύ μικρή υδατοσυγκράτηση. Επίσης, στα λιβάδια της χώρας μας επικρατούν πολλές φορές ακραίες καιρικές συνθήκες, γεγονός που δυσχεραίνει την αποτελεσματικότερη διαχείρισή τους. Τέτοια ακραία πολλές φορές κλιματικά περιβάλλοντα είναι τα ξηροθερμικά της νοτίου Ελλάδας και των νησιών του Αιγαίου, ενώ πολύ χαμηλές θερμοκρασίες κυριαρχούν στα ψευδαλπικά ποολίβαδα της βόρειας Ελλάδας. Το γεγονός του εντοπισμού σε οριακά περιβάλλοντα των λιβαδιών της χώρας μας σε συνδυασμό με την αλόγιστη, πολλές φορές, χρήση τους έχει επιδεινώσει τη συμπεριφορά των εδαφών, με αποτέλεσμα την εμφάνιση εκτεταμένου ποσοστού διάβρωσης, υποβάθμισης ή ακόμα και οριακής ερημοποίησης. Πάντως η εμφάνιση των λιβαδιών σε οριακά περιβάλλοντα αποτελεί απόρροια των πιέσεων που συντελέστηκαν στο παρελθόν για την εξεύρεση καλών ποιοτήτων τόπου και την απόδοση αυτών στη γεωργία. Έτσι, οι λιβαδικές εκτάσεις περιορίστηκαν, σταδιακά αλλά δραστικά, σε ορεινές και ψευδαλπικές περιοχές.

Η ξενική φυλή Χολστάιν



Η φυλή Χολστάιν (Holstein) κατάγεται από την Ευρώπη (Ολλανδία) και είναι η πιο διαδεδομένη στον κόσμο. Στην Ελλάδα εισήχθη τη δεκαετία των '50, σε μικρούς αριθμούς επειδή τότε δινόταν βάρος σε φυλές μικτών αποδόσεων με γαλακτοπαραγωγική και κρεοπαραγωγική κατεύθυνση, όπως η Σβιτς (Schwyz) και η Σίμμενταλ (Simmental). Από το τέλος της δεκαετίας του '70 και στις αρχές της δεκαετίας του '80 άρχισαν να διαδίδονται με ταχύ ρυθμό όταν εγκαταστάθηκαν αγελαδοτροφικές μονάδες κοντά στα μεγάλα αστικά κέντρα για τη κάλυψη των αναγκών του πληθυσμού σε γάλα. Η φυλή αριθμεί 203.000 ζώα από τα οποία 150.000 περίπου είναι αρμεγόμενα ενώ τα υπόλοιπα είναι ζώα αντικατάστασης. Σύμφωνα με στοιχεία του Ελληνικού Οργανισμού Γάλακτος (2/2009) υπάρχουν 5630 εκμεταλλεύσεις με απόδοση 716.000 τόνων γάλακτος. (Πηγή: Wikipedia,

https://en.wikipedia.org/wiki/Holstein_Friesian_cattle#/media/File:Cow_female_black_white.jpg).

Ε. Η ποικιλία των κλιματεδαφικών συνθηκών αλλά και η ιστορική χρήση των λιβαδιών έχουν συντελέσει στην ύπαρξη ποικιλίας λιβαδικών τύπων και υποτύπων

Γενικά, τα ελληνικά λιβάδια υπάγονται σε τέσσερις λιβαδικούς τύπους, δηλ. σε ποολίβαδα, φρυγανολίβαδα, θαμνολίβαδα και δασολίβαδα. Η επιφάνεια που καταλαμβάνουν τα ποολίβαδα ανέρχεται σε 16,7 εκ. στρ. που αντιστοιχούν στο 32,5% της συνολικής επιφάνειας των λιβαδιών της χώρας. Ειδικότερα, στην ψευδαλπική ζώνη εντοπίζονται περίπου 4 εκ. στρ. Τα φρυγανολίβαδα ανέρχονται σε 2,3 εκ. στρ. (και αναλόγως του ορισμού των φρυγάνων σε 10 εκ. στρ.) που αντιστοιχούν στο 4,4% των λιβαδιών της χώρας. Τα θαμνολίβαδα ανέρχονται σε 7,75 εκ. στρ. (15,1%), με το 60% αυτών να αποτελούν θαμνολίβαδα αείφυλλων πλατύφυλλων ειδών. Τέλος, τα δασολίβαδα υπολογίζονται σε 24,7 εκ. στρ. Ειδικές κατηγορίες λιβαδιών αποτελούν τα υγρά λιβάδια, τα βραχολίβαδα, οι εγκαταλειμμένοι αγροί, τα βοσκόμενα δάση και τα δασολιβαδικά συστήματα που

αποτελούν μορφή αγροδασικών συστημάτων ([Δείτε εδώ σχετικό video δασογεωργικού συστήματος από την περιοχή των Πρεσπών](#)).

ΣΤ. Η ποικιλία λιβαδικών τύπων συνδέεται με την υψηλή βιοποικιλότητα που παρουσιάζουν τα ελληνικά λιβάδια

Η φυτοποικιλότητα των ελληνικών λιβαδιών αποδίδεται τόσο στην ποικιλία μικροπεριβαλλόντων, όσο και στη χρήση των λιβαδιών. Παράλληλα με τη φυτοποικιλότητα αυξημένη είναι και η ζωοποικιλότητα, καθώς πλήθος μεγάλων και μικρών ζωικών οργανισμών χρησιμοποιούν τους λιβαδικούς πόρους. Επίσης, το ποσοστό ενδημισμού των χλωριδικών στοιχείων των λιβαδιών είναι πολύ υψηλό, και αυξάνεται καθώς μεταβαίνουμε από τη βόρεια στη νότια Ελλάδα.

Μετακινούμενη ποιμνική



Χάρτης μετακίνησης νομάδων το φθινόπωρο του 1981. Το πλάτος των βελών είναι ενδεικτικό του μεγέθους των κοπαδιών (Πηγή χάρτη: ανώνυμος, Ανώνυμος 1981)

Τα συστήματα νομαδικής κτηνοτροφίας είναι πολύτιμα συστήματα, όχι μόνο για τα ιδιαίτερα πολιτισμικά τοπία που έχουν δημιουργήσει και συνεχίζουν να το κάνουν, αλλά για την αξία των βιοτόπων και της βιοποικιλότητας. Η νομαδική κτηνοτροφία είναι επίσης ένα βασικό στοιχείο της ελληνικής ταυτότητας, ενώ συνδέεται με ορισμένες εθνοτικές ομάδες. Ακόμα και σήμερα, κοινωνικές εκδηλώσεις (π.χ. φεστιβάλ, γιορτές) που σχετίζονται με τον τρόπο ζωής των νομάδων λαμβάνουν χώρα στις ορεινές περιοχές της Ελλάδας, οι οποίες προσελκύουν ένα μεγάλο αριθμό των ανθρώπων που ψάχνουν για την καταγωγή και την ταυτότητά τους. Επιπλέον, τα τοπία νομαδικής κτηνοτροφίας αποτελούν στοιχεία της πολιτιστικής ταυτότητας (Ispikoudis et al., 2004).

Επέκταση της γεωργικής γης εις βάρος των λιβαδιών της πεδινής ζώνης



Στην πεδινή Θεσσαλία συνέβησαν σημαντικές αλλαγές χρήσεων γης κατά τα τελευταία 50 χρόνια κυρίως λόγω της εκμηχάνισης των αγροτικών εργασιών. Πολλές φορές αυτό συνέβαινε εις βάρος των λιβαδιών. Στη φωτογραφία εκχερσωμένα θαμνολίβαδα αειφυλλων πλατύφυλλων στην περιοχή του Μαυροβουνίου Λαρίσης και απόδοσή τους σε γεωργική χρήση. [Δείτε εδώ σχετικό video με επέκταση γεωργικών καλλιεργειών στην περιοχή των Πρεσπών](#).

Ανασύσταση της ελληνικής βραχυκερατικής φυλής στην Πρέσπα



Η ελληνική βραχυκερατική φυλή βοοειδών που απαντάται στην ευρύτερη περιοχή της Πρέσπας ανήκει στη φυλή brachyceros (πάνω αριστερά). Η φυλή αυτή παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των ξενικών καθώς, μεταξύ άλλων, είναι πλήρως προσαρμοσμένη στα ακραία (ειδικά το χειμώνα) περιβάλλοντα των παραλίμνιων περιοχών της Πρέσπας παρουσιάζοντας σημαντική αντοχή και προσαρμογή στη βλάστηση των υγρών λιβαδιών και των καλαμιώνων. Τα τελευταία χρόνια ο πληθυσμός της φυλής στην ελληνική Πρέσπα είχε μειωθεί δραματικά (5-6 άτομα το 2010), ενώ το 1964 αποτελούσαν το 95% των βοοειδών. (Κάτω αριστερά: Εισαγωγή μικρού επιβήτορα (ταύρου) από την Αλβανία από ιδιώτη - Φωτο: Ι. Καζόγλου).

Τύποι λιβαδιών



Ποολίβαδο στο Συκεώνα Λάρισας



Θαμνολίβαδο στο Λαγκαδά



Φρυγανολίβαδο στη Σκύρο



Δασολίβαδο ελάτης στο Χελμό

Z. Η μεγάλη ποικιλία των λιβαδικών πόρων συνδέεται και με την ποικιλία στις χρήσεις (παραδοσιακές και σύγχρονες) των ελληνικών λιβαδιών

Αναμφίβολα, εξέχουσα θέση στην απαρίθμηση των παραδοσιακών και σύγχρονων χρήσεων των λιβαδιών κατέχει η κτηνοτροφία. Στα ελληνικά λιβάδια υπολογίζεται ότι βόσκουν, πέρα των αναρίθμητων αγρίων ζώων, 12 εκ. αγροτικά ζώα, τα οποία παράγουν ετησίως 75.000 τόνους κόκκινου κρέατος και 480.000 τόνους γάλακτος. Τη βοσκήσιμη ύλη τη χρησιμοποιούν διάφορα είδη αγροτικών ζώων, κυρίως πρόβατα, βοοειδή,

αίγες, ζώα φόρτου, κ.λπ. Χαρακτηριστικό είναι ότι τα θαμνολίβαδα της Ελλάδας συντηρούν το μισό περίπου πληθυσμό αιγών της Ευρώπης. Στις παραδοσιακές χρήσεις των λιβαδιών αναφέρονται η καυσοξύλευση, η απόληψη μεταλλευμάτων και προϊόντων ορυχείων και λατομείων, και η μελισσοκομία, ενώ τα λιβάδια αποτέλεσαν και αποτελούν πόλο έλξης για τους περίπου 300.000 κυνηγούς της χώρας. Στις σύγχρονες χρήσεις των λιβαδιών θα πρέπει να αναφερθούν αυτές που ωφελούνται από τις σημαντικές αναψυχικές λειτουργίες (χώροι περιπάτων, ανάπτυξης αθλοπαιδιών υπαίθρου, σκι κ.λπ.), ενώ και ο επιστημονικός ρόλος των ελληνικών λιβαδιών (δεδομένων όλων των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών που αναπτύσσονται στο κεφάλαιο αυτό) είναι σημαντικός σε εθνικό, και παγκόσμιο επίπεδο. Οι χρήσεις αυτές προσφέρουν σημαντικό εισόδημα κυρίως στους κατοίκους των ορεινών και ψευδαλπικών περιοχών, και υποστηρίζουν τις τοπικές κοινωνίες.

Η. Τα λιβάδια, λόγω της μακραίωνης ιστορικής χρήσης τους, συνδέθηκαν στενά με το πολιτισμικό γίγνεσθαι του ελληνικού λαού

Αυτό αντανakλάται στις σημαντικές αναφορές σε αρχαία ιστορικά κείμενα, μυθοπλασίες, και παραδόσεις, ενώ αρκετές φορές λιβαδικά στοιχεία ενέπνευσαν ζωγράφους και καλλιτέχνες, Έλληνες και όχι μόνο.

Τα δασολίβαδα αρκεύθου των Πρεσπών και χλωριδική ποικιλότητα



Τα δασολίβαδα αρκεύθου των Πρεσπών συστήνουν τον τύπο οικοτόπου προτεραιότητας «Ελληνικά δάση αρκεύθου (*Juniperetum excelsae*), κωδ. 9562». Καταλαμβάνουν έκταση 22.000 περίπου στρ., δηλ. το 5,23% της έκτασης του Εθνικού Πάρκου Πρεσπών, ενώ αποτελούν το 78,4% της έκτασης του τύπου οικοτόπου στην ΕΕ, με το υπόλοιπο να βρίσκεται στη Βουλγαρία (Φωτιάδης κ.ά., 2014). Οι αμιγείς ή και μεικτοί σχηματισμοί της υψηλής αρκεύθου (*Juniperus excelsa*) με τη δυσοσμοτάτη άρκευθο (*J. foetidissima*) είναι σπάνιοι στην Ευρώπη και για αυτό ο τύπος οικοτόπου χαρακτηρίζεται ως προτεραιότητας σύμφωνα με την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. Σε ότι αφορά τη χλωρίδα καταγράφηκαν συνολικά 809 taxa, πολύ υψηλός αριθμός αν ληφθεί υπόψη ο συνολικός αριθμός taxa της ελληνικής χλωρίδας (6600). Από αυτά, 149 είναι σημαντικά, δηλ. προστατεύονται από την κοινοτική ή εθνική νομοθεσία ή είναι ελληνικά, βαλκανικά ή υπο-βαλκανικά ενδημικά. Σε ότι αφορά τη χλωριδική ποικιλότητα, στα πυκνά μεικτά δασολίβαδα αρκεύθου παρουσιάζονται οι χαμηλότερες τιμές, ενώ η μεγαλύτερη χλωριδική ποικιλότητα παρουσιάζεται στα αμιγή και τα μεικτά νεαρά δασολίβαδα. Τέλος στα ανοιχτά δασολίβαδα παρουσιάζονται ενδιάμεσες τιμές (Βραχνάκης, 2013).

Θ. Παρά τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ελληνικών λιβαδιών, δεν παύουν να υπάρχουν προβλήματα που αντανakλώνται στο ελλειμματικό ισοζύγιο εμπορίας ζωικών προϊόντων

Η χώρα μας είναι ελλειπής τόσο σε παραγωγή κόκκινου κρέατος όσο και γαλακτοκομικών προϊόντων, ενώ όπως προκύπτει από την παράθεση των παραπάνω χαρακτηριστικών θα έπρεπε να μην υφίσταται τέτοια έλλειψη. Τα σημαντικότερα προβλήματα που σχετίζονται με τα ελληνικά λιβάδια είναι: α) Η εγκατάλειψη της κτηνοτροφικής δραστηριότητας, ως απόρροια της γενικότερης εγκατάλειψης ανάπτυξης ολοκληρωμένων οικονομικών δραστηριοτήτων και της χαλάρωσης του κοινωνικού ιστού στην ελληνική ύπαιθρο. β) Απόρροια της εγκατάλειψης της κτηνοτροφικής δραστηριότητας και της αύξησης της συσσώρευσης σε αστικά κέντρα είναι η ανισοκατανομή της βοσκοφόρτωσης στα ελληνικά λιβάδια. Γενικότερα, τα πεδινά λιβάδια, καθώς και τα λιβάδια που βρίσκονται κοντά σε αστικά κέντρα υπερβόσκονται, ενώ ορεινά ή ψευδαλπικά λιβάδια υπο-

βόσκονται – γεγονότα που βάζουν σε κίνδυνο την οικολογική ισορροπία των οικοσυστημάτων. γ) Η μη επίλυση των ιδιοκτησιακών προβλημάτων και η μη αποσαφήνιση των χρήσεων γης επιτείνει την υποβάθμιση των ελληνικών λιβαδιών. Στην κατεύθυνση αυτή η αναβάθμιση και η ολοκλήρωση του Προγράμματος Απογραφής των Ελληνικών Λιβαδιών κρίνεται επιτακτική. δ) Η έλλειψη συστημάτων παρακολούθησης (monitoring) της κατάστασης των λιβαδιών και η δημιουργία σχετικής βάσης δεδομένων. Με τον τρόπο αυτό θα μπορεί να γίνει καλύτερος σχεδιασμός των μελλοντικών διαχειριστικών πρακτικών και να διατυπωθούν σαφέστεροι στόχοι λιβαδικής πολιτικής και προτάσεις υλοποίησης. ε) Τέλος, η αποσαφήνιση του θεσμικού πλαισίου (διοίκηση, πολιτική, νομικό πλαίσιο) και η ισχυροποίηση της βούλησης της ελληνικής Πολιτείας θα συμβάλλουν καθοριστικά στην ορθολογική διαχείριση και ανάπτυξη των λιβαδικών πόρων της χώρας.

Υγρά λιβάδια



Υγρά λιβάδια χαρακτηρίζονται τα λιβάδια που καλύπτονται με ποώδη φυτά χαμηλής ανάπτυξης (< 100 εκ.) σε εδάφη τα οποία πλημμυρίζονται περιοδικά ή είναι κορεσμένα από νερό σε ορισμένες περιόδους του έτους. Τα υγρά λιβάδια σχηματίζουν πολύτιμες φυτοκοινωνίες υψηλής ποικιλότητας και οικολογικής αξίας, καθώς συντηρούν την ιχθυοπανίδα και κατ' επέκταση την орνιθοπανίδα, σε πολλές περιοχές της χώρας μας. Τα τελευταία χρόνια δέχονται ισχυρές πιέσεις μετατροπής σε γεωργικές γαίες. Έτσι για παράδειγμα στη λίμνη Μικρή Πρέσπα, η συνολική επιφάνεια των υγρών λιβαδιών ήταν 325 περίπου στρ. το έτος 2000, ενώ το 1984 και 1945 ήταν 890 και 1290 στρ. αντίστοιχα (Καζόγλου και Παπαναστάσης, 2003). (Αριστερά: Υγρό λιβάδι στην Πρέσπα, Δεξιά: Κοπάδι βουβαλιών της Εταιρίας Προστασίας Πρεσπών).

Τα ποολίβαδα ως χιονοδρομικά κέντρα



Τα ψευδαλπικά ποολίβαδα αποτελούν πολλές φορές χώρους ανάπτυξης χειμερινών σπορ και ιδιαίτερα υποστηρίζουν τις χιονοδρομικές πίστες στα χιονοδρομικά κέντρα. Στη φωτογραφία απεικονίζεται χιονοδρομική πίστα στο χιονοδρομικό κέντρο Τυμφρηστού (1840 μ.) σε περίοδο έλλειψης χιονιού. (Φωτο.: Ζωή Εσκίογλου - άδεια χρήσης).

Ζωικό κεφάλαιο

	Area (km ²)	Population	Number of heads*			
			Cattle	Sheep	Goats	Total
EU-15						
GREECE	131,957	10,815,197	585,000	9,205,000	5,023,000	14,813,000
SPAIN	505,992	46,815,916	6,411,000	24,300,624	3,114,034	33,825,658
France	674,843	65,350,000	20,281,000	9,326,657	1,230,523	30,838,180
UK	243,610	63,181,775	10,343,000	35,832,000	0	46,175,000
Other countries						
Algeria	2,381,741	37,100,000	1,600,000	17,300,000	3,200,000	22,100,000
Iran	1,648,195	75,149,669	8,738,000	53,900,000	25,757,000	88,395,000
Morocco	446,550	32,644,370	2,669,600	16,335,500	5,090,400	24,095,500
Turkey	783,562	75,627,384	10,548,000	26,372,000	7,022,000	44,542,000

*Source: FAOSTAT (2002)

Η κτηνοτροφία σε αριθμούς στην Ελλάδα

Ο αγροτικός τομέας στην Ελλάδα

- συμβάλλει στο 6,5% του ΑΕΠ
- 16% του εργατικού δυναμικού της χώρας ασχολείται με την αγροτική παραγωγή
 - το 75,1% των εκμεταλλεύσεων είναι καθαρά γεωργικές
 - το 1,3% είναι καθαρά κτηνοτροφικές
 - το 26,3% είναι μικτές εκμεταλλεύσεις

Ο κτηνοτροφικός τομέας στην Ελλάδα

- συμβάλλει στο 1/3 του συνόλου του αγροτικού τομέα
- συμβάλλει στα 2,6% του ΑΕΠ
- απασχολούνται άμεσα 380.000 οικογένειες
- 30,000 απασχολούνται στην επεξεργασία ζωικών προϊόντων

Παραγωγή κρέατος (τόν.)	483,573 (30%)*	Παραγωγή γάλακτος (τον.)	1,940,045
βόειο	62,000 (25%)	αγελαδινό	820,000 (48%)
πρόβειο	82,000 (85%)	πρόβειο	670,000 (100%)
αίγιο	44,500 (85%)	αίγιο	450,000 (100%)
χοιρινό	140,000 (45%)	* Σε παρένθεση η κάλυψη των εγχώριων αναγκών	

Πηγή: ΠΑΣΕΓΕΣ 2012

Ι. Παρά τα προβλήματά της οι προοπτικές ανάπτυξης των ελληνικών λιβαδιών είναι σημαντικές
Από την παράθεση των παραπάνω χαρακτηριστικών προκύπτει ότι η Ελλάδα είναι μία, κατά βάση, κτηνοτροφική χώρα και ο Έλληνας κτηνοτρόφος αποτελεί μοχλό ανάπτυξης της υπαίθρου εφαρμόζοντας χιλιάδες

χρόνια τώρα, στην ουσία, “βιολογική” κτηνοτροφία. Οι προοπτικές ανάπτυξης των λιβαδιών είναι σημαντικές. Ως δύο, μεταξύ πολλών τέτοιων κατευθύνσεων ανάπτυξης προτείνονται α) η καθιέρωση και η πιστοποίηση βιολογικών πρακτικών σύμφωνα με τις απαιτήσεις της σύγχρονης κοινωνίας, και β) η εφαρμογή συνδυασμένων και ολοκληρωμένων συστημάτων χρήσεων γης, όπως των αγρο/δασο/λιβαδικών (Εικόνα 1.5). Η Αγροδασοπονία εφαρμόζονταν από παράδοση στην Ελλάδα χρόνια τώρα και η ενίσχυση από την ελληνική Πολιτεία των κτηνοτρόφων στην κατεύθυνση εξάπλωσης των συστημάτων αυτών, θα ενισχύσει το εισόδημα και θα αναβαθμίσει το ρόλο τους.



Εικόνα 1.5 Βοσκόμενο δασολίβαδο δρυός στο όρος Ντέβας.

Παράλληλα κείμενα

- Παπαναστάσης Β. 2011. Νέες Απόψεις για το Ρόλο της Κτηνοτροφίας και της Βόσκησης στο Φυσικό Περιβάλλον. 9 σελ. Επιστημονική Επετηρίδα της Σχολής Δασολογίας & Φ.Π., Α.Π.Θ. Τόμος Αφιέρωμα προς Τιμή του καθ. Ν.Ι. Στάμου.
- Κυριαζόπουλος Α.Π., Ε.Μ. Αβραάμ, Μ.Σ. Βραχνάκης και Ζ.Μ. Παρίση. 2012. Λιβαδικά οικοσυστήματα και προοπτικές αειφορικής διαχείρισης. Στο: Δάσος: Μια Ολοκληρωμένη Προσέγγιση. Α.Χ. Παπαγεωργίου, Γ. Καρέτσος και Γ. Κατσαδωράκης (επιμ. έκδοσης), WWF Ελλάς, Αθήνα, σελ. 229-243.

Σχετικοί δικτυακοί τόποι

- Δικτυακός τόπος της Δασικής Υπηρεσίας των USA για τα λιβάδια:
<http://www.fs.fed.us/rangelands/>
- Δικτυακός τόπος του Earth Policy Institute για την παγκόσμια κατάσταση των λιβαδιών:
<http://www.earth-policy.org/Updates/Update6.htm>

- Δικτυακός τόπος του Society for Range Management:
<http://www.rangelands.org/srm.shtml>
- Δικτυακός τόπος του FAO/CIHEAM Network on Pasture and Forage Crops:
<http://www.iamz.ciheam.org/ingles/forrajes.htm>

Βιβλιογραφία

- Caballero, R., Fernandez-Gonzalez, F., Perez Badia, R., Molle, G., Roggero, P.P., Bagella S. et al. (2009). Grazing systems and biodiversity in Mediterranean areas: Spain, Italy and Greece. *Pastos*, 39(1), 9-154.
- Coupland, R.T. (1979). *Grassland ecosystems of the world*. IBP 18. R.T. Coupland (ed.). London: Cambridge University Press.
- Dimitriou, A. (1990). *Management of communal rangelands in Chania*. Chania: Mediterranean Agronomic Institute.
- EENRD. (2009). *The Application of the high nature value impact indicator (2007-2013). Guidance document*. Brussels: European Evaluation Network for Rural Development.
- EUROSTAT. (2010). Land Use/Cover Area frame Survey. Results on EU land cover and use published for the first time. *Newsrelease*, 145/2010.
- Goltsiou, K. (2011). *Theme 4: Transhumance Routes. Report of Greece*. Brussels: Education and Culture DG.
- Hadjigeorgiou, I. (2011). Past, present and future of pastoralism in Greece. *Pastoralism: Research, Policy and Practice*, 1, 24.
- Ispikoudis, I., Sioliou, M.K. & Papanastasis, V.P. (2004). Transhumance in Greece: past, present and future prospects. Transhumance in Greece: Past, present and future prospects. In R.G.H. Bunce, M. Pérez-Soba, R.H.G. Jongman, A. Gómez Sal, F. Herzog & I. Austad (Eds), *Transhumance and biodiversity in European mountains* (pp. 211-230). Wageningen: ALTERNAT.
- Masson, P. (1994). *Biology and management of Mediterranean rangeland; selection, establishment and use of herbaceous plant especially legumes*. p. 101.
- Millennium Ecosystem Assessment (MA). 2005. Ecosystems and human well-being: synthesis. Washington: Island Press.
- Papanastasis, V.P., Mantzanas, K., Dini-Papanastasi, O. & Ispikoudis, I. (2009). *Traditional agroforestry systems and their evolution in Greece*. In A. Rigueiro-Rodríguez, J. McAdam J. & M.R. Mosquera-Losada (Eds), *Agroforestry in Europe. Current status and future prospects* (pp. 89-109). Dordrecht: Springer.
- Papanastasis, V.P., Arianoutsou, M., & Papanastasis, K. (2010). Environmental conservation in classical Greece. *Journal of Biological Research*, 14, 123–135.
- Paracchini, M.-L., Petersen, J.-E., Hoogeveen, Y., Bamps, C., Burfield, I. & Swaay, van C. (2008). *High nature value farmland in Europe. An estimate of the distribution patterns on the basis of land cover and biodiversity data*. Brussels: European Environment Agency.
- Smith, M., de Groot, D., Perrot-Maître, D. & Bergkamp, G. (2006). Pay – Establishing payments for watershed services. Gland, Switzerland: IUCN.
- Society for Range Management. (1989). *A glossary of terms used in range management*. Denver: Society for Range Management
- Vrahnakis, M.S., Janisová, M., Rusina, S., Török, P., Venn, S. & Dengler, J. (2013). The European Dry Grassland Group (EDGG): Stewarding Europe's most diverse habitat type. In H. Baumbach (Ed.), *Steppenlebensräume Europas - gefährdung, erhaltungsmaßnahmen und schutz* (pp. 417-434). Erfurt: Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz.
- Ανώνυμος, 1981. Υπουργείο Γεωργίας, Αθήνα.
- Γεωργούδης, Α., Λίγδα, Χ., Καρκαβέλια, Ε., Κοτσαφτίκη, Α. & Μιζέλη, Χ. (2011). *Αυτόχθονες φυλές αγροτικών ζώων*. Αθήνα: Υ.Π.Α.Α.Τ.
- Καζόγλου, Ι.Ε. (2007). *Επιδράσεις της βόσκησης βούβαλων στα υγρά ποολίβαδα του Εθνικού Δρυμού Πρεσπών* (Διδακτορική διατριβή, Α.Π.Θ., 2007). Ανακτήθηκε από <http://hdl.handle.net/10442/hedi/14836>.

- Καζόγλου, Ι.Ε., Xega, N., Λογοθέτη, Α. & Doleson, F. (2010). Σπάνιες φυλές βοοειδών στο διασυνοριακό Πάρκο Πρεσπών. Στο 7^ο Πανελλήνιο Λιβαδοπονικό Συνέδριο. Ξάνθη: Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία.
- Παπανστάσης, Β.Π. (2009). *Λιβαδοκτηνοτροφική ανάπτυξη*. Θεσσαλονίκη: Σ. Γιαχούδης & ΣΙΑ.
- Παπαναστάσης, Β.Π. (2014). *Προοπτικές χρήσης των δασικών εκτάσεων για την κτηνοτροφία στα πλαίσια της ΚΑΠ*. Στα πλαίσια εσπερίδας του Προγράμματος LIFE+, Πρέσπα.
- ΠΑΣΕΓΕΣ. (2012). Πρόσφατες εξελίξεις στην αγροτική οικονομία της Ελλάδος. In *Agricultural policy perspectives. Member states factsheets – May 2012, Greece*. Brussels: EU Commission.
- Σιδηροπούλου, Α. (2011). *Ανάλυση και αξιολόγηση αγροδασικών συστημάτων με τη χρήση δεικτών τοπίου* (Διδακτορική Διατριβή, Α.Π.Θ., 2011). Ανακτήθηκε από <http://hdl.handle.net/10442/hedi/26222>.

Κριτήρια αξιολόγησης

Α. Δραστηριότητες διδακτικής ενότητας

1. Διακρίνετε τις διαφορές στις λέξεις λιβάδι, λειμώνας ή λειβάδι, βοσκότοπος. Αναφέρετε παραδείγματα. (150 λέξεις)
2. Χρησιμοποιώντας το διάγραμμα υπολογισμού της Συνολικής Οικονομικής Αξίας επιμερίστε τα υλικά και άυλα οφέλη από ένα λιβαδικό τύπο που θα επιλέξετε. (400 λέξεις)
3. Ανατρέχοντας σε πηγές δώστε τα γενικότερα χαρακτηριστικά των dehesas, pampas, savannah, steppe. (600 λέξεις)
4. Ανατρέχοντας στις επίσημες βάσεις δεδομένων της ΕΛΣΤΑΤ αναφέρετε τις πληροφορίες που σχετίζονται με τους λιβαδοπονικούς πόρους του νομού καταγωγής ή κατοικίας σας.
5. Αιτιολογείστε τη φράση “Η Ελλάδα είναι μία κατ’ εξοχήν κτηνοτροφική χώρα”. Σε ποιους οικολογικούς παράγοντες οφείλεται αυτή η διαπίστωση. (500 λέξεις)
6. Αναφέρατε 3 μύθους της Ελληνικής Μυθολογίας που σχετίζονται με την κτηνοτροφία. (450 λέξεις)
7. Ποιες κατά τη γνώμη σας θα πρέπει να είναι οι αρχές μιας ορθολογικής Λιβαδικής Πολιτικής στη χώρα μας. (300 λέξεις)
8. Πως η Λιβαδοπονία συμβάλλει στην προστασία των λιβαδικών οικοσυστημάτων. (100 λέξεις)

Β. Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης

Σωστό ή λάθος	Επιλέξτε
Σύμφωνα με την Προγραμματική Περίοδο 2014-2020 της Νέας ΚΑΠ: Μόνιμος βοσκότοπος και μόνιμος λειμώνας νοείται η γη που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη αγρωστωδών ή άλλων ποωδών κτηνοτροφικών φυτών με φυσικό τρόπο (αυτοφυή) ή με καλλιέργεια (σπαρμένα) και δεν έχει περιληφθεί στην αμεινισπορά επί δέκα έτη ή περισσότερο.	Σωστό Λάθος
Σύμφωνα με την Προγραμματική Περίοδο 2014-2020 της Νέας ΚΑΠ: Ο μόνιμος βοσκότοπος μπορεί να περιλαμβάνει άλλα είδη, όπως θάμνους και/ή δένδρα που προσφέρονται για βόσκηση, υπό τον όρο ότι επικρατούν τα αγρωστώδη και λοιπά ποώδη κτηνοτροφικά φυτά.	Σωστό Λάθος
Στα λιβάδια συμβαίνει πάντα βόσκηση από αγροτικά ζώα.	Σωστό Λάθος
Σύμφωνα με το νόμο, τα φυσικά λιβάδια στη χώρα μας αποτελούν δασικές εκτάσεις.	Σωστό Λάθος

Στα λιβάδια απαντώνται πάντα ποώδη φυτά.	Σωστό Λάθος
Οι ρυθμιστικές υπηρεσίες των λιβαδιών αναφέρονται άμεσα στη ρύθμιση του εισοδήματος των ανθρώπων.	Σωστό Λάθος
Οι ζωνικές στέπες απαντώνται στη δυτική Ευρώπη.	Σωστό Λάθος
Η βόσκηση είναι μία φυσική διεργασία που συμβαίνει πάντα στα δασικά οικοσυστήματα.	Σωστό Λάθος
Η κτηνοτροφία είναι συμπληρωματική στα λιβάδια της χώρας μας.	Σωστό Λάθος
Η εκτατική κτηνοτροφία στη χώρα μας είναι κατά βάση βιολογική.	Σωστό Λάθος

Συμπληρώστε	Επιλέξτε
Η λέξη λιβάδι προσδιορίζει γης.	χρήση τύπο
Η λέξη βοσκότοπος προσδιορίζει γης.	χρήση τύπο
Λειμώνας είναι το τεχνητό	λιβάδι τμήμα ενός φυσικού δάσους
Στα λιβάδια της περιοχής της Μεσογείου η διαδοχή της βλάστησης λόγω βόσκησης	αναστέλλεται ή αναστρέφεται ευνοείται
Τα λιβάδια βρίσκονται σε συνήθως σε χαμηλά υψόμετρα.	ψευδαλπικά ετήσια
Στα απαντώνται πάντα δένδρα.	δασολίβαδα θαμνολίβαδα
Τα λιβάδια επιτελούν σημαντικό οικοσυστημικό ρόλο καθώς τους βιογεωχημικούς κύκλους.	επιβραδύνουν επιταχύνουν
Στις παράκτιες θίνες μπορούν να συναντηθούν τα ξηρά λιβάδια.	Ημι-φυσικά (δευτερογενή) αζωνικά

Λιβάδια σε Προστατευόμενες Φυσικές Περιοχές μπορούν να συντηρήσουν εκ- μεταλλεύσεις	Υψηλής Φυσικής Αξίας Υψηλής Οικονο- μικής Αξίας
Η κτηνοτροφική χρήση των λιβαδιών της χώρας μας γίνεται	Εκτατικά Εντατικά

ΜΕΡΟΣ Α - ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΛΙΒΑΔΙΩΝ

Δ.Ε.2 Μορφογένεση και φυσιολογία λιβαδικών φυτών – σημαντικά λιβαδικά φυτά

Το κεφάλαιο αφιερώνεται στη γνώση των ιδιαίτερων μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών των λιβαδικών φυτών. Έμφαση δίνεται στους μορφολογικούς και φυσιολογικούς μηχανισμούς προσαρμογής των φυτών στην ξηρασία και στα ακραία περιβάλλοντα, στη διαφοροποίηση της φωτοσυνθετικής τους συμπεριφοράς (C3, C4, CAM φυτά), στην αποτελεσματικότητα χρήσης του νερού και στη μορφογενετική συμπεριφορά των λιβαδικών φυτών. Περιγράφονται τα μορφολογικά, οικολογικά και οικονομικά χαρακτηριστικά των οικονομικώς σημαντικότερων λιβαδικών φυτικών ειδών.

Προαπαιτούμενη γνώση – προσδοκώμενα αποτελέσματα

Με την ολοκλήρωση του κεφαλαίου αυτού οι φοιτητές θα έχουν κατανοήσει τη φυσιολογική και μορφολογική βάση διαφοροποίησης των φυτών των λιβαδικών οικοσυστημάτων (σύνδεση με την προηγούμενη διδακτική ενότητα). Έτσι θα μπορέσουν να κατανοήσουν καλύτερα την οικολογική διαφοροποίηση των σημαντικότερων ομάδων φυτών στα λιβάδια (σύνδεση με την επόμενη διδακτική ενότητα).

Έννοιες – κλειδιά (keywords):

- οικοφυσιολογία (ecophysiology)
- φαινολογία (phenology)
- αγρωστώδη (grasses)
- ψυχανθή (legumes)
- άλλες πλατύφυλλες πόες (herbs)
- κτηνοτροφικοί θάμνοι / δέντρα (fodder shrubs/trees)

Σύνοψη

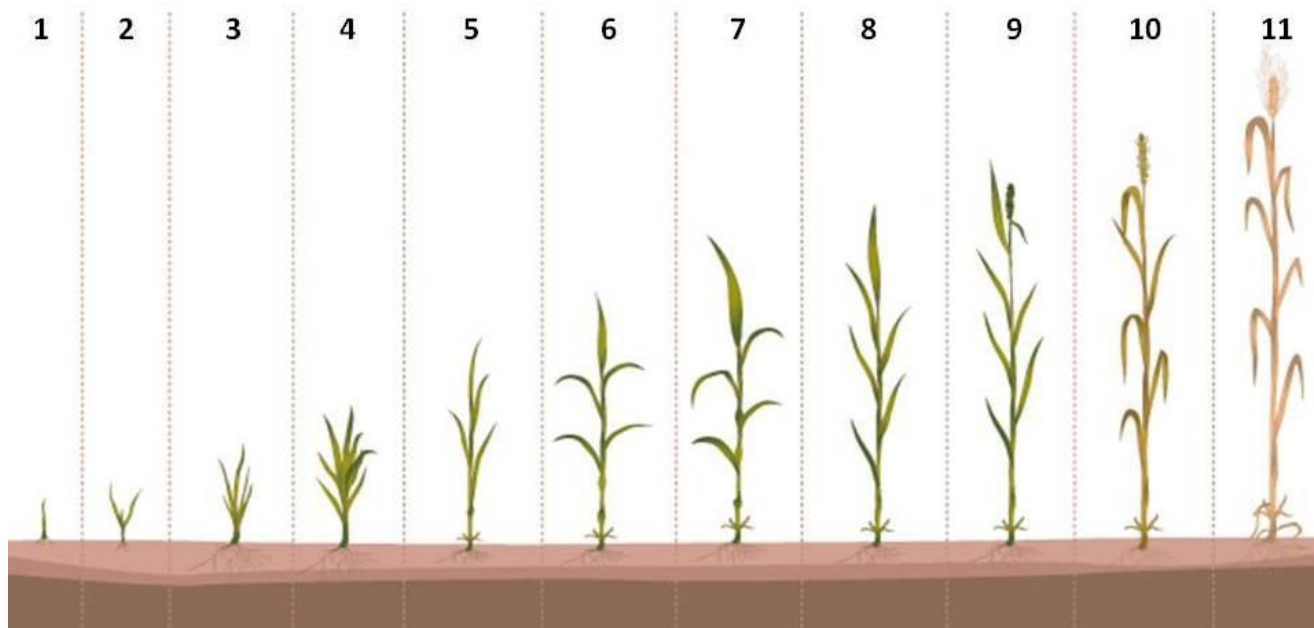
Περιγράφονται οι σημαντικότερες φάσεις ζωής των λιβαδικών φυτών. Γίνεται διάκριση των φυτών αναλόγως του χρόνου εμφάνισης και του κύκλου ζωής. Περιγράφονται οι σημαντικότερες, από λιβαδοπονική άποψη, αυξητικές παράμετροι των φυτών. Περιγράφονται οι οικοφυσιολογικές παράμετροι που σχετίζονται με το μικροκλίμα, την υδροδυναμική κατάσταση του φυτού, τη φωτοσύνθεση, διαπνοή και αναπνοή, και δίνεται έμφαση στη διαφοροποίηση των C3 και C4 φυτών και τη σημασία αυτής από λιβαδοπονικής σκοπιάς. Περιγράφεται η σημασία μέτρησης της αποτελεσματικότητας χρήσης νερού από τα φυτά. Τέλος περιγράφονται τα οικολογικά και οικονομικά χαρακτηριστικά των σημαντικότερων ομάδων λιβαδικών φυτών από λιβαδοπονικής άποψης.

2.1 Μορφογένεση λιβαδικών φυτών

Τα λιβαδικά οικοσυστήματα αποτελούν τμήμα των φυσικών (ή ήμι-φυσικών) οικοσυστημάτων, και ως εκ τούτου η ακριβής και απόλυτη περιγραφή τους δεν είναι δυνατή. Η διαφοροποίηση των λιβαδικών οικοσυστημάτων, έναντι των άλλων φυσικών οικοσυστημάτων, έγκειται κυρίως στη φυσιολογία της βλάστησής τους, ιδίως στην κυριαρχία της κάλυψης του εδάφους από χαμηλής ανάπτυξης ποώδη φυτά. Έτσι τα ποώδη λιβαδικά φυτά, σε αντιδιαστολή με τα δασικά, χαρακτηρίζονται μεταξύ άλλων, από την έλλειψη αποξυλωμένου συμπαγούς βλαστού, τη μικρή πρωτογενή (καθ' ύψος) και δευτερογενή (κατά πλάτος) αύξηση, τη χαμηλή διάρκεια ζωής, το μεγάλο σχετικά εύρος φαινοπλαστικής προσαρμογής σε ποικιλία κλιματεδαφικών συνθηκών, και την πολύ καλή προσαρμογή στις ανθρωπογενείς και τις φυσικές διαταραχές (π.χ. βόσκηση).

Κατά τη διάρκεια ζωής τους όλα τα λιβαδικά φυτά διέρχονται δύο σημαντικές φάσεις, τη φάση της ανάπτυξης και τη φάση της αναπαραγωγής. Έτσι για παράδειγμα τα αγρωστώδη διέρχονται τη φάση της ανάπτυξης περνώντας από τα φαινολογικά στάδια της εμφάνισης (στάδιο 1), των δύο φύλλων (2), της έναρξης του βλαστικού σταδίου (έκπτυξη βλαστού) (3), της ανάπτυξης βλαστών (4), της εμφάνισης κόμβου (5), της εμφάνισης επικόρυφου ελάσματος (6), και της πλήρους ανάπτυξης του επικόρυφου ελάσματος (7). Κατόπιν εισέρχονται στη φάση αναπαραγωγής διερχόμενα του σταδίου της εκκίνησης (8), της εμφάνισης του στάχυος (9), της άνθησης (10), και της ωρίμανσης (ή καρποφορίας, 11) (Εικόνα 2.1). Ασφαλώς και μπορούν να παρατηρηθούν και ενδιάμεσα στάδια, όπως αυτά έχουν μελετηθεί στα οικονομικώς σημαντικά φυτά (π.χ. το δεκαδικό

σύστημα των Zadoks et al. (1974) για τα σιτηρά). Στις δύο αυτές φάσεις μπορεί να προστεθεί και η φάση του σπόρου, όπου ένα φυτό μπορεί να βρίσκεται για μεγάλο χρονικό διάστημα.



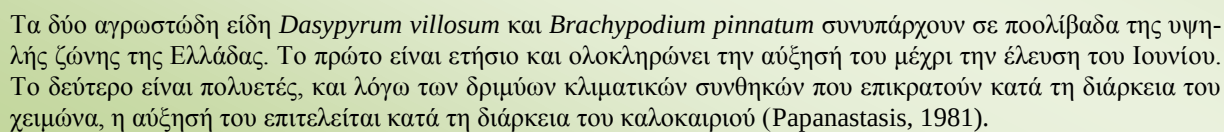
Εικόνα 2.1 Φαινολογικά στάδια του αγρωστώδους *Triticum aestivum* (σιτάρι).

Ασφαλώς και όλα τα λιβαδικά φυτά δεν ακολουθούν στους ίδιους χρόνους τα ίδια φαινολογικά στάδια και αυτό καθόσον έχουν αναπτύξει τους δικούς τους μηχανισμούς προσαρμογής στο περιβάλλον (κλίμα, έδαφος, βόσκηση). Οι μηχανισμοί αυτοί διασφαλίζουν τις κρίσιμες οικοφυσιολογικές διεργασίες (φωτοσύνθεση, αναπνοή, διαπνοή). Επιπλέον, τους δίνουν τη δυνατότητα να ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο, εφόσον έχουν διασφαλίσει το στάδιο αναπαραγωγής. Γενικότερα τα λιβαδικά φυτά, αναλόγως τη διάρκεια ζωής τους διακρίνονται σε ετήσια (ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο σε μία αυξητική περίοδο) και πολυετή (σε περισσότερους του ενός βιολογικούς κύκλους) (διετή, τριετή κ.ο.κ.). Σε αρκετά είδη η διάρκεια ζωής μπορεί να μεταβάλλεται και ένα είδος να συμπεριφέρεται ως ετήσιο (σε οριακά περιβάλλοντα) ή διετές (σε ευνοϊκά περιβάλλοντα). Ειδικότερα στα πολυετή λιβαδικά φυτά των μεσογειακών περιοχών, παρατηρούνται προστατευτικές περιόδους φυσιολογικής αδράνειας στη διάρκεια του έτους, είτε για να αποφύγουν την πολύ ψυχρή περίοδο (χειμέρια νάρκη), είτε την πολύ θερμή (θερινή νάρκη). Ρυθμιστικοί παράγοντες για την έναρξη και τη διάρκεια της χειμερινής νάρκης είναι η φωτοπερίοδος (ημερήσια διάρκεια φωτός) και οι χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ για τη θερινή νάρκη τα επίπεδα εδαφικής υγρασίας και οι υψηλές θερμοκρασίες.

Η σημαντική φαινολογική διαφοροποίηση των ειδών αποτελεί ξεχωριστό οικολογικό χαρακτηριστικό των λιβαδικών φυτοκαλυμμάτων (Εικόνα 2.2). Από άποψη λειτουργίας των οικοσυστημάτων η διαφοροποίηση αυτή είναι επιθυμητή καθόσον αυξάνονται στο χρόνο οι υποδοχείς της ηλιακής ακτινοβολίας, άρα και η παραγωγικότητα των οικοσυστημάτων. Επίσης από άποψη λιβαδικής διαχείρισης προσφέρεται με τον τρόπο αυτό περισσότερη βοσκήσιμη ύλη στο χρόνο, ελαφρώνοντας την πίεση βοσκής. Τέλος η φαινολογική διαφοροποίηση παίζει σημαντικό προστατευτικό ρόλο, ιδιαίτερα σε επικλινή διαβρωμένα εδάφη.

Τα φαινολογικά στάδια στο βιολογικό κύκλο των λιβαδικών φυτών ρυθμίζονται από τις περιβαλλοντικές και ιδίως τις μικροκλιματικές συνθήκες. Έτσι, η θερμοκρασία και η υγρασία του περιβάλλοντος φαίνεται να παίζουν σημαντικό ρόλο στη φύτευση των σπόρων, τα επίπεδα των θρεπτικών στοιχείων και η υγρασία του εδάφους στην αύξηση των φυτών, και η φωτοπερίοδος στην ανθοφορία και την καρποφορία. Αναλόγως του χρόνου εμφάνισης (στάδιο 1) τα φυτά διακρίνονται σε πρώιμα (εμφάνιση νωρίς στην αυξητική περίοδο), και όψιμα (αργά στην αυξητική περίοδο) με ενδιάμεσα τα μεσοπρώιμα. Τέλος διακρίνονται σε θερμόβια (κυρίως αυτά που ακολουθούν το C₄ φωτοσυνθετικό κύκλο) και ψυχρόβια (αυτά που ακολουθούν το C₃ φωτοσυνθετικό κύκλο) τα οποία εξακολουθούν τις φυσιολογικές τους διεργασίες στη διάρκεια της ξηροθερμικής περιόδου (τα πρώτα) ή της ψυχρής (τα δεύτερα), με μειωμένους ασφαλώς ρυθμούς.

Εικόνα 2.2 Φαινολογική διαφοροποίηση ειδών σε φυτοκάλυμμα ποολίβαδου της χαμηλής ζώνης.



2.2 Αύξηση λιβαδικών φυτών

Η αύξηση είναι μία πολύ σημαντική διεργασία που συμβαίνει σε όλους τους οργανισμούς κατά την οποία γίνεται εναπόθεση βιομάζας στους ιστούς. Στα φυτά η βιομάζα αποτελεί το προϊόν της φωτοσύνθεσης, και εκ τούτου η αύξηση εκφράζει το σύνθετο των αλληλεπιδράσεων των εσωτερικών και εξωτερικών παραγόντων που επιδρούν κατά τη διάρκεια ζωής των φυτών. Η μεταβολή της αύξησης στο χρόνο, δηλ. ο ρυθμός αύξησης, εκφράζεται με τη σχετική ταχύτητα αύξησης (R), που εκφράζει τη μεταβολή της βιομάζας (ξηρό βάρος) του φυτού στη μεταβολή του χρόνου σε σχέση με το αρχικό βάρος,

$$R = \frac{dw}{dt} \times \frac{1}{w_0}$$

όπου R: σχετικός ρυθμός αύξησης, dw: μεταβολή της βιομάζας ($w_1 - w_0$) μεταξύ των χρονικών διαστημάτων t_0 (αρχή του χρόνου αναφοράς) και t_1 (τέλος του χρόνου αναφοράς) και dt: $t_1 - t_0$.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η παραγωγή βιομάζας στα φυτά συνδέεται άμεσα με την ποσότητα και τη λειτουργία της χλωροφύλλης προκύπτει ότι η ποσοτικοποίηση του ρυθμού αύξησης αποδίδεται αποτελεσματικά με τη μεταβολή της φωτοσυνθετικής επιφάνειας προς τη βιομάζα (ξηρό βάρος) του φύλλου. Το αριθμητικό αυτό κλάσμα εκφράζει την ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) ως

$$SLA = \frac{L}{w}$$

όπου SLA: ειδική φυλλική επιφάνεια, L: φυλλική επιφάνεια και w: ξηρό βάρος των φύλλων της επιφάνειας L.

Η ποσοτικοποίηση της ανοιγμένης επιφάνειας του φυλλώματος των λιβαδικών φυτών που συμμετέχουν στο φυτοκαλύμμα ενός λιβαδιού, όπως προβάλλεται στη μονάδα επιφάνειας του εδάφους αποτελεί σημαντικό εργαλείο διαχείρισης της βιομάζας ενός λιβαδιού, και κατ' επέκταση, ρυθμιστικό της απομάκρυνσής της μέσω της βόσκησης. Η σχέση αυτή εκφράζεται από το δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) που χαρακτηρίζει τα φυτοκαλύμματα των λιβαδιών. Ο δείκτης είναι αδιάστατος (μονάδα φυλλικής επιφάνειας προς μονάδα επιφάνειας του εδάφους). Οι τιμές του δείκτη κυμαίνονται από 0 (γυμνό έδαφος) και 10 (πολύ πυκνά δάση κωνοφόρων). Για τα λιβάδια της μεσογειακής ζώνης πιστεύεται ότι το οικολογικό άριστο του δείκτη φυλλικής επιφάνειας κυμαίνεται μεταξύ 4 και 7. Κάτω από την τιμή 4 η προσπτώμενη ηλιακή ακτινοβολία δεν απομοιώνεται αποτελεσματικά από τα φύλλα, ενώ για τιμές μεγαλύτερες του 7 τμήμα της φωτοσυνθετικής επιφάνειας του φυτοκαλύμματος σκιάζεται.

2.3 Φυσιολογία λιβαδικών φυτών

Η παραγωγική αποτελεσματικότητα των λιβαδικών ειδών είναι το αποτέλεσμα της γενοτυπικής έκφρασης καθώς αυτή τροποποιείται κάτω από τη συνεχή αλληλεπίδραση του περιβάλλοντος, περιλαμβάνοντας μία σειρά πολύπλοκων φυσιολογικών διεργασιών που συμβαίνουν σε κάθε μεμονωμένο φυτό του λιβαδιού. Στις πιο σημαντικές από αυτές συγκαταλέγονται η φωτοσύνθεση, η αναπνοή και η διαπνοή. Η Οικοφυσιολογία, ως ιδιαίτερος κλάδος της Οικολογίας, ασχολείται με τη μεταβολή της φυσιολογίας των φυτών κάτω από την επίδραση διαφόρων περιβαλλοντικών παραγόντων. Η καλύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι ζωτικές λειτουργίες των φυτικών οργανισμών, ο μεταβολισμός και οι ενεργειακές μετατροπές επηρεάζονται από τους παράγοντες του περιβάλλοντος αλλά και η γνώση της προσαρμοστικής ικανότητας των φυτών στις περιβαλλοντικές αλλαγές αποτελούν χρήσιμο εργαλείο για τη σωστότερη διαχείριση του λιβαδικού οικοσυστήματος.

2.3.1 Μικροκλιματικές παράμετροι

Απαραίτητο στοιχείο κάθε οικοφυσιολογικής έρευνας αποτελεί η γνώση του μικροκλίματος της περιοχής του φυτοκαλύμματος. Οι σπουδαιότεροι παράμετροι που χαρακτηρίζουν το μικροκλίμα, και που μετρούνται κυρίως με μικροκλιματικούς πολυαισθητήρες, είναι:

- Η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας RH (%),
- η θερμοκρασία αέρα T (°C),
- η θερμοκρασία υγροποιήσεως Td (°C),
- η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου Tw (°C),
- η φωτοσυνθετικά ενεργός ακτινοβολία PAR ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$).

Τα μικροκλιματικά δεδομένα της περιοχής εκφράζονται συνολικά στο *υδατικό έλλειμμα της ατμόσφαιρας* VPD (KPa), το οποίο αποτελεί από τις σημαντικότερες οικοφυσιολογικές παραμέτρους:

$$\text{VPD} = e_{s(T)} - e_a$$

όπου $e_{s(T)}$ η μέγιστη τάση υδρατμών της ατμόσφαιρας σε κατάσταση κορεσμού εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία του αέρος (T), $e_{s(T)} = 0,61 \cdot e^{17,27 \cdot T / (T + 273,3)}$, e_a η τάση υδρατμών της ατμόσφαιρας για θερμοκρασία T, $e_a = e_{s(T_w)} - \gamma (T - T_w)$, T_w η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου και γ η μικρομετρική σταθερά με τιμή $0,066 \text{ KPa}^\circ\text{C}^{-1}$.

2.3.2 Υδροδυναμικές παράμετροι

Υδατικό και οσμωτικό δυναμικό

Το υδατικό δυναμικό (Ψ) αποτελεί την πιο συχνά χρησιμοποιούμενη υδροδυναμική παράμετρο για την περιγραφή της ενεργειακής κατάστασης του νερού στους φυτικούς ιστούς, εκφραζόμενη από τον τύπο:

$$\Psi = \frac{\mu_w - \mu_w^0}{V_w^0}$$

όπου μ_w είναι το χημικό δυναμικό ή η ελεύθερη ενέργεια ανά mole νερού σε κάποιο σημείο του συστήματος σε σταθερή θερμοκρασία και πίεση, μ_w^0 είναι το χημικό δυναμικό του καθαρού νερού στην ίδια θερμοκρασία και ατμοσφαιρική πίεση, και V_w^0 είναι ο μερικός γραμμομοριακός όγκος του νερού. Το χημικό δυναμικό μ_w αποτελεί μέτρο της ικανότητας μιας ουσίας, στην προκειμένη περίπτωση του νερού, να παράγει έργο. Με εφαρμογή του νόμου του Raoult η διαφορά του χημικού δυναμικού σε ένα σύστημα (μ_w) από το χημικό δυναμικό του καθαρού νερού (μ_w^0) στην ίδια θερμοκρασία και πίεση 1 Atm εκτιμάται:

$$\mu_w - \mu_w^0 = R \cdot T \cdot \ln(e/e^0)$$

όπου e η τάση ατμών ισορροπίας του συστήματος, e^0 η τάση ατμών ισορροπίας του καθαρού νερού στην ίδια πίεση και θερμοκρασία, R η παγκόσμια σταθερά των αερίων και T η θερμοκρασία. Όταν η τάση των υδρατμών σε ένα σύστημα είναι ίδια με αυτή του καθαρού νερού τότε $\ln(e/e^0)=0$ και, επομένως, η διαφορά $\mu_w - \mu_w^0$ θα είναι επίσης ίση με 0, ενώ όταν η τάση των υδρατμών είναι μικρότερη από αυτή του καθαρού νερού, τότε $\ln(e/e^0)<0$ και συνεπώς $\mu_w - \mu_w^0<0$. Επειδή το χημικό δυναμικό του καθαρού νερού μ_w^0 θεωρείται ότι είναι 0, προκύπτει ότι $\mu_w<0$. Γι' αυτό το λόγο στα φυτά το Ψ παίρνει τιμές από 0 έως $-\infty$. Οι μονάδες του υδατικού δυναμικού είναι ίδιες με αυτές της πίεσης, δηλαδή MPa ή bar.

Το υδατικό δυναμικό εκφράζει την ελεύθερη ενέργεια ανά μονάδα όγκου του νερού σ' ένα διάλυμα και στο νερό του συμπλάστη, δηλ. του χυμοτοπίου και του κυτοπλάσματος και αποτελεί μέχρι σήμερα την πιο χρήσιμη και απλή μέτρηση του βαθμού υδατικής καταπόνησης των φυτών.

Βασικά συστατικά του Ψ :

$$-\Psi = P - \Pi$$

αποτελούν η υδροστατική πίεση ή πίεση σπαργής (P) και το οσμωτικό δυναμικό στα κύτταρα και στους μικροτριχοειδείς πόρους των κυτταρικών τοιχωμάτων (Π). Σε κατάσταση ισορροπίας το Ψ παραμένει ίδιο μεταξύ των διαφόρων ετερογενών κυτταρικών φάσεων (μεταξύ χυμοτοπίου, κυτοπλάσματος και κυτταρικών τοιχωμάτων). Η πιο διαδεδομένη μέθοδος μέτρησης υδατικού δυναμικού είναι αυτή του *θαλάμου πίεσης*, η οποία μετρά την τιμή του Ψ του αποπλάστη, που σε κατάσταση ισορροπίας ισούται με το Ψ του συμπλάστη.

Σχετικό Υδατικό Περιεχόμενο

Το σχετικό υδατικό περιεχόμενο (RWC) εκφράζει την υδατική κατάσταση του φυλλικού ιστού και υπολογίζεται με βάση τον τύπο:

$$RWC(\%) = \frac{W_{act} - W_{dr}}{W_{sat} - W_{dr}} \times 100$$

όπου W_{act} το βάρος του φύλλου (gr) τη στιγμή της κοπής, W_{dr} το ξηρό βάρος (gr) του φύλλου και W_{sat} το βάρος του φύλλου (gr) σε κατάσταση κορεσμού.

Για τη μέτρηση του RWC απαιτείται ζύγιση των φύλλων (W_{act}) σε αναλυτικό μικρομετρικό ζυγό αμέσως μετά την κοπή τους. Στη συνέχεια, τα φύλλα τοποθετούνται μέσα σε νερό σε σκοτεινό και δροσερό μέρος (ψυγείο) και για ορισμένο χρονικό διάστημα, μέχρι σταθεροποίησης του βάρους τους. Αμέσως μετά τα φύλλα ζυγίζονται ξανά (W_{sat}), και στη συνέχεια τοποθετούνται σε φούρνο στους 80°C για 24 ώρες και ζυγίζονται μέχρι σταθερού βάρους (W_{dr}).

2.3.3 Φυσιολογικές παράμετροι

Διαπνοή

Η διαπνοή περιλαμβάνει δύο στάδια: α) τη διαμέσου των κυτταρικών τοιχωμάτων μεταβολή της υγρής σε αέρια φάση και τη συγκέντρωση των υδρατμών στην υποστοματική κοιλότητα, και β) τη διάχυση των υδρατμών από εκεί στην ατμόσφαιρα μέσω της στοματικής συσκευής. Ο ρυθμός διαπνοής εξαρτάται από την απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού, τη διαφορά τάσεως ή της συγκεντρώσεως των υδρατμών και το σύνολο των αντιστάσεων που θα συναντήσει το νερό κατά την κίνηση του από τα φύλλα προς την ατμόσφαιρα.

Η διαπνοή μπορεί να συσχετιστεί μαθηματικά με τη συγκέντρωση (C) ή τάση (e) των υδρατμών και την αντίσταση διάχυσης (r):

$$T = \frac{C_{leaf} - C_{air}}{r_{leaf} + r_{air}} \quad \text{ή} \quad T = \frac{e_{leaf} - e_{air}}{r_{leaf} + r_{air}}$$

όπου T είναι η διαπνοή σε $\text{g cm}^{-2} \text{s}^{-1}$, C_{leaf} και C_{air} η συγκέντρωση των υδρατμών σε g m^{-3} στα φύλλα και το περιοριστικό διαπνευστικό στρώμα αντίστοιχα, e_{leaf} και e_{air} η τάση των υδρατμών στα φύλλα και το περιοριστικό διαπνευστικό στρώμα αντίστοιχα σε mbars ή KPa, ενώ r_{leaf} η αντίσταση στη διάχυση του νερού στα φύλλα και r_{air} η αντίσταση του περιοριστικού διαπνευστικού στρώματος της ατμόσφαιρας σε scm^{-1} .

Στοματική Αγωγιμότητα

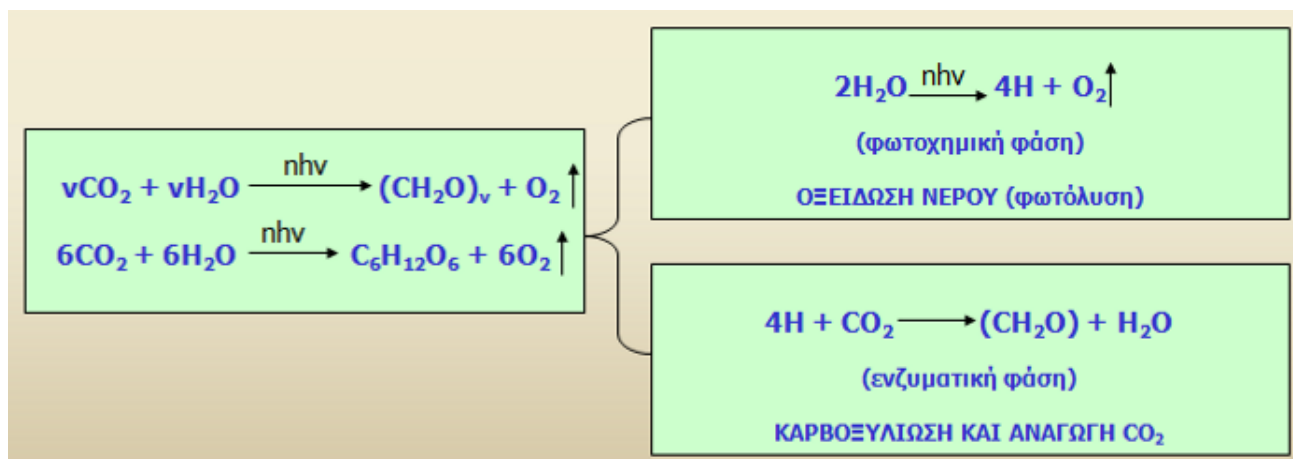
Η ταχύτητα διάχυσης των υδρατμών εκφραζόμενη ως αγωγιμότητα υδρατμών (g_w) διέπεται από το νόμο της διάχυσης του Ficks. Στην πιο απλή της μορφή εκφράζεται ως η αναλογία μεταξύ του ρυθμού διαπνοής (E) (σε $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) και της διαφοράς των υδρατμών μεταξύ των μεσοκυττάρων χώρων του φύλλου και της ατμόσφαιρας (ΔW) (σε mol mol^{-1}):

$$g_w = \frac{E}{\Delta W} \quad (\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1})$$

Συνήθως, για την έκφραση της αγωγιμότητας χρησιμοποιούνται οι μονάδες $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ αντί των μονάδων cm s^{-1} , επειδή τα mol είναι ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία και την πίεση. Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται η αγωγιμότητα αντί του αντιστρόφου της $1/g_w$ που είναι η αντίσταση, επειδή η πρώτη είναι ανάλογη της ροής και εκφράζει το ρυθμιστικό έλεγχο που ασκούν τα στόματα στο ρυθμό διαπνοής. Η στοματική αγωγιμότητα μετρείται συνήθως με πορόμετρο.

Φωτοσύνθεση - Ρυθμός φωτοσύνθεσης

Η φωτοσύνθεση αποτελεί συνδυασμό βιοφυσικών και βιοχημικών διαδικασιών που καθορίζονται και κατευθύνονται από την ηλιακή ακτινοβολία της φασματικής περιοχής 400-700 nm, η οποία προσλαμβάνεται από τους χλωροπλάστες. Η φωτοσύνθεση περιλαμβάνει φωτοχημικές διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα παρουσία φωτός, ενζυματικές διαδικασίες που δεν απαιτούν φως (σκοτεινές αντιδράσεις) και διαδικασίες διάχυσης που έχουν ως αποτέλεσμα την ανταλλαγή CO₂ και O₂ μεταξύ χλωροπλαστών και ατμοσφαιρικού αέρα (Εικόνα 2.3). Η πρώτη φάση γίνεται παρουσία φωτός (φωτοχημική) κατά την οποία οξειδώνεται (φωτολύεται) το νερό με απελευθέρωση υδρογόνου και οξυγόνου, το οποίο και εκλύεται. Με τον τρόπο αυτό εμπλουτίζονται τα φυσικά συστήματα με οξυγόνο. Το υδρογόνο κατόπιν εισέρχεται στη δεύτερη φάση (ενζυματική), κατά την οποία δεν απαιτείται φως, όπου και ενώνεται με το CO₂ (καρβοξυλίωση) και το αναγάγει σε υδατάνθρακες.



Εικόνα 2.3 Φωτοσύνθεση και φάσεις αυτής (nhv: ηλιακή ακτινοβολία).

Πρωταρχικής σημασίας για την έναρξη της φωτοσύνθεσης είναι η απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας από τους χλωροπλάστες. Ο βαθμός με τον οποίο η ακτινοβολία χρησιμοποιείται από τα φυτά εξαρτάται από τη συγκέντρωση των φωτοσυνθετικά ενεργών χρωστικών. Η φωτοχημική διαδικασία ξεκινά όταν οι χλωροπλάστες προσλαμβάνουν τη φωτοσυνθετικά αξιοποιήσιμη ακτινοβολία. Η ενέργεια και η αναγωγική δύναμη που παρέχεται από τις αρχικές αντιδράσεις χρησιμοποιείται για την αναγωγή του CO₂ και τη σύνθεση υδατανθράκων υψηλής ενεργειακής αξίας. Ο ρυθμός καρβοξυλίωσης ή διαφορετικά η ταχύτητα με την οποία το προσλαμβανόμενο CO₂ αφομοιώνεται εξαρτάται κυρίως από την παροχή του CO₂, τη συγκέντρωση του αποδέκτη και τη δραστηριότητα του ενζύμου ριβουλόζη (RuBisCo, RuBP), η οποία εξαρτάται από τη θερμοκρασία, το Ψ του κυττάρου, τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων και το στάδιο ανάπτυξης, και δραστηριότητας του φυτού.

Αναλόγως του φωτοσυνθετικού μονοπατιού που ακολουθούν και κυρίως της αναγωγής του CO₂, τα φυτά των μεσογειακών λιβαδιών διακρίνονται σε αυτά που ακολουθούν το φωτοσυνθετικό κύκλο:

(α) Calvin – Benson – Bassham

Η αναγωγή οδηγεί στη δημιουργία ενός μορίου υδατάνθρακα με 6 άτομα άνθρακα, το οποίο διασπάται σε 2 μόρια τρι-φωσφο-γλυκερικού οξέος με 3 άτομα άνθρακα (C) το καθένα. Για το λόγο αυτό, τα φυτά που ακολουθούν το φωτοσυνθετικό μονοπάτι των Calvin – Benson – Bassham ονομάζονται C3 φυτά. Τέτοια είναι τα περισσότερα φυτά των ελληνικών λιβαδιών, ψυχρόβια αγρωστώδη, ψυχανθή, πλατύφυλλες πόες, ξυλώδη φυτά και δένδρα.

(β) Hatch – Slack – Kortschak

Η αναγωγή γίνεται σε δύο φάσεις. Στην πρώτη δημιουργείται οξαλο-ακετικό οξύ που έχει 4 άτομα άνθρακα (C) και στη δεύτερη ακολουθεί η πορεία του φωτοσυνθετικού μονοπατιού των C3 φυτών. Τα φυτά που ακολουθούν το φωτοσυνθετικό μονοπάτι των Hatch – Slack – Kortschak ονομάζονται C4 φυτά. Τέτοια για τη χώρα μας είναι θερμόβια αγρωστώδη, όπως τα *Cynodon dactylon*, *Dichanthium ischaetum*, *Chrysopogon gryllus*, *Hypparhenia hirta*, *Andropogon distachyos* (Παπαναστάσης & Καραγιαννακίδου-Παπαδημητρίου, 1983) αλλά και καλλιεργούμενα εαρινά φυτά (όπως σόργο, καλαμπόκι, βαμβάκι).

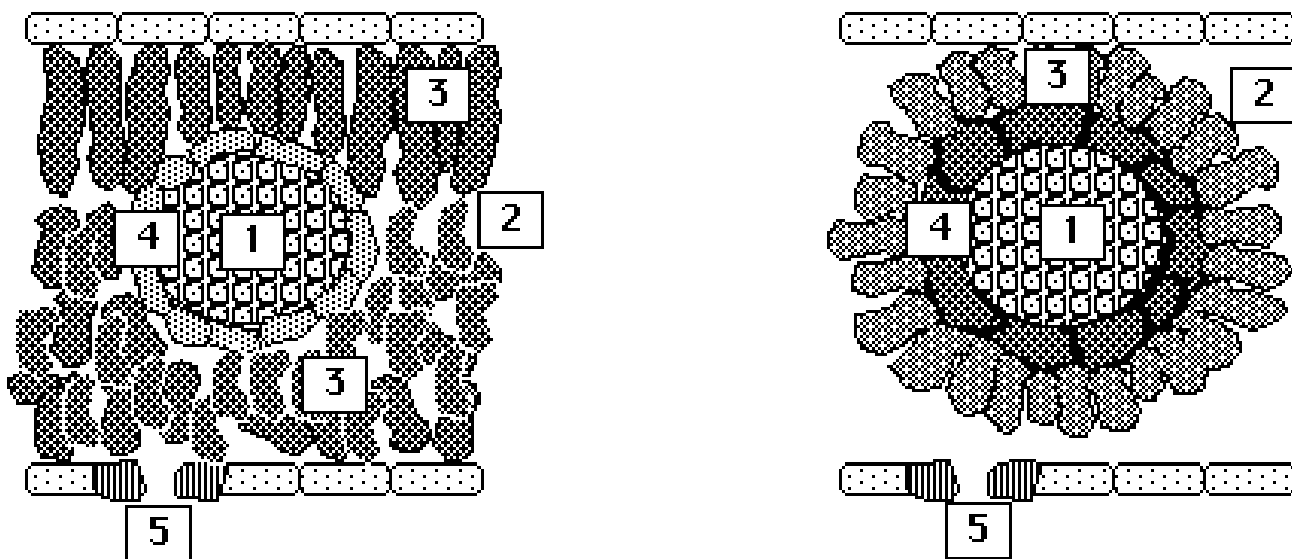
(γ) **CAMφωτοσύνθεση** (από το Crassulacean Acid Metabolism)

Στην περίπτωση των CAM φυτών το CO₂ ανάγεται τη νύχτα (στόματα ανοιχτά) σε μαλικό οξύ, το οποίο στη συνέχεια διασπάται την ημέρα (στόματα κλειστά) σε πυρουβικό οξύ και CO₂. Το τελευταίο ακολουθεί την πορεία του φωτοσυνθετικού μονοπατιού των C3 φυτών. Τα CAM φυτά είναι παχύφυτα κακτοειδή, Liliaceae, Crassulaceae κ.ά., με πολύ καλή προσαρμογή στην ξηρασία.

Η φωτοσυνθετική και οικοφυσιολογική συμπεριφορά των C3 και C4 φυτών είναι θεμελιώδους σημασίας για την παραγωγικότητα των λιβαδικών οικοσυστημάτων. Οι δύο αυτές ομάδες φυτών παρουσιάζουν διαφορές όσον αφορά στην:

(α) **Αναπνοή**. Από ενεργειακής άποψης η αναπνοή προσθέτει λειτουργικό κόστος στα φυτά καθόσον μέσω αυτής γίνεται διάσπαση των υδατανθράκων που παράγονται στη φωτοσύνθεση και απελευθερώνεται η απαραίτητη για τις μεταβολικές διεργασίες ενέργεια. Η αναπνοή συμβαίνει συνήθως με το άνοιγμα των στομάτων τη νύχτα. Όμως πολύ κοινό φαινόμενο στα C3 φυτά είναι το φαινόμενο της φωτοαναπνοής που συμβαίνει όταν στη διάρκεια της ημέρας το φυτό αντί να προσλαμβάνει CO₂ (δηλ. να φωτοσυνθέσει), προσλαμβάνει O₂ (δηλ. αναπνέει). Αυτό συμβαίνει όταν η διαφορά συγκέντρωσης του CO₂ μεταξύ της ατμόσφαιρας και των στομάτων είναι μικρότερη από αυτή του O₂.

(β) **Ανατομία του φύλλου**. Τα C4 φυτά παρουσιάζουν μία χαρακτηριστική ανατομική διαφοροποίηση που ονομάζεται σύνδρομο Kranz. Συγκεκριμένα, η στεφάνη γύρω από τον αγωγό ιστό των φύλλων έχει πυκνή διζωνική δομή, σε αντίθεση με τα κύτταρα του μεσόφυλλου που έχουν χαλαρή διάταξη (Εικόνα 2.4).



Εικόνα 2.4 Ανατομία φύλλου C3 (αριστερά) και C4 (δεξιά) φυτών (1: αγωγός ιστός, 2: μεσοκυττάριοι χώροι, 3: κύτταρα μεσόφυλλου, 4: στεφάνη, 5: στόμα) (Πηγή: http://www.bio.miami.edu/tom/courses/bil255/bil255goods/17_photo.html)

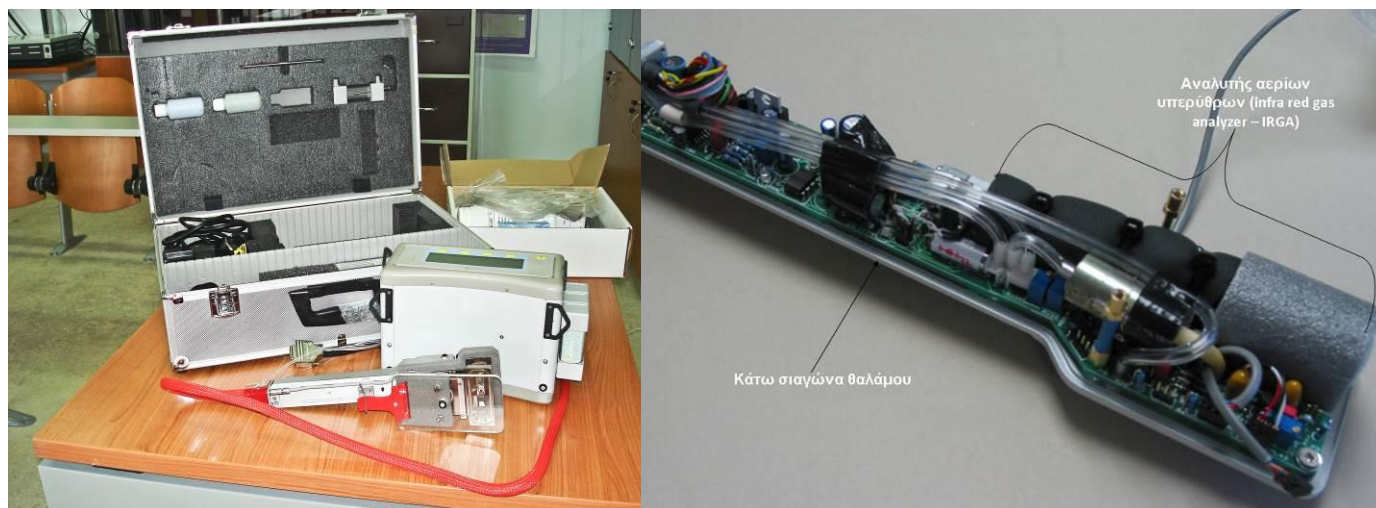
(γ) **Παραγωγικότητα**. Τα C4 φυτά επιτυγχάνουν υψηλότερες τιμές παραγωγικότητας έναντι των C3 λόγω αποτελεσματικότερης αναγωγής του CO₂, έλλειψης φωτοαναπνοής, υψηλότερες στοματικές αντιστάσεις (άρα χαμηλότερες διαπνευστικές απώλειες) και παρουσίας του φαινομένου Kranz. Η διαφοροποίηση αυτή και το μέγιστο της παραγωγικότητας στα C4 φυτά εμφανίζεται όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες είναι ευνοϊκές. Έτσι το θερμοκρασιακό άριστο στα C4 φυτά είναι υψηλότερο (33 °C) έναντι των C3 (25 °C) και ελέγχεται από την ένταση της ακτινοβολίας.

Η οικοφυσιολογική διαφοροποίηση των C3 και C4 φυτών είναι πολύ σημαντική καθόσον ερμηνεύει σε σημαντικό βαθμό τη χωρική και χρονική τους διαφοροποίηση. Έτσι τα C4 επικρατούν σε περιοχές με κυριαρχία ξηροθερμικών κλιμάτων, ερημικών, υποτροπικών κ.λπ., ενώ σπανίζουν σε δασικά περιβάλλοντα των εύκρατων κλιμάτων και σε λιβάδια μεγάλων υψομέτρων με χαμηλές θερμοκρασίες αέρα. Επιπλέον οι δύο ομάδες φυτών εμφανίζουν χρονική συμπληρωματικότητα όταν συνυπάρχουν. Έτσι, στη διάρκεια της αυξητικής περιόδου τα C3 φυτά έχουν μία πρόωμη συμπεριφορά έναντι των C4 που εμφανίζονται όψιμα.

Κατά τη μέτρηση της φωτοσύνθεσης θεωρείται χρήσιμο να μετρείται ταυτόχρονα η διαπνοή, καθόσον οι δύο αυτές παράμετροι είναι αλληλεξαρτώμενες. Η μετακίνηση του CO₂ προς το εσωτερικό και του H₂O προς το εξωτερικό των φύλλων επιτυγχάνεται με τη χρήση του ίδιου μονοπατιού διάχυσης. Οι στοματι-

κές αντιδράσεις που μειώνουν την απώλεια του νερού μειώνουν επίσης και τη φωτοσύνθεση, και οι αντιδράσεις που αυξάνουν τη φωτοσύνθεση αυξάνουν επίσης και τη διαπνοή. Ο περιορισμός της διάχυσης του CO_2 θα πρέπει να θεωρηθεί ως το προϊόν συμβιβασμού μεταξύ των αντιδράσεων που αυξάνουν τη φωτοσύνθεση και τείνουν να μειώσουν τη διαπνοή. Η αγωγιμότητα παίζει, λοιπόν, πολύ σημαντικό ρόλο στον έλεγχο του ρυθμού φωτοσύνθεσης καθώς καθορίζει τη διαθεσιμότητα του CO_2 .

Οι συσκευές με τις οποίες μετριέται ο ρυθμός φωτοσύνθεσης είναι γνωστές ως συστήματα ανταλλαγής αερίων, καθώς πέρα από τη φωτοσύνθεση μετρούνται και άλλες παράμετροι. Η φωτοσύνθεση δεν αποτελεί άμεσα μετρούμενη παράμετρο αλλά υπολογίζεται από τη μέτρηση της συγκέντρωσης του CO_2 , τη ροή του αέρα, και άλλες παραμέτρους ανάλογα με το σκοπό των μετρήσεων. Σήμερα για τη μέτρηση της φωτοσύνθεσης και άλλων φυσιολογικών παραμέτρων (διαπνοή, στοματική αγωγιμότητα και συγκέντρωση CO_2 στους μεσοκυττάριους χώρους) χρησιμοποιούνται υπέρυθροι αναλυτές αερίων (IRGA) (Εικόνα 2.5), καθώς το CO_2 απορροφάται ισχυρά στο υπέρυθρο τμήμα του φάσματος (κυρίως στα $4,26 \mu\text{m}$), οι οποίοι είναι φορητοί και έχουν μεγάλη ενεργειακή αυτονομία.



Εικόνα 2.5 Το σύστημα μέτρησης ρυθμού φωτοσύνθεσης LCpro+ (αριστερά) και ο υπέρυθρος αναλυτής αερίων (IRGA) του συστήματος (δεξιά).

Αποτελεσματικότητα χρήσης νερού

Για την ορθολογική διαχείριση ενός λιβαδικού οικοσυστήματος, στο οποίο ο κύριος σκοπός έγκειται στη μεγιστοποίηση της παραγωγής, είναι πολύ σημαντική η γνώση της σχέσης μεταξύ της κατανάλωσης νερού και της παραγωγής. Ως γνωστό, οι ατμοί του νερού και του CO_2 μοιράζονται το ίδιο μονοπάτι διάχυσης, με το διαφορικό διάχυσης, το υπεύθυνο για την απώλεια του νερού, να είναι πολύ μεγαλύτερο (περίπου 50 φορές) από το αντίστοιχο που προκαλεί την πρόσληψη του CO_2 . Μία αύξηση, λοιπόν, της στοματικής αγωγιμότητας, η οποία ευνοεί τη διάχυση του CO_2 αναπόφευκτα οδηγεί σε μεγάλη αύξηση της διαπνοής. Ένα μέτρο ανάλυσης των περιβαλλοντικών παραγόντων, και των δομικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών των φυτών πάνω στην αριστοποίηση της σχέσης παραγωγής ξηράς ουσίας και κατανάλωσης νερού, αποτελεί η *αποτελεσματικότητα χρήσης νερού* (Water Use Efficiency - WUE), η οποία ορίζεται ως ο λόγος της αφομοίωσης του CO_2 μέσω της φωτοσυνθετικής βιοχημικής διεργασίας (A) προς την απώλεια νερού, λόγω διαπνοής μέσω των στομάτων (E) εκφραζόμενο σε $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$. Τόσο η αφομοίωση (A) όσο και η διαπνοή (E) ρυθμίζονται από τη στοματική αγωγιμότητα (g_s) στο H_2O και το CO_2 και την αντίστοιχη διαφορά συγκέντρωσης των υδρατμών ($W_i - W_a$) και του CO_2 ($C_i - C_a$) μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού του φύλλου. Σε επίπεδο φύλλου το WUE αποτελεί το λόγο του στιγμιαίου ρυθμού καθαρής αφομοίωσης CO_2 (A) προς τη διαπνοή E (A/E). Επειδή η τιμή του WUE εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες και ιδιαίτερα από το VPD, πολύ συχνά στις οικοφυσιολογικές μελέτες χρησιμοποιείται και το *ενδογενές WUE* (WUE_i), οριζόμενο ως ο λόγος της αφομοίωσης του CO_2 μέσω της φωτοσύνθεσης (A) προς τη στοματική αγωγιμότητα (g_s), ο οποίος παραμένει σχεδόν σταθερός για ένα μεγάλο εύρος συνθηκών, γεγονός μεγάλης οικολογικής σημασίας ιδίως στις περιπτώσεις σύγκρισης WUE κάτω από διαφορετικό VPD.

2.4 Σημαντικά λιβαδικά φυτά

2.4.1 Αγρωστώδη – Graminae (= Poaceae)²

Η οικογένεια αυτή είναι η σημαντικότερη από λιβαδοπονική άποψη εξαιτίας των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν οι ταξινομικοί της εκπρόσωποι. Παράλληλα, αποτελούν σημαντικά οικονομικά φυτά για τον άνθρωπο, καθώς καλλιεργούνται για την κάλυψη βασικών διατροφικών αναγκών (όπως σιτάρι, καλαμπόκι, κριθάρι, ρύζι, σόργο).

Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Τα αγρωστώδη είναι ετήσια ή πολυετή ποώδη φυτά³. Αναγνωρίζονται σχετικά εύκολα λόγω της χαρακτηριστικής κατασκευής των ριζών, των βλαστών, των φύλλων και των ανθέων τους.

Το ριζικό τους σύστημα είναι θυσσανωτό (και φτάνει ως τα 20 – 30 εκ βάθος). Το μικρό αυτό βάθος του ριζικού συστήματος μπορεί να μην παρέχει ιδιαίτερη στήριξη στα αγρωστώδη, τα καθιστά όμως ικανά να εκμεταλλευτούν το ευκαιριακό νερό του επιφανειακού εδάφους, ιδιαίτερα κατά τους θερινούς και ξηρούς μήνες.

Ο βλαστός τους λέγεται καλάμι. Είναι κυκλικής διατομής, κούφιος και κατά διαστήματα φέρει συμπαγείς κόμπους που ονομάζονται γόνατα. Χαρακτηριστικό της καθ' ύψους αύξησης των αγρωστωδών είναι η ύπαρξη μεριστωμάτων εκατέρωθεν των γονάτων (μεσογονάτιος τύπος αύξησης). Πολλές φορές από το ριζικό κέντρο φύονται διακλαδώσεις βλαστών, πλάγια δηλαδή καλάμια που είναι γνωστά ως αδελφώματα. Οι βλαστοί είναι συνήθως όρθιοι (ευθυτενείς ή γονατιστοί στη βάση), μπορεί όμως να είναι και κατακείμενοι (τοποθετημένοι οριζόντια ως προς την επιφάνεια του εδάφους). Ο κατακείμενος και επίγειος βλαστός ονομάζεται στόλωνα, ενώ ο κατακείμενος και υπόγειος ρίζωμα. Όταν τα γόνατα των κατακείμενων βλαστών συναντήσουν το έδαφος μπορούν να παράγουν ρίζες και νέους βλαστούς, βοηθώντας έτσι α) στην εξάπλωση του φυτού (αγενής πολλαπλασιασμός), β) στην αντοχή, στη βόσκηση και την κοπή, ενώ γ) συγκρατούν το επιφανειακό έδαφος.

Τα φύλλα αποτελούνται από τον κολεό που αρχίζει από το γόνατο και περικλείει το καλάμι και από το έλασμα που είναι στενόμακρο, επίπεδο ή τυλιγμένο. Είναι τοποθετημένα δίσειρα και εναλλακτικά. Στα σημεία ραφής του ελάσματος και του κολεού υπάρχουν χαρακτηριστικές μορφολογικές δομές (αυτιά, γλωσσίδιο) που είναι χρήσιμες σε ταξινομικούς κυρίως σκοπούς.

Τα άνθη των αγρωστωδών, είναι αφανή, τοποθετημένα ανάμεσα σε χαρακτηριστικά ζεύγη βρακτίων (λέπυρα) και ονομάζονται σταχύδια. Στα περισσότερα αγρωστώδη υπάρχει μία μακριά, τριχοειδής, και συνήθως σκληρή έκφυση (προέκταση βρακτίου) που ονομάζεται αθέρας ή άγανο. Ο ρόλος του αθέρα είναι κυρίως προστατευτικός.

Τα σταχύδια σχηματίζουν ταξιανθίες. Υπάρχουν τρεις βασικές μορφές ταξιανθίας στα αγρωστώδη:

- **Στάχυς.** Τα σταχύδια φύονται απόδισκα άνω στον κεντρικό άξονα της ταξιανθίας ο οποίος δεν διακλαδίζεται.
- **Φόβη.** Τα σταχύδια φύονται με ποδίσκο πάνω στον κεντρικό άξονα της ταξιανθίας ο οποίος διακλαδίζεται.
- **Σταχυόμορφη φόβη.** Τα σταχύδια φύονται με ποδίσκο πάνω στον κεντρικό άξονα της ταξιανθίας, ο οποίος διακλαδίζεται, όπως και στη φόβη. Όμως οι διακλαδώσεις και οι ποδίσκοι είναι πολύ μικροί με αποτέλεσμα να δίνεται οπτικά η εντύπωση πως πρόκειται για στάχυ.

Ο καρπός των αγρωστωδών λέγεται καρύοψη.

Πλεονεκτήματα αγρωστωδών

1. Ο μεγάλος αριθμός των ειδών (περισσότερα από 8000) που ανήκουν σε αυτή την οικογένεια και μπορούν να παράγουν μεγάλες ποσότητες βοσκήσιμης ύλης.

²Για τη συγγραφή του κεφαλαίου αυτού χρησιμοποιήθηκαν πληροφορίες σχετικές με την περιγραφή των ειδών από τους Παπαναστάση & Καραγιαννακίδου-Παπαδημητρίου (1983), Watson κ.ά (1988) και Κούκουρα (2003).

³Εξαιρέση αποτελεί το γνωστό μπαμπού το οποίο σε τροπικά κλίματα μπορεί να λάβει τη μορφή δένδρου.

2. Έχουν μεγάλη ανθεκτικότητα στη βόσκηση. Μπορούν να αναβλαστάνουν έντονα μετά από βόσκηση και να αναπληρώνουν έτσι την ποσότητα της βοσκήσιμης ύλης που απομακρύνθηκε με τη βόσκηση. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το αναβλαστικό τους κέντρο (ριζικός κόμβος) βρίσκεται κοντά στο έδαφος.
3. Πολλά είδη τους είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστικά, έτσι κυριαρχούν σε μεγάλες εκτάσεις.
4. Έχουν μεγάλη προσαρμοστικότητα σε διάφορες κλιματεδαφικές συνθήκες. Υπάρχουν σε όλες σχεδόν τις περιοχές του κόσμου.
5. Προστατεύουν το έδαφος από τη διάβρωση λόγω του πυκνού θυσανωτού τους ριζικού συστήματος.

Μειονεκτήματα αγρωστωδών

1. Έχουν μειωμένη περιεκτικότητα σε Ca και P και σε βιταμίνες A και D. Δεν αποτελούν πλήρεις σιτηρέσιο.
2. Δεν βελτιώνουν τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους λόγω του θυσανωτού τους ριζικού συστήματος το οποίο δεν αναπτύσσεται σε μεγάλο βάθος.

2.4.2 Ψυχανθή – Leguminosae (=Papilionaceae, Fabaceae)⁴

Η οικογένεια των ψυχανθών (Leguminosae)⁵ υπάγεται στην τάξη Fabales (Πίνακας 2.1), που περιλαμβάνει 12.000 ξυλώδη ή ποώδη φυτά, με φύλλα συνήθως κατ' εναλλαγή, σύνθετα, πτερωτά ή τριμερή, με παράφυλλα (Αθανασιάδης, 1985). Χαρακτηριστικά μορφολογικά γνωρίσματα των εκπροσώπων της τάξης είναι τα ζυγόμορφα (σπάνια ακτινόμορφα), ψυχειδή άνθη, και η επιφυής, μονόχωρη ωοθήκη, αποτελούμενη από ένα καρπόφυλλο με καμπυλότροπες σπερμοβλάστες που κατά την ωρίμανση μετατρέπεται σε πολύσπερμο χέδρωπα. Αυτός διαρρηγνύεται κατά μήκος της κοιλιακής και ραχιαίας ραφής ή παραμένει αδιάρρηκτος (π.χ. ξυλοκερατιά, αραχίδα). Στις ρίζες πολυάριθμων φυτών της τάξεως απαντώνται φυμάτια. Στα κύτταρα των φυματίων αυτών συμβιούν βακτήρια (π.χ. εκπρόσωποι του γένους *Rhizobium*), ικανά να δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο και να εμπλουτίζουν έτσι το έδαφος με αζωτούχες ουσίες.

ΑΘΡΟΙΣΜΑ	Spermatophyta
ΥΠΟΑΘΡΟΙΣΜΑ	Magnoliophytina=Angiospermae
ΚΛΑΣΗ	Magnoliatae ή Dicotyledoneae
ΥΠΟΚΛΑΣΗ	Rosidae (Rosiflorae – Ροδανθή)
ΤΑΞΗ	Fabales
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	Leguminosae (Ψυχανθή)

Πίνακας 2.1 Συστηματική κατάταξη ψυχανθών.

Μορφολογικά χαρακτηριστικά της οικογένειας Leguminosae

Το ριζικό σύστημα των ψυχανθών, σε αντίθεση με αυτό των αγρωστωδών είναι πασσαλώδες και διεισδύει σε μεγαλύτερο βάθος έναντι αυτών (πάνω από 20 εκ.) χαρίζοντας στα φυτά μεγαλύτερη στηρικτική ικανότητα.

Τα φύλλα των ψυχανθών είναι εναλλασσόμενα. Εκτός απ' το πρώτο και μερικές φορές το δεύτερο και το τρίτο, τα φύλλα είναι σύνθετα, αποτελούμενα συνήθως από τρία φυλλάρια. Τα περιθώρια των φύλλων μπορεί να είναι ολόκληρα ή ευδιάκριτα οδοντωτά. Το τελευταίο φυλλάριο ή το τελευταίο ζεύγος φυλλαρίων των πτερωτών φύλλων αντικαθίστανται, σε μερικά γένη, με έλικες (όπως *Pisum*, *Vicia*).

Τα άνθη είναι ισχυρά μονοσυμμετρικά (ζυγόμορφα), ψυχόμορφα και αποτελούνται από πενταμερή συνήθως συσέπαλο κάλυκα, από πενταμερή χωριστοπέταλο στεφάνη και 10 στήμονες που συνήθως όλοι ή οι εννιά είναι σχεδόν πάντα ενωμένοι, με τα νήματα να σχηματίζουν έναν επιμήκη σωλήνα που περιβάλλει την ωοθήκη. Σπάνια είναι όλοι ελεύθεροι. Τα πέταλα είναι ανομοιόμορφα. Το πάνω πέταλο είναι μεγαλύτερο, λέγεται πέτασος και περιβάλλει τα δύο πλευρικά που είναι μικρότερα και λέγονται πτέρυγες. Αυτές περιβάλλουν τα δύο κατώτερα πέταλα που ενώνονται λίγο ή πολύ μεταξύ τους και σχηματίζουν τη λεγόμενη τρόπιδα.

⁴ Για τη συγγραφή του κεφαλαίου αυτού χρησιμοποιήθηκαν πληροφορίες σχετικές με την περιγραφή των ειδών από τους Παπαναστάση (2002), και Κούκουρα (2003).

⁵ Άλλες αξιόλογες οικογένειες της τάξης αναφέρονται οι Mimosaceae, Caesalpiniaceae κ.λπ.

Η τρόπιδα περιβάλλει τους στήμονες. Η χαρακτηριστική αυτή δομή του άνθους των ψυχανθών διευκολύνει την απελευθέρωση της γύρης με την εκτίναξη του ελεύθερου στήμονα από τα άκρα των εντόμων. Η ωοθήκη είναι επιφυής, σχηματίζεται μόνο από ένα καρπόφυλλο, με πολυάριθμες σπερμοβλάστες στην κοιλιακή ραφή.

Σχηματίζουν ταξιανθίες βότρες.

Οι καρποί είναι χέδρωπες, διαρρηκτοί ή αδιάρρηκτοι διάφορης μορφής και κατασκευής, ενώ τα σπέρματα είναι νεφρόμορφα.

Η οικογένεια περιλαμβάνει 500 περίπου γένη και χιλιάδες είδη, πολλά εκ των οποίων είναι καλλιεργούμενα και αποτελούν σημαντικό μέρος της διατροφής του ανθρώπου (φασόλια, φακές κ.ά.), ενώ η λιβαδοπονική τους αξία είναι τεράστια, καθώς αποτελούν τη σημαντικότερη πηγή πρωτεϊνών για τα ζώα. Οι εκπρόσωποι της είναι ξυλώδη (δενδρώδη ή θαμνώδη) και ποώδη φυτά με παγκόσμια γεωγραφική εξάπλωση (στις τροπικές χώρες υπερέχουν τα ξυλώδη φυτά, ενώ στις εύκρατες τα ποώδη).

Διακρίνονται 6 υποοικογένειες (Αθανασιάδης 1985): α) Genistee – στήμονες συμφυείς, φύλλα απλά ή σύνθετα (πτερωτά ή τριμερή), β) Astragaleae – στήμονες 9 συμφυείς και ένας ελεύθερος, φύλλα σύνθετα πτερωτά, γ) Trifolieae – όπως η Astragalae αλλά με φύλλα σύνθετα τριμερή, φυλλάρια οδοντωτά, με ένα πλάγιο νεύρο για κάθε οδόντωση, και με χαρακτηριστικούς εκπρόσωπους τα γένη *Trifolium*, *Medicago*, *Melilotus*, δ) Loteae – όπως η Astragalae αλλά με φύλλα τριμερή ή κατά ένα μέρος πτερωτά, φυλλάρια λειόχειλα, και με χαρακτηριστικούς εκπρόσωπους τα γένη *Lotus*, και *Anthyllis*, ε) Viceae – συνήθως ποώδη φυτά περιελισσόμενα ή αναρριχώμενα με φύλλα κατά ζεύγη πτερωτά, με ακραίους έλικες για περιέλιξη ή αναρρίχηση, και με σημαντικότερους εκπρόσωπους τα γένη *Vicia* και *Lathyrus* και στ) Hedysareae ή Coronillea – θαμνώδη ή ποώδη φυτά με φύλλα πτερωτά, καρπούς χέδρωπες με συσφίξεις μεταξύ των σπερμάτων.

Τα ψυχανθή απαντούν σε όλες τις οικολογικές ζώνες της Ελλάδος, από τη θάλασσα μέχρι και τις κορυφές των ορέων. Μπορεί να είναι ποώδη ή ξυλώδη, μονοετή ή πολυετή. Τα ποώδη ψυχανθή αποτελούν βασικό συστατικό των ποολίβαδων, στα οποία η συμμετοχή τους κυμαίνεται γύρω στο 10% του συνολικού αριθμού των ειδών. Μεταξύ των ποωδών ειδών, τα ετήσια ψυχανθή αποτελούν συστατικά των αρχικών σταδίων της διαδοχής στα λιβάδια και συχνά είναι από τα πρώτα είδη που αποικίζουν μια γυμνή ή καμένη από δασική πυρκαγιά επιφάνεια. Κι αυτό γιατί είναι φωτόφιλα και δεν αντέχουν στον ανταγωνισμό. Επίσης, τα ψυχανθή δεν αντέχουν στη βόσκηση. Ξυλώδη ψυχανθή απαντούν και στα ποολίβαδα, ιδιαίτερα όμως στα θαμνολίβαδα. Από τα ψυχανθή αυτά, τα περισσότερα είναι θάμνοι, ενώ τα δένδρα είναι ελάχιστα.

Πλεονεκτήματα Ψυχανθών (Κούκουρα, 2003)

1. Περιέχουν υψηλό ποσοστό πρωτεϊνών και Ca και ικανοποιητικό ποσοστό P.
2. Είναι οι καλύτερη πηγή σε βιταμίνες A και D οι οποίες είναι απαραίτητες στα αγροτικά ζώα.
3. Αυξάνουν την παραγωγικότητα του εδάφους καθώς το εμπλουτίζουν με N από την ατμόσφαιρα το οποίο δεσμεύουν τα αζωτοβακτήρια που συμβιών στις ρίζες τους.
4. Βελτιώνουν τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους με το πασσαλώδες ριζικό σύστημα τους.

Μειονεκτήματα Ψυχανθών (Κούκουρα, 2003)

1. Δεν έχουν μεγάλη ανθεκτικότητα στη βόσκηση. Δεν μπορούν να αναβλαστάνουν έντονα μετά από βόσκηση και να αναπληρώνουν έτσι την ποσότητα της βοσκήσιμης ύλης που απομακρύνθηκε με τη βόσκηση. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το αναβλαστικό τους κέντρο (ριζικός κόμβος) βρίσκεται μερικά εκατοστά πάνω από το έδαφος.
2. Υπάρχουν στην οικογένεια ορισμένα δηλητηριώδη είδη για τα ζώα
3. Δεν προστατεύουν τόσο αποτελεσματικά το έδαφος από τη διάβρωση.

2.4.3 Άλλες πλατύφυλλες πόες

Πέραν των σημαντικών βοτανικών οικογενειών που αναφέρθηκαν μέχρι τώρα (Graminae, Leguminosae), τα λιβάδια γενικά αποτελούνται από πλήθος άλλες βοτανικές οικογένειες. Κάποιες από αυτές περιλαμβάνουν σημαντικά οικονομικώς επιθυμητά φυτά, κάποιες μετρίως, κάποιες ανεπιθύμητα. Ανεξάρτητα πάντως της οικονομικής σημασίας των φυτών, η οικολογική τους αξία είναι αδιαμφισβήτητη, τόσο σε έννοιες βιοποικιλότητας, όσο και παραγωγικότητας των λιβαδικών οικοσυστημάτων. Γενικότερα οι εκπρόσωποι των οικογε-

νειών Compositae, Cruciferae, Geraniaceae, Rosaceae, Labiatae κ.ά. που έχουν υψηλή εμφάνιση στη χλωρίδα των ελληνικών λιβαδιών συστήνουν την ομάδα των άλλων πλατύφυλλων ποών.

2.4.4 Κτηνοτροφικοί θάμνοι και δένδρα

Ρόλος και προβλήματα

Ο ρόλος των δένδρων και των θάμνων στα δασικά οικοσυστήματα είναι σημαντικός και πολυποίκιλος. Μεταξύ των σημαντικών ωφελειών που προσφέρουν αναφέρονται η παραγωγή ξύλου για εμπορικούς και άλλους σκοπούς, η παραγωγή καρπών, ρητινών, καθώς και η ικανοποίηση αναψυχικών αναγκών (θηράματα, βελτίωση τοπίου κ.λπ.), ενώ παράλληλα προσφέρουν σταθερότητα των εδαφών, ρυθμίζουν την υδρολογική λειτουργία των λεκανών απορροής, προάγουν τη βιοποικιλότητα και γενικά συμβάλλουν στην ισορροπία των δασικών οικοσυστημάτων.

Ο ρόλος αυτός επαυξάνεται στην περίπτωση που οι θάμνοι και τα δένδρα χρησιμοποιούνται για κτηνοτροφικούς σκοπούς. Ως *κτηνοτροφικοί* ορίζονται οι θάμνοι και τα δένδρα που είναι εγκαταστημένοι είτε με φυσικό τρόπο (σε θαμνολίβαδα, δασολίβαδα, βοσκόμενα δάση) είτε με τεχνητό τρόπο (σε δασολιβαδικά ή σε δασογεωργικά συστήματα, ή σε φυτείες) και προορίζονται κυρίως για κτηνοτροφική χρήση.

Οι κτηνοτροφικοί θάμνοι και τα δένδρα (ΚΘΔ) παίζουν σημαντικό και ζωτικό ρόλο στην αναβάθμιση και βελτίωση των κτηνοτροφικών πόρων και των παραγωγικών συστημάτων της Μεσογείου (Papanastasis, 1993). Υπολογίζεται ότι η έκτασή τους στις περιοχές της Μεσογείου είναι πάνω από 7 εκατομμύρια ha (Le Houérou, 1993). Οι ΚΘΔ μπορούν και αυξάνουν σε ξηρά και οριακά εδάφη, και παρέχουν άφθονη βοσκήσιμη ύλη (Πίνακας 2.2), πλούσια σε πρωτεΐνες (Πίνακας 2.3) στη διάρκεια της ξηροθερμικής περιόδου, όταν τα ποώδη φυτά είναι αδρανή (σε λήθαργο). Με τον τρόπο αυτό οι ΚΘΔ μπορούν και καλύπτουν το κενό διατροφής των ζώων που εμφανίζεται στις μεσογειακές περιοχές στη διάρκεια της ξηροθερμικής περιόδου (Granda, 1987). Ως αποτέλεσμα, αποφεύγεται τόσο η αγορά συμπληρωματικών τροφών πλούσιων σε πρωτεΐνες, όσο και η δαπανηρή μετακίνηση των ζώων σε θερινά λιβάδια. Επιπρόσθετα, εξασφαλίζουν μακράς διάρκειας σταθερότητα στα Μεσογειακά παραγωγικά συστήματα λόγω της ικανότητάς τους να αντιστέκονται στις περιβαλλοντικές μεταβολές, αναπτύσσοντας χαρακτηριστικές στρατηγικές επιβίωσης που περιλαμβάνουν ποικίλα αναπαραγωγικά πρότυπα, βαθύριξη αύξηση, και αποτελεσματικότητα στη μεταφορά και αποθήκευση των μη δομικών υδατανθράκων (Papanastasis, 1991).

Είδη	Αργά την Άνοιξη	Μέσα Καλοκαιριού	Νωρίς το Φθινόπωρο	Σύνολο
<i>Phillyrea media</i>	849	401	24	1470
<i>Quercus coccifera</i>	1614	569	439	3174
<i>Arbutus adrachne</i>	1468	841	653	1911
<i>A. ardachnoides</i>	1348	785	753	1808
<i>A. unedo</i>	1800	1406	1139	3266
<i>Colutea arborescens</i>	1246	731	597	2285
<i>Robinia pseudoacacia</i>	2594	2618	1935	10.577
<i>Gleditschia triacanthos</i>	1952	2867	1398	5233
<i>Purshia tridentate</i>	364	290	108	1066

Πίνακας 2.2 Παραγωγή ξηράς ουσίας (kg/ha) μερικών ΚΘΔ (Tsiouvaras, 1993).

Ο οικολογικός ρόλος των ΚΘΔ είναι σημαντικός καθώς (Le Houérou, 1993):

Α) Ρυθμίζουν το κλίμα και αυξάνουν τη γονιμότητα και παραγωγικότητα των εδαφών. Οι ΚΘΔ ιδιαίτερα όταν εγκαθίστανται παράλληλα με τις χωροσταθμικές μπορούν να ρυθμίσουν το μικροκλίμα καθώς:

- μειώνουν την ταχύτητα του ανέμου και επομένως την εξατμισοδιαπνοή από τον όροφο των ποωδών φυτών και από το γυμνό έδαφος,
- μειώνουν τα μέγιστα των θερμοκρασιών περίπου κατά 2,5°C στα μεσογειακά κλίματα,
- μειώνουν την κινητική ενέργεια των σταγόνων της βροχής καθώς και αυξάνουν την ανάσχεση της βροχής,
- μειώνουν την ηλιακή ακτινοβολία και τη ροή της ενέργειας κάτω από την κόμη τους,
- βελτιώνουν το υδατικό ισοζύγιο μεταξύ εδάφους-φυτών, λόγω συσσώρευσης οργανικής ουσίας και νιτρικών (από τις απεκκρίσεις των ζώων),

- αυξάνουν τη γονιμότητα και παραγωγικότητα των εδαφών, και
- επιμηκύνουν τη βλαστική περίοδο και τροποποιούν τη σύνθεση της ποώδους βλάστησης.

Είδη	Βλαστικό στάδιο	Στάδιο ανθοφορίας	Στάδιο καρποφορίας
<i>Robinia</i> spp. (υβρίδια)	25,1	27,9	23,5
<i>Colutea arborescens</i>	26,5	30,8	24,1
<i>Gleditschia triacanthos</i> (άκανθος)	24,8	27,2	20,0
<i>Quercus coccifera</i>	16,1	7,1	7,1
<i>Quercus sessiliflora</i>	15,5	10,9	9,5
<i>Arbutus adrachne</i>	11,9	8,0	5,4
<i>Arbutus ardrachnoides</i>	13,3	8,5	6,3
<i>Arbutus unedo</i>	12,8	8,0	6,4
<i>Carpinus orientalis</i>	15,5	11,3	14,6
<i>Fraxinus ornus</i>	15,8	9,8	7,3

Πίνακας 2.3 Περιεχόμενη ακάθαρτη πρωτεΐνη (%) μερικών μεσογειακών ΚΘΔ σε τρία φαινολογικά στάδια (Nastis, 1993).

Β. Ελέγχουν τη διάβρωση και την υδατοσυγκράτηση των εδαφών. Εκτός της μείωσης της κινητικής ενέργειας των σταγόνων της βροχής (που συνήθως αποτελούν γενεσιουργό αιτία της διάβρωσης των εδαφών), οι ΚΘΔ μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον έλεγχο της διάβρωσης τόσο λόγω του νερού όσο και του ανέμου (αιολική διάβρωση). Η σημασία τους είναι ιδιαίτερα μεγάλη στην καταπολέμηση της επιφανειακής διάβρωσης των υποβαθμισμένων εδαφών (κυρίως αυτών που επικρατεί γύψος και αργιλάσβεστος, καθώς και σχιστολιθικών εδαφών ή εδαφών αυξημένης αλατότητας).

Γ. Σταθεροποίηση αμμοθινών. Ιδιαίτερα χρήσιμα στην περίπτωση αυτή αποτελούν εξωτικά είδη (*Acacia cyclops*, *A. cyanophylla*, *Atriplex cinerea*, *Myoporum serratum* κ.ά.).

Δ. Ανόρθωση και αποκατάσταση ερημοποιημένων εδαφών. Ερημοποιημένα εδάφη (κυρίως λόγω ανθρωπογενών αιτιών) μπορούν να ανορθωθούν με την εγκατάσταση ξηρανθεκτικών ΚΘΔ (*Atriplex* spp., *Acacia* spp., *Parkinsonia aculeata* κ.ά.).

Ε. Αποκατάσταση αλμυρών εδαφών. Μερικοί ΚΘΔ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αυτό το σκοπό, ιδιαίτερα θάμνοι αλμυρών ελών (*Atriplex halimus*, *Haloxylon aphyllum*, *Eleagnus angustifolia* κ.ά.).

ΣΤ. Διαχείριση άγριας ζωής και θηραματοπονίας. Η εγκατάσταση φυτείας με ΚΘΔ συνήθως συνοδεύεται με αύξηση της ορνιθοπανίδας, στο βαθμό που η φυτεία προσφέρει καταφύγιο στα πουλιά. Το πληθυσμιακό μέγεθος της ορνιθοπανίδας και γενικά των θηραμάτων αυξάνει ακόμα περισσότερο στην περίπτωση που οι ΚΘΔ μπορούν να ικανοποιήσουν και τις τροφικές ανάγκες των ζώων.

Ζ. Βελτίωση του τοπίου και της αναψυχικής λειτουργίας. Αρκετοί ΚΘΔ έχουν ιδιαίτερα μεγάλη αισθητική αξία και χρησιμοποιούνται για καλλωπιστικούς σκοπούς (*Acacia pyracantha*, *A. salicina*, *Coronilla glauca* κ.ά.).

Η. Παραγωγή εδώδιμων καρπών για κατανάλωση από τον άνθρωπο. Ως κλασικό παράδειγμα αυτής της λειτουργίας αναφέρονται διάφορα είδη κάκτων και η φραγκοσυκιά (*Opuntia ficus-indica*) τα οποία συμβάλλουν σημαντικά στην αύξηση του εισοδήματος των κατοίκων βορειο-Αφρικανικών χωρών.

Θ. Παραγωγή μελιού και συντήρηση της μελισσοκομίας. Ως μελισσοκομικοί ΚΘΔ αναφέρονται οι *Robinia pseudoacacia*, *Prosopis* spp., *Medicago arborea*, *Parkinsonia aculeata* κ.ά.

Ι. Φυτοφράκτες και υλικά χωροθέτησης λιβαδιών και αγροτεμαχίων. Μεταξύ των ΚΘΔ που χρησιμοποιούνται για αυτούς τους σκοπούς αναφέρονται τα *Acacia karoo*, *Opuntia ficus-indica*, *Chamaecytisus palmensis*, *Atriplex halimus*, *Periploca laevigata* κ.ά.

Παρά τις σημαντικές ωφέλειες, τόσο σε επίπεδο κτηνοτροφικής χρήσης όσο και σε περιβαλλοντικό, η χρήση των ΚΘΔ συνδέεται με προβλήματα, τα σημαντικότερα εκ των οποίων είναι (Papanastasis, 1993):

Α. Η υψηλή διακύμανση που παρουσιάζουν οι ρυθμοί αύξησης, και τα επίπεδα πρωτεΐνης τους. Τέτοιες περιπτώσεις αποτελούν το *Quercus coccifera* και η *Medicago arborea*. Επομένως, υπάρχει μεγάλη ανάγκη η γενετική επιλογή των ειδών και των ποικιλιών των ΚΘΔ να λαμβάνει υπόψη της τόσο τη βελτιστοποίηση των παραπάνω αγρονομικών χαρακτήρων όσο και τη διατήρηση της υψηλής προσαρμοστικότητάς τους σε ποικιλία κλιματεδαφικών περιβαλλόντων (αντοχή σε υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες, ασθένειες και έντονη βόσκηση).

Β. Η πεπτικότητα τους. Αν και τα επίπεδα πρωτεΐνης που αναφέρονται είναι μάλλον υψηλά η πεπτικότητα των περισσότερων ΚΘΔ είναι μάλλον χαμηλή, κυρίως λόγω των υψηλών επιπέδων λιγνίνης, και αλάτων, ενώ σημαντικά μεταλλικά στοιχεία (όπως Ca, P, Mg, Na, K) βρίσκονται είτε σε χαμηλά επίπεδα (χωρίς να ικανοποιούν τις ανάγκες των ζώων) είτε σε πολύ υψηλά (πάνω από τα επίπεδα τοξικότητας).

Γ. Το υψηλό κόστος εγκατάστασής τους. Το υψηλό αυτό κόστος συνδέεται με το κόστος εργασίας για την εγκατάσταση σχετικών φυτειών. Έτσι απαιτείται η εξεύρεση νέων φτηνών πρακτικών με μειωμένη ανθρώπινη εργασία, ώστε οι φυτείες ΚΘΔ να γίνουν ανταγωνιστικότερες των λειμώνων με ποώδη φυτά. Καθοριστικός παράγοντας στην επίλυση αυτού του προβλήματος αποτελεί ο σωστός καθορισμός του φυτευτικού συνδέσμου.

Δ. Η εφαρμογή του κατάλληλου συστήματος βόσκησης. Αυτό γιατί η διαχείριση των ΚΘΔ συνδέεται με παράγοντες όπως το φυτικό είδος (ή η ποικιλία), το είδος (ή η φυλή) των ζώων, καθώς και οι τοπικές περιβαλλοντικές και κοινωνικοοικονομικές συνθήκες.

Ε. Έλλειψη τεχνικο-οικονομικών πληροφοριών. Παρά τα σαφή πλεονεκτήματα των ΚΘΔ ο περιβαλλοντικός τους ρόλος είναι δύσκολο να αποτιμηθεί με οικονομικούς όρους, με αποτέλεσμα να αδυνατεί η συνολική οικονομική αποτίμηση (προσδιορισμός κόστους – οφέλους) της εγκατάστασης φυτειών με ΚΘΔ.

Τα περισσότερα από αυτά τα προβλήματα βρίσκονται σε κατεύθυνση επίλυσης, με αποτέλεσμα φυτείες με ΚΘΔ να αποτελούν σημαντική προοπτική ανάπτυξης της κτηνοτροφικής δραστηριότητας, ειδικά σε υποβαθμισμένες περιοχές της χώρας μας.

Παράλληλα κείμενα

Βραχνάκης Μ.Σ., Β. Νοϊτσάκης και Ζ. Κούκουρα. 2000. Η συναρτησιακή προσέγγιση κατά τη μελέτη των αυξητικών παραμέτρων των ετήσιων λιβαδικών φυτών. Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου. Η Λιβαδοπονία στο Κατώφλι του 20ου Αιώνα. 4-6 Οκτωβρίου, Ιωάννινα.

Μέρου Θ., Γ. Φωτιάδης, Σπ. Τσιφτσής, Κ. Βιδάκης, Μ. Βραχνάκης, Ι. Τσιριπίδης και Β. Παπαναστάσης. 2007. Ψυχανθή της Βόρειας Ελλάδας – Πόδες, Θάμνοι. Θ. Μέρου (Εποπτεία έκδοσης), Έκδοση Photo/Graphs Studio, Ο.Ε., Δράμα. σελ. 224.

Σχετικοί δικτυακοί τόποι

- Δικτυακός τόπος για τη φωτοσύνθεση
<http://www.life.uiuc.edu/govindjee/photoweb/>
- Δικτυακός τόπος για τα C3, C4, CAM φυτά
<http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/e24/24b.htm>
- Δείκτες υδατικού stress
<http://www.uswcl.ars.ag.gov/epd/remsen/irrweb/thindex.htm>
- Δικτυακή βάση δεδομένων για το Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας σε παγκόσμιο επίπεδο
http://www-eosdis.ornl.gov/VEGETATION/lai_des.html
- Βιβλιογραφική βάση δεδομένων για την κατανομή των προϊόντων της φωτοσύνθεσης
<http://dosel.botany.ufl.edu/ecologys99/bibex.html>

Βιβλιογραφία

- Granda, M. (1987). Improving pasture possibilities at the Spanish southeast. *FAO European Network on Pasture and Fodder Crop Production. Add. to Bull.*, 5, 121-127.
- Le Houérou, H.N. (1993). Environmental aspects of fodder trees and shrubs plantation in the Mediterranean basin. In V.P. Papanastasis (Ed.), *Fodder trees and shrubs in the Mediterranean production systems*:

- Objectives and expected results of the EC research contract* (pp. 11-34). Brussels: Commission of the European Communities.
- Nastis, A. (1993). Nutritive value of fodder shrubs. In V.P. Papanastasis (Ed.), *Fodder trees and shrubs in the Mediterranean production systems: Objectives and expected results of the EC research contract* (pp. 75-83). Brussels: Commission of the European Communities.
- Papanastasis, V. (1981). Species structure and productivity in grasslands of northern Greece. In N. Margaris & H.A. Mooney (Eds), *Components of productivity of Mediterranean-climate regions* (pp. 205-217). The Hague: Dr Junk Publ.
- Papanastasis, V.P. (1991). Ligneous fodder species in the Mediterranean pastoral systems. *Herba*, 8, 17-21.
- Papanastasis, V.P. (1993). Fodder trees and shrubs in the Mediterranean production systems: Objectives and expected results of the EC research project. In V.P. Papanastasis (Ed.), *Fodder trees and shrubs in the Mediterranean production systems: Objectives and expected results of the EC research contract* (pp. 3-8). Brussels: Commission of the European Communities.
- Tsiouvaras, C.N. (1993). Potential of fodder trees and shrubs for marginal lands in Greece. In V.P. Papanastasis (Ed.), *Fodder trees and shrubs in the Mediterranean production systems: Objectives and expected results of the EC research contract* (pp. 35-43). Brussels: Commission of the European Communities.
- Watson, L., Δαμανάκης, Μ. & Dallwitz, M.J. (1986). *Τα Γένη των αγρωστωδών της Ελλάδας. Περιγραφές, ταξινόμηση, κλείδες*. Ηράκλειο: Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Zadoks, C., Chang, T.T. & Konzak, C.F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14, 415-421.
- Αθανασιάδης, Ν. (1985). *Δασική βοτανική. Συστηματική σπερματοφύτων*. Θεσσαλονίκη: Γιαχούδης – Γιαπούλης.
- Κούκουρα, Ζ. (2003). *Σπουδαιότερα λιβαδικά φυτά της Ελλάδας*. Θεσσαλονίκη: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΑΠΘ.
- Παπαναστάσης, Β. & Καραγιαννακίδου – Παπαδημητρίου, Κ. (1983). *Τα σπουδαιότερα αγρωστώδη των φυσικών λιβαδιών*. Αθήνα: Υπουργείο Γεωργίας.

