

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ / ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΣΕ  
ΠΛΗΘΥΣΜΟΥΣ ΠΟΥΛΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ



Συμβουλευτική Επιτροπή:

Σφουγγάρης Α., Επίκουρος Καθηγητής (Επιβλέπων)

Δαναλάτος Ν., Καθηγητής (Μέλος)

Νάκας Χ., Επίκουρος Καθηγητής (Μέλος)

Όνομα Φοιτητή:

Γεωργιάδης Νικόλαος

ΒΟΛΟΣ

Ιούλιος 2011



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 10552/1  
Ημερ. Εισ.: 05-06-2012  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ  
2011  
ΓΕΩ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ / ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΣΕ  
ΠΛΗΘΥΣΜΟΥΣ ΠΟΥΛΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Συμβουλευτική Επιτροπή:

Σφουγγάρης Α., Επίκουρος Καθηγητής (Επιβλέπων)

Δαναλάτος Ν., Καθηγητής (Μέλος)

Νάκας Χ., Επίκουρος Καθηγητής (Μέλος)

Όνομα Φοιτητή:

Γεωργιάδης Νικόλαος

ΒΟΛΟΣ

Ιούλιος 2011

# ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

---

Ευχαριστώ θερμά τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Σφουγγάρη Αθανάσιο, επιβλέποντα της εργασίας αυτής, για την υπομονή και τη συνεχή καθοδήγηση του, τα μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής, Καθηγητή κ. Δαναλάτο Ν. και Επίκουρο Καθηγητή κ. Νάκα Χ. όπως και τους ανθρώπους που με στήριξαν με τον τρόπο τους όλο αυτό το διάστημα.

Ευχαριστώ επίσης το σύνολο του ανθρώπινου δυναμικού του Τμήματος ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και όλους όσους βοήθησαν στην συνολική πορεία των σπουδών μου.

Θέλω επίσης να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους οικείους μου για την υποστήριξη που μου παρείχαν τα χρόνια των σπουδών μου.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	i
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	ii
ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	iv
ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	v
ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	vi
ΛΙΣΤΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ.....	viii
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	9
1. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	7
1.1 Βιοποικιλότητα και Ενδιαίτημα .....	7
1.2 Βιοποικιλότητα και Ορνιθοπανίδα .....	9
1.3 Βιολογία – Οικολογία των καταγραφέντων ειδών πτηνών.....	12
1.3.1 Anthus pratensis – Λιβαδοκελάδα.....	12
1.3.2 Carduelis carduelis - Καρδερίνα.....	16
1.3.3 Emberiza cirrus – Σιρλοτσιχλόνο.....	21
1.3.4 Erithacus rubecula – Κοκκινόλαιμης.....	24
1.3.5 Fringilla coelebs – Σπίνος.....	27
1.3.6 Galerida cristata – Κατσουλιέρης .....	30
1.3.7 Miliaria calandra – Τσιφτάς .....	34
1.3.8 Parus caeruleus – Γαλαζοπαπαδίτσα .....	37
1.3.9 Parus major – Καλόγερος .....	40
1.3.10 Phylloscopus collybita – Δενδροφύλλοσκοπος.....	44
1.3.11 Troglodytes troglodytes – Τρυποφράχτης.....	48
1.3.12 Turdus philomelos – Τσίχλα.....	51
1.4 Νευρωνικά Δίκτυα .....	55
1.4.1 Ιστορική Αναδρομή .....	55
1.4.2 Μοντέλα ενός Νευρώνα .....	56
1.4.3 Αρχιτεκτονικές Δικτύων .....	60
1.4.4 Διαδικασία Εκπαίδευσης Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων .....	64
1.5 Μεθοδολογίες ανάλυσης .....	67
1.5.1 Δεδομένα οικολογικών παρατηρήσεων .....	67