Κριτήρια αξιολόγησης

A. Δραστηριότητες διδακτικής ενότητας

1. Περιγράψετε τις φαινοφάσεις ενός τυπικού ετήσιου C3 και ενός τυπικού πολυετούς C4 λιβαδικού φυτού. (200 λέξεις)
2. Σε ξηροθερμικό ποολίβαδο της χαμηλής ζώνης ζητείται να γίνει βελτίωση της βλάστησης. Αναφέρατε τα κριτήρια επιλογής των ειδών που θα προτείνετε σε σχέση με την υδατική τους οικονομία. (200 λέξεις)
3. Αναφέρατε περιπτώσεις φαινολογικής συμπληρωματικότητας σε διάφορους τύπους λιβαδιών της χαμηλής ζώνης. (200 λέξεις)
4. Ποιες οι συνέπειες για την αποτελεσματικότητα ροής ενέργειας σε λιβάδι με δείκτη φυλλικής επιφάνειας μικρότερο από 4. Ποιες οι συνέπειες όταν ο δείκτης λάβει τιμές μεγαλύτερες από 7. (200 λέξεις)
5. Που αποδίδετε την ευρεία κυριαρχία των αγρωστωδών σε όλους σχεδόν τους κλιματικούς τύπους και εδάφη της χώρας μας. (300 λέξεις)
6. Κατά κάποιους τα αγρωστώδη και τα ψυχανθή έχουν συμβάλλει σημαντικά στην εξέλιξη και πολιτισμό του ανθρώπου. Επιχειρηματολογήστε. (500 λέξεις)
7. Για ποιους λόγους τα ψυχανθή δεν αποτελούν από μόνα τους ένα πλήρες σιτηρέσιο για τα ζώα; (200 λέξεις)
8. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της χρήσης κτηνοτροφικών δένδρων και θάμνων (400 λέξεις)

B. Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης

Σωστό ή λάθος	Επιλέξτε
Η φαινοπλαστική προσαρμογή των ποωδών λιβαδικών φυτών είναι περιορισμένη.	Σωστό
	Λάθος

Ανάπτυξη και αύξηση φυτών είναι δύο έννοιες που ταυτίζονται.	Σωστό
	Λάθος
Η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι καθοριστικός παράγοντας για την έναρξη των ναρκών στα φυτά.	Σωστό
	Λάθος
Η φωτοσυνθετικά ενεργός ακτινοβολία PAR είναι υδροδυναμική παράμετρος.	Σωστό
	Λάθος
Το Ψ στα φυτά παίρνει πάντα αρνητικές τιμές.	Σωστό
	Λάθος
Στη φόβη ο κεντρικός άξονας της ταξιανθίας διακλαδίζεται.	Σωστό
	Λάθος
Το ρίζωμα είναι τύπος ρίζας.	Σωστό
	Λάθος
Το άνθος των ψυχανθών είναι προσαρμοσμένο στην επικονίαση από έντομα.	Σωστό
	Λάθος
Η πασσαλώδης ρίζα των ψυχανθών προστατεύει από την επιφανειακή διάβρωση.	Σωστό
	Λάθος
Ένα από τα σημαντικά πλεονεκτήματα της βοσκήσιμης ύλης των κτηνοτροφικών δένδρων και θάμνων είναι η υψηλή πεπτικότητα τους.	Σωστό
	Λάθος

Συμπληρώστε	Επιλέξτε
Κατά τη διάρκεια ζωής τους όλα τα λιβαδικά φυτά διέρχονται τη φάση της και τη φάση της αναπαραγωγής.	ανάπτυξης
	αύξησης
Τα C4 φυτά επιτυγχάνουν υψηλότερες τιμές παραγωγικότητας έναντι των C3 λόγω αποτελεσματικότερης του CO ₂ .	αναγωγής
	οξείδωσης
Για τιμές του δείκτη φυλλικής επιφάνειας μεγαλύτερες του τμήμα της φωτοσυνθετικής επιφάνειας του φυτοκαλύμματος σκιάζεται.	3
	7
Η στοματική αγωγιμότητα των φυτών μετριέται συνήθως με	πορόμετρο
	αναλυτή αερίων
Τα C4 φυτά παρουσιάζουν μία χαρακτηριστική ανατομική διαφοροποίηση που ονομάζεται σύνδρομο	Kranz
	Benson
Ο κατακείμενος, επίγειος βλαστός ονομάζεται	αδέλφωμα
	στόλωνα
Το ριζικό σύστημα των αγρωστωδών είναι	θυσανωτό
	πασσαλώδες
Το φύλλο στα ψυχανθή είναι	απλό
	σύνθετο
Η δέσμευση του N γίνεται στα της ρίζας των ψυχανθών	φυμάτια
	γονοσωμάτια

Οι κτηνοτροφικοί θάμνοι και δένδρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη στήριξη των	φραγμάτων αμμοθινών
---	------------------------

Δ.Ε.3 Σημαντικά αγρωστώδη, ψυχανθή, πλατύφυλλες πόες, κτηνοτροφικοί θάμνοι & δέντρα

Το κεφάλαιο επικεντρώνεται στη μελέτη των μορφολογικών, οικολογικών και οικονομικών χαρακτηριστικών κάποιων λιβαδικών ειδών. Σκοπός είναι η αποτίμηση της αξίας (οικολογικής και οικονομικής) των χαρακτηριστικών γενών και ειδών αγρωστωδών, ψυχανθών, άλλων πλατύφυλλων ποών και κτηνοτροφικών θάμνων και δέντρων καθώς και η περιγραφή των σημαντικότερων μορφολογικών τους χαρακτηριστικών.

Σύνοψη

Στη χλωριδική σύνθεση των λιβαδικών φυτοκοινοτήτων συμμετέχουν πολλά διαφορετικά φυτικά είδη, τόσο σε έννοιες μορφολογίας, όσο και λειτουργίας και συνεισφοράς στο λιβαδικό οικοσύστημα. Μεταξύ αυτών εξέχουσα θέση σε έννοιες κυριαρχίας, αλλά και οικονομικής σημασίας έχουν τα αγρωστώδη και τα ψυχανθή. Επιπλέον υπάρχουν και σημαντικά άλλα ποώδη φυτά που συμπληρώνουν μαζί με τα προαναφερόμενα τον οικολογικό ρόλο του χλωώδη ποσάπτητα των λιβαδιών. Τέλος, ιδιαίτερη λιβαδοπονική αξία έχουν οι κτηνοτροφικοί θάμνοι και τα δένδρα που η βοσκήσιμη ύλη τους συμπληρώνει το διαιτολόγιο των αγροτικών ζώων, ιδιαίτερα κατά τις κρίσιμες περιόδους έλλειψης χλωρής ποώδους βοσκήσιμης ύλης. Η αναλυτική περιγραφή των μορφολογικών χαρακτηριστικών όλων των λιβαδικών φυτικών ειδών είναι εκτός σκοπού αυτού του συγγράμματος και επαφίεται στα σχετικά βοτανικά συγγράμματα (χλωριδικοί κατάλογοι, κλείδες, *floras* κ.ά.). Εδώ περιγράφονται τα μορφολογικά, οικολογικά και οικονομικά χαρακτηριστικά κάποιων σημαντικών λιβαδικών φυτικών ειδών.

Προαπαιτούμενη γνώση – προσδοκώμενα αποτελέσματα

Με την ολοκλήρωση του κεφαλαίου αυτού οι φοιτητές θα έχουν κατανοήσει τη φυσιολογική και μορφολογική βάση διαφοροποίησης των φυτών των λιβαδικών οικοσυστημάτων (σύνδεση με την προηγούμενη διδακτική ενότητα). Η συνάθροιση των λιβαδικών φυτών δημιουργεί χαρακτηριστικές φυτοκοινωνίες που λαμβάνουν μέρος στη σύνθεση των λιβαδικών τύπων οικοτόπων (σύνδεση με την επόμενη διδακτική ενότητα).

Έννοιες – κλειδιά (keywords):

- *Aegilops*, *Arrhenatherum*, *Avena*, *Briza*, *Bromus*, *Chrysopogon*, *Cynodon*, *Cynosurus*, *Dactylis*, *Dichanthium*, *Festuca*, *Hordeum*, *Lagurus*, *Lolium*, *Phalaris*, *Phleum*, *Poa*, *Setaria*, *Stipa*, *Vulpia*
- *Anthyllis*, *Astragalus*, *Coronilla*, *Cytisus*, *Genista*, *Lathyrus*, *Lotus*, *Medicago*, *Ornithopus*, *Trifolium*, *Vicia*
- *Achillea*, *Capsella*, *Erodium*, *Hieracium*, *Potentilla*, *Sanguisorba*, *Taraxacum*, *Teucrium*, *Thymus*
- *Gleditsia*, *Medicago*, *Morus*, *Robinia*

Γενικά τέσσερις μεγάλες ομάδες λιβαδικών φυτικών ειδών απαντώνται στα λιβάδια της χώρας μας, αλλά και αλλού. Στον ποώδη όροφο τα αγρωστώδη, τα ψυχανθή και οι λοιπές πλατύφυλλες πόες, και στο μεσόροφο και ανώροφο οι θάμνοι και τα κτηνοτροφικά δένδρα. Παρακάτω περιγράφονται σημαντικοί και χαρακτηριστικοί εκπρόσωποι από αυτές τις κατηγορίες φυτών, όπως αυτοί περιγράφονται στους (Papanastasis, 1981, Παπαναστάσης & Καραγιαννακίδου – Παπαδημητρίου, 1983, Αθανασιάδης, 1985, Watson κ.ά., 1986, Papanastasis, 1991, LeHouérou, 1993, Nastis, 1993, Papanastasis, 1993, Tsiouvaras, 1993, Σπάης, 1997, Κούκουρα, 2003).

3.1 Αγρωστώδη (=Gramineae, Poaceae)

Γένος: *Aegilops* L.

Στο γένος περιλαμβάνονται ετήσια με βλαστούς 15–80 εκ., ταξιανθία απλό στάχυ. Σταχύδια συνήθως με άγανο. Τα φύλλα, με επιμήκη έως επιμήκη ωοειδή ελάσματα, δεν είναι μαζεμένα στη βάση. Από τα 22 είδη που υπάρχουν, στην Ελλάδα εντοπίζονται 10. ***Aegilops geniculata* – Αγίλωπας ο γονατιστός** (Εικόνα 3.1) **Γενική περιγραφή:** Ετήσιο με γονατιστό καλάμι στη βάση, 15–30 εκ. Ταξιανθία κοντός και ωοειδής στάχυς, χιτώνας με 2 μακρούς αθέρους. Ανθίζει Μάιο με Ιούνιο. Ριζικό σύστημα λεπτό. **Οικολογία:** Στη χαμηλή και μεσαία ζώνη, ιδιαίτερα ξηρανθεκτικό, συχνά σε εγκαταλειμμένους αγρούς, άκρες δρόμων και άγονα εδάφη. **Οικονομική σημασία:** Ανεπιθύμητο για βόσκηση, παράγει ελάχιστη ποσότητα βοσκήσιμης ύλης, με άγανα που εμποδίζουν τα ζώα, ιδιαίτερα όταν ωριμάσει. Δείκτης κακής λιβαδικής κατάστασης, σημάδι υπερβόσκησης. Η παρουσία του υποδεικνύει ανάγκη βελτίωσης του λιβαδιού.

Γένος: *Arrhenatherum* P. Beauv.

Στο γένος περιλαμβάνονται πολυετή με βλαστούς 30–200 εκ., ταξιανθία ανοικτή φόβη. Σταχύδια συνήθως με άγανο. Τα φύλλα δεν είναι μαζεμένα στη βάση με επιμήκη ελάσματα. Από τα 6 είδη που υπάρχουν, στην Ελλάδα εντοπίζεται 1. ***Arrhenatherum elatius* – Αρρεναθέρας ο ψηλός** (Εικόνα 3.1) Γενική περιγραφή: Πολυετές με καλάμι όρθιο 50–150 εκ., αναπτύσσεται σε τούφες. Ταξιανθία στενή, χαλαρή και μακριά (15–30 εκ.) φόβη, χιτώνας με μακρύ, στριφτό και γονατιστό αθέρα. Ανθίζει Ιούνιο με Ιούλιο. Ριζικό σύστημα μακρύ και πλούσιο. Οικολογία: Στην ορεινή και της ψευδαλπική ζώνη. Συχνά στον υπόροφο δασών, αλλά προτιμά τα διάκενα. Προτιμά πλούσια και γόνιμα εδάφη. Οικονομική σημασία: Επιθυμητό για βόσκηση, παράγει μεγάλη ποσότητα βοσκήσιμης ύλης με σχετικά υψηλή θρεπτική αξία. Κατάλληλο για ορεινούς λειμώνες.

Γένος: *Avena* L.

Στο γένος περιλαμβάνονται ετήσια με βλαστούς 20–200 εκ., ταξιανθία ανοικτή φόβη. Σταχύδια συνήθως με άγανο. Τα φύλλα δεν είναι μαζεμένα στη βάση, με επιμήκη ελάσματα. Από τα 27 είδη που υπάρχουν, στην Ελλάδα εντοπίζονται τα 7. ***Avena sterilis* – Αβένα η άγονη** (Εικόνα 3.1) Γενική περιγραφή: Ετήσιο, με όρθιο καλάμι 50 – 150 εκ. Ταξιανθία ανοικτή, χαλαρή φόβη, χιτώνας με μακρύ, στριφτό και γονατιστό αθέρα. Σταχύδια μεγάλα (4–4,5 εκ. μαζί με τους αθέρες). Ανθίζει Μάιο με Ιούνιο. Ριζικό σύστημα σχετικά πλούσιο. Οικολογία: Στη χαμηλή και μεσαία ζώνη, συχνά σε εγκαταλειμμένους αγρούς. Σχετικά απαιτητικό σε θρεπτικά και εδαφική υγρασία. Οικονομική σημασία: Μετρίως επιθυμητό για βόσκηση, παράγει μεγάλη ποσότητα βοσκήσιμης ύλης, όμως τα άγανα εμποδίζουν τα ζώα, ιδιαίτερα όταν ωριμάσει.



Εικόνα 3.1 *Aegilops geniculata*⁶ (αριστερά), *Arrhenatherum elatius*⁷ (κέντρο), *Avena sterilis*⁸ (δεξιά).

Γένος: *Briza* L.

Στο γένος περιλαμβάνονται ετήσια ή πολυετή με βλαστούς 5–100 εκ., ταξιανθία ανοικτή φόβη. Σταχύδια χωρίς άγανο. Τα φύλλα δεν είναι μαζεμένα στη βάση, με επιμήκη μέχρι επιμήκη ωοειδή ελάσματα. Από τα 20 είδη που υπάρχουν παγκόσμια, στην Ελλάδα εντοπίζονται τα 4. ***Briza media* – Βρίζα η ενδιάμεση** (Εικόνα 3.2) Γενική περιγραφή: Πολυετές με καλάμι όρθιο, 15–100 εκ. Ταξιανθία όρθια πολύκλαδη φόβη, ο χιτώνας χωρίς αθέρα. Σταχύδια σφαιρικά ή καρδιοειδή και κρεμαστά. Ανθίζει Μάιο με Αύγουστο. Ριζικό σύστημα σχετικά μέτριο. Οικολογία: Σε ορεινή και ψευδαλπική ζώνη. Δεν είναι πολύ απαιτητικό σε θρεπτικά και εδαφική υγρασία. Οικονομική σημασία: Μετρίως επιθυμητό για βόσκηση, μέτρια ποσότητα βοσκήσιμης ύλης, μέτριας θρεπτικής αξίας. Βόσκεται κυρίως από βοοειδή.

⁶ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Aegilops_geniculata#/media/File:Aegilops_geniculata_Enfoque_2010-5-08_DehesaBoyaldePuertollano.jpg

⁷ Πηγή: Wikipedia - https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6b/Glanshaver_plant_Arrhenatherum_elatius.jpg

⁸ Πηγή: Wikimedia - https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/Malta_-_Mellieha_-_Triq_il-Marfa_-_L-Inhawi_tal-Ghadira_05_ies.jpg

Γένος: *Bromus* L.

Στο γένος περιλαμβάνονται ετήσια ή πολυετή με βλαστούς 3–190 εκ., ταξιανθία ανοικτή ή πυκνή φόβη. Σταχύδια συχνά με άγανο. Τα φύλλα δεν είναι μαζεμένα στη βάση, με επιμήκη πλατιά ή στενά, επίπεδα ή τυλιγμένα ελάσματα. Από τα 130 είδη που υπάρχουν, στην Ελλάδα εντοπίζονται 26. ***Bromus hordeaceus* – Βρόμος ο κριθίνος** (= *B. mollis*) (Εικόνα 3.2) Γενική περιγραφή: Ετήσιο ή διετές με όρθιο καλάμι, 3–80 εκ. Ταξιανθία όρθια, πυκνή φόβη, χιτώνας με αθέρα. Σταχύδια σχετικά μεγάλα, τριχωτά. Ανθίζει Απρίλιο με Ιούνιο. Ριζικό σύστημα σχετικά πλούσιο. Οικολογία: Στη χαμηλή αλλά εκτείνεται μέχρι και την ψευδαλπική ζώνη. Σχετικά απαιτητικό σε θρεπτικά, όχι όμως και σε εδαφική υγρασία. Οικονομική σημασία: Επιθυμητό για βόσκηση, παράγει μεγάλη ποσότητα βοσκήσιμης ύλης. Για βελτιώσεις λιβαδιών της χαμηλής και της μεσαίας ζώνης. ***Bromus squarrosus* – Βρόμος ο γυρτός** (Εικόνα 3.2) Γενική περιγραφή: Ετήσιο με όρθιο καλάμι 20–60 εκ. Ταξιανθία αραιή, γυρτή, μονόπλευρη φόβη και χιτώνας με αθέρα, γονατοειδή και στριφτό στη βάση. Σταχύδια σχετικά μεγάλα και φουσκωτά. Ανθίζει Μάιο με Ιούλιο. Ριζικό σύστημα σχετικά πλούσιο. Οικολογία: Στη χαμηλή ζώνη, αλλά εκτείνεται μέχρι και την ψευδαλπική ζώνη. Ιδιαίτερα ξηρανθεκτικό, συχνά σε εγκαταλειμμένους αγρούς, άκρες δρόμων και άγονα εδάφη. Οικονομική σημασία: Ανεπιθύμητο για βόσκηση, παράγει μέτρια ποσότητα βοσκήσιμης ύλης και τα άγανα εμποδίζουν τα ζώα, ιδιαίτερα όταν ωριμάσει. Βόσκειται λίγο στα νεαρά στάδια κυρίως από πρόβατα. Δείκτης κακής λιβαδικής κατάστασης, σημάδι υπερβόσκησης, η παρουσία του υποδεικνύει ανάγκη βελτίωσης του λιβαδιού. ***Bromus sterilis* – Βρόμος ο άγονος** (Εικόνα 3.2) Γενική περιγραφή: Ετήσιο με όρθιο καλάμι 5–100 εκ. Ταξιανθία αραιή φόβη με μακριές διακλαδώσεις, χιτώνας με μεγάλο επιμήκη αθέρα. Σταχύδια μεγάλα (4–5 εκ. μαζί με τους αθέρες) και πλατιά στη βάση. Ανθίζει Απρίλιο με Ιούνιο. Ριζικό σύστημα σχετικά πλούσιο. Οικολογία: Στη χαμηλή ζώνη αλλά εκτείνεται μέχρι και την ψευδαλπική. Ιδιαίτερα ξηρανθεκτικό, συχνά σε εγκαταλειμμένους αγρούς, άκρες δρόμων και άγονα εδάφη. Οικονομική σημασία: Ανεπιθύμητο για βόσκηση, γιατί τα μεγάλα και σκληρά άγανα εμποδίζουν τα ζώα, ιδιαίτερα όταν ωριμάσει. Βόσκειται λίγο στα νεαρά στάδια. Δείκτης κακής λιβαδικής κατάστασης, σημάδι υπερβόσκησης, η παρουσία του υποδεικνύει ανάγκη βελτίωσης του λιβαδιού.



Εικόνα 3.2 *Briza media*⁹ (αριστερά), *Bromus hordeaceus*¹⁰ (κέντρο αριστερά), *Bromus squarrosus*¹¹ (κέντρο δεξιά), *Bromus sterilis*¹² (δεξιά).

Γένος: *Chrysopogon* Trin.

Στο γένος περιλαμβάνονται ετήσια ή πολυετή με βλαστούς 30–150 εκ., ταξιανθία ανοικτή φόβη. Σταχύδια συνήθως με άγανο. Φύλλα κυρίως μαζεμένα στη βάση με στενά ελάσματα. Από τα 25 είδη που υπάρχουν, στην Ελλάδα εντοπίζεται 1. ***Chrysopogon gryllus* – Χρυσοπώγωνας ο γρύλλος** (Εικόνα 3.3) Γενική περιγραφή: Πολυετές με όρθιο καλάμι 40–120 εκ. Σε αραιές τούφες. Ταξιανθία αραιή φόβη, χιτώνας με μεγάλο αθέρα. Ανθίζει Μάιο με Ιούλιο. Ριζικό σύστημα πλούσιο και βαθύ. Οικολογία: Στη χαμηλή και της μεσαίας ζώνη. Δεν είναι απαιτητικό σε θρεπτικά και εδαφική υγρασία, σε άγονους τόπους. Οικονομική σημασία: Με-

⁹ Πηγή: Flickr (public domain) - <https://www.flickr.com/photos/dluogs/6818803475>

¹⁰ Πηγή: Wikipedia -

https://en.wikipedia.org/wiki/Bromus_hordeaceus#/media/File:Zachte_dravik_in_bloei_Bromus_mollis.jpg

¹¹ Πηγή: Wikimedia - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bromus_squarrosus_NRCS-1.jpg

¹² Πηγή: Wikimedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Bromus_sterilis#/media/File:Bromus_sterilis_detail.jpeg

τρίως επιθυμητό για βόσκηση, παράγει μεγάλη ποσότητα βοσκήσιμης ύλης, με μέτρια όμως θρεπτική αξία. Επιπλέον, τα μεγάλα άγανα δυσχεραίνουν τα ζώα. Βόσκεται κυρίως από βοοειδή.

Γένος: *Cynodon* Rich.

Στο γένος περιλαμβάνονται πολυετή με ριζώματα και στόλωνες και βλαστούς 5–100 εκ. Ταξιανθία σύνθετη δακτυλοειδής ή ύποδακτυλοειδής από 2–20 στάχεις. Σταχύδια χωρίς άγανο. Τα φύλλα δεν είναι μαζεμένα στη βάση, με επιμήκη στενά ελάσματα. Από τα 10 είδη που υπάρχουν, στην Ελλάδα εντοπίζεται 1. ***Cynodon dactylon* – Κυνόδους ο δάκτυλος ή αγριάδα** (Εικόνα 3.3) Γενική περιγραφή: Πολυετές με γονατιστό έρπον καλάμι που ριζοβολάει στα γόνατα, 10–50 εκ. Ταξιανθία σύνθετη, από 3–5 στάχεις μαζί στην κορυφή των καλαμιών, σαν δάκτυλα σε παλάμη. Χιτώνας χωρίς αθέρα. Ανθίζει Ιούνιο με Οκτώβριο. Ριζικό σύστημα πλούσιο και βαθύ. Σχηματίζει πλούσιους στόλωνες και ριζώματα. Οικολογία: Στη χαμηλή και μεσαία ζώνη, πολύ διαδεδομένο σε όλη την Ελλάδα. Αν και προτιμά υγρές και θερμές περιοχές είναι ιδιαίτερα ξηρανθεκτικό. Οικονομική σημασία: Επιθυμητό για βόσκηση, παράγει μέτρια ποσότητα βοσκήσιμης ύλης, πολύ υψηλής θρεπτικής αξίας. Άριστο για λειμώνες. Ποικιλίες του χρησιμοποιούνται για χλοοτάπητες και αποκαταστάσεις διαταγμένων εκτάσεων.

Γένος: *Cynosurus* L.

Στο γένος περιλαμβάνονται ετήσια ή πολυετή με βλαστούς 10–90 εκ., ταξιανθία σταχυόμορφη φόβη. Σταχύδια με άγανο. Τα φύλλα δεν είναι μαζεμένα στη βάση, με επιμήκη στενά ελάσματα. Στην Ελλάδα εντοπίζονται και τα 4 είδη που υπάρχουν παγκόσμια. ***Cynosurus echinatus* – Κυνοσούρα η εχινόμορφη** (Εικόνα 3.3) Γενική περιγραφή: Ετήσιο με όρθιο, σκληρό καλάμι 20–50 εκ. Ταξιανθία σταχυόμορφη φόβη σε σχήμα κεφαλιού με σκληρές τρίχες, χιτώνας με μακρύ αθέρα. Ανθίζει Απρίλιο με Ιούνιο. Ριζικό σύστημα λεπτό και φτωχό. Οικολογία: Στη χαμηλή και μεσαία ζώνη, ιδιαίτερα ξηρανθεκτικό, συχνά σε εγκαταλειμμένους αγρούς, άκρες δρόμων και άγωνα εδάφη. Οικονομική σημασία: Ανεπιθύμητο για βόσκηση, παράγει ελάχιστη ποσότητα βοσκήσιμης ύλης και τα άγανα εμποδίζουν τα ζώα, ιδιαίτερα όταν ωριμάσει. Δείκτης κακής λιβαδικής κατάστασης, σημάδι υπερβόσκησης, η παρουσία του υποδεικνύει ανάγκη βελτίωσης του λιβαδιού.



Εικόνα 3.3 *Chrysopogon gryllus*¹³ (αριστερά), *Cynodon dactylon*¹⁴ (κέντρο), *Cynosurus echinatus*¹⁵ (δεξιά).

Γένος: *Dactylis* L.

Στο γένος περιλαμβάνονται πολυετή με βλαστούς 20–200 εκ., ταξιανθία ανοικτή ή πυκνή φόβη. Σταχύδια με μικρούς μίσχους, χωρίς άγανο. Τα φύλλα δεν είναι μαζεμένα στη βάση, με επιμήκη μέχρι επιμήκη ωοειδή ελάσματα. Από τα 5 είδη που υπάρχουν παγκόσμια στην Ελλάδα εντοπίζεται 1. ***Dactylis glomerata* – Δακτυλίδα η συσπειρωμένη** (Εικόνα 3.4) Γενική περιγραφή: Πολυετές με όρθιο καλάμι, 30–130 εκ., σε τούφες. Ταξιανθία φόβη με λίγους κλάδους, χιτώνας χωρίς αθέρα. Σταχύδια με πολύ μικρό ποδίσκο. Ανθίζει Μάιο με

¹³ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Chrysopogon_gryllus#/media/File:Chrysopogon_gryllus_1.jpg

¹⁴ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Cynodon_dactylon#/media/File:Cynodon_dactylon_2.jpg

¹⁵ Πηγή: Wikipedia - https://es.wikipedia.org/wiki/Cynosurus_echinatus#/media/File:Cynosurus_echinatus.jpg

Αύγουστο. Ριζικό σύστημα βαθύ και πλούσιο. Οικολογία: Σε όλες τις ζώνες. Αντέχει σε ξηρασία, ψύχος και σκίαση. Παρουσιάζει πολλούς οικότυπους. Οικονομική σημασία: Επιθυμητό για βόσκηση, παράγει μεγάλη ποσότητα βοσκήσιμης ύλης σε πολύ υψηλή ποιότητα (η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη φτάνει μέχρι και 15%, πολύ περισσότερο από κάθε άλλο αγρωστώδες). Από τα πιο σημαντικά λιβαδικά φυτά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε λειμώνες.

Γένος: *Dichanthium* Willem.

Στο γένος περιλαμβάνονται ετήσια ή πολυετή (κυρίως) με βλαστούς 15–200 εκ. Ταξιανθία σύνθετη δακτυλοειδής ή υποδακτυλοειδής αποτελούμενη από στάχεις. Σταχύδια με μικρούς μίσχους και συνήθως με άγανο. Τα φύλλα δεν είναι μαζεμένα στη βάση, ελάσματα στενά επίπεδα τυλιγμένα στους οφθαλμούς. Από τα 15 είδη που υπάρχουν παγκόσμια στην Ελλάδα απαντάται 1. ***Dichanthium ischaemum* – Αγάνθιο το ίσχαιμο (=Andropogon ischaemum)** (Εικόνα 3.4) Γενική περιγραφή: Πολυετές με όρθιο καλάμι 30–100 εκ., αναπτύσσεται σε πυκνές τούφες. Ταξιανθία σύνθετη από 3–10 λεπτούς στενούς και χνουδωτούς στάχεις, στην άκρη του καλαμιού. Χιτώνας με αθέρα. Ανθίζει Ιούνιο με Σεπτέμβριο. Ριζικό σύστημα βαθύ και πλούσιο. Οικολογία: Στη χαμηλή και μεσαία ζώνη. Αν και προτιμά υγρές και θερμές περιοχές είναι ιδιαίτερα ξηρανθεκτικό. Οικονομική σημασία: Μετρίως επιθυμητό για βόσκηση, παράγει μεγάλη ποσότητα βοσκήσιμης ύλης, αλλά μέτριας ποιότητας. Βόσκεται κυρίως από μεγάλα μηρυκαστικά, τα πρόβατα το βόσκουν μόνο όταν είναι τρυφερό.

Γένος: *Festuca* L.

Στο γένος περιλαμβάνονται πολυετή με βλαστούς 2–200 εκ. Ταξιανθία ανοικτή φόβη. Σταχύδια με μικρούς μίσχους, συχνά με άγανο. Τα φύλλα είναι μαζεμένα κυρίως στη βάση, με επιμήκη μέχρι επιμήκη λογχοειδή ελάσματα, στενά επίπεδα ή τυλιγμένα. Από τα 170 είδη που υπάρχουν παγκόσμια, στην Ελλάδα απαντώνται 40. ***Festuca arundinacea* – Φέστουκα η καλαμοειδής** (Εικόνα 3.4) Γενική περιγραφή: Πολυετές με όρθιο καλάμι 80–200 εκ. Φύλλα επίπεδα και φαρδιά στη βάση. Ταξιανθία πλατιά και ανοικτή φόβη, χιτώνας συνήθως χωρίς αθέρα. Ανθίζει Μάιο με Ιούνιο. Ριζικό σύστημα βαθύ και πλούσιο. Οικολογία: Φύεται σε όλες τις ζώνες, προτιμά υγρές και γόνιμες περιοχές, αντέχει σε παγετό και μη παρατεταμένη ξηρασία. Οικονομική σημασία: Επιθυμητό για βόσκηση, παράγει πολύ μεγάλη ποσότητα βοσκήσιμης ύλης, αλλά μέτριας ποιότητας. Βόσκεται κυρίως από μεγάλα μηρυκαστικά. Προτείνεται για ορεινούς λειμώνες και βελτιώσεις λιβαδιών. ***Festuca ovina* – Φέστουκα η πρόβεια** (Εικόνα 3.4) Γενική περιγραφή: Πολυετές με όρθιο καλάμι 10–60 εκ., αναπτύσσεται σε πυκνές τούφες. Τα φύλλα είναι όλα τυλιγμένα (τριχοειδή). Ταξιανθία στενή φόβη, χιτώνας συνήθως με αθέρα. Ανθίζει Μάιο με Ιούνιο. Ριζικό σύστημα βαθύ και πλούσιο. Οικολογία: Στην ορεινή και ψευδαλπική ζώνη, προτιμά λιγότερο γόνιμα εδάφη. Αντέχει σε ξηρασία, ψύχος και έντονη σκίαση. Οικονομική σημασία: Μετρίως επιθυμητό για βόσκηση, παράγει μέτρια ποσότητα βοσκήσιμης ύλης μέτριας θρεπτικής αξίας. Βόσκεται κυρίως από πρόβατα. Χρησιμοποιείται σε χλοοτάπητες.

Γένος: *Hordeum* L.

Στο γένος περιλαμβάνονται ετήσια ή πολυετή με βλαστούς 5–150 εκ. Ταξιανθία στάχης, σταχύδια με άγανο. Τα φύλλα δεν είναι μαζεμένα στη βάση, ελάσματα επιμήκη πλατιά ή στενά τυλιγμένα στους οφθαλμούς. Από τα 20 είδη που υπάρχουν παγκόσμια, στην Ελλάδα απαντώνται 8. ***Hordeum bulbosum* – Κρίθη η βολβοειδής** (Εικόνα 3.5) Γενική περιγραφή: Πολυετές, με όρθιο και ισχυρό καλάμι, διογκωμένο στη βάση, 60–150 εκ. Ταξιανθία στάχης, 7–12 εκ. πλατυσμένος. Χιτώνας με μεγάλο αθέρα. Ανθίζει Απρίλιο με Μάιο. Ριζικό σύστημα βαθύ και πλούσιο. Οικολογία: Κυρίως στη χαμηλή ζώνη, φύεται όμως σε όλες τις ζώνες. Δεν είναι πολύ απαιτητικό ως προς τα θρεπτικά, ιδιαίτερα ξηρανθεκτικό. Οικονομική σημασία: Μετρίως επιθυμητό για βόσκηση, παράγει πολύ μεγάλη ποσότητα βοσκήσιμης ύλης, αλλά μέτριας ποιότητας. Επιπλέον δεν αντέχει τη βόσκηση, ενώ τα άγανά του εμποδίζουν τα ζώα. Μεγάλη η παραγωγικότητά του, ιδιαίτερα για φυτό της χαμηλής ζώνης, το καθιστά όμως κατάλληλο για ξηρικούς λειμώνες της χαμηλής και της μεσαίας ζώνης. ***Hordeum murinum* – Κρίθη η μύουρη** (Εικόνα 3.5) Γενική περιγραφή: Ετήσιο με όρθιο ή γονατιστό στη βάση καλάμι, 5–50 εκ. Ταξιανθία στάχης, πυκνός και κυλινδρικός. Χιτώνας με πολύ μεγάλο αθέρα. Ανθίζει Απρίλιο με Μάιο. Ριζικό σύστημα λεπτό. Οικολογία: Στη χαμηλή ζώνη, που φύεται όμως σε όλες τις ζώνες. Ιδιαίτερα ξηρανθεκτικό, συχνά σε εγκαταλειμμένους αγρούς, άκρες δρόμων και άγονα εδάφη. Οικονομική σημασία: Ανεπιθύμητο για βόσκηση, παράγει μικρή ποσότητα βοσκήσιμης ύλης, και τα άγανα εμποδίζουν τα ζώα, ιδιαίτερα όταν ωριμάσει. Δείκτης κακής λιβαδικής κατάστασης, σημάδι υπερβόσκησης, η παρουσία του υποδεικνύει ανάγκη βελτίωσης του λιβαδιού.



Εικόνα 3.4 *Dactylis glomerata*¹⁶ (αριστερά), *Dichanthium ischaemum*¹⁷ (κέντρο αριστερά), *Festuca arundinacea*¹⁸ (κέντρο δεξιά), *Festuca ovina*¹⁹ (δεξιά).



Εικόνα 3.5 *Hordeum bulbosum*²⁰ (αριστερά), *Hordeum murinum*²¹ (δεξιά).

Γένος: *Lagurus* L.

Στο γένος περιλαμβάνονται ετήσια με βλαστούς 8–50 εκ., ταξιανθία σταχυόμορφη φόβη. Σταχύδια τριχωτά, με άγανο. Τα φύλλα δεν είναι μαζεμένα στη βάση, με επιμήκη λογχοειδή ελάσματα. Μόνο 1 είδος ανήκει στο γένος, το οποίο απαντάται στην Ελλάδα. ***Lagurus ovatus* – Λάγουρος ο ωοειδής** (Εικόνα 3.6) Γενική περιγραφή: Ετήσιο, με όρθιο καλάμι, 10–50 εκ. Ταξιανθία σταχυόμορφη φόβη, ωοειδής, πυκνή, τριχωτή, μεταξοειδής, ο χιτώνας με μακρύ αθέρα. Ανθίζει Απρίλιο με Ιούνιο. Ριζικό σύστημα λεπτό και φτωχό. Οικολογία: Στη χαμηλή και μεσαία ζώνη, ιδιαίτερα ξηρανθεκτικό, συχνά σε εγκαταλειμμένους αγρούς, άκρες δρόμων και άγονα εδάφη. Οικονομική σημασία: Ανεπιθύμητο για βόσκηση, παράγει ελάχιστη ποσότητα βοσκήσιμης ύλης χαμηλής ποιότητας, οι ταξιανθίες του εμποδίζουν τα ζώα, ιδιαίτερα όταν ωριμάσει. Δείκτης κακής λιβαδικής

¹⁶ Πηγή: Wikimedia - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dactylis_glomerata_11.jpg

¹⁷ Πηγή: Wikipedia - <https://de.wikipedia.org/wiki/Bartgras>

¹⁸ Πηγή: Wikimedia -

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e1/Festuca_arundinacea_habit2_\(7325840222\).jpg/320px-Festuca_arundinacea_habit2_\(7325840222\).jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e1/Festuca_arundinacea_habit2_(7325840222).jpg/320px-Festuca_arundinacea_habit2_(7325840222).jpg)

¹⁹ Πηγή: Wikipedia -

[https://war.wikipedia.org/wiki/Festuca_ovina#/media/File:Ruig_schapengras_bloeiwijze_\(Festuca_ovina_subsp._hirtula\).jpg](https://war.wikipedia.org/wiki/Festuca_ovina#/media/File:Ruig_schapengras_bloeiwijze_(Festuca_ovina_subsp._hirtula).jpg)

²⁰ Πηγή: Fotocommunity (public domain) - <http://www.fotocommunity.de/pc/pc/display/28233555>

²¹ Πηγή: Wikipedia -

https://en.wikipedia.org/wiki/Hordeum_murinum#/media/File:Kruipertje_Hordeum_murinum_plant.jpg

κατάστασης, σημάδι υπερβόσκησης, η παρουσία του υποδεικνύει ανάγκη βελτίωσης του λιβαδιού. Αποξηραμένο χρησιμοποιείται στην ανθοδετική.

Γένος: *Lolium* L.

Στο γένος περιλαμβάνονται ετήσια ή πολυετή με βλαστούς 10–130 εκ., ταξιανθία στάχης. Τα σταχύδια μπορεί να φέρουν άγανο. Τα φύλλα δεν είναι μαζεμένα στη βάση, με επιμήκη, συνήθως στενά ελάσματα. Από τα 8 είδη που υπάρχουν παγκόσμια, στην Ελλάδα εντοπίζονται 5. ***Lolium perenne* – Ήρα η πολυετής** (Εικόνα 3.6) **Γενική περιγραφή:** Πολυετές, με όρθιο ή γονατιστό καλάμι, κόκκινο στη βάση, 10–90 εκ. Ταξιανθία απλός, μακρύς στάχης. Χιτώνας χωρίς αθέρα. Ανθίζει Μάιο με Ιούνιο. Ριζικό σύστημα πλούσιο. **Οικολογία:** Κυρίως στη χαμηλή ζώνη, που φύεται όμως σε όλες τις ζώνες. Απαιτητικό προς τα θρεπτικά και εδαφική υγρασία, δεν αντέχει πολύ τις χαμηλές θερμοκρασίες. **Οικονομική σημασία:** Επιθυμητό για βόσκηση, παράγει μεγάλη ποσότητα βοσκήσιμης ύλης, σχετικά καλής ποιότητας. Κατάλληλο για αρδευόμενες λειμώνες.

Γένος: *Phalaris* L.

Στο γένος περιλαμβάνονται ετήσια ή πολυετή με βλαστούς 10–200 εκ., ταξιανθία σταχυόμορφη φόβη (Εικόνα 3.6). Σταχύδια συμπιεσμένα πλευρικά, χωρίς άγανο. Τα φύλλα δεν είναι μαζεμένα στη βάση, με επιμήκη μέχρι επιμήκη λογχοειδή ελάσματα. Από τα 16 είδη που υπάρχουν παγκόσμια, στην Ελλάδα εντοπίζονται 8. ***Phalaris bulbosa* – Φαλαρίδα η βολβώδης** **Γενική περιγραφή:** Πολυετές, με όρθιο καλάμι 40–120 εκ. Ταξιανθία σταχυόμορφη φόβη, ο χιτώνας χωρίς αθέρα. Ανθίζει Μάιο με Ιούνιο. Ριζικό σύστημα πλούσιο. **Οικολογία:** Στη χαμηλή και μεσαία ζώνη, ιδιαίτερα ξηρανθεκτικό, συχνά σε εγκαταλειμμένους αγρούς, άκρες δρόμων και άγωνα εδάφη. **Οικονομική σημασία:** Επιθυμητό για βόσκηση, παράγει πλούσια σε ποσότητα και ποιότητα βοσκήσιμη ύλη, αντέχει στη βόσκηση. Βόσκεται από όλα τα είδη αγροτικών ζώων. Σε βελτιώσεις λιβαδιών και σε λειμώνες της χαμηλής κυρίως ζώνης.



Εικόνα 3.6 *Lagurus ovatus*²² (αριστερά), *Lolium perenne*²³ (κέντρο), *Phalaris aquatica*²⁴ (δεξιά).

Γένος: *Phleum* L.

Στο γένος περιλαμβάνονται ετήσια ή πολυετή, με βλαστούς 4–150 εκ., ταξιανθία σταχυόμορφη φόβη (Εικόνα 3.7). Σταχύδια συμπιεσμένα πλευρικά, χωρίς άγανο. Τα φύλλα δεν είναι μαζεμένα στη βάση, με επιμήκη στενά τυλιγμένα στους οφθαλμούς ελάσματα. Από τα 15 είδη που υπάρχουν παγκόσμια, στην Ελλάδα απαντώνται 11. ***Phleum montanum* – Φλέος ο ορεινός** **Γενική περιγραφή:** Πολυετές με όρθιο καλάμι, 20–70 εκ. Ταξιανθία σταχυόμορφη φόβη 5–10 εκ., ο χιτώνας χωρίς αθέρα. Ανθίζει Ιούνιο με Αύγουστο. Ριζικό σύστημα

²² Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Lagurus_ovatus#/media/File:Lagurus_ovatus.jpg

²³ Πηγή: Wikimedia - [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e4/Lolium_perenne_L._\(Perennial_Ryegrass\)_-cultivated.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e4/Lolium_perenne_L._(Perennial_Ryegrass)_-cultivated.jpg)

²⁴ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Phalaris_aquatica#/media/File:Phalaris_aquatica.jpg

πλούσιο, αλλά σχετικά κοντό. **Οικολογία:** Σε όλες τις ζώνες. Αντέχει σε ξηρασία και χαμηλές θερμοκρασίες. **Οικονομική σημασία:** Μετρίως επιθυμητό για βόσκηση, παράγει μέτρια σε ποσότητα και ποιότητα βοσκήσιμη ύλη. Βόσκεται από όλα τα είδη αγροτικών ζώων.

Γένος: *Poa* L.

Στο γένος περιλαμβάνονται ετήσια ή πολυετή, με βλαστούς 4–150 εκ., ταξιανθία ανοικτή ή πυκνή φόβη. Σταχύδια με μικρούς μίσχους, χωρίς άγανο. Τα φύλλα είναι μαζεμένα κυρίως στη βάση, με επιμήκη μέχρι επιμήκη λογχοειδή, στενά επίπεδα ή τυλιγμένα ελάσματα. Από τα 170 είδη που υπάρχουν παγκόσμια, στην Ελλάδα απαντώνται 40. ***Poa bulbosa* – Πόα η βολβώδης** (Εικόνα 3.7) **Γενική περιγραφή:** Πολυετές, με όρθιο καλάμι, διογκωμένο στη βάση (βολβός), 10–40 εκ. Φύλλα επίπεδα, οξύληκτα στενά και κοντά. Ταξιανθία ωοειδής φόβη, με διακλαδώσεις που συγκλίνουν. Χιτώνας συνήθως χωρίς αθέρα. Ανθίζει Μάρτιο με Ιούνιο. Παράγει αντί για σπόρους γονοσωμάτια (εκβλαστημένα ανθύλλια πάνω στο σταχύδιο με τη βάση του βλαστηδίου διογκωμένη, που βλαστάνουν πολύ εύκολα). Ριζικό σύστημα αβαθές και λεπτό. **Οικολογία:** Φυτό της χαμηλής και της μεσαίας ζώνης. Προτιμά μέτριας γονιμότητας περιοχές, αντέχει στην ξηρασία. **Οικονομική σημασία:** Μετρίως επιθυμητό φυτό για βόσκηση, παράγει μικρή ποσότητα βοσκήσιμης ύλης, αλλά με πολύ υψηλή θρεπτική αξία. Βόσκεται κυρίως από πρόβατα.

Γένος: *Setaria* P. Beauv.

Στο γένος περιλαμβάνονται ετήσια ή πολυετή, με βλαστούς 15–320 εκ., ταξιανθία σταχυόμορφη φόβη, συνήθως τριχωτή. Σταχύδια συνήθως χωρίς άγανο. Τα φύλλα δεν είναι μαζεμένα στη βάση, με επιμήκη, τυλιγμένα συνήθως στους οφθαλμούς ελάσματα. Από τα 140 είδη που υπάρχουν παγκόσμια, στην Ελλάδα απαντώνται 4. ***Setaria viridis* – Σετάρια η πράσινη** (Εικόνα 3.7) **Γενική περιγραφή:** Ετήσιο, με όρθιο καλάμι που διακλαδίζεται στη βάση, 20–100 εκ. Ταξιανθία τριχωτή και κυλινδρική σταχυόμορφη φόβη, 1–10 εκ. Σταχύδια με τρίχες 3–4-πλάσιες από αυτά, ο χιτώνας χωρίς αθέρα. Ανθίζει Μάιο με Οκτώβριο. Ριζικό σύστημα λεπτό και κοντό. **Οικολογία:** Στη χαμηλή και μεσαία ζώνη, ιδιαίτερα ξηρανθεκτικό, συχνά σε εγκαταλειμμένους αγρούς, άκρες δρόμων και άγονα εδάφη. **Οικονομική σημασία:** Μετρίως επιθυμητό για βόσκηση, παράγει μέτρια ποσότητα βοσκήσιμης ύλης, σχετικά χαμηλής θρεπτικής αξίας. Βόσκεται το καλοκαίρι όταν τα υπόλοιπα είδη έχουν ξεραθεί, ενώ αυτό παραμένει πράσινο. Δεν αντέχει πολύ στη βόσκηση.



Εικόνα 3.7 *Phleum pratense*²⁵ (αριστερά), *Poa bulbosa*²⁶ (κέντρο), *Setaria viridis*²⁷ (δεξιά).

Γένος: *Stipa* L.

Στο γένος περιλαμβάνονται πολυετή, με βλαστούς 10–250 εκ., ταξιανθία ανοικτή ή πυκνή φόβη. Σταχύδια με μίσχους και άγανο, το οποίο συχνά έχει τρίχες. Τα φύλλα είναι μαζεμένα κυρίως στη βάση, με επιμήκη, στενά τυλιγμένα στους οφθαλμούς ελάσματα φύλλων. Από τα 300 είδη που υπάρχουν παγκόσμια, στην Ελλάδα α-

²⁵ Πηγή: Wikimedia - https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fd/Timothee_in_bloei_Phleum_pratense.jpg

²⁶ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Poa_bulbosa#/media/File:Poabulbosa.jpg

²⁷ Πηγή: Wikipedia - [https://en.wikipedia.org/wiki/Setaria_viridis#/media/File:Groene_naalbaar_aarpluim_\(Setaria_viridis\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Setaria_viridis#/media/File:Groene_naalbaar_aarpluim_(Setaria_viridis).jpg)

παντώνται 17. ***Stipa pennata* – Στίπα η φτεροειδής** (Εικόνα 3.8) Γενική περιγραφή: Πολυετές, με όρθιο και ισχυρό καλάμι, 40–80 εκ., αναπτύσσεται σε τούφρες. Φύλλα στριφτά, σκληρά και μακριά, σχεδόν τριχοειδή. Ταξιανθία στενή και φωχή φόβη, με διακλαδώσεις άνισες. Χιτώνας με πολύ μακρύ (15 – 30 εκ.) αθέρα, στριφτό, γονατοειδή με μεγάλες λευκές μεταξένιες τρίχες μέχρι την κορυφή (σαν φτερό). Ανθίζει Απρίλιο με Ιούνιο. Ριζικό σύστημα αρκετά ισχυρό. Οικολογία: Στην ορεινή και τη ψευδαλπική ζώνη. Προτιμά μέτριας γονιμότητας περιοχές, αντέχει σε ξηρασία. Οικονομική σημασία: Ανεπιθύμητο για βόσκηση, ιδιαίτερα για τα πρόβατα, γιατί έχει πολύ σκληρό φύλλωμα. Οι αίγες και τα βοοειδή το προτιμούν στα πρώιμα στάδια ανάπτυξής του, οπότε για αυτά τα ζώα μπορεί να θεωρηθεί μετρίως επιθυμητό. Παράγει αρκετή βοσκήσιμη ύλη. Αποξηραμένο χρησιμοποιείται στην ανθοδετική.

Γένος: *Vulpia* C. Gmelin.

Στο γένος περιλαμβάνονται ετήσια ή πολυετή, με βλαστούς 5–90 εκ., ταξιανθία σταχυόμορφη φόβη. Σταχύδια συνήθως με άγανο. Τα φύλλα δεν είναι μαζεμένα στη βάση, με επιμήκη, στενά και τυλιγμένα στους οφθαλμούς ελάσματα. Από τα 23 είδη που υπάρχουν παγκόσμια, στην Ελλάδα απαντώνται 7. ***Vulpia myuros* – Βούλπια η μύουρη** (Εικόνα 3.8) Γενική περιγραφή: Ετήσιο, με όρθιο καλάμι που διακλαδίζεται στη βάση, 8–80 εκ. Φύλλα στενά και τυλιγμένα στο μήκος. Ταξιανθία μονόπλευρη και καμπτή σαν τόξο σταχυόμορφη φόβη. Χιτώνας με αθέρα. Ανθίζει Μάρτιο με Μάιο. Ριζικό σύστημα λεπτό και κοντό. Οικολογία: Στη χαμηλή και μεσαία ζώνη, ιδιαίτερα ξηρανθεκτικό, συχνά σε εγκαταλειμμένους αγρούς, άκρες δρόμων και άγονα εδάφη. Οικονομική σημασία: Ανεπιθύμητο για βόσκηση, παράγει ελάχιστη ποσότητα βοσκήσιμης ύλης, τα άγανα εμποδίζουν τα ζώα, ιδιαίτερα όταν ωριμάσει. Δείκτης κακής λιβαδικής κατάστασης, σημάδι υπερβόσκησης, η παρουσία του υποδεικνύει ανάγκη βελτίωσης του λιβαδιού.

3.2 Ψυχανθή (=Fabaceae, Leguminosae, Papilionaceae)

***Anthyllis vulneraria* L.** (Εικόνα 3.9)

Ετήσια ή πολυετής πόα, βλαστοί κατακείμενοι, χνουδωτοί. Φύλλα πτερωτά, περιττόληκτα. Άνθη κατά το Μάιο με Αύγουστο κίτρινα, ερυθρωπά και λευκά κατά κεφάλια. Κάλυκας εξογκωμένος, τριχωτός. Καρπός χέδρωπας, ωοειδής λείος, με 1-2 λεία σπέρματα. Είδος πολύμορφο με βλαστό όρθιο πολύκλαδο. Πολύτιμο για βόσκηση. Επουλωτικό για πληγές και τραύματα. Απαντάται σε άγονες εκτάσεις και δεν χρησιμοποιείται σε συγκαλλιέργεια. Ορισμένα άλλα είδη του ίδιου γένους είναι: *A. hermanniae*, *A. montana*.



Εικόνα 3.8 *Stipa pennata*²⁸ (αριστερά), *Vulpia myuros*²⁹ (δεξιά).

Γένος: *Astragalus* L.

Νανώδεις θάμνοι. Φύλλα, πτερωτά περιττόληκτα, σπανίως αρτιόληκτα και σπανίως με φυλλάρια ακέραια, 2-6 εκ., σύνθετα, καταλήγουν σε αγκάθι, με 6-10 ζεύγη στενά ελλειψοειδή-επιμήκη, μικρά φυλλάρια, έως 0,5 εκ. Άνθη ανά 3-12 σε βότρες, ερυθρά, κυανά ή κιτρινωπά. Κάλυκας καμπανοειδής, έως 1 εκ., με 5 οδόντες, καλύπτεται από κοντές, μαύρες και λευκές τρίχες. Στεφάνη ψυχόμορφη, λευκή ή υπόλευκη, 1,5-2,5 εκ. Καρπός

²⁸ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Stipa_pennata#/media/File:Stipa-pennata-fruiting.JPG

²⁹ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Vulpia_myuros#/media/File:Vulpiamyuros.jpg

(χέδρωπας) μήκους περίπου 1 εκ. καλύπτεται από πυκνό, λευκό τρίχωμα. Σε ξηρές βραχώδεις πλαγιές, κυρίως ασβεστόλιθους, σε μέσα έως μεγαλύτερα υψόμετρα. Στα Δ. Βαλκάνια τη και ΝΔ Ασία. Αρκετά διαδεδομένο στα ορεινά της ηπειρωτικής Ελλάδας και Κρήτης. Χαρακτηριστικά είδη είναι τα *A. lusitanicus*, *A. taygeteus*, *A. angustifolius* (Εικόνα 3.9).



Εικόνα 3.9 *Anthyllis vulneraria*³⁰ (αριστερά), *Astragalus angustifolius*³¹ (δεξιά).

Γένος: *Coronilla* L.

Ομοιόχρωμο πολυετές ύψους μέχρι 100 εκ. Φύλλα πτερωτά, περιττόληκτα, σπανίως τρίφυλλα, εναλλασσόμενα, με οδοντωτές άκρες και με οβάλ φυλλάρια. Άνθη λευκά ή κίτρινα ή ωχρά ροζ σε σκιάδια έως 1,5 εκ. Καρπός χέδρωπας γραμμοειδής, ευθύς ή κυρτός, κυλινδρικός ή γωνιώδης. Κάλυκας βραχύς, κωδωνοειδής με 5 οδόντες. Σε χωράφια, λιβάδια, σε ήπιο κλίμα. Είδη του γένους αυτού είναι: *C. valentina* ssp. *glauca*, *C. varia* (Εικόνα 3.10), *C. coronata*, *C. scorpioides*.

Γένος: *Cytisus* Desf.

Αειθαλείς και φυλλοβόλοι θάμνοι με σύνθετα πράσινα φύλλα (τρίφυλλα), σπανίως μονόφυλλα, μικρά. Καλλιεργείται για τα πολυάριθμα άνθη που εμφανίζεται συνήθως την άνοιξη. Άνθη κίτρινα, λευκά ή πορφυρά. Αναπτύσσεται σε ηλιόλουστες θέσεις σε πλούσια, υγρά εδάφη. Αποφεύγει ασβεστώδη εδάφη. Φυτεύεται σε ομάδες, βραχόκηπους και συνθέσεις. Πολλαπλασιάζεται με σπορά ή με μοσχεύματα. Χέδρωπας πεπλατυσμένος. Είδη του γένους αυτού είναι: *C. villosus* (Εικόνα 3.10), *C. triflorus*, *C. scoparius*, *C. decumbens*, *C. nigricans*.

Γένος: *Genista* L.

Αποτελείται περίπου από 80 αειθαλή θαμνώδη είδη ή δέντρα χαμηλού ύψους τα οποία απαντώνται σε Ευρώπη, Ασία και Νότιο Αφρική. Φύλλα εναλλασσόμενα, σπάνια αντίθετα, απλά ή τρίφυλλα, ακέραια με βραχύτατα παράφυλλα ή δίχως παράφυλλα. Ανθίζουν και αναπαράγονται από το τέλος της άνοιξης ως το τέλος του καλοκαιριού ανάλογα με την ποσότητα. Το *G. lydia* είναι αειθαλής θάμνος με μικρά κλαδιά. Το *G. pilosa* είναι θάμνος σε ύψος μεγαλύτερο των 18 εκ., με χρυσαφένια κίτρινα άνθη. Το *G. tinctoria* είναι θάμνος που παλαιότερα χρησιμοποιούνταν σε βαφές μαλλιών. Χρώμα ανθέων κίτρινο και μπορεί να φτάσει περισσότερο από 2 εκ ύψος. Άλλα είδη είναι: *G. acanthoclada* (Εικόνα 3.11), *G. sagittalis*, *G. radiata*, *G. millii*.

³⁰ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Anthyllis_vulneraria#/media/File:Fabaceae_-_Anthyllis_vulneraria-1.JPG

³¹ Πηγή: Wikipedia - https://es.wikipedia.org/wiki/Astragalus_angustifolius#/media/File:Astragalus_angustifolius.jpg



Εικόνα 3.10 *Coronilla varia*³² (αριστερά), *Cytisus villosus*³³ (δεξιά).

Γένος: *Lathyrus* L.

Περιλαμβάνει ετήσια και πολυετή, αναρριχώμενα ή θαμνώδη. Απαντώνται κατά κανόνα στη Ν και Α Ευρώπη. Φυλλάρια σε ζεύγη, μεσαία, μπλε – πράσινα, φύλλα πτερωτά, αρτιόληκτα. Άνθη μονήρη, ροζ, κόκκινα, καστανόχρωμα, άσπρα, κίτρινα ή μπλε ή είναι πολύχρωμα. Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι ευωδιαστά. Κάλυκας κωδωνοειδής, με 5 οδόντες ισομήκεις. Το πολυετές *L. latifolius* αναπτύσσεται πολύ εύκολα, φέρει βυσσινί-ροζ άνθη τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, ενώ υπάρχει μία ποικιλία, η οποία έχει μεγάλα λευκά άνθη. Το πιο γνωστό είδος αυτής της ομάδας είναι το *L. odoratus*, το γλυκό μπιζέλι, που αποτελεί είδος γηγενές της Σικελίας. Ορισμένα είδη του γένους είναι: *L. sativus* (Εικόνα 3.11), *L. aphaca*, *L. nissolia*, *L. ochrus*, *L. clymenum*.

Lotus corniculatus L. (Εικόνα 3.11)

Πολυετές, 10–40 εκ., με ισχυρή πασσαλώδη ρίζα και άνθη κίτρινα, ανά 3-6, με ποδίσκο μακρύτερο του φύλλου. Είδος πολύμορφο, φύλλα μικρά, χνουδωτά και στενούς οδόντες κάλυκος, μακρύτερους του σωλήνα. Φυλλάρια αντωοειδή ή προμήκη και παράφυλλα ωοειδή. Χέδρωπας γραμμοειδής, ευθύς. Σε Ευρώπη, Ασία, Αυστραλία και Β. Αμερική. Προσαρμόζεται και ευδοκimeί καλύτερα σε δροσερά μέχρι υγρά, γόνιμα και ασβεστούχα εδάφη, αλλά δυσκολότερα σε ξηρά, μέτρια και ελαφρώς όξινα εδάφη. Η ανάπτυξη του είναι εξαιρετική σε ποτιστικούς λειμώνες. Ανθεκτικό σε ακραίες υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες. Χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με αγραστώδη για τη δημιουργία τεχνητών λειμώνων μέσης διάρκειας βόσκησης κυρίως από πρόβατα. Αντέχει στη βόσκηση και στα πατήματα των ζώων χάρη στο ισχυρό ριζικό σύστημά του.

Γένος: *Medicago* L.

Φυτά ποώδη, ετήσια ή πολυετή, σπανίως φρυγανώδη ή θαμνώδη, με φύλλα τρίφυλλα. Χέδρωπας πολύ μακρύτερος του κάλυκα, ποτέ ευθύς, αλλά κυρτός νεφροειδώς, δρεπανοειδώς και συνήθως ελικοειδώς ακανθωτός, πολύσπερμος. Περιλαμβάνει σχεδόν 50 είδη. Μεγάλο ενδιαφέρον από άποψη χορτοδοτικής καλλιέργειας παρουσιάζουν τα *Medicago sativa* (Μηδική ή ήμερη), *M. falcata* (Μ. η δρεπανοειδής), *M. media* (Μ. η ενδιάμεση), *M. hispida* (Μ. η πολύκαρπη ή η ακανθώδης), *M. lupulina* (Μ. η λουπουλίνα) και *M. arborea* (Μ. η δενδρώδης). Με εξαίρεση το πρώτο είδος που φέρει άνθη με κυανές ή κόκκινες αποχρώσεις, όλα τα άλλα έχουν άνθη κίτρινα με όλες τις αποχρώσεις του. Στην Ελλάδα έχουν προσδιοριστεί 23 είδη, από τα οποία 4 είναι πολυετή και 19 ετήσια. ***Medicago lupulina*** (Εικόνα 3.12) Ετήσιο, διετές ή πολυετές. Βλαστοί και φύλλα λεία, χνουδωτά ή αδενώδη. Παράφυλλα λογχοειδή, αέραια συνήθως τα ανώτερα, και με 1-3 ευρείς τριγωνικούς λοβούς τα κατώτερα. Φυλλάρια σχετικώς ευρέα με οδόντες στο κατώτερο μέρος. Άνθη κίτρινα σε βοτριώδεις ταξιανθίες πάνω σε κοινό ποδίσκο, που είναι μακρύτερος από το αντίστοιχο φύλλο. Λοβοί νεφροειδείς, χωρίς αγκάθια, μαύροι όταν ωριμάσουν. Ένας μόνο σπόρος σε κάθε λοβό, κίτρινος ή καστανός. Σε καλλιεργούμε-

³² Πηγή: Wikipedia -

https://en.wikipedia.org/wiki/Securigera_varia#/media/File:Pink_Flowers_Crown_Vetch_DSC_0076.JPG

³³ Πηγή: Wikipedia - https://it.wikipedia.org/wiki/Cytisus_villosus#/media/File:Cytisus_villosus_3.jpg

νους αγρούς και χέρσες εκτάσεις, αξιόλογο για βόσκηση, αποτελεί καλή τροφή για βοοειδή. ***Medicago sativa*** (Εικόνα 3.12) Πολυετής, 30-80 εκ., με ρίζα παχιά, αποξυλωμένη, βαθύτατη και βλαστό πολύκλαδο. Φυλλάρια αντωοειδή ή προμήκη οδοντωτά στην κορυφή. Παράφυλλα μακρώς οξέα, οδοντωτά στη βάση. Άνθη ιώδη ή κυανά. Καρπός χέδρωπας, λείος ή χνουδωτός με 2-3 σπείρες και σπέρματα πολλά ωοειδή. Η κτηνοτροφική αξία του βασίζεται κυρίως στη σημαντική περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνη. Πολύ πλουσιότερα είναι τα φύλλα και οι ταξιανθίες. Από τα σημαντικότερα χορτοδοτικά, η ποιότητα όμως του χόρτου (σανού) δεν εξαρτάται μόνο από την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη αλλά και από το πάχος των βλαστών, της διάπλωσης (κούφιοι ή πλήρεις) και από το πλήθος των δευτερογενών διακλαδώσεων. Πιστεύεται ότι κατάγεται από τη Μηδία της Μ. Ασίας. Στην Ελλάδα εισήχθηκε κατά τους ελληνοπερσικούς πολέμους.



Εικόνα 3.11 *Genista acanthoclada*³⁴ (αριστερά), *Lathyrus sativus*³⁵ (κέντρο), *Lotus corniculatus*³⁶ (δεξιά).



Εικόνα 3.12 *Medicago lupulina*³⁷ (αριστερά), *Medicago sativa*³⁸ (δεξιά).

***Melilotus officinalis* (L.) Pall. (Εικόνα 3.13)**

Διετές, 80-250 εκ. Άνθη κίτρινα, εύοσμα. Χέδρωπας κρεμαστός, ωοειδής. Σε πλούσια και πτωχά εδάφη, χαμηλού μέχρι και ορεινού υψομέτρου. Θεωρείται ως νομευτικό και φαρμακευτικό είδος, πολύ ανθεκτικό σε ξηρασία και ψύχος. Με ευρεία προσαρμοστικότητα, μπορεί να ευδοκιμήσει σε αλατούχα εδάφη. Ενδείκνυται

³⁴ Πηγή: Wikipedia - https://fr.wikipedia.org/wiki/Genista_acanthoclada#/media/File:Genista_acanthoclada_B.jpg

³⁵ Πηγή: Wikipedia -

https://en.wikipedia.org/wiki/Lathyrus_sativus#/media/File:Lathyrus_sativus_flowers_Bangladesh_cropped.JPG

³⁶ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Lotus_corniculatus#/media/File:Lotus_corniculatus10.JPG

³⁷ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Medicago_lupulina#/media/File:MedicagoLupulina02.jpg

³⁸ Πηγή: Wikipedia - <https://en.wikipedia.org/wiki/Alfalfa#/media/File:Medicago-sativa-flowers.jpg>

σε μίγματα για αναχλωάσεις επικλινών εδαφών για την προστασία τους από τη διάβρωση, καθώς και στη μερική αξιοποίηση των αλατούχων περιοχών. Θεωρείται κατεξοχήν μελισσοτροφικό φυτό.

Γένος: *Ornithopus* L.

Ετήσιο, φυλλώδες με πολλά κλαδιά και μίσχους έως 50 εκ. που αναπτύσσονται στο έδαφος. Φύλλα πτερωτά, περιττόληκτα, με φυλλάρια ακέραια. Φύλλα σε σχήμα φτέρης με ακανόνιστα άκρα οδοντωτά, από 9-18 ζεύγη μικρών φύλλων, το τελευταίο φύλλο είναι μεγαλύτερο από 1 εκ. Άνθη σε ταξιανθίες από 1-5, κίτρινα, ή ρόδινα, μικρά, με φυλλώδεις ιστούς γύρω τους που αναπτύσσονται μέσα στα φύλλα από όπου και ξεπετάγεται ο μίσχος. Χέδρωπας γραμμοειδής, πεπλατυσμένος, τοξοειδώς κυρτός. Ορισμένα είδη του γένους είναι: *O. pinatus*, *O. Compressus* (Εικόνα 3.13).

Vicia sativa L. (Εικόνα 3.13)

Ετήσιο, με άνθη ιώχρωμα ως πορφυρόχρωμα. Φύλλα πτερωτά, αρτιόληκτα, που καταλήγουν σχεδόν πάντα σε απλή ή διακλαδισμένη έλικα. Κάλυκας σωληνοειδής ή κωδωνοειδής με 5 οδόντες ίσους ή άνισους. Χέδρωπας πάντα προμήκης και γραμμοειδής. Καλλιεργείται σε όλες σχεδόν τις χώρες σε Ευρώπης, Δ. Ασία, Β. Αφρική και άλλες περιοχές εύκρατου κλίματος. Στην Ελλάδα καλλιεργείται για την παραγωγή σανού και καρπού. Προσαρμόζεται σε ποικίλες εδαφοκλιματικές συνθήκες. Αντέχει λιγότερο ή περισσότερο στο ψύχος, ανάλογα με την ποικιλία του. Σπέρνεται αμιγώς το φθινόπωρο ή και την άνοιξη, αν οι παγετοί το χειμώνα είναι πολύ πιθανοί. Επιπλέον, η σπορά του μπορεί να γίνεται σε συνδυασμό με βρώμη, ή κριθάρι. Άλλα είδη του γένους είναι *V. ervillia*, *V. faba*.



Εικόνα 3.13 *Melilotus officinalis*³⁹ (αριστερά), *Ornithopus compressus*⁴⁰ (κέντρο), *Vicia sativa*⁴¹ (δεξιά).

Γένος: *Trifolium* L.

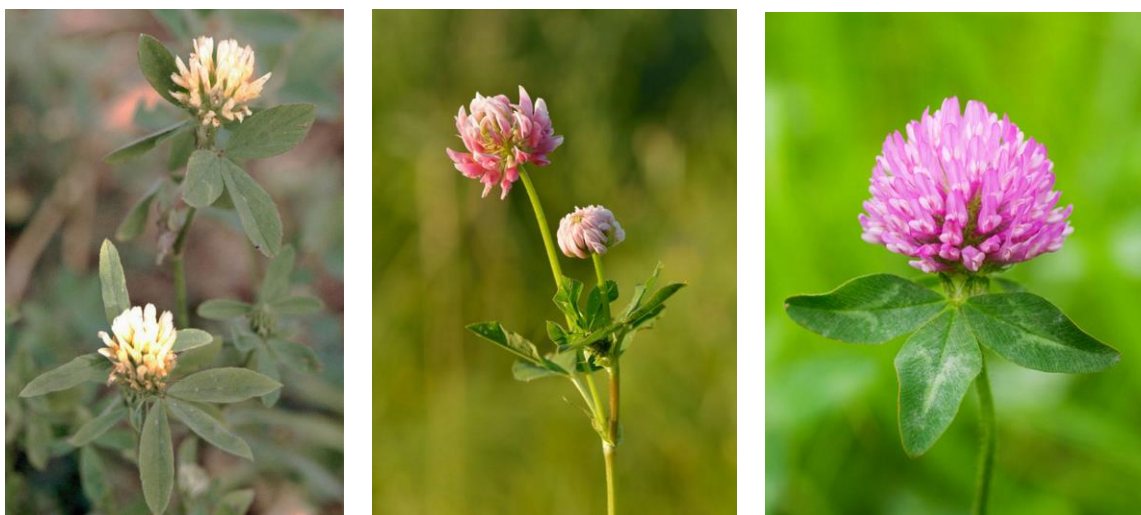
Περιλαμβάνει ετήσιους ή πολυετείς πόες, χαμηλού συνήθως ύψους, με 3 παλαμοειδή φύλλα (σπανίως με 5-7), με φυλλάρια ακέραια και οδοντωτά. Άνθη ερυθρά ή ρόδινα, λευκά ή κίτρινα κατά κεφάλια, σπανίως μονήρη. Χέδρωπας έγκλειστος στον κάλυκα ή στη στεφάνη, μικρός, ωοειδής ή προμήκης ή σπάνια ευθύς. Πολύτιμα από γεωργική άποψη φυτά, κτηνοτροφικά, νομευτικά, βελτιωτικά του εδάφους και μελιγόνα. Είναι γνωστό με πολλά είδη, περίπου 250. Στην ελληνική χλωρίδα έχουν αναφερθεί 108 taxa *Trifolium* (100 είδη και υποείδη) (Vrahnakis et al., 2006), ενώ καλλιεργούνται τα *T. pretense*, *T. repens*, *T. alexandrinum* και *T. resupinatum* κυρίως σε αμεινισπορά με σιτηρά με αξιόλογη παραγωγή. ***Trifolium alexandrinum*** (Εικόνα 3.14) Ετήσιο με βλαστούς όρθιους και άνθη λευκοκίτρινα. Κατάγεται από την Αίγυπτο, όπου αποτελεί το κυριότερο νομευτικό φυτό για τη διατροφή βοοειδών, ιπποειδών και καμηλών. Σήμερα καλλιεργείται και στις άλλες μεσογειακές χώρες καθώς και στην Ινδία. Τις τελευταίες δεκαετίες έκανε την εμφάνισή του και στις πεδιάδες της κεντρικής Ευρώπης, ακόμη και στην ορεινή Ελβετία. Καλλιεργείται σε πολλές ποικιλίες, οι οποίες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με το αν συγκομίζονται μία ή περισσότερες φορές το χρόνο. Οι ποικιλίες που

³⁹ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Melilotus_officinalis#/media/File:20140613Melilotus_officinalis.jpg

⁴⁰ Πηγή: Wikipedia - https://es.wikipedia.org/wiki/Ornithopus_compressus#/media/File:Ku%C5%9Faya%C4%9F%C4%B1.JPG

⁴¹ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Vicia_sativa#/media/File:Vicia_April_2008-1.jpg

προτιμώνται είναι εκείνες της δεύτερης κατηγορίας, γιατί είναι πιο παραγωγικές. Προσαρμόζεται και ευδοκίμει σε ποικίλα εδάφη (πυριτικά, αργιλώδη, αργιλοασβεστώδη κ.ά.), ισόπεδα ή επικλινή, αρκεί να είναι σχετικά βαθιά και να κρατούν υγρασία. Ευπαθές στο ψύχος. Άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης 12-25°C, ωστόσο σε χώρες με ήπιο χειμώνα, όπως η Ελλάδα δίνει και χειμερινή παραγωγή. Απαιτεί υγρασία εδάφους για να αναπτυχθεί. Παρόλα αυτά, θεωρείται σχετικά ανθεκτικό στην ξηρασία. Μπορεί να χορηγείται κυρίως σε βοοειδή και αιγοπρόβατα, ως χλωρό χόρτο, σανός ή ενσίρωμα. Επίσης, βόσκειται ιδιαίτερα από αρνιά που απογαλακτίστηκαν, επειδή δεν αντέχει πολύ στα πατήματα βαρυσσώμων ζώων. ***Trifolium hybridum*** (Εικόνα 3.14) Πολυετές (διετές ως τριετές) με όρθιους βλαστούς και άνθη λευκά ή λευκορόδινα. Από χαμηλό υψόμετρο μέχρι 2000 μ. Κατάγεται από τον Ευρωπαϊκό Καύκασο και την Αλγερία. Ανθεκτικό σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες, αναβλαστάνει νωρίς την άνοιξη. Μπορεί και αναπτύσσεται σε ορεινά εδάφη με υπερβολική υγρασία και με σχετικά χαμηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο, που εμποδίζουν την ανάπτυξη του *T. pratense*. Δεν είναι προσαρμοσμένο σε ελαφρά και ξηρά εδάφη χαμηλών περιοχών. Συγκαλλιεργείται συνήθως με το *Phleum pratense* ή το *Dactylis glomerata*, για τη δημιουργία τεχνητών λειμώνων προς βόσκηση. Σπέρνεται φθινόπωρο ή άνοιξη μετά από καλή προετοιμασία τους εδάφους. Σε αμιγή σπορά προορίζεται για την παραγωγή σανού, οπότε πρέπει να συγκομίζεται στο στάδιο της πλήρους άνθησης. Ο σανός του μπορεί να χορηγείται σε όλα τα φυτοφάγα ζώα και θεωρείται πολύ ελκυστικός. ***Trifolium pratense*** (Εικόνα 3.14) Διετές ή το πολύ τριετές, βαθύρριζο, με βλαστό τριχωτό, όρθιο με φύλλα αντίθετα, σχεδόν επιφυή και φυλλάρια ωοειδή ή ελλειψοειδή. Άνθη ροδόχρωμα ή πορφυρόχρωμα, σε πολλές ποικιλίες που είναι δυνατό να καταταχθούν σε δύο ομάδες. Στην πρώτη ομάδα ανήκουν οι ποικιλίες που καλλιεργούνται αμιγώς και συνήθως συγκομίζονται με σκοπό να χορηγούνται στα ζώα με τη μορφή χλωρού χόρτου, σανού ή ενσιρώματος. Στη δεύτερη ομάδα υπάγονται οι ποικιλίες για τη δημιουργία τεχνητών λειμώνων βραχείας διάρκειας, εφόσον υπάρχει επαρκής υγρασία και συνδυάζονται συχνά με *Lolium* spp. Κατάγεται από την Ευρώπη, την Α. Ασία και τη Β. Αφρική. Ανθεκτικό σε χαμηλές θερμοκρασίες και σε χώρες με εύκρατο κλίμα μπορεί να αναπτύσσεται και στους χειμερινούς μήνες, όταν η μηδική βρίσκεται σε χειμώνα νάρκη. Απαιτεί όμως υγρασία εδάφους για να αναπτυχθεί σε ξηρική καλλιέργεια, διαφορετικά πρέπει να ποτίζεται. Σε αντίθεση με τη μηδική, είναι ευαίσθητο στις υψηλές θερμοκρασίες. ***Trifolium repens*** (Εικόνα 3.15) Πολυετές (διετές ή τριετές), λείο, κατακείμενο, 10-50 εκ. Η ικανότητα του να ριζοβολεί από τα γόνατα των βλαστών του (στόλωνες), που έρπουν στο έδαφος, ενισχύει τη μακροβιότητα του. Φυλλάρια αντωοειδή, με λευκούς μαρμαρυγισμούς, οδοντωτά. Απαντάται σε Ευρώπη, Μ. Ασία, Αλγερία και σε χώρες με εύκρατο κλίμα. Σε όλους σχεδόν τους τύπους εδάφους, με σχετικά μικρή αντοχή σε ξηρασία και δριμύ ψύχος. Αντέχει σε υγρά ή μετρίως όξινα εδάφη. Οι εδαφοκλιματικές απαιτήσεις του επιτρέπουν να συνδυάζεται με οποιοδήποτε σχεδόν αγρωστώδες λειμώνιο φυτό για τη δημιουργία τεχνητών λειμώνων μέσης διάρκειας και θεωρείται το καταλληλότερο γι' αυτό το σκοπό. Ανθεκτικό στη βόσκηση και στα πατήματα των ζώων. Η απόδοση του όπως άλλωστε και όλων των ψυχανθών, ευνοείται με τη χρήση ασβεστούχων και φώσφορο-καλιούχων λιπασμάτων. ***Trifolium subterraneum*** (Εικόνα 3.15) Ετήσιο, 5-25 εκ. με βλαστούς που έρπουν στο έδαφος. Άνθη λευκά, που μπορεί να φέρουν λίγο ή πολύ λευκορόδινες γραμμώσεις. Ο σπόρος διαμορφώνεται μέσα σε κεφαλές, οι οποίες ευνοούν τη διείσδυση του στο έδαφος και έτσι συντελούν στην αυτοσπορά του φυτού. Προσαρμόζεται και ευδοκίμει λίγο ή πολύ σε όλα σχεδόν τα εδάφη, ωστόσο τα μέτριας σύστασης εδάφη είναι τα πιο κατάλληλα. Σε περιοχές με ικανοποιητικό βροχομετρικό ύψος (γύρω στα 600 χιλ.), αντέχει σε χαμηλές θερμοκρασίες. Σε χώρες που έχουν ήπιους χειμώνες και ξηρά καλοκαίρια. Κατάγεται από τις μεσογειακές χώρες, ωστόσο σε αυτές ελάχιστα καλλιεργείται. Διαδόθηκε όμως στην Αυστραλία, όπου χρησιμοποιείται ως λειμώνιο και έχει σημαντικά βελτιώσει τους λειμώνες της. Μολονότι ετήσιο, επειδή έχει την ικανότητα να αυτοσπέρνεται (self-reseeding), παράγει έτσι πολυετείς καλλιέργειες και δεν χρειάζεται ουσιαστικά η επαναφορά του. Σπέρνεται αμιγώς ή σε συνδυασμό με αγρωστώδες για παραγωγή σανού ή βόσκηση κυρίως από πρόβατα. Περιέχει σε σχετικά υψηλή συγκέντρωση γενιστεΐνη, μία ουσία με οιστρογόνο δράση που μπορεί να προκαλέσει διαταραχές του οιστρικού κύκλου των προβατίνων έως και στειρότητα. Επίσης, σε μίγματα τεχνητών λειμώνων με *Lolium multiflorum* ή *Secale cereale* θεωρείται άριστο μελισσοτροφικό φυτό.



Εικόνα 3.14 *Trifolium alexandrinum*⁴² (αριστερά), *Trifolium hybridum*⁴³ (κέντρο), *Trifolium pratense*⁴⁴ (δεξιά).



Εικόνα 3.15 *Trifolium repens*⁴⁵ (αριστερά), *Trifolium subterraneum*⁴⁶ (δεξιά).

3.3 Άλλες πλατύφυλλες πόες

***Achillea millefolium* L.** (Εικόνα 3.16)

Πολυετής Compositae, ημικρυπτόφυτο, ευρασιατικό, σχηματίζει ομώνυμο ταξινομικό group. Βλαστός 8-60 εκ. Φύλλα γραμμοειδή ή λογχοειδή, δις πτερωτά με πολυάριθμα τμήματα διατεταγμένα προς όλες τις κατευθύνσεις και όχι σε ένα επίπεδο. Κεφάλια πολυάριθμα σε συμπαγείς κόρυμβους. Αχαίνια πιεσμένα επιμήκως ωοειδή, χωρίς πάππο. Στην Ελλάδα αναφέρονται τουλάχιστον 47 taxa του γένους, όπως *A. chrysocoma*, *A. clypeolata*, *A. grandifolia*, κ.ά. Σε ορεινά και πεδινά λιβάδια στην ηπειρωτική χερσόνησο. Λαϊλιάς, Χορτιάτης κ.α.

⁴² Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Trifolium_alexandrinum#/media/File:Trifolium_alexandrinum_eF.jpg

⁴³ Πηγή: Wikipedia - [https://en.wikipedia.org/wiki/Trifolium_hybridum#/media/File:Trifolium_hybridum_-_roosa_\(roots\)_ristik.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Trifolium_hybridum#/media/File:Trifolium_hybridum_-_roosa_(roots)_ristik.jpg)

⁴⁴ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Trifolium_pratense#/media/File:Trifolium_pratense_0522.jpg

⁴⁵ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Trifolium_repens#/media/File:Starr_070313-5645_Trifolium_repens.jpg

⁴⁶ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Trifolium_subterraneum#/media/File:Trifoliumsubterraneum.jpg

***Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. (Εικόνα 3.16)**

Ετήσιο Cruciferae, ημικρυπτόφυτο, σε κάποιες περιοχές ως θερόφυτο, ευρασιατικό, μεσογειακό. Φύλλα οδοντωτά ή πτεροσχιδή. Ανώτερα φύλλα γραμμοειδή, ημιπεριβλαστα. Άνθη λευκά ή ροδιζόντα σε βότρυ. Καρπός κεράτιο ως 10 χιλ. με σφηνοειδή βάση. Σε όλα τα εδάφη, μέχρι τα 2300 μ. Σε όλη την Ευρώπη, Χαλκιδική, Λαϊλία, Όλυμπο και νησιά των Κυκλάδων. Ως τροφή (με τους καρπούς) σε μικρά πτηνά. Στην Ελλάδα αναφέρεται και το *C. grandiflora*.

***Erodium cicutarium* (L.) L'Hér. ex Aiton (Εικόνα 3.16)**

Ετήσιο Geraniaceae, θερόφυτο, σε κάποιες περιοχές ως ημικρυπτόφυτο, μεσογειακό, ευρασιατικό. Βλαστός τριχωτός. Φύλλα πτερωτά, φυλλάρια διαιρεμένα. Άνθη ρόδινα, ερυθρά ή λευκά σε σκιάδια ανά 2-12. Περικάρπια τριχωτά, με ράμφος 1-7 εκ. Σε καλλιεργημένα εδάφη, σε αμμώδεις και πετρώδεις περιοχές. Ευρέως διαδεδομένο (Κασσάνδρα, Όλυμπος, Πόρος κ.α.). Στην Ελλάδα αναφέρονται τουλάχιστον 20 taxa του γένους, όπως *E. laciniatum*, *E. botrys* κ.ά.



Εικόνα 3.16 *Achillea millefolium*⁴⁷ (αριστερά), *Capsella bursa-pastoris*⁴⁸ (κέντρο), *Erodium cicutarium*⁴⁹ (δεξιά).

***Hieracium pilosella* L. (Εικόνα 3.17)**

Πολυετές Compositae, ημικρυπτόφυτο, ευρασιατικό, με πολυάριθμους στόλωνες. Ο βλαστός (5-30 εκ.) καταλήγει σε κεφάλιο με ανθύλλια που φέρουν κίτρινο γλωσσίδιο. Φύλλα λογχοειδή ή ελλειψοειδή, σχηματίζουν ροζέτα, με απλές πολυάριθμες τρίχες και στις δύο επιφάνειες, καθώς και στις παρυφές τους, η κάτω επιφάνειά καλύπτεται επίσης από αστεροειδείς τρίχες. Τα αχάινια με πάππο. Άνθιση Μάιο-Οκτώβριο. Σε ξηρά πευκοδάση, δασικά διάκενα και θαμνολόβαδα, σε ποολίβαδα και γενικά σε βοσκότοπους. Είδος στέπα, σε ερημικές θέσεις, σε εκτάσεις με σωρούς λίθων ή βράχων. Ιδιαίτερα σε ξηρά, άγονα, αμμώδη εδάφη, όλων των υψομέτρων. Στην Ελλάδα αναφέρονται τουλάχιστον 132 taxa του γένους, όπως *H. bifidum*, *H. mororum*, *H. palidum* κ.ά.

***Potentilla recta* L. (Εικόνα 3.17)**

Πολυετές Rosaceae, ημικρυπτόφυτο. Βλαστοί τριχωτοί, 10-70 εκ. Φύλλα παλαμοειδή, με 5-7 επιμήκως ωοειδή φυλλάρια, παρυφές οδοντωτές. Άνθη κίτρινα σε αραιές κυματοειδείς ταξιανθίες. Καρπίδια με μεμβρανώδες κοπτερό πτερύγιο. Μέχρι τα 700 μ. Απαντάται στη μεσημβρινή περιοχή της Ευρώπης, σε κεντρική Ρωσία, Ν.Δ. Ασία και Αλγερία. Στην Ελλάδα αναφέρονται τουλάχιστον 32 taxa του γένους, όπως *P. reptans*, *P. argentea*, *P. geoides* κ.ά.

⁴⁷ Πηγή: Wikipedia -

[https://en.wikipedia.org/wiki/Achillea_millefolium#/media/File:Yarrow_\(Achillea_millefolium\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Achillea_millefolium#/media/File:Yarrow_(Achillea_millefolium).jpg)

⁴⁸ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Capsella_bursa-pastoris#/media/File:Capsella_bursa-pastoris.JPG

⁴⁹ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Erodium_cicutarium#/media/File:Erodium_cicutarium_Negev.JPG

Sanguisorba minor Scop. (Εικόνα 3.17)

Πολυετής Rosaceae, ημικρυπτόφυτο, ευρασιατικό και μεσογειακό είδος. Με ρόδακα στη βάση και σύνθετα περιττόλκιτα φύλλα, από 3-12 ζεύγη κυκλικών ή ωοειδών φυλλαρίων καρδιοειδή στη βάση τους, με πριονωτές παρυφές. Άνθη επάκρια, σχηματίζουν ωοειδή κεφάλια. Σπέρματα σε αχαίνια. Σε ξηρά χλοώδεις ή πετρώδεις θέσεις. Ευρέως διαδεδομένο σε ηπειρωτική Ελλάδα, νησιά Α. Αιγαίου, Κρήτη. Στην Ελλάδα αναφέρονται τουλάχιστον 6 taxa του γένους, όπως *S. cretica* και *S. officinalis*, ενώ το είδος εμφανίζεται με 3 υποείδη (ssp. *minor*, ssp. *magnolii*, ssp. *muricata*).



Εικόνα 3.17 *Hieracium pilosella*⁵⁰ (αριστερά), *Potentilla recta*⁵¹ (κέντρο), *Sanguisorba minor*⁵² (δεξιά).

Taraxacum officinale F.H. Wigg (Εικόνα 3.18)

Πολυετής Compositae, ημικρυπτόφυτο, ευρασιατικό. Βλαστός τριχωτός, 5-40 εκ. Φύλλα σε ρόδακα, βαθιά πτερόλοβα ή πτεροσχιδή με τμήματα λίγο ως πολύ τριγωνικά. Κεφάλια με ανθύλλια που φέρουν κίτρινο γλωσσίδιο. Αχαίνια σε πάππο από πολλές σειρές άσπρων τριχών. Πολύ κοινό, σχηματίζει δικό του section (*Taraxacum*) και group (*T. officinale* group). Στην Ελλάδα το γένος εκπροσωπείται από τουλάχιστον 50 taxa, όπως *T. bythinicum*, *T. hoppeanum* κ.ά.

Teucrium polium L. (Εικόνα 3.18)

Νανώδης θάμνος Labiatae, 15-40 εκ. Βλαστοί τριχωτοί με φύλλα επιφυή, γραμμοειδώς λογχοειδή, πριονωτά προς τα πάνω. Άνθη λευκά (σπάνια πορφυρά) σε ακραία κωνικά κεφάλια. Σε ξηρά μέρη και ηλιόλουστους βράχους, σε Όλυμπο, Αττική, Πόρο, Σύρο, Κίμωλο, Μυτιλήνη. Ευρέως διαδεδομένο. Στην Ελλάδα το γένος εκπροσωπείται από τουλάχιστον 34 taxa, όπως *T. chamaedrys*, *T. divaricatum*, *T. scordium* κ.ά.

Thymus sibthorpii Benth. (Εικόνα 3.18)

Πολυετής Labiatae, χαμαίφυτο, ημικρυπτόφυτο, βαλκανικό. Βλαστοί τριχωτοί ανθοφόροι, 10-20 εκ., αποξυλωμένοι στη βάση. Φύλλα με μικρό μίσχο, ελλειπτικώς λογχοειδή και βλεφαριδωτά στη βάση. Άνθη ανοιχτά ροζ ή κόκκινα, κάλυκας κωδονοειδής με τριγωνικές ως λογχοειδείς βλεφαριδωτές οδοντώσεις. Ευρέως διαδεδομένο στην ηπειρωτική χερσόνησο. Στο Χορτιάτη αναφέρονται τρεις ποικιλίες του: var. *hayekii*, var. *hirtiformis*, και var. *sibthorpii*. Στην Ελλάδα το γένος εκπροσωπείται από τουλάχιστον 46 taxa, όπως *Th. longicaulis*, *Th. leucotrichus*, *Th. striatus* κ.ά.

3.4 Κτηνοτροφικοί θάμνοι και δένδρα

Gleditsia triacanthos L. (Εικόνα 3.19)

Κτηνοτροφικό δένδρο, χρησιμοποιείται κυρίως για τους καρπούς του (χέδρωπες). Η αυξητική του συμπεριφορά και η απόδοσή του επηρεάζεται άμεσα από τον τύπο εδάφους και τον ανταγωνισμό. Βαθιά εδάφη με υψηλή υδατοχωρητικότητα προτιμώνται έναντι των αμμωδών. Επίσης, ο ανταγωνισμός της παρεδαφιαίας βλάστησης μπορεί να επηρεάσει την αύξηση των δένδρων και την παραγωγή καρπών. Πάντως, εκτός από αυτούς τους παράγοντες, η παραγωγή καρπών μεταβάλλεται μεταξύ των ποικιλιών και μεταξύ των ετών (η παραγωγή φαίνεται να παρουσιάζει μέγιστο ανά δύο χρόνια). Σε φυτεία με 400 εμβολιασμένα δένδρα *Gleditsia*, ηλικίας 4-5 ετών, που ανήκαν σε 17 διαφορετικές ποικιλίες, η παραγωγή καρπών ποίκιλε από 0 έως

⁵⁰ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Hieracium_pilosella#/media/File:Hieracium_pilosella_plant.jpg

⁵¹ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Potentilla_recta#/media/File:Potentilla_recta_a1.jpg

⁵² Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Sanguisorba_minor#/media/File:Sanguisorba_minor0.jpg

376 kg/ha, ενώ τουλάχιστον 4 ποικιλίες είχαν παραγωγή καρπών πάνω από 200 kg/ha. Η παραγωγή αυξανόταν με την αύξηση της ηλικίας. Η υψηλή αξία της παραγωγής έγκειται στο ότι οι καρποί είναι διαθέσιμοι κατά τους χειμερινούς μήνες, όταν η αύξηση και η παραγωγή της ποώδους βλαστήσεως είναι πολύ χαμηλή. Οι καρποί καταναλώνονται κυρίως από πρόβατα στα οποία αναφέρθηκε ημερήσια αύξηση του σωματικού τους βάρους περίπου 178 g/ζώο. Η αύξηση αποδίδεται στην κατάλληλη χημική σύσταση και στην υψηλή βιοδιασπαστικότητα (περίπου 70%) των χημικών συστατικών των καρπών. Σε συνηθισμένη διαίτα οι καρποί μπορούν να συμβάλλουν από 25-50% στην ημερήσια οργανική ουσία που παρέχεται στα πρόβατα. Από την άλλη, με στόχο την επίτευξη αποτελεσματικής χρήσης των καρπών θα πρέπει να διατίθενται φρέσκοι από τα δένδρα και να μην καταναλώνονται κατακείμενοι. Οι ποικιλίες με μαλακούς σπόρους πρέπει να χρησιμοποιούνται σε μίξη με χονδροειδή τροφή.



Εικόνα 3.18 *Taraxacum officinale*⁵³ (αριστερά), *Teucrium polium*⁵⁴ (κέντρο), *Thymus sibthorpii*⁵⁵ (δεξιά).

***Medicago arborea* L. (Εικόνα 3.19)**

Υψηλής γευστικότητας ψυχρόβιος κτηνοτροφικός θάμνος. Βόσκεται κυρίως το φύλλωμα. Έχει υψηλή ευαισθησία σε χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι πέφτει σε λήθαργο. Εξαιρεση αποτελούν προελεύσεις από την Αττική και το Αιγαίο με αντοχή στο ψύχος, ενώ το καλοκαίρι διατηρούν τα φύλλα τους περισσότερο πράσινα έναντι των άλλων προελεύσεων της Μεσογείου. Η εγκατάστασή της γίνεται με απευθείας σπορά, άρα έχει μειωμένο κόστος εγκατάστασης έναντι του παραδοσιακού τρόπου (πλαστικές θήκες). Το μόνο πρόβλημα είναι οι πιθανές ζημιές που μπορεί να δημιουργήσουν στα αρτίφυτα τρωκτικά και λαγοί. Τα φυτά που δεν έχουν συμπληρώσει το 3^ο έτος θα πρέπει να αποφεύγεται να βόσκονται από αγελάδες, ιδιαίτερα όταν εγκαθίστανται σε φτωχά εδάφη, καθώς η αύξησή τους δεν θεωρείται ικανή και μπορεί να καταστραφούν. Στην περίπτωση αυτή προτιμάται ελαφριά βόσκηση από πρόβατα. Παρουσιάζει υψηλή θετική συσχέτιση των αυξητικών χαρακτηριστικών (ύψος φυτού, διάμετρος κόμης) και της βοσκήσιμης ύλης, έτσι διευκολύνεται ο υπολογισμός βοσκήσιμης ύλης με μη καταστρεπτικές μεθόδους.

***Morus alba* L. (Εικόνα 3.20)**

Πρόκειται για υψηλής παραγωγικότητας και γευστικότητας ψυχρόβιο κτηνοτροφικό δένδρο. Βόσκεται κυρίως το φύλλωμα. Η ιαπωνική ποικιλία kokuso 21 προτείνεται να χρησιμοποιείται για εγκατάσταση φυτειών. Το μέσο ύψος των φυτών της ποικιλίας δεν ξεπερνά το 1,60 μ., που είναι ιδανικό για βόσκηση από πρόβατα. Η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης της ποικιλίας αυξάνει με την ηλικία του φυτού, επηρεάζεται όμως από τη διάρκεια της ξηρής περιόδου. Η επίδραση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική σε φυτά που το φύλλωμά τους έχει βοσκηθεί. Η αύξηση και η παραγωγικότητα της ποικιλίας εξαρτώνται από το χρόνο εγκατάστασης, την ένταση αποφύλλωσης (βόσκησης) και τη μέθοδο κοπής του θάμνου στο τέλος της αυξητικής περιόδου. Έχουν αναπτυχθεί εξισώσεις παλινδρόμησης αυξητικών παραμέτρων και παραγωγής βοσκήσιμης ύλης (δηλ. χωρίς τη χρήση καταστρεπτικών μεθόδων).

⁵³ Πηγή: Wikipedia -

[https://en.wikipedia.org/wiki/Taraxacum_officinale#/media/File:Taraxacum_officinale_\(Slovenia\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Taraxacum_officinale#/media/File:Taraxacum_officinale_(Slovenia).jpg)

⁵⁴ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Teucrium_polium#/media/File:Teucrium_capitatum2006.jpg

⁵⁵ Πηγή: Wikipedia - https://de.wikipedia.org/wiki/Thymus_sibthorpii#/media/File:Thymus_sibthorpii_-_Botanischer_Garten_der_Universit%C3%A4t_W%C3%BCrzburg.JPG



Εικόνα 3.19 *Gleditsia triacanthos*⁵⁶ (αριστερά), *Medicago arborea*⁵⁷ (δεξιά).

***Robinia pseudoacacia* L. (Εικόνα 3.20)**

Είναι το πιο παραγωγικό είδος σε σχέση με τους υπόλοιπους ΚΘΔ που αναπτύσσονται στο ίδιο περιβάλλον. Βόσκεται κυρίως το φύλλωμα παρά οι χέδρωπές του. Για αυτό προτιμάται η διατήρηση της θαμνώδους μορφής έναντι της δενδρώδους. Ο βλαστικός πολλαπλασιασμός και η εγκατάσταση γίνεται ευκολότερη (οικονομικότερη και επιτυχέστερη) με πράσινους αποκοπτόμενους βλαστούς (ή κλαδιά) παρά αποξηλωμένους. Παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση των αυξητικών παραμέτρων (ύψος και διάμετρος), της φαινολογίας και της εμφάνισης αγκαθιών (μη επιθυμητό χαρακτηριστικό) στο βλαστό. Σχετικά λίγα άτομα παρουσιάζουν μεγάλη εμφάνιση ισχυρών αγκαθιών. Κλώνοι με λίγα αγκάθια θεωρούνται κατάλληλοι για να βοσκηθούν (από πρόβατα). Η εμφάνιση αγκαθιών και η φυλλοβρίθεια (ειδικότερα ο αριθμός φυλλαρίων ανά φύλλο) σχετίζονται με την παραγωγικότητά και την αξία της βοσκήσιμης ύλης. Οι ελληνικές προελεύσεις είναι υψηλής αξίας. Έχει υψηλή προσαρμογή (υψηλή στοματική αντίσταση) σε ξηροθερμικές συνθήκες. Η ποιότητα βοσκήσιμης ύλης (φύλλωμα) είναι από τις υψηλότερες μεταξύ των υπολοίπων ΚΘΔ. Έχει υψηλή βοσκησιμότητα από τις αίγες, ιδιαίτερα το καλοκαίρι.



Εικόνα 3.20 *Morus alba*⁵⁸ (αριστερά), *Robinia pseudoacacia*⁵⁹ (δεξιά).

⁵⁶ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Honey_locust#/media/File:2014-10-11_12_49_16_Honey_Locust_foliage_during_autumn_in_Elko,_Nevada.JPG

⁵⁷ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Medicago_arborea#/media/File:Medicago_arborea1.jpg
https://en.wikipedia.org/wiki/Medicago_arborea#/media/File:Medicago_arborea1.jpg

⁵⁸ Πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Morus_alba#/media/File:Morus_alba_-_Tehran.JPG

⁵⁹ Πηγή: Wikipedia - <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/86/Robina9146.JPG>

Παράλληλα κείμενα

Fotiadis G., M.S. Vrahnakis, Th. Merou and K. Vidakis. 2010. Ecology, chorology and commonness of the *Trifolium* taxa in Greece. *Feddes Repertorium*, 121(1-2):66-80.

Vrahnakis M.S., G. Fotiadis, Th. Merou and S. Plastargia. 2006. Genus *Trifolium* L. in Greece: distributional aspects and life traits. *Grassland Science in Europe*, 11:321-323.

Σχετικοί δικτυακοί τόποι

- Δικτυακός τόπος της Feedipedia (FAO, INRA, CIRAD, AFZ) για τη *Dactylis glomerata*
<http://www.feedipedia.org/node/466>
- Δικτυακό άρθρο των L. Watson και M.J. Dallwitz για το γένος *Festuca*
<http://delta-intkey.com/grass/www/festuca.htm>
- Δικτυακό άρθρο του J. Frame για τη *Medicago sativa* σε ιστοσελίδα του FAO
<http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/gbase/data/pf000346.htm>
- Open access άρθρο για τον τρόπο αποτίμησης υποείδους υπόγειου τριφυλλιού στην Αυστραλία
<http://www.regional.org.au/au/asa/1998/1/048dekoning.htm>
- Open access άρθρο για τη χρήση κτηνοτροφικών δένδρων και θάμνων στην Αυστραλία
http://www.grahamandrews.com/fodder_trees.html

Βιβλιογραφία

- LeHouérou, H.N. (1993). Environmental aspects of fodder trees and shrubs plantation in the Mediterranean basin. In V.P. Papanastasis (Ed.), *Fodder trees and shrubs in the Mediterranean production systems: Objectives and expected results of the EC research contract* (pp. 11-34). Brussels: Commission of the European Communities.
- Nastis, A. (1993). Nutritive value of fodder shrubs. In V.P. Papanastasis (Ed.), *Fodder trees and shrubs in the Mediterranean production systems: Objectives and expected results of the EC research contract* (pp. 75-83). Brussels: Commission of the European Communities.
- Papanastasis, V. (1981). Species structure and productivity in grasslands of northern Greece. In N. Margaris & H.A. Mooney (Eds), *Components of productivity of Mediterranean-climate regions* (pp. 205-217). The Hague: Dr Junk Publ.
- Papanastasis, V.P. (1991). Ligneous fodder species in the Mediterranean pastoral systems. *Herba*, 8, 17-21.
- Papanastasis, V.P. (1993). Fodder trees and shrubs in the Mediterranean production systems: Objectives and expected results of the EC research project. In V.P. Papanastasis (Ed.), *Fodder trees and shrubs in the Mediterranean production systems: Objectives and expected results of the EC research contract* (pp. 3-8). Brussels: Commission of the European Communities.
- Tsiouvaras, C.N. (1993). Potential of fodder trees and shrubs for marginal lands in Greece. In V.P. Papanastasis (Ed.), *Fodder trees and shrubs in the Mediterranean production systems: Objectives and expected results of the EC research contract* (pp. 35-43). Brussels: Commission of the European Communities.
- Watson, L., Δαμανάκης, Μ. & Dallwitz, M.J. (1986). *Τα Γένη των αγρωστωδών της Ελλάδας. Περιγραφές, ταξινόμηση, κλείδες*. Ηράκλειο: Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Αθανασιάδης, Ν. (1985). *Δασική βοτανική. Συστηματική σπερματοφύτων*. Θεσσαλονίκη: Γιαχούδης – Γιαπούλης.
- Κούκουρα, Ζ. (2003). *Σπουδαιότερα λιβαδικά φυτά της Ελλάδας*. Θεσσαλονίκη: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΑΠΘ.
- Παπαναστάσης, Β. & Καραγιαννακίδου – Παπαδημητρίου, Κ. (1983). *Τα σπουδαιότερα αγρωστώδη των φυσικών λιβαδιών*. Αθήνα: Υπουργείο Γεωργίας.
- Σπάης, Α. (1997). *Ζωοτροφές και σιτηρέσια*. Θεσσαλονίκη: Σύγχρονη Παιδεία.

Κριτήρια αξιολόγησης

A. Δραστηριότητες διδακτικής ενότητας

1. Ποια είδη αγρωστωδών θα επιλέξω για την εγκατάσταση λειμώνων στα νότια παράλια της Κρήτης? Αιτιολογείστε (300 λέξεις)
2. Σε ξηρό ποολίβαδο των ορέων της Μακεδονίας ζητείται να γίνει βελτίωση της βλάστησης. Αναφέρατε ποια είδη αγρωστωδών μπορώ να επιλέξω. (300 λέξεις)
3. Αναφέρατε είδη αγρωστωδών κατάλληλα για σταθεροποίηση πρανών. Αιτιολογείστε (200 λέξεις)
4. Αναφέρατε είδη ψυχανθών κατάλληλα για χλοοτάπητα. Αιτιολογείστε (300 λέξεις)
5. Αναφέρατε είδη ψυχανθών κατάλληλα για λειμώνες. Αιτιολογείστε (300 λέξεις)
6. Ανατρέξτε σε πηγές και σχολιάστε την αξία των Labiatae (Lamiaceae) ως αρωματικά, μελισσοκομικά και φαρμακευτικά φυτά (500 λέξεις)
7. Τα είδη *Hieracium* θεωρούνται δείκτες υπερβόσκησης. Που αποδίδετε αυτό το χαρακτηριστικό; (100 λέξεις)
8. Σε ποιες περιπτώσεις θα προτεινάτε την εγκατάσταση δενδρόνων με μουριές; (200 λέξεις)

B. Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης

Σωστό ή λάθος	Επιλέξτε
Τα είδη <i>Aegilops</i> είναι δείκτες καλής λιβαδικής κατάστασης.	Σωστό
	Λάθος
Το <i>Arrhenatherum elatius</i> είναι ανεπιθύμητο για βόσκηση.	Σωστό
	Λάθος
Τα γονοσωμάτια δίνουν σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στα <i>Poa</i> .	Σωστό
	Λάθος
Η <i>Phalaris bulbosa</i> είναι επιθυμητό φυτό για βόσκηση.	Σωστό
	Λάθος
Τα <i>Cytisus</i> χρησιμοποιούνται σε βραχόκηπους.	Σωστό
	Λάθος
Η Ελλάδα αποτελεί κέντρο ενδημισμού για τα <i>Trifolium</i> .	Σωστό
	Λάθος
Η ποιότητα του σανού της <i>Medicago sativa</i> εξαρτάται μόνο από την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη.	Σωστό
	Λάθος
Τα είδη <i>Hieracium</i> σχηματίζουν στόλωνες.	Σωστό
	Λάθος
Ο ανταγωνισμός της παρεδαφιαίας βλάστησης μπορεί να επηρεάσει την αύξηση των δένδρων της <i>Gleditsia triacanthos</i> .	Σωστό
	Λάθος
Οι ελληνικές προελεύσεις της <i>Robinia pseudoacacia</i> είναι χαμηλής αξίας.	Σωστό
	Λάθος

Συμπληρώστε	Επιλέξτε
Στο γένος <i>Avena</i> περιλαμβάνονται	πολυετή ετήσια
Το <i>Briza media</i> βόσκεται κυρίως από	βοοειδή αίγες
Το <i>Bromus sterilis</i> είναι δείκτης κακής λιβαδικής κατάστασης, και σημάδι	υπερβόσκησης υποβόσκησης
Ποικιλίες του <i>Cynodon dactylon</i> χρησιμοποιούνται και αποκαταστά- σεις διαταραγμένων εκτάσεων.	σε φαρμακευτική για χλοοτάπητες
Το <i>Anthyllis vulneraria</i> είναι πολύτιμο για	βόσκηση. αναχλοάσεις.
Η ανάπτυξη του <i>Lotus corniculatus</i> είναι εξαιρετική σε λειμώνες	ξηρικούς ποτιστικούς
Το <i>Trifolium hybridum</i> συγκαλλιεργείται συνήθως με για τη δημιουρ- γία τεχνητών λειμώνων προς βόσκηση.	αγρωστώδη πλατ/λες πόες
Ο καρπός του <i>Achillea millefolium</i> είναι	χέδρωπας αχαίνιο
Οι καρποί της <i>Gleditsia triacanthos</i> θα πρέπει να μην καταναλώνονται	ιστάμενοι κατακείμενοι
Η εγκατάσταση της <i>Robinia pseudoacacia</i> γίνεται ευκολότερη με βλα- στούς.	αποκοπτόμενους αποξυλωμένους

Δ.Ε.4 Λιβαδικοί τύποι οικοτόπων

Τα ιδιαίτερα χλωριδικά στοιχεία των λιβαδιών συστήνουν συγκεκριμένους τύπους βλάστησης με μοναδικά χαρακτηριστικά, που ονομάζονται λιβαδικοί τύποι οικοτόπων. Σε συνάφεια με τα οικολογικά χαρακτηριστικά (κλιματικά, εδαφικά) οι τύποι αυτοί βλάστησης έχουν ιδιαίτερη θέση στη σύγχρονη αντίληψη της οικολογίας και διαχείρισης των λιβαδιών. Η περιγραφή, παρούσα κατάσταση και γεωγραφική εξάπλωση αυτών αποτελούν σκοπό αυτής της διδακτικής ενότητας.

Σύνοψη

Γίνεται διάκριση των όρων οικοθέση, ενδιαίτημα και οικότοπος. Παρουσιάζεται η έννοια του τύπου οικοτόπου (habitat type) στη σχετική ορολογία της Οδηγίας των οικοτόπων 92/43/ΕΟΚ και του Δικτύου Φύση 2000. Παρουσιάζονται οι κατηγορίες τύπων γης (τύπων οικοτόπων) στις οποίες εντάσσονται τα λιβάδια, κυρίως των φυσικών και ημιφυσικών σχηματισμών λειμώνων (λιβαδιών), στα οποία υπάγονται τα τυπικά ποολίβαδα, των σκληρόφυλλων θαμνώνων (matorral), στα οποία υπάγονται τα τυπικά θαμνολίβαδα και φρυγανολίβαδα και της κατηγορίας των δασών, στα οποία απαντώνται τα δασολίβαδα. Αναφέρονται τα σημαντικότερα οικολογικά χαρακτηριστικά των τύπων οικοτόπων, οι χλωριδικοί εκπρόσωποι, οι χρήσεις, οι απειλές, η κατάστασή τους, ο ρόλος της βόσκησης και η εξάπλωσή τους στα Natura 2000 sites.

Προαπαιτούμενη γνώση – προσδοκώμενα αποτελέσματα

Με την ολοκλήρωση του κεφαλαίου οι φοιτητές θα έχουν κατανοήσει τον τρόπο συνάθροισης και σχηματισμού των φυτοκοινοτήτων των σημαντικότερων ομάδων λιβαδικών φυτών (σύνδεση με την προηγούμενη διδακτική ενότητα). Η κατανόηση του σχηματισμού των χλωριδικών αθροισμάτων αποτελεί τη βάση της δυναμικής της λιβαδικής βλάστησης (σύνδεση με την επόμενη διδακτική ενότητα).

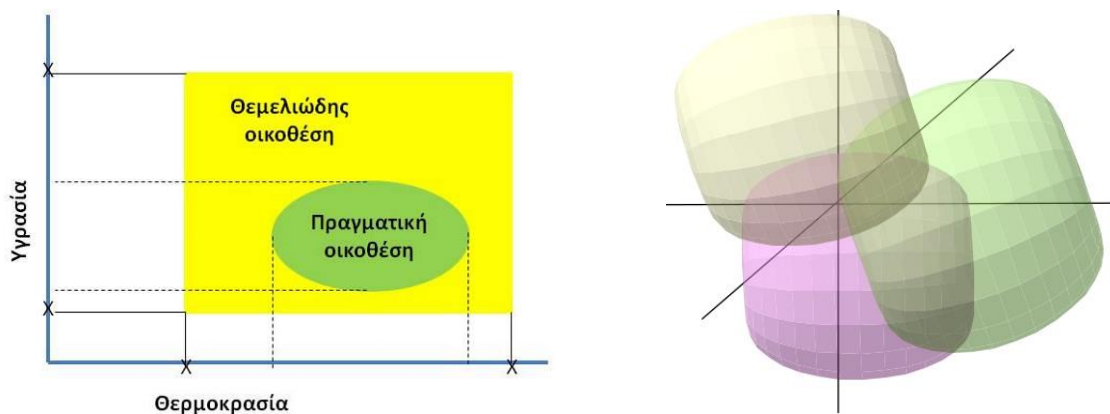
Έννοιες – κλειδιά (keywords):

- τύπος οικοτόπου προτεραιότητας (priority habitat type)
- χαρακτηριστικό είδος (characteristic species)
- κυρίαρχο είδος (dominant species)
- φυτοκοινότητα (plant community)
- μονάδα βλάστησης (vegetation unit)
- φυτοκοινωνιολογική ένωση (association)
- τάξη (order)
- κλάση (class)

4.1 Βασικές έννοιες

Αναλόγως της οικοφυσιολογικής τους προσαρμογής στις αβιοτικές συνθήκες μίας περιοχής (κλίμα, γεωλογικό υπόστρωμα και κυρίως το προϊόν αποσάθρωσής του, δηλαδή το έδαφος) τα λιβαδικά φυτά, συναθροίζονται και σχηματίζουν εκτεταμένα ενιαία χλωριδικά σύνολα με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Τα χλωριδικά αυτά, μικρότερα ή μεγαλύτερα, σύνολα γίνονται αντιληπτά ως **βλάστηση**, και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους σχηματίζουν τη **φυσιογνωμία** της βλάστησης.

Η σημασία των συνθηκών (αβιοτικών και βιοτικών) συνδέεται με την έννοια της **οικοθέσης** (ή **οικολογικού θώκου**), δηλ. του συνόλου των συνθηκών που επηρεάζουν τη βιωσιμότητα ενός πληθυσμού. Ένα είδος (ή οργανισμός) ελεύθερος από την παρέμβαση ενός άλλου τείνει να χρησιμοποιήσει το σύνολο των βιοτικών και αβιοτικών συνθηκών και πόρων με τους οποίους μπορεί να επιβιώσει και να αναπαραχθεί. Αυτό το σύνολο αντιπροσωπεύει τη **θεμελιώδη οικοθέση**. Στην πραγματικότητα όμως ως αποτέλεσμα πιέσεων που δέχεται και αλληλεπιδράσεων με άλλα είδη υποχρεώνεται να καταλάβει μία οικοθέση που είναι στενότερη από τη θεμελιώδη και στην οποία έχει την υψηλότερη προσαρμογή. Η οικοθέση αυτή λέγεται **πραγματική**. Γίνεται αντιληπτό ότι δεδομένου του μεγάλου πλήθους συνθηκών η οικοθέση ενός είδους έχει πολυδιάστατη παρουσίαση (Εικόνα 4.1).



Εικόνα 4.1 Γραφική αναπαράσταση δυσδιάστατης (αριστερά) και πολυδιάστατης οικοθέσης (δεξιά).

Σε συνάφεια με την έννοια της οικοθέσης, το **ενδιαίτημα** (habitat) αναφέρεται στο φυσικό περιβάλλον στο οποίο ένας οργανισμός είναι προσαρμοσμένος, ζει, αναπτύσσεται και αναπαράγεται, δηλ. ολοκληρώνει τυπικά το βιολογικό του κύκλο. Λαμβάνοντας υπόψη τον πολυδιάστατο χαρακτήρα των οικοθέσεων, το ενδιαίτημα μπορεί να αποτελεί το περιβάλλον περισσότερων οργανισμών, χαρακτηριστικά προσαρμοσμένων σε αυτό.

Στην Ελλάδα ο όρος habitat είχε αποδοθεί παλιά ως **οικότοπος**, υιοθετήθηκε και έκτοτε παρέμεινε ως ορολογία κατά τη χαρτογράφηση των περιοχών που εντάχθηκαν στο πανευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο προστασίας με την ονομασία **Δίκτυο Φύση 2000** (Natura 2000).

Σύμφωνα με την απογραφή και χαρτογράφηση των ελληνικών τύπων οικοτόπων (Ντάφης κ.ά., 2001) στη χώρας μας υπάρχουν 133 τύποι και υπο-τύποι οικοτόπων. Τα λιβάδια, ως τύπος γης απαντώνται σε ένα μεγάλο εύρος κατηγοριών, κυρίως των **φυσικών και ημιφυσικών σχηματισμών λειμώνων (λιβαδιών)** στα οποία υπάγονται τα τυπικά ποολίβαδα, αλλά και των **σκληρόφυλλων θαμνώνων (matorral)** στα οποία υπάγονται τα τυπικά θαμνολίβαδα και φρυγανολίβαδα. Μία μεγάλη ομάδα χερσαίων τύπων οικοτόπων αποτελούν τα **εύκρατα χέρσα εδάφη και λόγμες** στα οποία υπάγονται οι ερεϊκώνες. Τα δασολίβαδα απαντώνται κυρίως σε τύπους οικοτόπων της κατηγορίας των **δασών**. Τέλος ποώδη βλάστηση σε ξηρά και υγρά εδάφη απαντάται και σε άλλες κατηγορίες βλάστησης (όπως αμμοθινικοί τύποι οικοτόπων, παράκτια αλλοφυτικά λιβάδια, λιθώνες, βραχώδη σκελετικά εδάφη).

Είναι σημαντικό να ειπωθεί ότι η διάκριση αυτή σε τύπους οικοτόπων βοηθά σημαντικά στην ολοκληρωμένη διαχείριση των φυσικών λιβαδικών και δασικών οικοσυστημάτων καθώς διακρίνεται χωρικά η διαφοροποίηση και προσδιορίζεται με τον τρόπο αυτό χωρικά η περιοχή εφαρμογής των διαχειριστικών δράσεων (Εικόνα 4.2).

Η ανάγκη θεώρησης των λιβαδικών και δασικών τύπων οικοτόπων κατά τη διαχείριση των φυσικών οικοσυστημάτων, έχει οδηγήσει στην επικαιροποίηση της χαρτογράφησης του 2000, με σημαντικά πολλές φορές αποτελέσματα. Για παράδειγμα, η επικαιροποίηση των τύπων οικοτόπων που έγινε το 2011 στην περιοχή των Πρεσπών (GR 1340001, GR 1340003) ανέδειξε 49 διαφορετικούς τύπους οικοτόπων, εκ των οποίων 29 του Παραρτήματος Ι τη Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ, αριθμός ιδιαίτερα αυξημένος σε σχέση με τους συνολικά 30 τύπους οικοτόπων που είχαν καταγραφεί το 2000 (Βραχνάκης κ.ά. 2012). Κατ' αντιστοιχία, η επικαιροποίηση των τύπων οικοτόπων της Ελλάδας σε άλλες περιοχές αναμένεται να αυξήσει σημαντικά τον αριθμό τους έναντι αυτών που καταγράφηκαν το 2000 (π.χ. στον Όλυμπο και στη Ροδόπη καταγράφηκαν το 2000 αντίστοιχα 15 και 18 τύποι οικοτόπων του Παραρτήματος Ι της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ).

Επιπλέον η επιστημονική κοινότητα στη Ελλάδα έχει αρχίσει να δημοσιεύει τα εργαλεία εκείνα με τα οποία είναι δυνατόν να γίνεται αυτή η επικαιροποίηση στοχεύοντας στην ανάδειξη του φυσικού πλούτου της χώρας μας (Δημόπουλος κ.ά., 2012). Πρόσφατα ξεκίνησε η υλοποίηση από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής του προγράμματος Εποπτεία και Αξιολόγηση της Κατάστασης Διατήρησης Ειδών και Τύπων Οικοτόπων της Ελλάδας, που απορρέει ως υποχρέωση της χώρας μας (και όλων των κρατών-μελών της ΕΕ) έναντι των οδηγιών 92/43/ΕΟΚ και 2009/147/ΕΚ (η γνωστή ως σήμερα 79/409/ΕΟΚ).



Εικόνα 4.2 Χωρική διαφοροποίηση των τύπων οικοτόπων στις κορυφές του Βαρνούντα.

4.2 Ποολίβαδα των φυσικών και ημιφυσικών σχηματισμών λειμώνων (λιβαδιών)

Σύμφωνα με την ορολογία που υιοθετήθηκε κατά την απογραφή και χαρτογράφηση των ελληνικών τύπων οικοτόπων (Ντάφης κ.ά., 2001) στην κατηγορία αυτή υπάγονται οι παρακάτω τέσσερις υποκατηγορίες, (α) φυσικά λιβάδια, (β) ημιφυσικοί ξηροφυτικοί λειμώνες και όψεις με θάμνους, (γ) ημι-φυσικοί υγροί λειμώνες υψηλών χόρτων και (δ) μεσόφιλοι λειμώνες.

4.2.1 Φυσικά λιβάδια

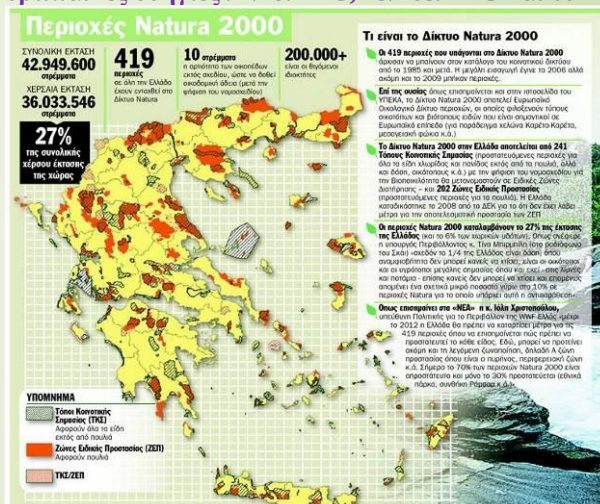
Στην υποκατηγορία των φυσικών λιβαδιών υπάγονται τρεις τύποι οικοτόπων οι οποίοι εδράζονται σε βασικά ή ηφαιστειογενή υποστρώματα, εκ των οποίων ο ένας είναι οικότοπος προτεραιότητας. Συγκεκριμένα εδώ υπάγονται οι 6110 *Καρστικοί ασβεστούχοι λειμώνες (Alyso - Sedion albi), 6170 Αλπικοί ασβεστούχοι λειμώνες και ο υποτύπος 6173 Ασβεστόφιλοι στεπτόμορφοι και garland λειμώνες. Κατά την απογραφή του έτους 2000 η υποκατηγορία δεν αντιμετώπιζε ιδιαίτερο κίνδυνο, ενώ απειλές δυνητικά αποτελούν η πρόωρη βόσκηση των πρώιμων ποωδών φυτών, με αποτέλεσμα τη διάβρωση των εδαφών και την υποβάθμιση των οικοτόπων (6170), και την κατασκευή δρόμων που διασπούν τη συνέχεια στο χώρο των λιβαδιών (6173).

Ο οικότοπος προτεραιότητας *6110 **Καρστικοί ασβεστούχοι λειμώνες (Alyso - Sedion albi)** υποστηρίζει αραιές ξηροθερμικές κοινωνίες, πρόδρομες όσον αφορά την οικολογική διαδοχή, που φύονται σε αβαθή ασβεστούχα εδάφη (μεταμορφωμένα βασικά πετρώματα), σε ποικίλες (μέτριες ως ισχυρές) κλίσεις και σε νότιες συνήθως εκθέσεις. Κυριαρχείται από ετήσια κυρίως φυτά της συνένωσης Alyso - Sedion albi και κυρίως των γενών *Poa*, *Festuca*, *Sedum*, *Ornithogalum* κ.λπ. με πολύ μικρή συμμετοχή θάμνων στον ανώροφο. Έχει σχετικά περιορισμένη εξάπλωση και έχει καταγραφεί στα Natura 2000 sites του Βούρινου και του Μαυροβουνίου (μεταξύ Όσας και Πηλίου).

Ο τύπος οικοτόπου 6170 **Αλπικοί ασβεστούχοι λειμώνες** έχει μεγάλη λιβαδοπονική αξία και απαντάται συνήθως σε ασβεστολιθικά υποστρώματα, σε ποικιλία κλίσεων και εκθέσεων και σε υψόμετρα πάνω από τα 1350 μ. Στη χλωριδική σύνθεση των ποολίβαδων συμμετέχουν είδη *Festuca*, *Stipa*, *Teucrium*, *Thymus*,

Eryngium, *Astragalus* κ.ά. Απαντάται στα Natura 2000 sites των ορέων της Μακεδονίας Παγγαίο, Βέρμιο, Βόρας, Τζένα, Πάικο, Μενοίκιο, Γράμμος, Β. Βούρινο και Τρικλάριο (Εικόνα 4.3).

Οι Ευρωπαϊκές οδηγίες 92/43/EEC, 79/409/EEC και το Δίκτυο Φύση 2000



<http://kinisimathrakiou.blogspot.gr/2011/01/natura-2000.html>

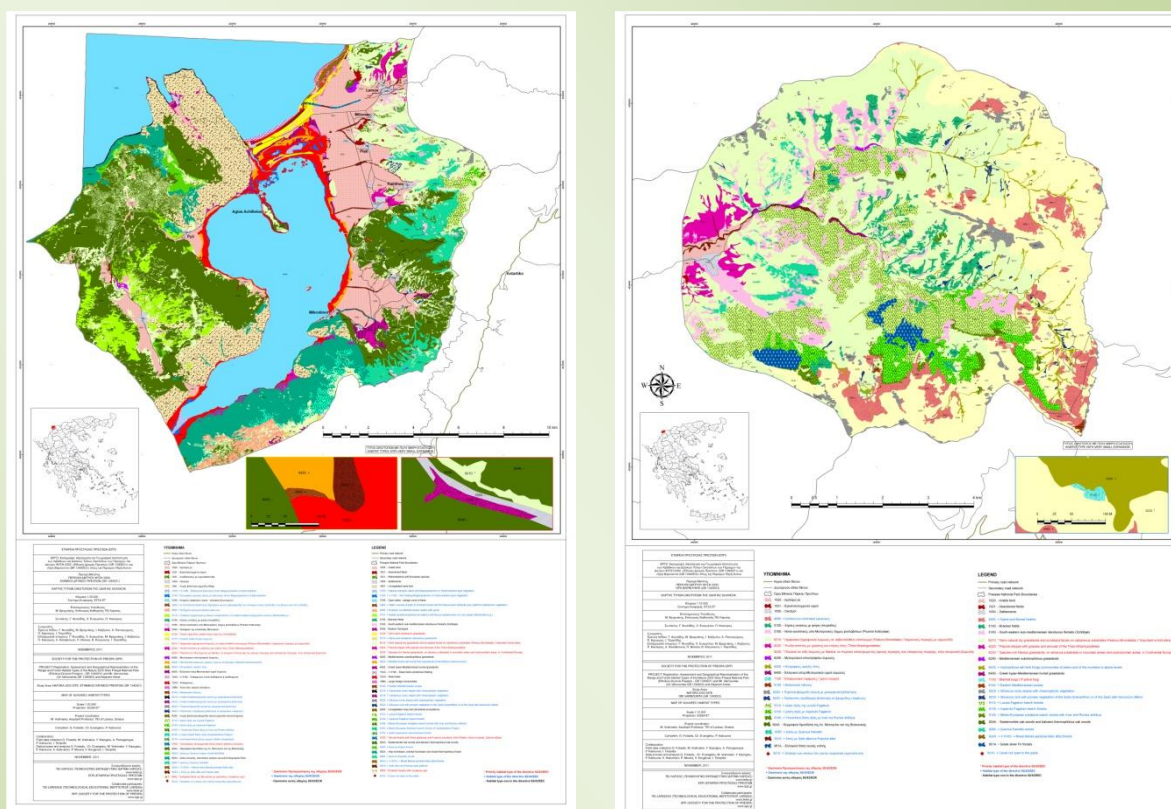
Η θεσμοθέτηση του Δικτύου Φύση 2000 αποτέλεσε συμβατική υποχρέωση της Ευρωπαϊκής Ένωσης απέναντι στην Σύμβαση για τη Βιοποικιλότητα του Ο.Η.Ε. (UN Convention on Biological Diversity). Σήμερα το Δίκτυο είναι το μεγαλύτερο στον κόσμο και περιλαμβάνει 26.000 προστατευόμενες περιοχές σε όλα τα κράτη-μέλη της Ε.Ε., που καλύπτουν έκταση περισσότερο από 750.000 km², δηλ. το 18% της έκτασης των κρατών αυτών. Η ίδρυση του Δικτύου στηρίχτηκε σε δύο σημαντικές Ευρωπαϊκές Οδηγίες, την 79/409/EEC (που επικαιροποιήθηκε ως 2009/147/EC) Οδηγία για τα Πουλιά (Birds Directive) και την 92/43/EEC Οδηγία των Οικοτόπων (Habitats Directive). Το Δίκτυο αποτελείται από τις Ζώνες Ειδικές Προστασίας (Special Protected Areas, SPAs) που οριοθετήθηκαν στα πλαίσια της Οδηγίας για τα Πουλιά και τους Τόπους Κοινοτικής Σημασίας (Sites of Community Importance, SCIs) που προέβλεπε η Οδηγία των Οικοτόπων. Μετά την οριστικοποίηση του καταλόγου των SCIs (2006) τα κράτη μέλη κήρυξαν τα SCIs ως Ειδικές Ζώνες Διατήρησης (Special Areas of Conservation, SACs). Σήμερα το Δίκτυο περιλαμβάνει 241 SCIs και 202 SPAs που κατέχουν το 27% περίπου της χέρσας επικράτειας και το 6% των χωρικών υδάτων. Το Δίκτυο δεν έχει χαρακτήρα απαγορευτικό για τις ανθρώπινες δραστηριότητες, καθώς περιλαμβάνει μεν αποθέματα φύσης (nature reserves), όμως η ιδιοκτησία της γης εξακολουθεί να ανήκει στο νομικό κάτοχο (ιδιώτης, εταιρία, δήμος, κ.λπ.), με τη δέσμευση ότι η χρήση της γης είναι, σε έννοιες περιβαλλοντικές και οικονομικές, αειφορική. Η Οδηγία των Οικοτόπων (Habitats Directive 92/43/EEC) προστατεύει περισσότερα από 1000 ζωικά και φυτικά είδη και 231 θαλάσσιους και χερσαίους **τύπους οικοτόπων** (habitat types), οι οποίοι θεωρούνται ευρωπαϊκού ενδιαφέροντος. Οι 71 τύποι χαρακτηρίζονται ως προτεραιότητας για προστασία (σημειώνονται με * στην ονομασία τους). Οι τύποι είναι ομαδοποιημένοι σε 9 μεγάλες κατηγορίες (ή κύριες ομάδες) και 32 υποκατηγορίες βλάστησης.

Ο 6173 Ασβεστόφιλοι στεπτόμορφοι και garland λειμώνες αποτελεί υποτύπο του προηγούμενου και περιλαμβάνει στεπτόμορφα βραχώδη ανωδασικά (πάνω από 1300 μ.) συνεχόμενα λιβάδια, καθώς και διάκενα δασών υβριδογενούς ελάτης και μαύρης πεύκης, σε μέτριες ως ισχυρές κλίσεις. Έχουν ιδιαίτερο βιογεωγραφικό ενδιαφέρον και υψηλή χλωριδική ποικιλότητα. Στη χλωριδική σύνθεση, πέρα των ειδών που αναφέρθηκαν στον 6170 συμμετέχουν και συσσωματώματα νανώδους αρκεύθου (*Juniperus communis* spp. *nana*). Απαντάται στα Natura 2000 sites των ορέων Χαϊντού, Βέρμιο, Βόρας, Τζένα, Όλυμπος, Βούρινο, Β. Βούρινο, Άγραφα (πέριξ της λίμνης Ταυρωπού), Άγραφα, Ασπροπόταμος, Κόζιακας.

4.2.2 Ημιφυσικοί ξηροφυτικοί λειμώνες και όψεις με θάμνους

Στην κατηγορία αυτήν υπάγονται τρεις σημαντικοί, από λιβαδοπονική άποψη, οικοτόποι και συγκεκριμένα ο υποτύπος **62A0 Ανατολικά υπο-μεσογειακά ξηρά λιβάδια (*Scorzoneratalia villosae*)** και οι τύποι οικοτόπων προτεραιότητας **6220 *Ψεύδο - στέπες με γράστεις και ετήσιες πόες (Thero - Brachypodietea)** και **6230 *Πλούσιοι σε είδη λειμώνες με *Nardus*, σε πυριτικό υπόστρωμα της ορεινής περιοχής (και υποορεινής περιοχής, στην ηπειρωτική Ευρώπη).** Τα λιβάδια αυτών των τύπων οικοτόπων συστήνουν εξαιρετικούς βοσκότοπους, ιδιαίτερα κατά την ξηροθερμική περίοδο, καθώς δίνουν υψηλή ποσότητα και σχετικά καλής ποιότητας βοσκήσιμη ύλη, όταν η βιομάζα των λιβαδιών των χαμηλότερων περιοχών έχει πια ξεραθεί.

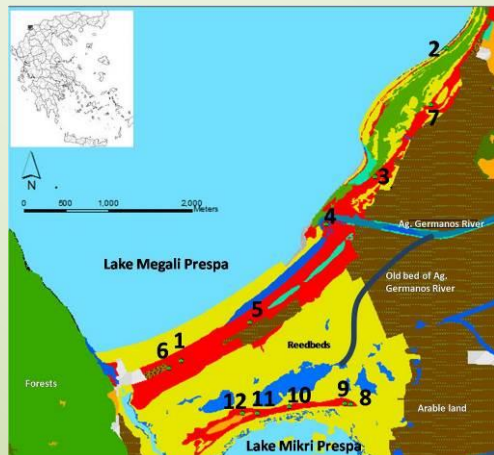
Η νέα χαρτογράφηση των τύπων οικοτόπων της Πρέσπας (2011)



Λεπτομέρεια από τη νέα χαρτογράφηση των τύπων οικοτόπων των Πρεσπών (Βραχνάκης κ.ά., 2011)

Η χαρτογράφηση των τύπων οικοτόπων της Πρέσπας ολοκληρώθηκε το 2011. Καταγράφηκαν συνολικά 49 διαφορετικοί τύποι οικοτόπων, έναντι των 30 που είχαν καταγραφεί το 2000. Από αυτούς οι 29 αναφέρονται στο Παράρτημα Ι της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ. Επιπλέον καταγράφηκαν συνολικά πάνω από 70 διαφορετικοί τύποι βλάστησης. Επτά (7) είναι τύποι οικοτόπων προτεραιότητας της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ, δηλαδή θεωρούνται ιδιαίτερα σημαντικοί και προστατεύονται: εξ αυτών οι δύο (2) είναι δασικοί και οι πέντε (5) λιβαδικοί. Οκτώ (8) είναι τύποι οικοτόπων με πολύ μικρή εξάπλωση στην Ελλάδα, εκ των οποίων (i) ένας (1) τύπος οικοτόπου, που είναι και προτεραιότητας της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ, καταγράφεται για πρώτη φορά στην Ελλάδα (**6260* Αμμώδεις στέπες της Πανονίας**) (Fotiadias *et al.* 2014), (ii) δύο (2) τύποι οικοτόπων έχουν καταγραφεί μόνο στην περιοχή των Πρεσπών σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, (**9562 *Ελληνικά δάση αρκεύθου (*Juniperetum excelsae*)** και **951A. Ελληνικά δάση λευκής ελάτης**), (iii) ο μεικτός τύπος οικοτόπου **92A0 X 91K0 Στοές με *Salix alba* και *Populus alba* – *Salix alba* X Ελληνικά δάση Σημύδας** αποτελεί ιδιαίτερο τύπο βλάστησης, που εκφράζει τα παραλίκνια μεικτά δάση ιτιών και σημύδων, που δεν έχει καταγραφεί σε άλλη περιοχή της Ευρωπαϊκής Ένωσης (!) και (iv) τέσσερις (4) τύποι οικοτόπων έχουν καταγραφεί σε λίγες περιοχές του δικτύου Natura 2000 της Ελλάδας (**7130 Επιφανειακοί τυρφώνες (*μόνο ενεργοί)**, **5110 Σταθεροί σχηματισμοί με *Buxus sempervirens* των ασβεστολιθικών βραχωδών κλιτύων (*Berberidion* p.)**, **5160 Νοτιο-ανατολικές υπο-Μεσογειακές λόγχμες φυλλοβόλων (*Prunion fruticosae*)** και **8230 Πρόσκοπη (πρόδρομη) βλάστηση σε βραχώδεις επιφάνειες**).

Ο λιβαδικός τύπος οικοτόπου προτεραιότητας *6260 Αμμώδεις στέπες της Πανονίας (*6260 Panonic sand steppes) των Πρεσπών



Η νέα χαρτογράφηση των τύπων οικοτόπων των Πρεσπών (Βραχνάκης κ.ά., 2011) αποκάλυψε την ύπαρξη του λιβαδικού τύπου οικοτόπου προτεραιότητας ***6260 Αμμώδεις στέπες της Πανονίας (*6260 Panonic sand steppes)** ο οποίος καταγράφεται για πρώτη φορά στην Ελλάδα (Fotiadis et al., 2014). Με τα μέχρι τώρα δεδομένα η περιοχή των Πρεσπών αποτελεί το νοτιότερο όριο εξάπλωσης του τύπου οικοτόπου στην Ευρώπη. **Α-ριστερά:** Χάρτης εξάπλωσης του τύπου οικοτόπου (με κόκκινο χρώμα) στον ισθμό μεταξύ των λιμνών Μικρής και Μεγάλης Πρέσπας. **Δεξιά:** Φωτογραφία της φυτοκοινότητας *Silene frivaldszkyana-Erysimum microstylum* (συνένωση Sileno-Cerastion, κλάση Koelerio-Corynephoretea) στις ακτές της Μεγάλης Πρέσπας. Η φυτοκοινωνία αυτή εκφράζει στην Πρέσπα τον τύπο οικοτόπου.

Οι οικοτόποι αυτοί έχουν μεγάλη εξάπλωση και αποτελούν συνήθως τα κυρίαρχα τυπικά ημιφυσικά στεπόμερφα λιβάδια των υψηλών ορέων της χώρας μας. Υποστηρίζουν σημαντικά υψηλή βιοποικιλότητα και ως απειλές αναφέρονται η αλόγιστη βόσκηση, κυρίως με την πρώιμη έναρξή της που οδηγεί σε σημαντικές καταπονήσεις των φυτών και του εδάφους, αλλά και η υπερβόσκηση. Πάντως πρέπει να σημειωθεί ότι απαιτείται περισσότερη έρευνα για τη διαπίστωση των κινδύνων και των απειλών των πολύτιμων αυτών λιβαδιών. Η ελεγχόμενη βόσκηση φαίνεται να επιδρά ευεργετικά σε αυτή την κατηγορία των λιβαδιών, καθώς τα χαρακτηριστικά είδη των φυτοκοινωνιών που συνθέτουν τη χλωρίδα τους συνεξελίσσονται με τη βόσκηση. Η εγκατάλειψη της βόσκησης οδηγεί σε εισβολή θάμνων (κυρίως θερμοφίλων για τους 62A0, 6220) και αλλοίωση των χλωριδικών χαρακτηριστικών των τύπων οικοτόπων.

Ο τύπος οικοτόπου **62A0 Ανατολικά υπο-μεσογειακά ξηρά λιβάδια (*Scorzoneratalia villosae*)** (Εικόνα 4.4) Μέχρι πρόσφατα αποδίδανε στον **6210 Ημιφυσικοί ξηροφυτικοί λειμώνες σε ασβεστολιθικό υπόστρωμα (*Festuco - Brometalia*)** (* σημαντικές περιοχές με ορχοειδή) τα ξηρά λιβάδια της χώρας μας που είχαν τα χαρακτηριστικά του 62A0. Πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι ο τύπος 6210 στη χώρα μας (και γενικότερα στις μεσογειακές περιοχές) διαφοροποιείται σημαντικά έναντι του αντίστοιχου της Κεντρικής ή της Βόρειας Ευρώπης. Αυτός ο τύπος οικοτόπου αναγνωρίζεται πλέον (μετά την ένταξη στις Ρουμανίας και της Βουλγαρίας στην Ε.Ε.) ως **62A0 Ανατολικά υπο-μεσογειακά ξηρά λιβάδια (*Scorzoneratalia villosae*)**. Ο 62A0 περιλαμβάνει πολύ περισσότερα μεσογειακά χλωριδικά στοιχεία έναντι ενός τυπικού 6210 που έχει περισσότερα κεντρο-Ευρωπαϊκά, ηπειρωτικά, στοιχεία. Πρόκειται για ξηροφυτικά ασβεστούχα λιβάδια της υπομεσογειακής ζώνης που ανήκουν στην ευρύτερη κλάση της *Festuco-Brometea*. Εδράζεται σε ποικίλα υποστρώματα, όμως όταν το υπόστρωμα είναι σερμπεντίνης συνοδεύεται με πολύ υψηλή χλωριδική ποικιλότητα. Απαντάται σε μεγάλη ποικιλία κλίσεων και εκθέσεων και σε διαφορετικό υψομετρικό εύρος αναλόγως του γεωγραφικού πλάτους (800-2200 μ. στα όρη της Β. Ελλάδας, 700-1000 μ. στην Εύβοια και 350-450 μ. στην Κρήτη). Απαντώνται είδη των γενών *Carex*, *Bromus*, *Centeurea*, *Plantago*, *Iris*, *Pulsatilla*, *Genista*, *Euphrasia*, *Gentiana*, *Euphorbia*, *Festuca* κ.ά. Απαντάται στα Natura 2000 sites των περιοχών Τρεις Βρύσες, Βουνά Έβρου, Ροδόπη (Σημύδα), Ελατιάς, Φαλακρό, Κεντρική Ροδόπη και Κοιλάδα Νέστου, Παγγαίο, Δέλτα Νέστου, Βέρμιο, Τζένα, Πιέρια, Κρούσια και Μπέλες, Μενοίκιο, Όρβηλος, Βασιλίτσα, Βάλια Κάλντα, Βούρι-

νος, Β. Βούρινος, Εθνικός Δρυμός Πρεσπών, λίμνες Βεγορίτιδα-Πετρών, Δέλτα Πηνειού και Τέμπη, Μέτσοβο, Καντήλι (Ευβοίας) και Χερσόνησος Ροδοπού (Κρήτη).



Εικόνα 4.3 Ποσολίβαδο του τύπου οκοτόπου 6170 Αλπικοί ασβεστούχοι λειμώνες στο Τρικλάριο.

Ο τύπος οικοτόπου προτεραιότητας **6220*Ψεύδο - στέπες με γράσταις και ετήσιες πόες (Thero - Brachypodietea)** (Εικόνα 4.5) αναπτύσσεται σε ανθρακικό ή αμμώδες υπόστρωμα σε ποικιλία κλίσεων και εκθέσεων. Τα κυρίαρχα είδη ανήκουν στα γένη *Aira*, *Brachypodium*, *Aphanes*, *Bromus*, *Euphorbia*, *Filago*, *Hypochaeris*, *Linum*, *Lotus*, *Ornithopus*, *Stipa*, *Tuberaria*, *Vulpia*, *Bellis*, *Andropogon*, *Plantago*, *Vulpia* όπως και θερόφυτα *Silene*, *Trifolium*, *Anthemis*, *Catapodium*, *Arenaria*, *Hypochaeris*, *Galium* κ.ά. Γενικότερα η βλάστηση κυριαρχείται από ετήσια θερόφυτα (αγρωστώδη, πλατύφυλλες πόες), και σχηματίζει κηλίδες μεγάλης πυκνότητας σε σχηματισμούς μωσαϊκού με θαμνώνες και φρύγανα, ενώ αναπτύσσεται και σε διάκενα ξυλώδους βλάστησης. Ο οικοτόπος έχει κοινή εμφάνιση σε θέσεις που προκύπτουν από διαταραχή όπως πρηνή δρόμων και μετά από πυρκαγιά, και θεωρείται στάδιο διαδοχής εγκαταλειμμένων αγρών. Ιδιαίτερα σημαντικός για τη σταθεροποίηση των εδαφών και τη δημιουργία θρεπτικού υποστρώματος εμφανίζεται ο ρόλος του μετά από πυρκαγιά. Συμβάλλει σημαντικά σε όλα τα επίπεδα βιοποικιλότητας τόσο της α-ποικιλότητας, όσο και αυτής του τοπίου με τη μωσαϊκότητα την οποία συντηρεί. Έχει ευρεία κατανομή σε όλη την Ελλάδα και εμφανίζεται στα Natura 2000 sites των παρακάτω περιοχών: βουνά Έβρου, Πιέρια, αλυκές Κίτρους, λιμνοθάλασσα Αγίου Μάμα, Πρέσπα, λίμνες Βεγορίτιδας και Πετρών, αποξηραμένη λίμνη της Κάρλας, δάσος Κουρί-Αλμυρός, Β. Σποράδες, όρη Αντιχάσια-Μετέωρα, Καντήλι (Εύβοια), Παρνασσό, Σχοινιά-Μαραθώνα, Σούνιο, νησιά Κήθυρα, Άγιος Ευστράτιος, Λέσβος, Ικαρία, Φούρνοι, Κάρπαθος, Νίσυρος, Κως, Αστυπάλαια, Άνδρος, Ανάφη, Σαντορίνη, Κρήτη και νησιά γύρω από αυτή (Χρυσή, Ελαφώνησος, Γαύδος, Γαυδοπούλα).

Ο τύπος οικοτόπου **6230 *Πλούσιοι σε είδη λειμώνες με *Nardus*, σε πυριτικό υπόστρωμα της ορεινής περιοχής (και υποορεινής περιοχής, στην ηπειρωτική Ευρώπη)** (Εικόνα 4.5) σχηματίζουν κλειστές μεσοφυτικές ή ξηροφυτικές πολυετείς κοινότητες με *Nardus stricta* που εδράζονται σε πυριτικά εδάφη. Απαντώνται στα βουνά κυρίως της βορείου Ελλάδας σε μεγάλα υψόμετρα (> 1600 μ.) και σε θέσεις εναπόθεσης αργιλικού υλικού (κοιλώματα, θέσεις με ελαφρά κλίση). Γενικότερα εδράζεται σε πλούσια εδάφη, σχετικά βαθιά με μικρές κλίσεις και αδιάφορης έκθεσης. Η κάλυψη του εδάφους με βλάστηση είναι πολύ υψηλή και τα εδαφικά κενά πολύ λίγα για αυτό και δίνουν την εικόνα λείου χλοοτάπητα. Λόγω των εδαφικών συνθηκών (συνήθως επίπεδα βαθιά εδάφη) και των κλιματικών (ηπειρωτικό υγρό κλίμα με βροχές και χιόνια να διατηρούνται μέχρι τα μέσα του καλοκαιριού) ο οικοτόπος συγκρατεί μεγάλα ποσοστά υγρασίας ακόμα και το καλοκαίρι, όταν λιβάδια χαμηλότερων υψομέτρων εμφανίζονται ξηρά. Για το λόγο αυτό αποτελούν πολύτιμους

βοσκότοπους και πόλο έλξης των νομάδων (θερινά βοσκοτόπια). Απειλείται από αλόγιστες ανθρώπινες ενέργειες (Εικόνα 4.5). Σε πολύ υγρά μέρη αναπτύσσονται συσσωματώματα με *Nardus stricta*, *Luzula spicata* και *Plantago lanceolata*, δηλ. βλάστηση που συνδέεται παράλληλα και με ανθρώπινες ενέργειες (κυρίως βόσκηση από μεγάλα ζώα). Άλλα είδη που απαντώνται ανήκουν στα γένη *Thymus*, *Anthoxanthum*, *Festuca*, *Hieracium*, *Alopecurus*, *Carex* κ.λπ. Εμφανίζεται στα Natura 2000 sites των παρακάτω περιοχών: Ελατιά Δράμας, όρη Βόρας, Όλυμπος, Πιέρια, Τίταρος, Βαρνούντας, Βασιλίτσα, Γράμμος, Βέρνο, Τζουμέρκα, Γκαμίλα, Σμόλικας, Ντούσκοι, Λάκμος, στην κεντρική Ελλάδα στα όρη Οίτη, Γκιώνα, Βαρδούσια, Παρνασσός και στη νότια Ελλάδα στα όρη Χελμός, Παναχαϊκό, Ερύμανθος, Πάρνωνας, Κυλλήνη και Ταΰγετος.



Εικόνα 4.4 Ποοολίβαδο του τύπου οκοτόπου 62A0 Ανατολικά υπο-μεσογειακά ξηρά λιβάδια (*Scorzoneratalia villosae*) στο Βαρνούντα.

4.2.3 Ημι-φυσικοί υγροί λειμώνες υψηλών χόρτων

Η κατηγορία περιλαμβάνει υγρά λιβάδια με χαρακτηριστική κυριαρχία ποωδών φυτών που λόγω των ευνοϊκών οικολογικών συνθηκών (υψηλή υγρασία εδάφους, υψηλά επίπεδα οργανικής ουσίας και θρεπτικών) λαμβάνουν μεγάλο ύψος. Συνήθως σχηματίζουν φυτοκοινότητες με υψηλή κάλυψη του εδάφους. Περιλαμβάνει δύο τύπους οικοτόπων, τον **6420 Μεσογειακοί λειμώνες υψηλών χόρτων και βούρλων (*Molinio - Holoschoenion*)** και τον **6430 Ευτροφικές υψηλές πόες**. Οι δύο τύποι οικοτόπων δεν παρουσιάζουν σημαντικές απειλές υποβάθμισης, αλλά η εξάρτησή τους από τα επίπεδα υγρασίας του εδάφους και της ποιότητας του νερού τους καθιστά εύθραυστους. Έτσι η διατήρησή τους οφείλεται στην αποφυγή αλόγιστης εφαρμογής αποστραγγιστικών έργων, εκτροπής εσωτερικών υδάτων, έργων άντλησης νερού, και τεχνικών έργων. Η οργανωμένη βόσκηση δεν αποτελεί απειλή, και υποβάθμιση μπορεί να προέλθει κυρίως λόγω υπερβόσκησης και μείωσης της ποιότητας του νερού. Το ιδιαίτερο χλωριδικό περιβάλλον που δημιουργούν αυξάνει τα επίπεδα β-ποικιλότητας και τοπίου. Αποτελούν χώρους έλξης υψηλής ζωικής ποικιλότητας.



Εικόνα 4.5 Ποοολίβαδο του τύπου οκοτόπου **6220 *Ψεύδο - στέπες με γράσταις και ετήσιες πόες (Thero - Brachypodietea)** στον Άγιο Γερμανό (Πρέσπα).

Ο τύπος οικοτόπου **6420 Μεσογειακοί λειμώνες υψηλών χόρτων και βούρλων (Molinio - Holoschoenion)** περιλαμβάνει επίπεδα, ποικίλης έκθεσης, υγρά λιβάδια με ποώδη βλάστηση και βούρλα μεγάλου ύψους που εκτείνονται κατά μήκος αμμοθινών εσωτερικών ή αλμυρών υδάτων. Αρκετά συχνά παρατηρείται γειτνίαση με ελοφυτικά συστήματα καλαμιώνων *Phragmites australis*. Το εδαφικό υπόστρωμα περιλαμβάνει αλλουβιακές αποθέσεις, λιμνιαιές ή λόγω μεταφοράς από ποτάμια. Η μηχανική σύσταση παραπέμπει σε εδάφη πηλώδη ή αμμοπηλώδη. Χλωριδικά αποτελούνται από εκπροσώπους των γενών *Oenanthe*, *Scirpus*, *Juncus*, *Lathyrus*, *Plantago*, *Polypogon*, *Equisetum*, *Trifolium*, *Ranunculus*, *Lythrum*, *Carex*, *Orchis*, *Mentha*, *Poa*, *Rumex*, *Rubus*, *Hordeum*, *Briza*, *Phragmites*, *Apium*, *Alopecurus*, *Dorycnium*, *Brachypodium*, *Cyperus*, *Festuca*, *Lotus*, *Athyrium*, *Eleocharis*, *Serapias*, *Orchis* κ.ά. Η σπάνια εμφάνιση του τύπου οικοτόπου στην περιοχή του Αιγαίου είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς αποτελεί πόλο έλξης για πολλά ζωικά είδη και ως εκ τούτου σημαντικό παράγοντα αύξησης της συνολικής ποικιλότητας. Εμφανίζεται στα Natura 2000 sites των παρακάτω περιοχών: Λίμνες και λιμνοθάλασσες της Θράκης (νότια του Ιάσμου Κομοτηνής), λιμνοθάλασσα Πύλου, λίμνες Βόλβη και Λαγκαδά, Δοϊράνη (δάσος Μουριών), Άγρα, Κερκίνη, Καστοριά, Μικρή Πρέσπα, Βεγορίτιδα και Πετρών, ποταμοί Αξιός, εκβολές Καλαμά, Αχέροντα, Ευρώτα, δέλτα Νέστου και Πηνειού, όρη Βούρινος και Βέρμιο και στα νησιά Σκιάθος (Κουκουναριές), Κέρκυρα (λιμνοθάλασσα Κορισσίων), Λευκάδα (λιμνοθάλασσες στενών Λευκάδας), Λήμνος (Χορταρολίμνη και λίμνη Αλυκή), Κως (ακρωτήριο Λούρος), Άνδρος (όρμος Βιτάλι), Τήνος (ακρωτήριο Λιβαδά) και Κρήτη (εκβολή Γεροπόταμου, όρμος Λιβάδι, Ελαφώνησος, Έλος, Πλατανιάς, λίμνη Κουρνάς, παράκτια ζώνη νοτίως της Ασφένδου).

Ο τύπος οικοτόπου **6430 Ευτροφικές υψηλές πόες** (Εικόνα 4.8) έχει περιορισμένη εμφάνιση σε επίπεδα, ποικίλης έκθεσης και μεγάλου υψομέτρου (>850 μ.) εδάφη, που εδράζονται σε σχιστόλιθο ή γρανίτη και περιλαμβάνει υψηλής πυκνότητας, παρόχθια, υγρόφιλη βλάστηση με *Cirsium*, *Angelica*, *Heracleum*,

Geum, *Bellis*, *Galega*, *Mentha*, *Trifolium*, *Agrostis*, *Juncus*, *Lysimachia*, *Veratrum*, *Deschampsia*, *Eriophorum*, *Orchis* κ.ά. Συντηρεί υψηλή ζωική ποικιλότητα και συμβάλει σημαντικά στη β-ποικιλότητα και την ποικιλότητα τοπίου. Εμφανίζεται στα Natura 2000 sites των παρακάτω περιοχών: Ελατιά (Δράμα), Βόρας, Βροντούς, Εθνικός Δρυμός Πρεσπών, Σμόλικας και Οίτη. Στα sites Παρθένο Δάσος (κεντρική Ροδόπη), κορυφές Βόρα, όρη Βαρνούντας εμφανίζει τον υποτύπο **6432 Υγρόφιλες πολυετείς υψηλές πόες των ορεινών και αλπικών επιπέδων της κλάσης Betulo - Adenostyletea**.



Εικόνα 4.6 Ποοολίβαδο του τύπου οικοτόπου **6230** *Πλούσιοι σε είδη λειμώνες με *Nardus*, σε πυριτικό υπόστρωμα της ορεινής περιοχής (και υποορεινής περιοχής, στην ηπειρωτική Ευρώπη) (Βαρνούντας, κορυφές).

4.2.4 Μεσόφιλοι λειμώνες

Περιλαμβάνονται τα μεσόφιλα ποοολίβαδα ενός τύπου οικοτόπου, του **6510 Πεδινοί λειμώνες σανού (κοφτολίβαδα) (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*)**. Εμφανίζεται από τα πεδινά μέχρι τα υποορεινά υψόμετρα. Συντηρούν υψηλή χλωριδική ποικιλότητα καθώς εδράζονται σε εδάφη πλούσια σε θρεπτικά και οργανική ουσία. Περιλαμβάνει εκπροσώπους των γενών *Alopecurus*, *Trisetum*, *Cichorium*, *Sanguisorba*, *Knautia*, *Tragopogon*, *Daucus*, *Campanula*, *Leontodon*, *Oenanthe*, *Malva* κ.ά. Πρόκειται για πολύτιμα, από λιβαδοπονική άποψη, επίπεδα ποοολίβαδα με υψηλή ποσότητα και ποιότητα βοσκήσιμης ύλης η οποία συγκομίζεται (κοφτολίβαδο). Ο τύπος οικοτόπου είναι πολύ υποβαθμισμένος λόγω ανθρωπογενών επιδράσεων, ενώ κινδυνεύει από την ανοικοδόμηση και την επέκταση καλλιεργειών. Εμφανίζεται στα Natura 2000 sites του Στρατωνικού (Χαλκιδική) και Κόζιακα.



Εικόνα 4.7 Πεσμένο ανεμόμετρο σε λιβάδια *Nardus* στο Βαρνούντα.



Εικόνα 4.8 Ποοολίβαδο του τύπου οκοτόπου **6420 Μεσογειακοί λειμώνες υψηλών χόρτων και βούρλων (*Molinio - Holoschoenion*)** στις παρυφές της όχθης της λίμνης Μικρή Πρέσπα.

4.3 Θαμνολίβαδα των σκληρόφυλλων θαμνώνων (Matorral) - φρυγανολίβαδα

Κατά την απογραφή και χαρτογράφηση των ελληνικών τύπων οικοτόπων (Ντάφης κ.ά., 2001) στην κατηγορία αυτή υπάγονται οι παρακάτω τέσσερις υποκατηγορίες, (α) υπομεσογειακοί και εύκρατοι θαμνώνες, (β) μεσογειακοί δενδρώδεις θαμνώνες (matorral), (γ) θερμομεσογειακοί και προστεπτικοί θαμνώνες, και (δ) φρύγανα.

4.3.1 Υπομεσογειακοί και εύκρατοι θαμνώνες

Πρόκειται για ξηρόφιλες φυτοκοινωνίες που αναπτύσσονται σε ασβεστολιθικά κυρίως υποστρώματα φτωχά σε θρεπτικά στοιχεία. Σε έννοιες διαδοχής αποτελούν διάδοχες φυτοκοινωνίες των ασβεστολιθικών λιβαδιών της κλάσης Festuco-Brometea και σπανιότερα ερεικώνες (5130) ή βαθμίδα οπισθοδρομικής διαδοχής δασών μαύρης πεύκης (5110). Η βλάστηση των κυρίαρχων θάμνων *Buxus sempervirens* (5110) και *Juniperus communis* (5130) είναι μέσης ή χαμηλής πυκνότητας. Η βοσκήσιμη ύλη που προσφέρουν τα θαμνολίβαδα αυτά προέρχεται κυρίως από την ποώδη βλάστηση των εκτενών διακένων που αφήνουν οι θάμνοι (*Buxus sempervirens* και *Juniperus communis*). Εδώ υπάγονται οι τύποι οικοτόπων **5110 Σταθεροί σχηματισμοί με *Buxus sempervirens* των ασβεστολιθικών βραχωδών κλιτύων (Berberidion p.)** και **5130 Σχηματισμοί με *Juniperus communis* σε ασβεστολιθικούς “ερεικώνες” (heaths) ή χορτολίβαδα**. Γενικότερα αμφότεροι οι οικότοποι δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερα προβλήματα διατήρησης καθόσον οι κυρίαρχοι θάμνοι τους έχουν πολύ χαμηλό ποσοστό επιλεξιμότητας από τα αγροτικά ζώα.



Εικόνα 4.9 Βοοειδή σε ποολίβαδο του τύπου οικοτόπου **6430 Εντροφικές υψηλές πόδες** στο Βαρνούντα.

Ο τύπος οικοτόπου **5110 Σταθεροί σχηματισμοί με *Buxus sempervirens* των ασβεστολιθικών βραχωδών κλιτύων (Berberidion p.)** (Εικόνα 4.10) αναπτύσσεται σε μέτρια υψόμετρα μέχρι τα 1500 μ. σε εδάφη ποικίλης έκθεσης και σε ήπιας έως μέτριας κλίσης. Τα εδάφη είναι φτωχά σε θρεπτικά και μικρού βάθους. Κυρίαρχα χλωριδικά στοιχεία αποτελούν τα ξυλώδη *Buxus sempervirens*, *Juniperus oxycedrus*, *Acer* spp., *Ostrya carpinifolia*, *Daphne oleoides*, *Berberis cretica*, *Cotoneaster nebrodensis*, όπως και οι φτέρες (*Pteridium aquilinum*) κ.ά. Εμφανίζεται στα Natura 2000 sites του Βέρμιου, του Εθνικού Δρυμού Πρεσπών (Ντέβας) και στον κάτω Όλυμπο.

Ο τύπος οικοτόπου **5130 Σχηματισμοί με *Juniperus communis* σε ασβεστολιθικούς “ερεικόνες” (heaths) ή χορτολίβαδα** απαντάται σε υψόμετρα μεγαλύτερα των 1100 μ. σε ποικίλες εκθέσεις και σε ήπιες ως ισχυρές κλίσεις. Μαζί με τους κυρίαρχους θάμνους *J. communis*, *Daphne*, *Astragalus* συνυπάρχουν χλωριδικά στοιχεία από διάφορες κλάσεις όπως Festuco-Brometea, Daphno Festucetea, Quercu-Fagetea κ.ά. οι οποίες συνεισφέρουν στην βιοποικιλότητα του οικοτόπου. Η λιβαδοπονική του αξία προκύπτει από τη βοσκήσιμη ύλη που παρέχουν οι χαμηλής ανάπτυξης πόες των παραπάνω κλάσεων καθώς και από τη βόσκηση νωρίς την άνοιξη των τρυφερών ετήσιων κλαδίσκων *J. communis*. Ο τύπος οικοτόπου συνήθως συνεξελίσσεται με τις πυρκαγιές που θέτουν οι κτηνοτρόφοι για ανανέωση της βοσκήσιμης ύλης και τη διάσπαση των συσσωμάτων *J. communis*.

4.3.2 Μεσογειακοί δενδρώδεις θαμνώνες (matorral)

Περιλαμβάνεται ο τύπος οικοτόπου **5210 Σχηματισμοί με αρκεύθους** κι ειδικότερα οι τρεις υπο-τύποι **5211 Δενδρώδεις θαμνώνες με *Juniperus oxycedrus***, **5212 Δενδρώδεις θαμνώνες με *Juniperus phoenicea*** και **5213 Δενδρώδεις θαμνώνες με *Juniperus excelsa* και *J. foetidissima***. Πρόκειται για μεσογειακά και υπο-μεσογειακά θαμνολίβαδα που κυριαρχούν άρκευθοι σε δενδρώδη μορφή με διάσπαρτα άτομα άλλων σκληρόφυλλων αείφυλλων θαμνόμορφων ειδών. Αναπτύσσονται μέχρι τα 1500 μ., σε φτωχά εδάφη μικρού σχετικά βάθους και σε μεγάλη ποικιλία εκθέσεων, κλίσεων (0-60%) και υποστρωμάτων, όπως ασβεστολιθικών, σχιστολιθικών, πυριτικών, φλύσχη κ.λπ. Ο οικολογικός τους ρόλος είναι σημαντικός καθώς συγκρατούν τα επικλινή εδάφη και λειτουργούν έτσι αποτρεπτικά προς τη διάβρωση, ενώ υποστηρίζουν την άγρια πανίδα (φωλαιοποίηση, αναπαραγωγή, καρποί για διατροφή κ.λπ.). Πολλές φορές οι άρκευθοι σχηματίζουν συμπαγή συσσωματώματα διαφόρου ύψους και στα διάκενα αναπτύσσεται ποώδης βλάστηση υψηλής χλωριδικής ποικιλότητας, με αρκετά ενδημικά χλωριδικά στοιχεία. Τα διάκενα καταλαμβάνονται επίσης από φρυγανώδη βλάστηση, ιδίως στις θερμομεσογειακές περιοχές του Αιγαίου. Η κατάστασή τους γενικά θεωρείται ικανοποιητική καθώς Αποτελούν προϊόντα ανθρωπογενούς οπισθοδρομικής διαδοχής, και συνεξελίσσονται με τις ανθρώπινες επεμβάσεις, κυρίως βόσκηση. Η συνήθης πρακτική σκόπιμων πυρκαγιών για την ανανέωση της βλάστησης και την αύξηση της βοσκήσιμης ύλης έχει μειωθεί σε συχνότητα. Κατά το παρελθόν είχαν παρατηρηθεί εκτεταμένες λαθροϋλοτομίες απόληψης ξύλου αρκεύθου, που λόγω υψηλής σκληρότητας ήταν χρήσιμο σε ειδικές κατασκευές.

Ο τύπος οικοτόπου **5210 Σχηματισμοί με αρκεύθους** χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη στη χλωριδική του σύνθεση των ειδών *J. oxycedrus*, *Teucrium*, *Abies*, *Berberis*, *J. foetidissima*, *Stipa*, *Thymus*, *Anthoxanthum*, *Hieracium*, *Brachypodium*, *J. communis* κ.λπ. (Εικόνα 4.11). Εμφανίζεται στα Natura 2000 sites των παρακάτω περιοχών: ποταμός Κομπάτος (Ιασμος Κομοτηνής), Θάσος (Υψάρι), όρη Πάϊκο, Τίταρος, Βασιλίτσα, Αθαμάνων, Ζαγορίου, Μετσόβου, Λάκμος, Παναχαϊκό, Μαίναλο, Πάρνωνας, Κυλλήνη, Αράκυνθος, Γκιόνα, αισθητικό δάσος Όσσας, λίμνες Βεγορίτιδας-Πρεσπών, Αμβρακικός, εκβολές Αχέροντα, λίμνη Ιωαννίνων, λιμνοθάλασσα Πύλου, περιοχή Ζαχάρω και Στροφυλιά και στα νησιά Ζάκυνθος (Δ. και Β.Α. ακτές), Στροφάδες, Παξοί, Αντίπαξοι και Κρήτη (δυτικά Αστερούσια).

Ο τύπος οικοτόπου **5211 Δενδρώδεις θαμνώνες με *Juniperus oxycedrus*** χαρακτηρίζεται από την κυριαρχία της μακρόκαρπης αρκεύθου (*Juniperus oxycedrus* ssp. *macrocarpa*), ενώ στη σύνθεση συμμετέχουν και οι αείφυλλοι θάμνοι *Pistacia*, *Rubia*, *Olea* και σε μικρότερο βαθμό *J. phoenicea* και *Q. coccifera*. Η *Dactylis* και είδη *Brachypodium* και *Rostraria* συμμετέχουν στην ποώδη βλάστηση, ενώ στην περίπτωση που στον υπόροφο απαντώνται φρύγανα αυτά είναι κυρίως *Coridothymus*, *Genista*, *Sarcopoterium* και είδη *Anthyllis*, *Cistus*, *Helichrysum*. Λόγω έντονων ανθρωπογενών επιδράσεων οι φυτοκοινωνίες της μακρόκαρπης αρκεύθου στα νησιά του Αιγαίου είναι σπάνιες και χρήζουν προστασίας. Εμφανίζεται στα Natura 2000 sites των παρακάτω περιοχών: βουνά Έβρου, Φαλακρό, Όρβηλος, Χολομώντας, Άγραφα, Πήλιο, Αθαμάνων, Μιτσικέλι, Μπάρμπας (Σελινούντας, Πελοπόννησος), Τελέθριο (Εύβοια), Τυμφορηστός, στις λίμνες Βεγορίτι-

δας και Πετρών, στην Πάρνηθα, Βραβρώνα και στα νησιά Σαμοθράκη (Φεγγάρι), Ικαρία, Ρόδος (Ακραμύτης), Λειψοί και Μήλος.



Εικόνα 4.10 Θαμνολίβαδο του τύπου οικοτόπου **5110 Σταθεροί σχηματισμοί με *Buxus sempervirens* των ασβεστολιθικών βραχωδών κλιτύων (*Berberidion p.*)** στη χερσόνησο Ρότι (Μεγάλη Πρέσπα).

Ο τύπος οικοτόπου **5212 Δενδρώδεις θαμνώνες με *Juniperus phoenicea*** χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη ποικιλίας ξυλωδών φυτών στον ανώροφο, όπως *Pistacia lentiscus*, *Calicotome*, *Ceratonia*, *Olea europaea*, *Phillyrea*, *Euphorbia dendroides*, κ.ά. και πιο σπάνια το *Q. coccifera*. Στον ποώδη όροφο συμμετέχουν τα *Dactylis*, *Andropogon* καθώς και είδη *Brachypodium*, *Cyclamen*, *Centaurea*, *Leontodon*, *Rostraria*, *Helianthemum*, *Crucianella* κ.ά. Από φρύγανα απαντώνται τα *Coridothymus*, *Genista*, *Erica manipuliflora* και επίσης είδη *Cistus*, *Teucrium*, *Phagnalon*, *Fumana*, *Asparagus*, *Helichrysum* κ.ά. Ο οικοτόπος της φοινικικής αρκεύθου αναπτύσσεται σε συσσωματώματα και με εδαφικά κενά που καλύπτονται από πολύτιμα είδη, όσον αφορά την οικολογική τους αξία αλλά και την οικονομική, καθώς συντηρούν τη βόσκηση στις περιοχές αυτές. Μάλιστα σε πολλά νησιά του Αιγαίου και σε πολλές νησίδες ο τύπος οικοτόπου χαρακτηρίζει την επικρατούσα βλάστηση. Παρουσιάζει ευρεία εξάπλωση στα Natura 2000 sites των περιοχών: Ακαρνανικά, Πάρκο Σχοινιά-Μαραθώνα, Βραβρώνα, Σούνιο, Υμηττός, Σκόπελος και στη νησιά Κύθηρα, Αντικύθηρα, Σάμος, Ικαρία, Κάσο, Κάρπαθο (βόρεια και κεντρική), Ρόδος (Ακραμύτης), Κως, Αστυπάλαια, Λειψοί, βραχονήσια Νοτίου Αιγαίου, Φολέγανδρος, Μήλος, Κίμωλος, Σίφνος, Κύθνος, Αμοργός, Μικρές Κυκλάδες, Νάξος, Πάρος, Δεσποτικό και Στρογγυλό.

Ο τύπος οικοτόπου **5213 Δενδρώδεις θαμνώνες με *Juniperus excelsa* και *J. foetidissima*** περιλαμβάνει περιορισμένης έκτασης θαμνώνες στο αισθητικό δάσος της Όσσας και στο Μιτσικέλι, σε πλαγιές μεγάλης κλίσης με *Daphne*, *J. oxycedrus* και *Poa bulbosa*, *Dactylis* στον υπόροφο.



Εικόνα 4.11 Θαμνολίβαδο του τύπου οικοτόπου **5210 Σχηματισμοί με αρκεύθους** βόρεια της λίμνης των Πετρών. Εμφανής ο έλεγχος των θάμνων μικτό κοπάδι αιγοπροβάτων. Το θαμνολίβαδο έχει εν μέρει εκχερσωθεί για να εγκατασταθεί αγρός (πρώτο πλάνο).

4.3.3 Θερμομεσογειακοί και προστεπτικοί θαμνώνες

Περιλαμβάνονται οι τύποι οικοτόπου **5310 Θαμνώνες με δάφνη**, **5320 Χαμηλοί σχηματισμοί ευφόρβιας κοντά σε κρημνούς**, **5330 Όλοι οι τύποι** και **5331 Σχηματισμοί δενδρώδους ευφόρβιας**, εκ των οποίων οι δύο πρώτοι έχουν περιορισμένοι εξάπλωση στα site του Natura 2000 (ο 5310 σε Κάρλα, και υγροτόπους της Κρήτης, ο 5320 σε βραχονήσια του Νοτίου Αιγαίου, μικρές Κυκλάδες και Νάξο) και επιπλέον χαμηλή λιβδοπονική αξία.

Ο τύπος οικοτόπου **5330 Όλοι οι τύποι** αναφέρεται κυρίως σε θερμο-μεσογειακές φυτοκοινωνίες της *Genista* (*G. acanthoclada* ή *G. fasselata*) και της *Pistacia*. Τα θαμνολίβαδα της *Genista-Pistacia* θεωρούνται είτε ως πρόδρομες φυτοκοινωνίες αυτής των υψηλών θαμνώνων της (τάξης) *Quercetalia ilicis* είτε αποτέλεσμα οπισθοδρομικής διαδοχής αυτής. Κοινά σημεία διαχείρισης είναι η βόσκηση και η αραίωσή τους, και ανανέωση της βοσκήσιμης ύλης μετά από πυρκαγιά. Ο τύπος οικοτόπου θεωρείται γενικά σε καλή κατάσταση και η μόνη απειλή είναι η υπερβόσκηση κυρίως για τη διατήρηση σπάνιων ενδημικών χλωριδικών στοιχείων. Οι φυτοκοινωνίες της *Genista* σχηματίζουν πυκνή συσσωματωμένη βλάστηση με ανθεκτικά στη βόσκηση είδη αναπτύσσονται σε οριακά περιβάλλοντα και θεωρούνται εισβάλλουσες στις γεωργικές καλλιέργειες. Γενικότερα θεωρούνται φυτοκοινωνίες με υψηλό προστατευτικό ρόλο από τη διάβρωση και υψηλής οικολογικής αξίας για τη βιοποικιλότητα. Οι φυτοκοινωνίες της *G. acanthoclada* (τάξη Cisto-Micromerietalia) εμφανίζονται στα νησιά Καστελόριζο, Σίκινο, Αντίμηλο και Κέα περιλαμβάνουν τα *Coridothymus*, *Sarcopoterium*, είδη *Daphne*, *Helichrysum*, *Micromeria*, *Origanum*, *Phlomis*, *Phagnalon* και σπανιότερα *Spartium junceum*, *Ferula* και *Anagyris*. Οι φυτοκοινωνίες της *G. fasselata* (Κάσος, κεντρική Κάρπαθος) περιλαμβάνουν τα *Coridothymus*, *Helichrysum*, *Euphorbia*, *Phlomis*, *Sarcopoterium*, *Cistus creticus*, ενώ στον υπόροφο κυριαρ-

χούν *Helianthemum*, *Brachypodium*, *Crepis*, *Leontodon*, *Dactylis*, *Asphodelus*, *Piptatherum* κ.ά. Οι κοινότητες της *Pistacia* (τάξη Pistacio-Ramnetalia) εμφανίζονται κυρίως στα Κύθηρα και μπορούν και εποικίζουν εγκαταλειμμένες γαίες ενώ χαρακτηρίζονται από τα *Pistacia lentiscus*, *Calicotome villosa* και *Euphorbia dendroides*. Εκτός των περιοχών που προαναφέρθηκαν εμφανίζονται στα παρακάτω Natura 2000 sites: εκβολές Καλαμά, όρος Αράκυνθος (λίμνη Τριχωνίδα), Μονεμβασιά, Ταίναρο, νήσοι Στροφάδες, Παξοί και Αντίπαξοι, Εχινάδες και Πεταλάς, Σαπιέντζα και Σχίζα, Φολέγανδρος.

Ο τύποςοικοτόπου **5331 Σχηματισμοί δένδρōδους ευφόρβιας** αναπτύσσεται σε περιοχές χαμηλού υψομέτρου, σε ποικίλες κλίσεις σε αβαθή, βραχώδη, ασβεστολιθικά εδάφη και χαρακτηρίζεται από την *Euphorbia dendroides*. Δημιουργεί ανοικτές συστάδες με άλλους σκληρόφυλλους αείφυλλους θάμνους (*Juniperus*, *Olea*, *Pistacia*) με συχνή εμφάνιση φρυγάνων (*Phlomis fruticosa*, *Euphorbia acanthothamnus*) στον υπόροφο, και πλούσια εμφάνιση ποωδών ειδών. Θεωρείται ως στάδιο οπισθοδρομικής διαδοχής των θαμνώνων αειφύλλων, ενώ εποικίζει εγκαταλειμμένες αναβαθμίδες. Υψηλής αισθητικής αξίας λόγω χρωματισμών, προσαρμοσμένοι στη βόσκηση, με υψηλή προστατευτική αξία για το έδαφος και υψηλή βιοποικιλότητα. Θεωρείται τύπος οικοτόπου με χαμηλή ευπάθεια. Συμμετέχουν είδη της Pistacio-Ramnetalia (*Pistacia*, *Olea*, *Ramnus*, *Calicotome*), αλλά και *Quercus coccifera*, *Ephedra*, *Piptatherum* κ.λπ. είδη της Cisto-Micromerietalia (*Coridothymus*, *Phagnalon*, *Phlomis*, *Sarcopoterium*, *Salvia*, *Convolvulus*, *Ballota*, *Asparagus* κ.λπ.), ενώ στον υπόροφο είδη της Thero-Brachypodietea (*Bromus*, *Dactylis*, *Catapodium*, *Plantago*, *Rostraria* κ.λπ.), αλλά και πολυετή (*Asphodelus*, *Convolvulus*, *Hyparrhenia*, *Ferula*). Η βλάστηση του οικοτόπου περιέχει και ιδιαίτερα στοιχεία αναλόγως του ενδιαιτήματος (π.χ. αλοφυτική βλάστηση σε παράκτιες θέσεις και χασμοφυτική σε απόκρημνους βράχους). Εμφανίζεται στα Natura 2000 sites των παρακάτω περιοχών: Αλόνησος, Ταίναρο, Σχοινιάς, Κύθηρα, Ικαρία και Φούρνοι, Κάσος, βόρεια Κάρπαθος, Καστελόριζο, νότια Νίσυρος, ανατολική Αστυπάλαια, βραχονησίδες νοτίου Αιγαίου, Ρόδος (Ακραμύτης), Σαντορίνη, Φολέγανδρος και Σίκινος, Σίφνος, νότια Σέριφος, Ανατολική Κέα, Κρήτη (χερσόνησος Κορυκός, όρη Αστερούσια, Μιλάτος, βορειοανατολικό άκρο, νοτιοανατολικό άκρο, Κουρταλιώτικο φαράγγι, Πρασσιανό φαράγγι, Πετρέ φαράγγι, Ήμερη, Ελαφόνησος, χερσόνησος Ροδωπού, Δράπανο και Φρες).

4.3.4 Φρύγανα

Περιλαμβάνονται οι τύποι οικοτόπου **5420 Φρύγανα με *Sarcopoterium spinosum*** και **5430 Κρητικοί σχηματισμοί Euphorbio-Verbascion**. Πρόκειται για θερμομεσογειακό τύπο βλάστησης με προσκεφαλαιόμορφους θάμνους και ημίθαμνους, σκληρόφυλλους, συχνά ακανθώδεις και φυλλοβόλους κατά το καλοκαίρι ή με διμορφικό μηχανισμό στα φύλλα. Εμφανίζονται κυρίως σε παράκτιες εκτάσεις και νησιά της ανατολικής Μεσογείου. Σε βραχώδη ρηγά εδάφη, ποικίλων εκθέσεων και κλίσεων σε χαμηλά σχετικά υψόμετρα (αλλά και μέχρι τα 1000 μ.). Σε αυτούς τους τύπους οικοτόπων οι σκληρόφυλλοι αείφυλλοι θάμνοι λαμβάνουν μέρος με μικρό ποσοστό, ενώ η ενδιάμεση βλάστηση είναι πολύτιμη τόσο για τη βιοποικιλότητά της όσο και λιβαδοπονικά. Η ανανέωση της βλάστησης και της βοσκίσιμης ύλης παραδοσιακά γίνεται με πυρκαγιές.

Ο τύποςοικοτόπου **5420 Φρύγανα με *Sarcopoterium spinosum*** χαρακτηρίζεται από τα φρυγανώδη χλωριδικά χαρακτηριστικά της κλάσης Cisto-Micromerietea, όπως *Sarcopoterium*, *Coridothymus*, *Phagnalon*, *Genista*, *Helichrysum*, *Cistus*, *Erica*, *Fumana*, *Anthyllis hermanniae*, *Satureja*, *Teucrium*, *Micromeria*, *Asperula*, *Euphorbia*, *Asparagus*, *Convolvulus* κ.ά. (Εικόνα 4.12). Επιπλέον συμμετέχουν είδη της κλάσης Quercetalia ilicis όπως *Pistacia lentiscus*, *Calicotome*, *Olea europaea*, *Prasium*, *Juniperus phoenicea*, *Rhamnus*, *Quercus coccifera*, *Ceratonia*, *Euphorbia* κ.ά. Τέλος, ο υπόροφος χαρακτηρίζεται από πολλά είδη της Thero-Brachypodietea, όπως *Leontodon*, *Trifolium campestre*, *Urginea*, *Anagallis*, *Dactylis*, *Hypochoeris*, *Trifolium scabrum*, *Linum*, *Asphodelus*, *Avena*, *Brachypodium*, *Galium*, *Briza*, *Tordylium*, *Aira* κ.λπ. Σε απόκρημνες βραχώδεις θέσεις εμφανίζεται χασμοφυτική βλάστηση και σε παράκτιες αλοφυτική. Χαρακτηριστικό του τύπου οικοτόπου είναι η μεγάλη ποικιλία φυτοκοινοτήτων (β-ποικιλότητα) ως αποτέλεσμα της οικολογικής διαφοροποίησης των μικροπεριβαλλόντων (απόσταση από τη θάλασσα, υπόστρωμα, κατάσταση εδάφους), αλλά και ως αποτέλεσμα των έντονων ανθρωπογενών επιδράσεων (βόσκηση, πυρκαγιά, καλλιέργειες κ.λπ.). Τα φρύγανα έχουν πολύ μεγάλη οικολογική αξία καθώς υποστηρίζουν όλα τα επίπεδα βιοποικιλότητας και ιδιαίτερα τα ενδημικά στοιχεία, σταθεροποιούν τα εδάφη, αυξάνουν την πρωτογενή παραγωγή, ενώ επιπλέον υποστηρίζουν τις οικονομικές δραστηριότητες (βόσκηση, μελισσοκομία, παραγωγή αιθέριων ελαίων, φαρμακευτικών ουσιών, αγροτουρισμός κ.λπ.). Δεν φαίνεται να αντιμετωπίζουν απειλές και η διατήρησή τους εξαρτάται από την κανονική βόσκηση, ενώ και η πυρκαγιά παίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρησή τους. Φρυγανολίβαδα εμφανίζονται στη θερμομεσογειακή ζώνη των ακτών, της ηπειρωτικής Ελλάδας, των νησιών

του Ιονίου και του Αιγαίου και ο τύπος οικοτόπου έχει καταγραφεί σε μεγάλο αριθμό Natura 2000 sites. Απαντώνται πολλές κατηγορίες του τύπου οικοτόπου αναλόγως των κυριαρχούντων (ή συγκυριαρχούντων ειδών) και της περιοχής. Έτσι διακρίνονται τα φρύγανα (α) με *Sarcopoterium*, (β) παραθαλάσσια με *Centaurea spinosa*, (γ) της Λέσβου με *Centaurea spinosa*, (δ) των Κυκλάδων με *Centaurea spinosa*, (ε) ερικοειδή, (στ) με θυμάρι, (ζ) με *Genista*, (η) με *Satureja thymbra*, (θ) με ακανθώδη ευφόρβια, (ι) με *Lithospermum hispidum*, (ια) με *Anthyllis*.



Εικόνα 4.12 Φρυγανολίβαδο του τύπου οικοτόπου **5420 Φρύγανα με *Sarcopoterium spinosum*** στη Σκόρο.

Ο τύπος οικοτόπου **5430 Κρητικοί σχηματισμοί Euphorbio–Verbascion** χαρακτηρίζει τα φρύγανα της Κρήτης. Πρόκειται για φρύγανα του μέσου υψομέτρου της Κρήτης που ανήκουν στη συνένωση Euphorbio-Verbascion (με *Euphorbia acanthothamnus*, *Verbascum spinosum*, *Berberis cretica*, *Phlomis cretica*, *Satureja*, *Sideritis*, *Hypericum empetrifolium*, *Origanum microphyllum*, *Micromeria juliana*, *Helichrysum*, *Genista acanthoclada*) ή πρόκειται για φρύγανα με *Hypericum aegyptiacum* (δυτική Κρήτη σε παράκτια ασβεστολιθικά εδάφη). Ο τύπος οικοτόπου δεν απειλείται. Κινδυνεύει από εξάπλωση των ελαιώνων. Απαντώνται είδη *Phlomis*, *Salvia*, *Euphorbia acanthothamnus*, *Sarcopoterium spinosum*, *Calicotome villosa*, *Avena barbata*, *Daphne sericea*, *Olea europaea*, *Coridothymus capitatus*, *Verbascum spinosum*. Εμφανίζεται στα Natura 2000 sites των παρακάτω περιοχών: Ζάκυνθος (δυτικές και βορειοανατολικές ακτές), λιμνοθάλασσα Πύλου και Σφακτήρια, και στην Κρήτη (περιοχή Βιάννου, Μιλάτος, οροπέδιο Λασιθίου, όρος Θρύπτης, όρος Κέδρος, Κουρταλιώτικο φαράγγι, Πρασιανό φαράγγι, στην Ίδη, Λευκά Όρη, Φρες).

4.4 Δασολίβαδα (από την κατηγορία τύπων οικοτόπων: Δάση)

Τα δασολίβαδα αποτελούν έναν ιδιαίτερο τύπο λιβαδιών με πολύ υψηλή σημασία για τις τοπικές οικονομίες καθώς υποστηρίζουν πληθώρα δραστηριοτήτων, με προεξάρχουσα την κτηνοτροφία, και ως εκ τούτου συνδέονται με συγκεκριμένη χρήση γης. Η βόσκηση αποτελεί σημαντική οικολογική δραστηριότητα στα δάση, ρυθμιστική της βλάστησης, και με σημαντικές θετικές συνέπειες στα εδάφη, στη διήθηση του νερού, στη φυσική αναγέννηση, στη ροή των θρεπτικών και της ενέργειας, αλλά και γενικότερα στη δημιουργία ενδιαιτημάτων που φιλοξενούν πλήθος ειδών χλωρίδας και πανίδας. Παρόλα αυτά είχε κατηγορηθεί ως δραστηριότητα κατά το παρελθόν, καθώς είχαν αποδοθεί συλλήβδην οι αρνητικές επιδράσεις της υπερβόσκησης στη βόσκηση γενικότερα. Τα τελευταία χρόνια όμως, και ιδιαίτερα μετά από τις καταστροφικές πυρκαγιές στα Μεσογειακά δάση, έχει αναθεωρηθεί ο ρόλος της κανονικής βόσκησης ως φυσικό εργαλείο καθαρισμού των υποπόρων, αλλά και ως αναγκαία δραστηριότητα που ανανεώνει τα δασικά περιβάλλοντα. Κατά την απογραφή και χαρτογράφηση των ελληνικών τύπων οικοτόπων (Ντάφης κ.ά., 2001) στην κατηγορία αυτή υπάγονται οι παρακάτω πέντε υποκατηγορίες, (α) Δάση εύκρατης Ευρώπης, (β) Μεσογειακά δάση φυλλοβόλων, (γ) Μεσογειακά δάση σκληροφύλλων, (δ) Ορεινά εύκρατα δάση κωνοφόρων και (ε) Μεσογειακά και μακαρονησιώτικα ορεινά δάση κωνοφόρων. Εκτός αυτών οι Δημόπουλος κ.ά. (2012) διέκριναν 9 επιπλέον ελληνικούς δασικούς τύπους οικοτόπων που δεν περιλαμβάνονται στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ.

Από τους 40 συνολικά δασικούς τύπους οικοτόπων εδώ συζητιούνται εκείνοι οι οποίοι φυσιογνωμικά, λόγω διαχείρισης, αποδίδονται ως δασολίβαδα, δηλ., εκτάσεις που καλύπτονται με υψηλή δασική βλάστηση, ανοιχτής συγκόμωσης 10-20% μέχρι 40% ή ακόμα και πυκνής (-80%), με μεσόρφο (όταν υπάρχει) από θάμνους ή φρύγανα και με υπόροφο καλυπτόμενο από δασικά ποώδη. Το χαρακτηριστικό στα δασολίβαδα είναι ότι η βόσκηση (και όχι η παραγωγή πολύτιμης ξυλείας) αποτελεί την κύρια οικονομική δραστηριότητα (χρήση), ενώ συμπληρωματικά μπορεί να υποστηρίζουν και άλλες δραστηριότητες (μελισσοκομία, αναψυχή, συλλογή μανιταριών και βοτάνων κ.λπ.). Πρέπει να σημειωθεί ότι όλοι σχεδόν οι δασικοί τύποι οικοτόπων βόσκονται, σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό, από αγροτικά ή άγρια ζώα. Οι σημαντικότεροι δασικοί τύποι οικοτόπων που προσιδιάζουν σε δασολίβαδα ανήκουν στις υποκατηγορίες των **Μεσογειακών δασών φυλλοβόλων** και των **Μεσογειακών δασών σκληροφύλλων** και είναι:

4.4.1 Μεσογειακά δάση φυλλοβόλων

Στην υποκατηγορία αυτή ανήκουν 8 δασικοί τύποι οικοτόπων που αναφέρονται στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ και 4 ελληνικοί. Τρεις εξ αυτών παρουσιάζουν ιδιαίτερη αξία ως δασολίβαδα:

Ο ελληνικός τύπος οικοτόπου **924Α Θερμόφιλα δρυοδάση της Αν. Μεσογείου και της Βαλκανικής** χαρακτηρίζει τα μικτά πρεμνοφυή δάση με φυλλοβόλες δρύες *Q. frainetto*, *Q. cerris*, *Q. pubescens*, *Q. petraea* ssp. *medwendiewii* (= *Q. dalechampii*) που απαντώνται άνωθεν των δασών της συνένωσης *Ostryo-Carpinion*, σε υψόμετρο μέχρι τα 1400 μ., σε ποικιλία εκθέσεων, σε μικρές έως μεγάλες κλίσεις και σε εδάφη ποικίλου βάθους με ύπαρξη αργιλικού ορίζοντα (Εικόνα 4.13). Απαντάται κυρίως σε φλύσχη, σχιστόλιθο, γενέσιο, ασβεστόλιθο (σπανιότερα) κ.ά. Συνήθως τα δάση του οικοτόπου είναι πυκνά (60-85%) με μεσόρφο από θάμνους (5-50%). Στο δενδρώδη ανώροφο (συχνά μέχρι 15 μ. ύψος) απαντώνται εκτός των δρυών άτομα *Carpinus*, *Ostrya*, *Castanea*, *Sorbus*, *Fraxinus* κ.λπ., ενώ στο μεσόρφο θάμνοι *Q. coccifera*, *Q. ilex*, *Phillyrea*, *Pyrus*, *Rosa*, *Juniperus* και φρύγανα *Sarcopoterium*, *Phlomis*, *Coridothymus* κ.ά. Ο υπόροφο αποτελείται από *Brachypodium*, *Elymus*, *Stipa*, *Poa*, *Pteridium*, *Scutellaria*, *Melittis*, *Vicia* κ.ά. Τα δάση είναι συνήθως πρεμνοφυούς και σπανιότερα σπερμοφυούς μορφής, κατάλληλα για χρήση από ημίαιμους ή άγριους χοίρους καθώς και άλλα αγροτικά ζώα. Συνήθως η σπερμοφυής μορφή ευνοεί την εγκατάσταση δασολίβαδικών συστημάτων με έλεγχο των πρεμνοβλαστημάτων από τη βόσκηση. Η βόσκηση δεν αποτελεί απειλή για τον οικοτόπο (μόνο μεμονωμένα σε σπερμοφυή και σε συνθήκες υποβόσκησης ή υπερβόσκησης), ενώ κίνδυνο αποτελούν οι αναδασώσεις με πεύκα (ενρητινώσεις), οι αποψιλωτικές υλοτομίες και οι λαθροϋλοτομίες, και οι εκχερσώσεις (επέκταση γεωργικών καλλιεργειών). Ο τύπος οικοτόπου έχει καταγραφεί σε διάφορα Natura 2000 sites: Τρεις Βρύσες (δυτικά του δάσους Δαδιάς), βουνά Έβρου, όρη Χαϊντού, Ροδόπη (Σημύδα, Ελατιά), Όλυμπος, Βασιλίτσα, Εθνικός Δρυμός Πρεσπών, Βαρνούντας, Αθαμάνων, Σμόλικας, Ζαγόρι, Λάκμος, Βράσοβα (Αιτωλοακαρνανία), Οίτη, Πάρνωνας, λιμνοθάλασσες Θράκης, δέλτα Νέστου, στενά Ρεντίνας, λίμνες Κερκίνη, Κάρλα, Καλάβρυτα και Γοργοπόταμος.

Ο τύπος οικοτόπου **9250 Δάση δρυός με *Quercus trojana*** χαρακτηρίζεται από την κυριαρχία της ημι-αιθαλούς *Q. trojana* (μακεδονική δρυς) (Εικόνα 4.14). Απαντάται κυρίως σε ασβεστόλιθο, φλύσχη ή δο-

λομίτη. Σε ποικίλες κλίσεις και εκθέσεις και σε υψόμετρα 400-1400 μ. Σε εδάφη φτωχά, μικρού βάθους ή αποσκελετωμένα. Σε θέσεις όπου απουσιάζουν οι πρινώνες. Αποτελούν υπολείμματα, μεγαλύτερων σε έκταση πρεμνοφυών δασών, που περιορίστηκαν λόγω έντονων ανθρωπογενών επιδράσεων. Σε καλύψεις ανωρόφου 40-90% και σε καλύψεις μεσορόφου θάμνων μέχρι 60%. Στο δενδρώδη όροφο απαντάται επιπλέον *Q. frainetto*, *Q. pubescens*, *Q. cerris*, ενώ στο θαμνώδη όροφο *Juniperus*, *Colutea*, *Cotinus* και στον όροφο των ποών *Dactylis*, *Carex*, *Veronica*, *Leontodon*, *Galium*, *Silene* κ.ά. Η κτηνοτροφία αποτελεί την κύρια χρήση, και η ξυλοπονία έχει πολύ περιορισμένη εφαρμογή, ενώ η κλαδονομή ήταν πολύ συχνή ιδίως κατά το παρελθόν. Ως απειλές εμφανίζονται οι εκχερσώσεις, οι πυρκαγιές (ιδιαίτερα όταν συνδυάζονται με απευθείας βόσκηση), η υπερβόσκηση, έργα οδοποιίας. Απαντάται στη Μακεδονία και Ήπειρο στα Natura 2000 sites: Εθνικός Δρυμός Πρεσπών, στενά Καλαμά, Σμόλικας.



Εικόνα 4.13 Δασολίβαδο του τύπου οικοτόπου 924A *Θερμόφιλα δρυοδάση της Αν. Μεσογείου και της Βαλκανικής* στην Πρέσπα.

Ο ελληνικός τύπος οικοτόπου **925A Δάση οστράς, ανατολικού γαύρου και μεικτά θερμόφιλα δάση** υποκαθιστά τα αποψιλωμένα δρυοδάση (Εικόνα 4.15). Κυρίως σε ασβεστολιθικά πετρώματα, αλλά και σε γενέσιους, σχιστόλιθους, πυριτικά, σε ποικιλία εκθέσεων και κλίσεων και σε υψόμετρα μέχρι 1500 μ. Τα κυριότερα δενδρώδη και θαμνώδη είδη είναι τα *Ostrya*, *Carpinus orientalis*, *Acer monspesulanum*, *Fraxinus*, *Cornus*, *Q. frainetto*, *Q. pubescens*, *Paliurus*, *Rosa* κ.ά. Από ποώδη είδη *Lathyrus*, *Carex*, *Vicia*, *Brachypodium*, *Dactylis* κ.ά. Η φυτοκάλυψη του μεσορόφου και ανωρόφου φτάνει τα 90%. Η βόσκηση συχνά συνδυάζεται με άλλες ανθρωπογενείς επιδράσεις και κυρίως την καυσοξύλευση. Η έντονη υποβάθμιση του οικοτόπου μετά από πολύχρονη βόσκηση, καυσοξύλευση και ακανόνιστη διαχείριση μπορεί να οδηγήσει σε θαμνώδη ψευδομακκία βλάστηση ή σε ποολιβαδικά συστήματα, με διάσπαρτη διευθέτηση των τυπικών *Ostrya* και *Carpinus* από εκπροσώπους χαμηλού ύψους. Η διαχείρισή του σε σπερμοφυές δάσος βοηθά στη σταθερότητα του τύπου οικοτόπου. Οι πυρκαγιές, αποψιλωτικές υλοτομίες, υπερβόσκηση, λατομικές δραστηριότητες απο-

τελούν δυνητικές απειλές του οικοτόπου. Ο τύπος οικοτόπου απαντάται στη βόρεια Ελλάδα (Μακεδονία, Ήπειρο) στα παρακάτω Natura 2000 sites: Όρη Χαϊντού, Φαλακρό, Μπέλες, Σφήκα, Βαρνούντας, Βίκος - Αώος, Σμόλικας, Ζαγόρι, Μιτσικέλι.



Εικόνα 4.14 Δασολίβαδο του τύπου οικοτόπου 9250 Δάση δρυός με *Quercus trojana* στην Πρέσπα.

4.4.2 Μεσογειακά δάση σκληροφύλλων

Στην υποκατηγορία αυτή ανήκουν 7 δασικοί τύποι οικοτόπων που αναφέρονται στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ και 1 ελληνικός. Πέντε εξ αυτών παρουσιάζουν ιδιαίτερη αξία ως δασολίβαδα:

Ο τύπος οικοτόπου **9310 Δάση δρυός του Αιγαίου με *Quercus brachyphylla*** περιλαμβάνει τα δάση της συνάθροισης (aggregate) *Q. pubescens* που ιδιαίτερα στο Αιγαίο και την Κρήτη εκπροσωπούνται από τη φυλλοβόλο *Q. brachyphylla*. Απαιτεί υγρές περιοχές, με καλή τροφοδοσία υγρασίας και αναπτύσσεται σε θέσεις με ήπια κλίση (επίπεδες, ομαλές κλιτύες, αναβαθμίδες κ.λπ.). Σε υψόμετρο 200-700 μ., σε ποικιλία υποστρωμάτων (φλύσχη, ασβεστόλιθο, σχιστόλιθο, αλλουβιακά, κορύμματα κ.λπ.). Λόγω των έντονων ανθρωπογενών επιδράσεων είναι υπολειμματικού χαρακτήρα. Ο ποώδης όροφος προσομοιάζει με εκείνον των ανοικτών σκληροφύλλων θάμνων. Ο ανώροφος φτάνει τα 15 μ., με κάλυψη μέχρι και 80%, ενώ ο μεσόροφος παρουσιάζει διαβαθμίσεις στο ύψος. Στα δένδρα ή στο υψηλό τμήμα του μεσόροφου μπορεί να συμμετέχουν *Q. coccifera*, *Phillyrea*, *Acer*, *Olea europaea*, *Erica*, *Q. ilex*, στον χαμηλό όροφο των θάμνων *Erica arborea*, *Crataegus*, *Cacilotome*, *Spartium*, *Ruscus*, *Asparagus*, και στον υπόροφο *Oenanthe pimpinelloides*, *Leontodon*, *Ferula*, *Sonchus*, *Sarcopoterium*, *Muscari*, *Asphodelus*. Ο τύπος οικοτόπου είναι εκτεθειμένος σε ανθρωπογενείς επιδράσεις (κυρίως επέκτασης αμπελώνων και ελαιώνων), και συχνά απαντάται να εποικίζει εγκαταλειμμένες αναβαθμίδες. Η ξύλευση, οι πυρκαγιές, η κλαδονομή και η υπερβόσκηση απειλούν τη φυσιολογία των συστάδων του οικοτόπου κυρίως με τη διάσπαση της ηλικιακής δομής τους. Έχει καταγραφεί στα

Natura 2000 sites: Άθως, δάσος Κουρί, όρος Ερύμανθος και στην Κρήτη (όρος Κέδρος, Κουρταλιώτικο φαράγγι, Πρασιανό φαράγγι, Έλος, Δράπανο).



Εικόνα 4.15 Δασολίβαδο πολύ πυκνής δομής του τύπου οικοτόπου **925Α Δάση οστράς, ανατολικού γαύρου και μεικτά θερμόφιλα δάση** στην Πρέσπα.

Ο τύπος οικοτόπου **9320 Δάση με *Olea* και *Ceratonia*** περιλαμβάνει κυρίως δενδρώδεις μεσογειακούς σκληρόφυλλους θαμνώνες και σπανιότερα καταστάσεις κλειστής συγκόμωσης (τυπικά δάση). Πρόκειται για θερμο-μεσογειακά δάση, σε άγονα, σκελετικά, ασβεστολιθικά υποστρώματα ή άλλα (σχιστολιθικά, πυριγενή, φλύσχη, γνεύσιο, ψαμμίτη κ.λπ.). Σε όλες τις εκθέσεις και τις κλίσεις και σε υψόμετρα συνήθως μέχρι 500-600 μ. (ή και 1000 μ.). Θεωρείται κλιμακικός τύπος οικοτόπου, στον οποίο συμμετέχουν σε μίξη, εκτός των *Olea* και της *Ceratonia*, η *Calicotome* και η *Pistacia*. Οι δενδρώδεις θαμνώνες φτάνουν μέχρι τα 10 μ σε ύψος και η κάλυψη πάνω από 75%. Εμφανίζεται συνήθως στρώμα με χαμηλούς, 0,5 μ. θάμνους και με υπόροφο θερόφυτα, κυρίως αγρωστώδη, αλλά και *Arum*, *Arisarum*, *Asparagus* κ.ά. Τα δασολίβαδα αυτά αποτελούν πολύτιμα ενδιαιτήματα για πολλά ζωικά είδη. Απειλές για τα δασολίβαδα του τύπου αυτού αποτελούν η υπερβόσκηση, οι εκχερσώσεις, η αλόγιστη ενρηνίνωση, και οι πυρκαγιές οι οποίες συντέλεσαν στη σημαντική μείωση της έκτασής τους σε σχέση με το παρελθόν. Στα Natura 2000 sites: λίμνη Κάρλα, Αλόννησος, Αμβρακικός κόλπος, δέλτα Αχελώου, Ζάκυνθος (όρμος Λαγανά), νησιά Στροφάδες, Οίτη, Λεωνίδιο, Μονεμβασιά, Πάρνηθα, Κάρπαθος.

Ο τύπος οικοτόπου **9340 Δάση με *Quercus ilex* και *Quercus rotundifolia*** περιλαμβάνει κυρίως δασολίβαδα σε ασβεστολιθικά εδάφη της Δυτικής Ελλάδας, αλλά και σε υγρές και ψυχρές περιοχές της ζώνης των αείφυλλων πλατύφυλλων της Ανατολικής Ελλάδας. Εντάσσονται στην ένωση *Quercion ilicis*. Πέρα από τα ασβεστολιθικά εδάφη απαντάται και σε σχιστόλιθο, φλύσχη, γρανίτη, γνεύσιο. Σε υψόμετρα μέχρι 1000 μ., σε ποικίλες θέσεις και σε εδάφη με κλίση (με σημαντικό προστατευτικό ρόλο). Η μορφή του οικοτόπου είναι η υψηλή θαμνόμορφη και δενδρόμορφη με αείφυλλα σκληρόφυλλα, με όροφο δένδρων στα 20 μ. και κάλυψη

> 60%. Ο χαμηλός θαμνώδης όροφος (μέχρι 4 μ.) είναι σχετικά αραιότερος, (μέχρι 70%). Ο δενδρώδης/θαμνώδης όροφος αποτελείται από *Q. ilex*, *Fraxinus ornus*, *Arbutus* και ο ποώδης που είναι πυκνότερος σε καταστάσεις αραιότερου ανωρόφου από *Ruscus*, *Asparagus*, *Cyclamen* κ.λπ. Πρόκειται για κλιμακικά δασολίβαδα σε σχετικά υγρές θέσεις. Γενικά θεωρούνται υπολειμματικά προτέρων μεγαλύτερων εκτάσεων που δέχθηκαν στο παρελθόν ισχυρές ανθρώπινες επιδράσεις (εκχερσώσεις για οικιστική επέκταση ή για γεωργική γη, μετατροπή σε πρεμνοφυή). Επιπλέον, η υπερβόσκηση, οι πυρκαγιές και η καυσοξύλευση εμποδίζουν την ανόρθωση του δενδρώδους ορόφου. Προτείνεται η οριοθέτηση αναγεννητικών κέντρων με αποκλεισμό της αιγοτροφίας. Στα Natura 2000 sites: βουνά Έβρου, λίμνες Βόλβη και Λαγκαδά, στενά Ρεντίνας, Όλυμπος, Κάρλα, Αλόνησος, εκβολές Αχέροντα, όρος Βαράσοβα, φαράγγι Βουραϊκού, Γοργοπόταμος, Οίτη, Ν.Α. Παρνασσός, Λεωνίδιο, Πάρνωνας, Μονεμβασιά.

Ο ελληνικός τύπος οικοτόπου **934Α Ελληνικά δάση πρίνου** περιλαμβάνει υψηλά δάση πουρνναριού *Quercus coccifera* και όχι πρεμνοφυή θαμνολίβαδα *maquis* και *pseudomaquis* αειφυλλης βλάστησης (Εικόνα 15). Μπορεί να εμφανίζεται σε μίξη με *Phillyrea latifolia*. Αναπτύσσεται σε ποικιλία εκθέσεων και κλίσεων σε υψόμετρα μέχρι 1600 μ., και κυρίως σε ασβεστολιθικά πετρώματα και σπανιότερα σε μαρμαρυγίες και σχιστόλιθους. Σε επιφανειακά, σκελετωμένα, ή και σχετικά μέτριου βάθους εδάφη. Ο τύπος οικοτόπου εμφανίζεται σημαντικά υποβαθμισμένος σε θαμνολίβαδα (πρινώνες), ή σε συνύπαρξη με φρύγανα σε πολλές περιοχές της κεντρικής και βόρειας Ελλάδας, ενώ καλά αναπτυγμένα δασολίβαδα εμφανίζονται στα όρη της Κρήτη. Σε καταστάσεις ανοικτής δομής συντηρείται πλούσιος υπόροφος με αγρωστώδη (*Anthoxanthum*, *Poa*), αλλά και πλατύφυλλες πόες (*Cephalanthera*, *Paeonia*, *Epipactis*, *Crepis*, *Ruscus*). Στο δενδρώδη/θαμνώδη όροφο συμμετέχουν τα *Acer sempervirens*, *Q. ilex*. Το κυρίαρχο είδος (πουρνάρι) είναι πολύ ανθεκτικό στις ανθρώπινες επιδράσεις και στις πυρκαγιές με υψηλή αναγεννητική ικανότητα. Η κάλυψη του ανωρόφου φτάνει μέχρι και 80%, με ύψος 8-12 μ., ενώ ο θαμνώδης όροφος φτάνει τα 4 μ. με κάλυψη μέχρι 60%. Τα συσσωματώματα που δημιουργεί το πουρνάρι διαμορφώνει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στο τοπίο. Κύριες χρήσεις του τύπου οικοτόπου είναι η βόσκηση (και η κλαδονομή) και η καυσοξύλευση, ιδιαίτερα έντονες στο παρελθόν. Απειλές εμφανίζονται από τις εκχερσώσεις, τις πυρκαγιές, υπερβόσκηση και την υπερξύλευση. Σε πολύ έντονες επιδράσεις υποβαθμίζεται σε φρυγανώδεις καταστάσεις με σποραδικά καταπιεσμένα άτομα πουρνναριού και κυριαρχία ειδών όπως η ασφάκα (*Phlomis fruticosa*). Στα Natura 2000 sites: Αλόνησος, Καλοδίκι (Β.Α. της Πάργας), Καλαμάς, λίμνες Βουλκαρία και Σαλτίνη (νοτιώς του Ακτίου), Βίκος-Αώος, Αίνος, Χελμός, Καλάβρυτα, Πάρνωνας, Λευκά Όρη.



Εικόνα 4.16 Δασολίβαδο του τύπου οικοτόπου 934Α Ελληνικά δάση πρίνου στο Λαγκαδά.

Ο τύπος οικοτόπου **9350 Δάση με *Quercus macrolepis*** περιλαμβάνει σπερμοφυή δασολίβαδα της ήρεμης βαλανιδιάς (*Q. ithaburensis* ssp. *macrolepis*), συνήθως υπολειμματικά πολύ μεγαλύτερων δασών, που στην πλειονότητά τους εμφανίζονται σε μορφές λοχμών ή σχετικά μικρών συστάδων στη συνένωση της συνένωσης *Quercion ilicis* (Εικόνα 16). Καλά αναπτυγμένα δασολίβαδα βαλανιδιάς εντοπίζονται στο Ξηρόμερο, στη Θεσπρωτία, στην Αλεξανδρούπολη, στην Κρήτη, στην Κέα, στη Λέσβο κ.α. Σε υψόμετρα μέχρι 1100 μ., σε ποικιλία εκθέσεων (με κυριαρχία την ανατολική) και κλίσεων, σε αβαθή ως μετρίου βάθους εδάφη και σε ασβεστολιθικά υποστρώματα. Η συμμετοχή των θάμνων στο μεσόροφο μπορεί να είναι και συχνή. Συχνά απαντάται η *Pistacia terebinthus*, ενώ μπορεί να συμμετέχουν και είδη της συνένωσης *Oleo-Ceratonion* (*Oleaeuropaea*) ή της κλάσης *Cisto-Micromerietea* (*Lavandula*, *Cistus*, *Sarcopoterium*). Ο υπόροφος μπορεί να είναι πλούσιος ή μη σε είδη αναλόγως της συγκόμωσης του ανωρόφου (*Asphodelus*, *Phlomis*, *Paeonia* κ.ά.). Στο μεσόροφο απαντώνται *Pyrus*, *Pistacia*, *Cotinus*. διαχειρίζονται σχεδόν αποκλειστικά ως δασολίβαδα (και με κλαδονομή), με περιορισμένη ξύλευση. Κίνδυνο αποτελούν οι πυρκαγιές, η παράνομη υλοτομία, οι εκχερσώσεις. Η ελεγχόμενη βόσκηση αναμένεται να αυξήσει τον πλούτο ειδών του υπορόφου. Λόγω του υπολειμματικού τους χαρακτήρα τα δασολίβαδα βαλανιδιάς απαιτούν προστασία. Στα Natura 2000 sites: εκβολές Καλαμά, εκβολές Αχέροντα, Στροφυλιά, Κυλλήνη.



Εικόνα 4.17 Δασολίβαδο του τύπου οικοτόπου **9350 Δάση με *Quercus macrolepis*** στο Ξηρόμερο.

Παράλληλα κείμενα

Βραχνάκης Μ., Γ. Φωτιάδης και Ι. Καζόγλου. 2011. Καταγραφή, Αξιολόγηση και Γεωγραφική Αποτύπωση των Λιβαδικών και Δασικών Τύπων Οικοτόπων των Περιοχών του Δικτύου ΦΥΣΗ 2000: «Εθνικός

Δρυμός Πρεσπών (GR 1340001)» και «Όρη Βαρνούντα (GR 1340003)» όπως και Περιοχών Πέριξ Αυτών. Τελική Έκθεση. ΤΕΙ Λάρισας, Εταιρεία Προστασίας Πρεσπών.

Βραχνάκης Μ. 2014. Ρύθμιση Βόσκησης σε Επιλεγμένες Θέσεις στα Δασολίβαδα του Τύπου Οικοτόπου Προτεραιότητας *9562 Ελληνικά Δάση Αρκεύθου (*Juniperetum excelsae*) ως Μέτρου Αποκατάστασης και Διατήρησης. Έργο LIFE12 NAT/GR/000539 Restoration and Conservation of the Priority Habitat Type *9562. σ. 63.

Σχετικοί δικτυακοί τόποι

- Δικτυακός τόπος της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το Δίκτυο Φύση 2000
http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/index_en.htm
- Δικτυακός τόπος για την 92/43/ΕΟΚ Οδηγία των Οικοτόπων (Habitats Directive)
http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/index_en.htm
- Δικτυακός τόπος για την 79/409/ΕΟΚ Οδηγία των Πουλιών (Birds Directive)
http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/birdsdirective/index_en.htm
- Δικτυακός τόπος του προγράμματος *Εποπτεία και Αξιολόγηση της Κατάστασης Διατήρησης Ειδών και Τύπων Οικοτόπων της Ελλάδας* του Υ.ΠΕ.Κ.Α.
<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=889&language=el-GR>
- Δικτυακός τόπος διαδραστικού χάρτη όλων των περιοχών του δικτύου Natura 2000 της Ευρώπης
<http://natura2000.eea.europa.eu>

Βιβλιογραφία

- Fotiadis, G., Vrahnakis, M., Kazoglou, Y. & Tsiripidis, I. (2014). Dry grassland types in the Prespa National Park (NW Greece), including the southernmost occurrence of the priority habitat type “Pannonic sand steppes” (code 6260). *Hacquetia*, 13(1), 171-189.
- Vrahnakis, M.S., Fotiadis, G., Pantera, A., Goudelis, G., Papadopoulos, A. & Papanastasis, V.P. (2014). Floristic diversity of valonia oak silvopastoral woodlands in Greece. *Agroforestry Systems*, 88(5), 877-893.
- Αθανασιάδης, Ν.Η. (1986α). *Δασική φυτοκοινωνιολογία*. Θεσσαλονίκη: Γιαχούδης-Γιαπούλης.
- Βραχνάκης, Μ., Φωτιάδης, Γ. & Καζόγλου, Ι. (2012). *Τύποι οικοτόπων εθνικού πάρκου Πρεσπών*. Πρέσπα: Εταιρία Προστασίας Πρεσπών.
- Δημόπουλος, Π. (2002). *Αριθμητικές μέθοδοι ταξινόμησης και κατάταξης της βλάστησης*. Αργίριο: Πανεπιστήμιο Δυτικής Ελλάδας.
- Δημόπουλος, Π., Bergmeier, E., Ελευθεριάδης, Ε., Θεοδωρόπουλος, Κ., Γερασιμίδης, Α. & Τσιαφούλη, Μ. (2012). *Οδηγός αναγνώρισης και ερμηνείας δασικών τύπων οικοτόπων στην Ελλάδα*. Αργίριο: Πανεπιστήμιο Δυτικής Ελλάδας.
- Θεοδωρόπουλος, Κ., Ελευθεριάδης, Ε., Τσιριπιδής, Γ. & Αθανασιάδης, Ν. (2001). Βραχύφυλες και λιβαδικές φυτοκοινωνίες του παρθένου δάσους Φρακτού του Νομού Δράμας (Α. Μακεδονία, Ελλάδα). Στο 9ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο. Κοζάνη: Ελληνική Δασολογική Εταιρία.
- Ντάφης, Σ. (1973). Ταξινόμηση της δασικής βλάστησης της Ελλάδος. *Επιστ. Επετ. Τμ. Δασολογίας Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης*, 15(2), 75-91.
- Ντάφης, Σ., Παπαστεργιάδης, Ε. & Λαζαρίδης, Θ. (1999). *Τεχνικός οδηγός χαρτογράφησης. Δίκτυο Natura 2000*. Θεσσαλονίκη: Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
- Ντάφης, Σ., Παπαστεργιάδης, Ε., Λαζαρίδης, Ε. & Τσιαφούλη, Μ. (2001). *Τεχνικός οδηγός αναγνώρισης, περιγραφής και χαρτογράφησης τύπων οικοτόπων της Ελλάδας*. Θεσσαλονίκη: Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υδροτόπων.

Κριτήρια αξιολόγησης

A. Δραστηριότητες διδακτικής ενότητας

1. Δώστε σχηματικά παραδείγματα επικαλυπτόμενων οικοθέσεων 2 ειδών. (200 λέξεις)
2. Τα τελευταία χρόνια έχει δοθεί μεγάλη έμφαση στη διαχείριση των φυσικών οικοσυστημάτων στη βάση της διάκρισης των τύπων οικοτόπων και των μονάδων βλάστησης που συστήνουν τα οικοσυστήματα. Αναφέρατε τα πλεονεκτήματα μίας τέτοιας προσέγγισης. Τι κίνδυνο μπορεί να περιλαμβάνει αυτή η προσέγγιση? (500 λέξεις)
3. Συνδέστε τη διαχείριση της βλάστησης των λιβαδικών τύπων οικοτόπων με την κατάλληλη μίξη αγροτικών ζώων. Αιτιολογείστε (300 λέξεις)
4. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει έμφαση στην επανεισαγωγή της βόσκησης στους κεντροευρωπαϊκούς τύπους οικοτόπων. Σε ποιους λόγους πιστεύετε ότι στηρίζεται μία τέτοια προσέγγιση? (300 λέξεις)
5. Ποιες οι σημαντικότερες απειλές του τύπου οικοτόπου προτεραιότητας 6220 *Ψεύδο - στέπες με γράσταις και ετήσιες πόες (Thero - Brachypodietea) στα νησιά του Αιγαίου; (200 λέξεις)
6. Τα θαμνολίβαδα θεωρούνται καταστάσεις δυναμικής ισορροπίας. Ποιοι οι παράγοντες διατήρησής τους και πως επιδρούν? Τι θα συμβεί αν λείψει η επενέργεια αυτών των παραγόντων? (400 λέξεις)
7. Ποιες οι αξίες των φρυγανολίβαδων; (300 λέξεις)
8. Πολλοί ισχυρίζονται ότι τα δασολίβαδα βαλανιδιάς της Ελλάδας αποτελούν ισοδύναμο των Ισπανικών dehesas. Προσδιορίστε ομοιότητες και διαφορές (400 λέξεις)

B. Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης

Σωστό ή λάθος	Επιλέξτε
Η οικοθέση αποδίδεται σχηματικά σε δυσδιάστατο καρτεσιανό χώρο αποκλειστικά.	Σωστό
	Λάθος
Οικοθέση και ενδιαίτημα ταυτίζονται.	Σωστό
	Λάθος
Ο τύπος οικοτόπων συνδέεται με την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ.	Σωστό
	Λάθος
Η διάκριση των τύπων οικοτόπων στηρίζεται σε κριτήρια διαχείρισης.	Σωστό
	Λάθος
Ο τύπος οικοτόπου προτεραιότητας περιλαμβάνει αποκλειστικά είδη σημαντικά.	Σωστό
	Λάθος
Τα ποολίβαδα της Thero-Brachypodietea εδράζονται σε αμμώδη υποστρώματα.	Σωστό
	Λάθος
Τα ποολίβαδα της Scorzoneralia villosae αναπτύσσονται σε υγρά εδάφη.	Σωστό
	Λάθος
Στα φρύγανα οι αείφυλλοι θάμνοι αποτελούν κυρίαρχη βλάστηση.	Σωστό
	Λάθος
Η κύρια χρήση της ετήσιας βιομάζας των θαμνολίβαδων είναι η βόσκηση.	Σωστό
	Λάθος
Τα δασολίβαδα πουργαριού απαντώνται κυρίως σε πυριτικά εδάφη.	Σωστό
	Λάθος

ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΤΕ	Επιλέξτε
Τα φυτά συναθροίζονται και σχηματίζουν εκτεταμένα ενιαία χλωριδικά σύνολα με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που γίνονται αντιληπτά ως	βλάστηση ενδιαίτημα
Η πρώτη χαρτογράφηση των λιβαδικών τύπων οικοτόπων της χώρας μας ολοκληρώθηκε το	2005 2000
Η κατηγορία <i>φυσικά λιβάδια</i> περιλαμβάνει λιβάδια.	ξηρά υγρά
Τα ποολίβαδα της <i>Scorzonera villosa</i> έχουν εξάπλωση	ευρεία περιορισμένη
Τα ποολίβαδα <i>Nardus</i> απαντώνται σε υψόμετρα	μικρά μεγάλα
Ο εποχιακός διμορφισμός είναι χαρακτηριστικό των των φρυγάνων	βλαστών φύλλων
Η βλάστηση στα θαμνολίβαδα <i>Juniperus</i> ανανεώνεται με	υλοτομία πυρκαγιά
Τα δασολίβαδα πρίνου φύονται σε εδάφη	αβαθή υγρά
Τα δασολίβαδα <i>Quercus trojana</i> απαντώνται στη Ελλάδα	βόρεια νότια
Τα δασολίβαδα βαλανιδιάς χρησιμοποιούνται κυρίως για	βόσκησι καυσοξύλευση

Δ.Ε.5 Δυναμική της λιβαδικής βλάστησης

Σκοπός της ενότητας είναι η κατανόηση των βασικών αρχών της δυναμικής της λιβαδικής βλάστησης σε έννοιες αλληλοπαρέμβασης και διαδοχής.

Σύνοψη

Η δυναμική της λιβαδικής βλάστησης προσδιορίζεται από τις πολλαπλές σχέσεις αλληλοπαρέμβασης που αναπτύσσονται μεταξύ των βιοτικών δομών και αβιοτικών συνθηκών των λιβαδικών οικοσυστημάτων. Τα φυτά σε ένα λιβαδικό οικοσύστημα αναπτύσσουν ενδοειδικές και διειδικές αλληλεπιδράσεις, θετικές ή αρνητικές για τη συνέχειά τους στο χρόνο και στο χώρο (αύξηση, αναπαραγωγή), ρυθμιζόμενες πάντα από τα επίπεδα των κρίσιμων πόρων του περιβάλλοντος. Το αντιστρόφως γραμμικό μοντέλο των Spitters-Connolly και οι δείκτες που σχετίζονται με αυτό αποτελούν σημαντικά εργαλεία ερμηνείας των αλληλοπαρεμβατικών σχέσεων και τη συμπεριφορά των μίξεων των φυτών. Ιδιαίτερα χρήσιμος είναι ο δείκτης Relative Resource Total (RRT), τόσο από αγρονομικής όσο και από οικολογικής σκοπιάς. Επιπλέον οι Λόγοι Αντικατάστασης (substitution rates) του μοντέλου εκτιμούν για το μέσο άτομο ενός είδους που συμμετέχει στη μίξη τον τρόπο (σε έννοιες ισοδυναμίας) με τον οποίο αντιλαμβάνεται στη μίξη το μέσο άτομο του άλλου είδους.

Προαπαιτούμενη γνώση – προσδοκώμενα αποτελέσματα

Τα λιβαδικά φυτά, από κοινού με τα ιδιαίτερα οικολογικά χαρακτηριστικά των λιβαδικών τύπων οικοτόπων, (σύνδεση με την προηγούμενη διδακτική ενότητα), συσχετίζονται στο χρόνο και στο χώρο. Περιγράφονται οι κρίσιμοι οικολογικοί παράγοντες και οι θετικές, αρνητικές και ουδέτερες αλληλεπιδράσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των ίδιων (ενδοειδικές και διειδικές) και διαφορετικών τροφικών επιπέδων. Έμφαση δίνεται στη σημασία της βόσκησης, (σύνδεση με την επόμενη διδακτική ενότητα) και των αναδράσεων που αυτή συνεπάγεται, ως μία φυσική ρυθμιστική διεργασία στα λιβαδικά οικοσυστήματα.

Έννοιες – κλειδιά (keywords):

- αλληλοπαρέμβαση (interference)
- ανταγωνισμός (competition)
- διαδοχή (succession)
- αυτοαραίωση (self-thinning)
- διευκόλυνση (facilitation)
- ενδοειδικός (intraspecific)
- διειδικός (interspecific)
- λόγος αντικατάστασης (substitution rate)
- πόρος (resource)

5.1 Σκοπός της δυναμικής πληθυσμών

Η βόσκηση αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο των λιβαδικών οικοσυστημάτων και παίζει σημαντικό ρόλο τόσο στη λειτουργία όσο και στη δομή τους. Η βόσκηση ασκεί σημαντική επίδραση στον κύκλο και την ανακατανομή των θρεπτικών στοιχείων, καθώς και στον υδρολογικό κύκλο και την παραγωγή νερού. Επιπλέον, οι τροφικές συνήθειες των αγροτικών και πολλών αγρίων ζώων (φυτοφάγα) τα καθιστούν αναπόσπαστα στοιχεία για την εύρυθμη λειτουργία του λιβαδικού οικοσυστήματος καθώς είναι απαραίτητος κρίκος για τη συνεκτικότητα της τροφικής αλυσίδας. Μια από τις πιο σημαντικές επιδράσεις της βόσκησης φαίνεται να εξασκείται επί της δομής της λιβαδικής φυτοκοινότητας η οποία μεταβάλλεται καθώς η βόσκηση επιδρά στη σύνθεση, στη διαταραχή, και στη λιβαδική πρωτογενή παραγωγή όπως και στην ηλικιακή δομή των πληθυσμών και την πορεία των αλληλοπαρεμβάσεων κατά τη μακροχρόνια διαδικασία της διαδοχής.

Η λιβαδική φυτοκοινότητα με την πράσινη βιομάζα αποτελεί διαμέσου της φωτοσυνθετικής διαδικασίας την πηγή της πρωτογενούς παραγωγής του οικοσυστήματος και δομείται κυρίως από άτομα ποωδών και ξυλωδών φυτικών ειδών (παραγωγοί), συναθροιζόμενα σε πληθυσμούς κατά είδος, ενώ παράλληλα παράγει βοσκήσιμη ύλη, η οποία χρησιμοποιείται απευθείας από τα βόσκοντα αγροτικά ή θηραματικά ζώα (καταναλωτές). Έτσι, ο δυναμικός προσδιορισμός της λιβαδικής φυτοκοινότητας προϋποθέτει την εφαρμογή των γενικών αρχών της πληθυσμιακής οικολογίας.

Η μελέτη της δυναμικής των λιβαδικών πληθυσμών αποσκοπεί (Στάμου κ.ά., 1988) στο να:

α. περιγράφει τις μεταβολές του μεγέθους και της ηλικιακής δομής των πληθυσμών,
 β. διερευνήσει τα αίτια που προκαλούν τις μεταβολές αυτές,
 γ. αναγάγει τα οικολογικά φαινόμενα, που εμφανίζονται σε μία κοινότητα κατά τη διάρκεια του χρόνου, σε επίπεδο στοιχειωδών αλληλεπιδράσεων:

- μεταξύ των ατόμων που συγκροτούν τον πληθυσμό (ενδοειδικές αλληλεπιδράσεις)
- μεταξύ διαφορετικών πληθυσμών (διειδικές αλληλεπιδράσεις)
- μεταξύ πληθυσμών και αβιοτικών παραγόντων, και

δ. παράγει πρότυπα υποδείγματα (μοντέλα) γενικής εφαρμογής, που να ισχύουν για όσο το δυνατόν περισσότερες περιπτώσεις οργανισμών.

Η *θεμελιώδης εξίσωση της δυναμικής των λιβαδικών πληθυσμών* η οποία περιγράφει το μέγεθος του λιβαδικού πληθυσμού σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή (χωρίς να λαμβάνει υπόψη της την επίδραση της βόσκησης), έχει τη γενική μορφή (Williamson, 1972)

$$N_{t+1} = N_t + B - D$$

όπου N_t : το πληθυσμιακό μέγεθος στο χρόνο t , N_{t+1} : το πληθυσμιακό μέγεθος στο χρόνο $t+1$, B : ο αριθμός νέων ατόμων που προστέθηκαν στον πληθυσμό κατά το χρονικό διάστημα $t+1$ (φυτρώσεις από αναγέννηση + εποικισμοί), και D : ο αριθμός των ατόμων που αφαιρέθηκαν από τον πληθυσμό κατά το χρονικό διάστημα $t+1$ (θάνατοι + μεταναστεύσεις).

Ο λόγος των δύο πληθυσμιακών μεγεθών (N_{t+1}/N_t) αποτελεί τον *καθαρό αναπαραγωγικό ρυθμό* (R_0) του πληθυσμού

$$R_0 = N_{t+1} / N_t$$

Ενώ, ο ρυθμός μεταβολής του πληθυσμιακού μεγέθους στο χρόνο είναι

$$dN / dt = B - D$$

όπου N : το μέγεθος του πληθυσμού σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Όμως τα μεγέθη B και D εξαρτώνται αλγεβρικά (κατά έναν παράγοντα b , και d αντίστοιχα) από το μέγεθος του πληθυσμού N

$$B = bN \text{ και } D = dN \quad (1)$$

Θέτοντας $b - d = r$ προκύπτει

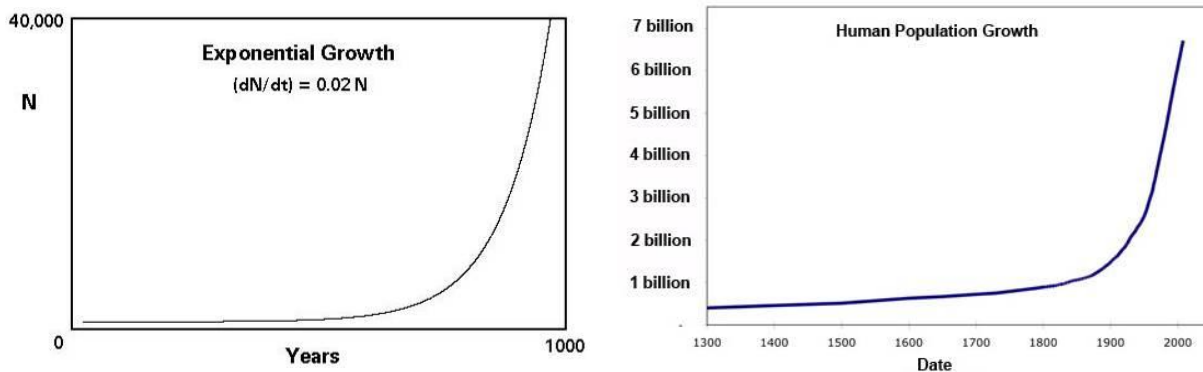
$$dN / dt = rN \quad (2)$$

όπου r καλείται *ενδογενής ή στιγμιαίος ρυθμός αύξησης του πληθυσμού*. Η εξίσωση αυτή η οποία καλείται και εξίσωση των Lotka και Volterra έχει αναγνωριστεί ως η σημαντικότερη εξίσωση της δυναμικής πληθυσμών. Το μέγεθος του πληθυσμού N_t τη χρονική στιγμή t λαμβάνεται από το ορισμένο ολοκλήρωμα της (2) ως προς μια χρονική διάρκεια από t_0 ως t

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

Η εξίσωση αυτή εκφράζει το πρώτο θεωρητικό μοντέλο αύξησης πληθυσμών, το *εκθετικό* (Odum, 1989) (Εικόνα 5.1).

Η εκθετική καμπύλη προσδιορίζει το βιολογικό δυναμικό του πληθυσμού και χαρακτηρίζει τους πληθυσμούς που αυξάνονται απεριόριστα σε ένα ευνοϊκό περιβάλλον. Αυτό όμως είναι θεωρητικό. Η δυναμική της αυξητικής μεταβολής του πληθυσμιακού μεγέθους των λιβαδικών φυτικών ειδών καθορίζεται άμεσα από την κατά χώρο και χρόνο κατανομή της ποσότητας κρίσιμων πόρων, απαραίτητων για τη θρέψη των φυτών που εκφράζεται ως *αντίσταση* του περιβάλλοντος στη μεταβολή του πληθυσμιακού μεγέθους και μαθηματικά μορφοποιείται ως

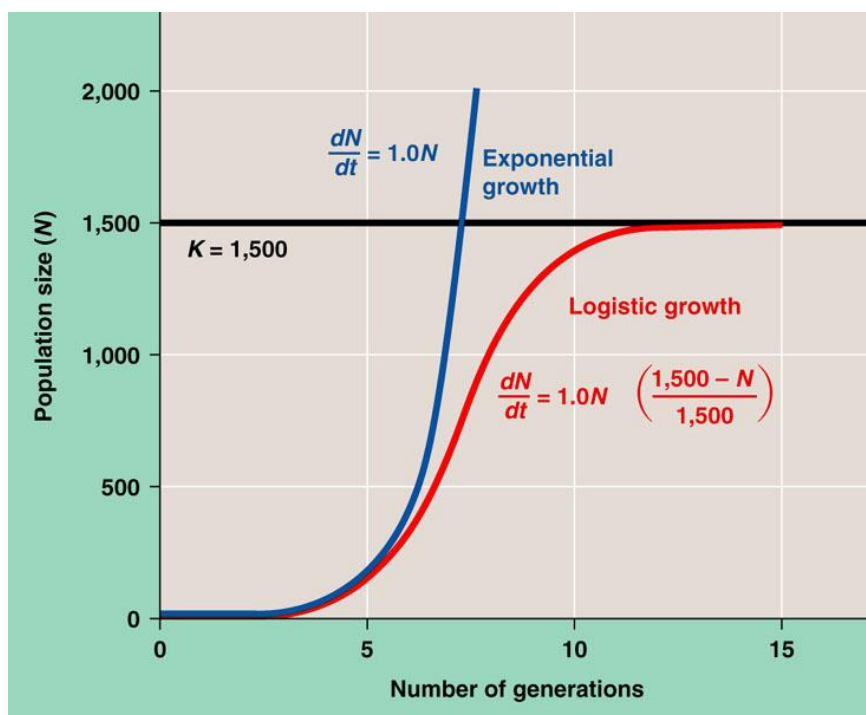


Εικόνα 5.1 Εκθετική καμπύλη αύξησης με ενδογενή ρυθμό $r=0,02$ (αριστερά, <http://www.blc.arizona.edu/courses/schaffer/182/exponential.HTM>) και εκθετική μεταβολή ανθρώπινου πληθυσμού (δεξιά, <http://www.kivu.com/exponential-population-growth/>).

$$(K-N)/K \text{ ή } 1-(N/K)$$

όπου K : η βιοχωρητικότητα του περιβάλλοντος. Στην ουσία η αντίσταση του περιβάλλοντος παριστάνει το κλάσμα του πληθυσμού που θα μπορούσε να χωρέσει στο δεδομένο περιβάλλον. Έτσι, ένα πιο πρακτικό ή ρεαλιστικό μοντέλο, το οποίο λαμβάνει υπόψη τη βιοχωρητικότητα του περιβάλλοντος, είναι το λογιστικό ή σιγμοειδές μοντέλο, που ορίζεται από την εξίσωση (Εικόνα 5.2)

$$dN / dt = r N (K - N) / K \quad (3)$$



Εικόνα 5.2 Εκθετική καμπύλη αύξησης (μπλε χρώμα) και λογιστική καμπύλη αύξησης (κόκκινο χρώμα) (<http://climatechangefork.blog.brooklyn.edu/2014/02/04/stabilization/>).

Ο ενδογενής ρυθμός αύξησης r είναι χαρακτηριστικός για κάθε πληθυσμό λιβαδικών φυτών και στη γενική του έκφραση έχει χρησιμοποιηθεί στην Κλασική Εξελικτική Θεωρία ως μέτρο της προσαρμογής (fitness) των ατόμων σε ένα πληθυσμό. Σε κάθε φυτικό οργανισμό υπάρχει ένα άριστο r που προκύπτει ως αποτέλεσμα της ρύθμισης της βιωσιμότητας, της γονιμότητας και της διάρκειας γενιάς. Δύο είναι οι κυριότεροι μηχανισμοί που οδηγούν σε άριστο r στα λιβαδικά φυτά:

α) Η *r*- στρατηγική: Τα άτομα που συνιστούν τέτοιους πληθυσμούς παρουσιάζουν μειωμένη διάρκεια γενιάς και μειωμένη βιωσιμότητα. Κάτω από επάρκεια των κρίσιμων πόρων, οι πληθυσμοί αυτοί αυξάνουν γρήγορα και σε μικρά χρονικά διαστήματα, ενώ όταν οι πόροι παρουσιάζουν έλλειμμα οι πληθυσμοί μειώνονται σε μικρά και πάλι χρονικά διαστήματα. Η μειωμένη βιωσιμότητα που παρουσιάζουν αντισταθμίζεται από το μεγάλο αριθμό απογόνων, μικρού μεγέθους, οι οποίοι λόγω μικρής επένδυσης ενέργειας είναι ελάχιστα ανταγωνιστικοί και με υψηλή θνησιμότητα.

β) Η *K*- στρατηγική: Τα άτομα που συνιστούν τέτοιους πληθυσμούς παρουσιάζουν μεγάλο μέγεθος, μεγάλη διάρκεια γενιάς και υψηλή βιωσιμότητα. Επενδύουν μεγάλα ποσά ενέργειας στους απογόνους τους, οι οποίοι είναι ανταγωνιστικοί, με μεγάλη βιωσιμότητα. Οι πληθυσμοί αυτής της στρατηγικής αυξάνονται με μικρή ταχύτητα, λόγω μεγάλης διάρκειας γενιάς, αλλά εμφανίζουν υψηλή οικοφυσιολογική προσαρμογή και έτσι εμφανίζουν μεγαλύτερη σταθερότητα στο χρόνο.

Ενώ σε επίπεδο ατόμου οι *r*- και *K*- στρατηγικές προσδιορίζουν την προσαρμογή των φυτών στο περιβάλλον (Στάμου κ.ά., 1988), ο ενεργειακός έλεγχος της λειτουργίας του λιβαδικού οικοσυστήματος και κατ' επέκταση η δομή και ο δυναμικός χαρακτήρας των πληθυσμών των φυτικών ειδών που το απαρτίζουν, διενεργείται μέσω αναδραστικών μηχανισμών (feedback). Το είδος της ανάδρασης, θετική ή αρνητική (ομοιόσταση), οδηγεί αντίστοιχα το πληθυσμιακό μέγεθος σε δυναμική ισορροπία ή άλλως σε αυτοσυντηρούμενη μεταβολή (αύξηση ή μείωση) ή το καθιστά σταθερά ομοιοστατικό (κατάσταση ισορροπίας).

5.2 Πυκνότητα – πυκνοεξάρτηση – αυτοαραίωση

Ενώ η θεμελιώδης εξίσωση της δυναμικής πληθυσμών εισάγει τη ντετερμινιστική θεώρηση της ρύθμισης του πληθυσμιακού μεγέθους των φυτών, στην πραγματικότητα όπως κατέδειξε η Fowler (1990), η ρύθμιση αυτή υπόκειται τις περισσότερες φορές σε πυκνο-εξαρτώμενης φύσης ασυνέχειες. Όλες οι δημογραφικές παράμετροι της θεμελιώδους εξίσωσης είναι εξαρτώμενες από την πυκνότητα του πληθυσμού. *Πυκνότητα* ενός πληθυσμού ορίζεται το μέγεθος του πληθυσμού στη μονάδα του χώρου και εκφράζεται από τον αριθμό των ατόμων ή της βιομάζας του πληθυσμού ανά μονάδα επιφάνειας ή όγκου και κατά τον Kershaw (1973) αποτελεί μέτρο της ποσοτικής εκτίμησης της αφθονίας ενός είδους. Ο Odum (1983) διακρίνει την πυκνότητα σε *ακατέργαστη* (crude), δηλ. η τιμή μεγέθους (ή η βιομάζα) ανά μονάδα του συνολικού χώρου και σε *ειδική* ή *οικολογική*, δηλ. η τιμή μεγέθους (ή η βιομάζα) ανά μονάδα του διαθέσιμου χώρου (ενδιαίτημα) που μπορεί πραγματικά να καταλάβει ο πληθυσμός. Η σχέση η οποία συνδέει τους ρυθμούς θνησιμότητας, γεννήσεων, μετανάστευσης, αύξησης και ανάπτυξης ενός πληθυσμού με την πυκνότητά του καλείται *πυκνο-εξάρτηση*. Ο όρος πυκνο-εξάρτηση χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά για να περιγράψει το αυξανόμενο ποσοστό θνησιμότητας με την αύξηση της πυκνότητας που παρατηρείται στους ζωικούς πληθυσμούς. Πάντως ο όρος πυκνο-εξάρτηση (ή πυκνο-ανεξαρτησία) πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή καθώς πολλές έρευνες που προσπαθούν να ανιχνεύσουν τέτοιες σχέσεις παραβλέπουν την πραγματική αιτία στην οποία οφείλονται οι μεταβολές στις δημογραφικές παραμέτρους, καθώς δεν είναι η πυκνότητα αυτή καθ' αυτή η οποία τις δημιουργεί: τα άτομα δεν ανιχνεύουν ούτε αποκρίνονται στην πυκνότητα, αλλά αποκρίνονται στο έλλειμμα των κρίσιμων πόρων που δημιουργείται από άλλα γειτονικά. Γενικά, η λέξη «πυκνότητα» είναι μία αφαίρεση που υποκρύπτει ένα πλέγμα πιθανών σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των ατόμων (Begon et al., 1996).

Πληθυσμοί χωρίς καμία πυκνο-εξαρτώμενη διαδικασία στη δυναμική τους οδηγούνται σε εξαφάνιση (Wilson & Bossert, 1971). Οι ερευνητές αυτοί εισάγουν στην εξίσωση (3) έναν επιπλέον παράγοντα *M*, που τον ονομάζουν *κατώφλιο πυκνότητας*

$$dN / dt = rN[(K - N) / K][(N - M) / N]$$

Αν η πυκνότητα του πληθυσμού βρεθεί κάτω από το κατώφλιο πυκνότητας (*M*) ο πληθυσμός αργά ή γρήγορα οδηγείται σε εξαφάνιση. Η πυκνο-εξάρτηση έχει συνήθως αρνητικές επιπτώσεις στον πληθυσμό, δηλ. η αύξηση της πυκνότητας οδηγεί σε μείωση των παραμέτρων αύξησης του πληθυσμού. Σε σπάνιες περιπτώσεις μπορεί να είναι θετική, όπως κατά την έκφραση του *φαινομένου Allee*, όπου ο αριθμός των σπόρων ενός φυτού αυξάνει με την αύξηση της πυκνότητας (Crawley, 1986). Παραδείγματα πυκνο-εξάρτησης έχουν καταγραφεί αρκετά στη βιβλιογραφία της δυναμικής πληθυσμών, πάνω στη διασπορά των σπόρων, στη φύτρωση, στην εγκατάσταση των αρτιφύτρων, στην επιβίωση κατά το βλαστικό στάδιο του κύκλου ζωής, στη γήρανση των φύλλων, στο σχηματισμό του άνθους και στον αριθμό των σπόρων ανά φυτό.