1.5.2	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση .....	68
1.5.3	Κριτικές στα μοντέλα με MLP .....	70
1.5.4	Overtraining (υπερεκπαίδευση).....	70
<b>2.</b>	<b>ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ.....</b>	<b>75</b>
2.1	Περτούλι – λεκάνη απορροής Πορταϊκού ποταμού.....	75
2.2	Λεκάνη απορροής (πρώην λίμνης) Κάρλας.....	78
2.3	Δέλτα Σπερχειού ποταμού .....	85
<b>3.</b>	<b>ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....</b>	<b>93</b>
3.1	Μορφή των δεδομένων .....	93
3.2	Χρονικές διαφοροποιήσεις.....	94
3.3	Τελικό Μοντέλο Νευρωνικού Δικτύου .....	94
<b>4.</b>	<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....</b>	<b>95</b>
4.1	Δομή και μορφή των τελικών δεδομένων.....	95
4.1.1	Χρονική και χωρική κατανομή.....	95
4.2	Αποτελέσματα προσομοίωσης.....	104
4.2.1	Πίνακες σύγκρισης.....	104
4.2.2	Μοντέλα πρόβλεψης.....	113
<b>5.</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>115</b>
	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>118</b>
A.	Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία .....	118
B.	Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία .....	122
C.	Βιβλιογραφία – Εικονοογραφία στο διαδίκτυο.....	123

## ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

---

Σχήμα 1 - Μη γραμμικό μοντέλο ενός νευρώνα.....	57
Σχήμα 2 - Σιγμοειδής καμπύλη .....	59
Σχήμα 3 - Εμπρόσθια τροφοδοτούμενο ή ακυκλικό δίκτυο με ένα μονοεπίπεδο από νευρώνες.....	61
Σχήμα 4 - Αρχιτεκτονικός γράφος ενός πολυεπίπεδου perceptron με δύο κρυφά επίπεδα.....	62
Σχήμα 5 - Αναδρομικό δίκτυο χωρίς ρόγχους αυτοανάδρασης και κρυφούς νευρώνες.....	63
Σχήμα 6 - Αναδρομικό δίκτυο με κρυφούς νευρώνες τύπου Elman.....	64
Σχήμα 7 - Η διαδικασίες εκπαίδευσης των νευρωνικών δικτύων.....	66

## ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

---

Πίνακας 1 – Συστηματική Ταξινόμηση <i>Anthus pratensis</i> .....	12
Πίνακας 2 - Συστηματική Ταξινόμηση <i>Carduelis carduelis</i> .....	16
Πίνακας 3 - Συστηματική Ταξινόμηση <i>Emberiza cirrus</i> .....	21
Πίνακας 4 - Συστηματική Ταξινόμηση <i>Ericathus rubecula</i> .....	24
Πίνακας 5 - Συστηματική Ταξινόμηση <i>Fringilla coelebs</i> .....	27
Πίνακας 6 - Συστηματική Ταξινόμηση <i>Galerida cristata</i> .....	30
Πίνακας 7 - Συστηματική Ταξινόμηση <i>Miliaria calandra</i> .....	34
Πίνακας 8 - Συστηματική Ταξινόμηση <i>Parus caeruleus</i> .....	37
Πίνακας 9 - Συστηματική Ταξινόμηση <i>Parus major</i> .....	40
Πίνακας 10 - Συστηματική Ταξινόμηση <i>Phylloscopus collybita</i> .....	44
Πίνακας 11 - Συστηματική Ταξινόμηση <i>Troglodytes troglodytes</i> .....	48
Πίνακας 12 - Συστηματική Ταξινόμηση <i>Turdus philomelos</i> .....	51
Πίνακας 13 - Κατανομή παρατηρήσεων Κάρλας με βάση το έτος και το μήνα.....	95
Πίνακας 14 - Αντιστοίχιση Ομαδοποίησης Ενδιατημάτων Κάρλας.....	96
Πίνακας 15 – Κατανομή παρατηρήσεων Περτουλίου με βάση το έτος και το μήνα .....	98
Πίνακας 16 - Αντιστοίχιση Ομαδοποίησης Ενδιατημάτων Περτουλίου .....	99
Πίνακας 17 - Κατανομή παρατηρήσεων Σπερχειού με βάση το έτος και το μήνα	101
Πίνακας 18 - Αντιστοίχιση Ομαδοποίησης Ενδιατημάτων Σπερχειού/Μαλιακού .....	102
Πίνακας 19 - Αποτελέσματα προσομοίωσης των μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν για την πρόβλεψη εμφάνισης των πτηνών.....	104
Πίνακας 20 - Συγκεντρωτικά ποσοστά πρόβλεψης των 36 μοντέλων .....	113



## ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

---

Εικόνα 1 - Φωτογραφία <i>Anthus pratensis</i> .....	12
Εικόνα 2 - Φωτογραφία <i>Anthus pratensis</i> .....	12
Εικόνα 3 - Φωτογραφία αυγών <i>Anthus pratensis</i> .....	15
Εικόνα 4 - Φωτογραφία <i>Carduelis carduelis</i> .....	16
Εικόνα 5 - Φωτογραφία <i>Carduelis carduelis</i> .....	18
Εικόνα 6 - Φωτογραφία αυγών <i>Carduelis carduelis</i> .....	19
Εικόνα 7 - Φωτογραφία <i>Emberiza cirrus</i> .....	21
Εικόνα 8 - Φωτογραφία <i>Emberiza cirrus</i> .....	22
Εικόνα 9 - Φωτογραφία αυγών <i>Emberiza cirrus</i> .....	23
Εικόνα 10 - Φωτογραφία <i>Erithacus rubecula</i> .....	24
Εικόνα 11 - Φωτογραφία <i>Erithacus rubecula</i> .....	25
Εικόνα 12 - Φωτογραφία αυγών <i>Erithacus rubecula</i> .....	26
Εικόνα 13 - Φωτογραφία <i>Fringilla coelebs</i> .....	27
Εικόνα 14 - Φωτογραφία <i>Fringilla coelebs</i> .....	28
Εικόνα 15 - Φωτογραφία αυγών <i>Fringilla coelebs</i> .....	29
Εικόνα 16 - Φωτογραφία <i>Galerida cristata</i> .....	30
Εικόνα 17 - Φωτογραφία <i>Galerida cristata</i> .....	31
Εικόνα 18 - Φωτογραφία αυγών <i>Galerida cristata</i> .....	32
Εικόνα 19 - Φωτογραφία <i>Miliaria calandra</i> .....	34
Εικόνα 20 - Φωτογραφία <i>Miliaria calandra</i> .....	35
Εικόνα 21 - Φωτογραφία αυγών <i>Miliaria calandra</i> .....	36
Εικόνα 22 - Φωτογραφία <i>Parus caeruleus</i> .....	37
Εικόνα 23 - Φωτογραφία <i>Parus caeruleus</i> .....	38
Εικόνα 24 - Φωτογραφία αυγών <i>Parus caeruleus</i> .....	39
Εικόνα 25 - Φωτογραφία <i>Parus major</i> .....	40
Εικόνα 26 - Φωτογραφία <i>Parus major</i> .....	41
Εικόνα 27 - Φωτογραφία <i>Parus major</i> .....	42

Εικόνα 28 - Φωτογραφία <i>Phylloscopus collybita</i> .....	44
Εικόνα 29 - Φωτογραφία <i>Phylloscopus collybita</i> .....	45
Εικόνα 30 - Φωτογραφία αυγών <i>Phylloscopus collybita</i> .....	46
Εικόνα 31 - Φωτογραφία <i>Troglodytes troglodytes</i> .....	48
Εικόνα 32 - Φωτογραφία <i>Troglodytes troglodytes</i> .....	49
Εικόνα 33 - Φωτογραφία αυγών <i>Troglodytes troglodytes</i> .....	50
Εικόνα 34 - Φωτογραφία <i>Turdus philomelos</i> .....	51
Εικόνα 35 - Φωτογραφία <i>Turdus philomelos</i> .....	52
Εικόνα 36 - Φωτογραφία αυγών <i>Turdus philomelos</i> .....	53

# ΛΙΣΤΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

---

Γράφημα 1 - Κατανομή πληθυσμών της Κάρλας σε σχέση με το ενδιαίτημα .....96

Γράφημα 2 - Κατανομή παρατηρήσεων των πτηνών στην Κάρλα σε σχέση με το ενδιαίτημα.....97

Γράφημα 3 - Κατανομή πληθυσμών του Περτουλίου σε σχέση με το ενδιαίτημα .99

Γράφημα 4 - Κατανομή πληθυσμών του Περτουλίου σε σχέση με το ενδιαίτημα .....100

Γράφημα 5 - Κατανομή πληθυσμών του Σπερχειού σε σχέση με το ενδιαίτημα .102

Γράφημα 6 - Κατανομή πληθυσμών του Σπερχειού σε σχέση με το ενδιαίτημα ..103

Γράφημα 7 - Κατανομή των διαφορών των ορθών προβλέψεων με βάση την ελάχιστη τιμή.....114

# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

---

Η Μεσογειακή λεκάνη αναγνωρίζεται ως σημαντική περιοχή (hot-spot) σε ότι αφορά στη βιοποικιλότητα για διάφορα taxa, κάτι το οποίο αποδίδεται στη γεωγραφική της θέση, τη γεωλογική της ιστορία και την ανθρώπινη ιστορία στην περιοχή.

Οι Μεσογειακού τύπου θαμνότοποι (μακί) συμπεριλαμβανομένων και φρυγάνων καταλαμβάνουν σημαντικό ποσοστό της έκτασης της Μεσογείου και της Ελλάδας, κυρίως λόγω της ανθρώπινης επίδρασης από τη Νεολιθική εποχή. Η ορνιθοπανίδα των Μεσογειακών θαμνότοπων έχει μελετηθεί εκτενώς κυρίως από τον Jacques Blondel και τους συνεργάτες του και έχουν προκύψει ιδιαίτερα ενδιαφέροντα πρότυπα που σχετίζονται σε μεγάλο βαθμό με την ιδιαίτερη γεωλογική ιστορία και παλαιοκλιματολογία της λεκάνης. Για τον Ελληνικό χώρο γενικότερα, δεν υπάρχει κάποια εκτενής και ποσοτική μελέτη της ορνιθοπανίδας σε αυτά τα οικοσυστήματα. Εκτός από τη δομή της βλάστησης, η οποία φαίνεται να παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην ποικιλότητα και την κατανομή των ειδών, το υψόμετρο, η κλίση του εδάφους, ο αριθμός των ξυλωδών ειδών και κάποιοι άλλοι παράγοντες φαίνεται να διαδραματίζουν δευτερεύοντα ρόλο. Τα αποτελέσματα για την κατανομή και την αφθονία των ειδών που καταγράψαμε ανταποκρίνονται σε σημαντικό βαθμό στα δεδομένα, με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία, για την κατανομή των ειδών και την οικολογία τους γενικότερα. Για κάποια από τα είδη (κυρίως τα πιο “δασόβια”) υπάρχουν ενδείξεις ότι παρουσιάζουν διευρυμένο οικολογικό θώκο αλλά για την εξαγωγή πιο ασφαλών συμπερασμάτων απαιτείται η εξέταση παρόμοιας διαβάθμισης της ενδοχώρας.