Η αλληλεπίδραση μεταξύ των πυκνο-εξαρτώμενων και πυκνο-ανεξάρτητων διεργασιών βρίσκει εφαρμογή στη *θεωρία της ρύθμισης του πληθυσμιακού μεγέθους* (Watkinson, 1986). Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή μπορούν να εξαχθούν δύο σημαντικές ενδοειδικές γενικεύσεις. Η πρώτη σχετίζει την αρνητική πυκνο-εξαρτώμενη σχέση μεταξύ του μέσου μεγέθους των φυτών και της πυκνότητας. Κατά το Watkinson (1986), η αμοιβαία σχέση που συνδέει το μέσο ξηρό βάρος ανά φυτό (w) και την τελική πυκνότητα των φυτών μορφοποιείται ως

$$w = w_m(1 + aN)^{-b}$$

όπου w_m : το μέσο ξηρό βάρος ενός απομονωμένου φυτού, a : η επιφάνεια που χρειάζεται το απομονωμένο φυτό για να πετύχει το w_m και b : η αποτελεσματικότητα στη χρήση των κρίσιμων πόρων. Όταν $b=0$, τότε $w_m=w$, δηλ. τα άτομα δεν παρουσιάζουν κανενός είδους αλληλοπαρέμβαση και η κατά άτομο παραγωγή αποτελεί καθαρά γενοτυπική έκφραση (στο βαθμό που το αβιοτικό μικροπεριβάλλον είναι ομοιογενές). Όταν $b=1$, τότε $w=w_m/(1 + aN)$. Τα άτομα που συνθέτουν τον παραπάνω πληθυσμό είναι *ισοδύναμοι ανταγωνιστές*, δηλ. διαμοιράζουν εξ ίσου τους διαθέσιμους πόρους. Το είδος αυτού του ενδοειδικού ανταγωνισμού αποδίδεται ως *αμφίπλευρος ανταγωνισμός* (scramble competition). Στην περίπτωση αυτή, η συνολική παραγωγή κατά μονάδα επιφάνειας (B) παραμένει σταθερή με την αύξηση της πυκνότητας (νόμος της «σταθερής τελικής παραγωγής») (Shinozaki & Kira, 1956), καθώς

$$B = wN = N[w_m / (1 + aN)]$$

και για πολύ μεγάλες τιμές του N

$$B = w_m a^{-1}$$

Για $b > 1$, προκύπτει ο *μόνοπλευρος ανταγωνισμός* (contest competition), όπου τα άτομα δεν διαμοιράζονται εξ ίσου τους διαθέσιμους πόρους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία *ιεραρχιών μεγέθους*, και ο πληθυσμός να συνίσταται από λίγα μεγάλα άτομα και από πολλά μικρά. Τέτοιες ανισότητες μεγέθους αναπτύσσονται γρηγορότερα και εντονότερα καθώς αυξάνεται η πυκνότητα και καθώς τα άτομα συνεχίζουν την αύξησή τους με το χρόνο, η ικανότητά τους να απορροφούν τις συνέπειες του ανταγωνισμού από τα γειτονικά άτομα μειώνεται. Έτσι ο πληθυσμός μειώνεται (*αυτοαραιώνεται*) λόγω της εμφάνισης πυκνο-εξαρτώμενης θνησιμότητας. Το συμπέρασμα αυτό αποτελεί τη δεύτερη γενίκευση. Οι Yoda et al. (1963) βρήκαν ότι η σχέση μεταξύ του αριθμού των φυτών που επιζούν (N), και του μέσου ξηρού τους βάρους, όταν αυτή εξετασθεί στην πορεία του χρόνου, είναι

$$w = cN^{-k} \text{ ή } \log w = \log c - k \log N$$

όπου c : το σημείο τομής της παραπάνω εξίσωσης με το λογαριθμικό άξονα του μέσου ανά άτομο ξηρού βάρους και k η κλίση της ευθείας αυτοαραίωσης. Η k λαμβάνει κατά προσέγγιση την τιμή 1,5 (3/2), δηλ.

$$w = cN^{-3/2}$$

Η εξίσωση αυτή αποτελεί τη μαθηματική έκφραση του «-3/2 εκθετικού νόμου» ή του «κανόνα της αυτοαραίωσης», και πολλαπλασιάζοντας με N λαμβάνεται η συνολική παραγωγή ανά μονάδα επιφάνειας (B)

$$B = cN^{-1/2}$$

Αρκετοί ερευνητές έχουν εφαρμόσει το «-3/2 εκθετικό νόμο» στη δυναμική των πληθυσμών των φυτών και συγκεκριμένα έχουν διερευνήσει κατά πόσο παράγοντες όπως η σκίαση, η εφαρμογή λιπασμάτων ή η αρχιτεκτονική δομή των φυτών, επιδρούν στις τιμές του c και k . Άλλες έρευνες έχουν αποδείξει ότι ο «-3/2 εκθετικός νόμος» μπορεί να εφαρμοστεί και σε μίξεις ειδών, με την προϋπόθεση ότι τα άτομα των συστατικών ειδών θεωρούνται στο σύνολό τους ως ένας πληθυσμός.

5.3 Θεωρία του μηχανισμού αλληλοπαρέμβασης

Γενικά στα βιολογικά συστήματα (όντας μη τελεολογικά), αναπτύσσονται τρεις ομάδες μηχανισμών ομοιοστατικού ελέγχου (Patten & Odum, 1981). Η πρώτη περιλαμβάνει τη δράση των υποσυστημάτων των *μικροβιακών οργανισμών*, η δεύτερη τη δράση του δίπολου *θηράματος - θηρευτή* και η τρίτη τους *αλληλοπαρεμβατικούς μηχανισμούς συμπεριφοράς*. Όμως, η εκδήλωση του μηχανισμού αλληλοπαρέμβασης συνδέεται σταθερά τόσο με τον ποιοτικό (διαθεσιμότητα πόρων) όσο και με τον ποσοτικό χαρακτήρα των κρίσιμων πόρων καθώς και με την κατανομή τους στο χώρο και στο χρόνο (Tilman, 1988). Έλλειμμα των κρίσιμων πόρων οδηγεί σε μείωση της βιοχωρητικότητας του περιβάλλοντος (K), ενώ αντίθετα πλεόνασμα οδηγεί σε αύξηση. Έτσι, ο προσδιορισμός των κρίσιμων πόρων καθώς και η κατανομή τους στο λιβάδι, αποτελούν σημαντική προϋπόθεση για τη μελέτη των αλληλοπαρεμβατικών σχέσεων και της πλαστικότητας (Grime, 1994) των φυτικών ειδών που συνυπάρχουν και δομούν τη φυτοκοινότητα.

Οι κρίσιμοι πόροι που είναι απαραίτητοι για τη διατήρηση του πληθυσμιακού μεγέθους των λιβαδικών φυτικών ειδών, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο τα φυτικά είδη τους εκμεταλλεύονται διαγράφει την *οικοθέση* τους (Silvertown, 1987). Σύμφωνα με την αρχή του *ανταγωνιστικού αποκλεισμού* (Hardin, 1960)

«Σε ένα σταθερό περιβάλλον, δύο είδη δεν μπορούν να συνυπάρξουν αν διεκδικούν τον ίδιο κρίσιμο και σε έλλειψη πόρο».

Η αρχή του ανταγωνιστικού αποκλεισμού διατυπώνεται και ως (Silvertown, 1987)

«Η ταύτιση των θεμελιωδών οικοθέσεων οδηγεί σε εξαφάνιση το είδος με τη μικρότερη ανταγωνιστική ικανότητα».

Ο Slobodkin (1961) προσέγγισε μαθηματικά αυτή την αρχή, ως εξής: Ας θεωρήσουμε ένα σύστημα μίξης, αποτελούμενο από το είδος 1 και το είδος 2, σε ένα σταθερό περιβάλλον. Τότε σύμφωνα με την εξίσωση (3),

$$\text{για το είδος 1: } dN_1/dt = r_1 N_1 (K_1 - N_1) / K_1$$

$$\text{για το είδος 2: } dN_2/dt = r_2 N_2 (K_2 - N_2) / K_2$$

Με την έναρξη του διειδικού ανταγωνισμού ως προς έναν κρίσιμο πόρο που βρίσκεται σε έλλειψη, τότε οι παραπάνω εξισώσεις που περιγράφουν τη μεταβολή των πληθυσμιακών μεγεθών των δύο αυτών ειδών, γράφονται

$$\text{για το είδος 1: } dN_1/dt = r_1 N_1 [K_1 - (N_1 + a_{12} N_2)] / K_1$$

$$\text{για το είδος 2: } dN_2/dt = r_2 N_2 [K_2 - (N_2 + a_{21} N_1)] / K_2$$

όπου a_{12} , a_{21} καλούνται *συντελεστές διειδικού ανταγωνισμού* (Silvertown, 1987) και μετατρέπουν τον αριθμό ατόμων του ενός είδους σε ανταγωνιστικά ισοδύναμο αριθμό ατόμων του άλλου είδους. Από τη διερεύνηση του παραπάνω συστήματος εξισώσεων προκύπτουν οι *συνθήκες ισορροπίας*:

α) $K_1 > K_2 a_{12}$ και $K_2 < K_1 a_{21}$. Η πρώτη ανισότητα υποδηλώνει ότι το ανασταλτικό αποτέλεσμα που ασκεί το είδος 1 στον εαυτό του είναι μεγαλύτερο από το διειδικό ανασταλτικό αποτέλεσμα που επιφέρει το είδος 2 επί του είδους 1. Η δεύτερη ανισότητα υποδηλώνει ότι το είδος 1 ασκεί επί του είδους 2 διειδικό ανασταλτικό αποτέλεσμα μεγαλύτερο από το ενδοειδικό αποτέλεσμα που ασκεί το είδος 2 στον εαυτό του. Στην περίπτωση αυτή κυριαρχεί το είδος 1.

β) $K_1 < K_2 a_{12}$ και $K_2 > K_1 a_{21}$. Πρόκειται για το ακριβώς αντίθετο αποτέλεσμα. Το είδος 2 κυριαρχεί. Οι δύο αυτές συνθήκες ερμηνεύουν την αρχή του ανταγωνιστικού αποκλεισμού.

γ) $K_2 > K_1 a_{21}$ και $K_1 > K_2 a_{12}$. Τα δύο είδη συνυπάρχουν, γιατί για κάθε είδος η ανασταλτική ενδοειδική δράση είναι μεγαλύτερη από τη διειδική. Το ζεύγος των ανισοτήτων είναι ισοδύναμο με $a_{12} a_{21} < 1$. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει ένα σταθερό σημείο ισορροπίας (σημείο *ισοδύναμης συνύπαρξης*) για το οποίο ισχύει

$$K_1 - N_1 - a_{12}N_2 = K_2 - N_2 - a_{21}N_1 \quad (3)$$

δ) $K_2 < K_1 a_{21}$ και $K_1 < K_2 a_{12}$. Ο διειδικός ανταγωνισμός είναι σημαντικότερος από τον ενδοειδικό του κάθε είδους. Το σύστημα έχει ένα σημείο ασταθούς ισορροπίας για το οποίο ισχύει η (3). Στην περίπτωση αυτή τα δύο σημεία σταθερής ισορροπίας είναι τα K_1 και K_2 , αναλόγως με το ποιες είναι οι αρχικές πυκνότητες των δύο πληθυσμών.

5.4 Κρίσιμοι πόροι και διάκρισή τους

Σε κάποιο χρονικό σημείο της ανάπτυξης των φυτών τα αποθέματα του περιβάλλοντος που συντηρούσαν αυτή την ανάπτυξη γίνονται περιορισμένα. Τέτοιοι περιορισμοί οδηγούν στην ανάπτυξη ανταγωνιστικών σχέσεων μεταξύ γειτονικών ατόμων του ίδιου ή διαφορετικού είδους. Επιπλέον, αυτοί οι περιορισμοί επιβαρύνονται από την εγγύτητα των γειτονικών φυτών. Η σχετική έρευνα αποδεικνύει ικανοποιητικά την εμφάνιση τέτοιων αλληλεπιδράσεων. Έτσι, κρίνεται αναγκαίο σε κάθε περίπτωση να μελετηθούν αυτοί οι περιβαλλοντικοί παράγοντες. Οι παράγοντες αυτοί διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: τους *πόρους* (resources) και τις *καταστάσεις* (conditions). Οι περιβαλλοντικοί πόροι είναι καταναλώσιμοι. Περιλαμβάνουν την ηλιακή ακτινοβολία, το CO_2 , το νερό, τα θρεπτικά στοιχεία και το O_2 , ενώ η Goldberg (1990) ομαδοποιεί αυτούς σε τρεις κλάσεις (φως, νερό, θρεπτικά συστατικά). Το κύριο χαρακτηριστικό των περιβαλλοντικών καταστάσεων είναι ότι αυτές δεν είναι άμεσα καταναλώσιμες. Τέτοιες καταστάσεις περιλαμβάνουν τη θερμοκρασία, το pH του εδάφους, το πορώδες του κ.λπ. Ο Morowitz (1968), προσεγγίζοντας τους πόρους, εντελώς αφαιρετικά, τους περιγράφει ως C.H.N.O.P.S. *εκδηλώσεις* (τουλάχιστον σε κάποιο στάδιο της πορείας της αλληλοπαρέμβασης), όπου τα αρχικά υποδηλώνουν τα στοιχεία άνθρακα, υδρογόνο, άζωτο, οξυγόνο, φώσφορο και θείο.

Ο Price (1984) διακρίνει τους πόρους αναλόγως του τρόπου με τον οποίο ποικίλουν στο χρόνο σε *αυξανόμενους* (αυτοί των οποίων τα αποθέματα βαθμιαία αυξάνονται μέσα στην ενεργό περίοδο ενός οργανισμού, και κατόπιν ξαφνικά μειώνονται), σε *μειούμενους* (αυτοί των οποίων τα αποθέματά τους ξαφνικά αυξάνουν και κατόπιν βαθμιαία μειώνονται), σε *εφήμερους* (τα αποθέματα ξαφνικά αυξάνουν και πάλι ξαφνικά μειώνονται), σε *σταθερώς ανανεούμενους* πόρους (τα αποθέματα διαρκώς ανανεώνονται μέσα στην περίοδο) και σε *σταθερούς* (τα αποθέματα παραμένουν σταθερά μέσα στο χρόνο). Στην τελευταία αυτή κατηγορία περιλαμβάνεται και ο *χώρος*. Ο Southwood (1977), δίνει μία πιο περίπλοκη ταξινόμηση των πόρων αναλόγως της διαθεσιμότητάς τους, περιγράφοντας την κατανομή τους στο χώρο και το χρόνο. Έτσι, διακρίνει δεκαπέντε τύπους πόρων, συνδυάζοντας τις πέντε κλάσεις της διαθεσιμότητάς τους στο χρόνο (*σταθερά υψηλής και οπωσδήποτε πάνω από το κρίσιμο για την αναπαραγωγή των φυτών επίπεδο, σταθερά χαμηλής, εποχιακής, απρόβλεπτης και εφήμερης*) με τις τρεις αντίστοιχες κλάσεις διαθεσιμότητας στο χώρο (*συνεχείς, ανομοιόμορφοι και απομονωμένοι πόροι*). Ο Tilman (1982), κατά τη διάκριση των πόρων, εισάγει την έννοια της *μερισματοποίησης (των πόρων)*. Έτσι δύο πόροι θεωρούνται ως *αντικαταστάσιμοι*, όταν ένας πληθυσμός μπορεί να διατηρεί το ρυθμό ανάπτυξής του, αντικαθιστώντας τα προσλαμβανόμενα μερίσματα ενός πόρου από αυτά του άλλου. Αντιθέτως, δύο πόροι θεωρούνται *θεμελιώδεις ή μη αντικαταστάσιμοι*, όταν δεν συμβαίνει τέτοιου είδους αντικατάσταση και οι πόροι, ανεξαρτήτως ποσοστού συμμετοχής, κρίνονται απαραίτητοι για τον πληθυσμό. Οι αντικαταστάσιμοι πόροι μπορούν να διακριθούν σε *τελείως αντικαταστάσιμους* (πόροι οι οποίοι μπορούν να αντικατασταθούν αμοιβαίως), σε *συμπληρωματικούς* (πόροι οι οποίοι δρουν συνεργατικά) και σε *ανταγωνιστικούς* (πόροι οι οποίοι όταν συνδυάζονται λειτουργούν αμοιβαίως ανταγωνιστικά).

Απόκριση στους πόρους ορίζεται η σχέση ανάμεσα στην αύξηση των φυτών (ή κάποιου συστατικού της) και τη διαθεσιμότητα των πόρων, όπως η τελευταία προσδιορίζεται είτε από τις αλληλοπαρεμβατικές σχέσεις με τα γειτνιάζοντα φυτά, είτε από το αβιοτικό περιβάλλον, είτε και από τα δύο μαζί (Goldberg, 1990). Όταν τα αποθέματα του πόρου είναι περιορισμένα, η απόκριση μπορεί να προσδιοριστεί από την περίσσεια μεταξύ της πρόσληψης και της απώλειας του μερίσματος του πόρου, όπως αυτή αντανakλάται στην επιπλέον βιομάζα ή αριθμό σπόρων που δύνανται να παραχθούν ανά μονάδα μερίσματος. Γενικά, με τρεις τρόπους μπορούν τα φυτά να συνεχίσουν την αύξησή τους όταν ο πόρος είναι ελλειμματικός, δηλ. να παρουσιάσουν υψηλή αντοχή στη χαμηλή διαθεσιμότητα ενός πόρου: είτε αυξάνοντας τη πρόσληψη των πόρων (αύξηση της φυσιολογικής δραστηριότητας, κατανομή των πόρων στα όργανα του φυτού που άμεσα σχετίζονται με αυτές, προσαρμογή της αρχιτεκτονικής δομής των συστημάτων των φυτών που σχετίζονται με τις πηγές), είτε μειώνοντας τις απώλειες των πόρων (μείωση των ρυθμών αναπνοής και διαπνοής, επιμήκυνση της διάρκειας ζωής των ιστών, μεταφορά μερισμάτων πόρων από φθίνοντες ιστούς), είτε αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα μετατροπής των πόρων.

5.5 Αλληλοπαρέμβαση και τύποι αλληλοεπιδράσεων - Ανταγωνισμός και διευκόλυνση

Ο δυναμικός προσδιορισμός ενός λιβαδικού οικοσυστήματος προϋποθέτει τη γνώση των αλληλεπιδράσεων που παρατηρούνται μεταξύ των δομικών συστατικών που το συνθέτουν και τα οποία ορίζουν το λειτουργικό του χαρακτήρα. Το σύνολο των βιοτικών αλληλεπιδράσεων που παρατηρούνται σε μία κοινότητα ορίζεται ως *αλληλοπαρέμβαση* (Radosevich & Holt, 1984). Οι Burkholder (1952) και Odum (1971), παραθέτουν όλες τις πιθανές βιοτικές αλληλεπιδράσεις σε μία *Ολοκληρωμένη Λίστα* (Πίνακας 5.1). Ο πίνακας αυτός περιέχει καταγεγραμμένους δέκα τύπους αλληλεπιδράσεων που προσδιορίζονται από τη συμπεριφορά δύο ατόμων Α και Β, τόσο όταν συναντώνται (αλληλεπίδραση), όσο και όταν αυτά διαχωρίζονται (παύση αλληλεπίδρασης). Όταν τα άτομα Α και Β ανήκουν στον ίδιο πληθυσμό (ίδιο είδος), τότε οι αλληλεπιδράσεις είναι *ενδοειδικές*, ενώ όταν ανήκουν σε διαφορετικούς πληθυσμούς (διαφορετικά είδη), οι αλληλεπιδράσεις είναι *διειδικές*. Άλλοι ερευνητές ομαδοποιούν σε έξι τις αλληλεπιδράσεις, λαμβάνοντας υπόψη τις συναντήσεις των ατόμων και όχι τους διαχωρισμούς: 00 (ουδετερότητα), -- (ανταγωνισμός), -0 (αντιβίωση ή αλληλοπάθεια ή αμενσαλισμός), +- (παρασιτισμός, αρπακτικότητα), +0 (ομοσιτισμός) και ++ (συνεργασία).

Όνομα αλληλεπίδρασης	Συνάντηση		Διαχωρισμός	
	A	B	A	B
Ουδετερότητα	0	0	0	0
Ανταγωνισμός	—	—	0	0
Αμοιβαιότητα	+	+	—	—
Ανώνυμη	+	+	0	—
Πρωτο-συνεργατισμός	+	+	0	0
Συν-αμενσαλισμός	+	0	—	0
Ανώνυμη	+	0	0	0
Αμενσαλισμός	0	—	0	0
Παρασιτισμός, θήρευση, φυτοφαγία	+	—	—	0
Ανώνυμη	+	—	0	0

Πίνακας 5.1 Ολοκληρωμένη λίστα όλων των βιολογικά πιθανών τύπων αλληλεπιδράσεων (Burkholder, 1952).

Ο ανταγωνισμός των φυτών είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν τη δομή των λιβαδικών φυτοκοινοτήτων (μαζί με τη διαταραχή και το stress). Οι λιβαδικές φυτοκοινότητες, ως επί το πλείστον, υπόκεινται σε έντονη βόσκηση και εκτίθενται σε διάφορους τύπους και εντάσεις διαταραχής. Μπορούμε να διακρίνουμε τρία σημαντικά χαρακτηριστικά στις λιβαδικές φυτοκοινότητες: α) το μεγάλο αριθμό συνυπαρχόντων ειδών, β) τη μη τυχαίοποιημένη διευθέτησή τους στο χώρο και γ) την υψηλή γενετική ποικιλοότητα μέσα στα είδη. Η αφθονία των φυτικών ειδών αλλάζει από χρόνο σε χρόνο, ενώ παρατηρείται σημαντική και απότομη μεταβολή του μεγέθους των πληθυσμών (ροή πληθυσμών). Σε ένα τέτοιο σύνθετο σύστημα ο ανταγωνισμός έχει σημαντικές συνέπειες στη δομή του.

Παρά τη σημασία του, υπάρχουν τρία σημαντικά και αλληλοσυσχετιζόμενα προβλήματα που εμποδίζουν την πλήρη κατανόηση του ρόλου του ανταγωνισμού στη δόμηση των λιβαδικών φυτοκοινοτήτων: α) Είναι πάρα πολύ δύσκολο να αποδειχθεί χωρίς αμφισβήτηση η ύπαρξη του ανταγωνισμού στη φύση και ίσως το πιο σημαντικό είναι ότι αυτό οφείλεται στους εφαρμοζόμενους, μάλλον φτωχούς, πειραματικούς σχεδιασμούς. Έτσι, άλλοι πιστεύουν ότι σπάνια είναι σημαντικός ο ρόλος του ανταγωνισμού, ενώ άλλοι ότι παράγοντες όπως η φυτοφαγία ή η διαταραχή παίζουν σημαντικότερο ρόλο στη δόμηση των λιβαδικών φυτοκοινοτήτων. β) Προκύπτει πρόβλημα από την προσπάθεια εξαγωγής συμπερασμάτων από την εφαρμογή τυποποιημένων προτύπων συμπεριφοράς. Για παράδειγμα, ο εντοπισμός διαφοροποιημένων πραγματικών οικοθέσεων σε έρευνες πεδίου πολλές φορές αποδίδεται στην ύπαρξη προγενέστερων ανταγωνιστικών εκδηλώσεων, ενώ πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και το γεγονός ότι πιθανόν τα είδη να εξελίχτηκαν χωριστά και όταν αργότερα βρέθηκαν κοντά συνυπήρξαν γιατί είχαν ήδη διαφοροποιηθεί. γ) Ένα άλλο πρόβλημα προκύπτει όταν δεν διακρίνεται η πραγματική γενετική μεταβολή από τη μακρόχρονη πλαστική προσαρμογή.

Ο ενδοειδικός ανταγωνισμός γενικά τείνει στη διάσπαση της κατανομής του πληθυσμιακού μεγέθους, καθώς καταλήγει σε διεύρυνση της χρήσης των πόρων με την ισοκατανομή μεταξύ των ατόμων των μερισμάτων των πόρων, ενώ ο διειδικός καταλήγει σε αποκλίσεις του τύπου, της χρονικής διάρκειας ή του ρυθμού της χρήσης των πόρων εκ μέρους των συστατικών της μίξης ειδών (Pianka, 1994). Άλλες συνέπειες του ανταγωνισμού, που έχουν προταθεί κατά καιρούς, είναι η εξέλιξη άλλων τύπων αλληλοπαρέμβασης και όχι η αλλαγή στη χρήση των πόρων, η σύγκλιση στη χρήση των πόρων, καθώς και το ότι ο ανταγωνισμός μεταξύ όμοιων ειδών δεν είναι απαραίτητο να οδηγήσει σε ανταγωνιστικό αποκλεισμό.

Όσον αφορά τη συμβολή του ανταγωνισμού στην εξέλιξη των λιβαδικών φυτικών ειδών, σύμφωνα με την εξελικτική θεωρία των Lawlor & Maynard - Smith (1976), ο ενδο- και ο διειδικός ανταγωνισμός οδηγούν σε επιλογή, η οποία με τη σειρά της μειώνει τον ανταγωνισμό, είτε με αποκλίσεις των θεμελιωδών οικοθέσεων είτε με διεύρυνσή τους, ενώ, άλλες θεωρίες προβλέπουν ότι ο διειδικός ανταγωνισμός οδηγεί σε αύξηση της ανταγωνιστικής ικανότητας μέσω της σύγκλισης των θεμελιωδών οικοθέσεων ή της αύξησης των μηχανισμών αλληλοπαρέμβασης.

Στη θεώρηση της σημασίας του ανταγωνισμού στη δόμηση των λιβαδικών φυτοκοινοτήτων πρέπει πάντα να λαμβάνονται υπόψη πολλοί περίπλοκοι «τρίτοι παράγοντες», όπως η βόσκηση, ο σχηματισμός μυκόρριζας, η συμβίωση με το *Rhizobium*, η δράση παρασιτικών μικροοργανισμών, ιών, καθώς και η γενοτυπική έκφραση των φυτών. Η επενέργεια τέτοιων παραγόντων μπορεί να οδηγήσει σε εκμηδενισμό του ανταγωνισμού με την παρεμπόδιση εκδήλωσης της κυριαρχίας, του ανταγωνιστικού αποκλεισμού, ή με την ανατροπή του ανταγωνιστικού status και την εγκατάσταση καταστάσεων ισοδυναμίας. Αντίθετα, αυτοί οι παράγοντες μπορεί να οδηγήσουν σε επιπρόσθετους περιορισμούς, να ενισχύσουν τον ανταγωνισμό, ή να οδηγήσουν τα είδη σε συγκλίνουσα ομοιομορφία των χαρακτηριστικών τους. Για παράδειγμα, έχει αποδειχθεί ότι η μακρόχρονη βόσκηση των λιβαδικών φυτών οδηγεί σε μειωμένης αντοχής και χαμηλού ύψους φυτά (Aarssen & Turkington, 1985).

Διευκόλυνση (facilitation) καλείται το σύνολο των θετικών επιπτώσεων των φυτών στην εγκατάσταση και ανάπτυξη άλλων (Holmgren et al., 1997). Στη διευκόλυνση υπάγεται το σύνολο των θετικών αλληλεπιδράσεων της αλληλοπαρέμβασης, δηλ. όταν κατά τη συνάντηση δύο οργανισμών δεν παρατηρείται κατάπτωση (-) σε κάποιον από τους οργανισμούς, αλλά αμοιβαία (++) ή μονομερής διέγερση (+0) (Πίνακας 5.1).

Παρά την πρώιμη επισήμανση ότι οι κοινότητες είναι προϊόντα συνδυασμού τόσο αρνητικών όσο και θετικών διεργασιών, οι περισσότεροι οικολόγοι ασχολήθηκαν ελάχιστα με τις θετικές αλληλεπιδράσεις, ενώ δόθηκε μεγάλη έμφαση στις ανταγωνιστικές αλληλεπιδράσεις. Επιπρόσθετα, η υπόδειξη των σχετικών μοντέλων που δείχνουν ότι οι θετικές αλληλεπιδράσεις οδηγούν σε αστάθεια, καθώς και η μάλλον απλοϊκή ολιστική θεώρηση των συστημάτων σαν υπερ-οργανισμών συνέβαλλαν σ' αυτή την ανισοκατανομή του ενδιαφέροντος εκ μέρους των οικολόγων. Πάντως, παρατηρείται αναθέρμανση του ενδιαφέροντος στην έρευνα της διευκόλυνσης καθώς και των περιβαλλοντικών συνθηκών που την καθιστούν δυνατή. Κατά τους Bertness & Callaway (1994), η μελέτη του ανταγωνισμού παρουσιάζει αυξημένο ενδιαφέρον στο παραγωγικό κλάσμα της περιβαλλοντικής διαβάθμισης, ενώ η διευκόλυνση στο ακραίο και μη παραγωγικό.

Οι πολύπλοκοι συνδυασμοί μεταξύ των αρνητικών και θετικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ των φυτικών ειδών είναι αρκετά διαδεδομένοι στη φύση, χωρίς να περιορίζονται αποκλειστικά σε συγκεκριμένες φυτοκοινότητες. Η ταυτόχρονη εμφάνισή τους έχει πολύ καλά θεμελιωθεί. Έτσι, βρέθηκε ότι όταν ο φωτισμός αυξηθεί κατά 20%, το όφελος των αρτιφύτων των κωνοφόρων δασολιβαδικών συστημάτων από την σκίαση του ανωρόφου εξισορροπείται από τον ανταγωνισμό άμεσης αλληλοπαρέμβασης των ριζών. Οι Callaway et al. (1991), παρατήρησαν ότι η βιομάζα της ποώδους βλαστήσεως κάτω από άτομα *Quercus douglasii* στα θαμνολίβαδα της Καλιφόρνιας ποικίλει, καθώς άλλες φορές υπερβαίνει την αντίστοιχη που παρατηρείται σε γειτονικά ανοικτά ποολίβαδα, ενώ άλλες υπολείπεται αυτής. Με επισταμένη έρευνα βρήκαν ότι τα άτομα της *Q. douglasii*, ανεξαρτήτως της υπάρχουσας βιομάζας του υπορόφου, αποδίδουν στο έδαφος, περί την κόμη τους, μεγάλες ποσότητες θρεπτικών συστατικών και έτσι διευκολύνουν τον υπόροφο. Πάντως η κατοχύρωση της διευκόλυνσης μέσω των θρεπτικών συστατικών εξαρτάται από την αρχιτεκτονική μορφή του ριζικού συστήματος του κάθε ατόμου *Q. douglasii*. Δένδρα που είχαν τη μάζα των ριζικών τους τριχιδίων σε μεγάλο βάθος από την επιφάνεια του εδάφους είχαν ισχυρά θετικά αποτελέσματα στη βιομάζα του υπορόφου. Αντίθετα, δένδρα με το σύνολο των ριζικών τους τριχιδίων σε μικρό βάθος είχαν ισχυρά αρνητικά αποτελέσματα. Συμπερασματικά, η τελική επίδραση του ανωρόφου στη βιομάζα του ποώδους υπορόφου ερμηνεύεται από το ισοζύγιο του ανταγωνισμού και της διευκόλυνσης.

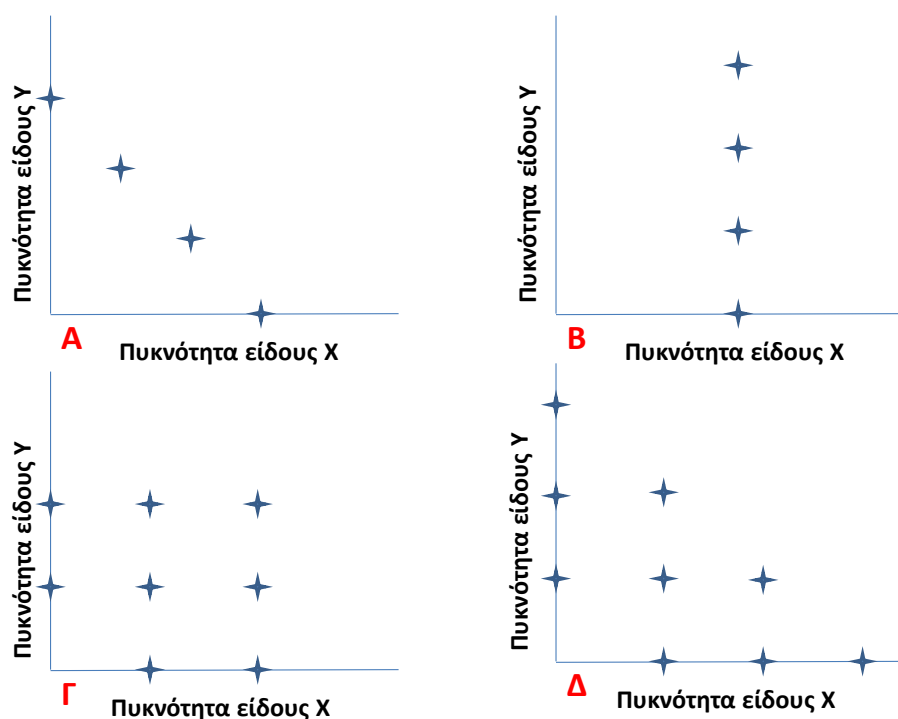
Οι παράγοντες που επηρεάζουν το ισοζύγιο ανταγωνισμού και διευκόλυνσης είναι το στάδιο ζωής των φυτών (δηλ. σπόροι, αρτίφυτα, νεαρά άτομα, ώριμα άτομα, ώριμα προς αναπαραγωγή άτομα, γηραιά ά-

τομα), η πυκνότητα των φυτών, τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των ειδών, οι έμμεσες αλληλεπιδράσεις και το αβιοτικό stress.

5.6 Πειραματικοί σχεδιασμοί μίξης – διερεύνηση αλληλοπαρεμβατικών σχέσεων

Οι πειραματικοί σχεδιασμοί εμπνεύστηκαν και αρχικά εφαρμόστηκαν κυρίως σε συστήματα μίξης καλλιεργούμενων γεωργικών ειδών, καθώς κατά τα τέλη της δεκαετίας του '50 και στις αρχές της δεκαετίας του '60, η παγκόσμια επιστημονική κοινότητα έστρεφε το ενδιαφέρον της στη μεγιστοποίηση της πρωτογενούς γεωργικής παραγωγής (*πράσινη επανάσταση*). Έτσι, αναπτύχθηκαν διάφοροι σχεδιασμοί στη βάση της μεγιστοποίησης της παραγωγής ανά μονάδα επιφάνειας (εντατικοποιημένα συστήματα μίξης για την καλύτερη αξιοποίηση του εδάφους ως συντελεστή παραγωγής, μελέτη των συστημάτων «επιθυμητών» καλλιεργούμενων ειδών - «ζιζανίων», οικονομικότητα μίξεων κ.λπ.). Από τα τέλη της δεκαετίας του '70 και ειδικότερα κατά τα τέλη της δεκαετίας του '80 έως και σήμερα, χωρίς να παραβλέπεται η σημασία όλων αυτών των στόχων, η επιστημονική κοινότητα συμπεριέλαβε στα αντικείμενά της τη σημασία της βιολογικής ερμηνείας της αλληλοπαρέμβασης, δείχνοντας έτσι ισόποση κατανομή ενδιαφέροντος για τη μελέτη της συμπεριφοράς όλων των συστατικών της μίξης ειδών. Εξάλλου, η ανάγκη διατήρησης της βιοποικιλότητας επιτάσσει την καλύτερη γνώση της συμπεριφοράς όλων των ειδών.

Όσον αφορά τα λιβαδικά φυτά και ιδιαίτερα τα ετήσια, οι πειραματικοί αυτοί σχεδιασμοί στη μελέτη της αλληλοπαρέμβασης, έχουν ευρεία εφαρμογή καθώς τόσο ο de Wit (1960), όσο και οι Harper (1977), Wilson (1978) κ.λπ., ανεπιφύλακτα τους συνιστούν. Τέσσερις είναι οι σημαντικότεροι πειραματικοί σχεδιασμοί μίξης (Inouye, 2001) (Εικόνα 5.3).



Εικόνα 5.3 Δυσδιάστατη απεικόνιση πειραματικών σχεδιασμών μίξης για 2 είδη (A: Σειρά Αντικατάστασης, B: Μερική Πρόσθεση, Γ: Πλήρης Πρόσθεση, και Δ: Πρόσθεση Σειρών Αντικατάστασης (Inouye, 2001).

α. *Σειρά Αντικατάστασης (Replacement Series or Line)*. Ο πειραματικός αυτός σχεδιασμός έτυχε ευρείας αποδοχής σε μελέτες καταπολέμησης ζιζανίων σε καλλιεργούμενα είδη, σε πειράματα μίξης καλλιεργούμενων ειδών, σε οικολογικές μελέτες αλληλοπαρέμβασης, σε μελέτες αλληλοπαρέμβασης αρτιφύτων δασικών ειδών και ανεπιθύμητων, σε μελέτες της οικολογίας συμπεριφοράς των ζώων, στον προσδιορισμό της ζωικής παραγωγής σε μίξεις αγροτικών ζώων κ.ά. Ο σχεδιασμός αυτός βασίζεται στη θεωρία της πυκνο-

εξαρτώμενης παραγωγής, του νόμου της «σταθερής τελικής παραγωγής» των Shinozaki & Kira (1956) και της σχετικής αναλογικότητας των συμμετεχόντων ειδών.

Ο νόμος της «σταθερής τελικής παραγωγής» προβλέπει ότι η συνολική παραγωγή βιομάζας κατά τη μεταβολή της πυκνότητας των φυτών θα παραμείνει σταθερή πέραν μίας οριακής ολικής πυκνότητας. Σύμφωνα με το νόμο αυτό, η παραγωγή σε μίξη των ειδών μπορεί να προβλεφθεί από την αντίστοιχη της μονοκαλλιέργειάς τους (Radosevich & Holt, 1984). Σύμφωνα με αυτόν το σχεδιασμό (Εικόνα 5.1), η Σειρά Αντικατάστασης για δύο είδη απαιτεί σταθερή την ολική πυκνότητα της μίξης, ενώ οι μερικές πυκνότητες των ειδών μεταβάλλονται σε σταθερές διακριτές αναλογίες (διειδική προσέγγιση), αμφότερα για τα είδη. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ύπαρξη μονοκαλλιεργειών των δύο ειδών (ενδοειδική προσέγγιση). Συνήθως, λαμβάνεται μέριμνα ώστε να εμπεριέχεται και η αναλογία 1:1. Τις περισσότερες φορές, η επιλογή της ολικής πυκνότητας συνδέεται είτε με την παρατηρούμενη πυκνότητα των ειδών σε μίξη κάτω από φυσικές συνθήκες, είτε με κάποια προτεινόμενη μίξη όσον αφορά τα καλλιεργούμενα είδη. Έτσι, η τυπική Σειρά Αντικατάστασης (RS) για δύο είδη A, B, όσον αφορά την ολική πυκνότητα των 100 ατόμων/μονάδα επιφάνειας, είναι η

$$RS_{100} = 100_A: 0_B - 75_A: 25_B - 50_A: 50_B - 25_A: 75_B - 0_A: 100_B$$

όπου, οι δύο αναλογίες στα άκρα της παράστασης τυποποιούν το ενδοειδικό αποτέλεσμα κατά την ανάλυση των επιλεγμένων εξαρτημένων μεταβλητών (βιομάζα, αριθμός σπόρων, κ.λπ.), ενώ οι ενδιάμεσες το διειδικό. Κατά τον Connolly (1986a), δεν είναι απαραίτητο οι μερικές πυκνότητες των μονοκαλλιεργειών να είναι ίσες.

β. *Μερική Πρόσθεση (Partial Additive)*. Βάση αυτού του σχεδιασμού αποτελεί η σιγμοειδής μεταβολή (πτώση) της παραγωγής ανά μονάδα επιφάνειας εδάφους κάποιου καλλιεργούμενου είδους με την αύξηση της πυκνότητας ενός ανεπιθύμητου (Zimdahl, 1980). Κατά το σχεδιασμό αυτό σε μία σταθερή πυκνότητα μονοκαλλιέργειας κάποιου είδους (συνήθως επιθυμητού και καλλιεργούμενου) δημιουργούμε επιμέρους μίξεις με την πρόσθεση συνήθως σταθερού αριθμού ατόμων άλλου είδους (συνήθως ανεπιθύμητου) (Εικόνα 5.3). Έτσι, το επιθυμητό είδος αποτελεί ένα βιολογικό δείκτη της επιθετικότητας του ανεπιθύμητου. Όπως είναι φανερό η ολική πυκνότητα της μίξης συνεχώς μεταβάλλεται. Μία τυπική γραμμή μερικής πρόσθεσης (PAL), για ένα επιθυμητό είδος A και ένα ανεπιθύμητο B και για μία αρχική πυκνότητα μονοκαλλιέργειας του επιθυμητού 75 ατόμων/μονάδα επιφάνειας, είναι η

$$PAL_{75} = 75_A: 0_B - 75_A: 25_B - 75_A: 50_B - 75_A: 75_B - \dots\dots\dots$$

Η πρόσθεση των ατόμων του B είδους συνεχίζεται συνήθως μέχρι την επίτευξη κάποιας επιθυμητής ολικής πυκνότητας. Η αξία αυτής της μεθόδου έγκειται στην απευθείας μέτρηση του κόστους (απώλεια παραγωγής) που συνδέεται με την απουσία οποιουδήποτε ελέγχου των ανεπιθύμητων ειδών σε καλλιέργειες επιθυμητών ειδών (Radosevich & Holt, 1984). Πάντως, ο σχεδιασμός αυτός έχει δεχθεί έντονες κριτικές καθώς η ταυτόχρονη μεταβολή της συχνότητας του ανεπιθύμητου και της ολικής πυκνότητας της μίξης οδηγεί σε σύγχυση των επιδράσεών τους. Επίσης, υπάρχουν ενστάσεις σχετικά με την ορθότητα της σιγμοειδούς μεταβολής, καθώς αντιπροτείνεται η υπερβολή κατά την περιγραφή της σχέσης μεταξύ παραγωγής (στη μονάδα επιφάνειας) του επιθυμητού και πυκνότητας του ανεπιθύμητου είδους.

Παραλλαγή αυτής της μεθόδου αποτελεί ο σχεδιασμός *πειραμάτων απομάκρυνσης* (removal experiments). Τα πειράματα αυτά συνήθως εφαρμόζονται υπό φυσικές συνθήκες. Στην περίπτωση αυτή και σε ένα δεδομένο φυσικό σύστημα μίξης, μετριέται η απόκριση της μίξης με τη σταδιακή απομάκρυνση ατόμων κάποιου είδους.

γ. *Πλήρης Πρόσθεση (Completely Additive)*. Πρόκειται για την ορθόγωνη έκφραση της Μερικής Πρόσθεσης με την εισαγωγή μονοκαλλιεργειών του επιθυμητού και του ανεπιθύμητου είδους, καθώς το σύστημα μίξης περιλαμβάνει όλους τους πιθανούς συνδυασμούς μερικών πυκνοτήτων σε συνδυαζόμενες γραμμές Μερικών Προσθέσεων (Εικόνα 1). Αυτό γίνεται για να εξαλειφθεί το προαναφερθέν μειονέκτημα της Μερικής Πρόσθεσης (σύγχυση επιδράσεων λόγω ταυτόχρονης μεταβολής συχνότητας και ολικής πυκνότητας) (Firbank & Watkinson, 1990). Ένα σύστημα μίξης δύο ειδών A (επιθυμητό) και B (ανεπιθύμητο), σε Πλήρη Πρόσθεση και για τρεις ολικές πυκνότητες 25, 50 και 75 ατόμων/μονάδα επιφάνειας, είναι το

$$PAL_0 = \dots\dots\dots - 0_A: 25_B - 0_A: 50_B - 0_A: 75_B$$

$$PAL_{25} = 25_A: 0_B - 25_A: 25_B - 25_A: 50_B - 25_A: 75_B$$

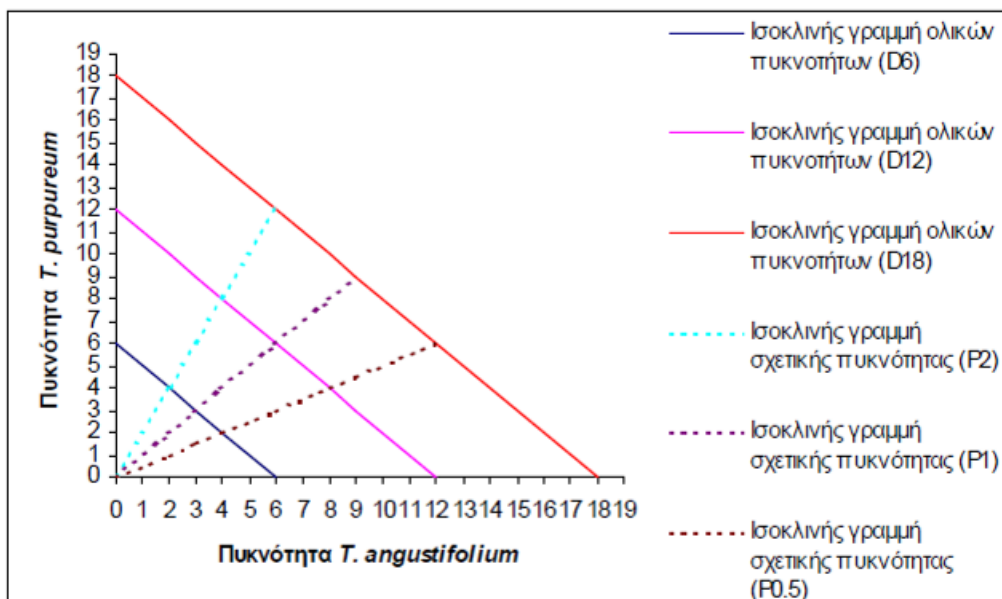
$$PAL_{50} = 50_A: 0_B - 50_A: 25_B - 50_A: 50_B - 50_A: 75_B$$

$$PAL_{75} = 75_A: 0_B - 75_A: 25_B - 75_A: 50_B - 75_A: 75_B$$

Η ανάλυση του συστήματος αυτού ακολουθεί την ανάλυση του σχεδιασμού της Μερικής Πρόσθεσης. Ο σχεδιασμός εφαρμόζεται στις ίδιες περιπτώσεις με αυτόν της Μερικής Πρόσθεσης και ειδικότερα στις περιπτώσεις που αναζητούμε με ακρίβεια την κατάλληλη μερική πυκνότητα που είτε οι απώλειες παραγωγής είναι μεγάλες, είτε μεγιστοποιείται η παραγωγή κ.λπ. Όπως είναι εμφανές, το κόστος της εφαρμογής της μεθόδου αυτής είναι υψηλό και για αυτό συνήθως αποφεύγεται.

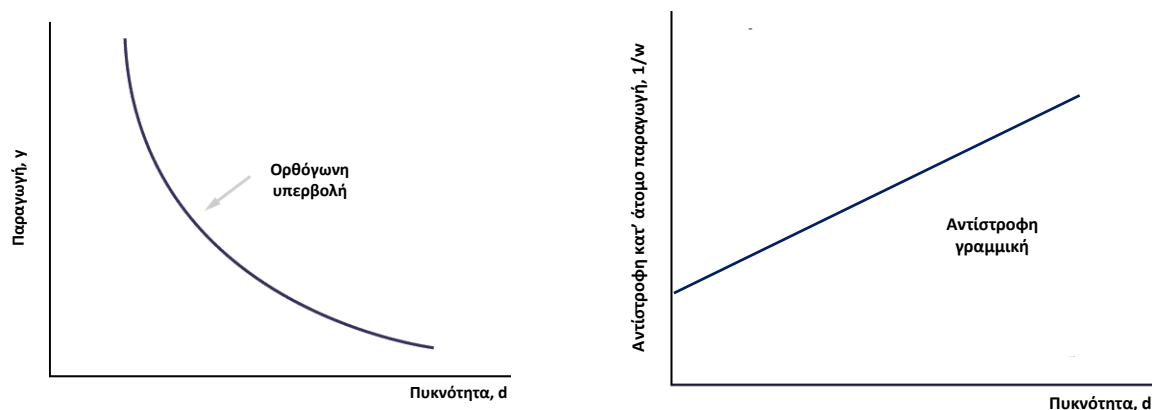
δ. *Πρόσθεση Σειρών Αντικατάστασης (Additive or Addition Series)*. Ο πειραματικός σχεδιασμός της Σειράς Αντικατάστασης έχει κατά καιρούς δεχθεί ισχυρή κριτική, με αποτέλεσμα να έχει ατονήσει η εφαρμογή της. Η κριτική δεν επικεντρώνεται τόσο σε αυτόν καθ'αυτόν τον σχεδιασμό, όσο στην ανάλυση των αποτελεσμάτων που τη διέπει καθώς και στην ερμηνεία των δεικτών που περιγράφουν το μηχανισμό της αλληλοπαρέμβασης. Αποτέλεσμα αυτών, ήταν να αναπτυχθεί η εναλλακτική Πρόσθεση Σειρών Αντικατάστασης (Spitters, 1983). Κατά τον σχεδιασμό αυτόν σε ένα σύστημα μίξης συνδυάζονται περισσότερες της μιας Σειρές Αντικατάστασης (περισσότερες ολικές πυκνότητες) (Εικόνα 5.4). Έτσι, μία Πρόσθεση Σειρών Αντικατάστασης (RS), για δύο είδη Α, Β και για ολικές πυκνότητες 50, 75 και 100 ατόμων/μονάδα επιφανείας, είναι το σύστημα

$$\begin{aligned} RS_{50} &= 50_A: 0_B - 25_A: 25_B - 0_A: 50_B \\ RS_{75} &= 75_A: 0_B - 50_A: 25_B - 25_A: 50_B - 0_A: 75_B \\ RS_{100} &= 100_A: 0_B - 75_A: 25_B - 50_A: 50_B - 25_A: 75_B - 0_A: 100_B \end{aligned}$$



Εικόνα 5.4 Διαγραμματικό μοντέλο της Ορθόγωνης Πρόσθεσης Σειρών Αντικατάστασης για δύο είδη *Trifolium purpureum*, *T. angustifolium* και για ολικές πυκνότητες 6, 12 και 18 φυτών / γλάστρα ($E = 615 \text{ cm}^2$). Παρουσιάζεται η διαδικασία ανάλυσης των διαφόρων παραμέτρων απόκρισης σε σύστημα συντεταγμένων (x, y) στις οποίες παρίστανται οι μονοκαλλιέργειες (M) και όπου οι ολικές (D) και οι σχετικές (P) πυκνότητες παρίστανται υπό μορφή διασταυρωμένων ισοκλινών γραμμών (Βραχνάκης, 2000).

Παραλλαγή της Πρόσθεσης Σειρών Αντικατάστασης αποτελεί η ορθόγωνη έκφραση αυτής με την ονομασία *Ορθόγωνη Πρόσθεση Σειρών Αντικατάστασης* (Βραχνάκης, 2000) (Εικόνα 5.5). Ο σχεδιασμός αυτός, μαζί με το μοντέλο απόκρισης των Spitters - Connolly που χρησιμοποιείται για την ανάλυση των αποτελεσμάτων του (αναλύεται παρακάτω), παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των υπολοίπων, καθώς επιτυγχάνεται ολοκληρωμένη η αντίληψη της συμπεριφοράς της μίξης των δύο ειδών σε ένα ευρύ φάσμα ολικών πυκνοτήτων. Έτσι, αρχίζει να εφαρμόζεται όλο και περισσότερο σε πειράματα μίξης φυτών αλλά και αγροτικών ζώων.



Εικόνα 5.5 Αριστερά: Μεταβολή της παραγωγής ανά μονάδα επιφάνειας του εδάφους (ορθόγωνη υπερβολή). Δεξιά: Μεταβολή της αντίστροφης κατά άτομο μεταβολής (αντίστροφη γραμμική).

5.7 Το μοντέλο απόκρισης (Spitters - Connolly)

α. *Θεωρητικό υπόβαθρο.* Το 1983 ο Ολλανδός ερευνητής C.J.T. Spitters (Department of Theoretical Production Ecology, Agricultural University of Wageningen) εισήγαγε «ένα απλό μοντέλο εκτίμησης του ενδοειδικού και διειδικού ανταγωνισμού καθώς και της διαφοροποίησης της οικοθέσης, από δεδομένα τελικής παραγωγής (βιομάζας) πληθυσμών, που ποικίλουν στη σύνθεση των ειδών καθώς και στην ολική πυκνότητα». Τα δεδομένα για την πειραματική επαλήθευση του μοντέλου προήλθαν από Σειρές Αντικατάστασης δύο καλλιεργούμενων ειδών (καλαμπόκι και αραχίδα) που ποίκιλαν στις ολικές πυκνότητες.

Το μοντέλο χαρακτηρίζεται από α) την εφαρμογή της Πρόσθεσης Σειρών Αντικατάστασης, β) τη χρήση της βιομάζας (και όχι του αριθμού σπόρων) ως κριτήριο, και γ) την αναγωγή της βιομάζας στο άτομο και όχι στη μονάδα επιφάνειας εδάφους. Η βιομάζα επιλέχθηκε ως κριτήριο λόγω της γραμμικής σχέσης που εμφανίζει με την πρόσληψη των πόρων, η έλλειψη των οποίων περιορίζει την αύξηση. Έτσι, ο ανταγωνισμός μεταξύ των φυτών αποτυπώνεται καλύτερα στη μέτρηση της παραγωγής βιομάζας, παρά στην παραγωγή οποιουδήποτε άλλου τμήματος του φυτού, καθώς η κατανομή της οργανικής ουσίας μέσα στο φυτό ποικίλει αναλόγως της έντασης του ανταγωνισμού (Spitters, 1983). Ο λόγος που επιλέχθηκε η αναφορά της βιομάζας στο άτομο και όχι στη μονάδα επιφάνειας του εδάφους είναι ότι ενώ η μορφή μεταβολής της παραγωγής (y) ανά μονάδα επιφάνειας (gr/m^2) και της πυκνότητας (d) των φυτών (αριθμός φυτών/ m^2) αποδίδεται από την εξίσωση της ορθόγωνης υπερβολής (Εικόνα 5.5)

$$y = d / (b_0 + b_1 d) \quad (4)$$

όπου b_0 και b_1 : σταθερές, η αντίστοιχη μεταβολή της παραγωγής (w) ανά άτομο ($\text{gr}/\text{άτομο}$) και της πυκνότητας (d) αποδίδεται από την αντιστρόφως γραμμική εξίσωση (Εικόνα 3), καθώς

$$w = y/d$$

και λόγω της (4)

$$w = 1/(b_0 + b_1 d) \quad (5)$$

Στην περίπτωση αυτή οι σταθερές b_0 και b_1 έχουν βιολογική ερμηνεία καθώς

$$\lim_{d \rightarrow 0} 1/w = \lim_{d \rightarrow 0} (b_0 + b_1 d) = b_0 \quad (6)$$

και

$$\lim_{d \rightarrow \infty} 1/y = \lim_{d \rightarrow \infty} 1/wd = \lim_{d \rightarrow \infty} [(b_0 + b_1 d) / d] = \lim_{d \rightarrow \infty} (b_0 / d + b_1) = b_1 \quad (7)$$

Από την εξίσωση (6) προκύπτει ότι η σταθερά b_0 αποδίδει την οριακή τιμή του αντιστρόφου της παραγωγής ($1/w$) ενός μεμονωμένου ατόμου ($d \rightarrow 0$). Σε πολύ χαμηλές πυκνότητες δεν υφίσταται ανταγωνισμός, καθώς τα άτομα είναι πολύ απομακρυσμένα μεταξύ τους, και έτσι η κατά άτομο βιομάζα διατηρείται σταθερή, όπως αποδίδεται από το αντιστρόφως γραμμικό μοντέλο και όχι από το μοντέλο της υπερβολής (Ει-

κόνα 5.5). Η κλίση b_1 (Εικόνα 5.5) αποδίδει την αύξηση του $1/w$, άρα τη μείωση της κατά άτομο παραγωγής (w) με την περαιτέρω προσθήκη ατόμων του ίδιου είδους. Το κλάσμα b_1/b_0 εκφράζει αυτήν την αύξηση, άρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης του ενδοειδικού ανταγωνισμού. Από την εξίσωση (7) προκύπτει ότι η σταθερά b_1 αποδίδει την οριακή τιμή του αντιστρόφου της παραγωγής ($1/y$) ανά μονάδα επιφανείας εδάφους με την απεριόριστη αύξηση της πυκνότητας ($d \rightarrow \infty$).

β. *Εμπειρικά μοντέλα και δείκτες εφαρμογής.* Ενώ η εξίσωση (5) περιγράφει την αντιστρόφως γραμμική πυκνο-εξαρτώμενη μεταβολή της παραγωγής (w) ανά άτομο ($\text{gr}/\text{άτομο}$) μέσα στον ίδιο πληθυσμό (ενδοειδικά), οι αντίστοιχες μεταβολές στην περίπτωση δύο πληθυσμών (διδειδικές) των ειδών 1 και 2, περιγράφονται ανάλογα από το σύστημα των εξισώσεων των αντιστρόφως ανάλογων συμμεταβολών

$$\begin{aligned} 1/w_1 &= b_{10} + b_{11}d_1 + b_{12}d_2 \\ 1/w_2 &= b_{20} + b_{21}d_1 + b_{22}d_2 \end{aligned} \quad (8)$$

όπου b_{10} και b_{20} : οι οριακές αντίστροφες βιομάζες απομονωμένων ατόμων των ειδών 1 και 2, σε συνθήκες έλλειψης ανταγωνισμού, b_{11} και b_{22} : δείκτες μέτρησης του αποτελέσματος του ενδοειδικού ανταγωνισμού, αντίστοιχα για τα είδη 1 και 2, και b_{12} και b_{21} : δείκτες μέτρησης του αποτελέσματος του διειδικού ανταγωνισμού που ασκεί αντίστοιχα το είδος 1 στο είδος 2 και το είδος 2 στο είδος 1. Έτσι, υπάρχει σαφής μαθηματικός διαχωρισμός μεταξύ ενδοειδικού και διειδικού αποτελέσματος. Επιπλέον, το κλάσμα b_{11}/b_{12} αποτελεί μέτρο της ανταγωνιστικής ικανότητας του είδους 1 στο είδος 2, καθώς δηλώνει ότι το μέσο άτομο του είδους 1 αντλαμβάνεται την πρόσθεση στον ίδιο πληθυσμό ενός ατόμου του ίδιου είδους σαν πρόσθεση b_{11}/b_{12} ατόμων του είδους 2.

Από το σύστημα εξισώσεων (8) προκύπτει ότι το είδος 1 είναι b_{11}/b_{12} φορές καλύτερος ανταγωνιστής στο είδος 2 από ότι το 2 στο 1, και αντίστοιχα το είδος 2 είναι b_{22}/b_{21} φορές καλύτερος ανταγωνιστής στο είδος 1 από ότι το 1 στο 2.

Σύμφωνα με το μοντέλο, διαφοροποίηση στις οικοθέσεις των ειδών υπάρχει όταν

$$b_{11}/b_{12} > b_{22}/b_{21} \Leftrightarrow (b_{11}/b_{12}) / (b_{22}/b_{21}) > 1 \quad (9)$$

Η χρησιμοποίηση της ανισότητας αυτής, κατά τον υπολογισμό της διαφοροποίησης των οικοθέσεων δύο ειδών, α) μπορεί να εκτιμηθεί απευθείας από ένα ευρύ φάσμα πληθυσμών που διαφέρουν στις ολικές τους πυκνότητες, και β) η τιμή της είναι ανεξάρτητη από τον αριθμό των ατόμων του κάθε είδους.

Το μοντέλο στηρίζεται στις εξής υποθέσεις:

1. Η μεταβολή της παραγωγής ανά μονάδα επιφανείας συναρτίζεται της πυκνότητας περιγράφεται από το μοντέλο της ορθόγωνης υπερβολής. Ήδη ο de Wit (1960) είχε αποδείξει το ορθό αυτής της υπόθεσης.
2. Ο διειδικός ανταγωνισμός μπορεί να ενσωματωθεί στην εξίσωση της υπερβολής με τρόπο παρόμοιο με τον ενδοειδικό. Ο de Wit (1960) απέδειξε πειραματικά και ο Spitters (1983) μαθηματικά, το ορθό και αυτής της υπόθεσης.
3. Τα αποτελέσματα του ανταγωνισμού, όπως μετρούνται από τους συντελεστές του συστήματος συμμεταβολής (8), είναι ανεξάρτητα τόσο από τη συχνότητα των ατόμων των δύο ειδών, όσο και από την ολική πυκνότητα. Πάντως, ο Spitters παραδέχεται ότι χρειάζονται περισσότερες πειραματικές αποδείξεις αυτής της υπόθεσης.
4. Το μοντέλο θεωρεί ότι τα άτομα είναι διευθετημένα τυχαία στο χώρο και ο ανταγωνισμός είναι διαχέουσας μορφής. Πάντως, σε περιπτώσεις πειραμάτων σε γλάστρες είχαν ήδη αναπτυχθεί κατάλληλες συστηματικές διευθετήσεις των ατόμων (van Andel & Dueck, 1982) στις οποίες το μοντέλο του Spitters παρουσιάζει πολύ καλή προσαρμογή.
5. Οι κλιματεδαφικές συνθήκες είναι ομοιογενείς.

Ο Ιρλανδός βιολόγος J. Connolly, με μία σειρά από άρθρα του (1986a,b, 1987) ενίσχυσε το αντιστρόφως γραμμικό μοντέλο του Spitters, εισάγοντας δείκτες βιολογικής και αγρονομικής αξίας, που περιγράφουν πλήρως τη συμπεριφορά μίας μίξης φυτών σε πειράματα Πρόσθεσης Σειρών Αντικατάστασης:

Relative Resource Total (RRT). Σε αντιδιαστολή της χρήσης του Relative Yield Total (RYT) των de Wit & van den Bergh (1965), ο Connolly (1987) εισάγει τη χρήση του Relative Resource Total (RRT), το ο-

ποίο ονόμασε έτσι προφανώς για να τονίσει το ενδιαφέρον του δείκτη αυτού πάνω σε έννοιες χρήσης των πόρων και όχι παραγωγής. Εξ' ορισμού

$$RRT = d_1 / d_{10} + d_2 / d_{20} \quad (10)$$

όπου d_1, d_2 : οι πυκνότητες σε μίξη των ειδών 1 και 2 και d_{10}, d_{20} : οι πυκνότητες σε μονοκαλλιέργεια των ειδών 1 και 2.

Έτσι, ας θεωρήσουμε μία πυκνότητα μίξης (d_1, d_2) δύο ειδών 1 και 2, η οποία ανάγεται στη μονάδα επιφανείας π.χ. 1 m^2 . Τότε, d_1 : αριθμός ατόμων του είδους 1/ m^2 και d_2 : αριθμός ατόμων του είδους 2/ m^2 . Έστω ότι w_1 και w_2 οι αντίστοιχες κατά άτομο παραγωγές σε μίξη των δύο ειδών. Δηλ. $w_1 = \text{gr} / \text{μέσο άτομο του είδους 1}$ και $w_2 = \text{gr} / \text{μέσο άτομο του είδους 2}$ (μετρημένα αμφοτέρω σε μίξη). Αν θεωρήσουμε ότι η επιφάνεια της μονοκαλλιέργειας του είδους 1 είναι $A_1 \text{ m}^2$ και αντίστοιχα, $A_2 \text{ m}^2$ είναι η επιφάνεια της μονοκαλλιέργειας του είδους 2, στις οποίες μονοκαλλιέργειες οι αντίστοιχες κατά άτομο παραγωγές των δύο ειδών είναι w_{10} και w_{20} , τότε λαμβάνοντας υπόψη τις παραδοχές

$$w_{10} = w_1 \text{ και } w_{20} = w_2 \quad (11)$$

οι επιφάνειες A_1 και A_2 , υπολογίζονται ως εξής: Στις μονοκαλλιέργειες η επιφάνεια που απαιτείται για το μέσο άτομο του είδους 1 είναι $1/d_{10} \text{ m}^2$ και αντίστοιχα για το είδος 2 είναι $1/d_{20} \text{ m}^2$ (π.χ. αν η πυκνότητα της μονοκαλλιέργειας είναι 5 άτομα / m^2 , τότε το 1 (μέσο) άτομο απαιτεί επιφάνεια $1/5 \text{ m}^2$). Άρα η επιφάνεια της μονοκαλλιέργειας (A_1) που απαιτείται για τα d_1 άτομα είναι $d_1(1/d_{10}) = d_1/d_{10}$, έτσι ώστε να ισχύει η (11). Αντίστοιχα, με την ισχύ της ίδιας παραδοχής, η επιφάνεια της μονοκαλλιέργειας (A_2) που απαιτείται για τα d_2 άτομα είναι $d_2(1/d_{20}) = d_2/d_{20}$. Το άθροισμα των επιφανειών A_1 και A_2 , δίνει το RRT (10). Άρα ο RRT προτείνεται ως δείκτης που υπολογίζει την επιπλέον επιφάνεια των μονοκαλλιεργειών που απαιτείται έτσι ώστε οι μέσες κατά άτομο παραγωγές δύο ειδών να εξισώνονται με τις αντίστοιχες της μίξης τους. Επιπλέον, καθώς η επιφάνεια λογίζεται ως το σύνολο των πόρων (Harper, 1977, Begon et al., 1996), ο δείκτης RRT υποδηλώνει το κατά πόσο τα είδη εκμεταλλεύονται αποτελεσματικά τους ίδιους πόρους τόσο σε μονοκαλλιέργεια όσο και σε μίξη.

Παρόλο που μία απλή τιμή του RRT δεν διευκρινίζει την κατανομή της χρήσης των πόρων μεταξύ των ειδών, χρήσιμα συμπεράσματα εξάγονται όσον αφορά τη συμπεριφορά της μίξης. Έτσι, όταν $RRT=1$, τότε δύο είδη 1 και 2 που οι μονοκαλλιέργειές τους καταλαμβάνουν αντίστοιχα A_1 και A_2 επιφάνειες, θα αποδώσουν την ίδια βιομάζα με την αντίστοιχη που παράγεται στη μίξη τους, καθώς η εκμετάλλευση του συνόλου των πόρων είναι ισοδύναμη και στις δύο καταστάσεις (μονοκαλλιέργειας και μίξης). Όμως, πέρα από τη βιολογική σημασία και η αγρονομική είναι εξίσου σημαντική, με τις προϋποθέσεις του ελέγχου του RRT τόσο στο χρόνο όσο και στις ολικές πυκνότητες. Έτσι, αν κάποιος καλλιεργητής έχει ελέγξει ότι μία τιμή $RRT=1$ παραμένει σταθερή στο χρόνο και σε όλες τις πιθανές ολικές πυκνότητες (Σειρές Αντικατάστασης), τότε θα αναμένει το ίδιο αποτέλεσμα όσον αφορά την απόδοση συγκαλλιευόμενων ειδών, τόσο από την καλλιέργειά τους σε μίξη όσο και από τις επιμέρους μονοκαλλιέργειές τους. Όταν $RRT>1$, τότε σε μία δεδομένη επιφάνεια, περισσότεροι πόροι εκμεταλλεύονται από τη μίξη (ή οι πόροι εκμεταλλεύονται πιο αποτελεσματικά) παρά από τη μονοκαλλιέργεια των ειδών. Στην περίπτωση αυτή τα είδη παρουσιάζουν αμοιβαιότητα ή συνεργασία όσον αφορά τη χρήση των πόρων. Ενώ όταν $RRT<1$, τότε υφίσταται ανταγωνισμός ή υπονοείται ότι η μίξη παρουσιάζει μειωμένη αποτελεσματικότητα στη χρήση των πόρων. Για μη αλληλοπαρεμβαίνοντα είδη, ισχύει $RRT = 2$.

Κατά τον Connolly (1987), για τα επί μέρους γραμμικά μοντέλα του γενικού τύπου

$$\begin{aligned} w_1 &= f_1(b_{10} + b_{11}d_1 + b_{12}d_2) \\ \text{και} \\ w_2 &= f_2(b_{20} + b_{21}d_1 + b_{22}d_2) \end{aligned} \quad (12)$$

όπου f_1 και f_2 : πρωτοβάθμιες συναρτήσεις και τα υπόλοιπα όπως εξίσωση (9), το RRT , για μία δεδομένη αναλογία μίξης (σχετική συχνότητα) $v = d_1/d_2$, δίδεται ως

$$RRT = 1 + \frac{v(b_{22}/b_{21} - b_{12}/b_{11})}{(v + b_{12}/b_{11})(v + b_{22}/b_{21})}$$

Μία τιμή του RRT π.χ. 1,123 σημαίνει ότι για τη συγκεκριμένη σχετική πυκνότητα απαιτείται 12,3 % μεγαλύτερη επιφάνεια στις μονοκαλλιέργειες των δύο ειδών για να παράγουν την ίδια ακριβώς βιομάζα που λαμβάνεται από τη μίξη τους.

Το RRT όταν ελέγχεται για ένα εύρος σχετικών πυκνοτήτων έχει την ιδιότητα να παραμένει σταθερά >1 ή <1 . Όταν αποδοθεί γραφικά η μεταβολή του RRT συναρτήσει της σχετικής πυκνότητας τότε στις περιπτώσεις $RRT > 1$, θα υπάρχει μία μέγιστη τιμή η οποία αντιστοιχεί σε μία σχετική πυκνότητα και αντίστοιχα όταν $RRT < 1$, θα υπάρχει μία ελάχιστη. Στις περιπτώσεις αυτές το μέγιστο ή ελάχιστο RRT υπολογίζεται ως

$$RRT_{\max \text{ ή } \min} = \frac{2}{1 + (b_{12}b_{21}/b_{11}b_{22})^{0.5}}$$

το οποίο εμφανίζεται στη σχετική πυκνότητα

$$P \nu' = (b_{22}b_{12}/b_{21}b_{11})^{0.5}$$

Το μέγιστο (ή ελάχιστο) RRT αντανακλά το δυνητικό επίπεδο συνεργασίας ή ανταγωνισμού για την πρόσληψη των πόρων μεταξύ των ειδών.

Λόγοι (Κλάσματα) Αντικατάστασης (substitution rates) και Ισοδύναμες (perceived - αντιληπτές ή διακριτές) Πυκνότητες. Όπως προαναφέρθηκε, ο δείκτης RRT δεν διαφωτίζει τη συμπεριφορά των συστατικών ειδών της μίξης από άποψη δυναμικής. Κάτι τέτοιο επιτυγχάνεται με τον υπολογισμό των *Λόγων Αντικατάστασης (SR)* για κάθε είδος και ιδιαίτερα μετά τον έλεγχο της μεταβολής των τιμών τους στο χρόνο και στις διαφορετικές ολικές πυκνότητες. Οι *Λόγοι Αντικατάστασης* εκτιμούν για το μέσο άτομο ενός είδους που συμμετέχει στη μίξη τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνεται στη μίξη το μέσο άτομο του άλλου είδους. Έτσι, π.χ. ένας *Λόγος Αντικατάστασης* $SR_1=3$ για ένα είδος 1, που βρίσκεται σε μίξη με ένα άλλο είδος 2, σημαίνει ότι με αντικατάσταση ενός ατόμου του είδους 2 από τρία άτομα του είδους 1, η κατά άτομο παραγωγή του είδους 1 μένει ως έχει. Αν δύο *Λόγοι Αντικατάστασης* είναι μεταξύ τους αντίστροφοι, για παράδειγμα $SR_1=3$ και $SR_2=1/3$, σημαίνει ότι αντικατάσταση ενός ατόμου του δεύτερου είδους από 3 άτομα του πρώτου δεν αλλάζει την κατά άτομο συμπεριφορά των δύο ειδών. Στην περίπτωση αυτή τα δύο είδη βιώνουν το συγκεκριμένο περιβάλλον με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, άρα υφίσταται ολοκληρωτική επικάλυψη στις οικοθέσεις τους.

Ο Connolly (1987), για τα μερικώς γραμμικά μοντέλα (12), υπολογίζει τους *Λόγους Αντικατάστασης*, στις περιπτώσεις που αυτοί είναι ανεξάρτητοι της πυκνότητας μίξης, ως

$$SR_1 = b_{12} / b_{11}$$

και

$$SR_2 = b_{21} / b_{22}$$

Γενικά, με τροποποίηση της ανισότητας (9) και λαμβάνοντας υπόψη την αντιστροφή των SR , καταλήγουμε στις παρακάτω συνθήκες όσον αφορά στις οικοθέσεις δύο ειδών 1 και 2 σε μίξη

Διαφοροποίηση οικοθέσεων (Spitters, 1983): $(b_{12}/b_{11}) \times (b_{22}/b_{21}) < 1$

Ολοκληρωτική επικάλυψη οικοθέσεων (Connolly, 1987): $(b_{12}/b_{11}) \times (b_{22}/b_{21}) = 1$

Οι *Λόγοι Αντικατάστασης*, ή *συντελεστές ανταγωνισμού* κατά τους Firbank & Watkinson (1985), δεν θα πρέπει να ερμηνεύονται με έννοιες προσαρμογής (fitness) ή επιθετικότητας. Έτσι, αν ένας *Λόγος Αντικατάστασης* είναι μεγαλύτερος από έναν άλλο, δεν σημαίνει ότι το είδος με τη μικρότερη τιμή, δηλ. αυτό που έχει υποδεέστερη αντίληψη για το άλλο, έχει προσαρμοστεί καλύτερα στη μίξη ή ότι η συμμετοχή του στη συνολική παραγωγή της μίξης θα είναι μεγαλύτερη του άλλου, καθώς σε αυτές τις περιπτώσεις ο καθοριστικός παράγοντας είναι το μέσο μέγεθος των ατόμων των ειδών.

Ο *Λόγος Αντικατάστασης* συνδέεται στενά με την έννοια της *Ισοδύναμης Πυκνότητας (PD)* ή της *Ισοδύναμης Πυκνότητας Μονοκαλλιέργειας* (κατά τους Suehiro & Ogawa, 1980), η οποία ορίζεται για τα είδη 1 και 2 που συμμετέχουν σε μίξη ως

$$PD_1 = d_1 + SR_1 d_2$$

και αντίστοιχα

$$PD_2 = d_2 + SR_2 d_1 \quad (13)$$

Έτσι, σε μία μίξη με d_1 και d_2 πυκνότητες, τα άτομα των ειδών 1 και 2 δεν αντιλαμβάνονται την ολική πυκνότητα ως d_1+d_2 αλλά σε μονάδες ενδοειδικής πυκνότητας (μετατρέποντας την πυκνότητα του γειτονικού είδους σε ισοδύναμη ενδοειδική) μέσω των Λόγων Αντικατάστασης, όπως δείχνουν οι (13).

Αποτελεσματικότητα (Efficiency) και Δείκτες Σχετικής Αποτελεσματικότητας (Relative Efficiency Indices). Η αποτελεσματικότητα ενός είδους που συμμετέχει σε μίξη, διαμέσου του χρόνου, αποτελεί μέτρο της ανταγωνιστικότητας σύμφωνα με τον Connolly (1987). Αυτή μπορεί να προσδιοριστεί από το *στιγμαίο Σχετικό Ρυθμό Αύξησης* (RGR ή R), όπως η κλασσική προσέγγιση της Ανάλυσης της Αύξησης (Classical Growth Analysis) παρέχει

για το είδος 1: $R_1 (d_1, d_2, t) = \frac{d \log(w_1)}{dt} = \frac{dw_1}{w_1 dt}$

και

για το είδος 2: $R_2 (d_1, d_2, t) = \frac{d \log(w_2)}{dt} = \frac{dw_2}{w_2 dt}$

όπου d_1, d_2, w_1, w_2 : οι πυκνότητες σε μίξη και οι κατά άτομο παραγωγές των δύο ειδών αντίστοιχα.

Δύο είδη με $R_1=R_2$ προσδιορίζονται ως είδη ίσης αποτελεσματικότητας, οποιαδήποτε χρονική στιγμή και αν ελεγχθεί αυτό, καθώς δημιουργούν πληθυσμούς που έχουν την ίδια σχετική ισορροπία σε όρους w (κατά άτομο παραγωγή), τόσο στο τέλος όσο και στην αρχή της περιόδου. Σε Ισοδύναμες Πυκνότητες των δύο ειδών, όταν $R_1>R_2$, το είδος 1 είναι πιο αποτελεσματικό από το 2, καθώς η κατά άτομο βιομάζα του αυξάνει με μεγαλύτερο ρυθμό στο χρόνο και τελικά συμμετέχει αναλογικά περισσότερο στην τελική παραγωγή βιομάζας της μίξης.

Σε περίπτωση σύγκρισης με άλλες μίξεις ή και μονοκαλλιέργειες χρησιμοποιείται ο *Σχετικός Δείκτης Αποτελεσματικότητας (REI)*

$$REI = R_1 - R_2$$

Ειδικότερα για συγκρίσεις ειδών που σχηματίζουν εφ' άπαξ γενεές (μη αλληλοκαλυπτόμενες) προτιμάται η χρήση του *Αθροιστικού Σχετικού Δείκτη Αποτελεσματικότητας (REI_c)*

όπου

$$REI_c = K_1 / K_2$$

$$K_i = w_{i1} / w_{i0} = \exp(R_{ic}) = \exp\left(\int_{t_0}^{t_1} R_i dt\right)$$

για w_{i0} και w_{i1} : οι w τιμές του i - οστού είδους στην αρχή (t_0) και στο τέλος της περιόδου (t_1) αντίστοιχα.

Το πλεονέκτημα που αποκτάται από τη μέτρηση της αυξητικής πορείας μέσα στο χρόνο, με τη χρήση των προαναφερόμενων δεικτών αποτελεσματικότητας είναι ότι εξαλείφονται τα προβλήματα που προκύπτουν από το διαφορετικό μέγεθος των ατόμων. Για παράδειγμα η ανταγωνιστικότητα των ατόμων μπορεί να μετρηθεί μεταξύ δύο φυτικών ειδών ιδίου μεγέθους, αλλά και μεταξύ ειδών αγροτικών ζώων (π.χ. προβάτων και βοοειδών) σε ανάλογα πειράματα μίξης (Connolly & Nolan, 1976, Connolly, 1987).

Κατά την εφαρμογή του μοντέλου των Spitters και Connolly, οι πυκνο-εξαρτώμενες και οι συχνο-εξαρτώμενες μεταβολές των δεικτών πρέπει να ελέγχονται χωριστά. Στην περίπτωση των πυκνο-εξαρτώμενων, αυτό γίνεται με τη διατήρηση σταθερής της σχετικής συχνότητας και τον περαιτέρω έλεγχο των μεταβολών κατά τη διαβάθμιση της πυκνότητας. Ανάλογα, οι συχνο-εξαρτώμενες μεταβολές ελέγχονται χωριστά για κάθε ολική πυκνότητα (Σειρά Αντικατάστασης). Πρέπει να αποφεύγεται ο έλεγχος της μεταβολής των δεικτών με συνδυασμό συχνοτήτων και ολικών πυκνοτήτων, καθώς οποιαδήποτε μεταβολή στη συ-

χνότητα των ατόμων έχει συνέπειες στην ολική πυκνότητα, με αποτέλεσμα να συγχέονται οι συχνο- και οι πυκνο-εξαρτώμενες επιδράσεις στους δείκτες.

Το μοντέλο των Spitters-Connolly κρίνεται κατάλληλο να εφαρμόζεται σε πειράματα Σειράς Αντικατάστασης και Πρόσθεσης Σειρών Αντικατάστασης (συμπεριλαμβανομένων των ορθόγωνων), καθώς οι εμπλεκόμενοι δείκτες παρέχουν τη δυνατότητα πλήρους περιγραφής της συμπεριφοράς (απόκρισης) τόσο μίας συγκεκριμένης μίξης (φυτών ή ζώων) όσο και των συστατικών της ειδών σε επίπεδο ατόμου. Οι χρησιμοποιούμενοι δείκτες αποτελούν ισχυρά εργαλεία πάνω σε θέματα χρήσης πόρων (*RRT*), δυναμικής της αλληλεπίδρασης των ειδών και το πώς αυτή γίνεται αντιληπτή από αυτά (*SR*, *PD*) και σε θέματα ανταγωνιστικότητας των ειδών (K_1 , K_2) και αποτελεσματικότητας της μίξης (*REI*, *REI_c*). Η μεγάλη του συνεισφορά έγκειται και στην αποδέσμευση από την *a priori* αντικαταστασιμότητα μεταξύ των ειδών που άλλα μοντέλα προϋποθέτουν.

Παράλληλα κείμενα

Βραχνάκης Μ.Σ. 2000. Μαθηματικά Μοντέλα Μελέτης της Δυναμικής της Λιβαδικής Βλάστησης. σελ. 173. Διδακτορική διατριβή. Α.Π.Θ.

Vrahnakis M.S. 2003. Modelling competition in annual clovers. *Grassland Science in Europe*, 8:499-502.

Σχετικοί δικτυακοί τόποι

- Δικτυακός τόπος του Tennessee State University για πειράματα μίξης φυτών
<http://www2.tnstate.edu/ganter/B412%20Lab2%20PlantComp.html>
- Δικτυακός τόπος του Carleton College για πειράματα μίξης φυτών
<http://www.carleton.edu/curricular/BIOL/classes/bio236/LAB68COMPETITION.html>
- Συστηματικοί πειραματικοί σχεδιασμοί μίξης φυτών
<http://npj.uwpress.org/content/2/2/90.full.pdf+html?sid=de6fd647-cf5d-41d4-8cf5-b7bd260ea89a>
- Video του BBC για τη χωροκατακτητική ανταγωνιστική συμπεριφορά του Japanese knotweed (*Fallopia japonica*)
<https://www.youtube.com/watch?v=00o4bZB4csA>
- Εκπαιδευτικό video του Halton Borough Council (UK) για τη δυναμική ζωικών πληθυσμών
https://www.youtube.com/watch?v=ZaOe_pBEgSE

Βιβλιογραφία

- Aarssen, L.W. & Turkington, R. (1985). Within-species diversity in natural populations of *Holcus lanatus*, *Lolium perenne*, and *Trifolium repens* from four different-aged pastures. *Journal of Ecology*, 73, 869-886.
- Begon, M., Harper, J.L. & Townsend, C.R. (1996). *Ecology*. London: Blackwell Science Ltd.
- Bertness, M.D. & Callaway, R.M. (1994). Positive interactions in communities. *Trends in Ecology and Evolution*, 9, 191-193.
- Burkholder, P.R. (1952). Cooperation and conflict among primitive organisms. *American Scientist*, 40, 601-631.
- Callaway, R.M., Nadkarni, N.M. & Mahall, B.E. (1991). Facilitation and interference of *Quercus douglasii* on understory productivity in central California. *Ecology*, 72, 1484-1499.
- Connolly, J. & Nolan, T. (1976). Design and analysis of mixed grazing experiments. *Animal Production*, 23, 63-71.
- Connolly, J. (1986a). On difficulties with replacement - series methodology in mixture experiments. *Journal of Applied Ecology*, 23, 125-137.

- Connolly, J. (1986 β). Importance and measurement of mixture effects in grazing systems. Paper presented at Proc. *Grazing Research at Northern Latitudes*. Hvanneyri: Plenum Press.
- Connolly, J. (1987). On the use of response models in mixture experiments. *Oecologia*, 72, 95-103.
- Crawley, M.J. (1983). The structure of plant communities. In M.J. Crawley (Ed.), *Plant ecology* (pp. 1-50). Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- de Wit, C.T. (1960). On competition. *Agric. Res. Rep. (Vers. Landbouwk. Onderz.)*, 66(8), 1-82.
- de Wit, C.T. & Bergh van den, J.P. (1965). Competition between herbage plants. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 13, 212-221.
- Firbank, L.G. & Watkinson, A.R. (1985). On the analysis of competition within two-species mixtures of plants. *Journal of Applied Ecology*, 22, 503-517.
- Firbank, L.G. & Watkinson, A.R. (1990). On the effects of competition: from monocultures to mixtures. In J.B. Grace & D. Tilman (Eds), *Perspectives on plant competition* (pp. 165-192). San Diego: Academic Press Inc.
- Fowler, N.L. (1990). Disorderliness in plant communities: Comparisons, causes, and consequences. In J.B. Grace & D. Tilman (Eds), *Perspectives on plant competition* (pp. 291-306). San Diego: Academic Press Inc.
- Goldberg, D.E. (1990). Components of resource competition in plant communities. In J.B. Grace & D. Tilman (Eds), *Perspectives on plant competition* (pp. 27-49). San Diego: Academic Press Inc.
- Grime, J.P. (1994). The role of plasticity in exploiting environmental heterogeneity. In J. Roy, M.M. Caldwell & R.W. Pearcy (Eds), *Exploitation of environmental heterogeneity by plants*. (pp. 1-19). San Diego: Academic Press Inc.
- Hardin, G. (1960). The competitive exclusion principle. *Science*, 131, 1292-1297.
- Harper, J.L. (1977). *Population biology of plants*. London: Academic Press.
- Holmgren, M., Scheffer, M. & Huston, M.A. (1997). The interplay of facilitation and competition on plant communities. *Ecology*, 78, 1966-1975.
- Inouye, B.D. (2001). Response surface experimental design for investigating interspecific competition. *Ecology*, 82(10), 2696-2706.
- Kershaw, K.A. (1973). *Quantitative and dynamic plant ecology*. London: Edward Arnold Pbs.
- Lawlor, L.R. & Maynard – Smith, J. (1976). The coevolution and stability of competing species. *American Naturalist*, 110, 79-99.
- Morowitz, H.J. (1968). *Energy flow in biology*. New York: Academic Press.
- Odum, E.P. (1971). *Fundamentals of ecology*. Philadelphia: Saunders.
- Odum, E.P. (1983). *Basic ecology*. Philadelphia: Saunders.
- Odum, E.P. (1989). *Ecology and our endangered life-support systems*. Sunderland: Sinauer Associates Inc.
- Patten, B.C. & Odum, E.P. (1981). The cybernetic nature of ecosystems. *American Naturalist*, 118, 886-895.
- Pianka, E.R. (1994). *Evolutionary ecology*. New York: Harper Collins College Pbs.
- Price, P.W. (1984). Alternative paradigms in community ecology. In P.W. Price, C.N. Slobodchikoff & W.S.A. Gaud (Eds), *A new ecology: Novel approaches to interactive systems* (pp. 354-383). New York: Wiley.
- Radosevich, S.R. & Holt, J.S. (1984). *Implication for vegetation management*. New York: John Wiley and Sons.
- Shinozaki, K. & Kira, Y. (1956). Intraspecific competition among higher plants. VII. Logistic theory of the C - D effect. *J. Inst. Polytech. Osaka City Univ.*, D7, 35-72.
- Silvertown, J.W. (1987). *Introduction to plant population ecology*. New York: Longman and Harlow.
- Slobodkin, L.B. (1961). *Growth and regulation of animal populations*. New York: Holt, Rinehart and Winston Inc.
- Southwood, T.R.E. (1977). Habitat, the template for ecological strategies? *Journal of Animal Ecology*, 46, 337-365.
- Spitters, C.J.T. (1983). An alternative approach to the analysis of mixed cropping experiments. 1. Estimation of competition effects. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 31, 1-11.
- Suehiro, K. & Ogawa, H. (1980). Competition between two annual herbs, *Atriplex gmelini* C.A. Mey and *Che-nopodium album* L. in mixed cultures irrigated with seawater of various concentrations. *Oecologia*, 45, 167-177.
- Tilman, G.D. (1982). *Resource competition and community structure*. Princeton: Princeton University Press.

- Tilman, G.D. (1988). *Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities*. Princeton: Princeton Monographs.
- van Andel J. & Dueck, T. (1982). The importance of the physical pattern of plant species in replacement series. *Oikos*, 39, 59-62.
- Watkinson, A.R. (1986). Plant population dynamics. In M.J. Crawley (Ed.), *Plant ecology* (pp. 137-184). Oxford: Blackwell Scientific Pbs.
- Williamson, M.H. (1972). *The analysis of biological populations*. London: Arnold Pbs.
- Wilson, E.O. & Bossert, W.H. (1971). *A primer of population biology*. Stamford: Sinauer Associates Inc.
- Wilson, J.R. (1978). *Plant relations in pastures*. East Melbourne: CSIRO.
- Yoda, K., Kira, T., Ogawa, H. & Hozumi, H. (1963). Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions. *J. Biol. Osaka City Univ.*, 14, 107-29.
- Zimdahl, R.L. (1980). *Weed crop competition: A review*. Corvallis: International Plant Protection Center.
- Βραχνάκης, Μ.Σ. (2000). *Μαθηματικά μοντέλα μελέτης της δυναμικής της λιβαδικής βλάστησης* (Διδακτορική διατριβή, Α.Π.Θ., 2000). Ανακτήθηκε από <http://hdl.handle.net/10442/hedi/15011>.
- Στάμου, Γ.Π., Σγαρδέλης, Σ.Π & Παντής, Ι.Δ. (1988). *Πληθυσμιακή οικολογία*. Θεσσαλονίκη: Α.Π.Θ.

Κριτήρια αξιολόγησης

Α. Δραστηριότητες διδακτικής ενότητας

1. Δώστε παραδείγματα πυκνο-εξαρτώμενων και συχνο-εξαρτώμενων συμπεριφορών. (200 λέξεις)
2. Δώστε παραδείγματα θετικών και αρνητικών τύπων αλληλοπαρέμβασης (500 λέξεις)
3. Θεωρείστε μία μίξη δύο ειδών (A, B) με τα παρακάτω χαρακτηριστικά. Τι θα σημαίνει μία αύξηση του είδους A κατά 5 άτομα;

<u>Αρχική κατάσταση</u>	
Μίξη Α	
Ολική πυκνότητα (D):	20 άτομα/m ²
Πυκνότητα είδους A:	5 άτομα/m ²
Πυκνότητα είδους B:	15 άτομα/m ²
Σχετική πυκνότητα A:	5/20 = 0,25
Σχετική πυκνότητα B:	15/20 = 0,75

4. Ποια τα οφέλη έκφρασης της παραγωγής βιομάζας στο άτομο και όχι στη μονάδα επιφάνειας του εδάφους; (200 λέξεις)
5. Θεωρείστε μία μίξη δύο ειδών A και B. Πότε θα έχουμε ολοκληρωτική επικάλυψη οικοθέσεων? Πότε η επικάλυψη θα είναι 50%? Πότε θα είναι 25%; (300 λέξεις)
6. Δύο είδη (1 και 2) βρίσκονται σε μίξη με τις ίδιες σχετικές πυκνότητες σε δύο γειτονικές φυτοκοινότητες A και B. Οι φυτοκοινότητες εδράζονται στο ίδιο γεωλογικό υπόστρωμα ενώ δεν υφίστανται διαφορές στα εδάφη. Σε ποιους παράγοντες μπορεί να οφείλονται οι τυχούσες διαφοροποιήσεις στα RRT των δύο μίξεων; (500 λέξεις)
7. Δώστε παραδείγματα (αριθμητικά και διαγραμματικά) (α) Πρόσθεσης Σειρών Αντικατάστασης, και (β) Πλήρους Πρόσθεσης Σειρών Αντικατάστασης.
8. Με ποιο τρόπο οι παρακάτω παράγοντες (α) στάδιο ζωής, (β) πυκνότητα, (γ) φυσιολογικά χαρακτηριστικά, (δ) έμμεσες αλληλεπιδράσεις και (ε) αβιοτική καταπόνηση επηρεάζουν το ισοζύγιο ανταγωνισμού και διευκόλυνσης των φυτών; (500 λέξεις)

B. Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης

Σωστό ή λάθος	Επιλέξτε
Η αρχική μορφή της θεμελιώδους εξίσωσης της δυναμικής των λιβαδικών πληθυσμών λαμβάνει υπόψη της τη βόσκηση.	Σωστό Λάθος
Η θεμελιώδης εξίσωση της δυναμικής των λιβαδικών πληθυσμών μπορεί να εφαρμοστεί στη μελέτη του πληθυσμού του ανθρώπινου είδους.	Σωστό Λάθος
Η αντίσταση του περιβάλλοντος παριστάνει το κλάσμα του πληθυσμού που θα μπορούσε να χωρέσει στο δεδομένο περιβάλλον.	Σωστό Λάθος
Η αυτοαραίωση των πληθυσμών οφείλεται στην πυκνο-εξαρτώμενη θνησιμότητα.	Σωστό Λάθος
Το σύνολο των βιοτικών αλληλεπιδράσεων που παρατηρούνται σε μία κοινότητα ορίζεται ως αλληλοπαρέμβαση.	Σωστό Λάθος
Ο ανταγωνισμός των φυτών, η διαταραχή και το stress είναι οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τη δομή των λιβαδικών φυτοκοινοτήτων.	Σωστό Λάθος
Η Σειρά Αντικατάστασης για δύο είδη απαιτεί μεταβαλλόμενη την ολική πυκνότητα της μίξης.	Σωστό Λάθος
Ο Relative Resource Total (RRT) δίνει έμφαση στη χρήση των πόρων και όχι στην παραγωγή.	Σωστό Λάθος
Ο Λόγος Αντικατάστασης μετατρέπει την πυκνότητα του γειτονικού είδους σε ισοδύναμη διειδική.	Σωστό Λάθος
Το μοντέλο των Spitters-Connolly παρέχει τη δυνατότητα πλήρους περιγραφής της συμπεριφοράς τόσο μίας συγκεκριμένης μίξης όσο και των συστατικών της ειδών σε επίπεδο ατόμου.	Σωστό Λάθος

Συμπληρώστε	Επιλέξτε
Ο λόγος δύο πληθυσμιακών μεγεθών σε δύο χρονικές στιγμές (N_{t+1}/N_t) αποτελεί τον του πληθυσμού.	καθαρό αναπαραγωγικό ρυθμό (R_0) στιγμιαίο ρυθμό αύξησης (r)
Η καμπύλη προσδιορίζει το βιολογικό δυναμικό του πληθυσμού και χαρακτηρίζει τους πληθυσμούς που αυξάνονται απεριόριστα σε ένα ευνοϊκό περιβάλλον.	λογιστική εκθετική
Τα άτομα που ακολουθούν τη στρατηγική συνιστούν πληθυσμούς που παρουσιάζουν μεγάλο μέγεθος ατόμου, μεγάλη διάρκεια γενιάς και υψηλή βιωσιμότητα.	r K
Πληθυσμοί χωρίς καμία πυκνο-εξαρτώμενη διαδικασία στη δυναμική τους οδηγούνται σε	εξαφάνιση αύξηση
Κατά τον μονόπλευρο ανταγωνισμό (contest competition) τα άτομα εξίσου τους διαθέσιμους πόρους.	διαμοιράζονται δεν διαμοιράζονται

Οι συντελεστές διειδικού ανταγωνισμού μετατρέπουν τον αριθμό ατόμων του ενός είδους σε ανταγωνιστικά αριθμό ατόμων του άλλου είδους.	μη ισοδύναμο ισοδύναμο
Ο ρόλος του ανταγωνισμού στη δόμηση των λιβαδικών φυτοκοινοτήτων πλήρως κατανοηθεί.	έχει δεν έχει
Ο σχεδιασμός βασίζεται στο νόμο της «σταθερής τελικής παραγωγής».	Σειρά Αντικατάστασης Πλήρους Πρόσθεσης
Ο <i>RRT</i> προτείνεται ως δείκτης που υπολογίζει την επιπλέον επιφάνεια που απαιτείται έτσι ώστε οι μέσες κατά άτομο παραγωγές δύο ειδών να εξισώνονται με τις αντίστοιχες της μίξης τους.	της μονοκαλλιέργειας της μίξης
Οι Λόγοι Αντικατάστασης πρέπει να ερμηνεύονται με έννοιες προσαρμογής ή επιθετικότητας.	δεν θα θα

Δ.Ε.6 Διαταραχές στα λιβάδια

Σκοπός της ενότητας είναι η περιγραφή των σημαντικότερων διαταραχών (οικολογικών και μη) των λιβαδιών, η κατανόηση των αιτιών δημιουργίας τους, των συνεπειών που αυτές επιφέρουν στα λιβάδια και οι τρόποι αντιμετώπισής τους με έμφαση στην οικολογική επαναφορά. Ο σκοπός επιτυγχάνεται μέσω της περιγραφής μελετών περίπτωσης (Λαγκαδά και Σκύρου).

Σύνοψη

Τα λιβαδικά οικοσυστήματα, ως δυναμικά φυσικά συστήματα υπόκεινται συνεχώς στη διαδικασία της οικολογικής διαδοχής. Η γνώση της οικολογικής διαδοχής είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στις περιπτώσεις οικολογικής επαναφοράς ιδιαίτερα μετά από την έκφραση κάποιας μορφής διαταραχής. Ως διαταραχή θεωρείται ένα μεμονωμένο γεγονός στο χρόνο που διακόπτει τη δομική συνέχεια των οικοσυστημάτων, των κοινοτήτων ή των πληθυσμών με αποτέλεσμα την αλλαγή των πόρων, τη διαθεσιμότητα των υποστρωμάτων ή του φυσικού περιβάλλοντος γενικότερα. Οι διαταραχές στα φυσικά λιβαδικά οικοσυστήματα λαμβάνουν πολύ συχνά χώρα και μπορεί να είναι ενδογενούς ή εξωγενούς χαρακτήρα, ενώ ομαδοποιούνται σε αυτές που έχουν άμεση σχέση με τη χρήση των λιβαδιών (γεωργοποίηση, εγκατάλειψη και αλόγιστη βόσκηση) και αυτές που δεν σχετίζονται άμεσα με τη χρήση των πόρων που παρέχουν (πυρκαγιές, επιδράσεις κλιματικής αλλαγής, εισβάλλοντα ξενικά είδη). Η συνεχής επένεργεια της διαταραχής στο χώρο και στο χρόνο μπορεί να οδηγήσει σε μη αναστρέψιμες καταστάσεις, που περιγράφονται υπό τον όρο ερημοποίησης. Τέλος, οικολογική επαναφορά είναι η εκ προθέσεως υποβοήθηση της επανάκαμψης των υποβαθμισμένων ή κατεστραμμένων οικοσυστημάτων.

Προαπαιτούμενη γνώση – προσδοκώμενα αποτελέσματα

Η δυναμική της λιβαδικής βλάστησης η οποία διαμορφώνει το φυσικό πλαίσιο εξέλιξης των λιβαδιών και των συστατικών τους στο χώρο και το χρόνο (σύνδεση με την προηγούμενη διδακτική ενότητα) δύναται να εκδηλωθεί μετά από την επίδραση φυσικών (οικολογικών) ή μη (ανθρωπογενών) παραγόντων. Περιγράφονται αυτοί οι παράγοντες και οι επιπτώσεις τους. Έμφαση δίνεται στην ομογενοποίηση και στην υποβάθμιση της βιολογικής ποικιλότητας. Κατατίθενται μέθοδοι προστασίας. Η υποβάθμιση των λιβαδικών οικοσυστημάτων και η αποφυγή της μη αντιστρεπτής ερημοποίησής τους αποζητά την ορθολογική διαχείριση των λιβαδικών τύπων (σύνδεση με την επόμενη διδακτική ενότητα).

Έννοιες – κλειδιά (keywords):

- διαταραχή (disturbance)
- αλλαγή χρήσεων γης (land use change)
- εγκατάλειψη (abandonment)
- αλόγιστη βόσκηση (irrational grazing)
- ερημοποίηση (desertification)
- κλιματική αλλαγή (climate change)
- εισβάλλοντα φυτά (invasive plants)
- διατήρηση (conservation)
- επαναφορά, αποκατάσταση (restoration)
- αντίσταση (resistance)
- ελαστικότητα ή σταθερότητα (resilience)
- επανόρθωση (rehabilitation)
- ανάταξη (reclamation)
- επαναδιάταξη (realocation)
- κανόνες σύνθεσης (assembly rules)
- υποβάθμιση (degradation)
- ερημοποίηση (desertification)
- πλεονασμός (redundancy)

6.1 Λιβαδικά οικοσυστήματα και διαδοχή της βλάστησης

Η γνώση της λειτουργίας ενός λιβαδικού οικοσυστήματος απαιτεί την κατανόηση της ιστορικής πορείας του, των αλληλεπιδράσεων των συνενερισκόμενων οργανισμών, των αλληλεπιδράσεων των οργανισμών με το περιβάλλον τους, και κατά τη φυσική διαβάθμιση, τη ροή της ενέργειας, της ύλης και της πληροφορίας, τη συμπεριφορά και τη συνέχεια στο χρόνο των πληθυσμών και την εξέλιξη των συστατικών του οικοσυστήματος (Golley, 1993). Επιπλέον, για τον προσδιορισμό ενός οικοσυστήματος απαιτείται ο γεωγραφικός του προσδιορισμός, η έκταση και η ιστορία χρήσης του, η βιολογική του δομή, το φυσικό περιβάλλον και οι μεταξύ τους ανταλλαγές (Parker & Pickett, 1997).

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά των οικοσυστημάτων προσδιορίζουν μία άλλη σημαντική φυσική διαδικασία τροποποίησης που συμβαίνει στα φυσικά οικοσυστήματα που ονομάζεται διαδοχή. *Διαδοχή* της βλάστησης είναι η διαδικασία εποικισμού ενός ενδιαιτήματος από φυτά που οδηγεί σε αλλαγές στο χρόνο του πλούτου και της σύνθεσης των ειδών (Pickett & Cadenasso, 2005). Η διαδοχή χαρακτηρίζεται από τρία θεμελιώδη χαρακτηριστικά: (α) το σημείο έναρξης, (β) την τροχιά (πορεία) και (γ) το σημείο περάτωσης. Τα σταθερά σημεία περάτωσης της διαδοχής, πέραν των οποίων οι διεργασίες βρίσκονται σε ένα δυναμικό σημείο ισορροπίας αποτελούν μάλλον απλουστευμένη και στατική θεώρηση της φύσης (Parker & Pickett, 1997). Αντιθέτως τα οικοσυστήματα είναι ανοικτά, καθώς παρατηρούνται συνεχείς ροές προς αυτά, ρυθμίζονται από εξωτερικές διαδικασίες και αποτελούν αντικείμενα φυσικών διαταραχών. Τα οικοσυστήματα φέρονται να έχουν πολλαπλές και πιθανολογικές πορείες διαδοχής, τα οποία σε κάποιες κλίμακες μπορεί να οδηγήσουν σε πολλαπλά σημεία ισορροπίας ή όχι (Parker & Pickett, 1997). Η θεώρηση αυτή του οικοσυστήματος είναι περιοριστική και ολιστική, και ενώ υπάρχουν πολλές υποθέσεις για το πως λειτουργεί ένα οικοσύστημα, οι πειραματικές αποδείξεις είναι πολύ περιορισμένες λόγω της πολυπλοκότητας των αλληλεπιδράσεων και των ροών.

Εναλλακτικές στη θεωρία της διαδοχής παρουσιάζονται οι *κανόνες σύνθεσης* (Temperton et al., 2004). Καθώς οι κανόνες σύνθεσης έχουν πολλά πιθανά, εναλλακτικά συστατικά στοιχεία αναγνωρίζουν τη σημασία της ιστορίας, δηλ. της *ιστορικής αβεβαιότητας*, στη δυναμική των κοινοτήτων. Εξομαλύνοντας την αντιπαράθεση, οι Pickett & Cadenasso (2005) προτείνουν να θεωρείται η διαδοχή ως ιδιαίτερη περίπτωση της δυναμικής της βλάστησης. Οι ερευνητές αυτοί θεωρούν ότι η δυναμική της βλάστησης στηρίζεται σε τρία βασικά χαρακτηριστικά: (α) τη διακοπή της χωροχρονικής συνέχειας της βλάστησης λόγω διαταραχής και τη δημιουργία διαθεσιμότητας του χώρου. Έτσι η βλάστηση αλλάζει ως αποτέλεσμα (β) της διαφοροποιημένης διαθεσιμότητας των ειδών στο συγκεκριμένο χώρο και της διασποράς τους, και (γ) της διαφοροποιημένης συμπεριφοράς των ειδών.

Η διαδικασία της διαδοχής αποτελεί σημαντικό πεδίο της δυναμικής της λιβαδικής βλάστησης. Η γνώση της είναι ιδιαίτερα χρήσιμη και πρέπει να συνυπολογίζεται ιδιαίτερα όταν στοχεύουμε στην *οικολογική επαναφορά* μίας περιοχής καθώς προσδιορίζει το χρόνο και τους τύπους των μέτρων επαναφοράς που θα ληφθούν (Prach et al., 2001). Επίσης, τα πειράματα οικολογικής επαναφοράς με την απλοποίηση των οικολογικών διεργασιών αποτελούν τρόπο για τον έλεγχο των υποθέσεων των οικοσυστημάτων. Έτσι, τα αποτελέσματα των πειραμάτων οικολογικής επαναφοράς (είτε τα επιτυχημένα είτε αυτά που αποτυγχάνουν) μπορούν να δώσουν πληροφορίες για (α) την οικολογική θεωρία της λειτουργίας των οικοσυστημάτων, και (β) των τεχνικών επαναφοράς, ενώ παράλληλα προσφέρουν μία βάση για να οργανωθεί, αξιολογηθεί και ελεγχθεί η οικολογική έρευνα και επαναφορά (Jordan III et al., 1987).

Σκοπεύοντας στην εκτίμηση της ελαστικότητας και της περιστασιακής διαδοχής σε ανοικτά οικοσυστήματα, όπως τα λιβαδικά, η έρευνα έχει επικεντρωθεί στη μελέτη της συμπεριφοράς των εγκαταλειμμένων αγρών σε διαφορετικές περιόδους εγκατάλειψης (Reichhardt, 1982). Στις περιπτώσεις αυτές σημαντικό ρόλο παίζει η γειτονική βλάστηση η οποία, ιδιαίτερα στα απομονωμένα τοπία προσφέρει το γενετικό υλικό για την ανασύσταση των φυτοκοινοτήτων και τη φυσική διαδοχή (Coffin et al., 1996). Έτσι στις περιπτώσεις οικολογικής επαναφοράς βοηθά σημαντικά η μελέτη των περιβαλλόντων φυτοκοινωνιών και των οικολογικών συνθηκών στις ενδιάμεσες ζώνες (οικοτόνοι) στις οποίες αυτές εντοπίζονται (Baudry, 2002). Σύμφωνα με τους Di Castri et al. (1988) ο οικοτόνος είναι μία μεταβατική ζώνη μεταξύ δύο γειτονικών οικοσυστημάτων, συνήθως με πολύ μικρότερη επιφάνεια και με κοινά των δύο οικοσυστημάτων χαρακτηριστικά. Η σύσταση του οικοτόνου, το απόθεμα σπόρων, και η δυναμική των ειδών του παίζουν σημαντικό ρόλο κατά την επαναφορά, ιδιαίτερα μετά από διαταραχή.

6.2 Η έννοια της διαταραχής

Οι παγκόσμιες περιβαλλοντικές αλλαγές θεωρούνται αποτελέσματα ανθρώπινων ενεργειών οι οποίες μέσω των αγροτικών και βιομηχανικών δραστηριοτήτων επιβαρύνουν τα φυσικά οικοσυστήματα με υψηλές συγκεντρώσεις χημικών (στοιχείων και ενώσεων), τροποποιούν τους βιογεωχημικούς κύκλους των θρεπτικών, και επιφέρουν αλλαγές στην κάλυψη και χρήση γης (Vitousek, 1994) (Εικόνα 6.1). Αυτές οι περιβαλλοντικές αλλαγές επιφέρουν σημαντικές επιδράσεις στο κλίμα, στη λειτουργικότητα των οικοσυστημάτων και τη βιοποικιλότητα, και εγείρουν ερωτήματα για τη σχέση ανθρώπου και φυσικού περιβάλλοντος (Katz, 1997).

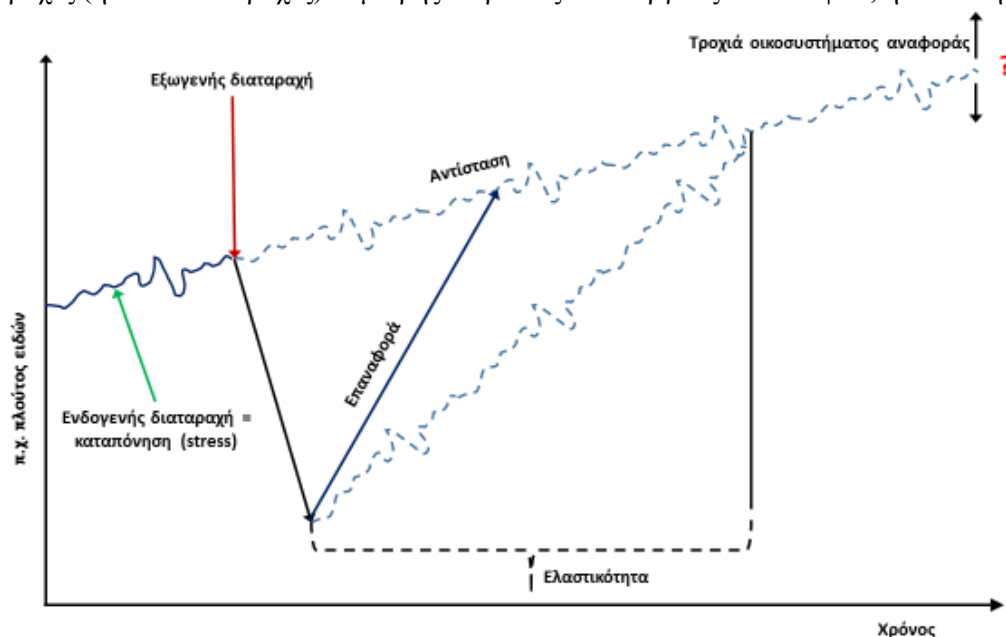


Εικόνα 6.1 Επιδράσεις ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο περιβάλλον (Vitousek, 1994).

Από τους κύριους τύπους παγκόσμιας περιβαλλοντικής αλλαγής, η αλλαγή στην κάλυψη και χρήση γης έχει επιδράσει και τροποποιήσει το 43% της χερσαίας επιφάνειας του πλανήτη (Daily, 1995). Η απώλεια πολύτιμων πρωτογενών οικοσυστημάτων, δηλ. οικοσυστημάτων με πολύ μικρή ανθρώπινη επέμβαση, τονίζει την ανάγκη διατήρησης αυτών που έχουν εναπομείνει, καθώς για παράδειγμα μόνο το 0,69% των λιβαδιών της εύκρατης ζώνης προστατεύονται σε παγκόσμια βάση (IUCN, 1994). Πολλές φορές μάλιστα, οι εναπομείναντες περιοχές είναι πολύ μικρές σε έκταση και λίγες σε αριθμό ώστε να είναι ικανές να διατηρήσουν απρόσκοπτα τις βιολογικές διεργασίες και τη βιοποικιλότητα (Hobbs & Norton, 1996). Πέραν της απώλειας των πρωτογενών οικοσυστημάτων, η εγκατάλειψη υποβαθμισμένων εδαφών αυξάνεται επίσης (McMahon & Holl, 2001). Έτσι διαφαίνεται η ανάγκη δημιουργίας ενός αυξανόμενου δυναμικού για οικολογική αποκατάσταση, ώστε να ανασχεθεί η εγκατάλειψη, να συνδεθούν αυτές οι περιοχές (π.χ. με τη δημιουργία οικολογικών δικτύων) και εν τέλει να επανορθωθούν τα οικοσυστήματα που συστήνουν (Anderson, 1995). Ο Young (2000) έδειξε ότι (α) η αποκατάσταση πρέπει να αποτελεί τη δεύτερη επιλογή, καθώς μόνο η διατήρηση προστατεύει την υψηλή ποιότητα των ενδιαιτημάτων και (β) η αντιμετώπιση των συνεπειών δεν μπορεί να αντικαταστήσει ισοδύναμα τα οικοσυστήματα.

Διαταραχή θεωρείται ένα μεμονωμένο γεγονός στο χρόνο που διακόπτει τη δομική συνέχεια των οικοσυστημάτων, των κοινοτήτων ή των πληθυσμών με αποτέλεσμα την αλλαγή των πόρων, της διαθεσιμότητας των υποστρωμάτων ή του φυσικού περιβάλλοντος γενικότερα (White & Pickett, 1985) (Εικόνα 6.2). Σε ανασκόπηση βιβλιογραφίας της δυναμικής της διαταραχής και των οικοσυστημάτων οι White & Jentsch (2001) διατύπωσαν ότι αυτός ο ευρύς ορισμός της διαταραχής εστιάζει στα αποτελέσματα της διαταραχής στο οικοσύστημα και παράλληλα στις ιδιότητες της διαταραχής: διάρκεια, βιαιότητα και μέγεθος. Θεωρούν ότι μία συνεχής αναστάτωση των οικοσυστημάτων (όπως π.χ. η συνεχής βόσκηση) δεν αποτελεί διαταραχή αλλά καταπόνηση (stress). Ο Grime (1979) δίνει έμφαση στις συνέπειες της διαταραχής στη βιομάζα. Θεωρεί ότι η διαταραχή συνδέεται με αποδόμηση (καταστροφή) της βιομάζας, ενώ η καταπόνηση είναι ένας εξωτερικός περιοριστικός παράγοντας που μειώνει την παραγωγή βιομάζας. Η διαταραχή μπορεί να είναι και ενδογενής

αν το οικοσύστημα είχε συνεξελιχθεί μαζί της και τα φυτά είχαν ευκαιρίες προσαρμογής (π.χ. στη βόσκηση), ενώ η εξωγενής διαταραχή αναφέρεται στο αποτέλεσμα της επενέργειας μίας δύναμης η οποία δεν προέρχεται από το οικοσύστημα (εξωτερική) ούτε από την πορεία της διαδοχής. Έτσι σύμφωνα με αυτή την αντίληψη οι αλλαγές στο καθεστώς ή η απομάκρυνση των ενδογενών διαταραχών θεωρείται εξωγενής διαταραχή (McIntyre & Hobbs, 1999). Τέτοια παραδείγματα (Poschold & WallisDeVries, 2002) για τις μεν καταπονήσεις θεωρούνται η βόσκηση από αγροτικά ή άλλα φυτοφάγα ζώα και η τυπική θερινή ξηρασία, για τις δε εξωγενείς διαταραχές (ή απλά διαταραχές) οι μικρής διάρκειας καλλιέργειες των εδαφών, η λίπανση και η άροση.



Εικόνα 6.2 Θεωρητικό μοντέλο διαταραχής και ελαστικότητας οικοσυστημάτων (White & Picket, 1985).

Οι διάφοροι τύποι διαταραχών επηρεάζουν τα οικοσυστήματα σε διάφορα χωρικά και χρονικά επίπεδα και προσδιορίζουν τη δυναμική των οικοσυστημάτων (White & Jentsch, 2001). Έτσι, παίζουν σημαντικό ρόλο στη δόμηση των οικοσυστημάτων με την πρόκληση ετερογένειας στον ανταγωνισμό και στη διαθεσιμότητα των πόρων. Σε σχετικό πείραμα διαταραχής που διεξήχθη σε ποολίβαδο στην περιοχή της Δράμας βρέθηκε ότι η κοπή (βόσκηση), η καύση και το όργωμα ευνόησαν τα ετήσια αγρωστώδη και ψυχανθή είδη (Merou & Papanastasis, 2009). Ωστόσο, επαναλαμβανόμενη διαταραχή σταδιακά διαφοροποίησε τη σύνθεση των ειδών. Έτσι παρότι τα ετήσια αγρωστώδη και ιδιαίτερα το κυρίαρχο είδος *Avena* sp., παρέμειναν επικρατέστερα σε επαναλαμβανόμενη κοπή, η βιομάζα τους σταδιακά μειώθηκε σε σύγκριση με την αντίστοιχη των ψυχανθών. Το αποτέλεσμα αποδόθηκε στο μεγαλύτερο απόθεμα σπόρων στο έδαφος που συγκροτούν τα ψυχανθή συγκρινόμενα με τα αγρωστώδη στα οποία το εδαφικό απόθεμα σπόρων που μεταφέρεται από έτος σε έτος είναι πολύ μικρότερο (Merou & Papanastasis, 2009). Βρέθηκε ακόμα ότι η καύση ευνόησε τα ετήσια αγρωστώδη και ψυχανθή είδη, γεγονός που αποδεικνύει ότι σημαντικός αριθμός σπερμάτων διατηρείται βιώσιμος μετά από το πέρας της φωτιάς. Επιπλέον η αφαίρεση της ξηροφυλλάδας λόγω της φωτιάς ενίσχυσε τη φύτευση και εγκατάσταση των ειδών. Η κυριαρχία των επιμέρους ειδών εξαρτάται από το εδαφικό απόθεμα των ειδών και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ειδών. Ενώ βρέθηκε ότι η διαταραχή ευνόησε τα είδη με χαμηλή ή παρεδάφια ανάπτυξη και περιόρισε τα υψηλά είδη, η παύση της διαταραχής αντέστρεψε αυτή την τάση καθώς σταδιακά αυξήθηκαν τα είδη με μεγαλύτερο ύψος και αντίστοιχα μειώθηκαν τα είδη με χαμηλή ή παρεδάφια ανάπτυξη. Τέλος, στην έναρξη της διαταραχής του πειράματος τα ετήσια αγρωστώδη και ψυχανθή αποτελούσαν το μεγαλύτερο ποσοστό της βιομάζας. Ωστόσο, η επαναλαμβανόμενη διαταραχή μείωσε το συνολικό ποσοστό τους στη βιομάζα προς όφελος των πλατυφύλλων ποών. Επτά (7) έτη μετά το τέλος της διαταραχής τα υψηλά αγρωστώδη και τα πολυετή αγρωστώδη κυριαρχούσαν και αποτελούσαν το 80% της συνολικής βιομάζας. Κάτω από συνθήκες διαταραχής τα ετήσια πλεονεκτούσαν λόγω της φυσιολογικής τους πλαστικότητας. Ωστόσο, η παύση της διαταραχής επέτρεψε τα πολυετή να κυριαρχήσουν.

Η επίδραση μίας διαταραχής σε ένα οικοσύστημα μετριέται από την *αντίστασή* του και την *ελαστικότητά* του (Mitchell et al., 2000, Hirst et al., 2003). Ως αντίσταση ορίζεται η ικανότητα του οικοσυστήματος να αντιστέκεται (αντικρούει) τη διαταραχή. Ως ελαστικότητα (ή σταθερότητα) αποκαλείται η διαδικασία (West-

man, 1986) ή η χρονική περίοδος (Hirst et al., 2003) επαναφοράς του οικοσυστήματος (ή μίας κοινότητας) στην τροχιά αναφοράς του μετά από μία εξωγενή διαταραχή. Ο υπολογισμός της ελαστικότητας είναι θεμελιώδους σημασίας για την εφαρμοσμένη οικολογία. Η επίδραση που επιφέρει μία διαταραχή σε ένα οικοσύστημα περιλαμβάνει όχι μόνο τις αλλαγές που επισυμβαίνουν αμέσως μετά τη διαταραχή αλλά και την ελαστικότητα του συστήματος και των μηχανισμών που συνδέονται με τις δομικές και άλλες αλλαγές (Mitchell et al., 2000).

Αναλόγως των κοινοτήτων, η ελαστικότητα μπορεί να έχει μόνο θεωρητική αξία. Σε αντίθεση με τη διαδοχή, και σύμφωνα με τους κανόνες σύνθεσης μία κοινότητα δεν τείνει προς ένα σταθερά δυναμικό τελικό σημείο αλλά σε πολλά. Με την επενέργεια μίας διαταραχής η κοινότητα είτε καταλύεται είτε τείνει προς ένα άλλο (εναλλακτικό) τελικό σημείο. Έτσι αυτή η αντίληψη υποθέτει ότι δεν υπάρχει ασφάλεια στο ότι μία κοινότητα θα επανέλθει στην αρχική της σύνθεση από μόνη της (Law & Morton, 1996, Temperton et al., 2004).

Εξωγενής διαταραχή



Τον Ιανουάριο-Φεβρουάριο του 2010 διεξήχθησαν έργα βελτίωσης του δασικού δρόμου Κρατερού – Αγ. Γερμανού της περιοχής των Πρεσπών του Ν. Φλώρινας, στα πλαίσια του «Ολοκληρωμένου Προγράμματος Βιώσιμης Ανάπτυξης Βόρειας & Κεντρικής Πίνδου», παρά το σχετικό περιβαλλοντικό όρο για πραγματοποίηση χωματουργικών έργων την περίοδο Ιουλίου-Οκτωβρίου. Τα έργα εντοπίζονται κυρίως εντός της περιοχής του Δικτύου Φύση 2000 «Όρη Βαρνούντα» (GR1340003), παράλληλα με την κοίτη του ρέματος της Σιρόκας που αποτελεί σημαντικό βιότοπο της ενδημικής πέστροφας των Πρεσπών *Salmo peristericus* Karaman (Φωτογραφία κάτω δεξιά). Τα έργα χαρακτηρίζονται από τον ιδιαίτερα μεγάλο όγκο υλικών εκσκαφής που παρήγαγαν και την κατ' επέκταση υψηλή διαταραχή που προκάλεσαν τόσο στο αβιοτικό όσο και στο βιοτικό περιβάλλον. Συγκεκριμένα στα μεν ανάντι του δρόμου περιορίστηκε σημαντικά το βοσκόμενο λιβαδικό οικοσύστημα (Φωτογραφία πάνω δεξιά), στα δε κατάντι περιορίστηκε καθοριστικά (Φωτογραφία κάτω αριστερά) ο βιότοπος της ενδημικής πέστροφας.

Οι διάφοροι τύποι διαταραχών είναι ιδιαίτερα εμφανείς στα φυσικά λιβάδια της χώρας μας. Αυτό καθόσον τα λιβάδια αποτελούν χώρους εστιασμένου ενδιαφέροντος και εφαρμογής πιέσεων για την αλλαγή χρήσης τους (σε γεωργική, οικιστική, τουριστική κ.ά.), αλλά και τη γενικότερη απαξίωση που επιδεικνύει η πολιτεία. Οι διαταραχές στα λιβάδια της χώρας μας και της μεσογειακής λεκάνης γενικότερα ομαδοποιούνται

σε αυτές που σχετίζονται άμεσα με τη χρήση τους και σε αυτές που δεν σχετίζονται άμεσα με αυτήν. Παρακάτω αναλύονται οι σημαντικότερες διαταραχές που απαντώνται στα λιβάδια.

6.3 Διαταραχές σε άμεση σχέση με τη χρήση των λιβαδιών – Μελέτες περίπτωσης στο Λαγκαδά και τη Σκύρο

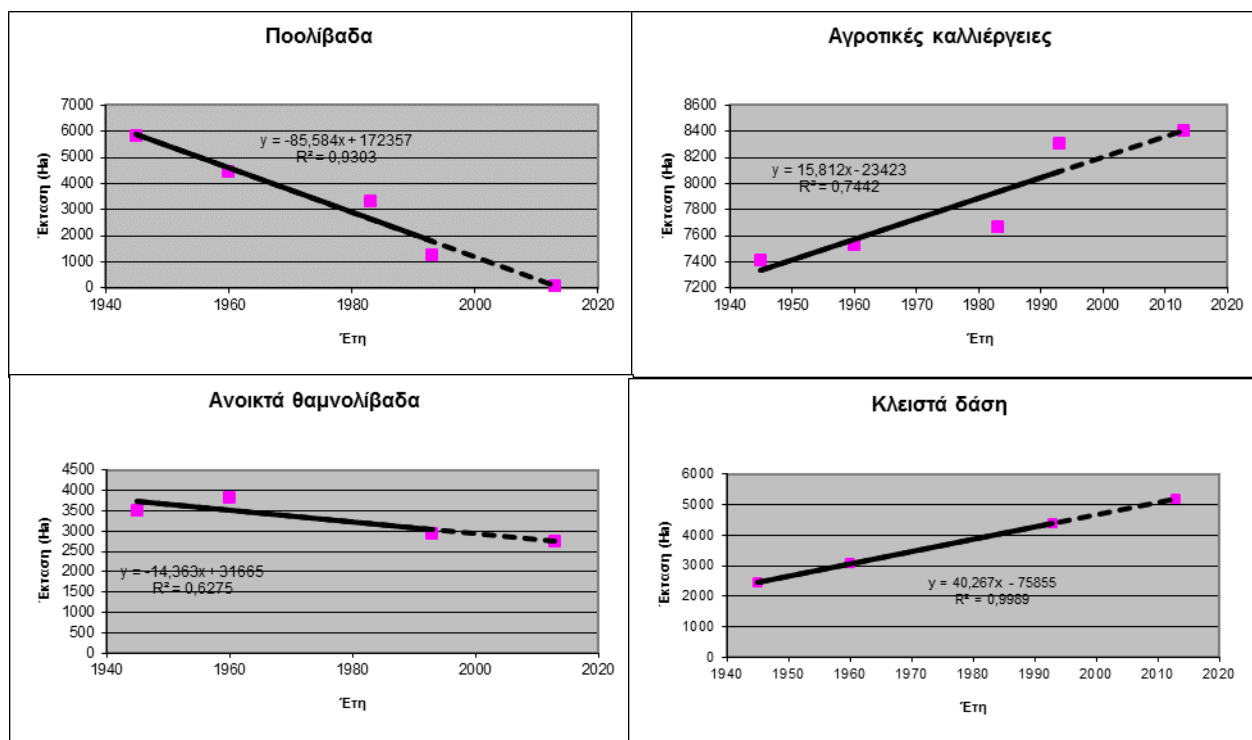
Όπως έχει προαναφερθεί, η κύρια χρήση των λιβαδιών είναι η βόσκηση. Μάλιστα σε πολλές περιοχές της χώρας μας η βόσκηση εξακολουθεί να αποτελεί τη μοναδική χρήση. Όμως με την εκμηχάνιση της γεωργικής παραγωγής, η οποία εντατικοποιήθηκε αμέσως μετά τον εμφύλιο πόλεμο, την εισαγωγή στη γεωργική παραγωγή βελτιωμένων και υψηλής απόδοσης γεωργικών ποικιλιών, την αλλαγή προτύπου διαβίωσης και το θεσμικό περιβάλλον (είσοδος στην Ε.Ε., έναρξη επιδοτήσεων στη γεωργία) παρατηρήθηκε επέκταση των γεωργικών καλλιεργειών εις βάρος των λιβαδιών. Το φαινόμενο αυτό καλείται *γεωργοποίηση* (Παπαναστάσης & Ισπικούδης, 2012) και έλαβε έκταση ιδιαίτερα σε περιοχές με γόνιμα εδάφη, μικρές κλίσεις, σχετικά μεγάλου βάθους με ικανοποιητική υδατοσυγκράτηση και συνεκτικότητα, όπως οι πεδινές περιοχές στη Θεσσαλία, τη Μακεδονία και αλλού.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα συνεπειών της γεωργοποίησης και αλλαγής πρακτικών διαχείρισης γης στα λιβάδια της χώρας μας αποτελεί το παράδειγμα του Λαγκαδά (Χουβαρδάς κ.ά., 2008). Τα τελευταία χρόνια η υδρολογική υποβάθμιση της λίμνης Κορώνειας φαίνεται να συνοδεύεται και από μια γενικότερη υποβάθμιση του ευρύτερου τοπίου της. Διερευνήθηκε η εξέλιξη και κατανομή στο κοντινό μέλλον των μονάδων χρήσεων/κάλυψης γης του τοπίου του Λαγκαδά και συγκεκριμένα της λεκάνης απορροής του ρέματος του Κολχικού που εκβάλλει στη βόρεια όχθη της Κορώνειας. Η πρόγνωση της εξέλιξης του τοπίου πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του ημι-εμπειρικού μοντέλου πρόγνωσης αλλαγών χρήσεων γης CLUE-S.

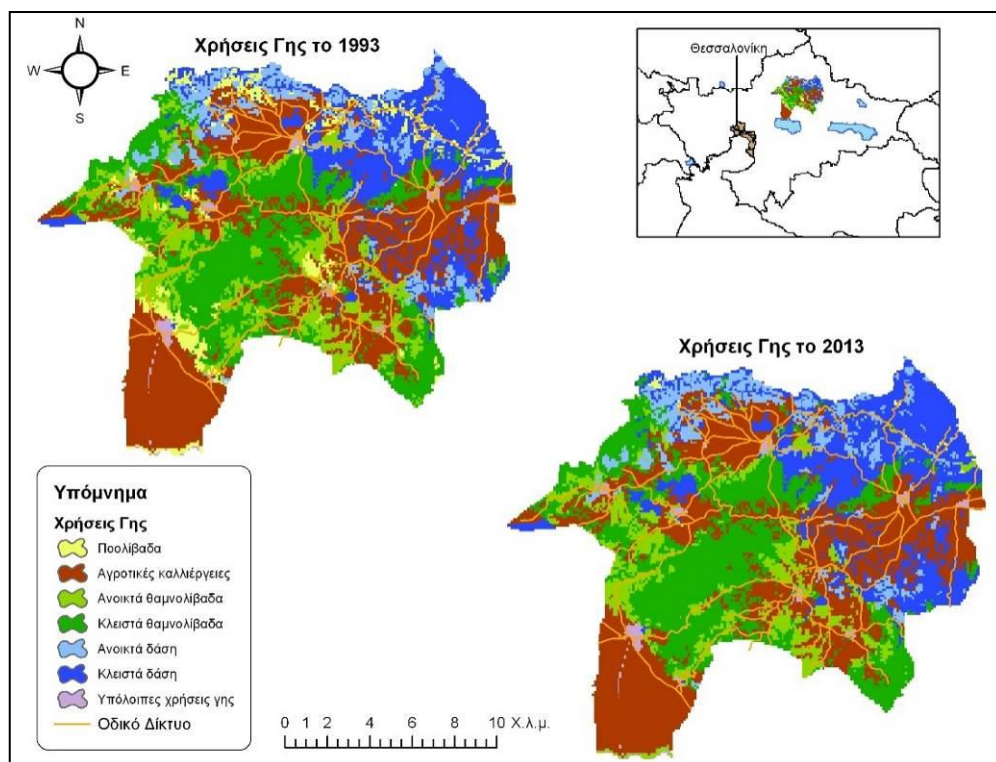
Η γραμμική προέκταση στο μέλλον της εξέλιξης του τοπίου του Λαγκαδά της περιόδου μεταξύ 1945-1993 επιλέχτηκε ως σενάριο πρόγνωσης της εξέλιξης για χρονική προβολή 20 ετών (1993-2013). Από τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των εξισώσεων λογιστικής παλινδρόμησης, και την παραχθείσα εξίσωση πιθανότητας, προέκυψε ότι η κάλυψη των ποολίβαδων σχετίζεται θετικά με την αύξηση των κλίσεων, την παρουσία των αβαθών εδαφών καθώς και την αύξηση της απόστασης από ποτάμια / χείμαρρους. Έτσι, τα ποολίβαδα στο Λαγκαδά παρουσιάζουν υψηλή πιθανότητα εμφάνισης σε περιοχές όπου οι υπόλοιπες ανθρώπινες δραστηριότητες, πέρα της βόσκησης, περιορίζονται (περιοχές με έντονη κλίση και αβαθή εδάφη), και σε περιοχές όπου οι ιδιαίτερες συνθήκες του περιβάλλοντος (π.χ. ρέματα) ευνοούν άλλους τύπους βλάστησης, όπως τα κλειστά θαμνολίβαδα και τα δάση.

Επιπλέον επιχειρήθηκε η δημιουργία των σεναρίων εξέλιξης του τοπίου του Λαγκαδά με το CLUE-S. Τα σενάρια αυτά εκφράζουν στην ουσία, τις μελλοντικές απαιτήσεις (demands) που προβλέπεται να υπάρχουν από το τοπίο. Ως σενάριο πρόγνωσης στην έρευνα του Λαγκαδά θεωρήθηκε η επέκταση των γραμμικών εξισώσεων παλινδρόμησης της μεταβολής κάθε μίας από τις ενότητες χρήσεων/κάλυψης γης στο χρόνο (Εικόνα 6.3). Ο τελικός χάρτης πρόγνωσης του σεναρίου πρόγνωσης προήλθε από την εισαγωγή των δεδομένων τόσο του χωρικού όσο και του μη χωρικού τμήματος του μοντέλου CLUE-S (Εικόνα 6.4).

Αναλύοντας τη βάση δεδομένων του ψηφιακού χάρτη, προέκυψε ο πίνακας της εξέλιξης των ενοτήτων χρήσεων/κάλυψης γης που το μοντέλο CLUE-S προβλέπει για την περίοδο 1993 – 2013 (Πίνακας 6.1). Διαπιστώνεται μια μεγάλη μείωση της έκτασης των ποολίβαδων (-95,69%), τα οποία περιορίζονται σε ολιγάριθμους μικρούς πυρήνες στα βορειοδυτικά και βορειοανατολικά τμήματα του τοπίου (Εικόνα 6.4). Εκτός από την αύξηση της έκτασης των γεωργικών καλλιεργειών (2,75%), σημαντική επέκταση παρατηρήθηκε στις εκτάσεις των κλειστών θαμνολίβαδων (+11,95%) και των κλειστών δασών (+11,98%) στο κεντρικό και δυτικό αντίστοιχα τμήμα του τοπίου, καταλαμβάνοντας θέσεις που κατείχαν οι ενότητες ανοικτών συγκομώσεων και ποολίβαδων (Εικόνα 6.4). Το εφαρμοζόμενο σενάριο πρόγνωσης προέβλεπε τον σημαντικό κίνδυνο εξαφάνισης των ποολίβαδων και πύκνωσης των θαμνολίβαδων, απόρροια των δημογραφικών και οικονομικών αλλαγών (σταδιακή γήρανση του πληθυσμού, εγκατάλειψη της καυσοξύλευσης κ.ά.) καθώς επίσης και των αλλαγών στην κτηνοτροφία (μείωση εκτατικής κτηνοτροφίας), όπως έχουν ήδη αναλυθεί για την ίδια περιοχή από τους Papanastasis and Chouvardas (2005).



Εικόνα 6.3 Γραμμικές εξισώσεις παλινδρόμησης και πρόγνωση στο χρόνο των ενοτήτων χρήσεων/κάλυψης γης στην περιοχή του Λαγκαδά (σενάριο πρόγνωσης) (Χουβαρδάς κ.ά. 2008).



Εικόνα 6.4 Χάρτης πρόγνωσης της εξέλιξης του τοπίου του Λαγκαδά μεταξύ 1993 και 2013 (σενάριο πρόγνωσης) (Χουβαρδάς κ.ά. 2008).

Ενότητες	1993	2013	Μεταβολή (%)
Ποολίβαδα	1275	55	-95,69
Αγροτικές καλλιέργειες	8323	8552	+2,75
Ανοικτά θαμνολίβαδα	2939	2668	-9,22
Κλειστά θαμνολίβαδα	5622	6294	+11,95
Ανοικτά δάση	1730	1800	+4,05
Κλειστά δάση	4342	4862	+11,98
Υπόλοιπες χρήσεις γης	327	327	0
Σύνολο	24.558	24.558	

Πίνακας 6.1 Εξέλιξη των ενοτήτων χρήσεων/κάλυψης γης (σε ha) μεταξύ 1993 και 2013 (σενάριο πρόγνωσης) για την περιοχή του Λαγκαδά (Χουβαρδάς κ.ά. 2008).

Προκειμένου να διερευνηθεί η επίδραση των αποτελεσμάτων της πρόγνωσης στη δομή του τοπίου του Λαγκαδά, εκτιμήθηκαν οι δείκτες μέσης κλασματικής διάστασης χωροσηφίδων (MPFD) και ομοιογένειας του Shannon (SEI). Συγκεκριμένα μεταξύ 1993 και 2013, ο δείκτης MPFD μειώθηκε από 1,313 σε 1,297 και ο δείκτης SEI από 0,915 σε 0,850. Από τη μεταβολή των δεικτών αυτών προβλέπεται αυξημένη κανονικότητα – γεωμετρία στη δομή των χωροσηφίδων του μεταξύ του 1993 και 2013, δηλ. το τοπίο γίνεται λιγότερο ακανόνιστο – φυσικό με αντίστοιχη μειωμένη ποικιλότητα. Τα παραπάνω καταδεικνύουν ότι κατά το χρονικό διάστημα 1993 – 2013, το τοπίο οδηγείται σε ομοιογενοποίηση, με αποτέλεσμα τη μείωση της ποικιλότητας στο μωσαϊκό του και την ακόλουθη υποβάθμιση τόσο των αισθητικών όσο και των οικολογικών του λειτουργιών (Χουβαρδάς, 2007).

Η καταγεγραμμένη μεγάλη μείωση των ποολίβαδων, αλλά και οι δυσμενείς προοπτικές τους στο μέλλον, πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη στην ανάπτυξη πολιτικών διαχείρισης της γης όχι μόνο του Λαγκαδά, αλλά και όλης της επικράτειας. Η εξαφάνιση των ποολίβαδων στα πεδινά αναμένεται να έχει σοβαρές συνέπειες στην αισθητική αξία και τις οικολογικές λειτουργίες του τοπίου, μιας και τα ποολίβαδικά οικοσυστήματα συμβάλλουν ουσιαστικά στη διατήρηση ενός πολυποίκιλου μωσαϊκού στα τοπία που παράλληλα υποστηρίζει υψηλή βιοποικιλότητα (Vrahnakis et al., 2005, Papanastasis & Chouvardas, 2005). Αναμφίβολα, στις σχεδιαζόμενες πολιτικές διαχείρισης γης θα πρέπει να δοθεί έμφαση στην κατεύθυνση ενίσχυσης της εκτατικής κτηνοτροφίας και ιδιαίτερα της αιγοτροφίας, ώστε να ενισχυθεί ο βιολογικός έλεγχος της πύκνωσης των θαμνολίβαδων, με σημαντικό όφελος τη διατήρηση των ποολίβαδων αλλά και των ανοικτών θαμνολίβαδων (απαραίτητη προϋπόθεση για την ανάπτυξη πρακτικών εκτατικής κτηνοτροφίας) και με παράλληλα περιβαλλοντικά οφέλη (φυσικό, ανθρωπογενές περιβάλλον).

Η περίπτωση του Λαγκαδά αναδεικνύει τρία σημαντικά προβλήματα που έχουν να κάνουν με διαταραχές σε σχέση με τις χρήσεις λιβαδιών: τη γεωργοποίηση, την υποβόσκηση και την εγκατάλειψη της βόσκησης. Η υπερβόσκηση αποτελεί ένα άλλο παράδειγμα διαταραχής σε σχέση με τη χρήση γης. Η υπερβόσκηση αποτελεί χρόνιο πρόβλημα για τη Σκύρο.

Η κτηνοτροφία στη Σκύρο, όπως και στα περισσότερα μέρη της Ελλάδας, φαίνεται να ασκείται από αρχαιοτάτων χρόνων. Η οικονομική αυτή δραστηριότητα διαμόρφωσε ιδιαίτερη κάστα, την *τσοπάνικη*, η οποία μαζί με αυτή των ψαράδων και των γαιοκτητών (συνήθως γεωργών) χαρακτηρίζαν την κοινωνία της Σκύρου για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα. Ιδιαίτερη μορφή κοινωνικής οργάνωσης των ποιμενικών πληθυσμών της Σκύρου αποτελούσαν οι διάφορες *συσσωματώσεις* ή *σμίχτες*⁶⁰ (Εικόνα 6.5). Πρόκειται για μία μορφή τσελιγκάτου, όπου πολλές οικογένειες βοσκών -με δεσμούς συγγένειας κατά κανόνα- «έσμιγαν» τα ποιμνιά τους υπό την ηγεσία ενός ισχυρού κτηνοτρόφου (*κεχαγιάς*⁶¹) σε μια μορφή κοινοπραξίας. Η συσσωμάτωση ήταν μία ιδιαίτερη μορφή συνεργατισμού (και συνεταιρισμού), που απέβλεπε στην από κοινού εκμετάλλευση και εκτέλεση των κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων, τριών ή και περισσότερων *κολίγων*⁶², στα όρια ενός προκαθορισμένου πάντα βοσκότοπου (*μάντρα*) που συνήθως ανήκε στον κεχαγιά. **Ο αριθμός των κολίγων μεταβάλλονταν πάντα αναλόγως του αριθμού των ζώων σε σχέση με τη διαθέσιμη έκταση της μά-**

⁶⁰Κατά τον Φαλτάιτς (1976), αλλά και τους Καμηλάκη-Πολυμέρου & Καραμανές (2008), *σμίχτες* στην κυριολεξία λέγονταν οι κτηνοτρόφοι που είχαν δικό τους κοπάδι και συμμετείχαν στις συσσωματώσεις.

⁶¹Γνωστότερος και ως τσαχαγιάς ή μαγιάρης, μαϊμάρης, σκτέρης, κονακτής ή τσελάρης (κελάρης).

⁶²Συνήθως κάθε κολίγος συνείσφερε στο συνολικό κοπάδι 100-300 κεφάλια ζώων. Ο κεχαγιάς συνείσφερε τα περισσότερα (συνήθως >300).

ντρας⁶³. Κεχαγιάς επίσης ορίζονταν και εκείνος που είχε την οικονομική δυνατότητα να ενοικιάσει⁶⁴ λιβάδια από τους ιδιοκτήτες τους. Δεδομένων των σχετικά λιγοστών (και ισχυρών) γαιοκτητών, η απόκτηση μάντρας αποτελούσε σημαντική πρόκληση, και πεδίο κοινωνικού ανταγωνισμού και ανέλιξης μεταξύ των τσοπάνηδων. Εξυπακούεται ότι στο πέρασμα των χρόνων διαμορφώθηκαν σταθερές, «κληρονομικές», σχέσεις μεταξύ γαιοκτητών και τσοπάνηδων. Η κοινωνική στρωμάτωση μέσα στις τσοπάνικες συσσωματώσεις καθορίζονταν από τον αριθμό των αιγοπροβάτων και από το αν κάποιος ασκούσε το επάγγελμα του βοσκού συστηματικά ή περιστασιακά (*νεοτσοπανοί* ή *μαναρτζήδες*). Στην κριτική του θεσμού που κάνει ο Φαλτάιτς (1976) αναγνωρίζεται η σημασία των συσσωματώσεων στην ανάπτυξη της κτηνοτροφίας και στην ισχυροποίηση της τσοπάνικης κάστας της Σκύρου. Παρότι οι τσοπάνηδες στερούνταν ιδιόκτητης γης, άρα και συστηματικής οργάνωσης στο χώρο της δραστηριότητας που ασκούσαν (π.χ. κατασκευή στεγάστρων, περιφράξεων, κατοικιών κ.λπ.), πετύχαιναν (Φωτιάδης & Βραχνάκης, 2012) α) να εκμεταλλεύονται αποτελεσματικότερα το δυναμικό της λιβαδικής παραγωγής του τόπου, καθώς το πληθυσμιακό μέγεθος του κοπαδιού ρυθμίζονταν αναλόγως της διαθέσιμης κάθε χρονιάς βοσκήσιμης ύλης της μάντρας και δεν ήταν από πριν καθορισμένο, β) να διατηρείται το καθεστώς ιδιοκτησιακών ισορροπιών, αποτρέποντας την απορρόφηση των ασθενέστερων κοινωνικά και οικονομικά τσοπάνηδων από τους ισχυρότερους, και γ) την εμπλοκή έμπειρων τσοπάνηδων στη διασφάλιση του κοινού συμφέροντος, πετυχαίνοντας με τον τρόπο αυτό το βέλτιστο στην προσφορά εργασίας, αλλά και στην προσωπική βελτίωση των ικανοτήτων του καθενός.

Η κτηνοτροφία στη Σκύρο, όπως εφαρμόζεται στη σύγχρονη εποχή παρόλο που διατηρεί κάποια από τα χαρακτηριστικά της έχει διαφοροποιηθεί σε σημαντικό βαθμό, σε σχέση με αυτήν η οποία περιγράφεται στο άρθρο του Φαλτάιτς (1976). Η διαφοροποίηση έχει γίνει κυρίως όσον αφορά στο μέγεθος και στην ιδιοκτησία των μαντρών, αλλά και στους γεωκτήτες και στην ενασχόληση των ίδιων στη δραστηριότητα αυτή. Ενώ παλαιότερα υπήρχαν κατηγορίες ιδιοκτητών γης οι οποίοι είχαν δικά τους κοπάδια τώρα φαίνεται να μην υφίστανται αυτές. Για παράδειγμα τα κοπάδια που ανήκαν ιδιοκτησιακά σε μοναστήρια και τα οποία διαχειρίζονταν, όπως και οι μοναστηριακές μάντρες, από τον κεχαγιά-ψυχολόγο δεν υφίστανται πλέον. Οι μοναστηριακοί βοσκότοποι νοικιάζονται πλέον απευθείας σε βοσκούς. Επιπλέον έχει ατονήσει σημαντικά ο ρόλος του *κεχαγιά* στην κοινωνική στρωμάτωση των κτηνοτρόφων. Οι περισσότεροι βοσκοί είναι ενοικιαστές ή ιδιοκτήτες γης και η ρύθμιση της διαδικασίας βόσκησης αλλά και γενικά της κτηνοτροφικής δραστηριότητας γίνεται με μεγαλύτερη συλλογικότητα έναντι του παρελθόντος και δεν ρυθμίζεται από έναν. Η ύπαρξη μεγάλων μαντρών και η κατά χώρο και χρόνο ρύθμιση της βόσκησης από τον κεχαγιά με τρόπο ώστε η μεγιστοποίηση του οφέλους να μην αποβαίνει εις βάρος της ανατροφοδοτικής δυνατότητας των βοσκοτόπων είχε ως αποτέλεσμα μία ρύθμιση της βόσκησης στη βάση της βοσκοϊκανότητας. Άρα, κατά μία έννοια η άσκηση της κτηνοτροφίας κατά το παρελθόν γίνονταν με μεγαλύτερη προσοχή ως προς το περιβάλλον (βοσκότοπο), παρά από ότι στις μέρες μας όπου το πληθυσμιακό μέγεθος των ζώων που θα βοσκήσουν ταυτίζεται με το πληθυσμιακό μέγεθος των ζώων του ιδιοκτήτη/ενοικιαστή του βοσκότοπου. Τέλος, από μαρτυρίες προκύπτει ότι η υποστήριξη των τροφικών αναγκών των ζώων κατά το παρελθόν, ιδιαίτερα κατά την περίοδο που η διαθεσιμότητα της τροφής ήταν περιορισμένη, στηρίζονταν σε σημαντικό βαθμό σε βοσκόμενους ή συγκομιζόμενους λειμώνες, πολλοί εκ των οποίων εδράζονταν σε αναβαθμίδες. Για την ορθολογικότερη ρύθμιση της επικρατούσας ασκούμενης κτηνοτροφικής δραστηριότητας η ενίσχυση και ανασύσταση τέτοιων «δορυφορικών», υποστηρικτικών συστημάτων κρίνεται αναγκαία, τουλάχιστον μέχρι την οριστική ρύθμιση ενός αειφορικού μοντέλου βόσκησης.

Αποτελέσματα του παραδοσιακού, λελογισμένου τρόπου χρήσης των λιβαδιών της Σκύρου ήταν η υποβάθμισή τους, η μείωση της βιοποικιλότητάς τους και της λιβαδικής τους κατάστασης (υγείας) (Εικόνα 6.6). Σύμφωνα με στοιχεία των Υπηρεσιών του Δήμου σχετικά με την απογραφή του κτηνοτροφικού κεφαλαίου, όπως αυτή διενεργήθηκε τα έτη 2006, 2008, και 2010 στη Σκύρο βόσκουν 36.248 ζμ (αιγοπρόβατα) από τα οποία τα 17.370 είναι πρόβατα και τα 18.878 κατσίκια. Το 44% αυτού του κεφαλαίου, ήτοι 15.848 ζμ, βόσκει στους μοναστηριακούς βοσκότοπους στις περιοχές Κοπρισές (8444 ζμ) και Μεγάλες Μάντρες (7404). Το συνολικό κεφάλαιο των ζμ ανήκει σε 217 ιδιοκτήτες.

⁶³Κατά μία έννοια εδώ απαντάται η εφαρμογή της βοσκοϊκανότητας ως ρυθμιστικού παράγοντα της δραστηριότητας της βόσκησης.

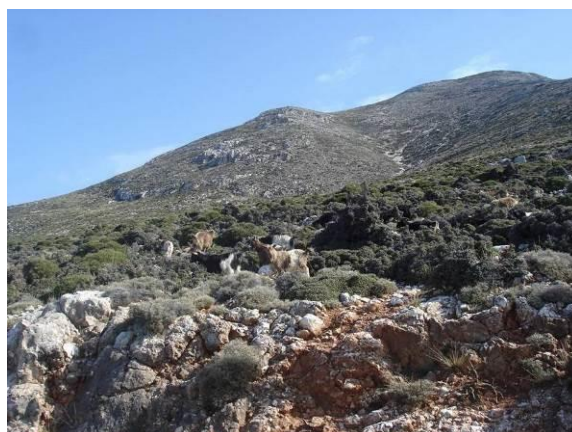
⁶⁴Το ενοίκιο («τοπιάτικο») συνήθως δίδονταν σε είδος (τυρί και μυζήθρα (τυρομίζυθρα), «ποδάρι κριάς», αρνί για το Πάσχα κ.ά.



Εικόνα 6.5 Παραδοσιακή κτηνοτροφία στη Σκύρο. Προσεχτικά διαμορφωμένα δένδρα πουρναριού (ανοιγμένα με δασοκομικό χειρισμό), ώστε να εξυπηρετούν τη σκίαση του κοπαδιού (πάνω αριστερά). Πέτρινες ξερολιθιές σε γραμμική διάταξη που χρησιμοποιούν στη διάκριση των συνόρων των βοσκοτόπων (κάτω αριστερά). Υπολείμματα μαντριού (δεξιά πάνω). Ξερολιθιά που οριοθετούσε την πιστήνή μάντρα δηλ. τον αρχικό χώρο συγκέντρωσης του κοπαδιού που προορίζονταν για άρμεγμα (δεξιά κάτω).

Η ορθολογική διαχείριση των λιβαδιών και βοσκοτόπων της Σκύρου μπορεί να επιτευχθεί με διάφορα μέσα και τεχνικές που στηρίζονται σε επιστημονικές αρχές. Για το σκοπό αυτό συντάχθηκε Ειδικό Σχέδιο Διαχείρισης των Λιβαδιών της Σκύρου, το οποίο στηρίζεται κατά βάση στη ρύθμιση της βοσκοφόρτωσης (Πίνακας 6.2) (Φωτιάδης & Βραχνάκης, 2012). Η βοσκοφόρτωση είναι το σημαντικότερο διαχειριστικό μέσο γιατί έχει το μεγαλύτερο αντίκτυπο στο βοσκότοπο και στην απόδοση των ζώων του νησιού. Η βοσκοφόρτωση επηρεάζεται γενικά από την παραγωγή και την ποιότητα της βοσκήσιμης ύλης, τη βοτανική σύνθεση και τη φυσιολογία των φυτών του βοσκότοπου, την παραγωγικότητα των ζώων και την αποδοτικότητα της κτηνοτροφικής εκμετάλλευσης. Όλα τα παραπάνω συσχετίζονται άμεσα με την ανασύσταση των παραδοσιακών λειμώνων του νησιού. Η καλή λιβαδική κατάσταση, καθώς και η διευθέτηση της βόσκησης των αιγοπροβάτων θα δημιουργήσει και τις κατάλληλες προϋποθέσεις για τη βελτίωση των βιοτόπων για το αλογάκι της Σκύρου και επομένως για την κατάσταση του πληθυσμού του. Η εκμηχάνιση της γεωργίας μετά τη δεκαετία

του '60 περιόρισε τη σημασία τους, με αποτέλεσμα η συνέχιση της ύπαρξής τους να καθίσταται δύσκολη. Ακόμα μία απειλή για τον πληθυσμό, ιδιαίτερα κατά το παρελθόν, ήταν η αλλοίωση του γενετικού τους υλικού λόγω προσμίξεων με άτομα γαϊδουριών που βόσκουν ελεύθερα στο νησί. Τέλος όλα τα μέτρα που προτείνονται, λαμβάνουν υπόψη τους τις ανάγκες της άγριας πανίδας, όπως της πτηνοπανίδας (κυρίως τα είδη του γένους *Emberiza*) και άλλων ειδών που εξαρτώνται από τα λιβαδικά οικοσυστήματα του νησιού όπως και της ενδημικής σαύρας.



Εικόνα 6.6 Σκύρος: Απογυμνωμένο έδαφος εκατέρωθεν του δρόμου (αριστερά). Υπερβοσκημένοι θάμνοι πουρνარიού σε αντιδιαστολή με θάμνους που ξέφυγαν από τη βόσκηση (δεξιά πάνω). Απογυμνωμένο έδαφος θαμνολίβαδων (δεξιά κάτω).

Κίνδυνοι-Απειλές	Στόχος	Σκοπός	Δράσεις - Μέτρα	Εφαρμογή	Χρόνος Εφαρμογής
Έλλειψη βοσκήσιμης ύλης-υποβάθμιση οικοσυστημάτων λόγω υπερβόσκησης	Εξισορρόπηση κανονικής βοσκοφόρτωσης με την υπαρκτή βοσκοικονομία	Βιώσιμος πληθυσμός αιγοπροβάτων	Κανονική Βοσκοφόρτωση – Μείωση ζωικού κεφαλαίου στις 25.150 μζμ (Μέτρο Α)	Κτηνοτρόφοι	Σταδιακή εφαρμογή
		Αύξηση παραγωγής βοσκήσιμης ύλης	Αύξηση εκτάσεων για παραγωγή βοσκήσιμης ύλης με μηχανικό καθαρισμό φρυγανολίβαδων ήπιων κλίσεων (Μέτρο Β)	Δήμος	Άμεση εφαρμογή
			Αύξηση εκτάσεων για παραγωγή βοσκήσιμης ύλης με εκμετάλλευση των εγκαταλελειμμένων αναβαθμίδων και περιοχών με ήπιες κλίσεις για δημιουργία ξηρικών λειμώνων (Μέτρο Γ)	Δήμος – Κτηνοτρόφοι	Άμεση εφαρμογή
			Ρύθμιση της βόσκησης στα ποολίβαδα (Μέτρο Δ)	Κτηνοτρόφοι	Σταδιακή εφαρμογή
			Εφαρμογή συστήματος βόσκησης με εναλλαγές μέσα στο χρόνο (Μέτρο Ε)	Δήμος – Κτηνοτρόφοι	Σταδιακή εφαρμογή
			Δημιουργία δικτύου με μεμονωμένες συδενδρίες υψηλών δένδρων (Μέτρο Στ)	Δήμος	Άμεση εφαρμογή
			Διοικητικά μέτρα (Ενταξη σε Περιοχές Υψηλής Φυσικής Αξίας-Ενεργοποίηση κτηνοτροφικού Συνεταιρισμού κ.ά.) (Μέτρο Ζ)	Δήμος - Κτηνοτρόφοι	Άμεση εφαρμογή
			Διαχειριστικό Σχέδιο ανάπτυξης λιβαδιών της Σκύρου (Μέτρο Η)	Δήμος – Επιστημονικό προσωπικό – Διεύθυνση Δασών	Άμεση εφαρμογή
			Πιλοτικά μέτρα – Συνδυαστικά μέτρα – Μέτρα επί-	Δήμος – Κτηνοτρόφοι	Άμεση εφαρμογή

Κίνδυνοι-Απειλές	Στόχος	Σκοπός	Δράσεις - Μέτρα	Εφαρμογή	Χρόνος Εφαρμογής
		Βελτίωση ποιότητας βοσκήσιμης ύλης	δειξης (Μέτρο Θ)		
			Αύξηση εκτάσεων για παραγωγή βοσκήσιμης ύλης με εκμετάλλευση των εγκαταλελειμμένων αναβαθμίδων για δημιουργία ξηρικών λειμώνων (Μέτρο Γ)	Δήμος – Κτηνοτρόφοι	Άμεση εφαρμογή
			Ρύθμιση της βόσκησης στα ποολιβάδα (Μέτρο Δ)	Κτηνοτρόφοι	Σταδιακή εφαρμογή
			Δημιουργία δικτύου με μεμονωμένες συδενδρίες υψηλών δένδρων (Μέτρο Στ)	Δήμος	Άμεση εφαρμογή
			Διοικητικά μέτρα (Ενταξη σε Περιοχές Υψηλής Φυσικής Αξίας-Ενεργοποίηση κτηνοτροφικού Συνεταιρισμού κ.ά.) (Μέτρο Ζ)	Δήμος - Κτηνοτρόφοι	Άμεση εφαρμογή
			Διαχειριστικό Σχέδιο ανάπτυξης λιβαδιών της Σκύρου (Μέτρο Η)	Δήμος – Επιστημονικό προσωπικό	Άμεση εφαρμογή
			Πιλοτικά μέτρα – Συνδυαστικά μέτρα – Μέτρα επίδειξης (Μέτρο Θ)	Δήμος – Κτηνοτρόφοι	Άμεση εφαρμογή
Εγκατάλειψη παραδοσιακών λειμώνων	Ανασύσταση παραδοσιακών λειμώνων	Επανακαλλιέργεια εγκαταλελειμμένων λειμώνων και αναβαθμίδων	Αύξηση εκτάσεων για παραγωγή βοσκήσιμης ύλης με μηχανικό καθαρισμό φρυγανολιβαδων ήπιων κλίσεων (Μέτρο Β)	Δήμος	Άμεση εφαρμογή
			Αύξηση εκτάσεων για παραγωγή βοσκήσιμης ύλης με εκμετάλλευση των εγκαταλελειμμένων αναβαθμίδων και περιοχών με ήπιες κλίσεις για δημιουργία ξηρικών λειμώνων (Μέτρο Γ)	Δήμος – Κτηνοτρόφοι	Άμεση εφαρμογή
			Πιλοτικά μέτρα – Συνδυαστικά μέτρα – Μέτρα επίδειξης (Μέτρο Θ)	Δήμος – Κτηνοτρόφοι	Άμεση εφαρμογή
Μείωση εκτάσεων ενδιαιτημάτων άγριας πανίδας	Βελτίωση Ενδιαιτημάτων	Αύξηση έκτασης και ποιότητας ενδιαιτημάτων	Ρύθμιση της βόσκησης στα ποολιβάδα (Μέτρο Δ)	Κτηνοτρόφοι	Σταδιακή εφαρμογή
			Εφαρμογή συστήματος βόσκησης με εναλλαγές μέσα στο χρόνο (Μέτρο Ε)	Δήμος – Κτηνοτρόφοι	Σταδιακή εφαρμογή
			Δημιουργία δικτύου με μεμονωμένες συδενδρίες υψηλών δένδρων (Μέτρο Στ)	Δήμος	Άμεση εφαρμογή
			Πιλοτικά μέτρα – Συνδυαστικά μέτρα – Μέτρα επίδειξης (Μέτρο Θ)	Δήμος – Κτηνοτρόφοι	Άμεση εφαρμογή
Μείωση εκτάσεων και ποιότητας βιοτόπων για το αλογάκι της Σκύρου – Προστασία του πληθυσμού του	Βελτίωση Ενδιαιτημάτων	Αύξηση ποιότητας και ποσότητας ενδιαιτημάτων και βοσκήσιμης ύλης	Αύξηση εκτάσεων για παραγωγή βοσκήσιμης ύλης με μηχανικό καθαρισμό φρυγανολιβαδων ήπιων κλίσεων (Μέτρο Β)	Δήμος	Άμεση εφαρμογή
			Αύξηση εκτάσεων για παραγωγή βοσκήσιμης ύλης με εκμετάλλευση των εγκαταλελειμμένων αναβαθμίδων και περιοχών με ήπιες κλίσεις για δημιουργία ξηρικών λειμώνων (Μέτρο Γ)	Δήμος – Κτηνοτρόφοι	Άμεση εφαρμογή
			Ρύθμιση της βόσκησης στα ποολιβάδα (Μέτρο Δ)	Κτηνοτρόφοι	Σταδιακή εφαρμογή
			Εφαρμογή συστήματος βόσκησης με εναλλαγές μέσα στο χρόνο (Μέτρο Ε)	Δήμος – Κτηνοτρόφοι	Σταδιακή εφαρμογή
			Δημιουργία δικτύου με μεμονωμένες συδενδρίες υψηλών δένδρων (Μέτρο Στ)	Δήμος	Άμεση εφαρμογή
			Διοικητικά μέτρα (Ενταξη σε Περιοχές Υψηλής Φυσικής Αξίας-Ενεργοποίηση κτηνοτροφικού Συνεταιρισμού κ.ά.) (Μέτρο Ζ)	Δήμος - Κτηνοτρόφοι	Άμεση εφαρμογή
			Διαχειριστικό Σχέδιο για το Αλογάκι της Σκύρου (Μέτρο Ι)	Δήμος – Επιστημονικό προσωπικό	Μακροπρόθεσμη εφαρμογή
	Βελτίωση κατάστασης πληθυσμού	Διατήρηση γενετικής καθαρότητας και αύξηση του πληθυσμού	Διοικητικά μέτρα (Ενταξη σε Περιοχές Υψηλής Φυσικής Αξίας-Ενεργοποίηση κτηνοτροφικού Συνεταιρισμού κ.ά.) (Μέτρο Ζ)	Δήμος - Κτηνοτρόφοι	Άμεση εφαρμογή
			Διαχειριστικό Σχέδιο για το Αλογάκι της Σκύρου (Μέτρο Ι)	Δήμος – Επιστημονικό προσωπικό	Μακροπρόθεσμη εφαρμογή

Πίνακας 6.2 Σχέδιο δράσης για την ανασύσταση των λιβαδιών της Σκύρου (Ειδικό Σχέδιο Διαχείρισης των Λιβαδιών της Σκύρου) (Φωτιάδης & Βραχνάκης, 2012).

Τα προτεινόμενα μέσα βελτίωσης των λιβαδιών και των πρακτικών βόσκησης αναμένεται να οδηγήσουν: α) στην αύξηση της πρωτογενούς παραγωγικότητας και κατ' επέκταση της διαθέσιμης βοσκήσιμης ύλης, β) στην περιβαλλοντικά ορθότερη διαχείριση των λιβαδιών, γ) στην ανόρθωση των βοσκοτόπων και τη

βελτίωση της λιβαδικής κατάστασης και υγείας, δ) στην πιο ισορροπημένη και αποδοτικότερη βελτίωση της εκμετάλλευσης της πρωτογενούς παραγωγικότητας των λιβαδιών, ε) στη βελτίωση των βιοτόπων για το αλογάκι της Σκύρου, και στ) στη βελτίωση ενδιαιτημάτων για την άγρια πανίδα. Παράλληλα θα διασφαλίσουν την αειφορία των λιβαδικών οικοσυστημάτων στη λογική της βιοσκοϊκανότητας αυτών. Γενικότερα, και δεδομένης της πολύχρονης υπερχρησιμοποίησης των λιβαδικών πόρων της Σκύρου ο απώτερος στόχος της διαχείρισης τέθηκε ως:

Σε 30 χρόνια να έχει επιτευχθεί στη Σκύρο η ικανοποίηση πέντε βασικών απαιτήσεων: (α) καλή λιβαδική κατάσταση / υγεία, (β) κανονική βοσκοφόρτωση (δηλ. βοσκοφόρτωση $\leq$ βοσκοϊκανότητα), (γ) κανονική χρήση, σε ένα πλαίσιο ολοκληρωμένης διαχείρισης των φυσικών πόρων του νησιού, (δ) βελτίωση των ενδιαιτημάτων άγριας πανίδας, και (ε) βελτίωση των βιοτόπων για το αλογάκι της Σκύρου.

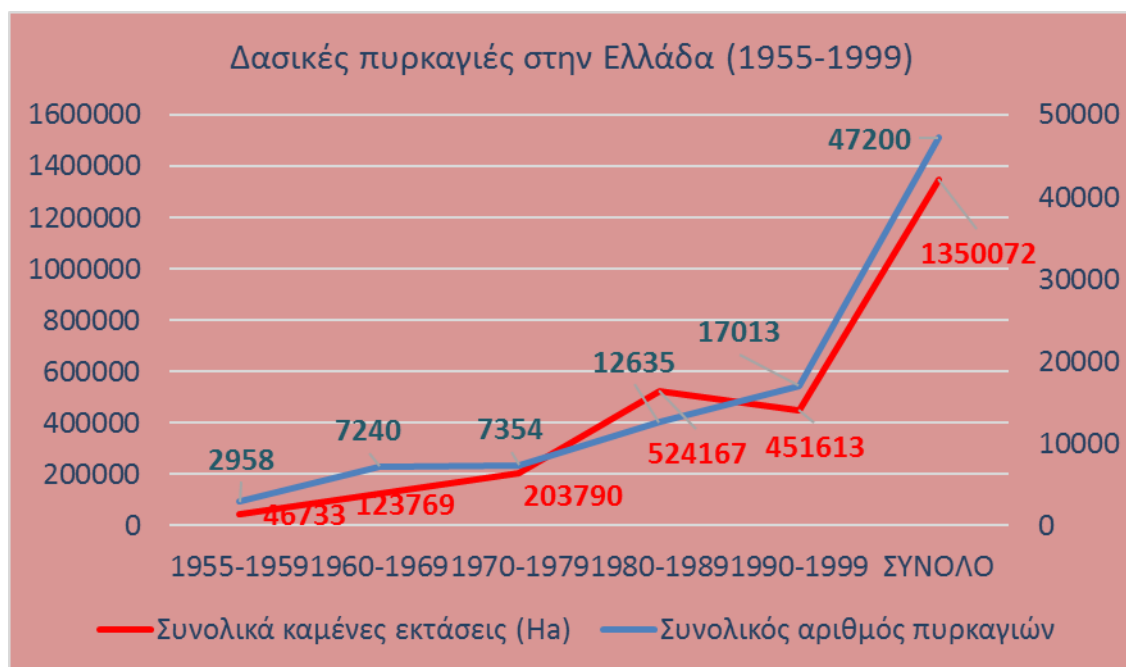
6.4 Διαταραχές που δεν σχετίζονται άμεσα με τη χρήση των λιβαδιών

6.4.1 Πυρκαγιές

Αναμφίβολα οι πυρκαγιές αποτελούν μια από τις πιο καταστροφικές διαταραχές για όλα τα φυσικά χερσαία οικοσυστήματα, όπως και για τα λιβαδικά (Εικόνα 6.7). Ειδικότερα για τη χώρα μας αποτελούν ολόένα αυξανόμενη απειλή, καθώς τα στατιστικά στοιχεία δείχνουν σημαντική αύξηση τόσο του αριθμού των φυσικών (δασικών) πυρκαγιών όσο και της καιγόμενης έκτασης (Εικόνα 6.8). Υπολογίζεται ότι 0,5 εκατομμύρια Ha γης καίγονται το χρόνο, εκ των οποίων οι μισές τουλάχιστον εκτάσεις αναφέρονται σε λιβάδια (Καϊλίδης, 1990, Δημητρακόπουλος, 2001). Αντίστοιχα μεταβάλλεται η κατά μέσο όρο καιγόμενη έκταση ανά πυρκαγιά, η οποία ήταν σταθερή τις δεκαετίες του '50 και του '60 (16,4 Ha ανά πυρκαγιά), αυξημένη τη δεκαετία του '70 (27,7 Ha ανά πυρκαγιά), και τριπλάσια τη δεκαετία του '80 (41,5 Ha ανά πυρκαγιά., Κατά τη δεκαετία του '90 υπήρξε σχετική μείωση (26,6 Ha ανά πυρκαγιά), ενώ ο μέσος όρος της 35ετίας 1955-1999 ανήλθε σε 28,6 Ha ανά πυρκαγιά (Δημητρακόπουλος, 2001).



Εικόνα 6.7 Μικροεστίες πυρκαγιάς σε φρυγανολίβαδο στο ακρωτήρι Αγριλιάς, ΝΑ της Μυτιλήνης, τέλος Αυγούστου 2015 (Φωτο. Κώστας Σκαρλάτος – Άδεια χρήσης).



Εικόνα 6.8 Μεταβολή των συνολικά καμένων εκτάσεων (Ha) και του συνολικού αριθμού πυρκαγιών για την Ελλάδα κατά την περίοδο 1955-1999 (το διάγραμμα κατασκευάστηκε από τον συγγραφέα με στοιχεία που παρέχονται από Δημητρακόπουλος (2001)).

Οι αρνητικές συνέπειες των πυρκαγιών στα λιβάδια μπορούν να ομαδοποιηθούν στις περιβαλλοντικές και στις οικονομικές. Η πρώτη ομάδα συνεπειών αναφέρεται στην καταστροφή πολύτιμων και σημαντικών φυτικών και ζωικών ειδών, ενδιαιτημάτων, μονάδων βλάστησης και τύπων οικοτόπων, αλλοίωση της χλωρίδας και πανίδας σύνθεσης, δημιουργία εδαφικών κενών από βλάστηση, διάσπαση της οικολογικής συνέχειας και απομόνωσης των τοπίων, διατάραξη του υδρολογικού καθεστώτος, υποβάθμιση του εδάφους λόγω μείωσης της οργανικής του ουσίας, απόπλυση θρεπτικών, απομάκρυνση του προστατευτικού χλοοτάπητα, και δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών για διάβρωση κ.ά. Οι οικονομικές συνέπειες αναφέρονται στην καταστροφή της πολύτιμης προς άμεση εκμετάλλευση βιομάζας (βοσκήσιμη ύλη, θηράματα, καυσόξυλα, πολύτιμο ξύλο, καρποί, ρητίνη, μελισσοκομικά, αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, μανιτάρια κ.ά.), στην καταστροφή και εξαφάνιση των χρηστών της βιομάζας (αγροτικά και άγρια ζώα), αλλά και στη δημιουργία συνθηκών υποβάθμισης της βιομάζας (λόγω μείωσης θρεπτικών, υποβάθμισης ενδιαιτημάτων, αύξησης ασθενειών), αύξηση των πλημμυρικών γεγονότων, μείωση της αισθητικής αξίας των λιβαδιών και του δυναμικού οικοτουριστικής αξιοποίησής τους, και καταστροφή των υποδομών και των επενδυτικών δραστηριοτήτων που έλαβαν χώρα.

Υπολογίζεται ότι απαιτείται ικανός χρόνος επαναφοράς της βλάστησης, μέσω της δευτερογενούς διαδοχής, ο οποίος είναι σημαντικά μικρότερος σε σχέση με την αμιγώς δασική ξυλώδη βλάστηση και υπολογίζεται σε 1-10 έτη αναλόγως του λιβαδικού τύπου (Παπαναστάσης & Ισπικούδης, 2012). Πάντως η βλάστηση η οποία ανακάμπτει μετά την πυρκαγιά είναι σημαντικής αξίας ως βοσκήσιμη ύλη, καθώς ο ποώδης όροφος συνήθως χαρακτηρίζεται από μεγάλη συμμετοχή των ποωδών ψυχανθών που αυξάνουν τη θρεπτική αξία της. Το γεγονός αυτό και η ανάγκη διάνοιξης των ομαδοπαγών, συνηρεφών θαμνώνων (κυρίως πουργαριού και αρκεύθου, αλλά και άλλων αείφυλλων θάμνων και φρυγάνων) για τη διευκόλυνση της προσπέλασής τους από τα ζώα, σε συνδυασμό με την αύξηση της φυλλοβρίθειας και κλαδοβρίθειας και την εμφάνιση νεαρών (τρυφερών) δομών (ιστών), ωθεί τους κτηνοτρόφους να χρησιμοποιούν την πυρκαγιά ως διαχειριστικό εργαλείο της βοσκήσιμης ύλης των βοσκοτόπων. Το φαινόμενο αυτό είναι αρκετά κοινό σε πολλές περιοχές της Ελλάδας (Κρήτη, νησιά Αιγαίου, Δυτική Ελλάδα) αλλά και γενικότερα των νησιών της Μεσογείου (Le Houerou, 1981, Papanastasis et al., 1990, Athanasiou & Xanthopoulos, 2014). Η συνεχής εφαρμογή των εκ προθέσεως πυρκαγιών για τη βελτίωση των βοσκοτόπων έχει συντελέσει στην εκτεταμένη κάλυψη του εδάφους των περιοχών που υφίστανται αυτή την πρακτική με πυρόφιλη βλάστηση (κυρίως φρύγανα) (Εικόνα 6.9).



Εικόνα 6.9 Ανάπτυξη πυρόφιλων φυτοκοινωνιών φρυγάνων σε Σαμοθράκη (αριστερά) και Λήμνο (δεξιά). Διασπασμένη δομή φρυγάνων στη Λήμνο και σύμπυκνη στη Σαμοθράκη.

Οι πυρόφιλες φυτοκοινωνίες των ημι-φυσικών λιβαδιών είναι αποτελέσματα της συνεχούς επίδρασης των πυρκαγιών (φυσικών ή εσκεμμένων) και χαρακτηρίζονται από την κυριαρχία πυρόφυτων, δηλ. σκληρόφυλλων θάμνων και ημίθαμνων με αντοχή στις πυρκαγιές. Τα πυρόφυτα μπορεί να είναι είτε παθητικά είτε ενεργητικά (Ντάφης, 1986, Κωνσταντινίδης, 2001). Παθητικά ονομάζονται τα είδη που έχουν αναπτύξει χαρακτηριστική αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες και στις φλόγες λόγω της εκδήλωσης διάφορων μηχανικών και χημικών διεργασιών (π.χ. το *Quercus suber* έχει παχύ φλοιό, το *Taxus baccata* πολύ σκληρό ξύλο, τα *Tamarix* spp. μεγάλη περιεκτικότητα σε μεταλλικά στοιχεία στο ξύλο). Τα ενεργητικά πυρόφυτα καίγονται εύκολα, όμως η βλαστική τους ανάπτυξη ευνοείται από την πυρκαγιά (π.χ. το *Quercus coccifera* που παρουσιάζει έντονη πρεμνο- και ριζο-βλάστηση μετά την πυρκαγιά). Έτσι, ο εντοπισμός, η γεωγραφική αποτύπωση και χαρτογράφηση της πυρόφιλης (ή πυρόφοβης) βλάστησης είναι σημαντικά στη διαχείριση των φυσικών οικοσυστημάτων (π.χ. Thomas-Van Gundy et al., 2015).

Γενικά, η μεσογειακή βλάστηση είναι προσαρμοσμένη στις πυρκαγιές (Le Houerou, 1981). Τα περισσότερα είδη, ιδιαίτερα των ξηροθερμικών περιοχών έχουν αναπτύξει μηχανισμούς προσαρμογής στην πυρκαγιά. Επιπλέον η επισώρευση στο έδαφος ξηρών φύλλων, κλαδιών, καρπών, ή και βιομάζας προτέρων ετών δημιουργεί το εύφλεκτο υπόβαθρο για την τροφοδότηση πυρκαγιών. Γίνεται έτσι αντιληπτός ο σημαντικός ρόλος της βόσκησης ως φυσική διαδικασία *καθαρισμού* και απομάκρυνσης εύφλεκτης βιομάζας.

Πρέπει να σημειωθεί ότι την πρακτική της χρησιμοποίησης της ανανεωτικής δράσης της εσκεμμένης πυρκαγιάς στα φυσικά οικοσυστήματα την προτείνει η σύγχρονη εφαρμοσμένη οικολογία ως μέτρο διαχείρισης σε περιοχές χωρίς «παράδοση» πυρκαγιών. Έτσι σχετική έρευνα στην Ουγγαρία που συντόνισε το Πανεπιστήμιο του Debrecen έδειξε ότι η φωτιά μπορεί να είναι επιζήμια για πολλά είδη (π.χ. έντομα ή εδαφόβια πουλιά), αλλά μπορεί επίσης να ευνοήσει την αύξηση του πληθυσμού πολλών απειλούμενων ειδών, με τη μείωση της ξηρής ύλης ή και τη δημιουργία και τη διατήρηση ανοικτών ενδιαιτημάτων, καθώς μπορεί να είναι αποτελεσματική στον έλεγχο χωροκατακτητικών φυτικών ειδών, ενώ η επίδρασή της στη βιοποικιλότητα των λιβαδιών είναι πλαισιο-εξαρτώμενη (αναλόγως της εστίασης της βιοποικιλότητας) και τονίζεται η ανάγκη πειραματικής έρευνας της επίδρασης της προδιαγεγραμμένης καύσης στη βιοποικιλότητα των λιβαδιών (Deák et al., 2014). Η προδιαγεγραμμένη καύση στα λιβάδια των USA θεωρείται σημαντικό εργαλείο διαχείρισης ιδιαίτερα όταν συνδυάζεται με άλλες διαχειριστικές πρακτικές βελτίωσης (Stubbendieck et al., 2007), καθώς βελτιώνει τα ενδιαιτήματα των άγριων ζώων και μπορεί να αυξήσει την ποιότητα (θρεπτική αξία), τη γευστικότητα, τη διαθεσιμότητα της βοσκήσιμης ύλης καθώς η φωτιά απομακρύνει το νεκρό φυτικό υλικό και βελτιώνει την επαναύξηση. Επιπλέον, αν η διαθεσιμότητα της εδαφικής υγρασίας είναι ικανοποιητική τότε αυξάνει και η παραγωγή των αγρωστωδών καθώς η απογύμνωση και η επικάλυψη της καμένη οργανικής ουσίας βοηθά στην ταχύτερη θέρμανση της επιφάνειας του εδάφους και διεγείρει την πρώιμη αύξηση των αγρωστωδών, δίνοντας στα φυτά αυτά σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι άλλων. Τέλος, το Τμήμα Περιβάλλοντος, Υδάτων και Φυσικών Πόρων της κυβέρνησης της Νότιας Αυστραλίας έχει εκδώσει Οδηγίες Διαχείρισης της Οικολογικής Πυρκαγιάς σε μία προσπάθεια να περιγράψει τα καθεστώτα προδιαγεγραμμένης καύσης που είναι κατάλληλα για τους λιβαδικούς και δασικούς τύπους της περιοχής (DEWNR, 2013).

Βόσκησις: Μία φυσική διαδικασία καθαρισμού των οικοσυστημάτων



Θέλοντας να τονίσει τη σημασία της βόσκησης ως μία φυσική διαδικασία απομάκρυνσης επισωρευμένης εύφλεκτης οργανικής ύλης από τα φυσικά οικοσυστήματα το newsletter La Cañada που εκδίδεται από το European Forum for Nature Conservation and Pastoralism (EFNCP, <http://www.efncp.org/>) επέλεξε ως εξώφυλλο στο τεύχος 28 (Summer 2012) τη φωτογραφία που παρουσιάζει τη χρησιμοποίηση ενός κοπαδιού από πρόβατα για τη διατήρηση της καθαρότητας μίας αντιπυρικής ζώνης στην Ισπανία (<http://www.efncp.org/download/la-canada28.pdf>). Στο άρθρο του (σελ. 7) ο Jabier Ruiz Mirazo παρουσιάζει τα προγράμματα εισαγωγής της βόσκησης για τη διατήρηση των αντιπυρικών ζωνών στην Ισπανία, ενώ αναφέρει ότι αυτή η πρακτική είναι κοινή στη Γαλλία τα τελευταία 25 χρόνια! (Φωτο: Jabier Ruiz Mirazo – άδεια χρήσης)

6.4.2 Κλιματική αλλαγή

Τα τελευταία χρόνια η κλιματική αλλαγή και συγκεκριμένα, η έντασή της, οι λόγοι δημιουργίας της και κυρίως οι συνέπειές της στα λιβάδια και γενικότερα στα φυσικά οικοσυστήματα και τα συστατικά τους αποτελούν αντικείμενα επισταμένης έρευνας.

Προβλήματα

Τα λιβάδια καλύπτουν μεγάλη έκταση στην Ελλάδα και απαντώνται σε ποικιλία περιβαλλοντικών συνθηκών. Παρά το γεγονός ότι διαταραχές όπως η φωτιά και η βόσκησις είναι καθοριστικοί παράγοντες διαμόρφωσης των λιβαδικών οικοσυστημάτων, το κλίμα παίζει εξίσου σημαντικό ρόλο στη διατήρηση των λιβαδιών.

Τα λιβαδικά οικοσυστήματα δέχονται συνεχείς ανθρωπογενείς επιδράσεις περιλαμβανομένων των πυρκαγιών, του κυνηγιού, της παραγωγής βοσκήσιμης ύλης (π.χ. ξηρικοί λειμώνες), της βόσκησης από αγροτικά ζώα, και της οικιστικής επέκτασης. Ως αποτέλεσμα αυτών των επιδράσεων, πολλά φυσικά λιβάδια και φυτικά είδη βρίσκονται σε υποβάθμιση. Έτσι, η κλιματική αλλαγή αναμένεται να προσθέσει ή να οξύνει τους υφιστάμενους παράγοντες καταπόνησης των λιβαδιών. Καθώς οι κλιματικές συνθήκες μετατοπίζονται γεωγραφικά, αντίστοιχα μετατοπίζεται και η γεωγραφική κατανομή πολλών φυτών και ζώων. Λιβάδια που εδράζονται σε επίπεδα εδάφη παρουσιάζουν αυξημένη ευπάθεια στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, επειδή τα ενδιαίτηματα και τα είδη πρέπει να μετακινηθούν σε μεγάλες αποστάσεις για να αντισταθμιστεί η μεταβολή της θερμοκρασίας. Το αντίθετο συμβαίνει σε ορεινά εδάφη, όπου οι συνθήκες αλλάζουν σε μικρές αποστάσεις λόγω των απότομων μεταβολών (αυξήσεων) στο ύψος (Loarie et al., 2009). Προβλέψεις μεταβολής της έκτασης και του τύπου των λιβαδιών έχουν γίνει σε χώρες με εκτεταμένη κάλυψη λιβαδιών (π.χ. ΗΠΑ) και με μεγάλα περιθώρια ασφάλειας καθόσον, η ανάλυση της πρόγνωσης γίνεται σε κλίμακες του 1 χλμ. (Rehfeldt et al., 2012). Η αύξηση των θερμοκρασιών του αέρα συντελεί σε μεγαλύτερη εξάτμιση, που οδηγεί σε μεταβολή των προτύπων των βροχοπτώσεων, επηρεάζονται αρνητικά οι υπόγειοι υδροφορείς και απειλούνται τα ενδιαίτηματα που εξαρτώνται από το νερό. Ιδιαίτερα ανησυχητικές είναι οι επιπτώσεις σε μικρούς απομονωμένους υγρότοπους που διευκολύνουν την επαναφόρτιση των υπόγειων υδάτων και υποστηρίζουν κρίσιμα συστατικά της βιοποικιλότητας σε πολλά λιβαδικά οικοσυστήματα (π.χ. υγρά λιβάδια) καθώς ήδη απειλούνται από τις εφαρμοζόμενες πρακτικές χρήσης γης (Murkin, 1998).

Άλλες αναμενόμενες μεταβολές, που δεν συλλαμβάνονται από τα μοντέλα κατανομής του κλίματος, σχετίζονται με τις επιπτώσεις της συγκέντρωσης CO₂ και της διαθεσιμότητας του N₂ σε συνθήκες κλιματικής αλλαγής. Όταν δεν περιορίζεται από άλλους παράγοντες, η αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ ευνοεί την ανάπτυξη των φυτών, καθώς και την αποτελεσματικότητα της χρήσης νερού (WUE), το οποίο είναι ιδιαίτερα σημαντικό στις ξηρότερες περιοχές. Ωστόσο, τα οφέλη της αύξησης του CO₂ περιορίζονται από παράγοντες όπως τη διαθεσιμότητα του νερού (Polley, 1997, Morgan et al., 2008) και των θρεπτικών, ιδιαίτερα του αζώτου (Hungate et al., 2003). Έτσι οι επιδράσεις των αυξημένων εκπομπών CO₂ στην ανάπτυξη των φυτών ποικίλλουν ανάλογα με τα τοπικά κλιματικά πρότυπα, την προσαρμογή των ειδών στην έλλειψη νερού, και τη διαθεσιμότητα του αζώτου. Η έρευνα έχει δείξει ότι η εξάντληση των θρεπτικών μπορεί να συμβεί γρηγορότερα στις ξηρότερες περιοχές, ενώ επηρεάζεται από τη χλωριδική σύνθεση και τη βόσκηση (Morgan et al., 2008). Η εναπόθεση του αζώτου από τους ατμοσφαιρικούς ρύπους στο έδαφος και η αύξηση της οξείδωσής του στις υψηλότερες θερμοκρασίες ευνοούν την παραγωγικότητα των φυτών, αλλά η αύξηση παραγωγικότητας συχνά συνοδεύεται από μείωση της βιοποικιλότητας, καθώς η ταχύτερη ανάπτυξη των φυτών που ευνοούνται οδηγεί στον εκτοπισμό άλλων (Weiss, 1999). Έρευνα σε λιβάδια της Καλιφόρνιας απέδειξε ότι η κλιματική αλλαγή μπορεί να επιταχύνει τη μείωση στην ποικιλότητα και ότι οι πλατύφυλλες πόες είναι πιο εύαλωτες σε αυτή τη διαδικασία (Zavaleta et al., 2003).

Η χλωριδική σύνθεση των λιβαδιών είναι πιθανόν να επηρεάζεται από την κλιματική αλλαγή, αλλά οι πολυπλοκότητα των αλληλεπιδράσεων κάνουν προβληματική οποιαδήποτε πρόβλεψη. Για παράδειγμα, έρευνες σε λιβάδια του Colorado (ΗΠΑ) έδειξαν ότι, υπό συνθήκες, η αύξηση των επιπέδων του CO₂ ευνοεί τα ξυλώδη, τις πλατύφυλλες πόες και τα ψυχάνθη εις βάρος των αγρωστωδών λόγω των διαφορετικών φωτοσυνθετικών προτύπων τους (ψυχρόβια C3 έναντι θερμόβιων C4) (Morgan et al., 2007), ή ενδεχομένως λόγω διαφορών στο βάθος του ριζικού συστήματός τους και της πρόσληψης νερού (Barron-Gafford et al., 2013). Παρόμοια οι Harte & Shaw (1995) διαπίστωσαν ότι υπό υψηλότερες θερμοκρασίες ευνοείται η εισβολή των θάμνων στα ποολίβαδα. Άλλες όμως έρευνες έδειξαν ότι τα θερμόβια C4 αγρωστώδη ευνοούνται σε περιοχές με μικρό ύψος κατακρημνισμάτων λόγω της μεγαλύτερης ικανότητάς τους να αντιστέκονται στην απώλεια νερού, στις υψηλές θερμοκρασίες και τα χαμηλά επίπεδα του αζώτου (Esser, 1992). Παρά το γεγονός ότι διάφορα χωροκατακτητικά εξωτικά είδη είναι θερμόβια C4, οποιοδήποτε ανταγωνιστικό πλεονέκτημά τους έναντι των αυτοφυών λόγω αύξησης του CO₂ δεν έχει στοιχειοθετηθεί πλήρως μέχρι στιγμής και για όλες τις περιοχές της γης. Οι αλλαγές στη χλωριδική σύνθεση των λιβαδιών αναμένεται να εξακολουθήσουν να διαφέρουν από περιοχές σε περιοχές και από έτη σε έτη, και να εξαρτώνται από το βάθος και την εποχικότητα του διαθέσιμου νερού του εδάφους, καθώς και από παράγοντες διαταραχής (π.χ. βόσκηση, πυρκαγιές, ασθένειες), οι οποίοι μπορεί να έχουν ισχυρή επίδραση στις φυτοκοινότητες.

Τα ακραία καιρικά φαινόμενα συνδέονται επίσης με την κλιματική αλλαγή. Τα φαινόμενα αυτά μπορεί να επιδράσουν σημαντικά τόσο στα λιβαδικά οικοσυστήματα όσο και στις ανθρώπινες κοινότητες και δραστηριότητες (Allen & Breshears, 1998). Όλο και πιο συχνά σοβαρά γεγονότα ξηρασιών, πλημμυρών και πυρκαγιών καταγράφονται και είναι πιθανό να επηρεάσουν τα λιβαδικά οικοσυστήματα. Η ξηρασία επιδεινώνει τη διάβρωση του εδάφους και εξαντλεί τους υδροφορείς. Η όλο και μεγαλύτερη μεταβλητότητα των βροχοπτώσεων συνδέεται με αύξηση των πυρκαγιών, οι οποίες μπορούν να μειώσουν την εισβολή των ξυλωδών φυτών στα λιβάδια (McLaughlin & Bowers, 1982). Οι πυρκαγιές είναι ένα φυσικό στοιχείο στα Μεσογειακά λιβαδικά οικοσυστήματα, αλλά ακραίες συνθήκες μαζί με μεταβολές στις χρήσεις γης, μπορεί να ευνοήσουν τις πυρκαγιές μεγάλων εντάσεων, που με τη σειρά τους επηρεάζουν πολύ μεγάλες περιοχές σε σύντομο χρονικό διάστημα. Παρόμοια, ενώ οι τακτικές πλημμύρες επαναφορτίζουν τους υδροφορείς, μεταφέρουν τα θρεπτικά, και παρέχουν ενδιαιτήματα για ορισμένα είδη της άγριας ζωής, η μεγαλύτερης έντασης απορροή αναμένεται να μειώσει την οργανική ύλη και να απομακρύνει υδρόβιους οργανισμούς σε υγρότοπους (Mullholand et al., 1997). Άλλες ακραίες εκδηλώσεις διαταραχών, όπως οι επιδημίες εντόμων, μπορεί να επιταχύνουν τη μετατροπή των δασών και των δασικών εκτάσεων σε λιβαδικές εκτάσεις (Williams et al., 2010).

Η κάλυψη και η διάρκεια του ανοικτού νερού στους υγροτόπους αναμένεται να μειωθεί ακόμη και σε περιοχές όπου η βροχόπτωση αυξάνεται, λόγω της μεγαλύτερης εξάτμισης που αναμένεται με τις υψηλότερες θερμοκρασίες (Poiani et al., 1995). Η μεγαλύτερη εξάτμιση αυξάνει επίσης την αλατότητα των εδαφών. Η αύξηση της στάθμης της θάλασσας αναμένεται να οδηγήσει σε πλημμυρισμένα με θαλασσινό νερό παράκτια λιβάδια, με επακόλουθο την αύξηση της διάβρωσης. Αυτές οι αλλαγές θα επηρεάσουν τα φυτά των υγροτόπων, καθώς και τους πληθυσμούς των μεταναστευτικών πουλιών που αναπαράγονται, ξεχειμωνιάζουν, ή μεταναστεύουν χρησιμοποιώντας τα λιβαδικά ενδιαιτήματα. Παρά το γεγονός ότι η κατανομή, η εμφάνιση και η διάρκεια του διαθέσιμου νερού στα υδάτινα ενδιαιτήματα επηρεάζονται από την κλιματική αλλαγή, οι πλή-

ρεις επιπτώσεις στη γεωμορφολογία, στη ζήτηση του νερού και στο έδαφος, δεν έχουν πλήρως διερευνηθεί (Covich et al., 1997).

Οι δράσεις του ανθρώπου επηρεάζουν όχι μόνο τον τρόπο που τα λιβαδικά οικοσυστήματα ανταποκρίνονται στην κλιματική αλλαγή, αλλά και ποιες επιλογές διαχείρισης θα είναι διαθέσιμες. Η εκτεταμένη κατάρτιση που ήδη χαρακτηρίζει τα λιβαδικά οικοσυστήματα της Ελλάδας περιορίζει τις ευκαιρίες διασποράς των ειδών σε σχέση με το κλίμα. Σε μεγάλες κλίμακες, όπως αυτές των ΗΠΑ, οι παγκόσμιες τάσεις της αγοράς επηρεάζουν τις ανθρώπινες δραστηριότητες στα λιβάδια, συχνά με σημαντικές συνέπειες. Για παράδειγμα, οι μεταβολές των τιμών των βασικών αγαθών μπορεί να αλλάξουν την επιλογή των καλλιεργειών και την επακόλουθη άντληση των υδάτινων αποθεμάτων των υδροφορέων (Joyce et al., 2009). Επιπλέον, σημαντικά είδη των λιβαδιών αρχίζουν και εκλείπουν από ένα μεγάλο μέρος του πρώην εύρους κατανομής τους (Fahnestock & Detling, 2002), ενώ ο κατακερματισμός των λιβαδιών και οι γεωργικές πρακτικές έχουν μειώσει τα είδη και τους πληθυσμούς των επικονιαστών. Επειδή οι επικονιαστές διαδραματίζουν ενεργό ρόλο στη δυναμική των λιβαδικών οικοσυστημάτων, αναμένεται να περιοριστεί περαιτέρω η σταθερότητα των οικοσυστημάτων λόγω έκθεσης στην κλιματική αλλαγή.

Διαχειριστικές όψεις

Οι επιλογές διαχείρισης για τη διατήρηση των λιβαδικών οικοσυστημάτων στο πλαίσιο της παγκόσμιας αλλαγής είναι πολλές, αλλά οι περισσότερες δεν έχουν δοκιμαστεί ως προς την ικανότητά τους να διατηρήσουν ή να βελτιώσουν τις αξίες των πόρων στο μέλλον. Οι ειδικοί στη διαχείριση και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή αξιολογούν την επιτυχία των σημερινών προγραμμάτων διαχείρισης, και εφαρμόζουν προληπτικά μέτρα διατηρώντας την ευελιξία να τροποποιήσουν τις στρατηγικές τους. Οι τοπικές αλλαγές του κλίματος μπορεί επίσης να επηρεάσουν τις αποφάσεις διαχείρισης, όπως το πότε μπορεί να εφαρμοστεί η προδιαγεγραμμένη καύση. Οι επιλογές χαμηλού ρίσκου περιλαμβάνουν δράσεις που αναμένεται να αυξήσουν την παρούσα αξία των πόρων. Παραδείγματα περιλαμβάνουν τη διαχείριση με στόχο τη μείωση των τρεχόντων στρεσογόνων παραγόντων που απειλούν τις υπηρεσίες των λιβαδικών οικοσυστημάτων και δράσεις που αυξάνουν την προσαρμοστικότητα των οικοσυστημάτων, όπως η τροποποίηση των προτύπων βόσκησης, με στόχο την αύξηση της βιοποικιλότητας. Πιο δραστικά μέτρα περιλαμβάνουν την *υποβοηθούμενη μετανάστευση*, όπου λαμβάνονται μέτρα ώστε τα είδη να μετακινούνται σε νέες περιοχές που αναμένεται να συναντήσουν ευνοϊκότερες κλιματικές συνθήκες, και την *υποβοηθούμενη μετάβαση*, όπου οι διαχειριστές ενθαρρύνουν τη μετάβαση της περιοχής βάση των νέων αναγκών σε μια προβαλλόμενη κατάσταση (Heller & Zavaleta, 2009). Στην περίπτωση αυτή, οι διαχειριστές πρέπει να εξετάσουν τις αναμενόμενες επιπτώσεις σε βασικούς πόρους σε μια δεδομένη χρονική και χωρική κλίμακα, καθώς και την αβεβαιότητα που περιβάλλει αυτές τις προσδοκίες. Για παράδειγμα, οι υγρότοποι που είναι κατάλληλοι για την εκτροφή υδρόβιων πτηνών στις βόρειες Great Plains των ΗΠΑ αναμένεται λόγω κλιματικής αλλαγής να στραφούν κατά θέση σε πιο υγρές περιοχές βορειοανατολικότερα, όπου όμως το καθεστώς προστασίας των υγροτόπων είναι χαλαρό, και έτσι οι προσπάθειες διατήρησης των υδρόβιων πρέπει να αλλάξει γεωγραφική αναφορά (Johnson et al., 2005).

Συνδεσιμότητα

Η συνδεσιμότητα των τοπίων και η ικανότητα διασποράς των ειδών είναι σημαντικές έννοιες στην προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή λόγω των αναμενόμενων χωρικών μετατοπίσεων των ενδιαιτημάτων των φυτών και των ζώων. Ο ευρέως παρατηρούμενος κατακερματισμός των λιβαδικών εκτάσεων κάνει ιδιαίτερα δύσκολη την πρόβλεψη ανταπόκρισης των ειδών: η διασπορά των ειδών μπορεί να διευθετηθεί με την ανασύσταση των διαδρόμων και τη διευκόλυνση των μετακινήσεων. Οι μετατοπίσεις των γεωγραφικών κατανομών των ειδών θα πρέπει να λάβουν υπόψη τους όχι μόνο τη μετανάστευση, αλλά και τη μετακίνηση νέων εξωτικών ειδών μέσα στη δεδομένη επικράτεια.

Βόσκηση

Η παραγωγικότητα και οι αλλαγές των αυξητικών περιόδων, τόσο στο χρόνο εμφάνισης όσο και στη διάρκεια, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη για τη διαχείριση του ζωικού κεφαλαίου. Έτσι πιθανόν να απαιτείται η τροποποίηση της βοσκοφόρτωσης, των φυλών των ζώων αλλά και των ζωικών ειδών ώστε η διαχείριση να προσαρμόζεται καλύτερα στις νέες συνθήκες. Επιπλέον η διαχείριση θα πρέπει να προσαρμόζεται βάση της παρακολούθησης συγκεκριμένων δεικτών, ώστε να διαπιστώνεται (ή όχι) ότι οι εφαρμοζόμενες πρακτικές διαχείρισης είναι συμβατές με τη διατήρηση υγιών λιβαδιών.

Επαναφορά

Η επαναφορά των υποβαθμισμένων λιβαδιών μπορεί να αυξήσει την ανθεκτικότητα στην κλιματική αλλαγή πέρα από την προστασία από τη διάβρωση του εδάφους, την απώλεια του άνθρακα, και άλλων αρνητικών καταστάσεων. Σε περιοχές όπου το κλίμα αναμένεται να μην μπορεί πλέον να υποστηρίξει τις υπάρχουσες κοινότητες, η επαναφορά μπορεί να επικεντρωθεί είτε σε λειτουργίες όπως η ανατροφοδότηση των υδροφορέων είτε σε είδη που αναμένεται να είναι πιο ανθεκτικά υπό τις νέες κλιματικές συνθήκες. Οι προσπάθειες διατήρησης των φυσικών λιβαδιών συχνά επικεντρώνονται σε συγκεκριμένες περιοχές μικρής χωρικής κλίμακας, όμως θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το ευρύτερο περιβάλλον (ανάγλυφο και χρήσεις γης), καθώς το κλίμα και τα φυσικά οικοσυστήματα και ιδιαίτερα τα λιβαδικά αλλάζουν σε μεγάλες κλίμακες πολλές φορές, λόγω της εντατικής χρήσης και του κατακερματισμού τους. Η γενετική ποικιλότητα παρουσιάζει μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στις μεταβαλλόμενες και αβέβαιες συνθήκες και θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στην επαναφορά ή τη μεταφορά των ειδών. Η μεγαλύτερη βιοποικιλότητα και ο πλεονασμός στους λειτουργικούς ρόλους των ειδών ευνοούν τη σταθερότητα στα οικοσυστήματα λόγω μεγαλύτερης ανθεκτικότητας στην αντιμετώπιση των μεταβαλλόμενων συνθηκών (Tilman & Downing, 1994, Heller & Zavaleta, 2009). Ενδιάμεσα επίπεδα διαταραχής, συμπεριλαμβανομένων της διατάραξης του εδάφους, της φωτιάς και της βόσκησης, μπορεί να ευνοήσουν τη βιοποικιλότητα. Η διαταραχή, ωστόσο, μπορεί να είναι χρήσιμο εργαλείο έναντι της εισβολής από εξωτικά είδη (Vujanovic et al., 2002). Ο έλεγχος των χωροκατακτητικών ειδών μπορεί να μειώσει την καταπόνηση στο σύστημα και να το καταστήσει ανθεκτικότερο στην κλιματική αλλαγή.

Ακραία φαινόμενα

Τα ακραία φαινόμενα θα πρέπει να αναμένονται με μεγαλύτερη συχνότητα και έτσι θα πρέπει να σχεδιάζονται μέτρα για τον μετριασμό των επιπτώσεών τους, όπως τεχνικές υποδομές ή μείωση της καύσιμης ύλης που τροφοδοτεί τις πυρκαγιές. Τα ακραία φαινόμενα θα μπορούσαν επίσης να αντιμετωπισθούν με σχέδια έκτακτης ανάγκης που μπορεί να τεθούν σε δράση γρήγορα, όταν παραστεί ανάγκη. Στην αντοχή στα ακραία φαινόμενα συμβάλλει επίσης η δημιουργία πλεοναζόντων ενδιαιτημάτων σε μεγάλες χωρικές κλίμακες. Τα ακραία φαινόμενα μπορούν όμως να έχουν εν μέρει και θετικά αποτελέσματα, όπως εν μέρει οι τυφώνες στις ΗΠΑ, όπου βρέθηκε ότι υποβοηθούν στην αποφυγή της επέκτασης των δασών στα λιβάδια των παράκτιων περιοχών (Schroeder et al., 1979, Beckage et al., 2006).

Διαχειριστικά εργαλεία

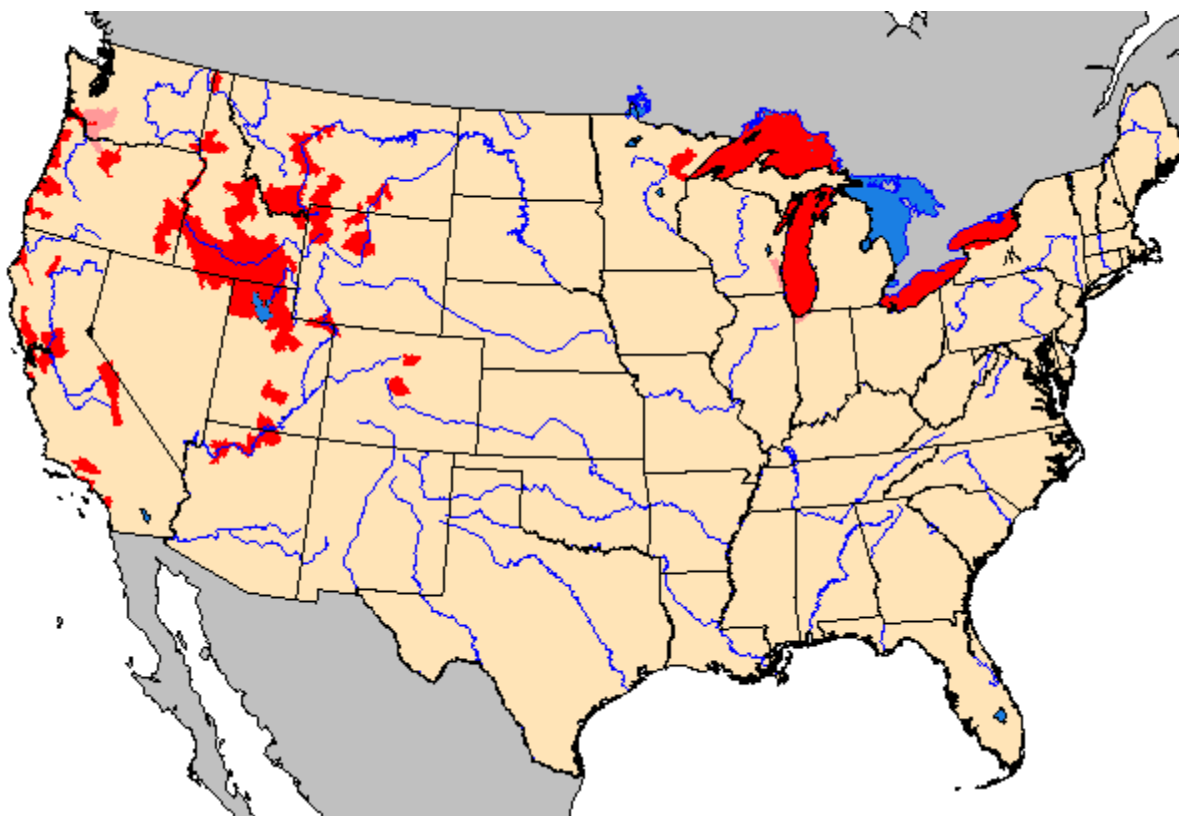
Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί και είναι διαθέσιμα στους διαχειριστές πολλά εργαλεία υποστήριξης αποφάσεων. Ο *σχεδιασμός σεναρίων*, όπου αξιολογούνται οι επιπτώσεις σε ένα ευρύ φάσμα μελλοντικών κλιμάτων μπορεί να προσδιορίσει τις δράσεις που είναι ανθεκτικές σε ποικιλία μελλοντικών προβολών. Σε ποια κατεύθυνση και με ποιον τρόπο θα προβλεφθούν οι πόροι διαχείρισης προσδιορίζεται από τις αξιολογήσεις του βαθμού ευπάθειας των λιβαδικών οικοσυστημάτων, επειδή αναδεικνύουν τις προτεραιότητες και τους τομείς που μπορούν να απευθύνονται αποτελεσματικά οι διαχειριστικές δράσεις. Η *ανάλυση κινδύνων και αποφάσεων* μπορεί να βοηθήσει στην αξιολόγηση των πιθανών αποτελεσμάτων και την αβεβαιότητα που περιβάλλει τις σχεδιαζόμενες διαχειριστικές δράσεις.

Ευκαιρίες

Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν πολλοί λόγοι ανησυχίας, ορισμένες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής μπορεί να θεωρηθούν ως θετικές. Οι αυξήσεις στην παραγωγικότητα των φυτών και οι μεγαλύτερες περίοδοι καλλιέργειας σε ορισμένες περιοχές μπορεί να υποστηρίξουν αποτελεσματικότερα τα ζώα, να αυξήσουν τα είδη της άγριας ζωής, και τα οικονομικά οφέλη. Οι αυξήσεις στη συχνότητα και ένταση των πυρκαγιών μπορεί να μειώσουν την εισβολή των ξυλωδών και να ευνοηθούν έτσι τα λιβάδια. Οι δράσεις επαναφοράς φυσικών λιβαδιών μπορεί να ευνοηθούν από την αναμενόμενη αύξηση της δέσμευσης άνθρακα που παρέχουν τα λιβάδια. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η κλιματική αλλαγή μπορεί να ανασχέσει την επέκταση χωροκατακτητικών ειδών προς όφελος των αυτοφυών (Bradley et al., 1999). Η μεταβλητότητα του κλίματος μπορεί να αυξήσει την αποτελεσματικότητα της διαχείρισης, όπως στον έλεγχο των εισβαλλόντων ειδών και στην αποκατάσταση της φυτοκάλυψης, καθώς οι δράσεις μπορεί να προγραμματιστούν στους πιο αποτελεσματικούς τομείς (Holmgren & Scheffer, 2001). Για παράδειγμα, τα αυτοφυή φυτά μπορεί να είναι πιο ανθεκτικά στην ξηρασία έναντι των ξενικών και επιτρέπουν τη λήψη μέτρων ελέγχου στην περίπτωση που οι πληθυσμοί είναι χαμηλοί (Salo, 2004). Τέλος, η κλιματική αλλαγή δίνει κίνητρα για την ανάπτυξη ενός ευρύτερου, πιο ευέλικτου, και συνεργατικού μοντέλου διαχείρισης.

6.4.3 Εισβολή ξενικών ειδών

Τα ξενικά φυτικά είδη μπορεί να είναι σοβαρή απειλή τόσο στα καλλιεργούμενα όσο και στα αυτοφυή είδη με σημαντικές οικονομικές και περιβαλλοντικές συνέπειες (Hulme, 2006) (Εικόνα 6.10). Η απειλή της επέκτασης των ξενικών χωροκατακτητικών ειδών στην Ευρώπη φαίνεται να παίρνει μεγάλες διαστάσεις, αν και αυτή η απειλή δεν φαίνεται να έχει ομοιόμορφη διασπορά. Όπως έδειξε η έρευνα βάση μοντέλων που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού προγράμματος ALARM (Settele et al., 2005), το πρόβλημα είναι εντονότερο στα ξηρότερα και θερμότερα πεδινά εδάφη της δυτικής Ευρώπης και στις γεωργικές εκτάσεις της κεντρικής και ανατολικής Ευρώπης, ενώ χαμηλότερα επίπεδα εισβολής φαίνεται να εντοπίζονται στην Αρκτική βιογεωγραφική περιοχή, στη Σκοτία, στις ορεινές περιοχές της Ευρώπης και στη Μεσογειακή περιοχή όπου υψηλά επίπεδα εισβολών προβλέπονται κατά μήκος της ακτογραμμής σε περιοχές με αρδευόμενη γεωργική γη και κατά μήκος των ποταμών (Chytrý et al., 2009). Σύμφωνα με τους Παπαναστάση & Ισπικούδη (2012) τα ελληνικά λιβάδια δεν φαίνεται να αντιμετωπίζουν σημαντικό πρόβλημα καθώς τα λιβαδικά φυτά έχουν αυξημένη ανταγωνιστική ικανότητα, και υψηλά επίπεδα προσαρμογής.



Εικόνα 6.10 Χάρτης κατανομής του ξενικού (Νέα Ζηλανδία) χωροκατακτητικού σαλιγκαριού *Potamopyrgus antipodarum* στις ΕΠΑ (πηγή: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/New_Zealand_mud_snail).

Στην πλειονότητα των περιπτώσεων, οι απειλές λόγω εισβολής ξενικών χωροκατακτητικών ειδών είναι συνέπειες έμμεσων επιπτώσεων, όπως ο ανταγωνισμός για χώρο και πόρους και η αλλαγή των ενδιαιτημάτων (λόγω μεταβολής της χημικής ή της υδατικής κατάστασης του εδάφους). Τα ξενικά χωροκατακτητικά φυτικά είδη θεωρούνται ως «φυτά παράσιτα» καθώς δεν μπορεί να είναι επιβλαβή για άλλα και έτσι αντιμετωπίζονται στα πλαίσια πρόληψης εισαγωγής και εξάπλωσης επιβλαβών οργανισμών για τα ωφέλιμα φυτά και προωθούνται μέτρα για τον έλεγχό τους. Επιπλέον, τα ενδιαιτήματα και τα οικοσυστήματα πρέπει να προστατεύονται από τις συνέπειες που έχει η εισαγωγή ενός χωροκατακτητικού ξενικού είδους διότι διασφαλίζουν την επιβίωση των φυτών. Σε επίπεδο Ε.Ε. η υγεία των φυτών ελέγχεται από ένα καλά ανεπτυγμένο σύστημα, που όμως επικεντρώνεται κυρίως σε παρασιτικούς μικροοργανισμούς (ιοίς, μύκητες, έντομα), ενώ δεν έχει διασφαλιστεί ακόμα ο έλεγχος των έμμεσα επιβλαβών οργανισμών, ιδίως των χωροκατακτητικών ξενικών

φυτικών ειδών. Στο πλαίσιο διασφάλισης της υγείας των φυτών προτείνεται η *ανάλυση κινδύνου παρασίτων* (Pest Risk Analysis, PRA) καθώς παρέχει τα βασικά εργαλεία για να εκτιμηθεί κατά πόσον ένας οργανισμός έχει αρνητικές επιπτώσεις στα φυτά και αν θα πρέπει να ρυθμιστεί (Schrader, 2005). Ο κίνδυνος της εισαγωγής και εξάπλωσης των επιβλαβών οργανισμών αξιολογείται και – ενδεχομένως – προτείνονται τα κατάλληλα μέτρα περιορισμού τους. Η Διεθνής Σύμβαση για την Προστασία των Φυτών (International Plant Protection Convention, IPPC) και ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Φυτοπροστασίας (European Plant Protection Organisation, EPPO) έχουν δημοσιεύσει διάφορα πρότυπα για να διευκολύνουν αυτή τη διαδικασία. Με τις σχετικές προσαρμογές, τα πρότυπα αυτά μπορεί να είναι εξίσου εφαρμόσιμα και στην περίπτωση των ξενικών εισβαλλόντων φυτικών ειδών (Schrader & Unger, 2003).

Όταν πρόκειται να γίνει εισαγωγή ενός οργανισμού σε ένα καινούριο περιβάλλον είναι απαραίτητο να αξιολογηθούν τα εγγενή χαρακτηριστικά του που θα μπορούσαν να προκαλέσουν προβλήματα στα αυτοφυή είδη και τις φυτοκοινότητες. Τα χαρακτηριστικά των φυτών που θα μπορούσαν να είναι σημαντικά στην εισβολή είναι το μεγάλο οικολογικό εύρος και προσαρμοστικότητα, η ικανότητα δημιουργίας ισχυρής τράπεζας σπόρων μακράς διάρκειας και η μεγάλη παραγωγή σπόρων ή αγενούς πολλαπλασιαστικού υλικού, και η υψηλή ανταγωνιστική ικανότητα. Σημαντικά ερωτήματα που πρέπει να τεθούν είναι αν το είδος είναι επεκτατικό στο φυσικό χώρο εξάπλωσής του, αν οι πιθανότητες για ταχεία φυσική εξάπλωση είναι υψηλές και οι συνθήκες ευνοϊκές, εάν οι αγενώς πολλαπλασιαστικές του μονάδες είναι ιδιαίτερα κινητικές, αν το φυτό ευνοείται από την καλλιέργεια ή τη βόσκηση, και εάν υπάρχει πιθανότητα δημιουργίας μονοειδικών φυτοκαλυμμάτων. Σύμφωνα με το Williamson (1999), ο μόνος συνεπής δείκτης πρόγνωσης ικανότητας εξάπλωσης ενός νέου είδους είναι αν υπάρχει τέτοιο ιστορικό σε άλλες περιοχές. Μια εισβολή συχνά προκαλείται από τη φύτευση μεγάλων ποσοτήτων από ένα φυτικό είδος, και από τις επανειλημμένες εισαγωγές του δευτερογενώς (βλέπε π.χ. Kowarik, 2003). Η επιτυχία εγκατάστασης ενός εισβάλλοντος φυτού σε μια συγκεκριμένη περιοχή εξαρτάται επίσης από την παροχή ευνοϊκών συνθηκών από το ενδιαίτημα. Στις περισσότερες περιπτώσεις η πρόβλεψη επέκτασης ενός φυτού αποτελεί τη μεγαλύτερη δυσκολία κατά την εγκατάσταση ξενικών ειδών. Αρκετές δημοσιεύσεις ασχολούνται με την πρόβλεψη της εισβολής και τις σχετικές δυσκολίες (π.χ. Kolar & Lodge, 2001, Williamson, 2001, Heger & Trepl, 2003). Οι πειραματικές φυτεύσεις μπορούν να παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την ικανότητα επέκτασης, όμως η χρονική υστέρηση της επέκτασης είναι δύσκολο να αξιολογηθεί.

Η εκτίμηση των συνεπειών από την εγκατάσταση και την εξάπλωση ενός ξενικού είδους αποτελεί σημαντικό βήμα για την απόφαση ρύθμισής του ή όχι. Αρχικά πρέπει να αξιολογηθούν οι άμεσες επιδράσεις ή οι πρωτογενείς επιπτώσεις. Ως προς τη διερεύνηση των περιβαλλοντικών κινδύνων, σημαντικές συνέπειες θα ήταν για παράδειγμα η μείωση της αφθονίας των αυτοφυών χαρακτηριστικών ειδών, των ειδών φυτών που είναι βασικά συστατικά των οικοσυστημάτων ή των απειλούμενων με εξαφάνιση ειδών. Επιπλέον υποδεικνύεται η προστασία των υπολοίπων ειδών έναντι της μείωσης, μετατόπισης ή εξάλειψής τους, αν και τα απειλούμενα είδη λαμβάνουν ασφαλώς περισσότερη προσοχή από ό,τι τα υπόλοιπα λόγω της κατάστασής τους. Τα χαρακτηριστικά φυτικά είδη είναι «υπεύθυνα» για την ύπαρξη ενός συγκεκριμένου τύπου οικοσυστήματος ή αποτελούν τους κύριους μοχλούς για την ανάπτυξη ή τη διαδοχή μέσα σε ένα οικοσύστημα. Τα είδη που αποτελούν τα βασικά συστατικά των οικοσυστημάτων έχουν ιδιαίτερη σημασία, διότι η μείωση της αφθονίας τους θα αλλάξει καθοριστικά το ενδιαίτημα ή το οικοσύστημα που εξαρτάται από αυτά, ή θα προκαλέσει υποβάθμιση ή ακόμη και κατάρρευση του οικοσυστήματος.

Τα παραδείγματα για τις έμμεσες επιπτώσεις των επιβλαβών ξενικών χωροκατακτητικών (ή τις δευτερεύουσες συνέπειες) περιλαμβάνουν τις επιδράσεις στις φυτοκοινότητες, τις επιπτώσεις στο περιβάλλον των ευαίσθητων ή προστατευόμενων περιοχών, τις αλλαγές στις οικολογικές διεργασίες, της δομής, της σταθερότητας και της δυναμικής ενός οικοσυστήματος (συμπεριλαμβανομένων των περαιτέρω συνεπειών στα είδη φυτών, τη διάβρωση, τις αλλαγές της στάθμης του νερού, τον αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιάς, την ανακύκλωση θρεπτικών κ.λπ.), τις επιπτώσεις στη χρήση των πόρων από τον άνθρωπο (π.χ. ποιότητα των υδάτων, αναψυχή, τουρισμό, βόσκηση, κυνήγι, ψάρεμα), ή το κόστος της περιβαλλοντικής επαναφοράς. Για παράδειγμα η εισβολή της *Robinia pseudoacacia* σε ορισμένα ενδιαιτήματα μπορεί να έχει σημαντικές συνέπειες σε ολόκληρη τη φυτοκοινότητα, επειδή οι οικολογικές διεργασίες ενδεχομένως να επηρεάζονται από την επισυσσώρευση των θρεπτικών που οφείλεται στον εμπλουτισμό του εδάφους από το άζωτο που δεσμεύεται από αυτό το είδος δέντρου. Αυτό έχει σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις ιδιαίτερα στα φτωχά εδάφη, τα οποία συχνά αποτελούν ενδιαιτήματα για απειλούμενα είδη φυτών. Ένα άλλο παράδειγμα είναι η ζημία που μπορεί να προκληθεί από το υδρόφυτο *Crassula helmsii*. Η βλαστική του ανάπτυξη δημιουργεί πυκνά στρώματα που μπορεί να εμποδίσουν την κίνηση του νερού και την ελεύθερη επιφάνεια των λιμνών και αποστραγγιστικών

τάφρων, ενώ μπορεί ακόμη και να εκτοπίσει τα αυτοφυή υδρόφυτα. Ακόμη το περιβάλλον γίνεται λιγότερο ευνοϊκό για τα ασπόνδυλα και τα ψάρια.

Άλλες αρνητικές επιπτώσεις των χωροκατακτητικών ξενικών φυτικών ειδών μπορεί να προέρχονται από τις αλληλοπαθητικές δράσεις ή τους υβριδισμούς. Για παράδειγμα το *Ailanthus altissima* έχει αλληλοπαθητική δράση σε πολλά ξυλώδη, συνεπώς μπορεί να αναστείλει τη διαδοχή (Heisey, 1990, 1996). Συχνά, τα ξενικά υβριδίζουν εύκολα με σχετιζόμενα αυτοφυή, το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια της γενετικής ποικιλομορφίας και βιοποικιλότητας. Ως παράδειγμα αναφέρεται το αμερικανικό αγρωστώδες *Spartina alternifolia* που εισήχθη τυχαία στη Βρετανία και που υβριδίζει με το *S. maritima*, δημιουργώντας το *S. x townsendii*. Το υβρίδιο οδήγησε στο τετραπλοειδές *S. anglica* το οποία ανταγωνίζεται τα μητρικά είδη και εισβάλλει με μεγαλύτερη επιτυχία στους υγρότοπους της Αγγλίας (Gray et al., 1991, Thompson, 1991). Τα ξενικά φυτικά είδη μπορεί υβριδίσουν επίσης με άλλα μη αυτοφυή, και ενδεχομένως να οδηγήσουν στη δημιουργία ενός ισχυρότερου υβριδίου, όπως είναι η περίπτωση του *Reynoutria x bohemica*, υβρίδιο των *R. japonica* και *R. sachalinensis* (Pysek et al., 2003).

Σε επίπεδο Ε.Ε. έχουν θεσμοθετηθεί, μέσω της Οδηγίας 2000/29/EC του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου⁶⁵, μέτρα προστασίας κατά της εισαγωγής οργανισμών επιβλαβών για τα φυτά ή τα φυτικά προϊόντα. Ένα από τα πιο σημαντικά μέτρα της Οδηγίας είναι η παράθεση λίστας των επιβλαβών οργανισμών των οποίων η εισαγωγή στην Ε.Ε. απαγορεύεται. Επιπλέον, παρέχεται η δυνατότητα θέσπισης διατάξεων οι οποίες θα καθορίζουν τις προϋποθέσεις για την εισαγωγή και την εξάπλωση στα κράτη-Μέλη οργανισμών οι οποίοι είναι ύποπτοι ως επιβλαβείς για τα φυτά ή τα φυτικά προϊόντα, αλλά δεν περιλαμβάνονται στην Οδηγία. Πάντως είναι υπό συζήτηση αν αυτό το κανονιστικό πλαίσιο θα πρέπει να χρησιμοποιείται επίσης για την περίπτωση ξενικών φυτικών ειδών. Έτσι, αν και θεωρητικά δυνατό, δεν έχει ακόμη αναπτυχθεί ειδικό κανονιστικό πλαίσιο για τα φυτά που να ισχύει ομοιόμορφα στην Ε.Ε.

6.5 Ερημοποίηση

Η συνεχής υποβάθμιση γης, ως απόρροια τόσο ανθρωπογενών όσο και φυσικών δράσεων οδηγεί σε ερημοποίηση αυτών (Thornes, 1993). Η Διεθνής Σύμβαση για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης (ΟΗΕ, Παρίσι, 17 Ιουνίου 1994) όρισε την ερημοποίηση ως τη μη αναστρέψιμη «υποβάθμιση της γης των ξηρών, ημί-ξηρών, και ξηρών ύφους περιοχών ως αποτέλεσμα των κλιματικών μεταβολών και των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων».

Ο κίνδυνος ερημοποίησης είναι πολύ υψηλός όπως αποδεικνύεται από σχετική απογραφή της ελληνικής Επιτροπής για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης το 34% των εδαφών της Ελλάδας θεωρείται υψηλού κινδύνου για ερημοποίηση, το 49% μέτριου και μόνο το 17% χαμηλού (Kosmas, 2011) (Εικόνα 6.11). Αυτή η υποβάθμιση σημαίνει σημαντικές οικονομικές απώλειες. Έτσι υπολογίζεται ότι τα υποβαθμισμένα εδάφη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΥ-25), δηλ. εδάφη διαβρωμένα, ρυπασμένα, με υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα και χαμηλή σε οργανική ουσία, προξενούν κόστος ίσο με 38 δισ. EUR (Bowyer et al., 2009). Η κτηνοτροφική δραστηριότητα είναι ευρέως διαδεδομένη σε όλη την ΕΕ και η λανθασμένη εφαρμογή της μπορεί να οδηγήσει σε ορισμένους τύπους υποβάθμισης της γης. Ο τύπος και η σοβαρότητα της υποβάθμισης εξαρτάται από το είδος του αγροτικού ζώου και την ένταση και μέθοδο παραγωγής (για παράδειγμα, ο βαθμός στον οποίο τα ζώα στεγάζονται και βόσκουν ανεξέλεγκτα, η κατάσταση του εδάφους του βοσκότοπου και η ένταση βόσκησης). Ενώ η ενσταβλισμένη βουτροφία (γαλακτοπαραγωγής και κρεοπαραγωγής), η ενσταβλισμένη χοιροτροφία και η πτηνοτροφία είναι ανεπτυγμένες στις χώρες της κεντρικής, βόρειας και ανατολικής Ευρώπης, η εκτατική αιγοπροβατοτροφία είναι ανεπτυγμένη στις χώρες της Μεσογείου και γενικότερα της νότιας Ευρώπης (Poux et al., 2006). Έτσι, τα κύρια προβλήματα υποβάθμισης του εδάφους που σχετίζονται με την παραγωγή βόειων προϊόντων είναι η διάβρωση, η συμπίεση, η μόλυνση του εδάφους και η ρύπανση και ευτροφισμός των υδάτινων συστημάτων, αυτά που σχετίζονται με τα πρόβεια και αιγαία προϊόντα είναι η διάβρωση και η συμπίεση του εδάφους που προκαλούνται από την υπερβόσκηση, και τη συνδεδεμένη με αυτήν εντατική φυτική παραγωγή (συχνά μονοκαλλιέργεια) για ζωοτροφές. Έρευνα του Γεωργικού Πανεπιστημίου Αθηνών έδειξε ότι υπό καθεστώς κανονικής βόσκησης η επιφανειακή απορροή ήταν 7,4-28,0 χιλ./έτος, ενώ υπό υπερβόσκηση ανήλθε σε 18,7-43,7 χιλ./έτος (Kairis et al., 2011). Η ίδια έρευνα έδειξε αντίστοιχα ότι η στερεομεταφορά ήταν 0,033-0,140 τον/Ha/έτος, και 0,14-0,35 τον/Ha/έτος, ενώ υπό υπερβόσκηση η οργανική

⁶⁵EC Council Directive 2000/29/EC της 8ης Μάϊου 2000 «για τα μέτρα προστασίας κατά της εισαγωγής στην Κοινότητα οργανισμών επιβλαβών στα φυτά ή στα φυτικά προϊόντα και κατά της διάδοσής τους στην Κοινότητα».

ουσία του εδάφους ήταν 35% μικρότερη και η μέση θερμοκρασία του εδάφους 1,9 °C υψηλότερη. Επιπλέον, η περιεχόμενη εδαφική υγρασία ήταν υψηλότερη στο υπερβοσκημένο έδαφος λόγω μικρότερης κάλυψης της βλάστησης, όμως η αποθηκευμένη στο έδαφος ποσότητα νερού ήταν χαμηλότερη έναντι του εδάφους υπό κανονική βόσκηση. Βρέθηκε ακόμα ότι η διείσδυση του εδάφους και η διατμητική αντοχή ήταν μεγαλύτερη στο υπερβοσκημένο. Τέλος, οι δείκτες ερημοποίησης έδωσαν χαμηλότερες τιμές γεγονός που συνηγορεί στο ότι υπό καθεστώς κανονικής βόσκησης ο κίνδυνος ερημοποίησης ήταν μικρότερος.



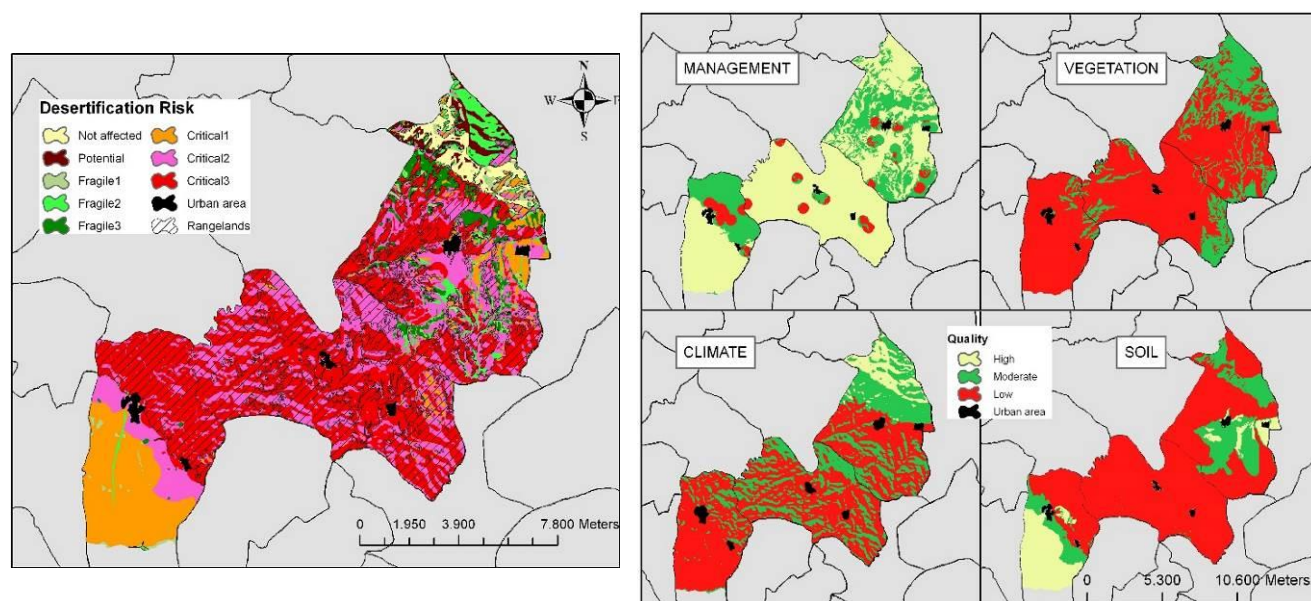
Εικόνα 6.11 Ερημοποιημένο έδαφος στη Σαμοθράκη μετά από συνεχή υπερβόσκηση, πυρκαγιές και ξηρότητα κλίματος.

Παρά το γεγονός ότι πολλά από τα κίνητρα για την υπερβόσκηση έχουν αρθεί με την εισαγωγή των αποσυνδεδεμένων ενισχύσεων μέσω της ΚΑΠ από το 2005 και έκτοτε, υψηλής συγκέντρωσης πληθυσμοί ζώων συνεχίζουν να προκαλούν προβλήματα στις εντατικές βουτροφικές εκμεταλλεύσεις καθώς και τα συστήματα εκτατικής βόσκησης στις Μεσογειακές χώρες, όπου τα εδάφη είναι πιο εύθραυστα. Ανόργανα λιπάσματα, οργανικά κατάλοιπα (κοπριά) και πολτοί, και προϊόντα ζύμωσης φυτικών υπολειμμάτων (ενσιρώματα) συμβάλλουν στη ρύπανση από νιτρικά και φωσφορικά άλατα που καθιζάνουν, με πιθανό αποτέλεσμα τον ευτροφισμό των υδάτων (Baldock et al., 2007). Ιδιαίτερα όπου οι γεωργικές εκμεταλλεύσεις έχουν γίνει πιο εξειδικευμένες, η ανισορροπία μεταξύ της ποσότητας των ζωικών αποβλήτων που παράγονται και των αροτραίων εκτάσεων που διατίθενται για την ανακύκλωσή τους έχει ως αποτέλεσμα το έδαφος να εμφανίζει υψηλή συγκέντρωση θρεπτικών (Kirchmann & Thorvaldsson, 2000). Πάντως οι γενικότερες οικονομικές συνθήκες μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την πορεία της υποβάθμισης των λιβαδιών. Η ανάλυση της επίδρασης των επιδοτήσεων της ΕΕ στην επικέρδεια των αγροτικών και κτηνοτροφικών εκτατικών εκμεταλλεύσεων στη βόρεια Ελλάδα (επαρχία Λαγκαδά) έδειξε ότι οι επιδοτήσεις συμβάλλουν μεν στην αύξηση της επικέρδειας προωθούν δε εμμέσως πρακτικές χρήσεων γης με σημαντικά αρνητικές οικολογικές επιδράσεις (Lorent et al., 2008). Η έρευνα καταλήγει στη διαπίστωση ότι η ολοκλήρωση της κοινωνικοοικονομικής και βιοφυσικής

διάστασης της υποβάθμισης γης δείχνει αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους οι οποίες δεν θα μπορούσαν να γίνουν ανιχνεύσιμες εάν χρησιμοποιούνταν μονομερώς δείκτες της μίας μόνο διάστασης.

Η εκτίμηση της ευαισθησίας στην υποβάθμιση και ερημοποίηση των γαιών αποτελεί σημαντικό εργαλείο στη διαχείρισή τους. Για το σκοπό αυτό έχουν αναπτυχθεί διάφορες μεθοδολογίες με την πιο συχνά εφαρμοζόμενη αυτή της ESAI (Environmentally Sensitive Areas Index, Δείκτης Περιβαλλοντικά Ευαίσθητων Περιοχών). Η έννοια των Περιβαλλοντικά Ευαίσθητων Περιοχών (ΠΕΠ) αναπτύχθηκε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού προγράμματος MEDALUS (1989-1992). Ως ΠΕΠ χαρακτηρίζονται οι περιοχές που απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή καθώς η περιβαλλοντική τους κατάσταση υποδηλώνει κάποιο βαθμό κινδύνου ερημοποίησης (Kosmas et al., 1999). Διακρίνονται 4 κατηγορίες ΠΕΠ, οι κρίσιμες, ευαίσθητες, δυνητικές και μη απειλούμενες. Η μεθοδολογία χρησιμοποιεί ποιοτικές αποτιμήσεις εδάφους, κλίματος, βλάστησης και διαχείρισης εκφρασμένες σε υπόβαθρο Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Παραλλαγή της μεθοδολογίας του ESAI έχει εφαρμοστεί στην περιοχή του Λαγκαδά από τους Evangelou et al. (2005). Βρέθηκε ότι το 88,03% των εδαφών της περιοχής βρίσκονται σε κρίσιμη κατάσταση, το 8,31% ανήκουν στην κατηγορία των ευαίσθητων, το 1,51% σε δυνητική κατάσταση και το 2,15% είναι μη απειλούμενα (Εικόνα 6.12). Ειδικότερα, η ποιότητα βλάστησης βρέθηκε να είναι χαμηλή (σε ποσοστό 78,75%) κυρίως λόγω της κυριαρχίας των ετησίων καλλιεργειών, η ποιότητα του εδάφους είναι επίσης χαμηλή (67,09%) κυρίως λόγω κυριαρχίας αβαθών εδαφών, η ποιότητα κλίματος επίσης χαμηλή (63,76%) κυρίως λόγω της εκτεταμένης εμφάνισης εδαφών με νότια, νοτιοδυτική και νοτιοανατολική έκθεση, και η ποιότητα διαχείρισης υψηλή (68,86%).



Εικόνα 6.12. Περιβαλλοντικά Ευαίσθητες Περιοχές (αριστερά) και χάρτες ποιτήτων (δεξιά) των κοινοτήτων Κολχικού, Λοφίσκου και Κρουνερίου της περιοχής Λαγκαδά (Evangelou et al., 2005, άδεια χρήσης από Χ. Ευαγγέλου).

6.6 Οικολογική επαναφορά

Οικολογική επαναφορά είναι η εκ προθέσεως υποβοήθηση της επανάκαμψης των υποβαθμισμένων ή κατεστραμμένων οικοσυστημάτων με σκοπό την επιδιόρθωση των διεργασιών τους, της παραγωγικότητάς τους και των υπηρεσιών τους, καθώς και την επανεγκατάσταση της προϋπάρχουσας οικολογικής συνέχειας σε όρους σύνθεσης ειδών και δομής κοινοτήτων (SER, 2004). Το πρώτο αποδεδειγμένο εστιασμένο πρόγραμμα επαναφοράς επιχειρήθηκε το 1934 από τον Aldo Leopold του Πανεπιστημίου Wisconsin-Madison στο Coon Valley (USA) για την αντιμετώπιση της εγκατάλειψης γης και την υποβοήθηση της διατήρησης του εδάφους (Ormerod, 2003).

Σε κάθε πρόγραμμα οικολογικής επαναφοράς είναι ουσιώδες να καθοριστούν οι στόχοι στους οποίους αυτή σκοπεύει. Οι στόχοι συχνά επικεντρώνονται στην *προ-της-διαταραχής* κατάσταση που κωδικοποιείται ως *ιστορικές συνθήκες*, *αυτόχθον οικοσύστημα*, ή συχνότερα ως *οικοσύστημα αναφοράς*. Όμως τα οικοσυστήματα είναι δυναμικής φύσης και μεταβάλλονται στον χώρο και τον χρόνο και ο όρος οικοσύστημα αναφο-

ράς ίσως να γίνεται λανθασμένα αντιληπτός ως στατική έννοια. Στην πραγματικότητα η επαναφορά στοχεύει στην επαναπροσέγγιση της τροχιάς της ιστορικής ανάπτυξης του οικοσυστήματος ή όπως λέγεται στην *τροχιά αναφοράς*, λόγω ακριβώς της δυναμικής φύσης των οικοσυστημάτων (Aronson et al., 1995).

Το πρώτο έργο επαναφοράς



Κατά τη δεκαετία του 1920, οι εφαρμοζόμενες αγροτικές μέθοδοι εκτροφής ζώων (υπερβόσκηση στις πλαγιές των λόφων) και καλλιέργειας γης (εγκαταλειμμένα βοσκοτόποι για μεγάλο διάστημα και πολύ βαθύ όργωμα της γης) δεν ελάμβαναν υπόψη τις μεγάλες κλίσεις των εδαφών στην κοιλάδα Coon (Coon Valley, 37.000 Ha) του Wisconsin (βορειοκεντρική πολιτεία, USA) το οποίο σε συνδυασμό με τις έντονες βροχοπτώσεις οδήγησε σε μαζική διάβρωση του εδάφους και την εμφάνιση πολύ μεγάλων επιφανειακών ρεμάτων που διέσχιζαν την «καλλιεργούμενη» γη. Ο δασολόγος Aldo Leopold (Burlington, Iowa 1887 - Baraboo, Wisconsin 1948), καθηγητής στο University of Wisconsin-Madison, εκπόνησε και εφάρμοσε ένα 5-ετές σχέδιο επαναφοράς της κοιλάδας επιβλέποντας εκατοντάδες εργάτες, αγρότες και μηχανικούς. Στην επιτυχία του σχεδίου του βοήθησε σημαντικά η εμπειρία που είχε αποκτήσει από μελέτες σχετικά με τις αρνητικές συνέπειες της υπερβόσκησης στα εδάφη. Για την επιτυχία του προγράμματος στο Coon Valley ο Aldo Leopold συνεργάστηκε με τους περισσότερους από τους 800 αγρότες και ιδιοκτήτες γης της περιοχής, ενώ είχε την αμέριστη συμπαράσταση της Δασικής Υπηρεσίας και του κράτους. Η περιοχή τελικά επανήλθε με την εφαρμογή δασοτεχνικών έργων μικρής κλίμακας, τη ρύθμιση της βόσκησης και την επανασπορά της γης με ειδικές τεχνικές ζώνωσης γης. Για το συνολικό του έργο σε θέματα επαναφοράς και διατήρησης ο Aldo Leopold θεωρείται ο σύγχρονος πατέρας της οικολογικής επαναφοράς.

Η ανάπτυξη μίας κοινότητας υπόκειται σε σύνθετες επιδράσεις που κάνουν πολύ δύσκολο το να αναπαράχθει (ανασυνταχτεί) η κοινότητα και οι *προ-της-διαταραχής* συνθήκες δεν μπορούν να επαναληφθούν (Temperton et al., 2004). Ο προσδιορισμός της επαναφοράς στηρίζεται σε τρία μοντέλα τα οποία είναι καλό να τα ανακαλούμε όταν σχεδιάζουμε προγράμματα επαναφοράς (Pritchett, 1997):

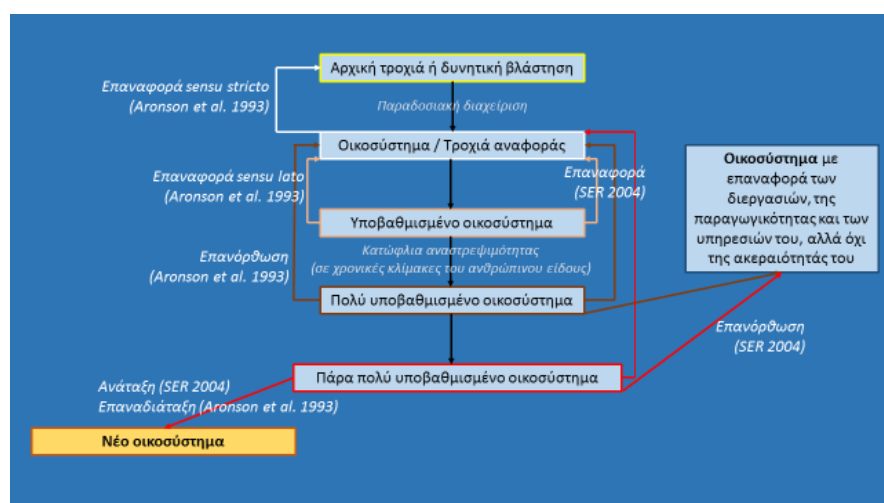
(α) Επαναφορά βάσει της αυτογενούς διαδοχής. Σ' αυτήν αποκαθίσταται το φυσικό περιβάλλον, και τα πιο κοινά είδη είναι αυτά που έλκονται από την επανακάμπτουσα περιοχή.

(β) Επαναφορά βάσει της αλλογενούς διαδοχής. Σ' αυτήν τα πρώιμα στάδια ανάπτυξης της κοινότητας διαμορφώνονται ώστε να οδηγήσουν τη σύνθεση των ειδών (πρόδρομες βοηθητικές σπορές, εμβολιασμός με μυκρίζα).

(γ) Επαναφορά βάσει των κανόνων σύνθεσης. Σ' αυτήν ο ρόλος, ο ρυθμός και η σειρά άφιξης κάθε είδους ερμηνεύουν τη σύνθεση της κοινότητας. Αν και η προσέγγιση βάσει των κανόνων σύνθεσης είναι ιδανική για την οικολογική επαναφορά είναι αρκετά δύσκολο να εφαρμοστεί: η ιστορική αβεβαιότητα ενυπάρχει καθώς τις περισσότερες φορές το ιστορικό ανάπτυξης της κοινότητας είναι άγνωστο, και τα είδη που ήταν παρόντα στο παρελθόν και δεν είναι στο παρόν οικοσύστημα αναφοράς είναι τις περισσότερες φορές άγνωστα.

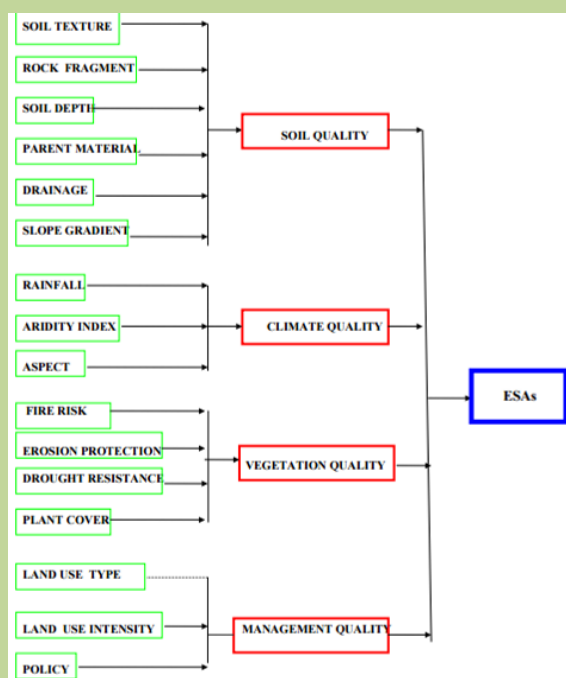
Η επιλογή του οικοσυστήματος ή της τροχιάς αναφοράς είναι αρκετά δύσκολη και θα πρέπει να βασίζεται στο εύρος του τι είναι εφικτό, όπως αυτό προσδιορίζεται από τις χωρικές και χρονικές μεταβολές των οικοσυστημάτων και τις οικολογικές, πολιτιστικές και τοπικές ιστορικές πληροφορίες (Parker & Pickett, 1997). Τις περισσότερες φορές υπάρχουν περισσότερα του ενός «ιδανικά» οικοσυστήματα ή τροχιές αναφοράς και η επιλογή είναι τελικά υποκειμενική και αυθαίρετη (Aronson et al., 1995). Αν ξαναδημιουργείται η δομή, σύνθεση και λειτουργία του επιλεγμένου οικοσυστήματος ή τροχιάς αναφοράς τότε θεωρείται ότι έχει επιτευχθεί η επαναφορά.