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται να μελετηθεί η ποικιλότητα ειδών της ορνιθοπανίδας που απαντάται σε τρεις (3) περιοχές της Κεντρικής Ελλάδας: α) Περτούλι (λεκάνη Πορταϊκού ποταμού) β) κοιλάδα – εκβολές Σπερχειού και Μαλιακός κόλπος και γ) ταμιευτήρες πρώην λίμνης Κάρλας. Σκοπός της εργασίας είναι να καταδείξει ότι τα Νευρωνικά Δίκτυα έχουν τη δυνατότητα να αναπτύσσουν αξιόπιστα μοντέλα συσχέτισης στην επεξεργασία οικολογικών δεδομένων. Ακόμη, επιδιώκεται η κατάδειξη της συνεισφοράς τους στην εξαγωγή

συμπερασμάτων σε ότι αφορά στην πρόβλεψη της πιθανότητας παρουσίας ειδών πτηνών στις παραπάνω περιοχές. Η πρόβλεψη της πιθανότητας παρουσίας ή μη των συγκεκριμένων ειδών έγινε σε συνάρτηση με το χρόνο (έτος, εποχή), την περιοχή και το ενδιαίτημα.

Η τεχνική που χρησιμοποιήθηκε είναι τα Τεχνικά Νευρωνικά Δίκτυα που εφαρμόστηκαν σε ένα σύνολο προγραμμάτων, όπως SPSS, Statistica, NeuNeural Networks κλπ.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία σύντομη ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας. Δηλαδή, περιλαμβάνει γενικές πληροφορίες για την έννοια και τη σημαντικότητα της βιοποικιλότητας και του ενδιαίτηματος. Επίσης, καταγράφονται χαρακτηριστικά της βιοποικιλότητας, γενικά και της ορνιθοπανίδας ειδικότερα αλλά και πληροφορίες συστηματικής ταξινόμησης, μορφολογίας, γεωγραφικής κατανομής, αναπαραγωγής και διατροφής για τα είδη των πτηνών τα οποία συμπεριλήφθηκαν στη στατιστική ανάλυση. . Τέλος, παρατίθενται πληροφορίες και βιβλιογραφία για τα Νευρωνικά Δίκτυα και τη διαδικασία ανάπτυξης και εκπαίδευσής τους τόσο γενικά, όσο και στην περίπτωση οικολογικών δεδομένων.

Το δεύτερο κεφάλαιο περιλαμβάνει πληροφορίες για τις περιοχές στις οποίες έγιναν οι καταγραφές των ειδών, όσον αφορά τα γεωγραφικά τους στοιχεία καθώς και τη χλωρίδα και την πανίδα τους.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μία γενική περιγραφή των δεδομένων. Αναφέρεται, δηλαδή στη μορφή των αρχικών δεδομένων καθώς και στις χρονικές διαφοροποιήσεις που παρουσιάζουν.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, περιλαμβάνονται τα αποτελέσματα των δεδομένων και οι συγκριτικοί πίνακες. Αρχικά, δίνεται η δομή των δεδομένων και περιγράφεται η διαδικασία μέσα από την οποία επιλέχθηκαν και τροποποιήθηκαν τα δεδομένα μέχρι την τελική τους μορφή και η χρονική και χωρική τους κατανομή. Έπειτα, αναλύεται η μοντελοποίηση που έγινε στα δεδομένα.

Πιο συγκεκριμένα, περιγράφεται το υπολογιστικό περιβάλλον, το απλό και το ολοκληρωμένο μοντέλο του Νευρωνικού Δικτύου και παραθέτονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης. Η εργασία καταλήγει, στο πέμπτο κεφάλαιο, με τα συμπεράσματα της στατιστικής ανάλυσης.