Η οικολογική επαναφορά μερικές φορές επιτυγχάνεται απλά με την απομάκρυνση του αίτιου διαταραχής. Αυτό συμβαίνει ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που η διαταραχή είναι μέσης έντασης. Έτσι π.χ. στις περιπτώσεις εγκατάλειψης, η επανεγκατάσταση της παραδοσιακής χρήσης γης μπορεί να οδηγήσει σε βαθμιαία επαναφορά (κατά τους Aronson et al. (1993) αυτό ονομάζεται οικολογική επαναφορά). Σε υψηλές εντάσεις διαταραχής, η επαναφορά μέσω φυσικών διεργασιών καθυστερεί απεριόριστα, γιατί τα κατώφλια αναστρεψιμότητας (τουλάχιστον στις χρονικές κλίμακες του ανθρώπινου είδους) έχουν ξεπεραστεί. Στις περιπτώσεις αυτές η επαναφορά εστιάζει στην επιδιόρθωση πολλών αλλαγών στα συστατικά του οικοσυστήματος (αυτό αποκαλείται *επανόρθωση* κατά τους Aronson et al. (1993). Επανόρθωση οικοσυστημάτων μπορεί να συμβεί και στις περιπτώσεις που η οικολογική επαναφορά δεν οδηγεί σε θέσεις πίσω από τα κατώφλια αναστρεψιμότητας. Όπως και κατά την επαναφορά, η επανόρθωση χρησιμοποιεί το οικοσύστημα αναφοράς ως τη βάση για το σχεδιασμό των δράσεων, όμως δίνει έμφαση στην επισκευή των διεργασιών, της παραγωγικότητας και των υπηρεσιών του οικοσυστήματος και όχι στην ακεραιότητά του. Ένας άλλος σχετικά παρόμοιος ορισμός της επανόρθωσης είναι ότι αυτή αποτελεί βελτιωτική πράξη ενός υποβαθμισμένου οικοσυστήματος προς την κατεύθυνση του οικοσυστήματος αναφοράς, τόσο για την επίτευξη των λειτουργιών όσο και της δομής του οικοσυστήματος (Bradshaw, 1997). Τέλος, η ανάταξη χρησιμοποιείται συχνά ως ορολογία στο πλαίσιο της επαναφοράς εδαφών μετά από εξορυκτική δράση, καθώς σ' αυτήν την περίπτωση ο σκοπός επαναφοράς δεν είναι η ανάπλαση του οικοσυστήματος αναφοράς, αλλά η αποφυγή της διάβρωσης του εδάφους και η διασφάλιση της δημόσιας ασφάλειας, δηλ. να επανέλθει το οικοσύστημα σε μία ασφαλή κατάσταση. Επίσης κάποιιοι συγγραφείς χρησιμοποιούν τον όρο *επαναδιάταξη* (Aronson et al., 1993) ή *οικολογική μηχανική* (Odum, 1962). Οι σχετικοί όροι παρουσιάζονται γραφικά στην Εικόνα 6.13.



Εικόνα 6.13 Μοντέλο περιγραφής των βασικών εννοιών επαναφοράς (Aronson et al., 1993).

Ποιοτικά κριτήρια και δείκτες που χρησιμοποιούνται κατά τον προσδιορισμό των ΠΕΠ (αριστερά) και οι 4 κατηγορίες των Περιβαλλοντικά Ευαίσθητων Περιοχών (ΠΕΠ) κατά Kosmas et al. (1999).



Κατηγορία Α: Περιοχές ήδη υποβαθμισμένες λόγω κακής χρήσης στο παρελθόν που παρουσιάζουν κινδύνους για το περιβάλλον γειτονικών περιοχών. Για παράδειγμα έντονα διαβρωμένες περιοχές που υπόκεινται σε υψηλή επιφανειακή απορροή και απώλεια ιζήματος. Αυτό μπορεί να προκαλέσει σημαντικά πλημμυρικά φαινόμενα στα κατάντη και πρόσχωση των φραγμάτων. Αυτές είναι οι κρίσιμες ΠΕΠ.

Κατηγορία Β: Περιοχές στις οποίες κάθε αλλαγή στην λεπτή ισορροπία φυσικής και ανθρώπινης δραστηριότητας είναι πιθανόν να προκαλέσει απερίμωση. Για παράδειγμα η επίδραση της προβλεφθείσας κλιματικής αλλαγής λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι πιθανόν να προκαλέσει μείωση του βιολογικού δυναμικού λόγω της ξηρασίας που θα οδηγήσει στην απώλεια της φυτοκάλυψης από ορισμένες περιοχές, θα τις εκθέσει έτσι σε μεγαλύτερη διάβρωση και τελικά θα τις μετατοπίσει στην κατηγορία Α. Μια αλλαγή της χρήσης γης, όπως για παράδειγμα μια μετατόπιση προς την καλλιέργεια σιτηρών σε ευαίσθητα εδάφη μπορεί να προκαλέσει άμεση αύξηση στην απορροή και τη διάβρωση και ίσως μόλυνση από φυτοφάρμακα και λιπάσματα στα κατάντη. Αυτές είναι ευαίσθητες ΠΕΠ.

Κατηγορία Γ: Περιοχές που απειλούνται από την απερίμωση κάτω από σημαντική κλιματική αλλαγή, αν εφαρμοστεί κάποιος ειδικός συνδυασμός χρήσεων γης ή εκεί όπου δημιουργούνται έντονα προβλήματα από επιδράσεις που ξεκινούν από αλλού, για παράδειγμα η μεταφορά σε χαμηλότερες περιοχές φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιήθηκαν ψηλότερα κάτω από διαφορετικές χρήσεις γης ή κοινωνικοοικονομικές συνθήκες. Αυτό θα περιλάμβανε ακόμα εγκαταλελειμμένη γη η οποία δε διαχειρίζεται σωστά. Αυτή είναι μια λιγότερο σοβαρή περίπτωση από την κατηγορία Β, για την οποία όμως είναι απαραίτητος ο σχεδιασμός. Αυτές είναι οι δυννητικές ΠΕΠ. Περιοχές με βαθιά ως πολύ βαθιά, σχεδόν επίπεδα, καλά αποστραγγιζόμενα, χονδρόκοκκα ή και πιο λεπτόκοκκα εδάφη κάτω από ημίξηρες ή και πιο υγρές κλιματικές συνθήκες ανεξάρτητα από τη βλάστηση θεωρούνται ως μη απειλούμενες από την απερίμωση.

Με σκοπό τον προσδιορισμό καλύτερων στόχων επαναφοράς και εκτίμησης των αποτελεσμάτων απαιτείται η περιγραφή με μετρήσιμα μεγέθη του οικοσυστήματος αναφοράς, του οικοσυστήματος που πρόκειται να επανέλθει, όπως και του περιβάλλοντος τοπίου. Για το σκοπό αυτό έχει αναπτυχθεί από τους Aronson

et al. (1993) και Aronson & Le Floch (1996) σειρά ιδιοτήτων σχετικών με τα οικοσυστήματα (18 Ζωτικές Ιδιότητες Οικοσυστημάτων, Vital Ecosystem Attributes, VEA) και τα τοπία (16 Ζωτικές Ιδιότητες Τοπίων, Vital Landscape Attributes, VLA) που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες δομής τοπίου και βιοτικής σύνθεσης, αλληλεπιδράσεων που εκδηλώνονται εντός των τοπίων, απομόνωσης τοπίων και υποβάθμισης αυτών. Οι Bazin & Barnaud (2002) προτείνουν να συνυπολογίζονται επιπλέον δείκτες κοινωνικοί και οικονομικοί. Οι ιδιότητες αυτές είναι (Aronson et al. (1993) και Aronson & Le Floch (1996)):

A. Ζωτικές Ιδιότητες Οικοσυστημάτων (Vital Ecosystem Attributes)

A1. Ιδιότητες που σχετίζονται με τη δομή των οικοσυστημάτων

- (1) Αφθονία πολυετών ειδών
- (2) Αφθονία ετησίων ειδών
- (3) Συνολική φυτοκάλυψη
- (4) Υπέργεια φυτομάζα
- (5) β-ποικιλότητα
- (6) Βιοφάσμα
- (7) Χαρακτηριστικά είδη
- (8) Μικροβιακή βιομάζα
- (9) Ζωοποικιλότητα εδάφους

A2. Ιδιότητες που σχετίζονται με τη λειτουργία των οικοσυστημάτων

- (1) Παραγωγικότητα βιομάζας
- (2) Οργανική ουσία εδάφους
- (3) Μέγιστο διαθέσιμο νερό του εδάφους
- (4) Συντελεστής αποτελεσματικότητας κατακρημνισμάτων
- (5) Αποτελεσματικότητα χρήσης κατακρημνισμάτων
- (6) Διάρκεια διαθεσιμότητας νερού
- (7) Αποτελεσματικότητα χρήσης αζώτου
- (8) Αποτελεσματικότητα μικρο-συμβίωσης
- (9) Δείκτες ανακύκλωσης θρεπτικών

B. Ζωτικές Ιδιότητες Τοπίων (Vital Landscape Attributes)

- (1) Τύπος, αριθμός και εύρος εδαφικών σχηματισμών
- (2) Αριθμός οικοσυστημάτων
- (3) Τύπος, αριθμός και εύρος μονάδων γης
- (4) Ποικιλία, διάρκεια και ένταση ιστορικών χρήσεων γης
- (5) Ποικιλία σύγχρονων χρήσεων γης
- (6) Αριθμός και αναλογία τύπων χρήσεως γης
- (7) Αριθμός και ποικιλία οικοτόνων
- (8) Αριθμός και τύποι διαδρόμων
- (9) Ποικιλία επιλεγμένων, σημαντικών ομάδων οργανισμών
- (10) Εύρος και τυπικότητα των οργανισμών που χρησιμοποιούν τακτικά τους οικοτόνους
- (11) Δείκτες ανακύκλωσης ροών και ανταλλαγών νερού, θρεπτικών και ενέργειας εντός και μεταξύ των οικοσυστημάτων
- (12) Πρότυπα και ρυθμοί κίνησης νερού και θρεπτικών
- (13) Βαθμός ανθρωπογενούς μετασχηματισμού του τοπίου
- (14) Διασπορά διαταραχών
- (15) Αριθμός και σημασία βιολογικών εισβολών
- (16) Φύση και ένταση των διαφόρων πηγών υποβάθμισης (νόμιμων ή παράνομων)

Παράλληλα κείμενα

Φωτιάδης Γ. και Μ.Σ. Βραχνάκης. 2012. Σχέδιο Δράσης Αγρολιβαδικών Οικοσυστημάτων (ΑΛΣΔ). Τελική Έκθεση. Έργο στα πλαίσια υλοποίησης της Δράσης Α2. Εκπόνηση θεματικού σχεδίου δράσης Αγρολιβαδικών οικοσυστημάτων του προγράμματος LIFE09NAT/GR/000323 - "Demonstration of the Biodiversity Action Planning approach, to benefit local biodiversity on an Aegean island, Skyros», 81 σελ. (+ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ).

Chouvardas D. and M.S. Vrahnakis. 2009. A semi-empirical model for the near-future evolution of the lake Koronia landscape. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 10(3):867-876.

Σχετικοί δικτυακοί τόποι

- Δικτυακός τόπος της πρωτοβουλίας GreenFacts για την ερημοποίηση
<http://www.greenfacts.org/en/desertification/>
- Δικτυακός τόπος του FAO για την υποβάθμιση των εδαφών
<http://www.fao.org/nr/land/degradation/en/>
- Δικτυακός τόπος του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας για την υποβάθμιση και την ερημοποίηση
<http://www.who.int/globalchange/ecosystems/desert/en/>
- Video του BBC για τη χωροκατακτητική ανταγωνιστική συμπεριφορά του Japanese knotweed (*Fallopia japonica*)
<https://www.youtube.com/watch?v=00o4bZB4csA>
- Δικτυακός τόπος της NASA για την κλιματική αλλαγή
<http://climate.nasa.gov/>

Βιβλιογραφία

- Allen, C.D. & Breshears, D.D. (1998). Drought-induced shift of a forest-woodland ecotone: Rapid landscape response to climate variation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95, 14839-14842.
- Anderson, P. (1995). Ecological restoration and creation: a review. *Biological Journal of the Linnean Society*, 56, 187-211.
- Aronson, J. & Le Floch, E. (1996). Vital landscape attributes: missing tools for restoration ecology. *Restoration Ecology*, 4, 377-387.
- Aronson, J., Floret, C., Le Floch, E., Ovalle, C. & Pontanier, R. (1993). Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands. I. A review from the South. *Restoration Ecology*, 1, 8-17.
- Aronson, J., Dhillon, S. & Le Floch, E. (1995). On the need to select an ecosystem of reference, however imperfect: a reply to Pickett and Parker. *Restoration Ecology*, 3, 1-3.
- Athanasίου, M. & Xanthopoulos, G. (2014). Wildfires in Mediterranean shrubs and grasslands, in Greece: In situ fire behaviour observations versus predictions. Paper presented at *VII International Conference on Forest Fire Research*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Baldock, D., Bartley, J., Farmer, M., Hart, K., Lucchesi, V., Silcock, et al. (2007). *Evaluation of the environmental impacts of the CAP measures related to the beef and milk sector*. London: IEEP.
- Barron-Gafford, G.A., Scott, R.L., Jenerette, G.D., Hamerlynck, E.P. & Huxman, T.E. (2012). Temperature and precipitation controls over leaf- and ecosystem-level CO₂ flux along a woody plant encroachment gradient. *Global Change Biology*, 18, 1389-1400.
- Baudry, J. (2002). Les échelles d'espace et de temps en écologie de la restauration. *La Terre et la Vie Revue d'écologie*, 9, 149-158.
- Bazin, P. & Barnaud, G. (2002). Du suivi à l'évaluation: à la recherche d'indicateurs opérationnels en écologie de la restauration. *La Terre et la Vie Revue d'écologie*, 9, 201-224.
- Beckage, B., Gross, L.J. & Platt, W.J. (2006). Modelling responses of pine savannas to climate change and large-scale disturbance. *Applied Vegetation Science*, 9, 75-82.
- Bowyer, C., Withana, S., Fenn, I., Bassi, S., Lewis, M., Cooper, et al. (2009). *Land degradation and desertification*. Brussels: European Parliament's Committee on the Environment, Public Health and Food Safety.

- Bradley, N.L., Leopold, A.C., Ross, J. & Huffaker, W. (1999). Phenological changes reflect climate change in Wisconsin. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96, 9701-9704.
- Bradshaw, A.D. (1997). What do we mean by restoration? In K.M. Urbanska, N.R. Webb & P.J. Edwards (Eds), *Restoration ecology and sustainable development* (pp. 8-16). Cambridge: Cambridge University Press.
- Chytrý, M., Pyšek, P., Wild, J., Pino, J., Maskell, L.C. & Vilà, M. (2009). European map of alien plant invasions based on the quantitative assessment across habitats. *Diversity and Distributions*, 15, 98-107.
- Coffin, D.P., Lauenroth, K.W. & Burke, I.C. (1996). Recovery of vegetation in a semiarid grassland 53 years after disturbance. *Ecological Applications*, 6, 538-555.
- Covich, A.P., Fritz, S.C., Lamb, P.J., Marzolf, R.D., Matthews, W.J., Poiani, K.A., et al. (1997). Potential effects of climate change on aquatic ecosystems of the Great Plains of North America. *Hydrological Processes*, 11, 993-1021.
- Daily, C.G. (1995). Restoring value to the world's degraded lands. *Science*, 269, 350-354.
- Deák, B., Valkó, O., Török, P., Végvári, Z., Hartel, T., Schmotzer, A., et al. (2014). Grassland fires in Hungary—Experiences of nature conservationists on the effects of fire on biodiversity. *Applied Ecology and Environmental Research*, 12(1), 267-283.
- DEWNR. (2013). *Ecological fire management guidelines*. Adelaide: Government of South Australia.
- Di Castri, F., Hansen, A.J. & Holland, M.M. (1988). *A new look at ecotones: emerging international projects on landscape boundaries*. Paris: Biology International.
- Esser, G. (1992). Implications of climate change for production and decomposition in grasslands and coniferous forests. *Ecological Applications*, 2, 47-54.
- Evangelou, C., Chouvardas, D. & Papanastasis, V.P. (2005). Use of a modified GIS-based environmentally sensitive areas index (ESAI) to evaluate desertification risk in rangelands of northern Greece. pp. 285-292. Paper presented at 1st International Conference on Remote Sensing and Geoinformation Processing in the Assessment and Monitoring of Land Degradation and Desertification. Trier: CRC Press.
- Fahnestock, J.T. & Detling, J.K. (2002). Bison-prairie dog-plant interactions in a North American mixed-grass prairie. *Oecologia*, 132, 86-95.
- Golley, F.B. (1993). *A history of the ecosystem concept in ecology*. New Heaven: Yale University Press.
- Gray, A.J., Marshall, D.F. & Raybould, A.F. (1991). A century of evolution in *Spartina anglica*. *Advances in Ecological Research*, 21, 1-61.
- Grime, J.P. (1979). *Plant strategies and vegetation processes*. Chichester: Wiley.
- Harte J. & R. Shaw. 1995. Shifting dominance within a montane vegetation community: results of a climate-warming experiment. *Science*, 267, 876-880.
- Heger, T. & Trepl, L.(2003). Possibilities to predict biological invasions. *Biological Invasions*, 5(4), 313-321.
- Heisey, R.M. (1990). Evidence for allelopathy by tree of heaven (*Ailanthus altissima*). *Journal of Chemical Ecology*, 16, 2039-2055.
- Heisey, R.M. (1996). Identification of an allelopathic compound from *Ailanthus altissima* and characterization of its herbicidal activity. *American Journal of Botany*, 83, 192-200.
- Heller, N.E. & Zavaleta, E.S. (2009). Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations. *Biological Conservation*, 122, 14-32.
- Hirst, R.H., Pywell, R.F., Marrs, R.H. & Putwain, P.D. (2003). The resistance of a chalk grassland to disturbance. *Journal of Applied Ecology*, 40, 368-379.
- Hobbs, R.J. & Norton, D.A. (1996). Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration Ecology*, 4, 93-110.
- Holmgren, M. & Scheffer, M. (2001). El Niño as a window of opportunity for the restoration of degraded arid ecosystems. *Ecosystems*, 4, 151-159.
- Hulme, P.E. (2006). Beyond control: wider implications for the management of biological invasions. *Journal of Applied Ecology*, 43, 835-847.
- Hungate, B.A., Dukes, J.S., Shaw, M.R., Luo, Y. & Field, C.B. (2003). Nitrogen and climate change. *Science*, 302, 1512-1513.
- IUCN, (1994). 1993 *United Nation list of national parks and protected areas*. Gland: World Conservation Monitoring Centre.

- Johnson, W.C., Millett, B.V., Gilmanov, T., Voldseth, R.A., Guntenspergen, G.R., & Naugle, D.E. (2005). Vulnerability of Northern Prairie wetlands to climate change. *BioScience*, 55, 863-872.
- Jordan III, W.R., Gilpin, M.E. & Aber, J.D. (1987). Restoration ecology: ecological restoration as a technique for basic research. In W.R. Jordan III, M.E. Gilpin & J.D. Aber (Eds), *Restoration ecology. A synthetic approach to ecological research* (pp. 3-21). Cambridge: Cambridge University Press.
- Joyce, L.A., Ojima, D., Seielstad, G.A., Harriss, R. & Lockett, J. (2003). Potential consequences of climate variability and change for the Great Plains. In National Assessment Synthesis Team Report for the U.S. Global Change Research Program (Eds.), *Climate change impacts on the United States: The potential consequences of climate variability and change* (pp. 191-217). Cambridge: Cambridge University Press.
- Kairis, O., Karavitis, C., Kounalaki, A., Fasouli, V. & Kosmas, C. (2011). The effect of overgrazing on soil erosion and land desertification in grazing land. Paper presented at 6th *International Congress of European Society for Soil Conservation, Innovative Strategies and Policies for Soil Conservation*. Thessaloniki: National Agricultural Research Foundation.
- Katz, E. (1997). Humans and the value of nature. In G.K. Meffe & C.R. Carroll (Eds), *Principles of conservation biology* (pp. 668-669). Sunderland: Sinauer Associates Inc. Publishers.
- Kirchmann, H. & Thorvaldsson, G. (2000). Challenging targets for future agriculture. *European Journal of Agronomy*, 12, 145-161.
- Kolar, C.S. & Lodge, D.M. (2001). Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends in Ecology and Evolution*, 16(4), 199-204.
- Kosmas, C. (2011). Indicators and thematic strategy for soil protection. Paper presented at 6th *International Congress of European Society for Soil Conservation, Innovative Strategies and Policies for Soil Conservation*. Thessaloniki: National Agricultural Research Foundation.
- Kosmas, C., Kirkby, M. & Geeson, N. (1999). *Manual on key indicators of desertification and mapping Environmentally Sensitive Areas to desertification. The Medals project: Mediterranean Desertification and Land Use*. Brussels: European Commission.
- Kowarik, I. (2003). *Biologische invasionen: Neophyten und neozoen in mitteleuropa*. Stuttgart: Ulmer.
- Law, R. & Morton, R.D. (1996). Permanence and the assembly of ecological communities. *Ecology*, 77, 762-775.
- Le Floch, E., Aronson, J., Dhillon, S., Guillem, J.-L., Grossman, A. & Cunge, E. (1998). Biodiversity and ecosystem trajectories: first results from a new LTER in Southern France. *Acta Oecologica*, 19, 285-296.
- Le Houerou, H.N. (1981). Impact of man and his animals on Mediterranean vegetation. In F. di Castri, D.W. Goodall & R.L. Specht (Eds), *Ecosystems of the world 11. Mediterranean-type shrublands* (pp. 479-521). New York: Elsevier Sci. Publ. Co.
- Loarie, S.R., Duffy, P.B., Hamilton, H., Asner, G.P., Field, C.B. & Ackerly, D.D. (2009). The velocity of climate change. *Nature*, 462, 1052-1057.
- Lorent, H., Evangelou, C., Stellmes, M., Hill, J., Papanastasis, V., Tsiourlis, G., et al. (2008). Land degradation and economic conditions of agricultural households in a marginal region of northern Greece. *Global and Planetary Change*, 64, 198-209.
- McIntyre, S. & Hobbs, R. (1999). A framework for conceptualizing human effects on landscapes and its relevance to management and research models. *Conservation Biology*, 13, 1282-1292.
- McLaughlin, S.E. & Bowers, J.P. (1982). Effects of wildfire on a Sonoran Desert plant community. *Ecology*, 63, 246-248.
- McMahon, J.A. & Holl, K.D. (2001). Ecological restoration. A key to conservation's biology future. In E. Soulé & G.H. Orians (Eds), *Conservation biology: Research priorities for the next decades* (pp. 245-269). Washington DC: Island Press.
- Merou, T.P. & Papanastasis, V.P. (2009). Factors affecting the establishment and growth of annual legumes in semi-arid mediterranean grasslands. *Plant Ecology*, 201, 491-500.
- Merou, T.P., Tsiftsis, S. & Papanastasis, V.P. (2013). Disturbance and recovery in semi-arid Mediterranean grasslands. *Applied Vegetation Science*, 16(3), 417-425.
- Mitchell, R.J., Auld, M.H.D., Le Duc, M.G. & Marrs, R.H. (2000). Ecosystem stability and resilience: a review of their relevance for conservation management of lowland heaths. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 3, 142-160.

- Morgan, J.A., Milchunas, D.G., LeCain, D.R., West, M. & Mosier, A.R. (2007). Carbon dioxide enrichment alters plant community structure and accelerates shrub growth in the shortgrass steppe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104, 14724-14729.
- Morgan, J.A., Derner, J.D., Machunas, D.G. & Pendall, E. (2008). Management implications of global change for Great Plains rangelands. *Rangelands*, 30(3), 18-22.
- Mulholland, P.J., Best, G.R., Coutant, C.C., Hornberger, G.M., Meyer, J.L., Robinson, et al. (1997). Effects of climate change on freshwater ecosystems of the south-eastern United States and the gulf coast of Mexico. *Hydrological Processes*, 11, 949-970.
- Murkin, H.R. (1998). Freshwater functions and values of prairie wetlands. *Great Plains Research*, 8, 3-15.
- Odum, H.T. (1962). Man in the ecosystem. Proceedings Lockwood conference on the suburban forest and ecology. *Bulletin of the Connecticut Agricultural Station*, 652, 57-75.
- Ormerod, S.J. (2003). Restoration in applied ecology: editor's contribution. *Journal of Applied Ecology*, 40, 44-50.
- Papanastasis, V., Kyriakakis, S. & Ispikoudis, I. (1990). Forestry and grazing practices in Crete. In D. Grove, J. Moody & O. Rackam (Eds), *Stability and change in the Cretan landscape* (pp. 42-46). Cambridge: Cambridge University Press.
- Papanastasis, V.P. & Chouvardas, D. (2005). The state-and-transition approach to conservation management of Mediterranean rangelands and landscapes. *Israel Journal of Plant Science*, 53, 191-202.
- Parker, V.T. & Pickett, S.T.A. (1997). Why restoration? In K.M. Urbanska, N.R. Webb & P.J. Edwards (Eds), *Restoration ecology and sustainable development* (pp. 17-32). Cambridge: Cambridge University Press.
- Pickett, S.T.A. & Cadenasso, M.L. (2005). Vegetation dynamics. In E. Van der Maarel (Ed.), *Vegetation ecology* (pp. 172-198). Malden: Blackwell Science Ltd.
- Poiani, K.A., Johnson, W.C. & Kittel, T.G.F. (1995). Sensitivity of a prairie wetland to increased temperature and seasonal precipitation changes. *Water Resources Bulletin*, 31, 283-294.
- Polley, H.W. (1997). Implications of rising atmospheric carbon dioxide concentration for rangelands. *Journal of Range Management*, 50, 562-577.
- Poschlod, P. & WallisDeVries, M.F. (2002). The historical and socio-economic perspective of calcareous grasslands-lessons from the distant and recent past. *Biological Conservation*, 104, 361-376.
- Poux, X., Beaufoy, G., Bignal E., Hadjigeorgiou, I., Ramain, B. & Susmel, P. (2006). *Study on Environmental Consequences of Sheep and Goat farming and of the Sheep and Goat Premium System. Final Study*. Brussels: European Commission,
- Prach, K., Pysek, P. & Bastl, M. (2001). Spontaneous vegetation succession in human-disturbed habitats; a pattern across seres. *Applied Vegetation Science*, 4, 83-88.
- Pritchett, D.A. (1997). Maybe, sometimes. A practitioner replies. *Restoration and Management Notes*, 15(1), 51.
- Pysek, P., Brock, J.H., Bimova, K., Mandak, B., Jarosik, V., Koukolikova, I., et al. (2003). Vegetative regeneration in invasive *Reynoutria* (Polygonaceae) taxa: the determinant of invasibility at the genotype level. *American Journal of Botany*, 90(10), 1487-1495.
- Rehfeldt, G.E., Crookston, N.L., Saenz-Romero, C. & Campbell, E.M. (2012). North American vegetation model for land-use planning in a changing climate: a solution to large classification problems. *Ecological Application*, 22, 119-141.
- Reichhardt, K. (1982). Succession of abandoned fields on the shortgrass prairie, northeastern Colorado. *The Southwestern Naturalist*, 27, 299-304.
- Salo, L.F. (2004). Population dynamics of red brome (*Bromus madritensis* subsp. *rubens*): times for concern, opportunities for management. *Journal of Arid Environments*, 57, 291-296.
- Schrader, G. (2005). Invasive alien plants in Europe - how can they be regulated? *Paper presented at International Workshop Plants in Mediterranean Type Regions of the World*. Strasbourg: Council of Europe Publishing.
- Schrader, G. & Unger, J.G. (2003). Plant Quarantine as a measure against invasive alien species: The framework of the International Plant Protection Convention and the Plant Health Regulations in the European Union. *Biological Invasions*, 5(4), 357-364.
- Schroeder, P.M., Hayden, B. & Dolan, R. (1979). Vegetation changes along the United States east coast following the Great Storm of March 1962. *Environmental Management*, 34, 331-338.

- SER. (2004). *The SER international primer on ecological restoration*. Washington DC: Society for Ecological Restoration International Science and Policy Working Group.
- Settele, J., Hammen, V., Hulme, P., Karlson, U., Klotz, S., Kotarac, et al. (2005). ALARM: assessing Large-scale environmental Risks for biodiversity with tested Methods. *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, 14, 69–72.
- Stubbendieck, J., Volesky, J.V. & Ortmann, J. (2007). *Grassland management with prescribed fire*. Lincoln: University of Nebraska.
- Temperton, V.M., Hobbs, R.J., Nuttle, T. & Halle, S. (2004). *Assembly rules and restoration ecology*. Washington DC: Island Press.
- Thomas-Van Gundy, M.A., Nowacki, G.J. & Cogbill, C.V. (2015). *Mapping pyrophilic percentages across the northeastern United States using witness trees, with focus on four national forests*. Newtown Square: US Dept. of Agriculture.
- Thompson, J.D. (1991). The biology of an invasive plant. *Bioscience*, 41(6), 393-401.
- Thornes, J.B. (1993). Mediterranean desertification and vegetation cover. In R. Fantechi, D. Peter, P. Balabanis & J.L. Rubio (Eds), *Environment and quality of life- Desertification in a European context: Physical and socio-economic aspects*(pp. 169-194). Brussels: European Commission.
- Tilman, D. & Downing, J.A. (1994). Biodiversity and stability in grasslands. *Ecosystem Management: Selected Readings*, 367, 363-365.
- Vitousek, P.M. (1994). Beyond global warming: ecology and global change. *Ecology*, 75, 1861-1876.
- Vrahnakis, M.S., Fotiadis, G., Chouvardas, D., Mantzanas, K. & Papanastasis, V.P. (2005). Components of floristic diversity in kermes oak shrublands. *Grasslands Science in Europe*, 10, 149-152.
- Vujnovic, K., Wein, R.W. & Dale, M.R.T. (2002). Predicting plant species diversity in response to disturbance magnitude in grassland remnants of central Alberta. *Canadian Journal of Botany*, 80, 504-511.
- Weiss, S.B. (1999). Cars, cows, and checkerspot butterflies: Nitrogen deposition and management of nutrient-poor grasslands for a threatened species. *Conservation Biology*, 13, 1476-1486.
- Westman, W.E. (1986). Resilience: concepts and measures. In B. Dell, A.J.M. Hopkins & B.B. Lamont (Eds), *Resilience in Mediterranean-type ecosystems* (pp. 5-19). Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers.
- White, P.S. & Jentsch, A. (2001). The search for generality in studies of disturbance and ecosystem dynamics. *Progress in Botany*, 62, 399-450.
- White, P.S. & Pickett, S.T.A. (1985). Natural disturbance and patch dynamics - An introduction. In P.S. White and S.T.A. Pickett (Eds), *The ecology of natural disturbance and patch dynamics* (pp. 3-13). New York: Academic Press.
- Williams, A.P., Allen, C.D., Millar, C.I., Swetnam, T.W., Michaelsen, J., Still, C.J. et al. (2010). Forest responses to increasing aridity and warmth in the southwestern United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107, 21289-21294.
- Williamson, M. (1999). Invasions. *Ecography*, 22, 5-12.
- Williamson, M. (2001). Can the impacts of invasive plants be predicted? In G. Brundu, J.H. Brock, I. Camarda, L.E. Child & P.M. Wade (Eds), *Plant invasions - Species ecology and ecosystem management* (pp. 11-20). Leiden: Backhuys Publishers.
- Young, T.R. (2000). Restoration ecology and conservation biology. *Biological Conservation*, 92, 73-83.
- Zavaleta, E.S., Shaw, M.R., Chiariello, N.R., Mooney, H.A. & Field, C.B. (2003). Additive effects of simulated climate changes, elevated CO₂, and nitrogen deposition on grassland diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100, 7650-7654.
- Δημητρακόπουλος, Α.Π. (2001). Διαχρονική ανάλυση των δασικών πυρκαγιών και των καμένων δασικών εκτάσεων κατά την περίοδο 1955-1999. Στο 9^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο., Προστασία φυσικού περιβάλλοντος και αποκατάσταση διαταραγμένων περιοχών. Θεσσαλονίκη: Ελληνική Δασολογική Εταιρία.
- Καϊλίδης, Δ. (1990). *Δασικές πυρκαγιές*. Θεσσαλονίκη: Γιαχούδης-Γιαπούλης.
- Καμηλάκη-Πολυμέρου, Α. & Καραμανές, Ε. (2008). *Λαογραφία: Παραδοσιακός πολιτισμός*. Αθήνα: Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων.
- Κωνσταντινίδης, Π. (2001). Μέθοδοι αποκατάστασης των δασικών οικοσυστημάτων στην Ελλάδα. *Γαιόγραμμα, Ιανουάριος- Φεβρουάριος 2001*.
- Ντάφης, Σ. (1986). *Δασική οικολογία*. Θεσσαλονίκη: Γιαχούδης-Γιαπούλης.
- Παπαναστάσης, Β.Π. & Ισπικούδης, Ι. (2012). *Λιβαδική οικολογία*. Θεσσαλονίκη: Γιαχούδης.

- Φαλτάιτς, Μ. (1976). *Σκυριανών συσσωματώσεις. Οι «Σμίχτες» - Σκυριανοί τσοπάνηδες*. Σκύρος: Ιστορική και Λαογραφική Εταιρεία Σκύρου.
- Φωτιάδης, Γ. & Βραχνάκης, Μ.Σ. (2012). *Σχέδιο δράσης αγρολιβαδικών οικοσυστημάτων (ΑΛΣΔ). Τελική έκθεση*. Έργο στα πλαίσια υλοποίησης του προγράμματος LIFE09NAT/GR/000323 - “Demonstration of the Biodiversity Action Planning approach, to benefit local biodiversity on an Aegean island, Skyros».
- Χουβαρδός, Δ. (2007). *Εκτίμηση της διαχρονικής επίδρασης των κτηνοτροφικών συστημάτων και των χρήσεων γης στα τοπία με τη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS)* (Διδακτορική διατριβή, Α.Π.Θ., 2000). Ανακτήθηκε από <http://hdl.handle.net/10442/hedi/15394>.
- Χουβαρδός, Δ., Βραχνάκης, Μ., Μαντζανάς, Κ., Ισπικούδης, Ι. & Παπαναστάσης, Β. (2008). Βραχυχρόνια πρόγνωση της εξέλιξης των μονάδων χρήσεων/κάλυψης γης του τοπίου της Λίμνης Κορώνειας με τη χρήση του ημι-εμπειρικού μοντέλου CLUE-S. Στο *3ο Περιβαλλοντικό Συνέδριο Μακεδονίας*. Θεσσαλονίκη: Ένωση Ελλήνων Χημικών.

Κριτήρια αξιολόγησης

Α. Δραστηριότητες διδακτικής ενότητας

1. Δώστε παραδείγματα οικολογικής διαδοχής. (500 λέξεις)
2. Η ιστορική αβεβαιότητα αποτελεί βασικό συστατικό των κανόνων σύνθεσης. Δώστε παραδείγματα και αντιπαραβάλετέ τα με τη θεωρία της οικολογικής διαδοχής (500 λέξεις)
3. Κατά τον Grime, η βόσκηση αποτελεί παράγοντα διαταραχής ή παράγοντα καταπόνησης στα λιβαδικά οικοσυστήματα; Αιτιολογείστε. (200 λέξεις)
4. Ποιες οι συνέπειες της γεωργοποίησης των πεδινών λιβαδιών της Μακεδονίας και της Θεσσαλίας; (400 λέξεις)
5. Ποια συμπεράσματα εξάγετε από τη χρήση των λιβαδιών της Σκύρου κατά το παρελθόν; (300 λέξεις)
6. Ποιες οι αρνητικές συνέπειες της πυρκαγιάς στα Μεσογειακά λιβάδια; Υπό ποιες προϋποθέσεις μπορεί να επιφέρουν θετικά αποτελέσματα στην εκτατική κτηνοτροφία; (500 λέξεις)
7. Πως κατά τη γνώμη σας η βόσκηση μπορεί να συμβάλλει στην αντιμετώπιση των αρνητικών συνεπειών της κλιματικής αλλαγής; (300 λέξεις)
8. Ποια συμπεράσματα εξάγετε από το έργο επαναφοράς που επιχείρησε ο Aldo Leopold στο Wisconsin (ΗΠΑ); (300 λέξεις)

Β. Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης

Σωστό ή λάθος	Επιλέξτε
Σημαντικό ρόλο στη χλωρίδα των εγκαταλειμμένων αγρών παίζει η λίπανση.	Σωστό Λάθος
Η διαταραχή θεωρείται ως ένα μεμονωμένο γεγονός στο χρόνο.	Σωστό Λάθος
Η καταγεγραμμένη μεγάλη μείωση των ποολίβαδων, αλλά και οι δυσμενείς προοπτικές τους στο μέλλον, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην ανάπτυξη πολιτικών διαχείρισης της γης.	Σωστό Λάθος
Ο αριθμός των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα από το 1990 και έκτοτε μειώνεται.	Σωστό Λάθος
Η εξάντληση των θρεπτικών μπορεί να συμβεί γρηγορότερα στις ξηρότερες περιοχές.	Σωστό Λάθος

Η εκτεταμένη κατάρτηση που χαρακτηρίζει τα λιβαδικά οικοσυστήματα της Ελλάδας αυξάνει τις ευκαιρίες διασποράς των ειδών σε σχέση με το κλίμα.	Σωστό Λάθος
Τα ελληνικά λιβάδια φαίνεται να αντιμετωπίζουν σημαντικό πρόβλημα εισβολής ξενικών ειδών.	Σωστό Λάθος
Η <i>Robinia pseudoacacia</i> έχει θετικές συνέπειες στα φτωχά εδάφη των λιβαδιών.	Σωστό Λάθος
Η ανάλυση της επίδρασης των επιδοτήσεων της ΕΕ στην επικέρδεια των κτηνοτροφικών εκτατικών εκμεταλλεύσεων έδειξε ότι δύναται να προωθήσουν πρακτικές χρήσεων γης με αρνητικές οικολογικές επιδράσεις.	Σωστό Λάθος
Η οικολογική επαναφορά μερικές φορές επιτυγχάνεται απλά με την απομάκρυνση του αίτιου διαταραχής χωρίς επιπρόσθετες δράσεις.	Σωστό Λάθος

Συμπληρώστε	Επιλέξτε
Οι περιβαλλοντικές αλλαγές εγείρουν ερωτήματα για τη σχέση και φυσικού περιβάλλοντος	ανθρώπου οικονομίας
Ο οικοτόνος είναι μία..... μεταξύ δύο γειτονικών οικοσυστημάτων.	ζώνη διαταραχής μεταβατική ζώνη
Η γεωργοποίηση της ελληνικής υπαίθρου έλαβε έκταση ιδιαίτερα σε περιοχές με εδάφη.	γόνιμα φτωχά
Η εξαφάνιση των ποολίβαδων στα πεδινά της Ελλάδας αναμένεται να έχει σοβαρές συνέπειες στην..... των τοπίων.	οικονομική αξία οικολογική λειτουργία
Οι αρνητικές συνέπειες των πυρκαγιών στα λιβάδια μπορούν να ομαδοποιηθούν γενικά στις περιβαλλοντικές και στις	οικονομικές αναγεννητικές
Ως ορίζεται η ικανότητα του οικοσυστήματος να αντιτίθεται (αντικρούει) στη διαταραχή.	αντίσταση ελαστικότητα
Καθώς οι κλιματικές συνθήκες μετατοπίζονται γεωγραφικά, αντίστοιχα μετατοπίζεται και η πολλών φυτών και ζώων.	οικολογική εξέλιξη γεωγραφική κατανομή
Οι τοπικές αλλαγές του μπορεί να επηρεάσουν τις αποφάσεις διαχείρισης, όπως το πότε θα εφαρμοστεί η προδιαγεγραμμένη καύση.	κλίματος αέρα
Η περιεχόμενη εδαφική υγρασία στο υπερβοσκημένο έδαφος είναι έναντι του υποβοσκημένου λόγω μικρότερης κάλυψης της βλάστησης	χαμηλότερη υψηλότερη
Η εκτίμηση της ευαισθησίας στην υποβάθμιση και ερημοποίηση των γαιών αποτελεί σημαντικό εργαλείο τους.	στην ανανέωση στη διαχείριση

ΜΕΡΟΣ Β - ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΛΙΒΑΔΙΩΝ

Δ.Ε.7 Ποιοτική εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της λειτουργίας των λιβαδιών

Σκοπός της ενότητας είναι η περιγραφή του μοντέλου της λιβαδικής υγείας προσαρμοσμένου στις συνθήκες των μεσογειακών λιβαδιών και η εξαγωγή συμπερασμάτων μετά από την εφαρμογή του σε μελέτη περίπτωσης.

Σύνοψη

Η ποιοτική εκτίμηση της λειτουργίας των λιβαδιών αποτέλεσε και αποτελεί σημαντική πρόκληση στη διαχείριση των λιβαδιών, καθώς με την έκφρασή της επιχειρείται η περιεκτική αποτύπωση της εύρυθμης οικολογικής αποτελεσματικότητάς τους. Η εκτίμηση στηρίχτηκε για πολλές δεκαετίες στο μοντέλο της λιβαδικής κατάστασης, όμως τα τελευταία χρόνια η επιστημονική κοινότητα, ιδίως της Αμερικής, φαίνεται να αποδέχεται το μοντέλο της λιβαδικής υγείας. Στην περίπτωση των μεσογειακών λιβαδιών φαίνεται ότι ένα μοντέλο που συνδυάζει τόσο το υπόβαθρο της θεωρίας της λιβαδικής κατάστασης όσο και της λιβαδικής υγείας φαίνεται να είναι πιο δόκιμο. Το μοντέλο αυτό λαμβάνει υπόψη του τρεις σημαντικούς τομείς (κριτήρια) οικολογικής αποτελεσματικότητας: υδρολογική λειτουργία, σταθερότητα εδάφους, βιολογική σταθερότητα. Με τα κριτήρια αυτά συνδέονται δεκαπέντε οικολογικοί δείκτες. Η ποιοτική εκτίμηση γίνεται με την οπτική αξιολόγηση (βαθμολόγηση) της κατάστασης των δεικτών από έμπειρους λιβαδοπόνους και τη συμπλήρωση σχετικού πρωτοκόλλου πεδίου. Το μοντέλο περιγράφεται αναλυτικότερα και εφαρμόζεται στην πράξη στην περίπτωση των θαμνολίβαδων του Λαγκαδά. Διαπιστώνεται η ανάγκη λήψης μέτρων βελτίωσης της κατάστασης των δεικτών κατά κριτήριο οικολογικής αποτελεσματικότητας ή και συνολικότερα.

Προαπαιτούμενη γνώση – προσδοκώμενα αποτελέσματα

Η δυναμική και οικολογική αποτελεσματικότητα των λιβαδιών και κατ' επέκταση η οικονομική τους απόδοση επηρεάζονται καθοριστικά από τις οικολογικές διαταραχές (σύνδεση με την προηγούμενη διδακτική ενότητα). Έτσι κρίνεται απαραίτητο η αποτύπωση της κατάστασης λειτουργίας των λιβαδιών με τη χρήση ποιοτικών κριτηρίων και δεικτών προσαρμοσμένων στις μεσογειακές συνθήκες. Η ποιοτική εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της λειτουργίας των λιβαδιών παρέχει το πλαίσιο και λειτουργεί συμπληρωματικά και καθοριστικά στην ποσοτική εκτίμηση της αποτελεσματικότητας λειτουργίας τους (σύνδεση με την επόμενη διδακτική ενότητα) και καθορίζει τις κατευθύνσεις βελτίωσης που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαχείριση των λιβαδιών.

Έννοιες – κλειδιά (keywords):

- λιβαδική κατάσταση (range condition)
- λιβαδική υγεία (rangeland health)
- ποιοτική εκτίμηση (qualitative assessment)
- Κατώφλιο Διατήρησης ενός Τόπου (Site Conservation Threshold)
- Περιοχή Οικολογικής Αναφοράς (Ecological Reference Area)

7.1 Λιβαδική κατάσταση και λιβαδική υγεία

Η ποιοτική εκτίμηση της λειτουργίας των λιβαδιών αποτέλεσε και αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις. Η ανάγκη αυτή προκύπτει από τη σημαντικότητα των λιβαδιών ως από τους πολυτιμότερους εδαφοπονικούς πόρους τόσο σε εθνικό, όσο και σε ευρύτερο (μεσογειακό και παγκόσμιο) επίπεδο. Τα λιβάδια υποστηρίζουν όχι μόνο τις τοπικές και εθνικές οικονομίες αλλά και την κοινωνική συνεκτικότητα και πολιτισμική δράση των περιοχών στις οποίες εδράζονται. Παράλληλα, ο ρόλος τους στην εύρυθμη οικολογική λειτουργία και περιβαλλοντική ισορροπία είναι ουσιώδης. Έτσι από τις αρχές ακόμα του προηγούμενου αιώνα, η διεθνής επιστημονική κοινότητα δραστηριοποιήθηκε στην κατεύθυνση εξεύρεσης των επιστημονικών μέσων, εννοιολογικών και τεχνικών, με τα οποία θα μπορούσε να γίνει η ποιοτική εκτίμηση και η κατάταξη των λιβαδιών σε χαρακτηριστικές κλάσεις. Με τον τρόπο αυτό ο διαχειριστής των λιβαδιών θα είναι εφοδιασμένος με ένα πολύτιμο εργαλείο στον σχεδιασμό των διαχειριστικών δράσεων, την παρακολούθηση (monitoring) στο χώρο και το χρόνο και την αναβάθμιση των λιβαδιών.

Παραδοσιακά, ο ποιοτικός χαρακτηρισμός των λιβαδιών στηρίχτηκε για μεγάλο χρονικό διάστημα στον όρο *λιβαδική κατάσταση* που εισήγαγε στην Αμερική ο Dyksterhuis (1949). Το θεωρητικό υπόβαθρο του μοντέλου της λιβαδικής κατάστασης στηρίχτηκε σε ένα μάλλον τεχνητό, δυσδιάστατο πλαίσιο αναφοράς που προέκυψε ως παράγωγο της επικρατούσας θεωρίας της γραμμικής οικολογικής διαδοχής του Clements (1916). Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, (α) συγκρίνεται η επικρατούσα (παρούσα) χλωριδική σύνθεση του λιβαδικού φυτοκαλύμματος με το στάδιο “climax” ή το δυνητικό στάδιο της χλωριδικής σύνθεσης για το συγκεκριμένο λιβάδι, (β) εντοπίζεται ο βαθμός απόκλισης των δύο αυτών καταστάσεων και (γ) κατατάσσεται το λιβάδι σε μία από τις τέσσερις κλάσεις λιβαδικής κατάστασης (κακή, μέτρια, καλή, πολύ καλή) αναλόγως αυτού του βαθμού απόκλισης. Το μοντέλο αυτό, λόγω της σχετικά εύκολης εφαρμογής του κυριάρχησε στη διεθνή λιβαδική πρακτική για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ήδη όμως από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 άρχισε να επιδέχεται ισχυρή κριτική κυρίως στη βάση της γραμμικής διαδοχής της βλάστησης που υποστήριζε το θεωρητικό του υπόβαθρο (για σχετική ανασκόπηση κοίτα Joyce (1993)). Ως αποτέλεσμα το Task Group on Unity in Concepts and Terminology of the Society for Range Management των ΗΠΑ υποστήριξε μεν την παράταση χρήσης του όρου *λιβαδική κατάσταση*, αλλά και τη ριζική αλλαγή του θεωρητικού του υποβάθρου (UCT, 1995). Έτσι προτάθηκε η χρήση του όρου *κατώφλι διατήρησης ενός τόπου*, δηλ. η λιβαδική βλάστηση που διασφαλίζει το ελάχιστο για να αποφευχθεί η επιταχυνόμενη διάβρωση. Αν η λιβαδική βλάστηση υπερδιασφαλίζει το κατώφλιο τότε χαρακτηρίζεται ως ικανοποιητική ή αειφορική, ενώ σε αντίθετη περίπτωση ως μη ικανοποιητική ή μη αειφορική.

Πάντως κανένα από τα δύο αυτά μοντέλα της λιβαδικής κατάστασης δεν φαίνεται από μόνο του ιδανικό για τις μεσογειακές συνθήκες. Η *πολύ καλή* λιβαδική κατάσταση που προβλέπει το πρώτο μοντέλο φαίνεται μη ρεαλιστική, δεδομένης της μακραίωνης ανθρώπινης επίδρασης στα μεσογειακά λιβάδια και της αυξανόμενης εξεύρεσης αδιατάρακτων περιοχών. Από την άλλη, η διάκριση μόλις δύο κλάσεων λιβαδικών καταστάσεων που προβλέπει το δεύτερο μοντέλο κρίνεται ελλιπής καθώς μία ενδιάμεση κλάση θα ήταν οπωσδήποτε πολύ χρήσιμη.

Σύγχρονες απόψεις πάνω στην ποιοτική εκτίμηση της κατάστασης και στην επακόλουθη κατάταξη των λιβαδιών συγκλίνουν στη χρήση του όρου *λιβαδική υγεία* (Bestelmeyer et al., 2003, Eldridge and Koen, 2003, Stringham et al., 2003), αν και η εισαγωγή του όρου “υγεία” στα φυσικά συστήματα έχει αμφισβητηθεί (Wicklum & Davies, 1995, Lackey, 1998, Rapport et al., 1998, Smith, 1999). Η ποιοτική εκτίμηση της κατάστασης των λιβαδιών που στηρίζεται στην υγεία τους εστιάζει στην οικολογική τους σταθερότητα, και κωδικοποιεί την παρούσα οικολογική τους κατάσταση. Στην κατεύθυνση αυτή έχουν προταθεί διάφοροι οικολογικοί δείκτες, βιοτικοί και αβιοτικοί (Pellant et al., 2000). Επιπλέον, τα λιβάδια χαρακτηρίζονται βάσει ενός συστήματος τριών κλάσεων ως μη υγιή, κινδυνεύοντα, και υγιή (National Research Council, 1994, Whitford et al., 1998). Απαραίτητη όμως προϋπόθεση για την εφαρμογή του μοντέλου της λιβαδικής υγείας είναι ο προσδιορισμός της *περιοχής οικολογικής αναφοράς* (Ecological Reference Area - ERA). Σύμφωνα με τους Pyke et al. (2002), οι ERAs εκφράζουν την ιδανική κατάσταση μίας περιοχής αναφοράς όπως προκύπτει αποκλειστικά και μόνο από την έκφραση εξωγενών της περιοχής αιτιών διαταραχής (π.χ. πυρκαγιά, ξηρασία).

Όμως, στην περίπτωση των μεσογειακών λιβαδιών, ο προσδιορισμός των ERAs φαίνεται μη ρεαλιστικός. Αυτό γιατί η μορφή της ασκούμενης (εκτατικής και ημι-εκτατικής) κτηνοτροφίας είναι σε γενικές γραμμές η ίδια στο πέρασμα των αιώνων (Le Houerou, 1981). Τα μεσογειακά λιβάδια είναι πολύπλοκες, ανθρωπογενείς φυτοκοινότητες που διαμορφώθηκαν από την μακρόχρονη άσκηση της κτηνοτροφίας σε συνδυασμό με σημαντικές και καθοριστικές διαταραχές, όπως πυρκαγιές και καυσοξύλευσεις (Papanastasis, 1981, Naveh, & Lieberman, 1994, Alados et al., 2004). Επομένως, φαίνεται αδύνατον να εκτιμηθεί η κατάστασή τους ή η υγεία τους βάσει ιδεατών, αδιατάρακτων ERAs. Η εκτίμηση αυτή γίνεται ακόμα δυσκολότερη αν ληφθεί υπόψη ότι ο όρος *λιβαδική υγεία* επικεντρώνεται όχι μόνο στην κτηνοτροφική χρήση των λιβαδιών, αλλά και στις υπόλοιπες διαχειριστικές δραστηριότητες που αναπτύσσονται στα λιβάδια, όπως η διαχείριση της άγριας ζωής, των υδατικών πόρων, των πυρκαγιών, της καυσοξύλευσης κ.ά. οι οποίες δύνανται να επηρεάσουν καθοριστικά την οικολογική σταθερότητα των λιβαδιών.

Για τους λόγους αυτούς, η εκτίμηση των λιβαδιών, τουλάχιστον των μεσογειακών περιοχών, θα πρέπει να προκύπτει ως συνδυασμός των μοντέλων της λιβαδικής κατάστασης και της λιβαδικής υγείας: η λιβαδική κατάσταση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως η βάση στην οποία στηρίζεται η λιβαδική υγεία. Η λιβαδική υγεία αναφέρεται στις οικολογικές ιδιότητες των λιβαδιών και η λιβαδική κατάσταση χρησιμοποιεί κάποιες από αυτές για να διακριβώσει την αποτελεσματικότητα των διαχειριστικών πρακτικών στην παραγωγή των ζωικών προϊόντων, ή γενικότερα στο βαθμό επίτευξης των διαχειριστικών στόχων. Μάλιστα οι Eldridge & Koen (2003) προτείνουν τη χρήση και των δύο όρων στην ταξινόμηση των λιβαδιών της Αυστραλίας. Πάντως, ο όρος *λιβαδική κατάσταση* φαίνεται να είναι πιο κατάλληλος όταν ο κύριος στόχος της διαχείρισης των

λιβαδιών είναι η παραγωγή ζωικών προϊόντων, ενώ ο όρος λιβαδική υγεία φαίνεται να είναι πιο κατάλληλος όταν γενικότεροι διαχειριστικοί στόχοι λαμβάνονται ισοδύναμα υπόψη.

7.2 Το μοντέλο λιβαδικής υγείας στα μεσογειακά λιβάδια

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω επισημάνσεις, για την ποιοτική εκτίμηση της κατάστασης των μεσογειακών λιβαδιών κατασκευάστηκε το τροποποιημένο μοντέλο της λιβαδικής υγείας το οποίο στην εφαρμογή του απαιτεί τη χρήση οικολογικών κριτηρίων και δεικτών (Βραχνάκης & Παπαναστάσης, 2008). Η χρήση ποιοτικών εκτιμήσεων (βαθμονομήσεων) προτείνεται ως μία γρήγορη, έμμεση τεχνική και έχει ευρεία χρήση στη λιβαδοπονική πρακτική (Morgan, 1986, Wagner, 1989, USDI, 1993, Pellant et al., 2000). Ειδικότερα επιλέχθηκαν τα παρακάτω οικολογικά κριτήρια:

Κριτήριο 1: Υδρολογική λειτουργία. Το κριτήριο αυτό θεωρείται σημαντικό στην εκτίμηση των επιπτώσεων της βόσκησης στην εύρυθμη λειτουργία του υδρολογικού κύκλου των λεκανών απορροής της ξηροθερμικής Μεσογείου γενικότερα. Μέσω της βόσκησης απομακρύνεται υπέργεια βιομάζα από τα φυτά, άρα η βόσκηση επιδρά άμεσα α) στην ποσότητα διαπνευστικής επιφάνειας, β) στην κορμοαπορροή και κορμοδιαβροχή και γ) στην ελεύθερη επιφάνεια του εδάφους για εξάτμιση. Έμμεσα επίσης επιδρά στη φαινομενική πυκνότητα και διηθητική ικανότητα του εδάφους και στην ικανότητα επέκτασης των ριζών καθώς αναστέλλεται η υπόγεια ανάπτυξη των φυτών και ενισχύεται η υπέργεια με τη μεταφορά αποθησαυριστικών ουσιών από τις ρίζες στα σημεία αποκοπής.

Κριτήριο 2: Σταθερότητα του εδάφους. Με τα ποδοπατήματα των ζώων το έδαφος συμπιέζεται, τροποποιείται η φαινομενική πυκνότητά του, μειώνονται οι ελεύθεροι χώροι μεταξύ των μορίων του εδάφους, και μειώνεται με τον τρόπο αυτό η διήθηση του νερού στα υποεπιφανειακά και βαθύτερα στρώματα. Επίσης, σε επικλινή και χαλαρά εδάφη το επιφανειακό έδαφος παρασύρεται, και επιταχύνεται έτσι η διαδικασία διάβρωσης.

Κριτήριο 3: Βιολογική σταθερότητα. Η βόσκηση επιδρά στην κάλυψη και σύνθεση του φυτοκαλύμματος των λιβαδιών, διαμορφώνει την ηλικιακή δομή των φυτικών πληθυσμών, τη ζωτικότητα των φυτών και κατ' επέκταση την αντοχή τους σε προσβολές, το αναπαραγωγικό δυναμικό των φυτών, και την παραγωγικότητα των λιβαδιών. Ειδικά για την παραγωγικότητα θα πρέπει να τονιστεί ότι αποτελεί τη συνισταμένη έκφραση της εύρυθμης λειτουργίας και της συνεκτικότητας της δομής των λιβαδικών οικοσυστημάτων και θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στην ποιοτική εκτίμηση της κατάστασης των μεσογειακών λιβαδιών τα οποία χρησιμοποιούνται κυρίως για την ικανοποίηση των τροφικών αναγκών των εκτατικά εκτρεφόμενων αγροτικών ζώων.

Κατόπιν επιλέχθηκε ένας αριθμός οικολογικών δεικτών κατά οικολογικό κριτήριο, ώστε α) ο αριθμός τους να μην είναι πολύ μεγάλος, β) να οπτικοποιούνται σαφώς και να είναι σχετικά εύκολο να εντοπιστούν οι ακραίες καταστάσεις τους στο πεδίο, γ) η σημασία τους να καλύπτει όσο το δυνατόν μεγαλύτερο εύρος του κριτηρίου στο οποίο υπάγονται και δ) να είναι όσο το δυνατόν γίνεται ανεξάρτητοι μεταξύ τους. Αναπόφευκτα, κάποιοι δείκτες είναι σημαντικοί για δύο ή τρία κριτήρια ταυτόχρονα, γεγονός που οφείλεται στη στενή σχέση των ίδιων των κριτηρίων. Έτσι για την ποιοτική εκτίμηση της υγείας των λιβαδιών της Μεσογείου επιλέχθηκαν οι δείκτες που παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.1.

Ο δείκτης *Ρυάκια* αναφέρεται σε διαβρωσιγενείς επιφανειακές χαρακώσεις του εδάφους οι οποίες είναι γενικά ευθύγραμμες και δεν ακολουθούν απαραίτητα τη μικροτοπογραφία όπως κάνουν οι αύλακες επιφανειακής ροής. Αποτελούν προϊόντα πολύπλοκων αλληλεπιδράσεων των σταγόνων της βροχής, της επιφανειακής ροής και των χαρακτηριστικών της γεωμετρίας του εδάφους (Bryan, 1987).

Το *Πλέγμα επιφανειακής ροής* αναφέρεται στην πορεία που ακολουθεί το νερό καθώς κινείται ως επιφανειακή απορροή στο έδαφος. Τα πλέγματα αυτά γίνονται ευδιάκριτα λόγω ανακατανομής της ξηράς ουσίας, των σωματιδίων του εδάφους ή των χαλικιών, από τις ανυψώσεις του ποώδους τάπητα ή της συσσώρευσης πετρών που διακόπτουν τη ροή του νερού (Morgan, 1986).

Οι *Ανυψώσεις και οι βαθμιδώσεις του εδάφους* είναι σημαντικοί δείκτες της κίνησης του εδάφους λόγω επίδρασης του νερού ή του αέρα (Hudson, 1993). Οι ανυψώσεις είναι πέτρες ή φυτά ανασηκωμένα ως αποτέλεσμα της μετακίνησης του εδάφους λόγω διάβρωσης (αιολικής ή λόγω νερού)⁶⁶. Οι βαθμιδώσεις (πε-

⁶⁶ Ανυψώσεις εδάφους μπορεί να εμφανιστούν και από την εκδήλωση μη διαβρωσιγενών αιτιών, όπως μετά από τοπικούς παγετούς, ή με την εναπόθεση εδάφους ή ξηράς ουσίας πάνω ή γύρω από φυτά. Τέτοιοι σχηματισμοί δεν θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την ποιοτική εκτίμηση της λιβαδικής κατάστασης και υγείας.

ζούλες) είναι φυσικές εξάρσεις εναπόθεσης εδάφους πίσω από φυσικά εμπόδια που δημιουργούνται από την κίνηση του νερού.

Δείκτης	Κριτήριο
1. Ρυάκια	E/Y*
2. Πλέγμα επιφανειακής ροής	E/Y
3. Ανυψώσεις/βαθμιδώσεις εδάφους	E/Y
4. Επιφανειακή διάβρωση	E/Y
5. Μονοπάτια ζώων	E/Y
6. Γυμνό έδαφος (κάλυψη)	E/Y
7. Ξηρά Ουσία (κάλυψη)	B
8. Πέτρες, βράχοι (κάλυψη)	E
9. Κρυπτόγαμα / κρούστα εδάφους (κάλυψη)	B/E/Y
10. Ορόφωση βλάστησης	B
11. Ζωτικότητα φυτών	B
12. Αριθμός ταξιανθιών	B
13. Ηλικιακή κατανομή	B
14. Παρουσία ψυχανθών	B
15. Ετήσια παραγωγή	B

*Όπου Y: υδρολογική λειτουργία, E: σταθερότητα του εδάφους, B: Βιολογική σταθερότητα

Πίνακας 7.1 Δείκτες και κριτήρια που προτείνονται κατά την εφαρμογή του τροποποιημένου μοντέλου λιβαδικής υγείας (Βραχνάκης & Παπαναστάσης, 2008).

Η Επιφανειακή διάβρωση είναι αποτέλεσμα παραγόντων που δεν ελέγχονται από τον άνθρωπο (κατακρημνίσματα και απορροή, διαβρωσιμότητα εδάφους, μήκος πλαγιάς, εγκάρσια κλίση) και από αυτούς που ελέγχονται (κάλυψη εδάφους από τη βλάστηση, υπάρχοντα έργα ελέγχου της διάβρωσης) (Renard & Foster, 1985). Η βόσκηση αποτελεί ένα εργαλείο στην κατεύθυνση ελέγχου της διάβρωσης καθώς σχετίζεται με τη ρύθμιση της κάλυψης του εδάφους από τη βλάστηση.

Τα Μονοπάτια των ζώων σχηματίζονται λόγω μόνιμης και έντονης επιβάρυνσης του εδάφους από τα πατήματα των ζώων και συνήθως έχουν κατεύθυνση παράλληλη με τις χωροσταθμικές. Τα μονοπάτια των ζώων αντανακλούν σε μεγάλο βαθμό την έντονη χρήση των λιβαδιών και είναι ιδιαίτερα εμφανή ακτινικά σε θέσεις συγκέντρωσης των ζώων (ποτίστρες, αλαταριές κ.λπ.) και σε υγρές θέσεις (Παπαναστάσης & Νοϊτσάκης, 1992).

Το Γυμνό έδαφος εκφράζει το βαθμό έκθεσης οργανικών και ανόργανων συστατικών του εδάφους που είναι δεκτικά στην πρόσπτωση των σταγόνων της βροχής στο έδαφος και κατ' επέκταση δεκτικά στις αρχές της επιφανειακής διάβρωσης (Cerde, 1999). Η κάλυψη του γυμνού εδάφους ποικίλει εποχιακά και εξαρτάται από τη χρήση του φυτοκαλύμματος από τα ζώα, την ποσότητα της ξηράς ουσίας και την εδαφική ξηρασία (Gutierrez & Hernandez, 1996).

Η Ξηρά ουσία αναφέρεται στην ποσότητα της νεκρής φυτομάζας που είναι σε επαφή με την επιφάνεια του εδάφους. Η ξηρά ουσία εκφράζει την οργανική ουσία και το βαθμό ανακύκλωσης των θρεπτικών (Whitford, 1996), βοηθάει στη ρύθμιση του μικροκλίματος του εδάφους, παρέχει τροφή σε μικροοργανισμούς, και εκφράζει την ικανότητα του λιβαδιού να αντιστέκεται στη διάβρωση του εδάφους καθώς αποτελεί το μέσο εκτόνωσης της κινητικής ενέργειας των σταγόνων βροχής και της επιφανειακής ροής – επομένως μειώνοντας τη δυνατότητα αποκόλλησης και μεταφοράς σωματιδίων εδάφους (Hester et al., 1997).

Οι Πέτρες και οι βράχοι εκφράζουν το βαθμό απογύμνωσης του εδάφους και αποκάλυψης του μητρικού πετρώματος. Ο δείκτης αυτός αποκτά ιδιαίτερη σημασία για τα σχετικά αβαθή μεσογειακά εδάφη. Αποτελούν ενδείξεις διάβρωσης, ρύθμισης (πλέγματος) επιφανειακής ροής και σχετίζονται αρνητικά με την ποσότητα οργανικής ουσίας στο έδαφος.

Τα Κρυπτόγαμα και η κρούστα του εδάφους αναφέρονται σε βρύα, λειχήνες, κυανοβακτήρια, μικρομύκητες κ.λπ. που αποικίζουν κυρίως γυμνές και υγρές επιφανειακές θέσεις. Αποτελούν δείκτη στερέωσης και αντίστασης του εδάφους στη διάβρωση (Belnap & Gardner, 1993). Από την άλλη, η ύπαρξή τους σχετίζεται και με αρνητικά χαρακτηριστικά του εδάφους στις περιπτώσεις που είναι επιθυμητή η αυξημένη διήθηση

– έτσι η διάσπασή τους από τα ποδοπατήματα των ζώων αποτελεί επιθυμητή επίδραση της βόσκησης στα λιβαδικά οικοσυστήματα (Παπαναστάσης & Νοϊτσάκης, 1992). Πάντως, στην περίπτωση των λιβαδιών της Μεσογείου η ύπαρξή τους σχετίζεται με επιθυμητές ιδιότητες του εδάφους καθώς αυξάνουν την επιφανειακή προς τις λίμνες ροή.

Η Ορόφωση της βλάστησης αποτελεί ένα σημαντικό δείκτη για τα λιβάδια της Μεσογείου. Γενικά, η ορόφωση της λιβαδικής βλάστησης εκφράζει το βαθμό διάρθρωσης της δομής της – ορόφωση τριών τουλάχιστον επιπέδων (πόες, θάμνοι, δένδρα), συνδέεται με αυξημένη χλωριδική και συνολική ποικιλότητα και ως εκ τούτου με έντονους ρυθμούς μετατροπής της ηλιακής ενέργειας και παραγωγικότητας των οικοσυστημάτων. Τα λιβάδια της Μεσογείου δυνητικά μπορούν να υποστηρίξουν πολύπλοκες οροφώσεις καθώς φαίνεται σε πολλές περιπτώσεις να αποτελούν προϊόντα δευτερογενούς διαδοχής προϋπαρχόντων δρυοδασών με κυριαρχία του *Quercus pubescens* ή/και του *Q. Frainetto* (Φωτιάδης κ.ά., 2001).

Η Ζωτικότητα φυτών αναφέρεται στην αναλογία νεαρών και ώριμων φυτών προς τα νεκρά ή φθίνοντα σε σχέση με την αντίστοιχη αναλογία που θα αναμένονταν υπό φυσική διαταραχή και αποτελεί ένδειξη της δυναμικής πληθυσμών. Αν η ζωτικότητα παρουσιάζεται χαμηλή τότε η οικολογική σταθερότητα του λιβαδιού αναμένεται μειωμένη – τα φυτά παρουσιάζονται πιο ευάλωτα στις ασθένειες, ενώ νέα, εισβάλλοντα είδη πιθανόν να απειλήσουν τις οικοθέσεις τους (Pyke, 1995). Ο δείκτης έχει ιδιαίτερη σημασία για τα πεδινά λιβάδια της Μεσογείου καθώς στην πλειονότητά τους περιστοιχίζονται από εντατικές γεωργικές καλλιέργειες και ο κίνδυνος αλλοίωσης του γενετικού υλικού (ιδιαίτερα των αγρωστωδών) εμφανίζεται αυξημένος.

Ο Αριθμός ταξιανθιών αποτελεί δείκτη του αναπαραγωγικού δυναμικού των φυτών (Βραχνάκης, 2000). Εκφράζει τη δυνατότητα διάρκειας και συνέχισης των φυτικών πληθυσμών στον χρόνο και στην ικανότητα πλαστικών αποκρίσεων των φυτών στις επιδράσεις από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες (ανταγωνισμός κ.λπ.).

Η Ηλικιακή κατανομή αποτελεί δείκτη του βαθμού φαινολογικής συμπληρωματικότητας και συνέχισης των φυτών στα λιβάδια. Σε καλές διαρθρώσεις ηλικιακών κατανομών αναμένεται ικανοποιητική εκπροσώπηση όλων των ηλικιακών κλάσεων (φαινοφάσεων) με αποτέλεσμα την ολοκληρωμένη δομή του οικοσυστήματος και την ισόρροπη εκπροσώπηση των κλάσεων στο χρόνο (τουλάχιστον των πολυετών ποωδών και ξυλωδών ειδών). Υψηλός βαθμός φαινολογικής συμπληρωματικότητας συνδέεται με υψηλή ενεργειακή αποτελεσματικότητα στα οικοσυστήματα (Παπαναστάσης & Νοϊτσάκης, 1992).

Η Παρουσία ψυχανθών στο φυτοκάλυμμα πέραν της σημασίας της στην αυξημένη λειτουργική ποικιλότητα (Loreau et al., 2002) συνδέεται και με άλλες θετικές επιδράσεις, όπως δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου και εμπλουτισμός του εδάφους με νιτρικά, βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους με το πασσαλώδες ριζικό τους σύστημα, αυξημένη ποιότητα βοσκήσιμης ύλης λόγω υψηλών επιπέδων πρωτεϊνών (Papanastasis & Papachristou, 2000).

Τέλος, ο δείκτης της Ετήσιας παραγωγής αναφέρεται στο κλάσμα της πρωτογενούς παραγωγής των λιβαδιών που αποτελεί την κύρια πηγή πρωτεϊνών στο σιτηρέσιο των ζώων (Collins & Fritz, 2003). Έτσι, πέραν της οικολογικής της αξία, καθώς εκφράζει την εύρυθμη λειτουργία του λιβαδικού οικοσυστήματος κάτω από τις αβιοτικές (κυρίως κλιματολογικές) και βιοτικές συνθήκες του διανυόμενου έτους, αποτελεί και δείκτη ποιότητας της τροφής των ζώων.

Η ποιοτική εκτίμηση της λιβαδικής υγείας ολοκληρώνεται με τη συμπλήρωση ειδικού φύλλου το οποίο συμπληρώνεται χωριστά από τους εκπαιδευμένους λιβαδοπόνους για καθένα από τα υπό εκτίμηση λιβάδια. Το φύλλο αυτό περιλαμβάνει τα τμήματα και τα πεδία, όπως αυτά φαίνονται στην Εικόνα 7.1.

Ειδικότερα στο πρώτο τμήμα του φύλλου δίνονται γενικά στοιχεία σχετικά με το καθεστώς διαχείρισης, τη γεωγραφική θέση, τον τύπο και υποτύπο του λιβαδιού, εδαφολογικά και κλιματικά στοιχεία, τις εξωγενείς επιδράσεις και τη βλάστηση. Το δεύτερο τμήμα συμπληρώνεται χωριστά από κάθε εκτιμητή. Στα πεδία του γίνεται εκτίμηση της κατάστασης του κάθε δείκτη χωριστά καθώς και βαθμολόγησή του με 1 ή 2. Με τη βαθμολόγηση δίνεται η ευκαιρία να τονιστεί (2) ή όχι (1) η κατάσταση του δείκτη. Παράλληλα ο τρόπος αυτός βοηθά στην ποσοτικοποίηση της συνολικής κατάστασης του κριτηρίου. Στο τρίτο τμήμα γίνεται η συνολική εκτίμηση της λιβαδικής υγείας και της τάσης εξέλιξής της κατά εκτιμητή. Το φύλλο της λιβαδικής υγείας συμπληρώνεται από μία αντιπροσωπευτική φωτογραφία του λιβαδιού.

Τέλος, τα συμπληρωμένα από τους εκτιμητές φύλλα εκτίμησης της λιβαδικής υγείας συγκεντρώνονται κατά λιβάδι και τα δεδομένα αναλύονται α) κατά δείκτες λιβαδικής υγείας, και β) κατά κριτήριο λιβαδικής υγείας. Τέλος γίνεται γ) η συνολική εκτίμηση της λιβαδικής υγείας και της τάσης εξέλιξής της. Τα αποτελέσματα επεξεργάζονται στατιστικά και κατασκευάζονται τα σχετικά διαγράμματα.

ΤΜΗΜΑ 1: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Τμήμα 1Α. Περιγραφή της Επαφάνειας:
(Πεδία με έντονο χρώμα χρειάζονται συμπλήρωση – οι άλλες πληροφορίες είναι προαιρετικές)

Όνομα: Δοσορζείο: Διαχειριστικό Τμήμα:

Δήμος/Κοινότητα: Ιδιοκτησιακό καθεστώς: Καθεστώς Χρήσης:

Λεκάνη Απορροής: Τύπος / Υποτύπος Λιβαδιού:

Συντεταγμένες: Έκταση (Ha): Φωτογραφίες:

Πρόγραμμα: Παρατηρητές: Ημερομηνία:

Τμήμα 1Β. Περιγραφή εδάφους

Μηχ. Σύσταση:

Βάθος εδάφους			
Πολύ αβαθές (<5 εκ.)	Αβαθές (6-15 εκ.)	Μέτριος βάθος (16-30 εκ.)	Βαθύ (>31 εκ.)

Τμήμα 1Γ. Λοιπά στοιχεία

Μήτο, Πέτραμο: Κλίση (%): Υψόμετρο (μ.): Έκθεση:

Τοπογραφική θέση: Μέσο ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων (χιλ.):

Κλιματικές συνθήκες των τελευταίων 2 ετών: Ξηρά: Καταιγίδες: Υγρές:

Χρήση από άγρια πανίδα:

Είδος και βαθμός διαποροχής:

Περιγραφή εξοχικών επεμβάσεων:

Τμήμα 1Δ. Βλάστηση

Κάλυψη βλάστησης (%):	Κυρίαρχο είδη		
	Είδος 1	Είδος 2	Είδος 3
	Ανόροφος		
	Μεσόροφος		
	Υπόροφος		

ΤΜΗΜΑ 2: ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΛΙΒΑΔΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

2. Κατάταξη δεικτών λιβαδικής υγείας

Χαρακτήρας	Δείκτης	Κλίμακες λιβαδικής υγείας			
		Κακή (1-2)	Μέτρια (1-2)	Καλή (1-2)	Πολύ καλή (1-2)
E/Y	1. Ροήματα				
E/Y	2. Πλέγμα επιφανειακής ροής				
E/Y	3. Ανυψώσεις/βαθμιδώσεις εδάφους				
E/Y	4. Επιφανειακή διάβρωση				
E/Y	5. Μονοπάτια ζώων				
E/Y	6. Γυμνό έδαφος (κάλυψη)				
B	7. Ξηρά Ουσία (κάλυψη)				
E	8. Πέτρες, βράχοι (κάλυψη)				
B/E/Y	9. Κρούσταμα / κρούστα εδάφους (κάλυψη)				
B	10. Ορόσηση βλάστησης				
B	11. Ζωτικότητα φυτών				
B	12. Αριθμός ταξιανθιών				
B	13. Ηλικιακή κατανομή				
B	14. Παρουσία ψυχάνθων				
B	15. Ετήσια παραγωγή				

ΤΜΗΜΑ 3. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ

3Α. Δείκτες (Συγκεντρωτικά)

Χαρακτήρας	Δείκτης Λιβαδικής Υγείας	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ καλή
Y	Υδρολογία λειτουργία (Δείκτες 1-6, 9)				
E	Σταθερότητα εδάφους (Δείκτες 1-6, 8-9)				
B	Βιολογική σταθερότητα (Δείκτες 7, 9-15)				
Άθροισμα					

Σημειώνεται η κλίμακα λιβαδικής υγείας του λιβαδιού

Σημειώνεται η τάση αναβάθμισης ή υποβαθμίσεως

3Β. Χαρακτήρες δεικτών λιβαδικής υγείας (Συγκεντρωτικό)

Χαρακτήρας	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ καλή
Υδρολογία λειτουργία				
Σταθερότητα εδάφους				
Βιολογική σταθερότητα				

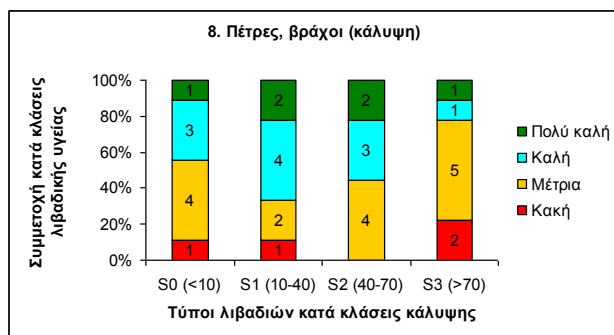
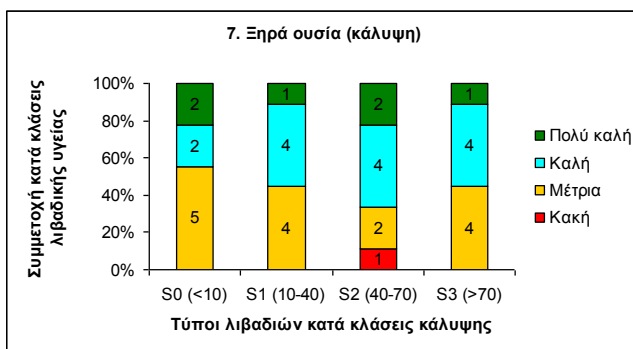
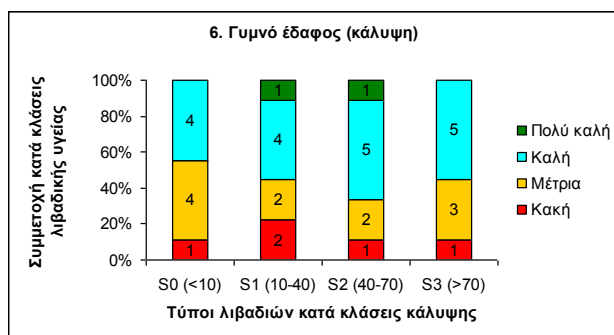
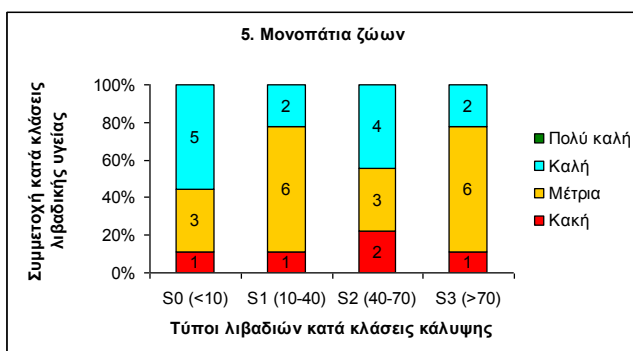
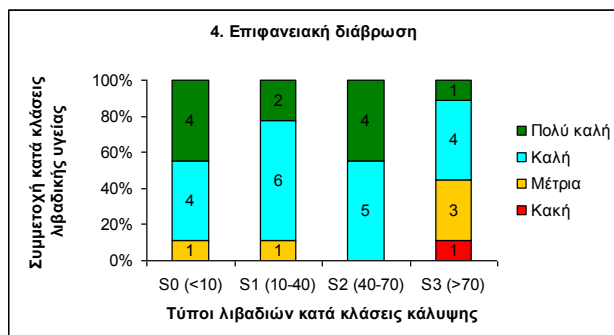
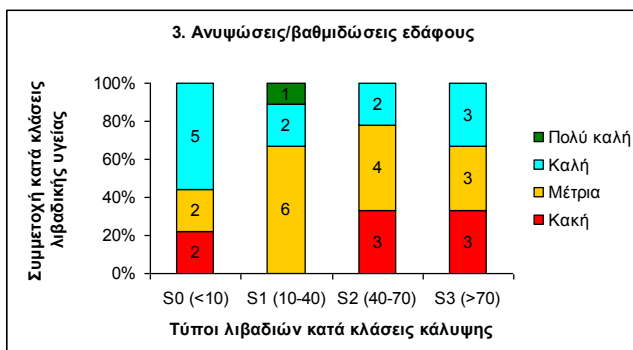
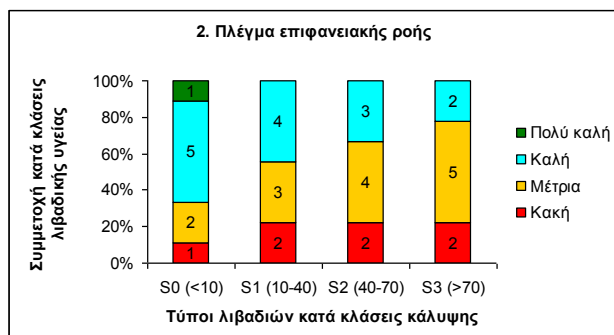
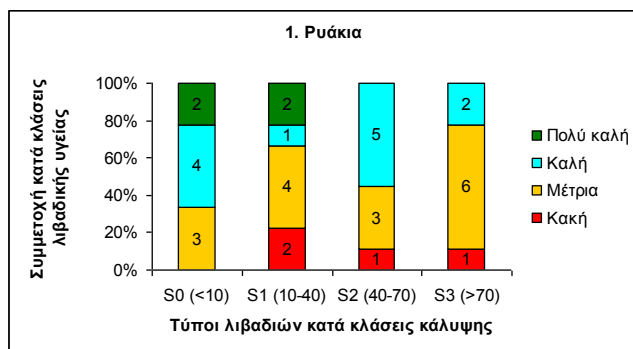
Εικόνα 7.1 Φύλλο ποιοτικής εκτίμησης της λιβαδικής υγείας (Βραχνάκης κ.ά., 2007).

7.3 Μελέτη περίπτωσης: Η εφαρμογή του μοντέλου λιβαδικής υγείας στα λιβάδια του Λαγκαδά

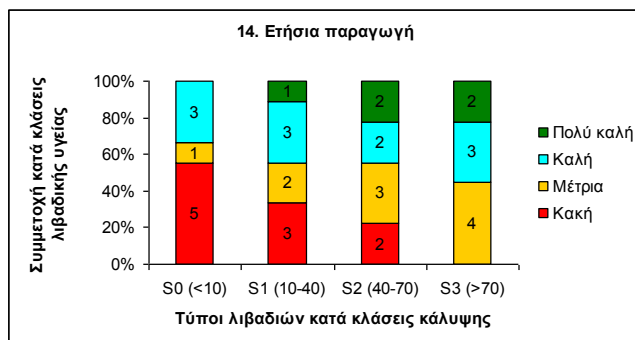
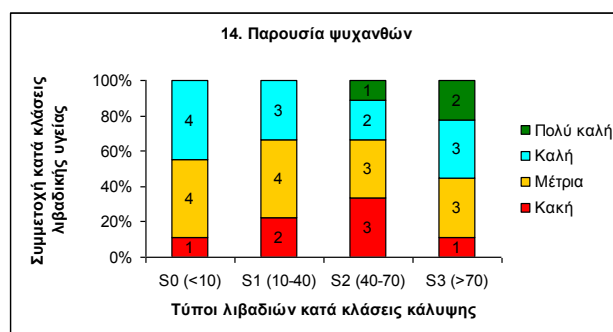
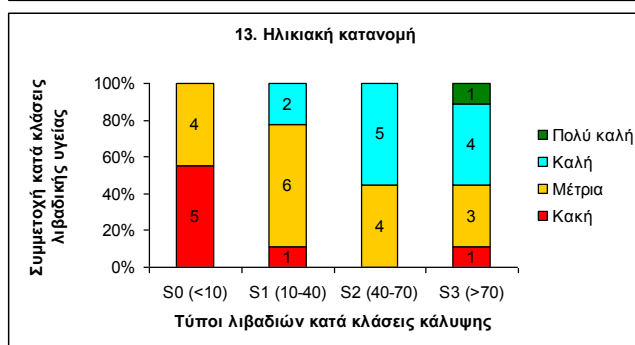
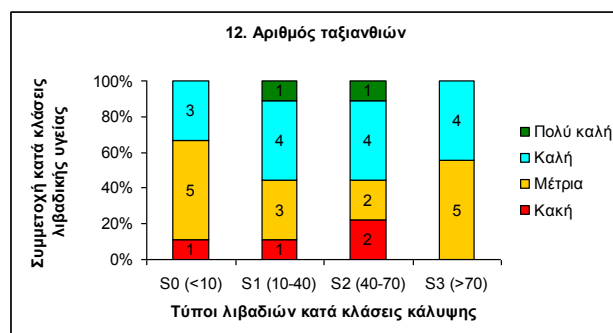
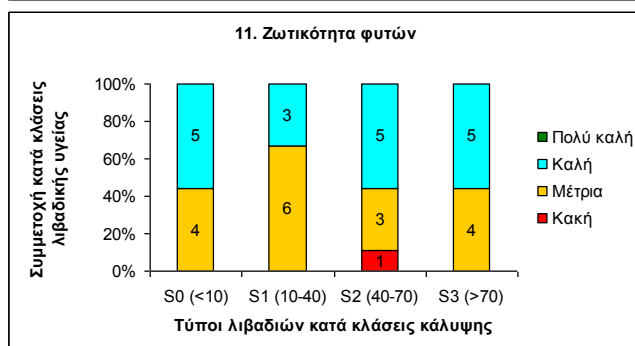
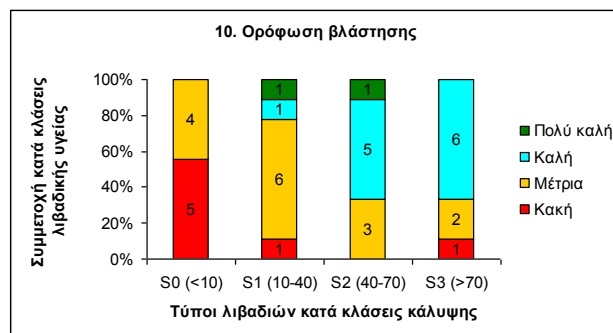
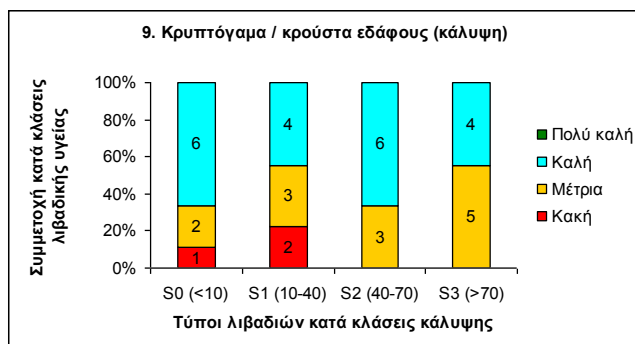
Το παραπάνω τροποποιημένο μοντέλο της λιβαδικής υγείας εφαρμόστηκε τον Ιούνιο 2005 σε 36 λιβάδια του Λαγκαδά στα οποία κατά το προηγούμενο έτος εκτιμήθηκε η χλωριδική ποικιλότητα. Η εκτίμηση της λιβαδικής υγείας έγινε για κάθε ένα από τα λιβάδια με τη βαθμολόγηση των 15 δεικτών από 3-μελές συνεργείο ειδικών λιβαδοπόνων (εκτιμητές). Πριν την εφαρμογή του μοντέλου στην πράξη οι εκτιμητές εκπαιδεύτηκαν με συνεχείς επισκέψεις στην ευρύτερη περιοχή ώστε να εντοπιστούν στο πεδίο οι ακραίες καταστάσεις των δεικτών. Για το σκοπό αυτό καταρτίστηκε φωτογραφικό άλμπουμ με αντιπροσωπευτικές φωτογραφίες των ακραίων καταστάσεων (Παράρτημα Διδακτικής Ενότητας). Κατόπιν συμπληρώθηκε το ειδικό φύλλο εκτίμησης της λιβαδικής υγείας χωριστά από τον κάθε εκτιμητή για καθένα από τα 36 λιβάδια. Η εφαρμογή του μοντέλου έδειξε τα παρακάτω:

α) Ανάλυση κατά δείκτη λιβαδικής υγείας

Σχετικά με τους δείκτες “επιφανειακή διάβρωση”, “γυμνό έδαφος (κάλυψη)”, “ξηρά ουσία (κάλυψη)”, “κρούσταμα / κρούστα εδάφους (κάλυψη)”, “ζωτικότητα φυτών”, “αριθμός ταξιανθιών” και “παρουσία ψυχάνθων” τα λιβάδια του Λαγκαδά έχουν καλή λιβαδική υγεία, ενώ σχετικά με τους δείκτες “ρυνάκια”, “πλέγμα επιφανειακής ροής”, “ανυψώσεις/βαθμιδώσεις εδάφους”, “μονοπάτια ζώων”, “πέτρες, βράχοι (κάλυψη)”, “ορόσηση βλάστησης”, “ηλικιακή κατανομή” και “ετήσια παραγωγή” τα λιβάδια του Λαγκαδά έχουν μέτρια λιβαδική υγεία (Εικόνες 7.2, 7.3).



Εικόνα 7.2 Ραβδογράμματα ποσοστιαίας συμμετοχής των τεσσάρων τύπων λιβαδιών (S0, S1, S2, και S3) σε κλάσεις λιβαδικής υγείας σύμφωνα με τους δείκτες “ρυάκια”, “πλέγμα επιφανειακής ροής”, “ανυψώσεις/βαθμιδώσεις εδάφους”, “επιφανειακή διάβρωση”, “μονοπάτια ζώων”, “γυμνό έδαφος (κάλυψη)”, “ξηρά ουσία (κάλυψη)” και “πέτρες, βράχοι (κάλυψη)”. (Οι αριθμοί εντός των ράβδων αναφέρονται στο πλήθος των λιβαδιών που κατατάσσονται στις κλάσεις λιβαδικής υγείας) (Βραχνάκης κ.ά., 2007).



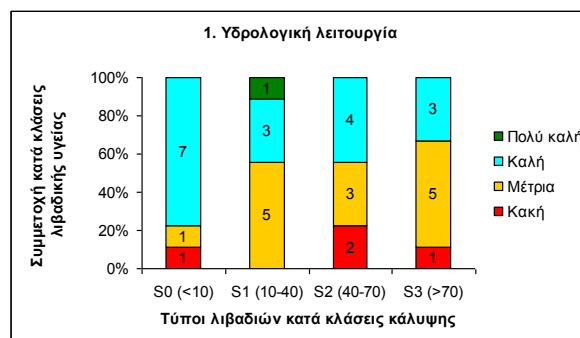
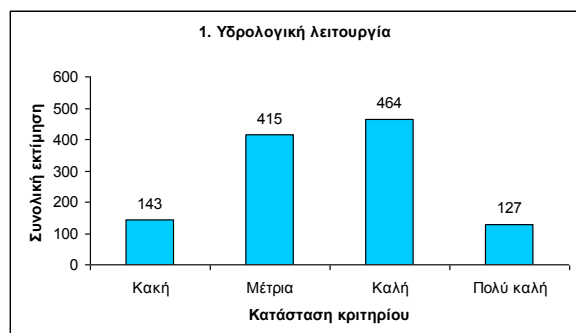
Εικόνα 7.3 Ραβδογράμματα ποσοστιαίας συμμετοχής των τεσσάρων τύπων λιβαδιών (S0, S1, S2, και S3) σε κλάσεις λιβαδικής υγείας σύμφωνα με τους δείκτες “κρυπτόγραμμα/κρούστα εδάφους (κάλυψη)”, “ορόφωση βλάστησης”, “ζωτικότητα φυτών”, “αριθμός ταξιανθιών”, “ηλικιακή κατανομή”, “παρουσία ψυχανθών” και “ετήσια παραγωγή”. (Οι αριθμοί εντός των ράβδων αναφέρονται στο πλήθος των λιβαδιών που κατατάσσονται στις κλάσεις λιβαδικής υγείας) (Βραχνάκης κ.ά., 2007).

β) Κατά κριτήριο λιβαδικής υγείας

Υδρολογική λειτουργία

Σχετικά με το κριτήριο της υδρολογικής λειτουργίας τα λιβάδια του Λαγκαδά έχουν καλή λιβαδική υγεία με ισχυρή τάση υποβάθμισης (Εικόνα 7.4). Το 77,78% των πολύ αραιών θαμνολίβαδων (S0) έχει καλή λιβαδική

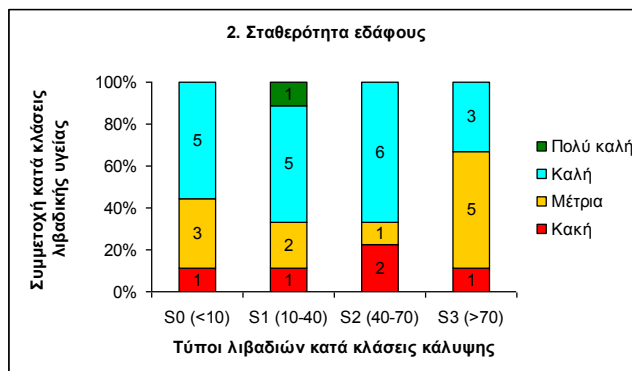
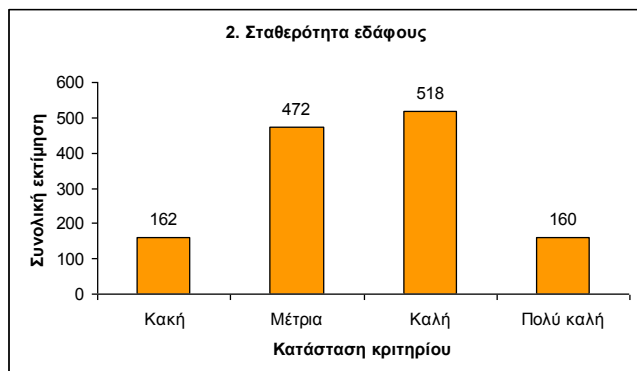
υγεία σχετικά με το κριτήριο αυτό καθώς παρουσιάζει υψηλές τιμές, το 11,11% μέτρια, και το 11,11% κακή (Εικόνα 7.4). Το 55,56% των αραιών θαμνολίβαδων (S1) έχει μέτρια λιβαδική υγεία καθώς παρουσιάζει μέτριες τιμές το κριτήριο, το 33,33% έχει καλή, και το 11,11% πολύ καλή. Το 44,44% των πυκνών θαμνολίβαδων (S2) έχει καλή λιβαδική υγεία αναφορικά με το κριτήριο, το 33,33% μέτρια, και το 22,22% κακή. Τέλος, το 55,56% των πολύ πυκνών θαμνολίβαδων (S3) έχει μέτρια λιβαδική υγεία όσον αφορά το κριτήριο, το 33,33% καλή, και το 11,11% κακή.



Εικόνα 7.4 Αριστερά: Εκτίμηση της κατάστασης του κριτηρίου της υδρολογικής λειτουργίας στο σύνολο των λιβαδιών του Λαγκαδά. Η συνολική εκτίμηση προήλθε από την άθροιση των επιμέρους εκτιμήσεων των τριών εκτιμητών. **Δεξιά:** Συμμετοχή των τεσσάρων τύπων λιβαδιών (S0, S1, S2, και S3) σε κλάσεις λιβαδικής υγείας σύμφωνα με το κριτήριο της υδρολογικής λειτουργίας. (Οι αριθμοί αναφέρονται στο πλήθος των λιβαδιών που κατατάσσονται στις κλάσεις λιβαδικής υγείας) (Βραχνάκης κ.ά., 2007).

Σταθερότητα εδάφους

Σχετικά με το κριτήριο της σταθερότητας εδάφους τα λιβάδια του Λαγκαδά έχουν καλή λιβαδική υγεία με ισχυρή όμως τάση υποβάθμισης (Εικόνα 7.5). Το 55,56% των πολύ αραιών θαμνολίβαδων (S0) έχει καλή λιβαδική υγεία σχετικά με το κριτήριο αυτό καθώς παρουσιάζει υψηλές τιμές, το 33,33% μέτρια, και το 11,11% κακή (Εικόνα 7.5). Το 55,56% των αραιών θαμνολίβαδων (S1) έχει καλή λιβαδική υγεία καθώς παρουσιάζει υψηλές τιμές το κριτήριο, το 22,22% έχει μέτρια, το 11,11% πολύ καλή, και το 11,11% κακή. Το 66,67% των πυκνών θαμνολίβαδων (S2) έχει καλή λιβαδική υγεία αναφορικά με το κριτήριο, το 22,22% κακή, και το 11,11% μέτρια. Τέλος, το 55,56% των πολύ πυκνών θαμνολίβαδων (S3) έχει μέτρια λιβαδική υγεία όσον αφορά το κριτήριο, το 33,33% καλή, και το 11,11% κακή.

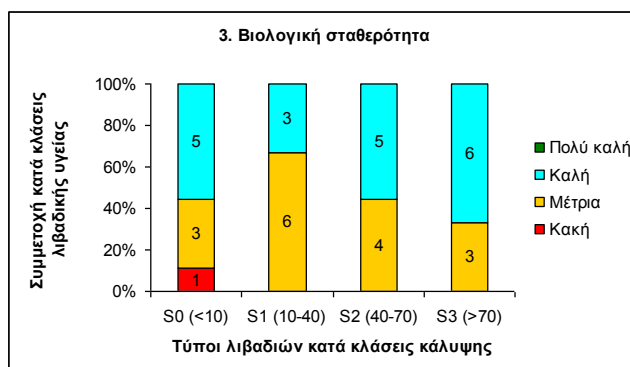
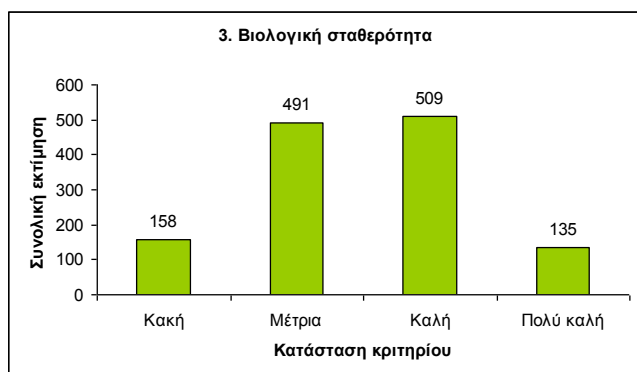


Εικόνα 7.5 Αριστερά: Εκτίμηση της κατάστασης του κριτηρίου της σταθερότητας εδάφους στο σύνολο των λιβαδιών του Λαγκαδά. Η συνολική εκτίμηση προήλθε από την άθροιση των επιμέρους εκτιμήσεων των τριών εκτιμητών. **Δεξιά:** Συμμετοχή των τεσσάρων τύπων λιβαδιών (S0, S1, S2, και S3) σε κλάσεις λιβαδικής υγείας σύμφωνα με το κριτήριο της σταθερότητας εδάφους. (Οι αριθμοί αναφέρονται στο πλήθος των λιβαδιών που κατατάσσονται στις κλάσεις λιβαδικής υγείας) (Βραχνάκης κ.ά., 2007).

Βιολογική σταθερότητα

Σχετικά με το κριτήριο της βιολογικής σταθερότητας τα λιβάδια του Λαγκαδά έχουν καλή λιβαδική υγεία με ισχυρή τάση υποβάθμισης (Εικόνα 7.6). Το 55,56% των πολύ αραιών θαμνολίβαδων (S0) έχει καλή λιβαδική

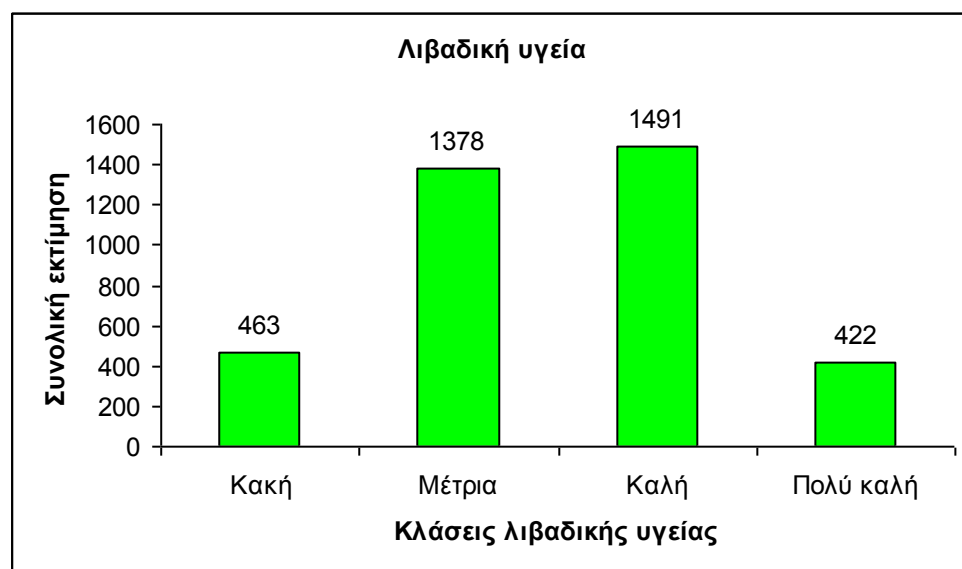
υγεία σχετικά με το κριτήριο αυτό καθώς παρουσιάζει υψηλές τιμές, το 33,33% μέτρια, και το 11,11% κακή (Εικόνα 7.6). Το 66,67% των αραιών θαμνολίβαδων (S1) έχει μέτρια λιβαδική υγεία καθώς παρουσιάζει μέτριες τιμές το κριτήριο, και το υπόλοιπο καλή. Το 55,56% των πυκνών θαμνολίβαδων (S2) έχει καλή λιβαδική υγεία αναφορικά με το κριτήριο, το υπόλοιπο μέτρια. Τέλος, το 66,67% των πολύ πυκνών θαμνολίβαδων (S3) έχει καλή λιβαδική υγεία όσον αφορά το κριτήριο, και το υπόλοιπο μέτρια.



Εικόνα 7.6 Αριστερά: Εκτίμηση της κατάστασης του κριτηρίου της βιολογικής σταθερότητας στο σύνολο των λιβαδιών του Λαγκαδά. Η συνολική εκτίμηση προήλθε από την άθροιση των επιμέρους εκτιμήσεων των τριών εκτιμητών. **Δεξιά:** Συμμετοχή των τεσσάρων τύπων λιβαδιών (S0, S1, S2, και S3) σε κλάσεις λιβαδικής υγείας σύμφωνα με το κριτήριο της βιολογικής σταθερότητας. (Οι αριθμοί αναφέρονται στο πλήθος των λιβαδιών που κατατάσσονται στις κλάσεις λιβαδικής υγείας) (Βραχνάκης κ.ά., 2007).

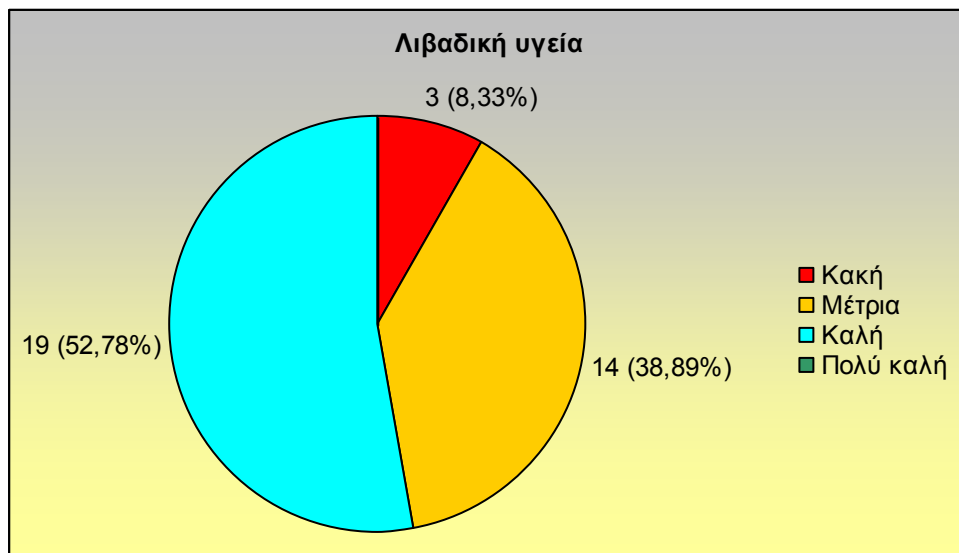
γ) Κατάταξη των λιβαδιών Λαγκαδά κατά τη λιβαδική τους υγεία

Οι περισσότερες εκτιμήσεις των παρατηρητών απέδωσαν καλή λιβαδική υγεία στα λιβάδια που μελετήθηκαν (Εικόνα 7.7). Συγκεκριμένα, 19 λιβάδια (52,78%) εκτιμήθηκαν ότι έχουν καλή λιβαδική υγεία, 14 (38,89%) μέτρια, 3 (8,33%) κακή, ενώ κανένα λιβάδι δεν είχε πολύ καλή λιβαδική υγεία (Εικόνα 7.8).

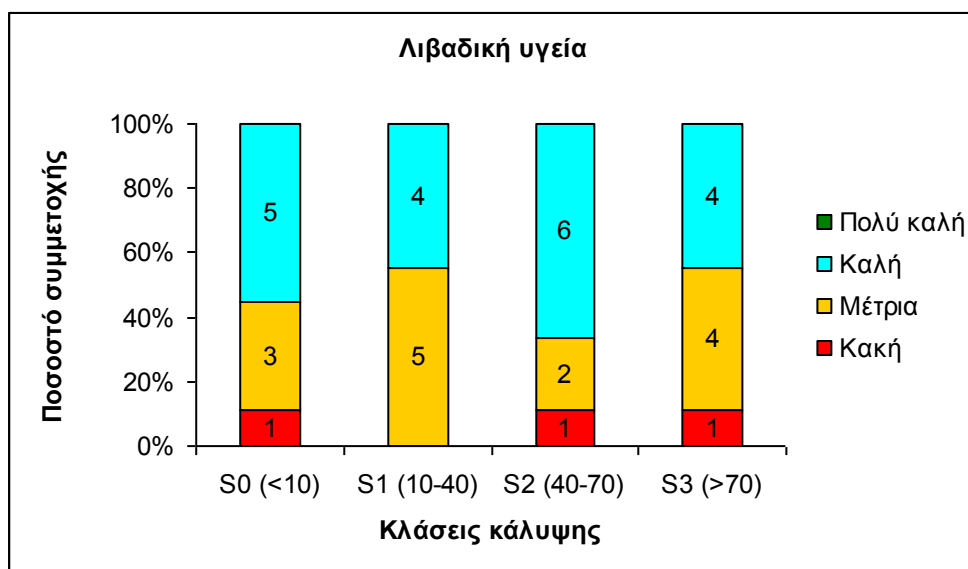


Εικόνα 7.7 Εκτίμηση της λιβαδικής υγείας στο σύνολο των λιβαδιών του Λαγκαδά. Η συνολική εκτίμηση προήλθε από την άθροιση των επιμέρους εκτιμήσεων των τριών εκτιμητών.

Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις αυτές, το 55,56% των πολύ αραιών θαμνολίβαδων (S0) έχει καλή λιβαδική υγεία, το 33,33% μέτρια, και το 11,11% κακή (Εικόνα 7.9). Το 55,56% των αραιών θαμνολίβαδων (S1) έχει μέτρια λιβαδική υγεία, και τα υπόλοιπα καλή. Το 66,67% των πυκνών θαμνολίβαδων (S2) έχει καλή λιβαδική υγεία, το 22,22% μέτρια, και το υπόλοιπο κακή. Τέλος, το 44,44% των πολύ πυκνών θαμνολίβαδων (S3) έχει καλή λιβαδική υγεία, το 44,44% μέτρια, και το υπόλοιπο κακή.



Εικόνα 7.8 Κατάταξη των λιβαδιών του Λαγκαδά σε κλάσεις λιβαδικής υγείας. (Οι αριθμοί αναφέρονται στο πλήθος των λιβαδιών που μελετήθηκαν).



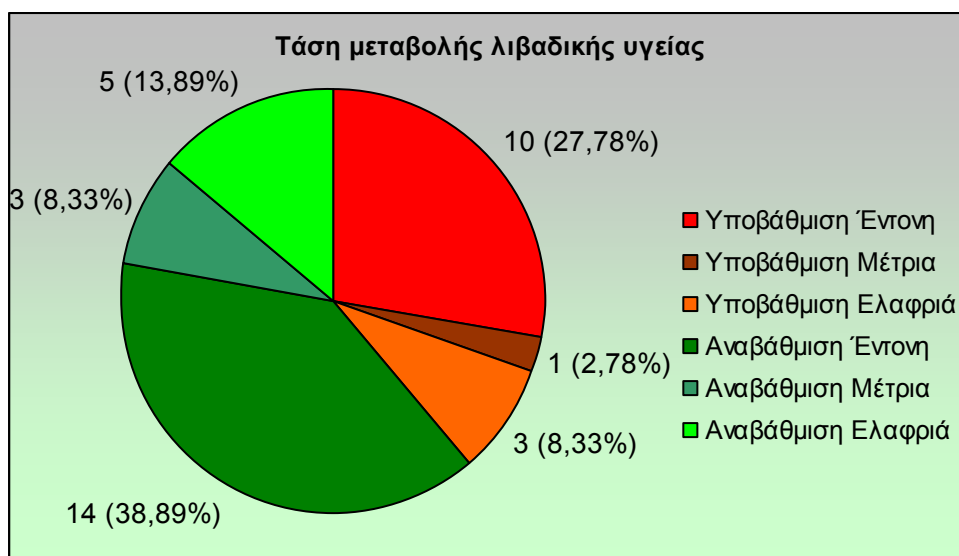
Εικόνα 7.9 Συμμετοχή των τεσσάρων τύπων λιβαδιών (S0, S1, S2, και S3) σε κλάσεις λιβαδικής υγείας. (Οι αριθμοί αναφέρονται στο πλήθος των λιβαδιών που κατατάσσονται στις κλάσεις λιβαδικής υγείας).

Τέλος, σχετικά με τις τάσεις μεταβολής της λιβαδικής υγείας προέκυψε ότι 14 λιβάδια (ή το 38,89%) παρουσιάζουν έντονη αναβάθμιση, 3 (8,33%) μέτρια, και 5 (13,89%) ελαφριά, ενώ 10 λιβάδια (ή το 27,78%) παρουσιάζουν έντονη υποβάθμιση, 1 (2,78%) μέτρια, και 3 (8,33%) ελαφριά (Εικόνα 7.10).

δ) Συζήτηση – Προτάσεις

Όπως προκύπτει από την ανάλυση των δεικτών και των κριτηρίων της λιβαδικής υγείας, η πλειονότητα των λιβαδιών του Λαγκαδά υπάγεται στην κλάση της καλής λιβαδικής υγείας. Πάντως, θα πρέπει να αποφεύγεται μια τέτοια γενίκευση, καθώς υπάρχουν τάσεις υποβάθμισής της. Επίσης, η εξέταση της λιβαδικής υγείας κατά κλάση κάλυψης αποκαλύπτει ότι στον τύπο S1, δηλ. στην κλάση κάλυψης 10-40% επικρατεί η μέτρια λιβαδική υγεία. Η κλάση αυτή θεωρείται ότι έχει τη μεγαλύτερη προσφορά στους σκοπούς της διαχείρισης των λιβαδιών της περιοχής, καθώς εντοπίζεται σε χαμηλά και μεσαία υψόμετρα, και η πυκνότητα της ξυλώδους βλάστησης είναι κατάλληλη για τη διαθεσιμότητα της βοσκήσιμης ύλης στα γίδια της περιοχής. Άρα, θεωρεί-

ται πολύτιμη όσον αφορά τη συμβολή της στην κτηνοτροφία της περιοχής. Επίσης, η κλάση αυτή παρουσιάζει υψηλές τιμές βιοποικιλότητας, τόσο σε έννοιες χλωρίδας (Vrahnakis et al., 2005), όσο και σε έννοιες πανίδας (Παπούλια κ.ά., 2003). Επομένως, η αναβάθμιση της λιβαδικής της υγείας κρίνεται απαραίτητη. Σχετικά με τους άλλους τύπους λιβαδιών (κλάσεις κάλυψης), τα πολύ αραιά θαμνολίβαδα (S0, κάλυψη θάμνων <10%) και τα πυκνά θαμνολίβαδα (S3, κάλυψη θάμνων 40-70%) έχουν καλή λιβαδική υγεία, με ισχυρές όμως τάσεις υποβάθμισης αυτής. Η υποβάθμιση της λιβαδικής υγείας είναι αρκετά έντονη και στην περίπτωση των πολύ πυκνών θαμνολίβαδων (S3, κάλυψη θάμνων >70%), καθώς 4 εξ' αυτών έχουν μέτρια λιβαδική υγεία και 1 κακή.



Εικόνα 7.10 Τάσεις μεταβολής της λιβαδικής υγείας. (Οι αριθμοί αναφέρονται σε πλήθος των λιβαδιών).

Από τα παραπάνω προκύπτει η ανάγκη διατύπωσης μέτρων ανάσχεσης της υποβάθμισης της λιβαδικής υγείας κατά λιβαδικό τύπο. Τα μέτρα αυτά θα πρέπει να διατυπωθούν στη βάση της εκτιμώμενης κατάστασης των κριτηρίων και των δεικτών λιβαδικής υγείας (Πίνακας 7.2).

Η βελτίωση της ετήσιας παραγωγής αποτελεί μέτρο πρωτίστης σημασίας και για τους τέσσερις τύπους θαμνολίβαδων της περιοχής Λαγκαδά. Επιπλέον, για τα πολύ αραιά θαμνολίβαδα (S0, κάλυψη θάμνων <10%) προκύπτει ότι τα μέτρα βελτίωσης πρέπει να είναι κατά κύριο λόγο βιολογικής κατεύθυνσης και να προσανατολίζονται στην ανόρθωση της δομής τους, στη βελτίωση της παραγωγικότητάς τους και στην κάλυψη των εδαφικών κενών. Στην περίπτωση των αραιών θαμνολίβαδων (S1, κάλυψη θάμνων 10-40%) απαιτούνται τα περισσότερα μέτρα σε σχέση με τους άλλους τύπους. Τα μέτρα αυτά σχετίζονται με τη βελτίωση των εδαφολογικών, υδρολογικών και βιολογικών χαρακτηριστικών των λιβαδιών αυτών. Στην περίπτωση των πυκνών θαμνολίβαδων (S2, κάλυψη θάμνων 40-70%) απαιτούνται μέτρα που σχετίζονται με τη βελτίωση της ποσότητας και ποιότητας βοσκήσιμης ύλης, και με τη συγκράτηση των εδαφών και τη βελτίωση τους πλέγματος επιφανειακής ροής. Τέλος, στην περίπτωση των πολύ πυκνών θαμνολίβαδων (S3, κάλυψη θάμνων >70%) απαιτούνται μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα μέτρα βελτίωσης, κυρίως των υδρολογικών και εδαφολογικών χαρακτηριστικών των λιβαδιών.

Συμπερασματικά:

- Τα λιβάδια του Λαγκαδά έχουν καλή λιβαδική υγεία. Όμως η εξέταση των επιμέρους λιβαδικών τύπων αναδεικνύει την ανάγκη βελτίωσης των επιμέρους χαρακτηριστικών των λιβαδιών.
- Η βελτίωση της παραγωγικότητας των λιβαδιών αποτελεί κοινό τόπο στην κατεύθυνση βελτίωσης της λιβαδικής υγείας, ανεξαρτήτως κάλυψης θάμνων.
- Φαίνεται ότι η αύξηση της κάλυψης των θάμνων σχετίζεται με τη μείωση της υδρολογικής λειτουργίας των θαμνολίβαδων. Ως εκ τούτου, η περαιτέρω εγκατάλειψη του ελέγχου της θαμνώδους βλάστησης μέσω των γιδιών αναμένεται να λειτουργήσει αρνητικά στον υδρολογικό κύκλο της λεκάνης της Μυγδονίας.
- Αντίστοιχα με την υδρολογική λειτουργία, και η εδαφολογική φαίνεται να επιβαρύνεται με την αύξηση της κάλυψης της θαμνώδους βλάστησης. Έτσι, ο κίνδυνος διάβρωσης εμφανίζεται αυξημένος σε πυκνά θαμνολίβαδα, με άμεσο αρνητικό αντίκτυπο στα λιβαδικά οικοσυστήματα της περιοχής.

	Κριτήριο	Δείκτης	Κατάσταση	Εκτίμηση
S0 (<10%)	B	Ορόφωση βλάστησης	Κακή	20
	B	Ετήσια παραγωγή	Κακή	21
	B	Ξηρά ουσία (κάλυψη)	Μέτρια	17
	E	Πέτρες, βράχοι (κάλυψη)	Μέτρια	18
	B	Ηλικιακή κατανομή	Μέτρια	20
S1 (10-40%)	E/Y	Ρυάκια	Μέτρια	13
	B	Ετήσια παραγωγή	Μέτρια	15
	B	Παρουσία ψυχανθών	Μέτρια	16
	E/Y	Πλέγμα επιφανειακής ροής	Μέτρια	21
	B	Ζωτικότητα φυτών	Μέτρια	21
	B	Ηλικιακή κατανομή	Μέτρια	22
	E/Y	Ανυψώσεις / βαθμιδώσεις εδάφους	Μέτρια	24
	E/Y	Μονοπάτια ζώων	Μέτρια	25
	B	Ορόφωση βλάστησης	Μέτρια	31
S2 (40-70%)	B	Ετήσια παραγωγή	Μέτρια	14
	B	Παρουσία ψυχανθών	Μέτρια	15
	E/Y	Πλέγμα επιφανειακής ροής	Μέτρια	15
	E/Y	Ανυψώσεις / βαθμιδώσεις εδάφους	Μέτρια	21
S3 (>70%)	E	Πέτρες, βράχοι (κάλυψη)	Μέτρια	19
	E/Y	Ανυψώσεις/βαθμιδώσεις εδάφους	Μέτρια	20
	B	Ετήσια παραγωγή	Μέτρια	21
	E/Y	Ρυάκια	Μέτρια	22
	E/Y	Μονοπάτια ζώων	Μέτρια	22
	B/E/Y	Κρυπτόγαμα / κρούστα εδάφους	Μέτρια	22
	E/Y	Πλέγμα επιφανειακής ροής	Μέτρια	25

Πίνακας 7.2 Δείκτες και κριτήρια κατά λιβαδικό τύπο (κλάση κάλυψης θάμνων) οι τιμές των οποίων χρειάζονται άμεση βελτίωση.

- Αντίθετα, τα βιολογικά κυρίως χαρακτηριστικά φαίνεται να απαιτούν βελτίωση με τη μείωση της κάλυψης των θάμνων. Η ανάγκη βελτίωσης της βιολογικής λειτουργίας κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική στα αραιά θαμνολίβαδα τα οποία υποστηρίζουν υψηλή βιοποικιλότητα και παράλληλα αποτελούν άριστους βοσκότοπους για την περιοχή.
- Τέλος, το μοντέλο της λιβαδικής υγείας που εφαρμόζεται στις μεσογειακές περιοχές θα πρέπει να δομείται με τέτοιο τρόπο ώστε οι παράμετροί του (κριτήρια και δείκτες) να εκφράζουν τόσο την κύρια χρήση των λιβαδιών στα οποία εφαρμόζονται (στην περίπτωσή μας η κτηνοτροφική) όσο και τον ιδιαίτερο οικολογικό ρόλο που αυτά παίζουν (στην περίπτωσή μας στην εύρυθμη λειτουργία της υδρολογικής λεκάνης της Μυγδονίας).

Παράλληλα κείμενα

Βραχνάκης Μ., Β.Π. Παπαναστάσης, Κ. Μαντζανάς και Δ. Χουβαρδάς. 2007. Εκτίμηση Λιβαδικής Υγείας στην Πράξη: Τεχνικός Οδηγός. Εργαστήριο Λιβαδικής Οικολογίας, ΑΠΘ. σελ. 47.

Pellant M., P. Shaver, D.A. Pyke and J.E. Herrick. 2000. Interpreting Indicators of Rangeland Health. Version 3. Technical Reference 1734-6, USDA, BLM, National Science and Technical Center, Denver, Colorado.

Σχετικοί δικτυακοί τόποι

- Δικτυακός τόπος από τη Landscape Toolbox για τη μεθοδολογία εφαρμογής ποιοτικής εκτίμησης της λιβαδικής υγείας
http://wiki.landscapetoolbox.org/doku.php/field_methods:rangeland_health_assessment_i.e_indicators_of_rangeland_health
- Σειρά διαφανειών για την εφαρμογή της ποιοτικής εκτίμησης της λιβαδικής υγείας (Πανεπιστήμιο Idaho, USA)
[http://www.webpages.uidaho.edu/veg_measure/Modules/Lessons/Module%204\(Range%20Health\)/Range_Health_Overview-WholePage.pdf](http://www.webpages.uidaho.edu/veg_measure/Modules/Lessons/Module%204(Range%20Health)/Range_Health_Overview-WholePage.pdf)
- Δικτυακός τόπος της κυβέρνησης της επαρχίας Alberta του Καναδά σχετικά με την παρακολούθηση της λιβαδικής υγείας
<http://esrd.alberta.ca/lands-forests/grazing-range-management/range-health.aspx>
- Δικτυακός τόπος της Πολιτείας Wyoming (USA) σχετικά με Πρόγραμμα Εκτίμησης της Λιβαδικής Υγείας
<http://wyagric.state.wy.us/divisions/nrp/resource-management/rangeland>
- Δικτυακός τόπος της κυβέρνησης της Δυτικής Αυστραλίας σχετικά με την παρακολούθηση της λιβαδικής κατάστασης
<https://www.agric.wa.gov.au/rangelands/assessing-rangeland-condition>

Βιβλιογραφία

- Alados, C.L., El Aich, A., Papanastasis, V.P., Ozbek, H., Navarro, T., Freitas, et al. (2004). Change in plant spatial patterns and diversity along the successional gradient of Mediterranean grazing ecosystems. *Ecological Modelling*, 180, 523-535.
- Belnap, J. & Gardner, J.S. (1993). Soil microstructure in soil of the Colorado Plateau: The role of the cyanobacterium *Microcoleus vaginatus*. *Great Basin Naturalist*, 53, 40-47.
- Bestelmeyer, B.T., Brown, J.R., Havstad, K.M., Alexander, R., Chavez, G. & Herrick, J.E. (2003). Development and use of state-and-transition models for rangelands. *Journal of Range Management*, 56, 114-126.
- Bryan, R.B. (1987). Processes and significant rill development. In R.B. Bryan (Ed.), *Rill erosion: Processes and significance* (pp. 1-16). Catena Supplement 8, Catena. Reiskirchen: Verlag.
- Cerda, A. (1999). Parent material and vegetation affect soil erosion in eastern Spain. *Journal of Soil Science Society of America*, 63, 362-368.
- Clements, F.E. (1916). Plant succession: an analysis of the development of vegetation. *Carnegie Institute Washington Publications*, 242, 1-512.
- Collins, M. & Fritz, J.O. (2003). Forage quality. In R.F. Barnes, C.J. Nelson, M. Collins & K.J. Moore (Eds), *Forages. An introduction to grassland agriculture. Volume 1* (pp. 363-390), Iowa city: Iowa State Press.
- Dyksterhuis, E.J. (1949). Condition and management of rangeland based on quantitative ecology. *Journal of Range Management*, 2, 104-115.
- Eldridge, D.J. & Koen, T.B. (2003). Detecting environmental change in eastern Australia: rangeland health in the semi-arid woodlands. *The Science of the Total Environment*, 310, 211-219.
- Gutierrez, J. & Hernandez, I.I. (1996). Runoff and interrill erosion as affected by grass cover in a semi-arid rangeland of northern Mexico. *Journal of Arid Environments*, 34, 287-295.
- Hester, J.W., Thurow, T.L. & Taylor, C.A., Jr. (1997). Hydrologic characteristics of vegetation types as affected by prescribed burning. *Journal of Range Management*, 50, 199-204.
- Hudson, N. (1993). *Field measurement of soil erosion and runoff*. Rome: FAO.
- Joyce, L. (1993). The life cycle of the range condition concept. *Journal of Range Management*, 46(2), 132-138.

- Lackey, R.T. (1998). Ecosystem management: paradigms and prattle, people and prizes. *Journal of Renewable Research*, 16, 8-13.
- Le Houerou, H.N. (1981). Impact of man and his animals on Mediterranean vegetation. In F. di Castri, D.W. Goodall & R.L. Specht (Eds), *Ecosystems of the world 11. Mediterranean-type shrublands* (pp. 479-521). New York: Elsevier Sci. Publ. Co.
- Loreau, M., Naeem, S. & Inchausti, P. (2002). *Biodiversity and ecosystem functioning. Synthesis and perspectives*. Oxford: Oxford University Press.
- Morgan, R.P.C. (1986). *Soil erosion and conservation*. D.A. Davidson (Ed.). New York: Longman Scientific & Technical, Wiley.
- National Research Council, (NRC). (1994). *Rangeland health: New methods to classify, inventory, and monitor rangelands*. Washington (DC): National Academy Press.
- Naveh, Z. & Lieberman, A.S. (1994). *Landscape ecology. Theory and application*. New York: Springer-Verlag.
- Papanastasis, V.P. (1981). *The rangelands of Greece*. *Rangelands*, 3(6), 241-242.
- Papanastasis, V.P. & Papachristou, T.G. (2000). Agronomic aspects of forage legumes: management and forage quality. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 45, 113-126.
- Pellant, M., Shaver, P., Pyke, D.A. & Herrick, J.E. (2000). Interpreting indicators of rangeland health. Version 3. Technical Reference 1734-6, Denver: USDA.
- Pyke, D.A. (1995). Population diversity with special reference to rangeland plants. In N.E. West (Ed.), *Biodiversity of rangelands. Natural resources and environmental issues*, Vol. IV (pp. 21-32). Logan: Utah State University.
- Pyke, D.A., Herrick, J.E., Shaver, P. & Pellant, M. (2002). Rangeland health attributes and indicators for qualitative assessment. *Journal of Range Management*, 55, 584-597.
- Rapport, D.J., Gaudet, C., Karr, J.R., Baron, J.S., Bohlen, C., Jackson, W. et al. (1998). Evaluating landscape health: integrating societal goals and biophysical process. *Journal of Environmental Management*, 53, 1-15.
- Renard, K.G. & Foster, G.R. (1985). Managing rangeland soil resources: the Universal Soil Loss Equation. *Rangelands*, 7(3), 118-122.
- Smith, E.L. (1999). The myth of range/watershed health. Paper presented at *Proc. Symp. Eastern Oregon State University, Riparian and watershed management in the interior northwest: An interdisciplinary perspective*. La Grande: Oregon State University.
- Stringham, T.K., Krueger, W.C. & Shaver, P.L. (2003). States and transition modelling: An ecological process approach. *Journal of Range Management*, 56, 106-113.
- Taylor, N.L. (1985). Clovers around the world. In N.L. Taylor (Ed.), *Clover science and technology. Agronomy Series 25* (pp. 1-26). Madison: American Society of Agronomy.
- UCT. (1995). New concepts for assessment of rangeland condition. *Journal of Range Management*, 48, 271-282.
- USDI. (1993). *Riparian area management: Process for assessing proper functioning condition. Technical Reference 1737-9*. Denver: Bureau of Land Management.
- Vrahnakis, M.S., Fotiadis, G., Chouvardas, D., Mantzanas, K., & Papanastasis, V.P. (2005). Components of floristic diversity in kermes oak shrublands. *Grasslands Science in Europe*, 10, 149-152.
- Wagner, R.E. (1989). History and development of site and condition criteria in the Bureau of Land Management. In W.K. Lauenroth & W.A. Laycock (Eds) *Secondary succession and the evaluation of rangeland condition* (pp. 35-48). Boulder: Westview.
- Whitford, W.G. (1996). The importance of the biodiversity of soil biota in arid ecosystems. *Biodiversity and Conservation*, 5, 185-195.
- Whitford, W.G., de Soyza, A.G., van Zee, J.W., Herrick, J.E. & Havstad, K.M. (1998). Vegetation, soil, and animal indicators of rangeland health. *Environmental Monitoring and Assessment*, 51, 179-200.
- Wicklum, D. & Davies, R.W. (1995). Ecosystem health and integrity. *Canadian Journal of Botany*, 73, 997-1000.
- Βραχνάκης, Μ.Σ. (2000). *Μαθηματικά μοντέλα μελέτης της δυναμικής της λιβαδικής βλάστησης* (Διδακτορική διατριβή, Α.Π.Θ., 2000). Ανακτήθηκε από <http://hdl.handle.net/10442/hedi/15011>.
- Βραχνάκης, Μ., Παπαναστάσης, Β.Π., Μαντζανάς, Κ. & Χουβαρδάς, Δ. (2007). *Εκτίμηση λιβαδικής υγείας στην πράξη: Τεχνικός οδηγός*. Θεσσαλονίκη: Εργαστήριο Λιβαδικής Οικολογίας (ΑΠΘ).

- Βραχνάκης, Μ.Σ. & Παπαναστάσης, Β.Π. (2008). Από τη λιβαδική κατάσταση στη λιβαδική υγεία: Νέες προοπτικές στην ποιοτική εκτίμηση των Μεσογειακών λιβαδιών. Στο *6ο Πανελλήνιο Λιβαδοπονικό Συνέδριο*. Λεωνίδιο: Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρία.
- Παπαναστάσης, Β.Π. & Νοϊτσάκης, Β.Ι. (1992). *Λιβαδική οικολογία*. Θεσσαλονίκη: Γιαχούδης - Γιαπούλης.
- Παπούλια, Σ., Καζαντζίδης, Σ. & Τσιουρλής, Γ. (2003). Η χρήση των θαμνολίβαδων πουρναριού από την ορνιθοπανίδα στην περιοχή Λαγκαδά Θεσσαλονίκης. Στο *3ο Πανελλήνιο Λιβαδοπονικό Συνέδριο*. Καρπενήσι: Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρία.
- Φωτιάδης, Γ., Βραχνάκης, Μ.Σ., Μαντζανάς, Κ., Χουβαρδάς, Δ. & Παπαναστάσης, Β.Π. (2001). Διερεύνηση της βλάστησης των pseudomaquis του *Quercus coccifera* στην περιοχή του Λαγκαδά της κεντρικής Μακεδονίας. *Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Α.Π.Θ.*, 44, 505-518.

Κριτήρια αξιολόγησης

Α. Δραστηριότητες διδακτικής ενότητας

1. Ομοιότητες και διαφορές των μοντέλων λιβαδικής κατάστασης και λιβαδικής υγείας. (500 λέξεις)
2. Γιατί στην περίπτωση των μεσογειακών λιβαδιών οι περιοχές οικολογικής αναφοράς (ERA) είναι δύσκολο να προσδιοριστούν; (400 λέξεις)
3. Τι εκφράζουν τα τρία κριτήρια λιβαδικής υγείας; (400 λέξεις)
4. Σχεδιάστε ένα σύστημα παρακολούθησης της λιβαδικής υγείας για τα ποολίβαδα της χώρας μας. (500 λέξεις)
5. Ποια συμπεράσματα εξάγετε από τη χρήση της μεθοδολογίας για την εκτίμηση της λιβαδικής υγείας των λιβαδιών του Λαγκαδά; (300 λέξεις)
6. Σε ποιες κατευθύνσεις θα δίνετε έμφαση για τη βελτίωση της λιβαδικής υγείας των λιβαδιών του Λαγκαδά; (200 λέξεις)
7. Πώς θα διαφοροποιούσατε τους δείκτες εκτίμησης της λιβαδικής υγείας, αναλόγως του λιβαδικού τύπου (ποολίβαδα, θαμνολίβαδα, δασολίβαδα, φρυγανολίβαδα, υγρά λιβάδια); (500 λέξεις)
8. Αιτιολογείστε την ανάγκη συμπερίληψης του δείκτη της ετήσιας παραγωγής στην εκτίμηση της λιβαδικής υγείας των μεσογειακών λιβαδιών. (300 λέξεις)

Β. Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης

Σωστό ή λάθος	Επιλέξτε
Η ποιοτική εκτίμηση της λιβαδικής κατάστασης/υγείας των λιβαδιών αποτελεί ένα γρήγορο τρόπο εκτίμησης της ανάγκης λήψης μέτρων βελτίωσής τους.	Σωστό Λάθος
Η εκτίμηση της λιβαδικής κατάστασης στηρίζεται κυρίως σε χλωριδικά δεδομένα.	Σωστό Λάθος
Η ποιοτική εκτίμηση των λιβαδιών των μεσογειακών περιοχών θα πρέπει να προκύπτει ως συνδυασμός των μοντέλων της λιβαδικής κατάστασης και της λιβαδικής υγείας.	Σωστό Λάθος
Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή του μοντέλου της λιβαδικής κατάστασης είναι ο προσδιορισμός της περιοχής οικολογικής αναφοράς.	Σωστό Λάθος
Η οικονομική αποδοτικότητα αποτελεί κριτήριο λιβαδικής υγείας.	Σωστό Λάθος
Οι οικολογικοί δείκτες για την ποιοτική εκτίμηση της λιβαδικής υγείας επιλέγονται ώστε να οπτικοποιούνται σαφώς.	Σωστό Λάθος

Το μοντέλο της λιβαδικής υγείας στις μεσογειακές περιοχές θα πρέπει να δο- μείται ώστε οι παράμετροί του να εκφράζουν τόσο την κύρια χρήση των λιβα- διών όσο και τον ιδιαίτερο οικολογικό ρόλο που αυτά παίζουν.	Σωστό Λάθος
Τα δεδομένα της λιβαδικής υγείας αναλύονται α) κατά δείκτες λιβαδικής υγεί- ας, β) κατά κριτήριο λιβαδικής υγείας καθώς γίνεται και γ) συνολική εκτίμηση της λιβαδικής υγείας και της τάσης εξέλιξής της.	Σωστό Λάθος
Οι δείκτες λιβαδικής υγείας πρέπει να είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους.	Σωστό Λάθος
Η παρακολούθηση της κατάστασης των λιβαδιών θα πρέπει να εφαρμόζεται συστηματικά με διαφορετικά πρωτόκολλα κάθε φορά αναλόγως του κύριου σκοπού διαχείρισης.	Σωστό Λάθος

Συμπληρώστε	Επιλέξτε
Με την ποιοτική εκτίμηση των λιβαδιών ο διαχειριστής θα είναι εφοδιασμένος με ένα πολύτιμο εργαλείο των διαχειριστικών δράσεων.	στην υλοποίηση στο σχεδιασμό με το στάδιο “cli- max” με το αρχικό στάδιο διαδοχής
Το μοντέλο της λιβαδικής κατάστασης απαιτεί τη σύγκριση της παρούσας χλω- ριδικής σύνθεσης του λιβαδικού φυτοκαλύμματος	με το αρχικό στάδιο διαδοχής
Το μοντέλο της λιβαδικής κατάστασης δέχθηκε κριτική κυρίως στη βάση της διαδοχής της βλάστησης που υποστήριζε το θεωρητικό του υπόβαθρο	γραμμικής σημειακής
Τα δύο μοντέλα της ποιοτικής εκτίμησης των λιβαδιών (λιβαδική κατάσταση, λιβαδική υγεία) φαίνονται από μόνα τους για τις μεσογειακές συνθή- κες.	μη ιδανικά ιδανικά
Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή του μοντέλου της λιβαδικής υγείας είναι ο προσδιορισμός της περιοχής αναφοράς.	οικονομικής οικολογικής
Οι περιοχές οικολογικής αναφοράς εκφράζουν την ιδανική κατάσταση μίας πε- ριοχής όπως προκύπτει αποκλειστικά και μόνο από την έκφραση της περιοχής αιτιών διαταραχής.	εξωγενών ενδογενών
Η λιβαδική υγεία αναφέρεται στις ιδιότητες των λιβαδιών.	οικολογικές οικονομικές
Το κριτήριο της λειτουργίας θεωρείται σημαντικό στην εκτίμηση των επιπτώσεων της βόσκησης στην εύρυθμη λειτουργία του υδρολογικού κύκλου των λεκανών απορροής.	υδρολογικής υδροπονικής
Οι δείκτες της σταθερότητας εδάφους σχετίζονται με των αγροτικών ζώων.	τα ποδοπατήματα την παραγωγή
Η είναι δείκτης βιολογικής σταθερότητας.	γονιμότητα παραγωγικότητα

Παράρτημα Διδακτικής Ενότητας 7

Φωτογραφική τεκμηρίωση δεικτών λιβαδικής υγείας (περιοχή Λαγκαδά)



Δείκτης 1. Ρυάκια. Αριστερά: Καλή Υγεία (δεν υπάρχει σχηματισμός ρυακιών κάθετων στις χωροσταθμικές), Δεξιά: Κακή Υγεία (εμφανής σχηματισμός ρυακιών κάθετων στις χωροσταθμικές).



Δείκτης 2. Πλέγμα επιφανειακής ροής. Αριστερά: Καλή Υγεία (δεν υπάρχει σχηματισμός πλέγματος), Δεξιά: Κακή Υγεία (εμφανής σχηματισμός πλέγματος).



Δείκτης 3. Ανυψώσεις/Βαθμιδώσεις εδάφους. Αριστερά: Καλή Υγεία (δεν υπάρχουν ίχνη ανυψώσεων/βαθμιδώσεων), Δεξιά: Κακή Υγεία (ανύψωση βλάστησης σε επίπεδο εδάφους).



Δείκτης 4. Ανυψώσεις/Βαθμιδώσεις εδάφους. Αριστερά: Καλή Υγεία (δεν υπάρχουν ίχνη επιφανειακής διάβρωσης, παλαιό διαβρωτικό φαινόμενο έχει αποκατασταθεί από τη φυσική επέκταση της θαμνώδους βλάστησης), Δεξιά: Κακή Υγεία (εμφανής η επιφανειακή διάβρωση).



Δείκτης 5. Μονοπάτια ζώων. Αριστερά: Καλή Υγεία (αφανή μονοπάτια ζώων), Δεξιά: Κακή Υγεία (μονοπάτια ζώων παράλληλα στις χωροσταθμικές).



Δείκτης 6. Γυμνό έδαφος (κάλυψη). Αριστερά: Καλή Υγεία (έδαφος πλήρως καλυμμένο από βλάστηση), Δεξιά: Κακή Υγεία (έδαφος απογυμνωμένο).



Δείκτης 7. Ξηρά ουσία (κάλυψη). Αριστερά: Καλή Υγεία (έδαφος πλήρως καλυμμένο από ξηρά ουσία), Δεξιά: Κακή Υγεία (έδαφος με ελάχιστη κάλυψη από ξηρά ουσία).



Δείκτης 8. Πέτρες, βράχοι (κάλυψη). Αριστερά: Καλή Υγεία (έδαφος πλήρως καλυμμένο από βλάστηση), Δεξιά: Κακή Υγεία (έδαφος απογυμνωμένο).



Δείκτης 9. Κρυπτόγαμα, κρούστα εδάφους (κάλυψη). Αριστερά: Καλή Υγεία (έδαφος με εμφανή κάλυψη κρυπτογάμων), Δεξιά: Κακή Υγεία (έδαφος με απουσία κρυπτογάμων στις γυμνές του θέσεις).



Δείκτης 10. Ορόφωση βλάστησης. Αριστερά: Καλή Υγεία (λιβάδι με εμφανείς τους τρεις βασικούς ορόφους βλάστησης (πωιδών, θάμνων, δένδρων)), Δεξιά: Κακή Υγεία (ποολίβαδο (ελλιπής ορόφωση)).



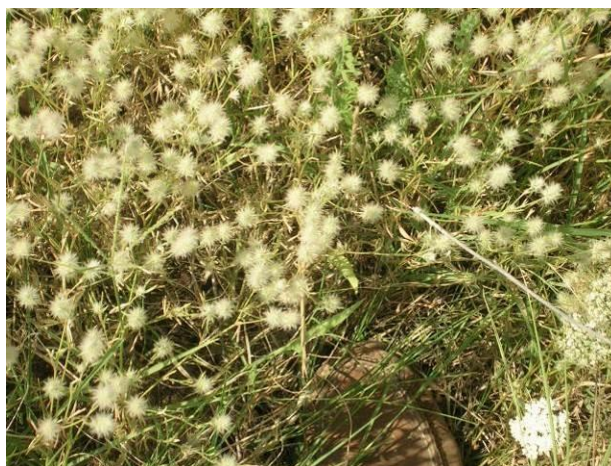
Δείκτης 11. Ζωτικότητα φυτών. Αριστερά: Καλή Υγεία (θάμνος γκορτσιάς (*Pyrus amygdaliformis*) με υψηλή ζωτικότητα), Δεξιά: Κακή Υγεία (θάμνος κράταιγου (*Crataegus monogyna*) με χαμηλή ζωτικότητα).



Δείκτης 12. Αριθμός ταξιανθιών. Αριστερά: Καλή Υγεία (ανθισμένα φυτά *Avena spp.*, *Dichanthium ischaetum*, κλπ.), Δεξιά: Κακή Υγεία (κλαδίσκοι πουρναριού (*Quercus coccifera*) χωρίς άνθη).



Δείκτης 13. Ηλικιακή κατανομή. Αριστερά: Καλή Υγεία (ζυλώδεις ανθισμένοι διετείς βλαστοί και ετήσια αναγέννηση *Thymus sp.*), Δεξιά: Κακή Υγεία (ομοιόμορφης ηλικίας και ύψους θάμνοι πουρναριού).



Δείκτης 14. Παρουσία ψυχανθών. Αριστερά: Καλή Υγεία (φυτοκάλυμμα με εμφανή παρουσία ψυχανθών (*Trifolium arvensis*)), Δεξιά: Κακή Υγεία (φυτοκάλυμμα με απουσία ψυχανθών).



Δείκτης 15. Ετήσια παραγωγή. Αριστερά: Καλή Υγεία (ποολίβαδο με υψηλή ετήσια παραγωγή), Δεξιά: Κακή Υγεία (ποολίβαδο με χαμηλή ετήσια παραγωγή).

Δ.Ε.8 Ποσοτική εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της λειτουργίας των λιβαδιών

Σκοπός της ενότητας είναι η περιγραφή των μεθόδων μέτρησης ποσοτικών παραμέτρων που κωδικοποιούν την αποτελεσματικότητα λειτουργίας των λιβαδιών.

Σύνοψη

Η εισροή ενέργειας στα λιβαδικά οικοσυστήματα και η μετατροπή της σε βιομάζα σε συνδυασμό με τη γενετική έκφραση των φυτικών οργανισμών και την επίδραση του φυσικού περιβάλλοντος έχει ως αποτέλεσμα τη μεγάλη ποικιλία στη μορφολογική έκφραση των φυτών. Η ποικιλία αυτή περιλαμβάνει διάφορους τύπους βιοτικών μορφών, από τις οποίες οι σημαντικότερες από λιβαδοπονικής σκοπιάς είναι η διάκριση σε πόες, θάμνους και δένδρα. Αυτή η μορφολογική έκφραση στην ουσία αποτελεί την ποσοτική εκδήλωση της εύρυθμης λειτουργίας και αποτελεσματικότητας στην πρόσληψη της ηλιακής ενέργειας. Οι σημαντικότερες τέτοιες ποσοτικές εκδηλώσεις σε ένα λιβαδικό φυτοκάλυμμα αναφέρονται στον βαθμό κάλυψης του εδάφους από τη βλάστηση, στη χλωριδική σύνθεση της βλάστησης και στην ποσοστιαία συμμετοχή του κάθε είδους στη σύνθεση αυτή, στην πυκνότητα της βλάστησης, στη συχνότητα εμφάνισης των ειδών, στην παραγωγή, και στη χλωριδική ποικιλότητα που συντηρεί κατά το χρόνο καταγραφής η βλάστηση του λιβαδιού. Για τη μέτρηση αυτών των ποσοτικών χαρακτηριστικών έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές και μέσα, κάποια εκ των οποίων προσαρμόζονται καλύτερα στις μεσογειακές συνθήκες.

Προαπαιτούμενη γνώση – προσδοκώμενα αποτελέσματα

Η ολοκληρωμένη περιγραφή ενός λιβαδικού οικοσυστήματος περιλαμβάνει εκτός από την ποιοτική αποτίμηση της λειτουργίας του οικοσυστήματος (σύνδεση με την προηγούμενη διδακτική ενότητα), και την ποσοτικοποίηση των παραμέτρων έκφρασης της αποτελεσματικότητας λειτουργίας. Έτσι κρίνεται απαραίτητη η περιγραφή των μεθοδολογιών, μετρικών και στατιστικών που χρησιμοποιούνται για τη μέτρησης της κάλυψης, σύνθεσης, πυκνότητας, συχνότητας, παραγωγής και χλωριδικής ποικιλότητας των λιβαδικών φυτοκοινοτήτων. Η ποσοτική εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της λειτουργίας των λιβαδιών παρέχει τις κατάλληλες πληροφορίες στον διαχειριστή να σχεδιάσει αποτελεσματικά τη ρύθμιση στον χώρο και τον χρόνο της βόσκησης στη βάση του ισοζυγίου βοσκοφόρτωσης/βοσκοϊκανότητας (σύνδεση με την επόμενη διδακτική ενότητα), και σε συνδυασμό με την ποιοτική εκτίμηση να καθορίσει τις κατευθύνσεις βελτίωσης που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαχείριση των λιβαδιών.

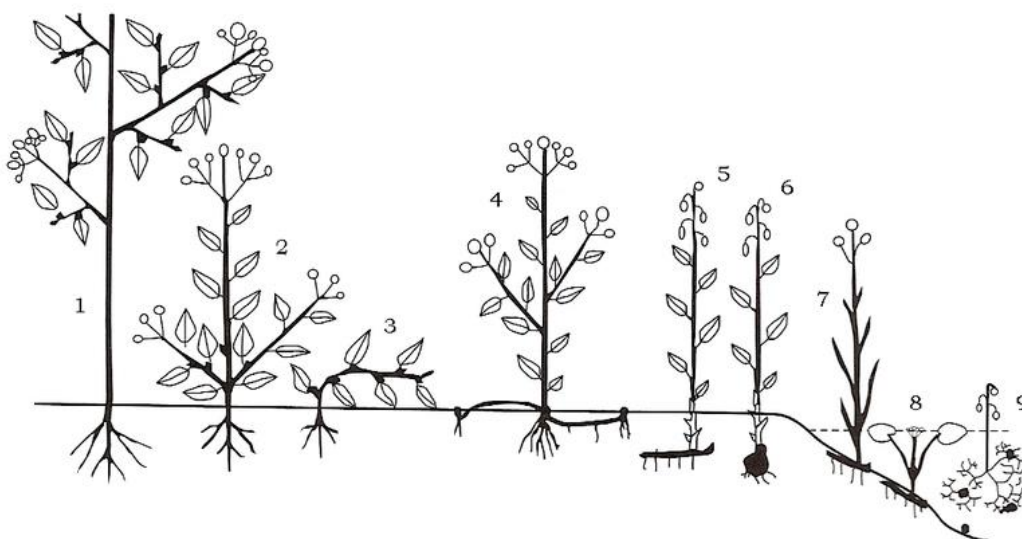
Έννοιες – κλειδιά (keywords):

- βιοτικές μορφές (life forms)
- ποώδη φυτά (herbaceous plants)
- αγρωστώδη (grasses)
- αγρωστοειδή (graminoids)
- άλλες πλατύφυλλες πόες (herbs)
- ψυχανθή (legumes)
- ξυλώδη φυτά (woody plants)
- δένδρα (trees)
- θαμνόμορφα δένδρα (shrub-like trees)
- θάμνοι (shrubs)
- αποξυλωμένοι ημίθαμνοι (scrubs)
- ημίθαμνοι (semi-shrubs)
- φρύγανα (phrygana)
- αναρριχώμενα (lianas)
- εκτιμητής (estimate)
- κάλυψη (cover)
- σύνθεση (composition)
- βιομάζα (biomass)
- πυκνότητα (density)
- συχνότητα (frequency)

- χλωριδική ποικιλότητα (floristic diversity)
- πειραματική μονάδα (plot)

8.1 Βιοτικές μορφές και εκτιμητές ειδών

Η εισροή ενέργειας στα λιβαδικά οικοσυστήματα και η μετατροπή της σε βιομάζα μέσω της φωτοσύνθεσης σε συνδυασμό με τη γενετική έκφραση των φυτικών οργανισμών και την επίδραση του φυσικού περιβάλλοντος (δυναμική της βλάστησης, και φυσικές διαταραχές με την ευρύτερη έννοια του όρου) έχει ως αποτέλεσμα τη μεγάλη ποικιλία στη μορφολογική έκφραση των φυτών. Αυτή η ποικιλομορφία κωδικοποιείται με διάφορους τρόπους, μεταξύ των οποίων προεξέχουσα θέση στην Οικολογία κατέχει η διάκριση και ταξινόμηση των φυτών σε *βιοτικές μορφές*. Η διάκριση των φυτών σε βιοτικές μορφές, για πρώτη φορά αναλόγως της θέσης (ύψος) του αναγεννητικού τους κέντρου, εισηγήθηκε το 1904 από το Δανό φυσιολόγο Christen C. Raunkiaer (1860-1938) (Raunkiaer, 1904) (Εικόνα 8.1). Η διάκριση αυτή έκτοτε έχει γίνει πιο λεπτομερής.

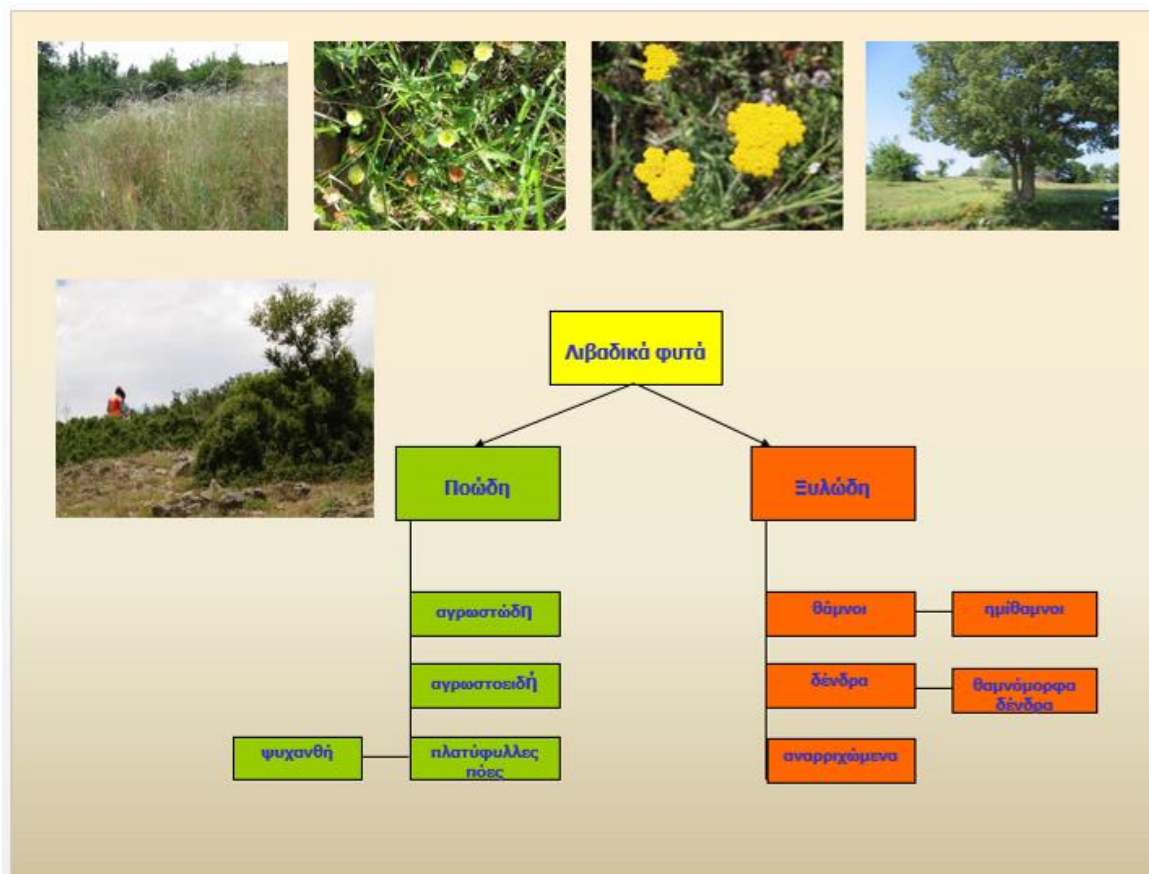


Εικόνα 8.1 Βιοτικές μορφές κατά C.C. Raunkiaer: 1- Φανερόφυτα, 2 και 3 - Χαμαίφυτα, 4- Ημικρυπτόφυτα, 5 και 6- Γεώφυτα, 7- Ελόφυτα, 8 και 9 – Υδρόφυτα. Τα Θερόφυτα και Επίφυτα δεν παρουσιάζονται. (Πηγή: Wikipedia, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Life_forms.png)

Εκτός της κατάταξης των φυτών σε βιοτικές μορφές βάση της θέσης των αναγεννητικών τους κέντρων αναπτύχθηκαν κατά καιρούς και διάφορα άλλα συστήματα κατάταξης (Dansereau, 1951, Halloy, 1990), όπως αναλόγως του ενδιαιτήματος (χερσαία, υδρόβια κ.λπ.), της περιεχόμενης υγρασίας του περιβάλλοντος (ξηρόφυτα, μεσόφυτα κ.λπ.), της προσαρμογής των φυτών στο φως (ηλιόφυτα, σκιάφυτα), του τρόπου θρέψης (παρασιτικά, ημιπαρασιτικά κ.λπ.), των εδαφικών παραγόντων (αλόφυτα, μεταλλόφυτα κ.λπ.), της αλλαγής του φυλλώματος (φυλλοβόλα, αειθαλή κ.λπ.), της ικανότητας αποφυγής της ξήρανσης (ποικιλοϋδρικά, ομοιοϋδρικά), των μικρής διάρκειας εναλλαγών στο υδατικό ισοζύγιο (υδατομεταβαλλόμενα, υδατοσταθερά), του εύρους αντοχής στην ξηρασία (στενοϋδρικά, ευρυϋδρικά), της διάρκειας ζωής τους (ετήσια, διετή, πολυετή), του φωτοσυνθετικού τους κύκλου (C3, C4, CAM φυτά), της γεωγραφικής τους προέλευσης (εξωτικά, αυτοφυή κ.λπ.), της βιογεωγραφικής τους κατανομής (ενδημικά, κοσμοπολίτικα, ευρέως διαχωρισμένα), της επεκτατικότητας (επεκτατικά, μη επεκτατικά), του χρόνου εγκατάστασης κατά τη διαδοχή (αρχικοί εποίκιστές, κλιμακικά), της δυνατότητας καλλιέργειάς τους (καλλιεργούμενα, άγρια κ.λπ.), της εθνοβοτανικής τους χρήσης (εδώδιμα, φαρμακευτικά κ.λπ.) κ.ά.

Στη Λιβαδοπονία, και κυρίως στον κλάδο της Διαχείρισης των Λιβαδιών, τα φυτά ταξινομούνται αναλόγως της γενικής τους εμφάνισης, σε ομάδες που υπάγονται σε κλίμακες υψηλότερες των τυπικών βιοτικών μορφών του Raunkiaer, όπως *ποώδη* (αγρωστώδη, αγρωστοειδή, πλατύφυλλες πόες, ψυχανθή) και *ξυλώδη* (δένδρα, θαμνόμορφα δένδρα, θάμνοι, ημίθαμνοι και φρύγανα, αναρριχόμενα) (Εικόνα 8.2). Η περιγραφή αυτών των περιεκτικότερων βιοτικών μορφών και η σημασία τους σε ένα λιβαδικό φυτοκάλυμμα ποσοτικο-

ποιείται με τη μέτρηση κάποιων χαρακτηριστικών (εκτιμητές) των φυτικών ειδών που συνθέτουν τις βιοτικές μορφές, όπως είναι η *κάλυψη*, η *βιομάζα*, η *πυκνότητα*, η *συχνότητα*, η *παραγωγή* και η *χλωριδική ποικιλότητα*. Η έμφαση που δίνεται κάθε φορά σε έναν ή περισσότερους από αυτούς τους εκτιμητές σχετίζεται με τους σκοπούς της περιγραφής της λιβαδικής βλάστησης (διαχειριστικό σχέδιο λιβαδιών, σχέδιο δράσης διατήρησης πληθυσμών κ.λπ.).



Εικόνα 8.2 Οι σημαντικότερες βιοτικές μορφές που χρησιμοποιούνται στη λιβαδοπονική πράξη.

Οι μετρήσεις της *κάλυψης* αποτελούν εκτιμήσεις της σχετικής επιφάνειας εδάφους που ένα φυτό καταλαμβάνει με τα χλωροφυλλούχα όργανά του για την προσρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας, αποτελούν δηλαδή δείκτη δυνατότητας της φωτοσύνθεσης. Προϊόν επεξεργασίας των δεδομένων της κάλυψης αποτελεί η ποσοστιαία έκφραση αυτής μετά την αφαίρεση μη φυτικών συστατικών, που ονομάζεται *σύνθεση*. Η βιομάζα από την άλλη εκφράζει την αποτελεσματικότητα της φωτοσύνθεσης καθώς στην ουσία ποσοτικοποιεί (*βάρος*) τη φωτοσυνθετική απόδοση του φυτού και την πρωτογενή παραγωγή, της οποίας η αύξηση συνήθως αποτελεί διαχειριστικό στόχο. Έτσι, στη διαχείριση των βοσκοτόπων ιδιαίτερη σημασία έχει η βιομάζα συγκεκριμένων ειδών που αποτελούν πηγές παραγωγής βοσκήσιμης ύλης. Η *πυκνότητα* περιγράφει πόσα πολλά άτομα (και κατ' επέκταση ιστοί) είναι παρόντα στη μονάδα επιφάνειας του εδάφους και συνήθως συνδυάζεται με την κάλυψη. Η *συχνότητα* περιγράφει τη διασπορά ή την κατανομή ενός είδους στο λιβάδι. Τέλος, η *χλωριδική ποικιλότητα* εκφράζει τη λειτουργικότητα του λιβαδικού οικοσυστήματος και προϊδεάζει για τις δυνατότητες αντίστασής του σε εξωτερικές διαταραχές.

8.2 Επιλογή μεθόδων – πηγές διακύμανσης

Για τη μέτρηση αυτών των εκτιμητών έχει αναπτυχθεί πληθώρα μεθόδων, η επιλογή των οποίων εξαρτάται από δύο παράγοντες (Bonham, 1989). Ο ένας σχετίζεται με τα χαρακτηριστικά της βλάστησης και κυρίως με τη σύνθεσή της. Έτσι, οι μονάδες που θα χρησιμοποιήσουμε για να εκφράσουμε τους εκτιμητές της βιομάζας, της πυκνότητας και της κάλυψης (δηλ. την κλίμακα που θα χρησιμοποιήσουμε) προσδιορίζονται από τις βιοτικές μορφές της κοινότητας. Η αφθονία των βιοτικών μορφών προσδιορίζει το μέγεθος της δειγματοληπτικής

επιφάνειας (πλαίσιο), τη μέτρηση απόστασης (στη μετροταινία) και τον αριθμό των δειγματοληπτικών σημείων που απαιτούνται. Γενικά, τα πυκνά φυτοκαλύμματα συνήθως συνδέονται με υψηλή πυκνότητα φυτικών ατόμων, ή/και εύρωστα και υψηλά φυτά, και μπορεί (σε αντίθεση με τα αραιά φυτοκαλύμματα) να μετρηθούν με λίγες αλλά μεγάλες πειραματικές μονάδες (plots). Άλλα χαρακτηριστικά της βλάστησης σχετίζονται με την ποικιλία σωματικού μεγέθους των φυτών που συμμετέχουν σε μία βιοτική μορφή (δένδρα, θάμνοι κ.λπ.), όπως και τα πρότυπα χωρικής κατανομής των ατόμων μέσα σε κάθε βιοτική μορφή.

Ο δεύτερος παράγοντας σχετίζεται με βιομετρικά χαρακτηριστικά (στατιστικές βιολογικών παρατηρήσεων) και οικονομετρικά (στατιστικές οικονομικών δεδομένων). Οι στατιστικές προσφέρουν εκτιμήσεις του μέσου όρου του πληθυσμού, της διασποράς και των πιθανοτήτων των ορίων εμπιστοσύνης. Όταν ο τύπος κατανομής των δεδομένων ενός εκτιμητή είναι γνωστός ή υποτίθεται (κανονική, διωνυμική κ.λπ.), επιλέγεται η τεχνική που παρέχει τη μικρότερη τιμή διασποράς του μέσου του εκτιμητή. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται επιπλέον ο μικρότερος αριθμός παρατηρήσεων, άρα αυτή η τεχνική είναι επιθυμητή και από οικονομικής άποψης. Τέλος έμφαση θα πρέπει να δίδεται στο σφάλμα δειγματοληψίας μίας τεχνικής. Το σφάλμα αυτό δεν θα πρέπει να θεωρείται λάθος ή να παραβλέπεται καθώς εκφράζει τη διακύμανση των παρατηρήσεων των εκτιμητών της κάλυψης, της πυκνότητας και της βιομάζας. Ο εκτιμητής αυτού του σφάλματος ορίζεται ως το τυπικό σφάλμα του μέσου. Το μέγεθος του σφάλματος δειγματοληψίας εξαρτάται από (α) τον αριθμό των παρατηρήσεων, (β) την εσωτερική μεταβλητότητα του εκτιμητή, και (γ) τη μέθοδο επιλογής ενός δείγματος. Όλα αυτά επιπρόσθετα επηρεάζουν το κόστος δειγματοληψίας.

Οι πηγές διακύμανσης κατά τη μέτρηση των χαρακτηριστικών της βλάστησης είναι ποικίλες. Τα χαρακτηριστικά της βλάστησης που σχετίζονται με τη συχνότητα, κάλυψη, πυκνότητα και βιομάζα επηρεάζονται από τις βιοτικές μορφές των ειδών, τη σύνθεση των ειδών, την εποχικότητα, τις χρήσεις της βλάστησης από τον άνθρωπο και τα ζώα και τις κλιματεδαφικές συνθήκες. Οι βιοτικές μορφές (δέντρα, θάμνοι, πόες) είναι πηγές διακύμανσης καθώς σχετίζονται με τη συχνότητα, την κάλυψη, τον αριθμό των ατόμων που μπορεί να συντηρήσει ένας τόπος και τις επιδράσεις στη βιομάζα ενός φυτού.

Τα κατακρημνίσματα, οι θερμοκρασίες αέρα και εδάφους, η εδαφική υγρασία και ο χρόνος έναρξης και αναστολής της αύξησης των φυτών επηρεάζουν τη μέτρηση των εκτιμητών βλάστησης. Επιπλέον επηρεάζουν τη διακύμανση των εκτιμητών όταν οι μετρήσεις γίνονται σε όλα τα είδη που είναι παρόντα στο φυτοκαύλυμα. Για παράδειγμα, η συνολική βιομάζα που υποστηρίζεται σε ένα λιβάδι εξαρτάται από το φαινολογικό στάδιο των ειδών. Έτσι σε μία αυξητική περίοδο, οι χρονικές διακυμάνσεις στη βιομάζα που παρατηρούνται εξαρτώνται από το φαινολογικό στάδιο τόσο των σημαντικών όσο και των δευτερευόντων ειδών. Η προηγούμενη χρήση ή καταστροφή της βλάστησης συχνά αποτυπώνεται στη μεταβλητότητα των χαρακτηριστικών της βλάστησης. Η υλοτομία των δένδρων κατά το παρελθόν, η υπερβόσκηση από μεγάλα φυτοφάγα, οι περιοδικές πληθυσμιακές εξάρσεις των επιβλαβών εντόμων, και οι ασθένειες γενικότερα είναι σημαντικές πηγές διακύμανσης. Οι διακυμάνσεις συχνά σχετίζονται με τη χλωριδική σύνθεση του φυτοκαλύμματος, η οποία σχετίζεται με τα δευτερογενή ή υψηλότερης τάξης στάδια διαδοχής της φυτοκοινότητας. Οι εδαφικοί παράγοντες που συνδέονται με τη διακύμανση της βλάστησης είναι το μητρικό υλικό, το στάδιο ανάπτυξης του εδάφους σε σχέση με την εδαφογένεση, όπως και οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους. Οι μικρής διάρκειας μεταβολές των μετεωρολογικών φαινομένων (καιρός) επηρεάζουν την κάλυψη της βλάστησης σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι η πυκνότητα των πολυετών (Bonham, 1989). Όμως τα εφήμερα και τα ετήσια είδη επηρεάζονται από τις καιρικές επιδράσεις στη συχνότητα, πυκνότητα, κάλυψη και βιομάζα που συμβαίνουν σε πολύ μικρά σχετικά χρονικά διαστήματα. Οι μεγάλης διάρκειας μεταβολές των μετεωρολογικών φαινομένων (κλίμα) συμβάλλουν στη διακύμανση της βλάστησης καθώς επηρεάζουν την αναπαραγωγή και τη συμμετοχή των πολυετών στη σύνθεση του φυτοκαλύμματος.

8.3 Δειγματοληψία

Η δειγματοληψία γίνεται καλύτερα αντιληπτή όταν συγκρίνεται με μία πλήρη καταμέτρηση ή απογραφή όλων των μονάδων ενός πληθυσμού. Τέτοιοι πληθυσμοί μπορεί να είναι όλες οι πιθανές θέσεις τοποθέτησης του δειγματοληπτικού πλαισίου, ή οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών. Θα πρέπει το δείγμα που θα ληφθεί από έναν πληθυσμό μετρήσιμων μονάδων να περιλαμβάνει την ίδια πληροφορία που θα περιλάμβανε μία πλήρης απογραφή, όμως με μικρότερο κόστος.

Ο σκοπός της δειγματοληψίας είναι να ληφθεί ένας αντικειμενικός εκτιμητής των παραμέτρων του πληθυσμού, δηλ. ο μέσος όρος τους και η διασπορά των τιμών περί τον μέσο όρο (διακύμανση). Τα δείγματα αποτελούνται από έναν αριθμό παρατηρήσεων. Αυτός ο αριθμός παρατηρήσεων αποτελεί το μέγεθος του

δείγματος n . Έτσι η στατιστική έννοια του δείγματος αναφέρεται σε αυτό το σύνολο και όχι σε μία μοναδιαία μέτρηση.

Η δειγματοληψία πεδίου προϋποθέτει, ανεξάρτητα του σκοπού της, τη σχετική γνώση των βασικών στατιστικών εννοιών. Ιδιαίτερης σημασίας είναι ο υπολογισμός του *μεγέθους του δείγματος*, με τρόπο ώστε να (α) λαμβάνεται υπόψη η διακύμανση, και (β) να περιγράφεται επαρκώς η παράμετρος ενδιαφέροντος του πληθυσμού. Έτσι, θεωρώντας ένα μονοπαραγοντικό χαρακτηριστικό της βλάστησης που ακολουθεί την κανονική κατανομή η μηδενική υπόθεση δομείται ως

$$H_0: \mu = k$$

όπου k μία σταθερά αυθαίρετης τιμής και μ ο μέσος όρος του πληθυσμού. Στην περίπτωση αυτή το μέγεθος του δείγματος ορίζεται ως:

$$n = \frac{t^2 s^2}{(\bar{X} - \mu)^2}$$

όπου η τιμή t λαμβάνεται από τον πίνακα της t -κατανομής και $\bar{X}$ και s είναι αντίστοιχα η μέση τιμή και η τυπική της απόκλιση που αναφέρονται στο δείγμα. Για παράδειγμα, αν επιθυμούμε την τιμή $\bar{X} - \mu$ μικρότερη από $0,1\bar{X}$, δηλ. η πραγματική διαφορά του μέσου όρου του δείγματος από την πραγματική του πληθυσμού να μην είναι μικρότερη του 10% του μέσου όρου του δείγματος, τότε αν θεωρήσουμε α την αναλογία ή το βαθμό ακρίβειας με την οποία η μέση τιμή του δείγματος εκφράζει το μέσο όρο του πληθυσμού, το μέγεθος του δείγματος ορίζεται ως

$$n = \frac{t^2 s^2}{(\alpha \bar{X})^2}$$

Στην περίπτωση που ενδιαφερόμαστε για τον καθορισμό μεγέθους δείγματος για παραμέτρους βλάστησης που προκύπτουν πριν και μετά κάποιον εφαρμοζόμενο χειρισμό (διαχείριση) το μέγεθος δείγματος υπολογίζεται ως

$$n = \frac{t^2 ((1 - \alpha)^2 + 1) s^2}{(\alpha \bar{X})^2}$$

Στην περίπτωση που γνωρίζουμε ότι το μέγεθος δείγματος είναι μεγάλο (>30) τότε η τιμή της t -κατανομής αντικαθίσταται από τις Z τιμές (δεν επηρεάζονται από το μέγεθος δείγματος).

8.4 Κάλυψη λιβαδικής βλάστησης (φυτοκάλυψη)

Κάλυψη ή φυτοκάλυψη ονομάζεται το εκατοστιαίο ποσοστό του εδάφους που καλύπτεται από την κατακόρυφη προβολή του ζωντανού υπέργειου τμήματος ενός ή περισσότερων λιβαδικών φυτών. Αποτελεί πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό της λιβαδικής βλάστησης και χρησιμοποιείται στη μελέτη του βαθμού διάβρωσης του εδάφους, στον βαθμό χρήσης και επίδρασης ενός συγκεκριμένου συστήματος βόσκησης, στις μεταβολές της βλάστησης και στις συνθήκες αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας.

Οι μέθοδοι μέτρησης της κάλυψης στηρίζονται συνήθως στη χρήση δειγματοληπτικών πλαισίων, σημείων και γραμμών δειγματοληψίας και αναλύονται στη συνέχεια.

Α. Οπτική εκτίμηση με χρήση δειγματοληπτικού πλαισίου. Κατά τη μέθοδο αυτή χρησιμοποιούνται τετράγωνα μεταλλικά πλαίσια διαστάσεων 25x25 εκ ή 50x50 εκ ή και μεγαλύτερα ανάλογα με τη πυκνότητα της λιβαδικής βλάστησης (Εικόνα 8.3). Σε κάθε μέθοδο προσδιορισμού κάποιου ποσοτικού χαρακτήρα συστήνεται ο οπτικός διαχωρισμός του λιβαδιού σε υποτύπους. Στη συνέχεια το πλαίσιο κατά τυχαίο τρόπο στον πρώτο υποτύπο, όπου και εκτιμάται οπτικά η κάλυψη της βλάστησης. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται αρκετές φορές μέσα στον υποτύπο και ακολούθως οι εκτιμήσεις συνεχίζονται και στους άλλους υποτύπους. Στο τέλος υπολογίζεται ο μέσος όρος των παρατηρήσεων κάθε υποτύπου και από όλους τους μέσους όρους των υποτύπων προκύπτει ο γενικός μέσος όρος της κάλυψης του λιβαδιού. Η μέθοδος είναι απλή, ταχεία στην εφαρμογή της και οικονομική, αλλά και μειωμένης ακρίβειας, καθώς εξαρτάται από την υποκειμενικότητα του κάθε παρατηρητή. Επίσης, με τη μέθοδο αυτή δεν μπορεί να εκτιμηθεί η κάλυψη των επιμέρους λιβαδικών φυτών.



Εικόνα 8.3 Τετράγωνο δειγματοληπτικό πλαίσιο διαστάσεων 0,5 x 0,5 μ.

Β. Μέθοδος της γραμμής διασταύρωσης (μετροταινία). Αρχικά καταγράφονται τα λιβαδικά φυτά που απαντώνται στο σύνολο της έκτασης του λιβαδιού και στη συνέχεια διαχωρίζεται το λιβάδι σε υποτύπους όπως και προηγουμένως. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιούνται σε κάθε υποτύπο χωριστά. Με τυχαίο τρόπο καθορίζεται το αρχικό σημείο καθώς και η κατεύθυνση της πρώτης τομής δειγματοληψίας. Ξεκινώντας από το αρχικό σημείο και πάνω σ' αυτήν την κατεύθυνση απλώνεται μετροταινία π.χ. 25 μ. Η μετροταινία τοποθετείται στο ύψος της κόμης της βλάστησης είτε αυτή είναι ποώδης, είτε φρυγανώδης, ή θαμνώδης. Οι παρατηρήσεις ξεκινούν από την αρχή της μετροταινίας, καταγράφοντας σαν παρατήρηση το μήκος της μετροταινίας (σε εκ) το οποίο καλύπτεται από την προβολή κάθε συγκεκριμένου είδους - φυτού πάνω σ' αυτήν. Στην περίπτωση που η μετροταινία δεν καλύπτεται από βλάστηση αλλά συναντά ξηρή ουσία ή γυμνό έδαφος καταγράφεται το μήκος το οποίο αντιστοιχεί στο διάστημα του γυμνού εδάφους ή της ξηρής ουσίας. Όταν τελειώσει η καταμέτρηση σε όλο το μήκος της μετροταινίας αθροίζονται τα μήκη που αντιστοιχούν σε κάθε φυτό ή στο έδαφος ή στην ξηρή ουσία και ανάγονται σε εκατοστιαίο ποσοστό. Μέσα σε κάθε υποτύπο επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία με την μετροταινία τόσες φορές όσες είναι απαραίτητες για να επιτευχθεί η επιθυμητή ακρίβεια. Στη συνέχεια γίνεται η ίδια διαδικασία στους υπόλοιπους υποτύπους του λιβαδιού και από τους μέσους όρους όλων των υποτύπων υπολογίζεται ο γενικός μέσος όρος της κάλυψης της βλάστησης όλου του λιβαδιού. Η μέθοδος εφαρμόζεται σε ποολίβαδα, φρυγανολίβαδα και θαμνολίβαδα εφόσον οι θάμνοι δεν ξεπερνούν το 1,0–1,3 μ ύψους. Είναι πολύ ακριβής μέθοδος αλλά ταυτόχρονα πολύ χρονοβόρα γιατί απαιτεί προσεκτικό διαχωρισμό της κάλυψης κάθε φυτού και επομένως πολύ δαπανηρή. Η εφαρμογή της περιορίζεται σε ερευνητικό επίπεδο.

Γ. Μέθοδος του δακτύλιου. Κατά την εφαρμογή της μεθόδου χρησιμοποιείται συρμάτινος δακτύλιος χρήσιμης διαμέτρου 2,5 εκ ο οποίος είναι προσαρμοσμένος σε μία συρμάτινη βέργα μήκους 40 – 50 εκ. Ο δακτύλιος επιλέχτηκε ως μία μέση κατάσταση μεταξύ πλαισίου δειγματοληψίας και σημείου δειγματοληψίας, όπως είναι αυτό που δίνεται από μία συρμάτινη βελόνα. Αφού καταγραφούν τα είδη φυτών που απαντώνται στο λιβάδι και καθοριστούν οπτικά οι υπάρχοντες υποτύποι, τοποθετείται μετροταινία μήκους π.χ. 25 μ (ή 50 μ) κατά τυχαίο τρόπο μέσα στον πρώτο υποτύπο. Η μετροταινία στερεώνεται με 2 σιδερένιους πασσάλους, οι οποίοι μπορεί να είναι μόνιμοι εφόσον πρόκειται να επαναληφθούν οι μετρήσεις σε άλλες χρονικές περιόδους. Η δειγματοληψία ξεκινά από την αρχή της μετροταινίας και κάθε 25 εκ λαμβάνεται μία παρατήρηση κρατώντας κατακόρυφα τη βέργα με τον δακτύλιο στο ύψος της μετροταινίας. Η μετροταινία τοποθετείται πάντα στο ύψος του φυλλώματος των φυτών. Το φυτό που προβάλλεται καλύπτοντας κατά το μεγαλύτερο μέρος τον δακτύλιο καταγράφεται ως παρατήρηση κάλυψης. Αν δύο φυτά καλύπτουν εξίσου τον δακτύλιο τότε καταγράφεται μισή παρατήρηση για κάθε είδος φυτού. Αν στο δακτύλιο προβάλλεται γυμνό έδαφος ή ξηρά ουσία τότε καταγράφονται οι αντίστοιχες παρατηρήσεις. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται σε αρκετές θέσεις στον υποτύπο και υπολογίζεται ο μέσος όρος. Από τους μέσους όρους όλων των υποτύπων εξάγεται ο γενικός μέσος όρος της κάλυψης. Πρόκειται για μια αρκετά ακριβή και σύντομη στην εφαρμογή της μέθοδο, μη δαπανηρή που βρίσκει εφαρμογή κυρίως στην πράξη. Είναι κατάλληλη για μετρήσεις κάλυψης σε ποολίβαδα, φρυγανολίβαδα και χαμηλά θαμνολίβαδα μέχρι ύψους 1,3 μ.

Δ. Μέθοδος γραμμής και σημείου. Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται μία συρμάτινη βελόνα μήκους 1 μ. η οποία στην άκρη της φέρει δακτύλιο συγκράτησης. Οι παρατηρήσεις γίνονται σε τομείς βλάστησης που ορίζονται όπως περιγράφονται στη μέθοδο του δακτυλίου. Προχωρώντας κατά μήκος της μετροταινίας λαμβάνεται μία παρατήρηση ανά 25 εκ αν πρόκειται για μετροταινία των 25 μ. Η βελόνα συγκρατείται από το δακτύλιο και η άκρη της τοποθετείται στο ύψος της μετροταινίας. Καθώς το άκρο της πλησιάζει το έδαφος καταγράφεται ως παρατήρηση σε ειδικό φύλλο καταγραφής (Παράρτημα) το πρώτο φυτό που αυτό συναντά. Όπως και στις προηγούμενες μεθόδους λαμβάνονται παρατηρήσεις βλάστησης, ξηρής ουσίας και γυμνού εδάφους. Ο υπολογισμός της κάλυψης γίνεται στη συνέχεια κατά παρόμοιο τρόπο με τη μέθοδο του δακτυλίου. Η μέθοδος γραμμής και σημείου εφαρμόζεται μόνο στην έρευνα κυρίως σε ποολίβαδα και δευτερευόντως σε χαμηλά φρυγανολίβαδα. Αν προγραμματίζεται η εύρεση της κάλυψης σε θαμνολίβαδα, είτε αυτά είναι ασκεπή είτε ως υπόροφος δάσους, αντί της συρμάτινης βελόνας χρησιμοποιείται ένα ακόντιο, όπου καταγράφεται η κάλυψη σε διάφορα ύψη της θαμνοσυστάδας, ενώ αν χρειάζεται καταγράφεται και η κάλυψη του ανωρόφου. Η μέθοδος θεωρείται ακριβής, ταχεία στην εφαρμογή της και επομένως οικονομική.

Ε. Μέθοδος του βηματισμού και της βελόνας. Κατά τη μέθοδο αυτή ο παρατηρητής βαδίζει κατά μήκος νοητής ευθείας στο λιβάδι κάνοντας 40 βήματα. Σε κάθε δεύτερο βήμα τοποθετεί τη βελόνα κάθετα στο πέλμα του ποδιού του που σχηματίζει γωνία 45° με το επίπεδο του εδάφους και καταγράφει ως παρατήρηση το πρώτο φυτό που θα συναντήσει η βελόνα. Μετά από την απόσταση των 40 βημάτων ο παρατηρητής στρίβει πλάγια (σε γωνία 90°) και βαδίζει 5 βήματα. Ακολούθως συνεχίζει τη δειγματοληψία βαδίζοντας άλλα 40 βήματα προς την αντίθετη κατεύθυνση από αυτή που ξεκίνησε για την πρώτη τομή της δειγματοληψίας. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται 5 φορές σχηματίζοντας ένα μαϊάνδρο και σε κάθε μία από τις κατευθύνσεις των 40 βημάτων καταγράφονται 20 παρατηρήσεις. Επομένως στο σύνολο των κατευθύνσεων λαμβάνονται 100 παρατηρήσεις. Η μέθοδος του βηματισμού και της βελόνας εφαρμόζεται σε ποολίβαδα και είναι απλή, γρήγορη και οικονομική, έχει όμως σχετικά μικρή ακρίβεια.

ΣΤ. Πλαίσιο δέκα βελονών. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται ένα μεταλλικό, ειδικό πλαίσιο μήκους 70 εκ και ύψους 65 εκ πάνω στο οποίο είναι τοποθετημένες σε κατακόρυφη θέση δέκα ατσάλινες βέργες που καταλήγουν σε μύτη βελόνας (Εικόνα 8.4). Οι βελόνες είναι τοποθετημένες σε απόσταση 5 εκ μεταξύ τους και στο πάνω άκρο τους φέρουν δακτύλιο για να είναι εύκολη η χρήση τους. Οι παρατηρήσεις ξεκινούν όπως και προηγουμένως τοποθετώντας το πλαίσιο κατά τυχαίο τρόπο σε διάφορες θέσεις στον υποτύπο. Σε κάθε θέση κατεβάζουμε μία-μία τις βελόνες προς το έδαφος και όταν η άκρη κάποιας βελόνας συναντήσει ένα φυτό αυτό καταγράφεται ως παρατήρηση. Πάντα καταγράφεται το πρώτο φυτό που συναντά η μύτη της βελόνας. Αν κάποιες από τις βελόνες συναντήσουν γυμνό έδαφος ή ξηρά ουσία τότε καταγράφεται η αντίστοιχη παρατήρηση. Από το μέσο όρο των παρατηρήσεων σε κάθε υποτύπο και την αναγωγή τους σε εκατοστιαίο ποσοστό προκύπτει η κάλυψη στον συγκεκριμένο υποτύπο. Η ίδια εργασία επαναλαμβάνεται και στους άλλους υποτύπους του λιβαδιού και από τους μέσους όρους τους λαμβάνεται ο γενικός μέσος όρος της κάλυψης του λιβαδιού. Η μέθοδος των δέκα βελονών εφαρμόζεται και είναι κατάλληλη μόνο για μετρήσεις κάλυψης σε ποολίβαδα. Είναι πολύ ακριβής ως προς τα αποτελέσματα της, όχι ιδιαίτερα χρονοβόρα και εφαρμόζεται μόνο στην έρευνα και όχι στην πράξη.

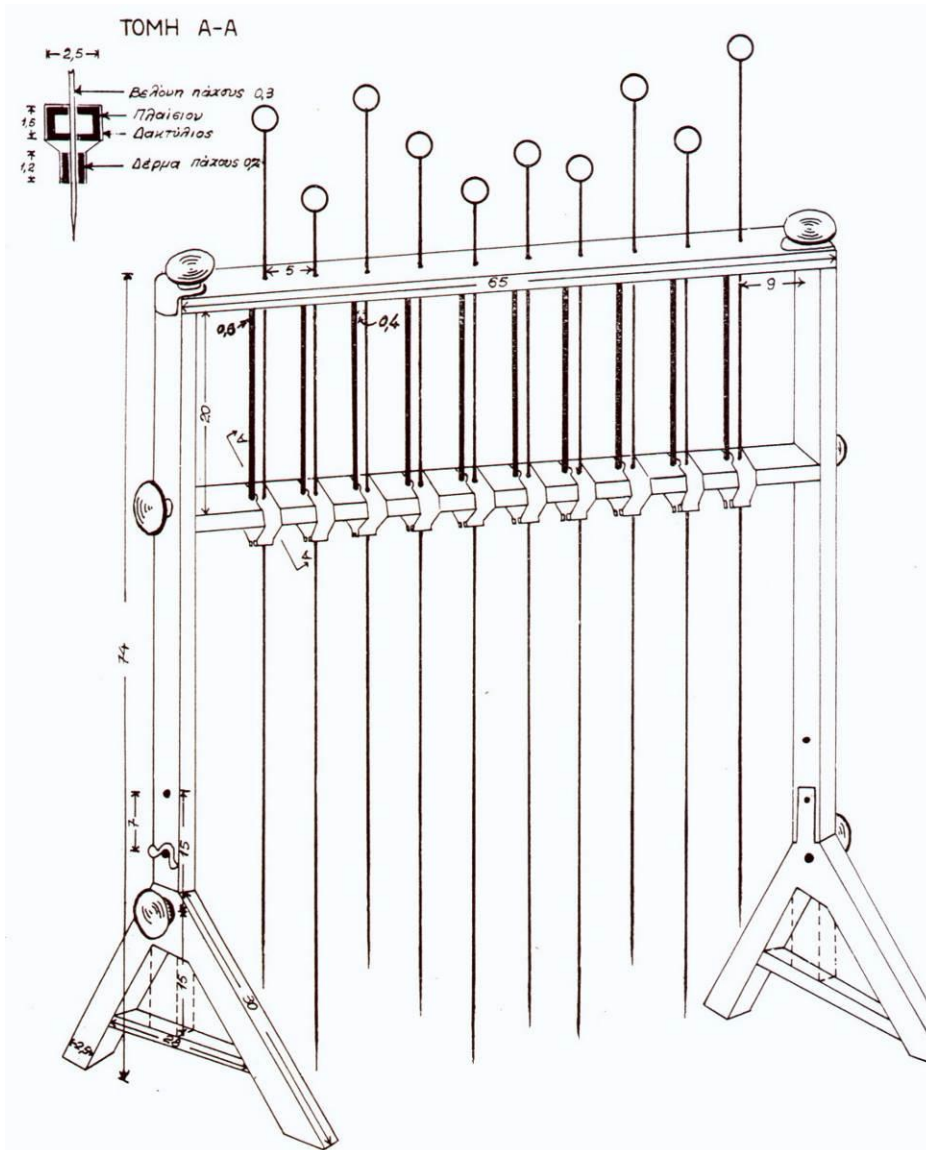
8.5 Σύνθεση λιβαδικής βλάστησης

Σύνθεση λιβαδικής βλάστησης καλείται η ποσοστιαία συμμετοχή των λιβαδικών φυτών στο σύνολο της λιβαδικής βλάστησης. Υπολογίζεται είτε άμεσα με απευθείας μέτρηση είτε έμμεσα με μία από τις μεθόδους μέτρησης της κάλυψης και με αναγωγή των ποσοστών καλύψεως των επιμέρους φυτών σε ποσοστά εκατοστιαίας συμμετοχής τους στη συνολική κάλυψη της βλάστησης. Ένα παράδειγμα παρουσιάζεται στον Πίνακα 8.1.

8.6 Πυκνότητα λιβαδικής βλάστησης

Πυκνότητα λιβαδικής βλάστησης (ή ενός λιβαδικού φυτικού είδους) είναι ο αριθμός των φυτών του λιβαδιού (ή των ατόμων ενός είδους) στη μονάδα επιφάνειας. Μετρείται με τη χρήση δειγματοληπτικών πλαισίων το μέγεθος των οποίων εξαρτάται από το είδος και την πυκνότητα της βλάστησης. Συνήθως για πώδη βλάστηση χρησιμοποιούνται μεταλλικά πλαίσια εμβαδού μέχρι 1 μ². Όταν πρόκειται για μετρήσεις σε θαμνολίβαδα χρησιμοποιούνται πλαίσια ή οριοθετούνται μικρές επιφάνειες μέχρι 4 μ². Πέρα από το είδος και τη μορφή της βλάστησης το μέγεθος των πλαισίων εξαρτάται επίσης και από το διαθέσιμο προσωπικό και τα οικονομικά μέσα. Σε ποολίβαδα που αναπτύσσονται σε υγρές θέσεις και έχουν πυκνή βλάστηση, σε ψευδαλφικά και αλ-

πικά ποολίβαδα, σε ποολίβαδα ετησίων αγρωστωδών όπως και σε ποολίβαδα της τροπικής και υποτροπικής ζώνης χρησιμοποιούνται συνήθως μικρά πλαίσια διαστάσεων 25x25 ή 50x50 εκ. Σε ημιερχμικά και ερχμικά ποολίβαδα χρησιμοποιούνται πλαίσια 1 μ². Με την πυκνότητα είναι δυνατή η εκτίμηση της αποτελεσματικότητας διαφόρων μεθόδων βελτίωσης των λιβαδιών, όπως π.χ. της επιτυχία της σποράς, μετρώντας τον αριθμό των νεοφύτων σε βελτιωμένο και τον αριθμό των ατόμων του ίδιου είδους σε αβελτίωτο λιβάδι. Επιπλέον χρησιμεύει για τον υπολογισμό του ποσοστού χρησιμοποίησης καθώς μέσα στα πλαίσια μπορεί να καταμετρηθεί ο αριθμός των φύλλων και των στελεχών των φυτών πριν και μετά τη βόσκηση. Τέλος, η μέτρηση της πυκνότητας κατά είδος φυτού είναι χρήσιμη για τον υπολογισμό της βιοποικιλότητας της λιβαδικής βλάστησης.



Εικόνα 8.4 Πλαίσιο 10 βελονών για τη μέτρηση της κάλυψης - σύνθεσης της βλάστησης των λιβαδιών. Οι διαστάσεις δίνονται σε εκατοστά (Παπαναστάσης, 1976 – εικόνα με άδεια χρήσης από το συγγραφέα).

Στοιχείο κάλυψης	Κάλυψη (%)	Σύνθεση (%)
<i>Agrostis stolonifera</i>	5	6,25
<i>Poa bulbosa</i>	23	28,75
<i>Hordeum murinum</i>	15	18,75
<i>Dactylis glomerata</i>	8	10
<i>Trifolium arvensis</i>	5	6,25
<i>Trifolium hirtum</i>	8	10
<i>Medicago minima</i>	7	8,75
<i>Taraxacum officinale</i>	3	3,75
<i>Teucrium pollium</i>	6	7,5
Γυμνό έδαφος	8	-
Ξηρά ουσία	10	-
Πέτρες/βράχοι	2	-
Σύνολο	100	100

Πίνακας 8.1 Υποθετικό παράδειγμα αντιστοίχισης ποσοστιαίων τιμών κάλυψης των στοιχείων βλάστησης (και μη) και ποσοστιαίων τιμών συμμετοχής του κάθε στοιχείου βλάστησης (είδος) στη συνολική χλωριδική σύνθεση του φυτοκαλύμματος.

8.7 Συχνότητα εμφάνισης

Η *συχνότητα εμφάνισης* εκφράζει το βαθμό ομοιομορφίας κατανομής ενός λιβαδικού φυτού μέσα σε μία ορισμένη λιβαδική έκταση. Εκφράζεται ως % ποσοστό και μετριέται με τη χρήση δειγματοληπτικών πλαισίων μικρών διαστάσεων για τα ποολίβαδα (40x40 ή 50x50 εκ) και μεγαλύτερων διαστάσεων για τα θαμνολίβαδα (4x4 μ). Στην εκτίμηση της συχνότητας μας ενδιαφέρει μόνο το γεγονός εάν εμφανίζεται ή όχι κάποιο συγκεκριμένο είδος φυτού μέσα σ' ένα δειγματοληπτικό πλαίσιο, και όχι αν εμφανίζεται περισσότερες από μία φορές. Αν υπάρχει έστω και ένα άτομο του συγκεκριμένου είδους μέσα στο πλαίσιο καταγράφεται ως παρατήρηση συχνότητας. Η μέτρηση της συχνότητας χρησιμεύει για τη σύγκριση της βλάστησης μεταξύ δύο λιβαδιών που αναπτύσσονται σε διαφορετικές θέσεις, για την εξαγωγή συμπερασμάτων ως προς τη μέχρι σήμερα χρήση τους και για τη σύγκριση συστημάτων βόσκησης ως προς την επίδραση τους στη βλάστηση. Η μέτρηση της παρέχει επίσης μία καλή εικόνα της επίδρασης του τύπου του εδάφους πάνω στη λιβαδική βλάστηση.

Εκτός απ' την μέθοδο των πλαισίων η συχνότητα μπορεί να εκτιμηθεί και από ορισμένες από τις μεθόδους μέτρησης της κάλυψης, όπως είναι η μέθοδος της γραμμής διασταυρώσεως, η μέθοδος του δακτυλίου, η μέθοδος της γραμμής και του σημείου και η μέθοδος του πλαισίου των δέκα βελονών.

8.8 Βάρος (παραγωγή λιβαδικής βλάστησης)

Το *βάρος* της παραγόμενης φυτικής ύλης είναι ένα από τα σπουδαιότερα ποσοτικά χαρακτηριστικά της λιβαδικής βλάστησης και μπορεί να αποτελέσει την καλύτερη μέτρηση της αύξησης καθώς είναι το αποτέλεσμα του μεταβολισμού των φυτών. Το βάρος της βλάστησης αναφέρεται συνήθως στο ξηρό βάρος της υπέργειας βιομάζας (ή τμήματος αυτής, π.χ. ξηρό βάρος βοσκήσιμης ύλης) και αποτελεί δείκτη παραγωγικότητας του λιβαδικού οικοσυστήματος. Αντίθετα *βιομάζα* είναι το συνολικό ζων βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών στη μονάδα επιφάνειας εδάφους ενός οικοσυστήματος. Ως υπέργεια βιομάζα των ποωδών φυτών θεωρείται όλο το υπέργειο τμήμα τους από το ύψος των 2 εκ και άνω. Η ετήσια βιομάζα στα θαμνώδη φυτά υπολογίζεται ως το σύνολο των ετήσιων κλαδίσκων και φύλλων. Ως βοσκήσιμη ύλη στα ποώδη φυτά θεωρείται όλο το υπέργειο τμήμα ενώ στα θαμνώδη ως βοσκήσιμη ύλη θεωρούνται όλοι οι ετήσιοι βλαστοί και τα φύλλα που βρίσκονται μέσα στην ακτίνα προσέγγισης των ζώων.

Το βάρος εξαρτάται από το χρόνο συλλογής της βιομάζας, συνήθως όμως μετριέται στο τέλος της αυξητικής περιόδου, όταν η βιομάζα προσεγγίζει το μέγιστο της αύξησής της. Το βάρος της φυτικής ύλης μπορεί να εκφραστεί με 3 τρόπους, ως βάρος

- νωπής φυτικής ύλης ή χλωρού χόρτου (kg/στρ.),

- φυτικής ύλης ξηρής στον αέρα με περιεχόμενη υγρασία μέχρι 12%, ή
- φυτικής ύλης ξηρής σε πυριαντήριο με περιεχόμενη υγρασία μέχρι 3%, η δε ξήρανση γίνεται στους 60–70°C για 48 ώρες (στην περίπτωση που το υλικό θα αναλυθεί χημικά), ή στους 105°C για 24 ώρες.

Το βάρος μετριέται με τις παρακάτω μεθόδους:

Α. Πραγματική ή άμεση μέτρηση βάρους με κοπή και ζύγιση. Με αυτή τη μέθοδο το βάρος μετριέται στα ποώδη λιβαδικά φυτά μετά την κατάλληλη στερέωση στην επιφάνεια του εδάφους τετράγωνου πλαισίου διαστάσεων 0,25x0,25 μ, 0,30x0,30 μ ή 0,50x0,50 μ συνήθως και αποκοπή της υπέργεια βιομάζας σε ύψος περίπου 2 εκ. από την επιφάνεια του εδάφους (κατά απομίμηση της βόσκησης). Η συγκομιζόμενη ανά πλαίσιο υπέργεια βιομάζα τοποθετείται σε χαρτοσακούλες, μεταφέρεται στο εργαστήριο και ζυγίζεται αφού προηγουμένως ξηραθεί σε φούρνο προκειμένου να απομακρυνθεί η υγρασία. Οι συνθήκες ξήρανσης (θερμοκρασία, διάρκεια) διαφοροποιούνται ανάλογα με το αν προβλέπεται η εκτίμηση της θρεπτικής αξίας (65°C, 48 ώρες) ή όχι (105°C, 24 ώρες). Τα αποτελέσματα ανάγονται στη μονάδα επιφάνειας του εδάφους (gr/μ² ή kg/στρ.). Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται κατά την εφαρμογή της μεθόδου ώστε να μην συμπεριληφθεί ξηρή ουσία γιατί τότε θα υπάρξει σφάλμα. Αν χρειάζεται να γίνει διαχωρισμός της υπέργεια παραγωγής σε ομάδες φυτών (π.χ. αγρωστώδη, ψυχανθή και πλατύφυλλες πόες) ή ανά είδος φυτού, αυτός πρέπει να γίνει πριν την τοποθέτησή του στον κλίβανο ξήρανσης (πυριαντήριο) γιατί αλλιώς καθίσταται πολύ δύσκολος και χρονοβόρος. Η μέθοδος αυτή είναι η πιο ακριβής όμως είναι χρονοβόρα και έχει σχετικά υψηλό κόστος.

Β. Υπολογισμός του βάρους με οπτική εκτίμηση και ζύγιση. Με τη μέθοδο αυτή γίνεται εκτίμηση της παραγόμενης φυτικής ύλης μέσα σε δειγματοληπτικά τετράγωνα πλαίσια διαστάσεων 0,25x0,25 μ, 0,30x0,30 μ ή 0,50x0,50 μ. Η μέθοδος αυτή απαιτεί ιδιαίτερα μεγάλη εξάσκηση από τον παρατηρητή. Κατά την εφαρμογή της μεθόδου γίνονται ανά διαστήματα και ορισμένες κοπές για τον έλεγχο της ακρίβειας των οπτικών εκτιμήσεων. Είναι μέθοδος γρήγορη και οικονομική, όμως δεν είναι πολύ ακριβής γιατί υπεισέρχεται το σφάλμα υποκειμενικότητας του παρατηρητή και το σφάλμα των εκτιμήσεων μεταξύ διαφορετικών παρατηρητών. Εφαρμόζεται κυρίως σε ποολίβαδα.

Γ. Μέθοδος της διπλής δειγματοληψίας. Πρόκειται για συνδυασμό οπτικής εκτίμησης και πραγματικής μέτρησης. Ανάλογα με τη βλάστηση σε κάθε 7 – 11 εκτιμήσεις με πλαίσιο, στο τελευταίο από αυτά μετά την εκτίμηση κόβεται την παραγωγή. Τα δείγματα ξηραίνονται και λαμβάνεται το βάρος τους. Έτσι κατασκευάζεται εξίσωση συμμεταβολής στην οποία εξαρτημένος παράγοντας είναι τα εκτιμηθέντα βάρη και ανεξάρτητος τα πραγματικά βάρη. Με την εξίσωση αυτή είναι δυνατός ο έλεγχος όλων των εκτιμηθέντων. Εφαρμόζεται τόσο σε ποολίβαδα όσο και σε θαμνολίβαδα, δεν είναι πολύ χρονοβόρα και έχει το πλεονέκτημα της διόρθωσης των εκτιμήσεων. Μοναδικό μειονέκτημα: πρέπει να χρησιμοποιηθεί μόνο για την περιοχή και το είδος βλάστησης για το οποίο καταρτίστηκε η συμμεταβολή.

Δ. Υπολογισμός του βάρους με έμμεσες μεθόδους. Για να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος αυτή πρέπει πρώτα να καταρτιστούν εξισώσεις συσχέτισης του βάρους με διάφορες παραμέτρους όπως το υψόμετρο, η μέση θερμοκρασία, το ύψος των βροχοπτώσεων κλπ. Για να καταρτιστούν οι εξισώσεις αυτές απαιτούνται αντίστοιχα δεδομένα και μετρήσεις αρκετών ετών ώστε η συσχέτιση να είναι υψηλότερη. Βασικό μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι η εξίσωση που καταρτίζεται μπορεί να εφαρμοστεί μόνο για την περιοχή για την οποία καταρτίστηκε.

Η χρήση κλιματικών παραμέτρων στην κατασκευή εμπειρικών μαθηματικών μοντέλων πρόβλεψης κάλυψης και παραγωγής υπέργεια βιομάζας της λιβαδικής βλάστησης είναι σημαντική για διαχειριστικούς και άλλους σκοπούς. Για το σκοπό αυτό διεξήχθη το 2000 έρευνα σε αβόσκητο ποολίβαδο της περιοχής Ρόβια της Ευρυτανίας με σκοπό την κατασκευή μαθηματικών μοντέλων με εξαρτημένες μεταβλητές παραμέτρους υπέργεια βιομάζας και κάλυψης και ανεξάρτητες μεταβλητές κλιματικές παραμέτρους (Βραχνάκης & Κοντογιάννη, 2006). Ως βάθος χρόνου αναφοράς των κλιματικών παραμέτρων ελήφθη από την έναρξη της φθινοπωρινής περιόδου του προηγούμενου έτους (Σεπτέμβριος 1999) μέχρι τον προηγούμενο μήνα της συλλογής των στοιχείων βλάστησης. Συνολικά ελέγχθηκε η καταλληλότητα 144 μοντέλων (γραμμικών και μη) με σταθερά στην εξίσωση και 144 μοντέλων χωρίς σταθερά. Βρέθηκε ότι όταν χρησιμοποιηθεί σταθερά στην εξίσωση μόνο ένα μοντέλο, το σιγμοϊδές, προσαρμόζεται σημαντικά σε δεδομένα βροχόπτωσης και νεκρής βιομάζας. Αντίθετα, όταν δεν χρησιμοποιείται σταθερά στις εξισώσεις βρέθηκε ότι από τα 144 μαθηματικά μοντέλα μόνο 10 δεν προσαρμόζονταν σημαντικά στα δεδομένα βλάστησης-κλίματος. Στην περίπτωση μη χρήσης σταθεράς τα μοντέλα που προσαρμόζονταν στα δεδομένα ήταν κυρίως της εκθετικής δύναμης, το σιγμοϊδές και το εκθετικό (Πίνακας 8.2).

Σχέση	Μοντέλο	Μαθηματική έκφραση
1. Βροχόπτωση - Χ.Β.	Εκθετικό	$y = e^{0.028924x}$
2. Βροχόπτωση - Ν.Β.	Τύπου "S"	$y = e^{\left(\frac{513,497686}{x}\right)}$
3. Βροχόπτωση - Σ.Β.	Εκθετικής δύναμης	$y = x^{0,999678}$
4. Βροχόπτωση - ΑΓ.	Εκθετικής δύναμης	$y = x^{0,871216}$
5. Βροχόπτωση - ΨΥ.	Εκθετικής δύναμης	$y = x^{0,557122}$
6. Βροχόπτωση - Π.Π.	Εκθετικής δύναμης	$y = x^{0,557678}$
7. Θερμοκρασία - Χ.Β.	Τύπου "S"	$y = e^{\left(\frac{29,437147}{x}\right)}$
8. Θερμοκρασία - Ν.Β.	Εκθετικής δύναμης	$y = x^{1,950809}$
9. Θερμοκρασία - Σ.Β.	Εκθετικής δύναμης	$y = x^{2,298213}$
10. Θερμοκρασία - ΑΓ.	Εκθετικής δύναμης	$y = x^{2,008630}$
11. Θερμοκρασία - ΨΥ.	Εκθετικής δύναμης	$y = x^{1,279405}$
12. Θερμοκρασία - Π.Π.	Εκθετικής δύναμης	$y = x^{1,279348}$
13. Σχ. υγρασία - Χ.Β.	Εκθετικό	$y = e^{0.052951x}$
14. Σχ. υγρασία - Ν.Β.	Τύπου "S"	$y = e^{\left(\frac{290,933354}{x}\right)}$
15. Σχ. υγρασία - Σ.Β.	Εκθετικής δύναμης	$y = x^{1,137915}$
16. Σχ. υγρασία - ΑΓ.	Εκθετικής δύναμης	$y = x^{0,992330}$
17. Σχ. υγρασία - ΨΥ.	Εκθετικής δύναμης	$y = x^{0,634111}$
18. Σχ. υγρασία - Π.Π.	Εκθετικό	$y = e^{0.037931x}$

Πίνακας 8.2 Μαθηματική έκφραση των επιλεγμένων βιοκλιματικών μοντέλων. Ως εξαρτημένες μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν οι κλάσεις βιομάζας (Π.Β.: πράσινη βιομάζα, Ν.Β.: νεκρή βιομάζα, Σ.Β.: συνολική βιομάζα) εκφρασμένες σε χλγ/στρ. και ποσοστιαίας (%) κάλυψης (ΑΓ.: αγρωστώδη, ΨΥ.: ψυχανθή, Π.Π.: πλατύφυλλες πόες) και ανεξάρτητες η βροχόπτωση (mm), η θερμοκρασία αέρα (°C) και η σχετική υγρασία (%).

Με παρόμοιο τρόπο μπορούν να καταρτιστούν επιπλέον εξισώσεις συσχέτισης του βάρους (εξαρτημένη μεταβλητή) με τη φυτοκάλυψη, το ύψος των φυτών κ.λπ.

8.9 Ποικιλότητα

Ποικιλότητα ονομάζεται η ποικιλομορφία της ζωής και των διαδικασιών της, συμπεριλαμβανομένης και της ποικιλομορφίας των ζωντανών οργανισμών, των γενετικών διαφορών που υπάρχουν μεταξύ τους, και των κοινοτήτων και οικοσυστημάτων μέσα στα οποία βρίσκονται (Βραχνάκης & Παπαναστάσης, 2004). Η βιοποικιλότητα εκφράζει το συνολικό αριθμό ταξινομικών μονάδων χλωρίδας και πανίδας που υπάρχουν σε μια περιοχή. Πρόσφατα, η ποικιλότητα των φυτών (χλωριδική ποικιλότητα) χρησιμοποιείται ως έκφραση σταθερότητας των λιβαδικών οικοσυστημάτων. Από τον παραπάνω ορισμό προκύπτουν τρεις τύποι ποικιλότητας:

- Γενετική ποικιλότητα
- Ποικιλότητα ειδών
- Ποικιλότητα οικοσυστημάτων

Γενετική ποικιλότητα ονομάζεται ο συνδυασμός των διαφορετικών γονιδίων που υπάρχει μέσα σε ένα πληθυσμό ενός είδους, καθώς και η ποικιλομορφία που υπάρχει σε διαφορετικούς πληθυσμούς του ίδιου είδους. *Ποικιλότητα ειδών* ονομάζεται η ποικιλομορφία και η αφθονία των διαφόρων τύπων οργανισμών που ζουν σε μια περιοχή. Είναι συνάρτηση τόσο του αριθμού των ειδών (πλούτος ειδών) όσο και του αναλογικού αριθμού των ατόμων μέσα στο κάθε είδος (ομοιομορφία κατανομής των ατόμων). Η ομοιομορφία δείχνει κατά πόσο η αφθονία μεταξύ των ειδών είναι ίδια ή σχεδόν ίδια. Όσο υψηλότερος είναι ο πλούτος των ειδών ή η ομοιομορφία, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η ποικιλότητα των ειδών. Η *ποικιλότητα οικοσυστημάτων* περιγράφει το εύρος των διαφορών μεταξύ των τύπων οικοσυστημάτων και την ποικιλότητα των ενδιαιτημάτων, και των οικολογικών διεργασιών που συμβαίνουν σε κάθε τύπο οικοσυστήματος.

Προκειμένου να καταγραφεί η ποικιλότητα είναι αναγκαίο να προσδιοριστεί και να οριοθετηθεί η περιοχή καταγραφής της (περιοχή αναφοράς). Προς αυτή τη κατεύθυνση βοηθάει ο διαχωρισμός σε διάφορα επίπεδα καταγραφής της ποικιλότητας. Από αυτά, τρία είναι εκείνα που χρησιμοποιούνται συνήθως:

α) *Άλφα (α-)ποικιλότητα* είναι η ποικιλότητα ενός ομοιογενούς ενδιαιτήματος. Πρόκειται για τη μικρότερη κλίμακα ποικιλότητας. Οι δειγματοληπτικές επιφάνειες για τη μέτρησή της προέρχονται μέσα από ένα ομοιογενές ενδιαιτήμα.

β) *Βήτα (β-)ποικιλότητα* ονομάζεται η μεταξύ των ενδιαιτημάτων ποικιλότητα και εκφράζει το ρυθμό με τον οποίο καινούργια είδη προστίθενται καθώς απομακρυνόμαστε ευθύγραμμα από ένα ομοιογενές ενδιαιτήμα σε άλλα. Η βήτα ποικιλότητα δείχνει τον τρόπο με τον οποίο οι οργανισμοί ανταποκρίνονται στην ετερογένεια του περιβάλλοντος.

γ) *Γάμα (γ-)ποικιλότητα (γεωγραφική ποικιλότητα)*, είναι ο αριθμός των ειδών μιας ολόκληρης περιοχής όπως ένα νησί ή ένα τοπίο και είναι αποτέλεσμα κυρίως της εξέλιξης και όχι των οικολογικών διεργασιών.

Ενώ ο σχηματισμός της αντίληψης της έννοιας της ποικιλότητας είναι μάλλον εύκολος, καθώς στην ουσία απαντάμε στο ερώτημα «Πόσες διαφορετικές μορφές βρίσκονται σε ένα σύνολο;», η ποσοτικοποίησή της στη μικρότερη (βασική) κλίμακα (α-ποικιλότητα) αποδεικνύεται αρκετά δύσκολη. Αυτό οφείλεται σε σημαντικές δυσκολίες που απαντώνται στο πεδίο, σε εννοιολογικούς περιορισμούς και σε παραδοχές που πρέπει να γίνουν ώστε να ληφθούν υπόψη όλες οι διαστάσεις της. Οι σημαντικότερες διαστάσεις που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη είναι

(α) Αριθμός ειδών (πλούτος ειδών). Αποτελεί τη συνηθέστερη έκφραση ποικιλότητας. Όμως εύκολα γίνεται αντιληπτό ότι σημαντικό ρόλο στην έκφραση της συνολικής ποικιλότητας παίζουν και άλλα στοιχεία της, όπως η αφθονία ειδών, κ.λπ. Δυσκολίες μπορεί να προκύψουν από τη σύγχυση των φαινοτυπικών εκφράσεων των ειδών με αποτέλεσμα τη δυσκολία διάκρισης σαφών ταξινομικών χαρακτηριστικών. Ως παραδείγματα αναφέρονται, τα φυσικά υβρίδια, τα είδη με υψηλό βαθμό μετάλλαξης, ή τα είδη με «αναγκαστική» φαινοτυπική προσαρμογή σε συγκεκριμένα ενδιαιτήματα (οικότυποι).

(β) Αριθμός ατόμων (αφθονία ειδών). Η πλήρης καταμέτρηση του αριθμού των ατόμων (φυτών) των ειδών (αφθονία ειδών) που απαντώνται σε ένα δειγματοληπτικό πλαίσιο είναι πολύ δύσκολη στην πράξη, καθώς ο τρόπος ανάπτυξής τους προκαλεί πολλές φορές σύγχυση για την ταυτότητα ενός ατόμου. Έτσι υπάρχουν είδη που οι εκπρόσωποί τους έχουν μικρές διαστάσεις, είδη που πολλαπλασιάζονται αγενώς και επεκτείνονται στο χώρο με στόλωνες και ριζώματα, είδη που σχηματίζουν αδελφώματα με αποτέλεσμα να μην διακρίνονται μεταξύ τους τα άτομα, κ.λπ.

(γ) Ομοιομορφία κατανομής των ατόμων σε κάθε είδος. Ο τρόπος που είναι κατανεμημένα τα άτομα σε κάθε είδος και η απόκλισή τους από την ομοιομορφία (ισοδυναμία) κατανομής αποτελεί στοιχείο ποικιλότητας. Οι δυσκολίες που απαντώνται στην ποσοτικοποίησή της είναι συνυφασμένες με τις δυσκολίες που συνδέονται με την καταγραφή του πλούτου και της αφθονίας ειδών.

(δ) Χωροδιάταξη ατόμων και ειδών. Ο τρόπος κατανομής των ειδών στο χώρο και η διασπορά των ατόμων τους επηρεάζει την ποικιλότητα των ενδιαιτημάτων. Ενδιαιτήματα με κανονική (ομοιόμορφη) κατανομή και διασπορά θεωρούνται πιο ποικίλα.

(ε) Χρόνος. Αποτελεί σημαντική διάσταση ποικιλότητας καθώς καθορίζει το οικολογικό πλαίσιο έκφρασης των παραπάνω διαστάσεων της ποικιλότητας. Έτσι στο ίδιο ενδιαιτήμα διαφορετική αναμένεται να είναι η βιοποικιλότητα αν αυτή μετρηθεί στο μέσον, στο τέλος ή εκτός της αυξητικής περιόδου, καθώς η φαι-

νολογία των φυτών θα είναι διαφορετική, ενώ πολύ πιθανόν να μην καταγραφούν είδη που έχουν ολοκληρώσει το βιολογικό τους κύκλο, ή δεν έχουν εμφανιστεί ακόμα.

Εκτός αυτών προβληματισμοί στην ποσοτικοποίηση της βιοποικιλότητας προκύπτουν από τον ίδιο τον σκοπό ποσοτικοποίησής της. Έτσι, αν πρόκειται να ποσοτικοποιηθεί η βιοποικιλότητα ως μέτρο έκφρασης της αποτελεσματικότητας λειτουργίας ενός οικοσυστήματος τότε πιθανόν η ποσοτικοποίηση της *λειτουργικής βιοποικιλότητας* να είναι πιο δόκιμη. Ως λειτουργική αναφέρεται η βιοποικιλότητα που προκύπτει από τη διάκριση και καταγραφή των στοιχείων των λειτουργικών ομάδων που απαντώνται σε μία φυτοκοινότητα (Loreau et al., 2002). Τέλος, προβληματισμός υπάρχει κατά πόσο η έννοια της βιοποικιλότητας μπορεί να έχει σημειακή υπόσταση (έμφαση στην ύπαρξη και διατήρηση σημαντικών ειδών) ή πρέπει να εξετάζεται συνολικά (Vrahnakis et al., 2010).

Χλωριδική ποικιλότητα και ομοιομορφία κατανομής



Ένα πολύ κοινό σφάλμα που γίνεται (πολλές φορές όμως για χάρη οικονομίας) είναι η έκφραση της ποικιλότητας είτε αποκλειστικά και μόνο με τον πλούτο ειδών είτε λαμβάνοντας υπόψη και την αφθονία ειδών. Όμως όπως παρουσιάζεται εδώ σχηματικά θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι άλλες διαστάσεις της ποικιλότητας, όπως η ομοιομορφία κατανομής των ατόμων σε κάθε είδος. Έτσι για παράδειγμα, ας θεωρήσουμε δύο γειτονικές κοινότητες Α και Β με τον ίδιο πλούτο ειδών (3 είδη η κάθε μία) και την ίδια αφθονία ειδών (9 άτομα σε κάθε φυτοκοινότητα). Παρόλα αυτά η ποικιλότητα της Α κοινότητας είναι ασφαλώς μεγαλύτερη έναντι της Β, καθώς τα άτομα είναι απολύτως ομοιόμορφα κατανομημένα στα είδη (από 3 άτομα σε κάθε είδος). Αντίθετα, η κοινότητα Β συντίθεται από άτομα που η κατανομή τους έχει σημαντική απόκλιση από την ισοδυναμία (6:2:1).

Παρά την πολυπλοκότητα που παρουσιάζει η βιοποικιλότητα στην ποσοτικοποίησή της, ακριβώς γιατί γίνεται αντιληπτή η σημασία της, έχουν αναπτυχθεί πολλοί διαφορετικοί δείκτες που αποτυπώνουν ανάλογα αυτούς τους προβληματισμούς. Οι σημαντικότεροι δείκτες (α)-ποικιλότητας που υπολογίζονται διακρίνονται σε:

A) Δείκτες πλούτου των ειδών (species richness)

- A1. *Καταγραφόμενος πλούτος ειδών.* Πρόκειται για τον αριθμό των φυτικών ειδών που καταγράφονται σε κάθε τύπο βλάστησης.
- A2. *Εκτιμώμενος πλούτος ειδών.* Πρόκειται για το (στατιστικά) μέγιστο αριθμό των φυτικών ειδών που αναμένεται να υποστηρίξει ο κάθε τύπος βλάστησης. Ο jackknife εκτιμητής $\hat{S}_{max}$ δίνεται ως:

$$\hat{S}_{max} = S_{obs} + a(n-1/n)$$

όπου, S_{obs} : ο παρατηρούμενος (καταγραφόμενος) αριθμός ειδών, a : ο αριθμός των ειδών που βρίσκονται σε μόνο ένα δειγματοληπτικό πλαίσιο και n : ο αριθμός των πλαισίων. Ο προβλεπόμενος πλούτος ειδών υπολογίζεται συνήθως για κάθε τύπο βλάστησης, αλλά και για το σύνολο των τύπων βλάστησης.

B) Δείκτες ποσοτικής έκφρασης της (α)-ποικιλότητας

Συνήθως στην πράξη υπολογίζεται σειρά δεικτών (α)-ποικιλότητας καθώς κάθε δείκτης δίνει έμφαση σε διαφορετικό συστατικό της ποικιλότητας (πλούτος ειδών, αφθονία ειδών, αριθμός ειδών με 1 ή 2 άτομα,

αφθονία ειδών με μικρή παρουσία, ομοιομορφία κατανομής των ατόμων στα είδη κ.λπ.). Λόγω της πολυδιάστατης φύσης της ποικιλότητας δεν υφίσταται ακόμα επιστημονική σύμπνοια για έναν καθιερωμένο δείκτη ποικιλότητας. Παρακάτω παρουσιάζονται οι σημαντικότεροι δείκτες:

B1. Δείκτης των Shannon-Wiener, H

$$H = - \sum_{i=1}^{S_{obs}} p_i \log_s p_i$$

όπου p_i : η αναλογία ατόμων του i -th είδους. Ο δείκτης αυτός επηρεάζεται έντονα από τα πιο άφθονα είδη.

B2. Δείκτης του Simpson, D

$$D = \frac{1}{C}$$

με

$$C = \sum_i^{S_{obs}} p_i^2$$

και

$$p_i^2 = \frac{N_i(N_i - 1)}{N_T(N_T - 1)}$$

όπου N_T : ο συνολικός αριθμός ατόμων (φυτών) των ειδών που καταγράφηκαν στο δείγμα. Θεωρείται από τους πιο σημαντικούς και περιεκτικούς δείκτες ποικιλότητας, καθώς εκφράζει τη διακύμανση της κατανομής της αφθονίας των ειδών, επηρεάζεται όμως έντονα από τα πιο άφθονα είδη και δεν είναι ευαίσθητος στον πλούτο ειδών.

B3. Δείκτης του Margalef, M

$$M = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

όπου S : ο αριθμός ειδών, και N : ο συνολικός αριθμός ατόμων (φυτών) των ειδών που καταγράφηκαν στο δείγμα.

B4. Δείκτης του McIntosh, Mc

$$Mc = \frac{N - U}{N - \sqrt{N}}$$

$$U = \sqrt{\sum_i^{με} n_i^2}$$

όπου N : ο συνολικός αριθμός ατόμων (φυτών) των ειδών που καταγράφονται στο δείγμα. Ο δείκτης αυτός δεν έχει χρησιμοποιηθεί πολύ.

B5. Δείκτης του Brillouin, HB

$$HB = \frac{\ln N! - \sum_{i=1}^S \ln n_i!}{N}$$

όπου N : ο συνολικός αριθμός ατόμων (φυτών) των ειδών που καταγράφονται στο δείγμα, n_i : ο αριθμός των ατόμων του i -th είδους, και S : ο αριθμός των ειδών. Ο δείκτης αυτός προτείνεται να χρησιμοποιείται όταν (α) η δειγματοληψία γίνεται σε μορφή συλλογής και όχι ως δείγμα, (β) η δειγματοληψία δεν γίνεται τυχαία, ή (γ) η συνολική σύνθεση της κοινότητας είναι γνωστή. Σε σχέση με το δείκτη Shannon παρουσιάζει τα ίδια αποτελέσματα όταν χρησιμοποιείται για σκοπούς σύγκρισης.

B6. Δείκτης α του Fisher

Αποτελεί παραμετρικό δείκτη ποικιλότητας και προϋποθέτει ότι η αφθονία των ειδών ακολουθεί τη λογαριθμική κατανομή (log series):

$$ax, \frac{ax^2}{2}, \frac{ax^3}{3}, \dots, \frac{ax^n}{n}$$

όπου κάθε όρος της ακολουθίας δίνει τον αριθμό των ειδών που έχουν 1,2,3,...,n άτομα. Η τιμή του δείκτη δίνεται από την α -παράμετρο. Χρησιμοποιείται αφού εξασφαλιστεί ότι τα είδη ακολουθούν τη λογαριθμική κατανομή. Είναι χρήσιμος δείκτης και έχει χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό. Σε πολλές περιπτώσεις η τιμή του προσεγγίζει τον αριθμό των ειδών που εκπροσωπούνται από ένα μόνο άτομο. Ο δείκτης είναι ανεξάρτητος του μεγέθους του δείγματος όταν τα άτομα στο δείγμα είναι περισσότερα από 1000.

B7. Η Q στατιστική

Μετρά την ενδοτεταρτομοριακή κλίση της καμπύλης της αθροιστικής/συσσωρευτικής (cumulative) αφθονίας ως:

$$Q = \frac{\frac{1}{2}n_{R1} + \sum_{R1+1}^{R2-1} n_r + \frac{1}{2}n_{R2}}{\log(R_2/R_1)}$$

όπου n_r : ο συνολικός αριθμός των ειδών που με αφθονία R , R_1 και R_2 : τα 25% και 75% τεταρτημόρια της καμπύλης της αθροιστικής/συσσωρευτικής (cumulative) αφθονίας, και n_{R1} και n_{R2} : ο αριθμός των ατόμων της κλάσης όπου εμπίπτουν τα R_1 και R_2 αντίστοιχα. Ο δείκτης θεωρείται αρκετά καλός, αλλά έχει χρησιμοποιηθεί λίγο, κυρίως λόγω της δυσκολίας στον υπολογισμό του.

B8. Δείκτης του Menhinick, D_{mn}

$$D_{mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

όπου S : ο αριθμός ειδών, και N : ο συνολικός αριθμός ατόμων (φυτών) των ειδών που καταγράφηκαν στο δείγμα.

Γ) Δείκτες ομοιομορφίας κατανομής - evenness

Πρόκειται για δείκτες που εκφράζουν την ομοιομορφία κατανομής των ατόμων των φυτικών ειδών μέσα σε κάθε είδος.

Γ1. Δείκτης ομοιομορφίας της Pielou, J

Ο δείκτης εκφράζει τη σχέση μεταξύ του δείκτη α -ποικιλότητας των Shannon-Wiener και της κατανομής των ατόμων των ειδών η οποία θα μπορούσε να μεγιστοποιεί το δείκτη και που εκφράζεται από το φυσικό λογάριθμο $\log(S)$:

$$J = H/\log(S)$$

όπου S : είναι ο συνολικός αριθμός των ειδών στο δείγμα. Πριν χρησιμοποιηθεί ο δείκτης θα πρέπει να εξεταστεί:

1. Αν όλα τα δείγματα έχουν προέλθει από την ίδια κοινότητα. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να διεξάγεται κατάλληλο test ετερογένειας.
2. Αν η δειγματοληψία ήταν επαρκής ώστε να συμπεριληφθούν όλα τα είδη. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να εξετάζεται η καμπύλη συνάθροισης των ειδών.

Γ2. Δείκτης ομοιομορφίας του McIntosh, D_{Mc}

Στηρίζεται στο δείκτη α -ποικιλότητας του McIntosh, και εκφράζεται ως:

$$D_{mc} = \frac{N - U}{N - N/\sqrt{S}}$$

$$U = \sqrt{\sum_i n_i^2}$$

όπου N : ο συνολικός αριθμός ατόμων (φυτών) των ειδών, και S : ο συνολικός αριθμός των ειδών που καταγράφηκαν στο δείγμα.

Γ3. Δείκτης ομοιομορφίας του Brilluin, E_B

Στηρίζεται στο δείκτη α -ποικιλότητας του Brilluin (HB), και εκφράζεται ως:

$$E_B = \frac{HB}{HB_{max}}$$

με

$$HB_{max} = \frac{1}{N} \ln \frac{N!}{\{N/S!\}^{S-r} \{[(N/S) + 1]!\}^r}$$

και

$$r = N - S! \left(\frac{N}{S} \right)$$

όπου N : ο συνολικός αριθμός ατόμων (φυτών) των ειδών, S : ο συνολικός αριθμός των ειδών που καταγράφηκαν στο δείγμα και (N/S) : το ακέραιο τμήμα του λόγου N/S .

Γ4. Δείκτης ομοιομορφίας του Heip, E_H

Στηρίζεται στο δείκτη α -ποικιλότητας των Shannon-Weiner (H) και εκφράζεται ως:

$$E_H = \frac{e^H - 1}{S - 1}$$

όπου S : ο συνολικός αριθμός των ειδών που καταγράφηκαν στο δείγμα. Ο Heip ανέπτυξε το δείκτη για να α) ελαχιστοποιήσει την εξάρτηση της ομοιομορφίας από το S , και β) δώσει ένα δείκτη που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί όταν η ομοιομορφία έχει πολύ χαμηλές τιμές (οι κλασικοί δείκτες ομοιομορφίας δεν μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά σε πολύ μικρές τιμές ομοιομορφίας). Η παραδοχή του Heip ήταν ότι ο δείκτης που πρότεινε παραμένει σταθερός όταν οι αριθμοί των ατόμων των ειδών πολλαπλασιαστούν με μία σταθερά.

Γ5. Δείκτης ομοιομορφίας του Simpson, E

Στηρίζεται στο δείκτη α -ποικιλότητας του Simpson, D και εκφράζεται ως:

$$E = \frac{1/D}{S}$$

όπου S : ο συνολικός αριθμός των ειδών που καταγράφηκαν στο δείγμα. Για συνεχή δεδομένα (continuous data) ή για δεδομένα με πολύ μεγάλο αριθμό καταγραφών η μέγιστη τιμή του δείκτη α -ποικιλότητας D είναι $1/S$.

Γ6. Δείκτης ομοιομορφίας των Nee, Harvey και Cotgreave, NHC

Στηρίζεται στο δείκτη α -ποικιλότητας του Simpson, D και εκφράζεται ως:

$$NHC = \frac{-2}{\pi \arctan(b)}$$

όπου b : είναι η κλίση της γραμμικής προσαρμογής της καμπύλης του λογαρίθμου της αφθονίας των ειδών κατά της τάξης (*log abundance – rank curve*). Αποκαλείται επίσης ως η κλίση της καμπύλης κυριαρχίας κατά ποικιλότητας (*dominance – diversity curve*).

Γ7. Δείκτης ομοιομορφίας του Camargo, E_C

$$E_C = 1 - \left[\sum_{i=1}^S \sum_{j=i+1}^S \left(\frac{p_i - p_j}{S} \right) \right]$$

όπου p_i και p_j : οι αναλογίες αντίστοιχα των i -th και j -th ειδών στο δείγμα, και S : ο συνολικός αριθμός των ειδών που καταγράφηκαν στο δείγμα.

Γ8. Δείκτης ομοιομορφίας των Smith & Wilson, B

$$B = 1 - \left\{ \frac{2}{\pi \arctan \left[\frac{\sum_{i=1}^S \left(\ln n_i - \frac{\sum_{j=1}^S \ln n_j}{S} \right)^2}{S} \right]} \right\}$$

όπου n_i και n_j : οι αριθμοί των ατόμων αντίστοιχα των ειδών i -th και j -th στο δείγμα και S : ο συνολικός αριθμός των ειδών που καταγράφηκαν στο δείγμα. Ο δείκτης στηρίζεται στη διακύμανση της αφθονίας. Η διακύμανση αυτή υπολογίζεται με τη χρήση λογαρίθμων της αφθονίας, που σημαίνει ότι ο δείκτης εξετάζει διαφορές αναλογίας μεταξύ των ειδών. Η διακύμανση διορθώνεται με τη χρήση του τριγωνομετρικού παράγοντα $2/p_i \arctan()$, ώστε να δύναται να λάβει τιμές μεταξύ 0 και 1, με το 0 να εκφράζει την ελάχιστη ομοιομορφία.

Γ9. Δείκτης ομοιομορφίας των Smith & Wilson, $E_{SW(D)}$

$$E_{SWD} = \frac{1 - D}{1 - \frac{1}{S}}$$

όπου D : ο δείκτης ποικιλότητας του Simpson και S : ο συνολικός αριθμός των ειδών που καταγράφηκαν στο δείγμα.

Γ10. Δείκτης ομοιομορφίας των Smith & Wilson, $E_{SW(-\ln D)}$

$$E_{SW(-\ln D)} = \frac{-\ln D}{\ln S}$$

όπου D : ο δείκτης ποικιλότητας του Simpson, και S : ο συνολικός αριθμός των ειδών που καταγράφηκαν στο δείγμα.

Γ11. Μέγιστη τιμή του δείκτη των Shannon-Wiener, S_{max}

$$S_{max} = \ln(S)$$

όπου S : ο συνολικός αριθμός των ειδών που καταγράφηκαν στο δείγμα.

Γ12. Ελάχιστη τιμή του δείκτη των Shannon-Wiener, S_{min}

$$S_{min} = \ln(N) - \left[\frac{(N - S + 1) \ln(N - S + 1)}{N} \right]$$

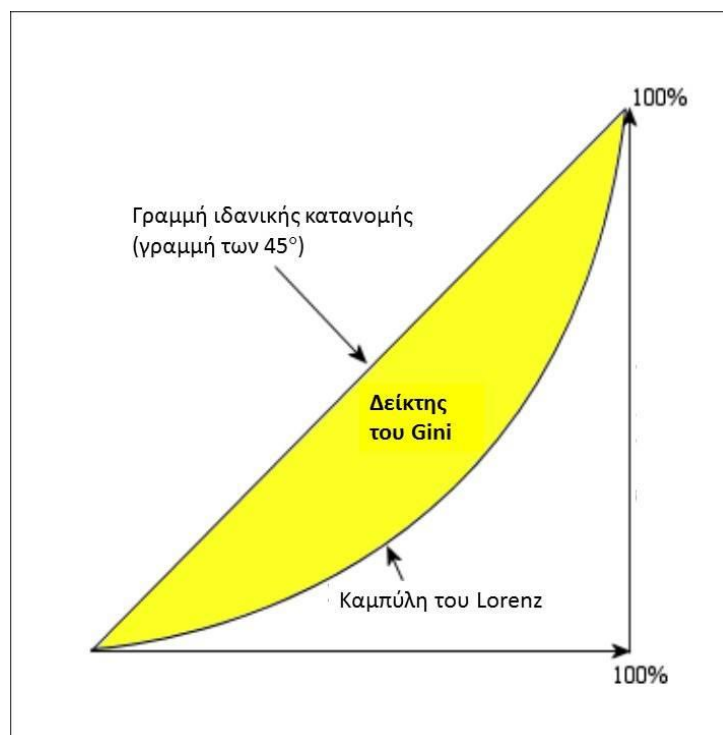
όπου N : ο συνολικός αριθμός ατόμων (φυτών) των ειδών και S : ο συνολικός αριθμός των ειδών που καταγράφηκαν στο δείγμα.

Γ13. Δείκτης ομοιομορφίας του Gini, E_G

$$E_G = \frac{2}{mS^2} \left(\sum_{i=1}^n (S + 1 - i) x_i \right) - \frac{1}{S}$$

όπου S : πλούτος ειδών του δείγματος, x_i : η αφθονία του i -th είδους με σειρά κατάταξης από το λιγότερο προς το περισσότερο άφθονο είδος, και m : η μέση αφθονία ενός είδους, δηλ. ο μέσος όρος των x_i τιμών. Ο δείκτης αποτελεί μέτρο ανισότητας που σχετίζεται με μη ομοιόμορφες κατανομές. Οι τιμές που πλησιάζουν στη μονάδα (1) εκπροσωπούν αυξημένη ομοιομορφία. Αν όλα τα είδη είχαν την ίδια ομοιομορφία κατανομής τότε η καμπύλη τάξης των ειδών θα ήταν μία ευθεία γραμμή 45°, όμως λόγω ανισοτήτων κατανομής η ευθεία κα-

μπυλώνει κάτω από την ευθεία των 45°. Ο δείκτης του Gini είναι ο λόγος των περιοχών κάτω από αυτές τις γραμμές (Εικόνα 8.5).



Εικόνα 8.5 Γεωμετρική απόδοση του δείκτη του Gini.

Δ) Δείκτες ποσοτικής κυριαρχίας

Πρόκειται για δείκτες που εκφράζουν έμμεσα την α -ποικιλότητα καθώς δίνουν έμφαση στην αριθμητική σημασία (υπεροχή) του πιο άφθονου, άρα κυρίαρχου, είδους.

Δ1. Δείκτης των Berger-Parker

$$d = N_{\max} / N, \text{ ή } 1/d = N / N_{\max}$$

όπου $N_{\max}$: ο αριθμός των ατόμων του πιο άφθονου είδους και N : ο συνολικός αριθμός ατόμων (φυτών) των ειδών που καταγράφηκαν στο δείγμα.

Δ2. Δείκτης του Strong, D_w

$$D_w = \max_i \left[\left(\frac{b_i}{Q} \right) - \frac{i}{R} \right]$$

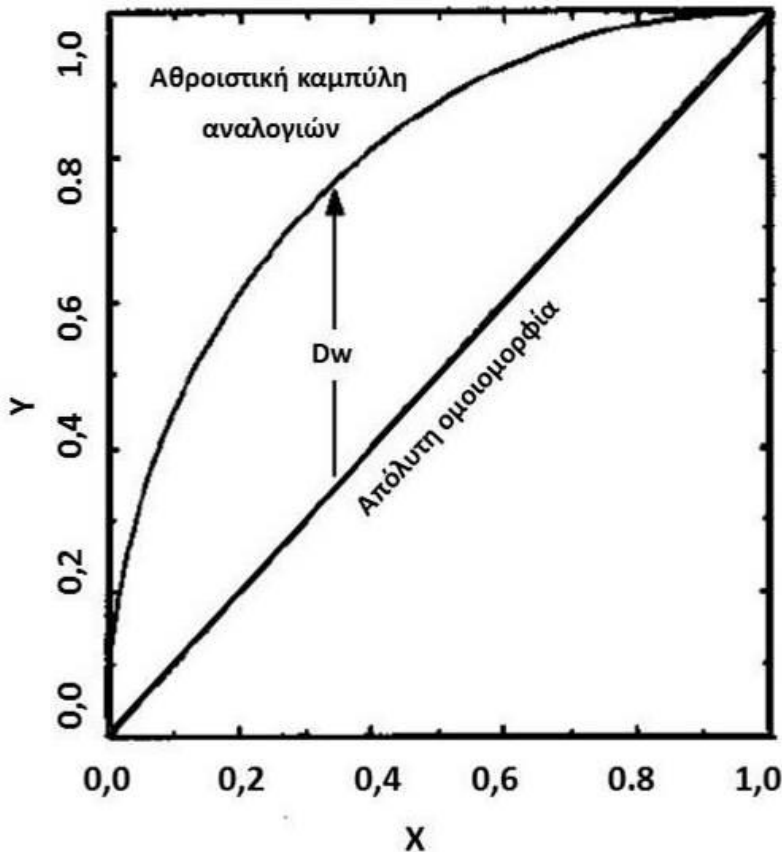
όπου b_i : το διαδοχικό (σειριακό) συσσωρευτικό άθροισμα των τιμών αφθονίας του i -th είδους όπως ταξινομούνται σε φθίνουσα σειρά (από το μεγαλύτερο στο μικρότερο), Q : ο συνολικός αριθμός ατόμων (φυτών) των ειδών που καταγράφηκαν στο δείγμα, R : ο αριθμός ειδών στο δείγμα, και $\max_i$: η μέγιστη τιμή που υπολογίζεται για $n=1, 2, \dots, i$ είδη. Γραφική ερμηνεία του δείκτη παρουσιάζεται στην Εικόνα 8.6.

Ε) Κατάταξη των φυτοκοινοτήτων όσον αφορά τη χλωριδική ποικιλότητά τους

Τα διαγράμματα αυτά κρίνονται απαραίτητα καθώς μπορεί μία φυτοκοινότητα να παρουσιάζει μεγαλύτερη τιμή ενός δείκτη ποικιλότητας (π.χ. των Shannon-Wiener) έναντι μίας άλλης, αλλά μικρότερη τιμή ενός άλλου δείκτη (π.χ. του Simpson), και ως εκ τούτου δεν μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με τη διαφοροποίηση των τιμών ποικιλότητας μεταξύ των δύο φυτοκοινοτήτων (Patil & Taillie, 1979). Κατά τον Tóthmérész (1995) το πρόβλημα αυτό μπορεί να ξεπεραστεί με τη χρήση μίας συνάρτησης παραγωγής δεικτών ποικιλότητας. Η πιο διαδεδομένη τέτοια συνάρτηση είναι αυτή του Renyi (1961) που στηρίζεται στη θεωρία της εντροπίας και της οποίας η αλγεβρική έκφραση δίδεται ως:

$$H_\alpha = \frac{\log_e \sum_{i=1}^s p_i^\alpha}{1-\alpha}$$

όπου H_α : δείκτης ποικιλότητας α -τάξεως (α ακέραιος και $\alpha \geq 0$ ⁶⁷) και p_i : το κλάσμα αφθονίας του i είδους.



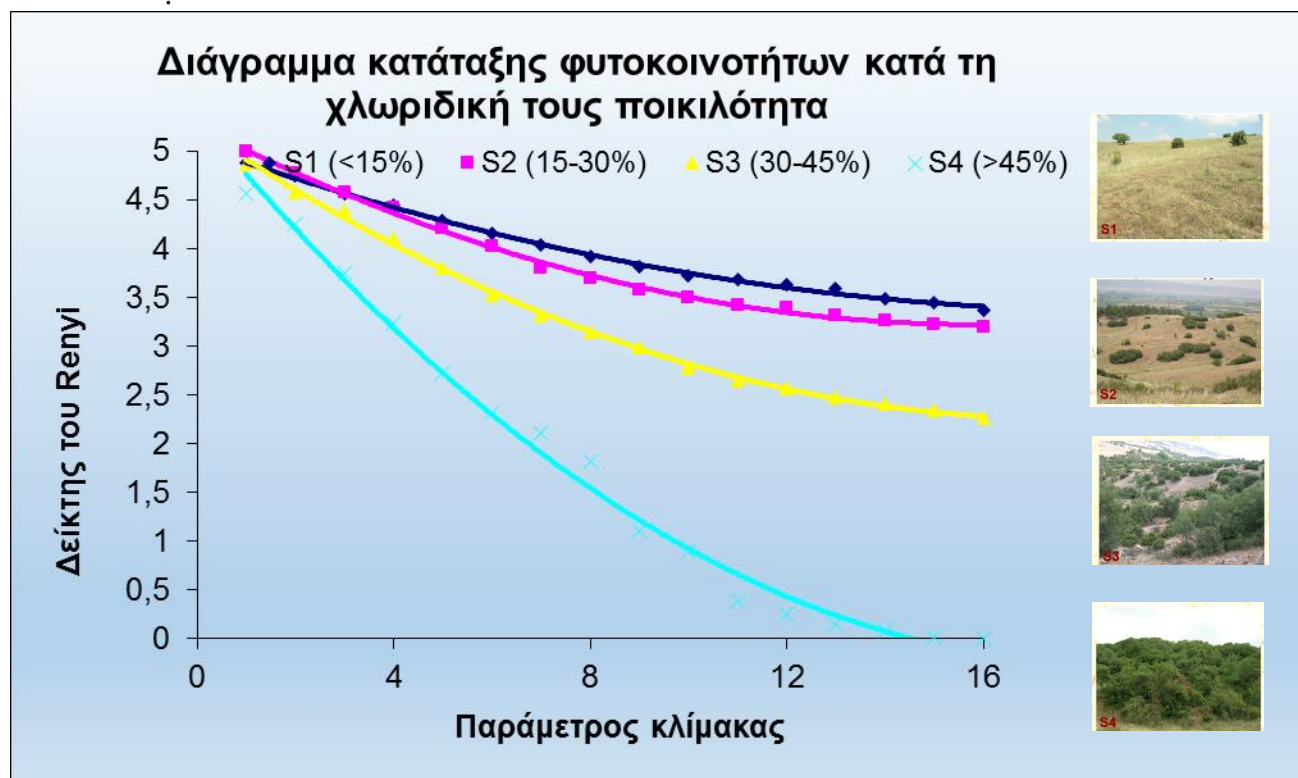
Εικόνα 8.6 Γράφημα αθροιστικής καμπύλης αναλογιών με αναπαράσταση μίας τυχαίας τιμής κυριαρχίας κατά Strong. Ο άξονας x και ο άξονας y αντιστοιχούν στις τιμές των όρων (i/R) και (b_i/Q) της εξίσωσης του Strong (κοίτα κείμενο).