**Λέξεις κλειδιά:** Οικολογία, ορνιθοπανίδα, Νευρωνικά Δίκτυα, Βιοποικιλότητα.

## 1. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

---

### 1.1 Βιοποικιλότητα και Ενδιαίτημα

---

Η έννοια της βιοποικιλότητας και οι τρόποι ποσοτικοποίησής της αποτέλεσαν και εξακολουθούν ν' αποτελούν κεντρικά ζητήματα στις οικολογικές επιστήμες, καθώς συνδέεται με την διασφάλιση της ίδιας της ζωής στον πλανήτη μας. Ειδικότερα η χώρα μας αποτελεί εξέχοντα πυρήνα της παγκόσμιας βιοποικιλότητας, καθώς συγκριτικά με την έκτασή της συντηρεί μεγάλο αριθμό φυτικών ειδών (6308 φυτικά taxa (5200 είδη), 30.000-50.000 πανιδικά taxa (ξηράς, γλυκέων/αλμυρών υδάτων) και 43 φυλές αγροτικών ζώων. Η χώρα μας διακρίνεται και για το υψηλό ποσοστό ενδημισμού, με 936 είδη φυτών (18%) και 1282 ζωικά είδη και υποείδη, ενώ 85 τύποι οικοτόπων είναι Κοινοτικού ενδιαφέροντος (Sites of Community Interest – SCI).

Η σημασία διατήρησης υψηλών επιπέδων βιοποικιλότητας επιβάλλεται τόσο από την οικοσυστημική όσο και από την οικονομική προσέγγισή της. Σύμφωνα με την πρώτη προσέγγιση αυξημένη βιοποικιλότητα οδηγεί σε αυξημένη σταθερότητα των οικοσυστημάτων. Η σταθερότητα μιας βιοκοινότητας είναι μέτρο της ευαισθησίας της απέναντι σε οποιεσδήποτε διαταραχές. Σταθερές βιοκοινότητες, εξ ορισμού, είναι αυτές που διατηρούνται. Η οικονομική σημασία της διατήρησης υψηλών επιπέδων βιοποικιλότητας συνδέεται με την οφέλη που μας παρέχουν τα είδη (φυτικά και ζωικά), καθώς αυτά μπορούν να έχουν α) άμεση οικονομική αξία, β) έμμεση οικονομική αξία, και γ) ηθική αξία. Η άμεση οικονομική αξία προκύπτει από το γεγονός ότι πολλά είδη αποτελούν την κύρια πηγή διατροφής για τον άνθρωπο, χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες για φάρμακα καθώς και για την εξαγωγή αιθέριων ελαίων, κ.λπ. Στη μη καταναλωτική, έμμεση αξία των ειδών συγκαταλέγονται οι αξίες της αναψυχής, η διατήρηση υψηλής ποιότητας των υδάτων, προστασίας εδάφους, αποτροπής πλημμύρων, κ.λπ.. Τέλος η ηθική αξία πρέπει να αποτιμηθεί οικονομικά καθώς κατά τους “οικολόγους του βάθους” (deep ecologists) κάθε είδος έχει από μόνο του τη δική του “εσωτερική” αξία και χρήζει προστασίας (Πλεξίδα και Σφουγγάρης, 2010).

Παρά την τεράστια αξία της, ζούμε στην εποχή που ενώ κατέχουμε σημαντικά εργαλεία για την αποτίμησή της, με αλόγιστες ενέργειες οδηγούμε τη βιοποικιλότητα σε σημαντική μείωση. Οι σημαντικότερες απειλές που συνδέονται με τη μείωση της βιοποικιλότητας της χώρας μας είναι οι αλλοιώσεις και η καταστροφή των ενδιαιτημάτων φυτών και ζώων, η εισβολή ξενικών, χωροκατακτητικών ειδών, η αγροτική εντατικοποίηση και ρύπανση, η αλόγιστη βόσκηση, θήρευση και συλλογή, και η ερημοποίηση και κλιματική αλλαγή. Όλες όμως οι απειλές θα μπορούσαν να ομαδοποιηθούν στην αλλαγή του τρόπου και των προτύπων ζωής και οικονομικής συμπεριφοράς του Έλληνα που συνέβη τις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες.