Κατά το Ricotta (2003) για $\alpha=0$ ο παραπάνω τύπος αντικαθίσταται από το $H_0 = \ln(N)$ και λαμβάνει τη μέγιστη τιμή του, ενώ για $\alpha=1$ αντικαθίσταται από τον τύπο ποσοτικής έκφρασης της (α)-ποικιλότητας των Shannon-Wiener. Κατά τους Southwood & Henderson (2000) ο τύπος για $\alpha=2$ δίνει το αντίστροφο των τιμών ποικιλότητας του Simpson. Για την οπτική σύγκριση της ποικιλότητας δύο κοινοτήτων κατασκευάζονται τα διαγράμματα κατάταξης της ποικιλότητας (diversity ordering diagrams) όπου στον κάθετο άξονα λαμβάνει τιμές ο δείκτης του Renyi και στον οριζόντιο η τάξη. Όταν οι καμπύλες κατάταξης των δύο κοινοτήτων τέμνονται τότε οι κοινότητες δεν είναι συγκρίσιμες μεταξύ τους όσον αφορά την ποικιλότητά τους. Αντίθετα όταν δεν τέμνονται, η κοινότητα που η καμπύλη της κείται πάνω από την καμπύλη της άλλης κοινότητας έχει μεγαλύτερη ποικιλότητα έναντι της άλλης.

Το διάγραμμα αυτό σχεδιάστηκε για τα θαμνολίβαδα του Λαγκαδά (Vrahnakis et al., 2005). Τα θαμνολίβαδα ήταν κατανεμημένα σε τέσσερις κλάσεις κάλυψης του εδάφους από θάμνους, S1 (<15%), S2 (15-30%), S3 (30-45%) και S4 (>45%) (Εικόνα 8.7). Προκύπτει ότι η αύξηση της κάλυψης των θάμνων οδηγεί σε μείωση της χλωριδικής ποικιλότητας για ένα πολύ μεγάλο εύρος δεικτών (α)-ποικιλότητας. Αυτή η διαφοροποίηση δεν ήταν σαφής σε θαμνολίβαδα με μικρή κάλυψη θάμνων (S2 σε σχέση με S1), καθώς όταν η έμφαση των δεικτών ποσοτικοποίησης δίνεται στον πλούτο των ειδών δεν προκύπτει σαφής διαφοροποίηση και οι S1 και S2 γραμμές τέμνονται σε χαμηλές τιμές της παραμέτρου κλίμακας (scale parameter). Επίσης σε μεγαλύτερες τιμές της παραμέτρου, όταν δηλ. η έμφαση των δεικτών μετατοπίζεται στην αφθονία ειδών δεν προκύπτει σημαντική απόκλιση των γραμμών κατάταξης. Το αποτέλεσμα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για δια-

⁶⁷ Συνήθως ελέγχεται για ένα μέγεθος τάξης από 1 ως 10.

χειριστικούς σκοπούς καθώς ενισχύει την άποψη διατήρησης ανοικτών θαμνολίβαδων (κάλυψης θάμνων 15-30%) με διατήρηση υψηλής χλωριδικής ποικιλότητας.



Εικόνα 8.7 Διάγραμμα κατάταξης φυτοκοινοτήτων (κατά Renyi) σε σχέση με τη χλωριδική τους ποικιλότητα. Το διάγραμμα αναφέρεται στη σύγκριση 4 θαμνολίβαδων στην περιοχή Λαγκαδά (Vrahnakis et al., 2005).

Στ) Συγκρίσεις των ποσοτικών δεικτών χλωριδικής ποικιλότητας

Για τη σύγκριση των δεικτών χλωριδικής ποικιλότητας και ομοιομορφίας κατανομής, και την εξεύρεση στατιστικών σημαντικών διαφορών μεταξύ των δειγμάτων, χρησιμοποιείται το test τυχαιοποίησης του Solow (1994) (Solow's randomization test). Η εφαρμογή του test σύγκρισης περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα:

1. Εύρεση της διαφοράς δ_1 μεταξύ δύο δεικτών (ποικιλότητας ή αφθονίας).
2. Τα δύο δείγματα, των οποίων τους δείκτες επιθυμούμε να συγκρίνουμε, ομαδοποιούνται σε ένα.
3. Τα άτομα του κοινού δείγματος διαμοιράζονται εκ νέου με τυχαίο τρόπο (randomization) σε δύο δείγματα, καθένα από τα οποία έχει τον ίδιο αριθμό ατόμων με τα δύο αρχικά δείγματα.
4. Υπολογίζονται εξ αρχής οι (νέοι) δείκτες καθώς και η νέα τους διαφορά.
5. Η διαδικασία αυτή του τυχαίου διαμοιρασμού των ατόμων και η τοποθέτησή τους σε δείγματα επαναλαμβάνεται 10.000 φορές με ταυτόχρονο υπολογισμό των δ_1 .
6. Η αρχική τιμή δ_1 συγκρίνεται με την κατανομή που σχηματίζουν τα 10.000 δ που προέκυψαν από την τυχαιοποίηση.
7. Αν η τιμή δ_1 είναι μεγαλύτερη από το 95% των δ -τιμών, δηλ. μεγαλύτερη από τις τιμές τουλάχιστον 9500 δ , τότε το test μονής εισόδου (one-tailed test) θα υποδείξει ότι το δείγμα 1 έχει σημαντικά μεγαλύτερη τιμή δείκτη έναντι του δείκτη από το δείγμα 2. Αντίστοιχα, αν η απόλυτη τιμή του δ_1 είναι μεγαλύτερη από το 95% των απόλυτων δ -τιμών, δηλ. μεγαλύτερη από τις απόλυτες τιμές τουλάχιστον 9500 δ , το test διπλής εισόδου (two-tailed test) θα υποδείξει ότι τα δύο δείγματα διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά ως προς το δείκτη.

Η τεχνική αυτή εφαρμόστηκε στη σύγκριση της Q-στατιστικής, του δείκτη κυριαρχίας των Berger-Parker και της ομοιομορφίας κατανομής των Shannon-Wiener όπως αυτά υπολογίστηκαν στην περίπτωση των δασολίβαδων βελανιδιάς στην Ελλάδα (Vrahnakis et al., 2014). Η σύγκριση έδειξε τη σημαντική διαφοροποίηση των δεικτών σε σχέση με την περιοχή εμφάνισης των δασολίβαδων (Πίνακας 8.3).

Δείκτης	Αλ/πολη	Αλμυρός	Αμφύλογία	Γαλαξίδι	Κέα	Κρήτη	Λακωνία	Λέσβος	Λύδια	Πεντάλοφος	Στροφύλιά	Θεσπρωτία
Q στατιστική (Q)	16.13b,c	6.43f	9.65e	11.07d	9.89e	16.76b,c	19.13b	20.44b	7.07f	31.78a	13.82c	17.83b
Lower 95%	12.40	5.30	7.15	9.08	7.95	14.87	17.53	18.36	5.14	27.65	10.04	16.33
Upper 95%	18.76	7.50	12.46	14.37	11.73	20.42	22.88	24.18	10.36	35.11	15.89	22.31
Berger-Parker (d)	0.124f	0.312a,b	0.240c,d	0.120f	0.333a	0.255c	0.236e,d	0.202e	0.202e	0.301b	0.146f	0.231e,d
Lower 95%	0.099	0.283	0.207	0.107	0.306	0.237	0.218	0.186	0.161	0.288	0.130	0.212
Upper 95%	0.152	0.341	0.273	0.149	0.361	0.273	0.253	0.217	0.244	0.315	0.173	0.249
Ομοιομορφία (J _H)	0.826b	0.738d	0.775c	0.864a	0.737d	0.728d	0.776c	0.800b,c	0.859a	0.713e	0.822b	0.786c
Lower 95%	0.816	0.719	0.758	0.841	0.716	0.718	0.767	0.792	0.835	0.704	0.802	0.779
Upper 95%	0.856	0.766	0.810	0.881	0.764	0.747	0.793	0.816	0.898	0.726	0.843	0.807

Πίνακας 8.3 Εκτιμητές της (α-) ποικιλότητας (Q-στατιστική), κυριαρχίας (δείκτης των Berger-Parker) και ομοιομορφίας (Shannon-Wiener) για δώδεκα δάση βελανιδιάς. Εκτιμητές στην ίδια γραμμή ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά σύμφωνα με το test διπλής εισόδου του Solow μετά από 10.000 τυχαιοποιήσεις.

Η ανάλυση των δεικτών (α)-ποικιλότητας διευκολύνεται σημαντικά με τη χρήση ειδικών προγραμμάτων H/Y, όπως το *Species Diversity and Richness*, *Bio-Diversity Pro* κ.λπ.

Παράλληλα κείμενα

Βραχνάκης Μ.Σ. και Α. Κοντογιάννη. 2006. Εμπειρικά μοντέλα εποχιακής πρόγνωσης δυναμικού παραγωγής-κάλυψης υπέργειας βιομάζας σε σχέση με κλιματικές παραμέτρους σε ψευδαλπικό ποολίβαδο του Τυμφορηστού Ν. Ευρυτανίας. Στο: Πρακτικά 4ου Πανελλήνιου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου: “Λιβάδια των Πεδινών και Ημιορεινών Περιοχών: Μοχλός Ανάπτυξης της Υπαίθρου”. Π.Δ. Πλατής, Α.Ι. Σφουγγάρης, Θ.Γ. Παπαχρήστου και Α.Ι. Τσιόντσης (επ. έκδ.) 10-12 Νοεμβρίου 2004, Βόλος, σελ. 167-173.

Vrahnakis M.S., G. Fotiadis, A. Pantera, G. Goudelis, A. Papadopoulos and V.P. Papanastasis. 2014. Floristic diversity of valonia oak silvopastoral woodlands in Greece. *Agroforestry Systems*, 88(5):877-893.

Σχετικοί δικτυακοί τόποι

- Δικτυακός τόπος από την Copernicus Global Land Service για τη διερεύνηση της κάλυψης της βλάστησης σε επίπεδο πλανήτη
<http://land.copernicus.eu/global/products/fcover>
- Video του Craig Savage σχετικό με τη φυτοποικιλότητα και την εξέλιξη των φυτών (Πανεπιστήμιο Idaho, USA)
<https://www.youtube.com/watch?v=m1SdfGZgSfE&index=2&list=PL8D121F2FBCA4AFB4>
- Δικτυακός τόπος του Wageningen UR σχετικά με συστήματα φυτικής παραγωγής
<http://www.wageningenur.nl/en/Expertise-Services/Chair-groups/Plant-Sciences/Plant-Production-Systems-Group.htm>
- Δικτυακός τόπος του Πανεπιστημίου της Μινεσότα σχετικά με την παραγωγή βοσκήσιμης ύλης
<http://www.extension.umn.edu/agriculture/forages/>
- Δικτυακός τόπος του U.S. Department of Agriculture σχετικά με τη δομή και σύνθεση της βλάστησης
<http://www.fs.fed.us/rmrs/presentations/future-forests/vegetation-conditions/>

Βιβλιογραφία

Bonham, C.D. (1989). *Measurements for terrestrial vegetation*. New York: Wiley.

- Dansereau, P. (1951). Description and recording of vegetation upon a structural basis. *Ecology*, 32(2), 172-229.
- Halloy, S. (1990). A morphological classification of plants, with special reference to the New Zealand alpine flora. *Journal of Vegetation Science*, 1(3), 291-304.
- Loreau, M., Naeem, S. & Inchausti, P. (2002). *Biodiversity and ecosystem functioning. Synthesis and perspectives*. Oxford: Oxford University Press.
- Patil, G.P. & Taillie, C. (1979). An overview of diversity. In J.F. Grassle, G.P. Patil, W. Smith & C. Taillie (Eds), *Ecological diversity in theory and practice* (pp. 3-27). Fairland, MD: International Cooperative Publishing House.
- Raunkjær, C. (1904). Om biologiske typer, med hensyn til planternes tilpasninger til at overleve ugunstige årstider. *Botanisk Tidsskrift*, 26, XIV.
- Rényi, A. (1961). On measures of entropy and information. Paper presented in 4th *Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*. Berkley, CA: University of California Press.
- Ricotta, C. (2003). On parametric evenness measures. *Journal of Theoretical Biology*, 222, 189-197.
- Solow, A.R. (1993). A simple test for change in community structure. *Journal of Animal Ecology*, 62(1), 191-193.
- Southwood, T.R.E. & Henderson, P.A. (2000). *Ecological methods*. Oxford: Blackwell Science.
- Tothmeresz B. 1995. Comparison of different methods for diversity ordering. *Journal of Vegetation Science*, 6:283-290.
- Vrahnakis, M.S., Fotiadis, G., Chouvardas, D., Mantzanas, K., Plastargia, S. & Papanastasis, V.P. (2005). Species richness and diversity evolution along a secondary successional gradient. Paper presented at *International Conference on Biodiversity conservation and sustainable development in mountain areas of Europe: The challenge of interdisciplinary research*. Ioannina: Aristotle University of Thessaloniki.
- Vrahnakis, M.S., Fotiadis, G., Merou, Th. & Kazoglou, Y.E. (2010). Improvement of plant diversity and methods for its evaluation in Mediterranean basin grasslands. *Options Méditerranéennes (A)*, 92, 225-236.
- Vrahnakis, M.S., Fotiadis, G., Pantera, A., Goudelis, G., Papadopoulos, A. & Papanastasis V.P. (2014). Floristic diversity of valonia oak silvopastoral woodlands in Greece. *Agroforestry Systems*, 88(5), 877-893.
- Βραχνάκης, Μ.Σ. & Κοντογιάννη, Α. (2006). Εμπειρικά μοντέλα εποχιακής πρόγνωσης δυναμικού παραγωγής-κάλυψης υπέργειας βιομάζας σε σχέση με κλιματικές παραμέτρους σε ψευδαλπικό ποολίβαδο του Τυμφρηστού Ν. Ευρυτανίας. 4^{ov} Πανελλήνιο Λιβαδοπονικό Συνέδριο Λιβάδια των πεδινών και ημιορεινών περιοχών: Μοχλός ανάπτυξης της υπαίθρου. Βόλος: Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία.
- Βραχνάκης, Μ.Σ. & Παπαναστάσης, Β.Π. (2004). Τεχνικός οδηγός συστήματος παρακολούθησης (monitoring) μέσω της χλωριδικής ποικιλότητας των λιβαδιών της προστατευόμενης περιοχής του Γράμμου. Θεσσαλονίκη: Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
- Παπαναστάσης, Β.Π. (1976). Μέτρησις της συχνότητος και καλύψεως της βλαστήσεως δια της μεθόδου των σημείων εις ένα ποολίβαδο της Βορείου Ελλάδος. *Το Λάσος*, 28(71-72), 13-20.

Κριτήρια αξιολόγησης

A. Δραστηριότητες διδακτικής ενότητας

1. Αναφέρατε λιβαδικά είδη κατανεμημένα σε διάφορες κατηγορίες βιοτικών μορφών. (300 λέξεις)
2. Προσδιορίστε το μέγεθος της δειγματοληπτικής επιφάνειας (πλαίσιο), τη μέτρηση απόστασης (στη μετροταινία) και τον αριθμό των δειγματοληπτικών σημείων που απαιτούνται σε φυτοκαλύμματα διαφορετικής αφθονίας βιοτικών μορφών. (400 λέξεις)
3. Αναπτύξτε τους παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος δειγματοληψίας. (500 λέξεις)
4. Αναπτύξτε τον διαφορετικό τρόπο επίδρασης των μετεωρολογικών φαινομένων στη βλάστηση αναλόγως της διάρκειάς τους. (500 λέξεις)

5. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των μεθόδων μέτρησης της κάλυψης της βλάστησης των λιβαδιών. (500 λέξεις)
6. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των μεθόδων μέτρησης του βάρους της παραγωγής των λιβαδιών. (500 λέξεις)
7. Σε ποιες περιπτώσεις ενδιαφερόμαστε για τη σημειακή και σε ποιες για την ολική ποικιλότητα; Αναφέρατε παραδείγματα. (400 λέξεις)
8. Αιτιολογείστε την ανάγκη υπολογισμού σειράς δεικτών (α)-ποικιλότητας και όχι απλά μόνο ενός δείκτη. (300 λέξεις)

B. Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης

Σωστό ή λάθος	Επιλέξτε
Η διάκριση των φυτών σε βιοτικές μορφές, έγινε για πρώτη φορά ανάλογα με τη θέση του αναγεννητικού τους κέντρου.	Σωστό Λάθος
Οι μετρήσεις της κάλυψης αποτελούν δείκτη δυνατότητας της φωτοαναπνοής.	Σωστό Λάθος
Η ποσοστιαία χλωριδική σύνθεση του φυτοκαλύμματος προκύπτει από την κάλυψή του αφαιρώντας τα ποσοστά που καταλαμβάνουν οι ανώτερες βιοτικές μορφές.	Σωστό Λάθος
Η βιομάζα εκφράζει την αποτελεσματικότητα της φωτοσύνθεσης.	Σωστό Λάθος
Η πυκνότητα εκφράζει τη δυναμική του φυτοκαλύμματος στον χώρο και τον χρόνο.	Σωστό Λάθος
Η συχνότητα εμφάνισης των φυτών κατά μήκος της μεταβολής μιας περιβαλλοντικής διαβάθμισης εκφράζει τη χωροδιάταξη των φυτών.	Σωστό Λάθος
Η χλωριδική ποικιλότητα αποτελεί δείκτη παραγωγικότητας του φυτοκαλύμματος.	Σωστό Λάθος
Το κόστος δειγματοληψίας αυξάνει με την ανομοιόμορφη κατανομή των φυτών στο χώρο.	Σωστό Λάθος
Το μέγεθος δείγματος εξαρτάται από την ακρίβεια που επιθυμούμε.	Σωστό Λάθος
Στην πράξη πρέπει να υπολογίζουμε σειρά δεικτών (α)-ποικιλότητας.	Σωστό Λάθος

Συμπληρώστε	Επιλέξτε
Στην επιστήμη της Διαχείρισης των Λιβαδιών τα φυτά ταξινομούνται σε κλίμακες των τυπικών βιοτικών μορφών του Raunkiaer.	λεπτομερέστερες υψηλότερες
Οι μονάδες κλίμακας που χρησιμοποιούμε για να εκφράσουμε τους εκτιμητές της βιομάζας, της πυκνότητας και της κάλυψης προσδιορίζονται από τις μορφές της κοινότητας.	αυξητικές βιοτικές
Η του φυτοκαλύμματος επηρεάζει την επιλογή μεθόδων που θα εφαρμόσουμε για την ποσοτικοποίηση της βλάστησης.	σύνθεση παραγωγικότητα

Το μέγεθος του σφάλματος δειγματοληψίας εξαρτάται από των παρατηρήσεων.	την ποιότητα τον αριθμό διάβρωσης
Η πληροφορία της φυτοκάλυψης χρησιμοποιείται στη μελέτη του βαθμού του εδάφους.	αλατότητας
Σε ποολίβαδα που αναπτύσσονται σε υγρές θέσεις και έχουν πυκνή βλάστηση για τη μέτρηση της πυκνότητάς τους χρησιμοποιούνται συνήθως πλαίσια διαστάσεων τ. μ.	0,25 0,50
Η συχνότητα εμφάνισης εκφράζει ενός λιβαδικού φυτού μέσα σε μία ορισμένη λιβαδική έκταση.	το βαθμό ομοιομορφίας κατανομής την πρωτογενή παραγωγικότητα
Το βάρος της βλάστησης αναφέρεται συνήθως ως	ξηρό χλωρό
Η ποικιλότητα αποτελεί τύπο ποικιλότητας.	οικοσυστημάτων μορφών
Το διάγραμμα του Renyi χρησιμεύει στη διερεύνηση του βαθμού των φυτοικονοτήτων ως προς τη χλωριδική τους ποικιλότητα.	συμβατότητας κυριαρχίας

Παράρτημα Διδακτικής Ενότητας 8

ΚΑΛΥΨΗ ΛΙΒΑΔΙΚΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ (ΦΥΛΛΟ ΠΕΔΙΟΥ)

ΠΕΡΙΟΧΗ:

Ημερομηνία:

ΜΕΘΟΔΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ - ΣΗΜΕΙΟΥ (line - intercept)

Παρατηρητές:

Λοιπά Στοιχεία	Μέγιστο ύψος						
	Ωριμότητα						
Αριθμός τομής βλάστησης		1	2	3	4	5	
Είδη φυτών							%
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
	Λίθοι						
	Γυμνό έδαφος						
	Ξηρή ουσία						
	Σύνολο						100

ΤΕΙ Θεσσαλίας – Τμήμα Δασοπονίας & Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος – Εργαστήριο Λιβαδοπονίας

Δ.Ε.9 Στοιχεία διαχείρισης λιβαδιών

Σκοπός της ενότητας είναι η περιγραφή των βασικών εννοιών της διαχείρισης λιβαδιών με έμφαση στη διαχείριση βοσκοτόπων.

Σύνοψη

Η οικοσυστημική αντίληψη παρέχει το φυσικό στοιχείο στην Ολοκληρωμένη Διαχείριση των λιβαδικών οικοσυστημάτων και τοποθετεί τον άνθρωπο στο κέντρο της διαχειριστικής προσπάθειας. Η σύγχρονη εφαρμογή της αντίληψης αυτής προϋποθέτει τη συνεχή προσαρμογή της διαχείρισης των λιβαδιών με στόχο την επίτευξη κανονικής χρήσης. Οι αποκλίσεις από την κανονική χρήση, είτε ως υποχρησιμοποίηση των λιβαδικών πόρων είτε ως υπερχρησιμοποίηση, οδηγούν σε υποβάθμιση της λιβαδικής κατάστασης (μείωση της λιβαδικής υγείας). Τέτοιες αποκλίσεις ελαχιστοποιούνται όταν εφαρμόζονται οι σύγχρονες αρχές διαχείρισης των λιβαδιών, δηλ., της αειφορίας των καρπώσεων (ή των οικοσυστημάτων), της φυσικής αναγέννησης, της προστασίας και των πολλών σκοπών. Πάντως σε κάθε περίπτωση και σε συμφωνία με την αρχή της αειφορίας θα πρέπει να υπολογίζεται το ισοζύγιο της βοσκοϊκανότητας / βοσκοφόρτωσης ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με την ανάγκη βελτίωσης ή μη των βοσκοτόπων. Ειδικά για τη χώρα μας η διαπίστωση αυτής της ανάγκης έχει αποκτήσει θεσμική βάση με την έκδοση των προδιαγραφών των προσωρινών σχεδίων διαχείρισης των βοσκοτόπων. Πιστεύεται ότι με την εκπόνηση των ολοκληρωμένων σχεδίων και την ολοκλήρωση της απογραφής των βοσκοτόπων της χώρας μας θα έχει γίνει σημαντικό βήμα στην αειφορική εκμετάλλευση αυτού του πολύτιμου εδαφοπονομικού πόρου.

Προαπαιτούμενη γνώση – προσδοκώμενα αποτελέσματα

Η ποσοτικοποίηση των παραμέτρων της λιβαδικής πρωτογενούς παραγωγής και της κατανομής της στο χώρο (σύνδεση με την προηγούμενη διδακτική ενότητα) παρέχει τα σημαντικότερα πρωτογενή δεδομένα για την ορθολογική διαχείριση των λιβαδιών. Αναλύονται οι βασικοί επιστημονικοί όροι που χρησιμοποιούνται κατά τη διαχείριση των λιβαδιών, κυρίως ως βοσκοτόποι. Δίνεται το ορθολογικό πλαίσιο της κανονικής χρήσης των λιβαδιών και η έννοια της λιβαδικής μονάδας. Περιγράφονται οι διαχειριστικοί στόχοι και τα μέσα επίτευξής αυτών. Συζητούνται οι έννοιες βοσκοϊκανότητα, βοσκοχωρητικότητα, βοσκοφόρτωση, πίεση βοσκής. Περιγράφονται οι προδιαγραφές των σχεδίων βόσκησης. Παρατίθενται μελέτες περίπτωσης υπολογισμού της βοσκοϊκανότητας και της ρύθμισης της βόσκησης στον χώρο και τον χρόνο. Οι γνώσεις αυτές αποτελούν τη βάση για την κατανόηση και την ορθολογική εφαρμογή της Λιβαδοπονίας.

Έννοιες – κλειδιά (keywords):

- οικοσυστημική προσέγγιση (ecosystem approach)
- ολοκληρωμένη προσέγγιση (integrated approach)
- προσαρμοζόμενη διαχείριση (adaptive management)
- κανονική χρήση (proper use)
- βοσκοχωρητικότητα (carrying capacity)
- βοσκοϊκανότητα (grazing capacity)
- βοσκοφόρτωση (stocking rate)
- υπερβόσκηση (overgrazing)
- υποβόσκηση (undergrazing)
- πίεση βοσκής (grazing pressure)
- Μηνιαία Ζωική Μονάδα, MZM (Animal Unite per Month, AUM)
- Ισοδύναμη Ζωική Μονάδα, IZM (Animal Unit Equivalent, AUE)

9.1 Η Οικοσυστημική Προσέγγιση στη διαχείριση των φυσικών οικοσυστημάτων

Σταδιακά γίνεται αντιληπτό ότι τα οικοσυστήματα δεν είναι απομονωμένα στον χώρο και στον χρόνο. Μπορεί να επικαλύπτονται (π.χ. ένα οικοσύστημα εσωτερικών υδάτων εντός ενός ευρύτερου λιβαδικού) ή και να αλληλοεπιδρούν τα ίδια (διαδοχή στο χρόνο) ή τα συστατικά τους (π.χ. ανταλλαγές και μετακινήσεις ειδών μεταξύ ενός λιβαδικού και ενός δασικού οικοσυστήματος). Η Οικοσυστημική Προσέγγιση αναγνωρίζει ότι ένα οποιοδήποτε οικοσύστημα επηρεάζεται σημαντικά από τα περιβάλλοντα συστήματα και ότι τα αβιοτικά στοιχεία

(έδαφος, ύδατα) είναι συστατικά του οικοσυστήματος. Έτσι ένα οικοσύστημα δεν αντιμετωπίζεται νοητικά ως μία απομονωμένη νησίδα υπεροχής έναντι άλλων δευτερευόντων συστημάτων. Υπό αυτήν τη σκοπιά η Οικοσυστημική Προσέγγιση παρέχει το φυσικό στοιχείο στην *Ολοκληρωμένη Διαχείριση* του χώρου. Επιπλέον δεν θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη μόνο η διατήρηση των προστατευόμενων περιοχών, ούτε βέβαια οι τελευταίες θα πρέπει να λογίζονται ως τα αποκλειστικά κέντρα προσοχής της διαχειριστικής/προστατευτικής προσπάθειας. Η αλληλεπίδραση ανθρώπων και βιοποικιλότητας, μπορεί να γίνει αειφορική μόνο σε ευρύτερους διαχειριστικής αντίληψης οικοσυστημικούς χώρους. Η Οικοσυστημική Προσέγγιση ενθαρρύνει τη διερεύνηση των αλληλεπιδράσεων και την τοποθέτηση ευρύτερων στόχων στη διαχείριση και προστασία των οικοσυστημάτων (Shepherd, 2008).

Ο άνθρωπος αποτελεί συστατικό του οικοσυστήματος. Έτσι, δεν μπορεί να σχεδιάζεται διαχείριση π.χ. βοσκοτόπων, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ότι η οποιαδήποτε ρύθμιση των φυσικών πόρων των λιβαδιών επηρεάζει άμεσα τους ανθρώπους που δραστηριοποιούνται στα λιβάδια (π.χ. κτηνοτρόφοι, βοσκοί, ιδιοκτήτες και υπάλληλοι χώρων αναψυχής) ή έμμεσα αυτούς που κατοικούν κοντά. Η Οικοσυστημική Προσέγγιση λαμβάνει υπόψη της το δραστικό ρόλο που οι άνθρωποι μπορούν να παίξουν στην οργάνωση της αειφορικής διαχείρισης των οικοσυστημάτων. Στις περισσότερες περιπτώσεις, άνθρωποι με πολύ χαμηλά εισοδήματα (π.χ. βοσκοί) λαμβάνουν καθημερινά σημαντικές αποφάσεις που συλλογικά μπορούν και προσδιορίζουν καθοριστικά την αειφορία εκτεταμένων περιοχών. Έτσι, θα πρέπει πάντα να λαμβάνονται υπόψη οι άνθρωποι και οι ιδιοκτησίες τους κατά τον σχεδιασμό και εφαρμογή των μέτρων διαχείρισης/προστασίας των οικοσυστημάτων.

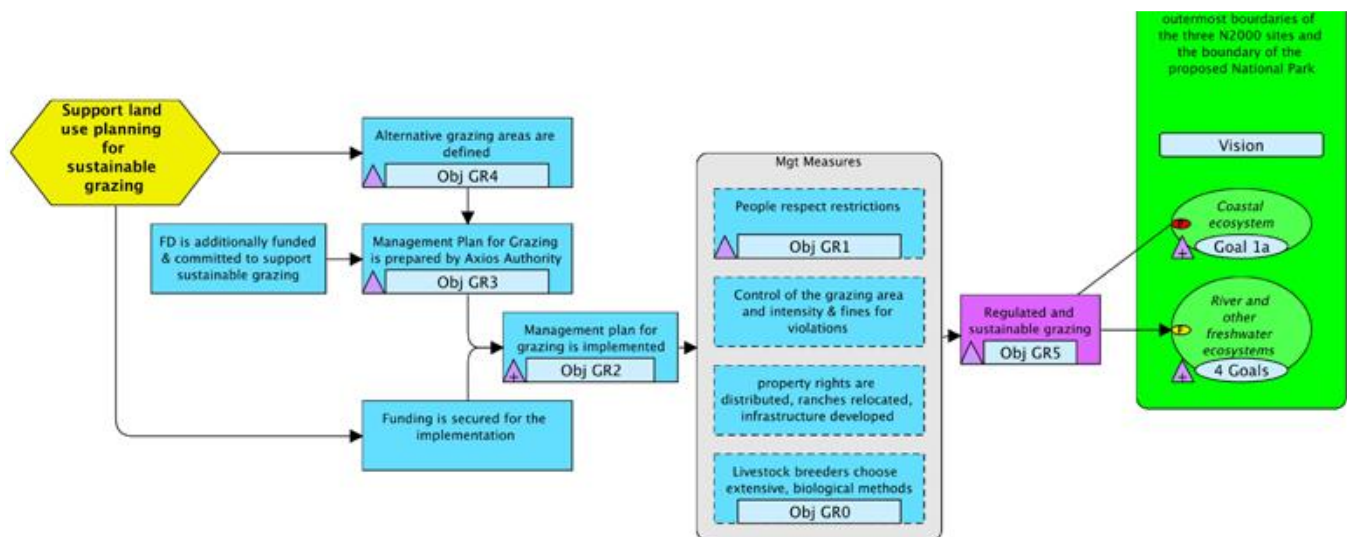
Η εφαρμογή της *προσαρμοζόμενης* διαχείρισης είναι ουσιώδης στην οργανωμένη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων (Κλεφτογιάννη, 2011). Τα φυσικά οικοσυστήματα είναι δυναμικά στον χώρο και στον χρόνο και τείνουν σε μεγάλη ποικιλία τελικών σταδίων. Έτσι, καθώς το σύνολο των πληροφοριών κατά τον σχεδιασμό της διαχείρισης μίας περιοχής δεν είναι δυνατόν να είναι συγκεντρωμένο και πλήρες, είναι απαραίτητη η προσαρμογή της διαχείρισης στη ροή νέων πληροφοριών. Τόσο οι διαχειριστές, όσο και οι θεσμοί που εμπλέκονται στη διαχείριση των οικοσυστημάτων πρέπει να ελίσσονται και να προσαρμόζονται. Η Οικοσυστημική Προσέγγιση για να μπορεί να ελίσσεται, αναπτύσσεται σε ένα περιβάλλον γνώσης και εμπειριών (learning-by-doing). Έτσι διαφοροποιείται από την Ολοκληρωμένη αντίληψη, όπου επιχειρείται η ολοκλήρωση από τα αρχικά ακόμα στάδια εφαρμογής της διαχείρισης.

Η Οικοσυστημική Προσέγγιση χαρακτηρίζεται από 12 αρχές (Πίνακας 9.1). Οι αρχές αυτές, σύμφωνα με την Επιτροπή για την Οικοσυστημική Διαχείριση (CEM) της Διεθνούς Ένωσης για τη Διατήρηση της Φύσης (IUCN), ομαδοποιούνται σε 4 βήματα, που διευθετούνται χρονικά (Πίνακας 9.1, Shepherd 2004). Κατά το πρώτο βήμα, προσδιορίζεται η κοινωνική και η χωρική διάσταση της διαχείρισης τονίζοντας τον διεπιστημονικό χαρακτήρα της προσπάθειας. Στο δεύτερο βήμα γίνεται ο προσδιορισμός της δομής και της λειτουργίας του οικοσυστήματος και τίθενται προτεραιότητες σε ένα πλαίσιο ισορροπίας χρήσης και διατήρησης βιοποικιλότητας κατά τη διαχείριση. Στο τρίτο βήμα συζητιέται η οικονομική διάσταση του πλαισίου εφαρμογής της διαχείρισης, όπως αυτό προσδιορίζεται από την αγορά και τα ισοζύγια *διατήρηση / χρήση των βιολογικών πόρων και κόστη λειτουργίας / παρεχόμενα οφέλη* ενός οικοσυστήματος. Οι αρχές της προσαρμοζόμενης διαχείρισης στον χώρο (χωρικές κλίμακες, παράπλευρες συνέπειες σε γειτονικά οικοσυστήματα) και στον χρόνο (χρονικές κλίμακες εφαρμογής και χρονική υστέρηση των συνεπειών των αλλαγών) αναπτύσσονται στο τέταρτο και πέμπτο βήμα αντίστοιχα.

Μία τέτοια εφαρμογή της Οικοσυστημικής Προσέγγισης μέσω της ανάπτυξης ενός σχεδίου Προσαρμοζόμενης Διαχείρισης παρουσιάστηκε στα πλαίσια του έργου *Ανάπτυξη Συστήματος Προσαρμοσμένης Διαχείρισης (Adaptive Management) της Προστατευόμενης Περιοχής του Αξιού, Λουδία, Αλιάκμονα* (Vareltzidou et al., 2009). Στην περιοχή η υπερβόσκηση αναγνωρίστηκε ως απειλή για την ποιότητα των παράκτιων και παραποτάμιων οικοσυστημάτων (Εικόνα 9.1). Για την αντιμετώπιση αυτής της απειλής προσδιορίστηκε συγκεκριμένη στρατηγική η οποία μεταξύ άλλων προέβλεπε την καθιέρωση κινήτρων στους κτηνοτρόφους για τη μετακίνηση των μονάδων τους σε συγκεκριμένους χώρους μέσω της εκπόνησης διαχειριστικού σχεδίου κατά χώρο και χρόνο οργάνωσης της βόσκησης (Vareltzidou et al., 2009).

Βήμα Α. Ενδιαφερόμενα μέρη και περιοχή αναφοράς		
Ενδιαφερόμενα μέρη	Αρχή No. 1	Η διαχείριση της γης, των υδάτων και των ζωντανών πόρων είναι υπόθεση της κοινωνίας
	Αρχή No. 12	Η ΟΠ πρέπει να δραστηριοποιήσει όλους τους σχετικούς τομείς της κοινωνίας και των επιστημών
Ανάλυση περιοχής αναφοράς	Αρχή No. 7	Η ΟΠ πρέπει να εφαρμοστεί στην κατάλληλη χωρική κλίμακα
	Αρχή No. 11	Η ΟΠ πρέπει να λάβει υπόψη της όλη τη σχετική πληροφορία
	Αρχή No. 12	Η ΟΠ πρέπει να δραστηριοποιήσει όλους τους σχετικούς τομείς της κοινωνίας και των επιστημών
Βήμα Β. Δομή, λειτουργία και διαχείριση οικοσυστήματος		
Δομή και λειτουργία οικοσυστήματος	Αρχή No. 5	Η διατήρηση της δομής και λειτουργίας του οικοσυστήματος, ώστε να διασφαλίζονται οι οικοσυστημικές υπηρεσίες, πρέπει να αποτελεί προτεραιότητα
	Αρχή No. 6	Τα οικοσυστήματα πρέπει να διαχειρίζονται εντός των ορίων λειτουργίας τους
	Αρχή No. 10	Η ΟΠ πρέπει να αναζητήσει την προσφορότερη και πιο ολοκληρωμένη ισορροπία μεταξύ της διατήρησης και της χρήσης της βιοποικιλότητας
Διαχείριση οικοσυστήματος	Αρχή No. 2	Η διαχείριση θα πρέπει να είναι αποκεντρωμένη στο χαμηλότερο δυνατόν επίπεδο
Βήμα Γ. Οικονομικά θέματα		
	Αρχή No. 4	Συνήθως υπάρχει η ανάγκη κατανόησης και διαχείρισης των οικοσυστημάτων σε ένα οικονομικό πλαίσιο ώστε να α) μειωθούν εκείνες οι αρρυθμίες και απαιτήσεις της αγοράς που επηρεάζουν αρνητικά τη βιοποικιλότητα β) ευθυγραμμιστούν τα κίνητρα προώθησης της διατήρησης της βιοποικιλότητας και της αειφορικής χρήσης γ) εσωτερικευθούν τα κόστη και τα οφέλη ενός οικοσυστήματος
Βήμα Δ. Προσαρμοζόμενη διαχείριση στον χώρο		
	Αρχή No. 3	Οι διαχειριστές των οικοσυστημάτων πρέπει να προβληματίζονται για τις επιπτώσεις των ενεργειών τους στα γειτονικά ή άλλα οικοσυστήματα
	Αρχή No. 7	Η ΟΠ πρέπει να εφαρμοστεί στην κατάλληλη χωρική κλίμακα
Βήμα Ε. Προσαρμοζόμενη διαχείριση στον χρόνο		
	Αρχή No. 7	Η ΟΠ πρέπει να εφαρμοστεί στην κατάλληλη χρονική κλίμακα
	Αρχή No. 8	Η αναγνώριση των ποικίλων χρονικών πλαισίων και των χρονικών στερήσεων που χαρακτηρίζουν τις οικοσυστημικές διεργασίες και τους στόχους διαχείρισης των οικοσυστημάτων θα πρέπει να έχει μεγάλο βάθος χρόνου
	Αρχή No. 9	Η διαχείριση πρέπει να λαμβάνει υπόψη της ότι οι αλλαγές είναι αναπόφευκτες

Πίνακας 9.1 Οι 12 αρχές της Οικοσυστημικής Προσέγγισης (ΟΠ) ομαδοποιημένων σε 5 Βήματα από την CEM (Commission on Ecosystem Management) της IUCN (International Unit for Conservation of Nature) (σύμφωνα με στοιχεία που παρέχει ο Shepherd (2004)).



Εικόνα 9.1 Σχηματική παράσταση της στρατηγικής για την αντιμετώπιση της απειλής της υπερβόσκησης στα πλαίσια της προσαρμοζόμενης διαχείρισης της προστατευόμενης περιοχής του Αξιού, Λουδία, Αλιάκμονα (Vareltzidou et al., 2009 – άδεια χρήσης από Σ. Βαρελτζίδου).

9.2 Κανονική χρήση λιβαδιών

Το ζητούμενο στη διαχείριση των λιβαδιών της χώρας μας είναι η ρύθμιση της χρήσης τους, δηλ. του βαθμού χρησιμοποίησης της πρωτογενούς τους παραγωγής. Όπως ειπώθηκε στο Κεφάλαιο Δ.Ε.1 του παρόντος συγγραμματος η κατανομή του ζωικού φόρτου και της πίεσης βοσκής δεν είναι ομοιόμορφη στον χώρο και στον χρόνο με αποτέλεσμα άλλα λιβάδια να υποβόσκονται και άλλα να υπερβόσκονται. Η Οικοσυστημική προσέγγιση προϋποθέτει στρατηγικό σχεδιασμό και εφαρμόζεται συνήθως σε μεγάλες κλίμακες. Για μικρότερης κλίμακας προσεγγίσεις, όπως εκτίμηση της λιβαδικής κατάστασης ή υγείας, προγράμματα παρακολούθησης μικρής κλίμακας κ.λπ., πρέπει να χρησιμοποιηθούν άλλα εργαλεία που θα πιστοποιήσουν το βαθμό απόκλισης από την κανονική χρήση.

Η κανονική χρήση αποτελεί ένα πρώτο μέτρο βελτίωσης (μέσω της διαχείρισης) των λιβαδιών. Ως *κανονική χρήση* εννοούμε το βαθμό χρησιμοποίησης της ετήσιας παραγωγής των λιβαδιών κάτω από τον οποίο η λιβαδική παραγωγή διατηρείται υψηλή στο διηνεκές χωρίς συγχρόνως να μειώνεται η παραγωγικότητα του εδάφους (Νάσσης & Τσιουβάρας, 2009). Για την εφαρμογή της κανονικής χρήσης δεν απαιτείται σημαντικό οικονομικό κόστος, αλλά αυτή προϋποθέτει τη βαθιά γνώση της δομής και λειτουργίας των λιβαδιών.

Η εφαρμογή της κανονικής χρήσης είναι θεμελιώδους σημασίας στη διαχείριση των λιβαδιών και αποτελεί τον απόλυτο στόχο. Με την εφαρμογή της κανονικής χρήσης η υπέργεια βιομάζα, και κυρίως η λιβαδική παραγωγή, χρησιμοποιείται αειφορικά, διασφαλίζοντας έτσι τη συνέχειά της στο χώρο και στο χρόνο. Επιπλέον η φυτοκάλυψη είναι ομοιόμορφα κατανεμημένη στο λιβάδι ώστε να γίνεται αποτελεσματική η πρόσληψη της ηλιακής ακτινοβολίας, και η χλωριδική σύνθεση του λιβαδιού είναι η κατάλληλη ώστε να εξυπηρετείται τόσο ο κύριος σκοπός διαχείρισης του λιβαδιού όσο και η οικοσυστημική του συμβολή στις ευρύτερες ανάγκες του ανθρώπου. Η κανονική χρήση διατηρεί επίσης τις τοπιακές ιδιότητες των λιβαδιών, τα ενδιαιτήματα της άγριας πανίδας, τη συνέχεια στον χώρο και τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, καθώς και την ικανή εκείνη ποσότητα και ποιότητα του νερού ώστε να εξυπηρετούνται οι οικοσυστημικές λειτουργίες του λιβαδιού. Παράλληλα διασφαλίζεται η οικονομική επικέρδεια των ανθρώπων που εξαρτώνται άμεσα από τα λιβάδια, όπως και τα άυλα οφέλη προς αυτούς που σχετίζονται έμμεσα.

Οι αποκλίσεις από την κανονική χρήση, είτε ως υποχρησιμοποίηση των λιβαδικών πόρων είτε ως υπερχρησιμοποίηση, οδηγούν σε υποβάθμιση της λιβαδικής κατάστασης (μείωση της λιβαδικής υγείας). Ενδείξεις για τέτοιες αποκλίσεις παρέχονται, στην περίπτωση που η κύρια χρήση το λιβαδιού είναι η βόσκηση, από τη διαφοροποίηση στη συμπεριφορά των ζώων, αλλά και στην εμφάνιση των φυτών. Συγκεκριμένα, στην περίπτωση υπερχρησιμοποίησης μπορεί να παρατηρηθεί αύξηση του χρόνου βόσκησης σε ημερήσια βάση, καθώς τα ζώα αναζητούν πόρους για την ικανοποίηση των θρεπτικών αναγκών τους. Μάλιστα στα υπερβοσκημένα φρυγανολίβαδα της Σαμοθράκης ο συγγραφέας έχει παρατηρήσει βόσκηση των αιγών ελεύθερας βοσκής πολύ αργά τη νύχτα. Μία άλλη ένδειξη είναι η αύξηση του χρόνου παραμονής αλλά και της έντασης της

βόσκησης σε περιοχές απομακρυσμένες από σημεία αναφοράς, όπως στάνες, σημεία υδροληψίας κ.λπ. Από την άλλη τα φυτά φαίνονται να είναι υπερχρησιμοποιημένα, δηλ. παρατηρείται αύξηση του (%) χρησιμοποίησης και μείωση της ευρωστίας των επιθυμητών προς βόσκηση φυτών. Αντίστοιχες παρατηρήσεις μπορεί να γίνουν σε περιπτώσεις υποχρησιμοποίησης και συσσώρευσης της αδιάθετης ετήσιας λιβαδικής παραγωγής. Ως γενικά μέτρα επίτευξης της κανονικής χρήσης θεωρούνται ένα (%) χρησιμοποίησης 40-50% της ετήσιας παραγωγής για τα ποώδη, και 60-70% για τα θαμνώδη.

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον υπολογισμό του (%) χρησιμοποίησης (Νάστις & Τσιουβάρας, 2009). Οι μέθοδοι που στηρίζονται στον προσδιορισμό βάρους, περιλαμβάνουν την *οπτική εκτίμηση* είτε κατά επιφάνεια είτε κατά είδος φυτού (προϋποθέτει εμπειρία ή/και εκπαίδευση του εκτιμητή) και την *πραγματική* μέτρηση του βάρους που είναι η πιο κοινή. Σύμφωνα με αυτή επιλέγονται δύο επιφάνειες, αντιπροσωπευτικές της κατάστασης του λιβαδιού και περιφράσσεται η μία εξ' αυτών ώστε να αποφευχθεί η βόσκηση της. Τέτοιος συρμάτινος κλωβός αποκλεισμού της βόσκησης παρουσιάζεται στην Εικόνα 9.2. Στη συνέχεια και στο τέλος της περιόδου αναφοράς γίνεται δειγματοληπτική συλλογή της υπέργειας βιομάζας εντός των δύο επιφανειών και ο αναλογικός υπολογισμός του (%) χρησιμοποίησης σε σχέση με την αβόσκητη (περιφραγμένη) επιφάνεια. Η επιφάνεια που δεν περιφράσσεται θα πρέπει να είναι σε ικανή απόσταση (π.χ. 7-8 μ.), καθώς τα ζώα πιθανόν να διαφοροποιήσουν τη συμπεριφορά τους κοντά στους κλωβούς (edge effect), καθώς πολλές φορές «έλκονται» από το σύρμα για να ξυστούν (Εικόνα 9.3).



Εικόνα 9.2 Λήψη στοιχείων εντός κλωβού στα πλαίσια προγράμματος καταγραφής του (%) χρησιμοποίησης της βλάστησης σε δασολίβαδο της Πρέσπας.

Άλλες μέθοδοι προσδιορισμού του (%) χρησιμοποίησης περιλαμβάνουν τη μέτρηση ή εκτίμηση του ύψους των φυτών ή την αλλομετρική σχέση ύψους και βάρους (παρουσιάζει μειονεκτήματα καθώς προϋποθέτει γραμμική σχέση μεταβολής ύψους και βάρους), τις μεθόδους των βοσκημένων ή μη στελεχών και τη χρήση η μη νομογραφημάτων (προβληματική η εφαρμογή της στις σύμπυκνες συνθήκες της βλάστησης των λι-

βαδιών της χώρας μας) και τη φωτογραφική μέθοδο (πρόβλημα συστηματικής αποτύπωσης). Ειδικότερα για τη μέτρηση του (%) χρησιμοποίησης των θάμνων εφαρμόζεται είτε η μέθοδος της προσήμανσης των ετησίων κλαδιών και η μέτρηση μεταβολής του ύψους και της βιομάζας τους πριν και μετά τη βόσκηση), είτε η συνδυασμένη μέθοδος φυτοκάλυψης των θάμνων και των (%) χρησιμοποίησης των επιμέρους ειδών, είτε τέλος η κοπή τμήματος βλαστών κατ' απομίμηση της βόσκησης. Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου εξαρτάται από την εμπειρία του εκτιμητή, το κόστος εκτίμησης και τη ζητούμενη ακρίβεια.



Εικόνα 9.3 Κλωβός αποκλεισμού της βόσκησης σε δασολίβαδο της Βαρβάρας (βόρεια Χαλκιδική). Ο κλωβός τοποθετήθηκε για τη διερεύνηση των επιδράσεων των ημίαιμων χοίρων ελευθέρως βοσκής. Με κίτρινο χρώμα προσδιορίζεται η ζώνη διαταραχής (edge effect) από τη συγκέντρωση των χοίρων.

Ο προσδιορισμός της κανονικής χρήσης ποικίλει σε σημαντικό βαθμό καθώς όλα τα είδη δεν έχουν την ίδια επιλεξιμότητα από τα ζώα. Έτσι ενδέχεται να εξαχθούν λάθος συμπεράσματα αν επικεντρωθεί ο καθορισμός της κανονικής χρήσης σε συγκεκριμένα φυτά. Σύμφωνα με τους Νάστη & Τσιουβάρα (2009) υπάρχουν ορισμένοι εμπειρικοί κανόνες οι οποίοι έχουν αναπτυχθεί και επιτρέπουν την αποτίμηση της κανονικής χρήσης (Εικόνα 9.4).

Σε ένα υποβαθμισμένο λιβάδι (όπως είναι τα περισσότερα στην Ελλάδα), που χρησιμοποιείται ως βοσκότοπος, δεν είναι αρκετό να βόσκεται το 50% της παραγωγής στις θέσεις κλείδες (μεταξύ πηγών, ποτιστρών κ.λπ.) για να επιτυγχάνεται η κανονική χρήση. Πρέπει το 50% της χρήσης να αναφέρεται στα οικονομικά σημαντικά φυτά, δηλ. στα φυτά δείκτες στις θέσεις κλείδες.

Η επίτευξη κανονικής χρήσης που αποτελεί τον κύριο στόχο της διαχείρισης διευκολύνεται όταν δημιουργείται το κατάλληλο πλαίσιο επίτευξής της. Αυτό προϋποθέτει να αξιοποιείται η βοσκήσιμη ύλη του λιβαδιού με το (α) ενδεδειγμένο είδος ζώου ή την ενδεδειγμένη μείξη ειδών ζώων, (β) να γίνεται η βόσκηση σε περιόδους που η λιβαδική βλάστηση και το έδαφος να ζημιώνονται λιγότερο, (γ) να γίνεται η βόσκηση στον άριστο βαθμό από άποψη συνδυασμού διαθέσιμης ποσότητας και ποιότητας, (δ) να λαμβάνονται όλα τα

απαραίτητα μέτρα ώστε η βλάστηση να χρησιμοποιείται ομοιόμορφα σε όλη την έκταση του λιβαδιού για να μην υπάρχουν υποβαθμισμένες θέσεις και να μην περιορίζεται η παραγωγική επιφάνεια, και (ε) να εφαρμόζεται βοσκοφόρτωση ίση με τη βοσκοϊκανότητα του λιβαδιού (Νάσσης & Τσιουβάρας, 2009).

Κανονική χρήση σε ποολίβαδο με ετήσια αγρωστώδη

1. Το ¼ τουλάχιστον των επιθυμητών ειδών να φέρουν ανθοφόρους βλαστούς, δηλ. να είναι ελαφρά βοσκημένα.
2. Η επιφάνεια του εδάφους στα κενά μεταξύ των φυτών να είναι ελαφρά διαταραγμένη (όχι κονιορτοποιημένη).
3. Αντικείμενα ύψους 2,5-3,0 εκ. να φαίνονται μερικώς σκεπασμένα από τη βλάστηση ή τον ξηροτάπητα, όταν παρατηρούνται από απόσταση 7 μ.
4. Περίπου το 25% της ετήσιας παραγωγής να παραμένει κατά κηλίδες.
5. Η επιφάνεια του εδάφους να είναι καλυμμένη από τα υπολείμματα βλάστησης ώστε να μην φαίνεται γυμνό έδαφος σε απόσταση 7 μ. από τον παρατηρητή.



Κανονική χρήση σε ποολίβαδο με πολυετή αγρωστώδη

1. Το ¼ τουλάχιστον των επιθυμητών ειδών να φέρουν ανθοφόρους βλαστούς, δηλ. να είναι ελαφρά βοσκημένα.
2. Η επιφάνεια του εδάφους στα κενά μεταξύ των φυτών να είναι ελαφρά διαταραγμένη (όχι κονιορτοποιημένη).
3. Αντικείμενα ύψους περίπου 7 εκ. να φαίνονται μερικώς σκεπασμένα από τη βλάστηση ή τον ξηροτάπητα, όταν παρατηρούνται από απόσταση 7 μ.
4. Περίπου το 50% της ετήσιας παραγωγής να παραμένει (ή 200-300 kg/Ha).
5. Η επιφάνεια του εδάφους να είναι καλυμμένη από τα υπολείμματα βλάστησης.



Κανονική χρήση σε θαμνολίβαδο (για 65% θαμνώδη και 35% ποώδη η κανονική χρήση πρέπει να στηρίζεται στα ποώδη). Γενικά:

1. Να παραμένει αβόσκητο το 40% της τρέχουσας αύξησης των βλαστών των θάμνων (ευρωστία, αναπαραγωγή).
2. Να μένει αβόσκητο το 40-50% των ποωδών των ενδιάμεσων κενών. Τα ποώδη κάτω από τους θάμνους να παραμένουν αβόσκητα.
3. Το έδαφος να είναι ελαφρά διαταραγμένο (όχι συμπιεσμένο, όχι κονιορτοποιημένο).
4. Όχι μονοπάτια ανάμεσα στους θάμνους.
5. Μετά τη βόσκηση η βλάστηση μεταξύ των θάμνων να καλύπτει μερικώς μικρά αντικείμενα στην επιφάνεια του εδάφους.



Εικόνα 9.4 Εμπειρικοί κανόνες εκτίμησης της κανονικής χρήσης σε (α) ποολίβαδο με ετήσια αγρωστώδη, (β) ποολίβαδο με πολυετή αγρωστώδη και (γ) θαμνολίβαδο (Νάσσης & Τσιουβάρας (2009), φωτογραφίες: Μιχάλης Βραχνάκης).

9.3 Βασικές αρχές και έννοιες στη διαχείριση των βοσκοτόπων

Η διαχείριση των λιβαδιών θα πρέπει να ικανοποιεί εκτός από τις κοινωνικοοικονομικές απαιτήσεις για κοινωνική ευμάρεια και οικονομικό κέρδος, και τις βασικές οικολογικές αρχές. Συνολικά αυτό το πλαίσιο των απαιτήσεων εξειδικεύεται στις παρακάτω αρχές διαχείρισης των λιβαδιών (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης, 1992):

(α) *Αρχή της αειφορίας των καρπώσεων.* Είναι κοινή αρχή με ευρεία εφαρμογή σε όλα τα συστήματα των οποίων οι δομικές ύλες είναι πεπερασμένες. Τέτοια μπορεί να είναι φυσικά συστήματα (οικοσυστήματα), χρηματοοικονομικά, συστήματα διαχείρισης πεπερασμένων πρώτων υλών κ.λπ. Στα φυσικά οικοσυστήματα (δασικά, λιβαδικά, υδάτινα κ.ά.) η αρχή αυτή αναφέρεται στην επιλογή εκείνης της μεθόδου διαχείρισης η οποία θα διασφαλίζει την απόληψη (κάρπωση) του διαχειριζόμενου πόρου στο μέγιστο εκείνο βαθμό ο οποίος δεν θα εξαντλεί τον πόρο, αλλά αντιθέτως θα διασφαλίζει τη συνέχειά του στο διηνεκές. Η αρχή αυτή τείνει τα τελευταία χρόνια να αντικατασταθεί από την επικαιροποιημένη εκδοχή της ως *αρχή της αειφορίας των οικοσυστημάτων*. Σύμφωνα με αυτήν θα πρέπει οι διαχειριστικές δράσεις να έχουν αναφορά σε ανώτερο επίπεδο ώστε να διασφαλίζεται η αειφορία του οικοσυστήματος το οποίο παρέχει τον προς διαχείριση πόρο. Η αρχή αυτή έχει, εκτός από την οικολογική, διάσταση κοινωνική και οικονομική, καθώς η αειφορία (των καρπώσεων ή των οικοσυστημάτων) έχει κοινωνικοοικονομική και οικολογική αναφορά.

(β) *Αρχή της φυσικής αναγέννησης.* Σύμφωνα με την αρχή αυτή η αειφορία πρέπει να εξασφαλίζεται με την ελεύθερη έκφραση του αναπαραγωγικού δυναμικού ενός φυσικού συστήματος. Τα φυσικά οικοσυστήματα θα πρέπει να ανανεώνονται με την έκφραση των δυνάμεων αναπαραγωγής που τα ίδια κατέχουν. Οι διαχειριστικές δράσεις που θα προβλέπονται θα πρέπει να έχουν υποβοηθητικό χαρακτήρα αυτής της έκφρασης και όχι παρεμβατικό. Η αρχή αυτή έχει οικονομική διάσταση (διασφάλιση αρχής οικονομικότητας⁶⁸).

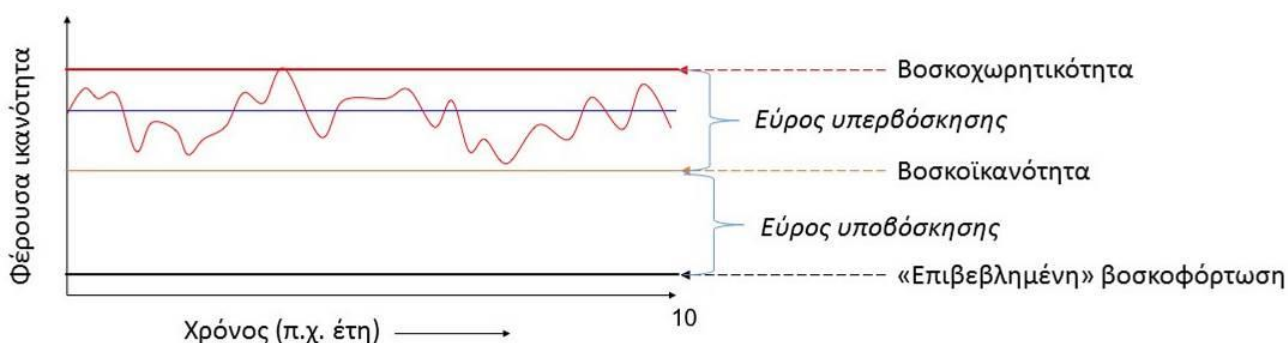
⁶⁸ Σε γενικές γραμμές η αρχή αυτή αναφέρεται στην επίτευξη του μέγιστου δυνατού κέρδους με το ελάχιστο δυνατό κόστος.

(γ) *Αρχή των πολλαπλών σκοπών.* Η αρχή αυτή συνδυάζεται με την αρχή της αειφορίας των οικοσυστημάτων, καθώς με τη διηνέκεια των δομικών και λειτουργικών στοιχείων των οικοσυστημάτων μπορεί να γενικευτεί η αρχή της οικονομικότητας και σε άλλα αντικείμενα διαχείρισης. Επιπλέον η αρχή αυτή συνδέεται με την ολοκληρωμένη διαχείριση, καθώς η αξιοποίηση ενός φυσικού πόρου μπορεί να συνδεθεί άμεσα με τη συμπληρωματική αξιοποίηση ενός άλλου. Η αρχή έχει άμεση κοινωνική και οικονομική διάσταση.

(δ) *Αρχή της προστασίας.* Τα φυσικά οικοσυστήματα έχουν γίνει αντικείμενα υπερεκμετάλλευσης και υπεράντλησης των φυσικών εκείνων πόρων που έχουν οικονομικό ενδιαφέρον. Έτσι η σύγχρονη αντίληψη διαχείρισης θα πρέπει να ενσωματώνει την ανάγκη προστασίας τους ως αναπόσπαστο στοιχείο. Δεν νοείται διαχείριση χωρίς προστασία, δηλ. οι διαχειριστικές δράσεις που θα προβλέπονται θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους την κατάσταση διατήρησης των βιοτικών και αβιοτικών στοιχείων των οικοσυστημάτων και να ρυθμίζουν τη διαχείριση με τέτοιον τρόπο ώστε να μην επιβαρύνουν αυτήν την κατάσταση αλλά να την ενισχύουν. Η αρχή αυτή έχει κοινωνικοοικονομική διάσταση.

Τα φυσικά οικοσυστήματα, όπως τα λιβαδικά, ταλαντώνονται μέσα στην περίοδο ενός έτους μεταξύ ενός ανώτερου και ενός κατώτερου εύρους φέρουσας ικανότητας, όσον αφορά την παραγωγικότητά τους. Για παράδειγμα, η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης ενός βοσκότοπου αναμένεται να είναι υψηλή κατά τα μέσα ή προς το τέλος της αυξητικής περιόδου και μικρότερη εκτός της περιόδου. Αντίστοιχες τέτοιες ταλαντώσεις μπορεί να συμβούν σε περιόδους μεγαλύτερες του ενός έτους, π.χ. στην περίοδο της ισχύος ενός διαχειριστικού σχεδίου λιβαδιών (συνήθως 10 έτη). Αυτές οι ταλαντώσεις επιτείνονται αναλόγως της χρήσης των λιβαδιών και της πίεσης βοσκής. Ως *πίεση βοσκής* λαμβάνεται η σχέση μεταξύ της ζήτησης για βοσκήσιμη ύλη και του συνδυασμού της υπάρχουσας βοσκήσιμης ύλης, συνυπολογίζοντας τον ρυθμό της ημερήσιας αναπλήρωσης της παραγωγής από τα φυτά (Νάσσης & Τσιουβάρας, 2009).

Αν θεωρήσουμε ότι ένα λιβάδι θα χρησιμοποιηθεί ως βοσκότοπος, δηλ. τμήμα της πρωτογενούς παραγωγής του λιβαδιού θα χρησιμοποιηθεί ως βοσκήσιμη ύλη, τότε υπάρχουν τρεις διακριτές τιμές της φέρουσας ικανότητας παραγωγής βοσκήσιμης ύλης του λιβαδιού (Εικόνα 9.5):



Εικόνα 9.5 Σχηματική παράσταση των βασικών εννοιών βοσκοχωρητικότητας, βοσκοϊκανότητας και βοσκόφορτωσης σε σχέση με τη φέρουσα ικανότητα ενός λιβαδιού που χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο ως βοσκότοπος.

Α) Βοσκοχωρητικότητα: Είναι το μέγιστο όριο χρήσης (βοσκόφορτωσης) ενός βοσκότοπου, πάνω στο οποίο το φυσικό αυτό σύστημα θα καταρρεύσει. Πιο συγκεκριμένα εκφράζει τον μέγιστο αριθμός ζώων που μπορεί να επιζήσει τη μεγαλύτερη περίοδο stress κάθε χρόνο σε ένα λιβάδι, χωρίς το λιβάδι να υποβαθμιστεί (Νάσσης & Τσιουβάρας, 2009).

Β) Βοσκοϊκανότητα: Είναι μία τιμή χρήσης (βοσκόφορτωσης) ενός βοσκότοπου, η οποία διασφαλίζει την αειφορία της βοσκήσιμης ύλης (και κατ' επέκταση της ασκούμενης εκτατικής κτηνοτροφίας). Εκφράζει τον μέγιστο αριθμό ζώων που μπορούν να βόσκουν σε μία ορισμένη λιβαδική έκταση, επί ένα ορισμένο χρονικό διάστημα και να παράγουν το μέγιστο δυνατό, χωρίς επιζήμιες επιδράσεις στην παραγωγή βοσκήσιμης ύλης και στην παραγωγικότητα του εδάφους (Νάσσης & Τσιουβάρας, 2009).

Γ) «Επιβεβλημένη» βοσκόφορτωση: Είναι η ελάχιστη τιμή χρήσης (βοσκόφορτωσης) ενός λιβαδιού, πάνω από την οποία διασφαλίζεται η λειτουργία του οικοσυστήματος (π.χ. απρόσκοπτοι βιογεωχημικοί κύκλοι των θρεπτικών). Κάτω από την τιμή αυτή η συσσώρευση αδιάθετης βιομάζας θα δυσχεράνει σημαντικά τη λειτουργία του οικοσυστήματος, ενώ θα αυξήσει την τρωτότητά του στις εξωτερικές διαταραχές (π.χ. πυρκαγιές).

Οι τιμές της φέρουσας ικανότητας μεταξύ βοσκοϊκανότητας και βοσκοχωρητικότητας προσδιορίζουν το εύρος αναμενόμενης εμφάνισης υπερβόσκησης, ενώ μεταξύ της βοσκοϊκανότητας και της «επιβεβλη-

μένης» βοσκοφόρτωσης προσδιορίζουν το εύρος υποβόσκησης. Τα δύο αυτά εύρη μπορεί να μην είναι ίσα, καθώς π.χ. η υπερβόσκηση μπορεί να έχει μικρό εύρος λόγω της κατάστασης του εδάφους (π.χ. αβαθές και επικλινές έδαφος, ευαίσθητο σε διάβρωση).

Από τα παραπάνω γίνεται φανερή η κεντρική θέση της βοσκοϊκανότητας στη διαχειριστική σκέψη. Ο καθορισμός της αποτελεί σημαντικό εργαλείο διότι διασφαλίζει τόσο την πρωτογενή (βοσκήσιμη ύλη) όσο και τη δευτερογενή παραγωγικότητα (ζωικά προϊόντα), ενώ αποτελεί το μέσο με το οποίο μπορεί ο διαχειριστής να ρυθμίσει την κατά χώρο και χρόνο οργάνωση της εκτατικής κτηνοτροφίας. Ο προσδιορισμός της βοσκοϊκανότητας γίνεται συνήθως εφάπαξ για την περίοδο ισχύος ενός διαχειριστικού σχεδίου. Εξυπακούεται ότι όταν απαιτηθεί αναπροσαρμόζεται ανάλογα.

Η βοσκοϊκανότητα, πολλές φορές και ανάλογα με τις συνθήκες ενός λιβαδιού, μπορεί να επιδέχεται εκπτώσεις ή επιβαρύνσεις. Για παράδειγμα, αν κριθεί ότι στην υπολογιζόμενη βοσκοϊκανότητα πρέπει να ληφθεί υπόψη η αξία της βιοποικιλότητας ή ενδημισμού ενός βοσκοτόπου τότε μπορεί να υποεκτιμηθεί, ή αν κριθεί ότι οι υπάρχουσες υποδομές εξυπηρετούν άριστα τις συνθήκες βόσκησης τότε μπορεί και να υπερεκτιμηθεί.

Μονάδα των χαρακτηριστικών τιμών της φέρουσας ικανότητας των βοσκοτόπων και της βοσκοφόρτωσης είναι η Μηνιαία Ζωική Μονάδα (MZM). Ως MZM αναφέρεται μία ώριμη αγελάδα βάρους 1000 pounds (=1000/2,2 = 454,5 kg) με ή χωρίς μοσχάρι ηλικίας έως 6 μηνών (ή άλλου ισοδύναμου), η οποία καταναλώνει βοσκήσιμη ύλη ξηρού βάρους ίσου με το 3% του ζώντος βάρους της σε διάρκεια 1 μήνα (= 13,64 x 30 = 409,05 kg). Ο ορισμός της MZM προϋποθέτει τη χρήση τη βοσκήσιμης ύλης από ώριμη αγελάδα. Για τη μετατροπή σε άλλες ζωικές μονάδες (ισοδύναμε ζωικές μονάδες) χρησιμοποιούνται πίνακες (όπως ο Πίνακας 9.2).

Είδη και κατηγορία ζώων	IZM
Βοοειδή	
Ωριμες αγελάδες με ή χωρίς μοσχάρι	1,00
Μοσχίδες (νεαρές αγελάδες)	0,80
Μη θηλάζοντα νεαρά μοσχάρια	0,60
Μοσχάρια 1 έτους	0,75
Ταύροι > 2 ετών	1,30
Αιγοπρόβατα	
Πρόβατα ή γίδια με ή χωρίς αρνάκι ή κατσικάκι	0,20
Μη θηλάζοντα αρνάκια ή κατσικάκια ηλικίας μέχρι 1 έτους	0,12
Κριάρια ή τράγοι	0,25
Ζώα φόρτου	
Ηλικίας 1 έτους	0,75
Ηλικίας 2 ετών	1,00
Ηλικίας 3 ετών και μεγαλύτερα	1,30

Πίνακας 9.2 Είδη και κατηγορίες ζώων και ισοδύναμες ζωικές μονάδες (IZM).

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι υπολογισμού της βοσκοϊκανότητας (Νάσσης & Τσιουβάρας, 2009). Κάποιες από αυτές παρουσιάζονται στις εικόνες 9.6-9.9.

A. Μέθοδος αναγνώρισης



Δεδομένα

A)

Είδη φυτών	Σύνθεση (%)	Συντελεστής Βοσκησιμότητας* (%)
<i>Dactylis glomerata</i>	20	40
<i>Trifolium subterraneum</i>	60	45
<i>Koeleria cristata</i>	20	15

*40-45% για πολυετή πλατύφυλλα και αγρωστώδη, 60-70% για θάμνους

B) Μέση φυτοκάλυψη: 30%

Γ) Έκταση: 500 Ha

Δ) Απαιτούμενη επιφάνεια BY (0,1 -1,2 Ha): 0,15 Ha

Ζητούμενο: BI (MZM)

Λύση

Βήμα 1°

Υπολογισμός του Συντελεστή BY

Βήμα 2°

Υπολογισμός του Συντελεστή επιφάνειας BY

Βήμα 3°

Υπολογισμός της επιφάνειας BY

Βήμα 4°

Υπολογισμός BI

Εικόνα 9.6 Περιγραφή των βημάτων για τον προσδιορισμό της βοσκοϊκανότητας (BI) βάση της μεθόδου αναγνώρισης (BY: βοσκήσιμη ύλη).

B. Μέθοδοι που βασίζονται στο βάρος της παραγόμενης BY



✓ Θέσεις-κλείδες (θ-κ) (περιφράξεις)

✓ Δειγματοληψία στις θ-κ με πραγματική μέτρηση της παραγόμενης BY (κοπή είτε 1 φορά αν η βόσκηση γίνεται προς το τέλος της αυξητικής περιόδου, είτε πολλές κατά τη διάρκεια της αυξητικής περιόδου)

✓ $BI = [(BY/Ha) * Έκταση (Ha)] / \text{Μηνιαίες απαιτήσεις MZM}$

Εικόνα 9.7 Περιγραφή των βημάτων για τον προσδιορισμό της βοσκοϊκανότητας (BI) βάση της μεθόδου πραγματικής μέτρησης βάρους βοσκήσιμης ύλης (BY).

Γ. Βάση του βαθμού ΒΦ



- ✓ Σε συγκεκριμένη έκταση εισάγεται συγκεκριμένος αριθμός ζώων για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα π.χ. 1 μήνα (ΒΦ)
- ✓ Στο τέλος του χρόνου βόσκησης υπολογίζεται το % χρησιμοποίησης της βλάστησης
- ✓ Έστω π.χ. % χρησιμοποίησης: 10%. Αν θεωρήσουμε ότι το % χρησιμοποίησης των σημαντικών (από λιβαδοπονική άποψη) ειδών είναι 40%, τότε η BI = 4 x ΒΦ

Εικόνα 9.8 Περιγραφή των βημάτων για τον προσδιορισμό της βοσκοϊκανότητας (BI) βάση του βαθμού βοσκοφόρτωσης (ΒΦ).

Προσδιορισμός BI στην πράξη



Δεδομένα

A)

Είδη φυτών	Σύνθεση (%)	Συντελεστής Βοσκησιμότητας* (%)
<i>Festuca ovina</i>	20	40
<i>Dactylis glomerata</i>	60	45
<i>Phleum pratensis</i>	20	15
Ανεπιθύμητα	0	0

* 40-45% για πολυετή πλατύφυλλα και αγρωστώδη, 60-70% για θάμνους

B) Έκταση: 500 Ha

Γ) Συνολική παραγωγή λιβαδιού: 2000 kg/Ha

Δ) Ζων βάρος αγελάδας: 450 kg

Ε) Ημερήσιες απαιτήσεις: 3%

Ζητούμενο: BI (MZM)

Λύση

Βήμα 1°

Υπολογισμός του Συντελεστή BY

Βήμα 2°

Υπολογισμός της παραγωγής BY / Ha

Βήμα 3°

Υπολογισμός της συνολικής BY (kg)

Βήμα 4°

Υπολογισμός BI

Εικόνα 9.9 Περιγραφή των βημάτων για τον προσδιορισμό της βοσκοϊκανότητας (BI) στην πράξη (BY: βοσκήσιμη ύλη).

Κατά τη σύνταξη των προσωρινών σχεδίων διαχείρισης βοσκοτόπων ΚΥΑ (ΦΕΚ/Β/ 3557/30-12-2014) ή όταν δεν μπορούν να εφαρμοστούν οι παραπάνω μέθοδοι (λόγω π.χ. χρονικών περιορισμών) προτείνεται να χρησιμοποιείται ο Πίνακας 9.3 (αντιστοιχεί στον Πίνακα 3 του ΦΕΚ/Β/ 3557/30-12-2014).

Τύπος λιβαδιού	Υψομετρική ζώνη ¹	Λιβαδική Παραγωγή (χλγ.ξηρής ουσίας/στρέμ.)	Βοσκήσιμη ύλη (χλγ.ξηρής ουσίας/στρ.)	Βοσκοικανότητα (ΜΖΜ/στρέμ.)		Μέσος όρος για κάθε λιβαδικό τύπο	
				Εύρος ²	Μέσος Όρος ³	(στρ./ΜΖΜ)	(στρ./μζμ)
Ποολίβαδα	Πεδινή	50-150	25-75	0,08-0,25	0,16	3,0	0,45
	Ημιορεινή	151-250	75-125	0,25-0,42	0,33		
	Ορεινή	251-350	125-175	0,42-0,58	0,50		
Φρυγανολίβαδα	Πεδινή	30-80	15-40	0,05-0,13	0,09	5,9	0,88
	Ημιορεινή	81-130	40-65	0,13-0,22	0,17		
	Ορεινή	131-180	65-90	0,22-0,30	0,26		
Θαμνολίβαδα	Πεδινή	60-120	39-78	0,13-0,26	0,19	3,1	0,47
	Ημιορεινή	121-180	78-117	0,26-0,39	0,32		
	Ορεινή	181-240	117-156	0,39-0,52	0,45		
Δασολίβαδα	Πεδινή	40-100	20-50	0,07-0,17	0,12	4,5	0,67
	Ημιορεινή	101-160	50-80	0,17-0,27	0,22		
	Ορεινή	161-220	80-110	0,27-0,37	0,32		

¹ Πεδινή: 0-600 μ., Ημιορεινή: 601-800 μ., Ορεινή: >800 μ.

² Η χαμηλότερη τιμή αντιστοιχεί σε κακή ποιότητα τόπου (βάθος εδάφους <15 εκ., εγκάρσια κλίση >30%) και η μεγαλύτερη σε καλή ποιότητα τόπου (βάθος εδάφους >30 εκ., εγκάρσια κλίση <15%).

Για ενδιάμεση ποιότητα τόπου και εγκάρσια κλίση, λαμβάνεται μια ενδιάμεση τιμή βοσκοικανότητας.

³ Ο μέσος όρος της βοσκοικανότητας (ΜΖΜ/στρέμ.) για κάθε τύπο λιβαδιού συμπίπτει με την τιμή της αντίστοιχης ημιορεινής ζώνης.

Πίνακας 9.3 Μέση παραγωγή, βοσκήσιμη ύλη και βοσκοικανότητα των τεσσάρων λιβαδικών τύπων σε τρεις υψομετρικές ζώνες για όλη την Ελλάδα (αντιστοιχεί στον Πίνακα 3 του ΦΕΚ/Β/ 3557/30-12-2014).

Από τον παραπάνω πίνακα (9.3) απουσιάζουν οι ενδεικτικές τιμές για την περίπτωση των υγρών λιβαδιών. Σχετικές πληροφορίες βρίσκονται στον Καζόγλου (2007).

9.4 Προδιαγραφές των σχεδίων διαχείρισης βοσκοτόπων

Τα σχέδια (μελέτες) διαχείρισης των βοσκοτόπων αποτελούν το πρώτο μέτρο της ορθολογικής αξιοποίησης και προστασίας τους. Δυστυχώς μέχρι τώρα δεν έχουν εγκριθεί από την ελληνική νομοθεσία συγκεκριμένες προδιαγραφές οριστικών σχεδίων, ώστε να καλύπτεται νομικά το οποιοδήποτε εγχείρημα. Οι μελέτες που έχουν ήδη εκπονηθεί κυρίως από τη Δασική Υπηρεσία ενώ στηρίζονται στις αρχές που προτάσσει η επιστήμη της Λιβαδοπονίας δεν είχαν συστηματική δομή και συγκεκριμένες προδιαγραφές, και η ρύθμιση της βόσκησης καθορίζονταν με το άρθρο 103 του Ν.Δ. 86/1969. Πρόσφατα, με το άρθρο 60 του Ν. 4264/2014, αλλά και τη σχετική ΚΥΑ (ΦΕΚ/Β/3557/30-12-2014) έγινε το πρώτο βήμα καθώς προσδιορίστηκαν οι προδιαγραφές των προσωρινών διαχειριστικών σχεδίων βόσκησης. Έτσι θεσμοθετήθηκε το πρώτο μέτρο ορθολογικής αξιοποίησής τους, ενώ αναμένονται και οι προδιαγραφές των οριστικών σχεδίων βόσκησης. Στην ουσία πρόκειται για μια αναγνωριστική μελέτη των βοσκοτόπων με έμφαση στην καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης, ενώ η κατά χώρο και χρόνο οργάνωση της κτηνοτροφίας με την κατάθεση μέτρων βελτίωσης των βοσκοτόπων θα περιλαμβάνεται στα οριστικά σχέδια βόσκησης (αναμένονται εντός της προσεχούς τριετίας). Το σχέδιο συντάσσεται για τις ιδιωτικές εκτάσεις με μέριμνα των ιδιοκτητών τους, ενώ για τις δημόσιες με μέριμνα των οικείων κτηνοτροφικών οργανώσεων και σε περίπτωση αδυναμίας τους, από την αρμόδια Περιφερειακή Ενότητα.

Σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές ένα προσωρινό σχέδιο διαχείρισης περιλαμβάνει τα παρακάτω κεφάλαια.

1. Εισαγωγή. Αναλύεται ο σκοπός του σχεδίου διαχείρισης. Αναφέρονται αν υπάρχουν άλλες μελέτες που έχουν εκπονηθεί στους βοσκότοπους της περιοχής και τι είδους έργα έχουν εκπονηθεί. Περιγράφεται επίσης το

διαχειριστικό πλαίσιο ευρύτερων δασικών συμπλεγμάτων και διευθέτησης ορεινών υδάτων καθώς και σχετικές πράξεις της διοίκησης.

2. *Χρήσεις γης / Οριοθέτηση βοσκότοπων.* Περιγράφονται οι χρήσεις της ευρύτερης γης και το ιδιοκτησιακό καθεστώς των υπό μελέτη βοσκοτόπων. Σχολιάζεται η ταύτιση της έκτασης των βοσκοτόπων με αυτή που παραχωρεί ο δήμος στους δημότες κτηνοτρόφους του. Επίσης οριοθετούνται τα διοικητικά όρια του Δήμου και οι κατηγορίες βλάστησης που εμπίπτουν στην κατηγορία των βοσκοτόπων με το σύστημα *Cordination of Information on the Environment*⁶⁹ (γνωστό ως CORINE). Χρησιμοποιώντας το χαρτογραφικό υπόβαθρο του Ελληνικού Οργανισμού Πληρωμών των Κοινοτικών Ενισχύσεων (ΟΠΕΚΕΠΕ) μεταφέρονται στον χάρτη οι επιλέξιμες βοσκήσιμες εκτάσεις. Τέλος, περιγράφονται οι φυσικές περιοχές που βρίσκονται σε καθεστώς προστασίας όπως και οι αναδασωτέες εκτάσεις.

3. *Κοινωνικά δεδομένα.* Περιγράφεται το κοινωνικό προφίλ του Δήμου, καταγράφονται οι κτηνοτρόφοι (δημότες και ετεροδημότες) που χρησιμοποιούν τους δημοτικούς βοσκοτόπους και στοιχειοθετείται η σημασία της κτηνοτροφίας για την περιοχή.

4. *Φυσικές συνθήκες.* Περιγράφονται τα οικολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής (ορεογραφική διαμόρφωση, γεωλογικό υπόβαθρο, κλίμα).

5. *Ταξινόμηση των βοσκοτόπων.* Οι κατηγορίες βλάστησης κατά CORINE ταξινομούνται στους τέσσερις τύπους λιβαδιών (βοσκοτόπων) με βάση τη φυσιογνωμία και τη γενική όψη της βλάστησης, ως ποολίβαδα, φρυγανολίβαδα, θαμνολίβαδα και δασολίβαδα. Η ταξινόμηση υποβοηθάται με τη χρήση χαρτών βλάστησης, αεροφωτογραφιών ή δορυφορικών εικόνων και επιτόπιων παρατηρήσεων στην περιοχή μελέτης. Σε περίπτωση που κάποια από τις παραπάνω κατηγορίες βλάστησης του CORINE δεν εμπίπτει στους τέσσερις τύπους λιβαδιών, διότι έχει απογυμνωθεί ή δασωθεί, τότε χρησιμοποιούνται οι κατηγορίες, *βράχοι* και *δάση* αντίστοιχα, οι οποίες χαρτογραφούνται (δεν υπολογίζονται στους βοσκοτόπους).

6. *Παρούσα βοσκοϊκανότητα.* Πρόκειται για την βοσκοϊκανότητα του βοσκότοπου, όπως καταγράφεται στο χρόνο εκπόνησης της μελέτης. Εκτιμάται για κάθε τύπο λιβαδιού στις τρεις κύριες υψομετρικές ζώνες της χώρας με βάση την προσεγγιστική μέθοδο (χρήση βιβλιογραφίας). Για το σκοπό αυτό έχει κατασκευαστεί ειδικός πίνακας που παρέχεται στο Παράρτημα της ΚΥΑ.

7. *Ζωικό Κεφάλαιο – Συνθήκες βόσκησης.* Συμπληρώνεται ειδικός πίνακας όπου αναγράφεται ο αριθμός των ζώων που αξιοποιούν τους δημοτικούς βοσκοτόπους, δηλ. βοοειδή ελεύθερης βοσκής, ποιμνικά γιδοπρόβατα που μετακινούνται ή μη εκτός Δήμου, ζώα φόρτου και χοίροι που βόσκουν ελεύθερα (όχι όμως στα δάση). Γίνονται διορθώσεις σε σχέση με τα στοιχεία που έχουν οι αρμόδιες κρατικές υπηρεσίες. Συμπληρώνεται ειδικό ερωτηματολόγιο το οποίο παρέχει πληροφορίες σχετικά με τις συνθήκες βόσκησης (σύστημα εκτροφής των ζώων, τοποθεσίες και χρόνος βόσκησης).

8. *Βοσκοφόρτωση.* Προσδιορίζεται ο πραγματικός αριθμός ζώων που χρησιμοποιεί το βοσκότοπο για μια δεδομένη χρονική περίοδο.

9. *Υφιστάμενες υποδομές – Θέσεις ύδρευσης.* Οι υφιστάμενες υποδομές (δρόμοι προσπέλασης, καταλύματα για τους κτηνοτρόφους, κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις κ.λπ.) περιγράφονται, εμφανίζονται σε χάρτη και αξιολογούνται ως προς την κατάστασή τους. Επιπλέον, περιγράφονται οι υδρολογικές συνθήκες της περιοχής και δίνεται έμφαση στην επάρκεια τους για την κάλυψη των αναγκών των ζώων.

10. *Αξιολόγηση λιβαδικής κατάστασης.* Για το χαρακτηρισμό της λιβαδικής κατάστασης του βοσκότοπου χρησιμοποιούνται ορισμένα μακροσκοπικά κριτήρια της βλάστησης και του εδάφους, που παρέχονται από ειδικό πίνακα, ενώ προβλέπεται και φωτογραφική τεκμηρίωση.

11. *Διαπιστώσεις – Συμπεράσματα – Προτάσεις.* Διαπιστώνονται αποκλίσεις από το ισοζύγιο της παρούσας βοσκοϊκανότητας και βοσκοφόρτωσης. Σχολιάζεται η παρούσα χρήση των βοσκοτόπων σε συνδυασμό με την επάρκεια των υποδομών, όπως και η επάρκεια των βοσκοτόπων για την κάλυψη των αναγκών των κτηνοτρόφων. Τέλος, προτείνονται λύσεις για τα προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπίσει το οριστικό σχέδιο διαχείρισης της βόσκησης.

9.5 Απογραφή και χαρτογράφηση βοσκοτόπων

Οι μελέτες διαχείρισης βοσκοτόπων θα διευκολυνθούν σημαντικά στο μέλλον όταν ολοκληρωθεί η απογραφή και η χαρτογράφηση των βοσκοτόπων της χώρας μας. Το Πρόγραμμα Απογραφής των Βοσκοτόπων της Ελλάδας ξεκίνησε το 1986 με την πρωτοποριακή εργασία ομάδας λιβαδοπόνων του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών.

⁶⁹(231) Λειμώνες, (321) Φυσικοί Βοσκότοποι, (322) Θάμνοι & Χερσότοποι, (323) Σκληροφυλλική Βλάστηση, (324) Μεταβατικές Θαμνώδεις & Δασώσεις Εκτάσεις, (332) Απογυμνωμένοι Βράχοι και (333) Εκτάσεις με Αραιή Βλάστηση.

νών Θεσσαλονίκης που χρηματοδοτήθηκε από το Υπουργείο Γεωργίας (Παπαναστάσης κ.ά., 1986). Μέχρι το 1989 είχαν απογραφεί οι βοσκότοποι των τότε νομών Δράμας, Ξάνθης και Ροδόπης και είχαν εκδοθεί τα σχετικά δελτία απογραφής, ενώ είχαν συλλεχθεί και άλλα στοιχεία απογραφής για άλλους νομούς της βόρειας Ελλάδας. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει έντονη η ανάγκη συνέχισης του Προγράμματος αυτού, καθώς θεωρείται απαραίτητη προϋπόθεση για την ανάπτυξη των λιβαδοκτηνοτροφικών πόρων της χώρας μας. Παρακάτω αναφέρονται τα βασικά κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν κατά την πρώτη περίοδο απογραφής (1986-1989).

Σκοπός της απογραφής ήταν η συγκέντρωση εκείνων των πληροφοριών και στοιχείων για τους βοσκότοπους, οι οποίες θα μπορούσαν να είναι απαραίτητες στη Δασική Υπηρεσία για την εφαρμογή μιας ορθής πολιτικής στη βελτίωση και διαχείριση των πολύτιμων αυτών, για την εθνική οικονομία, εκτάσεων. Στις πληροφορίες που πρέπει να περιέχονται σε κάθε απογραφή συγκαταλέγονται:

- η ακριβής έκταση,
- η γεωγραφική κατανομή των βοσκοτόπων μέσα σε κάθε νομό (υψόμετρο, ορεινό συγκρότημα, υδρολογική λεκάνη, επαρχία),
- ο τύπος, σειρά και υποτύπος της λιβαδικής βλάστησης,
- η λιβαδική κατάσταση, και
- το παραγωγικό δυναμικό.

Βάση για την επιλογή των εκτάσεων απογραφής αποτέλεσαν οι ορθοφωτοχάρτες που συνέταξαν τα συνεργεία απογραφής της Δασικής Υπηρεσίας (Μαστρογιαννάκης & Φειζίδης, 1983). Συγκεκριμένα επιλέχθηκαν από τους χάρτες αυτούς οι παρακάτω κατηγορίες εκτάσεων:

1. *Βοσκότοποι* (Β), δηλ. οι εκτάσεις που καλύπτονται με ποώδη βλάστηση και στις οποίες η κάλυψη των θάμνων ή δένδρων δεν ξεπερνά το 10% της επιφάνειας του εδάφους.
2. *Θαμινότοποι* (Θ), δηλ. οι θαμνώνες αειφύλλων πλατύφυλλων θάμνων με ύψος όχι μεγαλύτερο από 5 m.
3. *Θαμινότοποι* (Θφ), δηλ. θαμνώνες φυλλοβόλων θάμνων με ύψος όχι μεγαλύτερο από 5 m.
4. *Δασικοί τόποι* με συγκόμωση 1 (10 – 40%) και κλάση όγκου 1 (0 – 100 m³/Ha).
5. *Εγκαταλειμμένες γεωργικές καλλιέργειες* (Εγ), δηλ. οι γεωργικές εκμεταλλεύσεις που έχουν εγκαταλειφθεί πάνω από 5 χρόνια και εμπεριέχονται στις παραπάνω κατηγορίες βλάστησης.

Κατά την απογραφή προτείνονται να λαμβάνονται υπόψη η παρούσα κατάσταση, όπως αυτή διαμορφώθηκε μετά τη σύνταξη των ορθοφωτοχαρτών, οπότε και έγιναν οι απαραίτητες διορθώσεις. Για παράδειγμα, αν το ύψος των θαμνοτόπων (Θφ) με μεγάλη συγκόμωση είναι > 5 m, τότε δεν περιλαμβάνεται στην απογραφή. Επιπλέον, στην απογραφή δεν περιλαμβάνονται τα δάση, δηλ. τόποι με συγκόμωση > 40% και κλάση όγκου > 100 m³/Ha (Μαστρογιαννάκης & Φειζίδης, 1983), παρότι πολλά από αυτά βόσκονται. Επίσης, δεν περιλαμβάνονται οι άγονες εκτάσεις και οι γεωργικές καλλιέργειες (συμπεριλαμβανομένων και των λευκοκαλλιεργείων).

Βασική μονάδα ταξινόμησης προτείνεται το *λιβάδι*, δηλαδή οι εκτάσεις που καλύπτονται από ποώδη, ημιθαμνώδη και θαμνώδη βλάστηση, και που μπορούν να βόσκονται απ' ευθείας από τα ζώα κάτω από συνθήκες ορθολογικής διαχείρισης. Κάθε λιβάδι ταξινομείται σε τύπους, σειρές και υποτύπους.

Ο *τύπος* αποτελεί το ευρύτερο ταξινομικό επίπεδο - χαρακτηρίζεται από τη γενική όψη και φυσιογνωμία της κυριαρχούσας βλάστησης. Τέτοιοι τύποι αναφέρονται πέντε στην Ελλάδα:

1. *Εγκαταλειμμένοι αγροί* (Α) - κατηγορία Εγ των ορθοφωτοχαρτών.
2. *Ποολίβαδα* (Π) - κατηγορία Β των ορθοφωτοχαρτών.
3. *Θαμνολίβαδα αειφύλλων ειδών* (Θ) - κατηγορία Θ των ορθοφωτοχαρτών.
4. *Θαμνολίβαδα φυλλοβόλων ειδών* (Θφ) - κατηγορία Θφ των ορθοφωτοχαρτών.
5. *Μερικώς δασοσκεπείς εκτάσεις* (Δ) - κατηγορία δασικών τόπων με συγκόμωση 1 (10 - 40%) και κλάση όγκου 1 (0 – 100 m³/Ha).

Η *σειρά* χαρακτηρίζεται από το κυρίαρχο είδος του λιβαδιού (συνήθως του ανωρόφου), ενώ ο *υποτύπος*, που αποτελεί το μικρότερο ταξινομικό επίπεδο, διακρίνεται με βάση τα τρία πρώτα κυρίαρχα είδη (Biswell & Λιάκος, 1982). Σε περίπτωση που υπάρχουν όροφοι, όπως στα φρυγανολίβαδα, τα θαμνολίβαδα και τις μερικώς δασοσκεπείς εκτάσεις, τότε προτείνεται να λαμβάνεται υπόψη το κυρίαρχο είδος κάθε ορόφου. Για το χαρακτηρισμό του υποτύπου προηγείται το είδος του ανωρόφου, εφόσον υπάρχει. Ομάδες υποτύπων με κοινό το πρώτο είδος συγκροτούν σειρές λιβαδιών.

Σε κάθε λιβάδι (δηλ. τη βασική μονάδα απογραφής) μετρίεται η έκταση, αναγνωρίζεται η βλάστηση, εκτιμάται η παραγωγικότητα και προσδιορίζεται η γεωγραφική του θέση. Ως ελάχιστη επιφάνεια απογραφής στην οποία μπορεί να εφαρμοστεί μία συγκεκριμένη διαχείριση προτείνονται τα 10 Ha. Για την εκτίμηση της παραγωγικότητας λαμβάνονται υπόψη:

1) Βιοκλίμα και ειδικότερα:

A. Βιοκλιματικός χαρακτήρας. Με βάση τα ομβροθερμικά διαγράμματα και τους ξηροθερμικούς δείκτες της Ελλάδας (Μαυρομμάτης, 1980), κάθε λιβάδι κατατάσσεται στις παρακάτω κατηγορίες χαρακτήρων βιοκλίματος (όπου X αριθμός βιολογικά ξηρών ημερών⁷⁰):

Κατηγορία	Βιοκλιματικός χαρακτήρας
1	Ξηροθερμομεσογειακός ($150 < \chi < 200$)
2	Έντονος θερμομεσογειακός ($125 < \chi < 150$)
3	Ασθενής θερμομεσογειακός ($100 < \chi < 125$)
4	Έντονος μεσομεσογειακός ($75 < \chi < 100$)
5	Ασθενής μεσομεσογειακός ($40 < \chi < 75$)
6	Υπομεσογειακός ($0 < \chi < 40$)
7	Υπο - αξηρικός X=0
8	Εύκρατος αξηρικός X=0

B. Βιοκλιματικός όροφος. Με βάση το κλιματικό διάγραμμα του Embarger, όπως αυτό προσδιορίστηκε για την Ελλάδα από τον Μαυρομμάτη (1980), κάθε λιβάδι κατατάσσεται στις παρακάτω κατηγορίες βιοκλιματικών ορόφων (όπου m ο μέσος όρος των ελάχιστων θερμοκρασιών του ψυχρότερου μήνα):

Κατηγορία	Βιοκλιματικός όροφος
1	Υγρός με χειμώνα δριμύ ($m < 0^{\circ}\text{C}$)
2	Υγρός με χειμώνα ψυχρό ($0^{\circ}\text{C} < m < 3^{\circ}\text{C}$)
3	Υγρός με χειμώνα ήπιο ($3^{\circ}\text{C} < m < 7^{\circ}\text{C}$)
4	Υγρός με χειμώνα θερμό ($m > 7^{\circ}\text{C}$)
5	Ύφυγρος με χειμώνα δριμύ ($m < 0^{\circ}\text{C}$)
6	Ύφυγρος με χειμώνα ψυχρό ($0^{\circ}\text{C} < m < 3^{\circ}\text{C}$)
7	Ύφυγρος με χειμώνα ήπιο ($3^{\circ}\text{C} < m < 7^{\circ}\text{C}$)
8	Ύφυγρος με χειμώνα θερμό ($m > 7^{\circ}\text{C}$)
9	Ημίξηρος με χειμώνα ψυχρό ($0^{\circ}\text{C} < m < 3^{\circ}\text{C}$)
10	Ημίξηρος με χειμώνα ήπιο ($3^{\circ}\text{C} < m < 7^{\circ}\text{C}$)
11	Ημίξηρος με χειμώνα θερμό ($m > 7^{\circ}\text{C}$)

2) Εδαφικός τύπος. Με βάση τον γενικό εδαφολογικό χάρτη της Ελλάδας (Νάκος, 1977), κάθε λιβάδι κατατάσσεται στις παρακάτω κατηγορίες εδαφικών τύπων:

Κατηγορία	Εδαφικός τύπος
1	Εδάφη από αποσάθρωση σκληρών ασβεστόλιθων
2	Εδάφη από αποσάθρωση μεταμορφωμένων πετρωμάτων ⁷¹
3	Εδάφη από αποσάθρωση ασβεστούχων ή πυριτικών τριτογενών αποθέσεων
4	Εδάφη από αποσάθρωση φλύσχη
5	Εδάφη από αποσάθρωση βασικών πυριγενών πετρωμάτων
6	Εδάφη από αποσάθρωση όξινων πυριγενών πετρωμάτων
7	Αλλουβιακά εδάφη

3) Ποιότητα τόπου. Η παραγωγικότητα ή το δυναμικό παραγωγής βοσκήσιμης ύλης κάθε λιβαδιού κατατάσσεται σε τρεις κατηγορίες ή ποιότητες τόπου. Η κατάταξη γίνεται με βασικό κριτήριο το βάθος και την κλίση του εδάφους. Οι τρεις ποιότητες τόπου είναι οι παρακάτω:

⁷⁰Σύμφωνα με τον Gaussen ως βιολογικά ξηρές ημέρες θεωρούνται εκείνες στις οποίες δεν σημειώνονται ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και η τιμή της μέσης ημερήσιας σχετικής υγρασίας είναι $< 40\%$.

⁷¹Μεταμορφωμένα είναι τα πετρώματα που οποία προκύπτουν από άλλα προϋπάρχοντα (πυριγενή, ιζηματογενή) μετά από ιστολογικές, ορυκτολογικές και χημικές μεταβολές τις οποίες υφίστανται χωρίς όμως να περάσουν από το στάδιο της τήξης, π.χ. φυλλίτης, μαρμαρυγιακός σχιστόλιθος, γνεύσιος, χαλαζίτης, πρασινοσχιστόλιθος, αμφιβολίτης, σερμπεντινίτης, μάρμαρο.

Ποιότητα τόπου	Βάθος εδάφους	Κλίση (συνήθης)
I Πρώτη	>30 εκ.	0 - 15%
II Δεύτερη	15 - 30 εκ.	15 - 30%
III Τρίτη	<15 εκ.	>30%

4) Λιβαδική κατάσταση. Η κατάσταση ή η υγεία κάθε λιβαδιού υπολογίζεται εμπειρικά (Παπαναστάσης κ.ά., 1986). Όμως σε ένα σύγχρονο σύστημα απογραφής προτείνεται να υπολογίζεται βάση των τεχνικών που αναπτύχθηκαν στη ΔΕ 7 του παρόντος συγγράμματος.

Τέλος, για τη γεωγραφική θέση προσδιορίζονται:

Υψομετρική ζώνη. Ανάλογα με το υψόμετρο στο οποίο βρίσκονται, τα λιβάδια κατατάσσονται σε τέσσερις υψομετρικές ζώνες:

Κλάση	Υψόμετρο
1 (Χαμηλή)	0 – 600 m
2 (Ημιορεινή)	600 – 800 m
3 (Ορεινή)	800 – 1200 m
4 (Ψευδαλπική)	>1200 m

- 1) Ορεινό συγκρότημα. Κάθε λιβάδι κατατάσσεται στο αντίστοιχο ορεινό συγκρότημα του νομού στο οποίο ανήκε.
- 2) Υδρολογική λεκάνη. Κάθε λιβάδι κατατάσσεται στην αντίστοιχη υδρολογική λεκάνη στην οποία ανήκε, όπως αυτή προσδιορίστηκε από τη Διεύθυνση Αναδασώσεων και Ορεινής Υδρονομίας (1983).
- 3) Επαρχία. Κάθε λιβάδι κατατάσσεται στην αντίστοιχη επαρχία του νομού στην οποία ανήκε.
- 4) Νομός. Κάθε λιβάδι κατατάσσεται στον νομό στον οποίο ανήκε.

Αναμφίβολα, μία σύγχρονη προσπάθεια απογραφής των βοσκοτόπων της χώρας μας θα πρέπει να επανεξετάσει τα κριτήρια ή να προσθέσει άλλα πέρα από αυτά που χρησιμοποιήθηκαν κατά την πρώτη απογραφική περίοδο (1986-1989). Η ανάπτυξη των μέσων Τηλεπισκόπησης καθώς και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, σε συνδυασμό με τη γενικευμένη ανάπτυξη της Πληροφορικής, διευκολύνει σημαντικά μία σύγχρονη προσπάθεια συστηματικής απογραφής των βοσκοτόπων. Αρκετές δημόσιες υπηρεσίες έχουν πια στην κατοχή τους ψηφιοποιημένες πληροφορίες (π.χ. θεματικούς χάρτες, ψηφιοποιημένα μοντέλα εδάφους, αεροφωτογραφίες, δορυφορικές φωτογραφίες) και τα απαραίτητα μέσα για να υλοποιήσουν την απογραφή. Απαραίτητη βέβαια προϋπόθεση είναι η ολοκλήρωση του Εθνικού Κτηματολογίου. Η ολοκλήρωση του Εθνικού Κτηματολογίου και της απογραφής λιβαδιών όπως και η εκπόνηση οριστικών μελετών διαχείρισης των λιβαδιών θα αποτρέψει αμφίβολες πρακτικές αλλαγών χρήσεων γης. Τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η εφαρμογή του Κανονισμού 2080/92 (περί δάσωσης γεωργικών γαιών) με σημαντική κριτική ως προς το σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκε ο Κανονισμός ([Δείτε σχετικό video από την περιοχή των Πρεσπών](#)).

Παράλληλα κείμενα

Φωτιάδης Γ. και Μ. Βραχνάκης. 2012. Σχέδιο Δράσης Αγρολιβαδικών Οικοσυστημάτων. Τελική Έκθεση. Project LIFE09NAT/GR/000323 “Demonstration of the Biodiversity Action Planning approach, to benefit local biodiversity on an Aegean island, Skyros». Δήμος Σκύρου.

Βραχνάκης Μ. 2014. Ρύθμιση Βόσκησης σε Επιλεγμένες Θέσεις στα Δασολίβαδα του Τύπου Οικότοπου Προτεραιότητας *9562 Ελληνικά Δάση Αρκεύθου (*Juniperetum excelsae*) ως Μέτρου Αποκατάστασης και Διατήρησης. Αναφορά στα πλαίσια του Έργου LIFE12 NAT/GR/000539 Restoration and Conservation of the Priority Habitat Type *9562. σ. 63.

Σχετικοί δικτυακοί τόποι

- Δικτυακός τόπος του Society for Range management:
<http://www.rangelands.org/>

- Κείμενα της Idaho OnePlan που απευθύνονται στους κτηνοτρόφους του Idaho: <http://oneplan.org/Range/index.asp>
- Ιστοσελίδα για τη διαχείριση των λιβαδιών από το Κέντρο Ερευνών ICARDA: <http://www.icarda.org/rangeland-management/teaser>
- Ιστοσελίδα για την αποκατάσταση των λιβαδιών μέσω της ρύθμισης της βόσκησης από το Κέντρο Ερευνών ICARDA: <http://www.ifad.org/rainfedag/rangeland/index.htm>
- Ιστοσελίδα του Πανεπιστημίου του Idaho σχετική με τη διαχείριση των λιβαδιών <http://www.webpages.uidaho.edu/what-is-range/>

Βιβλιογραφία

- Biswell H.H. & Λ.Γ. Λιάκος. 1982. Λιβαδοπονική. ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, σελ. 513.
- Shepherd, G. (2004). *The Ecosystem Approach: Five steps to implementation*. Gland: IUCN.
- Shepherd, G. (2008). *The Ecosystem Approach: Learning from Experience*. Gland: IUCN
- Vareltzidou, S. (author), Strixner (author), L., Kouimtzis, T., Panagiotopoulou, M., Ioannidou, K., Katrana, E., Papadranga, L., Eleftheriadou, E., Mamarikas, C., Kleftoyanni, V., Tsiaousi, V., Kazoglou, Y., Bobori D. & Vrahnakis, M.S. (members of core technical team) (2009). *Recommended strategic plan for maintaining favourable conservation status of Natura 2000 areas in the Axios Delta (2009-2013)*. Kaloheri: Axios Loudias Aliakmonas Estuaries Management Authority.
- Κλεφτογιάννη, Β. (2011). *Συμμετοχική και προσαρμοζόμενη διαχείριση: εφαρμογή στην προστατευόμενη περιοχή Δέλτα Αξιού-Λουδία-Αλιάκμονα* (Διδακτορική Διατριβή, Α.Π.Θ., 2011). Ανακτήθηκε από <http://hdl.handle.net/10442/hedi/33244>.
- Μαστρογιαννάκης, Η. & Φεϊζίδης, Κ. (1983). *Περί ορθοφωτογραφιών-ορθοφωτοχαρτών*. Αθήνα: Δ/ση Δασικών Ερευνών, Εφαρμογών και Εκπαιδευσεως.
- Μαυρομμάτης, Γ. (1980). Το βιοκλίμα της Ελλάδος. Σχέσεις κλίματος και φυσικής βλαστήσεως. Βιοκλιματικοί χάρτες. *Δασική Έρευνα*, Ι (Παράρτημα).
- Νάκος, Γ. (1977). *Γενικός εδαφολογικός χάρτης της Ελλάδος*. Αθήνα: Ι.Δ.Ε.Α.
- Νάσσης, Α. & Κ. Τσιουβάρας. (2009). *Διαχείριση και βελτίωση λιβαδιών*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.
- Παπαναστάσης, Β.Π., Πλατής, Π., Χαλυβόπουλος, Γ. & Τεπελή-Μάλαμα, Α. (1986). *Πρόγραμμα απογραφής βοσκοτόπων Βόρειας Ελλάδας. Δελτίο Νο 1. Βοσκόμενες δασικές εκτάσεις νομού Δράμας*. Υπουργείο Θεσσαλονίκη: Ίδρυμα Δασικών Ερευνών.

Κριτήρια αξιολόγησης

Α. Δραστηριότητες διδακτικής ενότητας

1. Ένα ποολίβαδο εκτάσεως 750 στρ. έχει παραγωγή 220 kg/στρεμ. Ποια είναι η βοσκοϊκανότητά του προκειμένου να βοσκηθεί από αγελάδες και ποια προκειμένου να βοσκηθεί από πρόβατα;
2. Η σύνθεση και οι συντελεστές βοσκησιμότητας των φυτών ενός λιβαδιού έχουν αντίστοιχα ως: *Trifolium purpureum* (0,30 – 0,20), *Anthyllis vulneraria* (0,40 – 0,30) και *Poa bulbosa* (0,30 – 0,40). Αν η συνολική παραγωγή είναι 1000 kg/ha και η έκταση του λιβαδιού 3000 στρ. να βρεθεί ο αριθμός των προβάτων που μπορεί να βοσκήσουν για 5 μήνες (βάρος ζώντος ζώου 450 kg, ημερήσιες απαιτήσεις τροφής το 3% του ζώντος βάρους τους).
3. Η κάλυψη και οι συντελεστές βοσκησιμότητας των φυτών ενός λιβαδιού έχουν αντίστοιχα ως: *Festuca arundinacea* (0,15 – 0,30), *Chrysopogon gryllus* (0,20 – 0,20), *Medicago hispida* (0,30 – 0,40), ανεπιθύμητα (0,25 - 0), πέτρες-βράχοι (0,10 - 0). Η συνολική παραγωγή είναι 1500 kg/ha. Στο λιβάδι βόσκουν 250

πρόβατα, 50 γίδια, 40 βοοειδή. Η έκταση του λιβαδιού είναι 250 ha. Πόσο χρονικό διάστημα μπορούν να βοσκήσουν τα ζώα στο λιβάδι? (βάρους ζώντος ζώου 450 kg, ημερήσιες απαιτήσεις τροφής το 3% του ζώντος βάρους τους).

4. Η κάλυψη και οι συντελεστές βοσκησιμότητας των φυτών ενός λιβαδιού έχουν αντίστοιχα ως: *Bromus sterilis* (0,10 – 0,10), *Alopecurus pratense* (0,15 – 0,30), *Trifolium subterraneum* (0,40 – 0,45), ανεπιθύμητα (0,15 - 0), πέτρες-βράχοι (0,15 - 0), ξηρά ουσία (0,05 – 0). Η συνολική παραγωγή είναι 1800 kg/ha. Η έκταση του λιβαδιού είναι 350 ha. Πόσα ζώα μπορούν να βοσκήσουν στο λιβάδι για 5 μήνες? (βάρους ζώντος ζώου 450 kg, ημερήσιες απαιτήσεις τροφής το 3% του ζώντος βάρους τους).
5. Η κάλυψη και οι συντελεστές βοσκησιμότητας των φυτών ενός λιβαδιού έχουν αντίστοιχα ως: *Lolium perenne* (0,20 – 0,40), *Koeleria cristata* (0,20 – 0,25), *Aegilops ovata* (0,25 – 0,10), *Trifolium hirtum* (0,15 – 0,25), ανεπιθύμητα (0,15 - 0), πέτρες-βράχοι (0,05 - 0). Η έκταση του λιβαδιού είναι 450 ha. Στο λιβάδι βόσκουν 350 πρόβατα, 70 γίδια, 50 βοοειδή. Να βρεθεί η συνολική παραγωγή του λιβαδιού (βάρους ζώντος ζώου 450 kg, ημερήσιες απαιτήσεις τροφής το 3% του ζώντος βάρους τους).
6. Κτηνοτρόφος διαθέτει 10 αγελάδες ζ.β. 400 kg. Πόση έκταση σε στρέμματα πρέπει να έχει στη διάθεση του από λιβάδι παραγωγής 280 kg/στρ. που βόσκειται από τον Απρίλιο έως το Σεπτέμβριο και τα ποσοστά συμμετοχής των επιθυμητών φυτικών ειδών στη σύνθεση του είναι: *Festuca arundinacea* 10%, *Lolium perenne* 10%, *Trifolium repens* 5%, *Medicago sativa* 15%, εάν είναι γνωστό ότι οι συντελεστές βοσκησιμότητας όλων των παραπάνω ειδών είναι 45%;
7. Σε ποολίβαδο εκτάσεως 850 στρ. βόσκουν 300 πρόβατα για διάστημα 5 μηνών. Ποια είναι η φόρτιση του λιβαδιού;
8. Κτηνοτρόφος διαθέτει 25 πρόβατα και ένα λιβάδι 120 στρ. αποδόσεως 300 kg/στρ. Θα υπερβοσκηθεί ή όχι το λιβάδι αν τα πρόβατα βόσκουν σε αυτόν ολόκληρο το χρόνο;

B. Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης

Σωστό ή λάθος	Επιλέξτε
Η Οικοσυστημική Προσέγγιση αναγνωρίζει ότι ένα οποιοδήποτε οικοσύστημα επηρεάζεται σημαντικά από τα περιβάλλοντα συστήματα.	Σωστό Λάθος
Η Οικοσυστημική Προσέγγιση ενθαρρύνει τη διερεύνηση των αλληλεπιδράσεων.	Σωστό Λάθος
Το ζητούμενο στη διαχείριση των λιβαδιών της χώρας μας είναι η ρύθμιση της οικονομικής τους απόδοσης.	Σωστό Λάθος
Η Οικοσυστημική προσέγγιση εφαρμόζεται συνήθως σε μικρές κλίμακες	Σωστό Λάθος
Με την εφαρμογή της κανονικής χρήσης διασφαλίζεται η συνέχεια της λιβαδικής παραγωγής στο χώρο και στο χρόνο.	Σωστό Λάθος
Μία ένδειξη υπερβόσκησης είναι η αύξηση του χρόνου παραμονής αλλά και της έντασης της βόσκησης σε περιοχές πολύ κοντά σε σημεία υδροληψίας.	Σωστό Λάθος
Προϋπόθεση της κανονικής χρήσης είναι να αξιοποιείται η βοσκήσιμη ύλη του λιβαδιού με το ενδεδειγμένο είδος ζώου.	Σωστό Λάθος
Η αρχή των καρπώσεων έχει κοινωνικοοικονομική και οικολογική αναφορά.	Σωστό Λάθος
Η έκδοση των προδιαγραφών των προσωρινών σχεδίων βόσκησης αποτελούν το απώτερο μέτρο ορθολογικής αξιοποίησης των βοσκοτόπων.	Σωστό Λάθος

Οι κατηγορίες βλάστησης του CORINE χρησιμοποιήθηκαν κατά την πρώτη απογραφή των βοσκοτόπων της χώρας μας.	Σωστό Λάθος
---	----------------

Συμπληρώστε	Επιλέξτε
Η κανονική χρήση διατηρεί	την υπάρχουσα βο- σκοφόρτωση τα ενδιατήματα της άγριας πανίδας
Σύμφωνα με την αρχή της φυσικής αναγέννησης η αειφορία πρέπει να εξασφα- λίζεται με την ελεύθερη έκφραση ενός φυσικού συστήματος.	του αναπαραγωγι- κού δυναμικού της διαδοχής
Ο προσδιορισμός της χρήσης ποικίλει σε σημαντικό βαθμό καθώς όλα τα είδη δεν έχουν την ίδια επιλεξιμότητα από τα ζώα.	κανονικής ισοδύναμης
Η σύγχρονη αντίληψη διαχείρισης θα πρέπει να ενσωματώνει την ανάγκη των λιβαδικών οικοσυστημάτων.	βελτίωσης της παραγωγικότητας προστασίας
Οι τιμές της φέρουσας ικανότητας μεταξύ βοσκοϊκανότητας και βοσκοχωρητι- κότητας προσδιορίζουν το εύρος αναμενόμενης εμφάνισης	υπερβόσκησης υποβόσκησης
Βοσκοϊκανότητα είναι μία τιμή χρήσης (βοσκοφόρτωσης) ενός βοσκότοπου, η οποία διασφαλίζει την της βοσκήσιμης ύλης.	επικέρδεια αειφορία
Στα προσωρινά σχέδια βοσκοτόπων, οι κατηγορίες βλάστησης κατά CORINE ταξινομούνται στους τέσσερις τύπους λιβαδιών (βοσκοτόπων) με βάση της βλάστησης.	τη φυσιογνωμία και τη γενική όψη την πρωτογενή παραγωγικότητα
Το προσωρινό σχέδιο βοσκοτόπων συντάσσεται για τις ιδιωτικές εκτάσεις με μέριμνα των τους.	ιδιοκτητών ενοικιαστών
Επιβεβλημένη βοσκοφόρτωση είναι η ελάχιστη τιμή χρήσης ενός λιβαδιού, πά- νω από την οποία διασφαλίζεται η του οικοσυστήματος.	λειτουργία αειφορία
Μονάδα έκφραση της βοσκοφόρτωσης μπορεί να είναι και η	MZM ετήσια λιβαδική παραγωγή

Ευρετήριο Επιστημονικών Όρων

- αγρωστοειδή – graminoids (184)
- αγρωστώδη – grasses (46, 55)
- αλλαγή χρήσεων γης – land use change (25, 131)
- άλλες πλατύφυλλες πόες – herbs (48, 69)
- αλληλοπαρέμβαση – interference (110)
- αλόγιστη βόσκηση – irrational grazing (14, 20)
- αναρριχόμενα – lianas (184)
- ανάταξη – reclamation (151)
- ανταγωνισμός – competition (107, 110)
- αντίσταση – resistance (104, 105, 128)
- αποξυλωμένοι ημίθαμνοι – scrubs (184)
- αυτοαραίωση – self-thinning (106)
- βιομάζα – biomass (191, 192)
- βιοτικές μορφές – life forms (184)
- βοσκοϊκανότητα – grazing capacity (214, 216, 219)
- βοσκότοπος – pasture (14)
- βοσκοφόρτωση – stocking rate (29, 134, 142, 214, 220)
- βοσκοχωρητικότητα – carrying capacity (215)
- δένδρα – trees (49, 71)
- διαδοχή – succession (15, 126, 145)
- διαταραχή – disturbance (127)
- διατήρηση – conservation (140, 161)
- διειδικός – interspecific (109, 116)
- διευκόλυνση – facilitation (110)
- εγκατάλειψη – abandonment (127, 130, 132)
- εισβάλλοντα φυτά – invasive plants (144, 164)
- Εκμεταλλεύσεις Υψηλής Φυσικής Αξίας – High Nature Value Farming (19, 22)
- εκτιμητής – estimate (186, 195)
- ελαστικότητα ή σταθερότητα – resilience (129)
- ενδοειδικός – intraspecific (111)
- επαναδιάταξη – reallocation (150)
- επαναφορά, αποκατάσταση – restoration (126, 148)
- επανόρθωση – rehabilitation (150)
- ερημοποίηση – desertification (146)
- ημίθαμνοι – semi-shrubs (184)
- θάμνοι – shrubs (49, 71, 88)
- θαμνόμορφα δένδρα – shrub-like trees (185)
- Ισοδύναμη Ζωική Μονάδα, IZM – Animal Unit Equivalent, AUE (216)
- κάλυψη – cover (187)
- κανόνες σύνθεσης – assembly rules (126, 129)
- κανονική χρήση – proper use (211)
- Κατώφλιο Διατήρησης ενός Τόπου – Site Conservation Threshold (161)
- κλάση – class (82)
- κλιματική αλλαγή – climate change (140)
- κυρίαρχο είδος – dominant species (221)
- λειβάδι ή λειμώνας – meadow (14)
- λιβάδι – rangeland ή και grassland (14)
- λιβαδική κατάσταση – range condition (160, 161)
- λιβαδική υγεία – rangeland health (160, 161, 162)

- λόγος αντικατάστασης – substitution rate (118)
- Μηνιαία Ζωική Μονάδα, MZM – Animal Unite per Month, AUM (216)
- μονάδα βλάστησης – vegetation unit (79)
- ξυλώδη φυτά – woody plants (43, 48)
- οικοσυστημική προσέγγιση – ecosystem approach (208, 209)
- πειραματική μονάδα – plot (186)
- Περιοχή Οικολογικής Αναφοράς – Ecological Reference Area (161)
- πίεση βοσκής – grazing pressure (215)
- πλεονασμός – redundancy (143)
- ποιοτική εκτίμηση – qualitative assessment (160)
- πόρος – resource (109)
- ποώδη φυτά –herbaceous plants (46, 47, 55)
- προσαρμοζόμενη διαχείριση – adaptive management (210)
- πυκνότητα –density (106, 189)
- σύνθεση – composition (189)
- συχνότητα – frequency (191)
- τάξη – order (82)
- τύπος οικοτόπου προτεραιότητας – priority habitat type (81, 82)
- υπερβόσκηση – overgrazing (209, 216)
- υποβάθμιση – degradation (130, 137, 211)
- υποβόσκηση – undergrazing (94, 132, 216)
- φρύγανα – phrygana (92)
- φυτοκοινότητα – plant community (195, 201)
- φυτοκοινωνιολογική ένωση – association (82)
- χαρακτηριστικό είδος – characteristic species (82)
- χλωριδική ποικιλότητα – floristic diversity (193)
- ψυχανθή – legumes (47, 63)

Ευρετήριο Φυτικών Γενών (/Ειδών)

- Achillea (69)
- Aegilops (55)
- Anthyllis (63, 92)
- Arrhenatherum (56)
- Astragalus (63, 80, 89)
- Avena (56, 93 128, 181)
- Briza (56)
- Bromus (57)
- Capsella (20, 70)
- Chrysopogon (44, 57)
- Coronilla (50, 64)
- Cynodon (44, 58)
- Cynosurus (58)
- Cytisus (64)
- Dactylis (58, 68, 89, 90, 95, 191)
- Dichanthium (44, 59)
- Erodium (20, 70)
- Festuca (59, 82)
- Genista (64, 91, 93)
- Gleditsia (71)
- Hieracium (70, 84, 89)
- Hordeum (59, 85, 191)
- Lagurus (60)
- Lathyrus (48, 65, 85, 95)
- Lolium (20, 61, 68)
- Lotus (48, 65, 83, 85)
- Medicago (20, 48, 50, 65, 66, 72, 191)
- Morus (72)
- Ornithopus (20, 67, 83)
- Phalaris (61)
- Phleum (61, 68)
- Poa (20, 62, 79, 85, 90, 94, 98, 191)
- Potentilla (70)
- Robinia (49, 50, 73, 145)
- Sanguisorba (71, 86)
- Setaria (62)
- Stipa (19, 62, 79, 83, 89, 94)
- Taraxacum (71, 191)
- Teucrium (71, 79, 89, 90, 92, 191)
- Thymus (71, 79, 84, 89, 181)
- Trifolium (48, 67, 68, 83, 85, 86, 92, 114, 181, 191)
- Vicia (47, 48, 67, 94, 95)
- Vulpia (63, 83)