Η οικολογική παρακολούθηση (monitoring) της βιοποικιλότητας της χώρας μας προβάλλει ως το απαραίτητο μέτρο στην κατεύθυνση διατήρησης ή και προαγωγή της. Με την έννοια οικολογική παρακολούθηση εννοούμε τη συστηματική συγκέντρωση πληροφοριών σχετικών με τους επίγειους φυσικούς πόρους. Στην περίπτωση της βιοποικιλότητας θα πρέπει να γίνει α) σε πρώτη φάση η αποτύπωση της ολικής βιοποικιλότητας μίας περιοχής, δηλαδή του αριθμού των ειδών (πλούτος ειδών), του αριθμού των ατόμων κάθε είδους (αφθονία ειδών) καθώς και του προτύπου κατανομής των ατόμων σε κάθε είδος της (βαθμός ομοιομορφίας), β) η εφαρμογή πλήθους μετρικών ποσοτικοποίησης αυτών, γ) η αποτίμηση της “φυσικής” διακύμανσης της βιοποικιλότητας, δ) ο εντοπισμός παραγόντων υποβάθμισής της, ε) η εφαρμογή μέτρων ανόρθωσης και διατήρησης, και στ) η αποτίμηση της βιοποικιλότητας μετά τη λήψη μέτρων (με την εφαρμογή των ίδιων μετρικών αυτής).



## 1.2 Βιοποικιλότητα και Ορνιθοπανίδα

---

Υπάρχουν πολλοί ορισμοί για το τι εννοούμε βιοποικιλότητα όπως ότι:

Είναι ο βαθμός μεταβολής των μορφών της ζωής μέσα σε συγκεκριμένο οικοσύστημα, ή βίωμα, ή σε έναν ολόκληρο πλανήτη. Είναι το σύνολο των γονιδίων των βιολογικών ειδών, των οικοσυστημάτων και των πολιτισμών μιας περιοχής. Είναι η παραλλαγή της ζωής σε όλα τα επίπεδα βιολογικής οργάνωσης.

Είναι το μέτρο της υγείας των οικοσυστημάτων. Είναι η ποικιλομορφία των ζώντων οργανισμών, των χερσαίων, των θαλάσσιων και άλλων υδάτινων οικοσυστημάτων και των οικολογικών συμπλεγμάτων, των οποίων αποτελούν τμήμα. Είναι η ποικιλότητα εντός ενός είδους, και μεταξύ ειδών και οικοσυστημάτων. Είναι το αποτέλεσμα εξελικτικών διαδικασιών των ποικιλιών των φυτικών και ζωικών ειδών στη βιόσφαιρα, δια μέσου του μηχανισμού της εξέλιξης.

Όλοι οι πιο πάνω ορισμοί σημαίνουν την ίδια και την αυτή έννοια της βιοποικιλότητας, συνεπώς με βάση τα παραπάνω θα λέγαμε ότι αποτελείται από τέσσερα είδη :

- α) την γενετική ποικιλότητα (genetic diversity) που περιλαμβάνει την εξελικτική επιλογή μεταξύ των ατόμων ενός είδους.
- β) την ποικιλότητα των ειδών (species diversity) που είναι τα φυτά, τα ζώα, οι μύκητες, τα βακτήρια, τα πρωτόζωα και οι ιοί.
- γ) την ποικιλότητα των ενδιαιτημάτων (habitat diversity), ή οικολογικά σύμπλοκα όπως, μεσογειακά οικοσυστήματα, τροπικά δάση, έως το σύμπλοκο των βακτηρίων που βρίσκονται σε ένα ανθρώπινο σώμα ή σε ένα γραμμάριο εδάφους.
- δ) την ποικιλότητα του τοπίου (landscape diversity) που είναι, φυσικά, ημιφυσικά και τεχνικά οικοσυστήματα, γεωργικές καλλιέργειες και οικισμοί.

Τα είδη αυτά αποτελούν ένα ενιαίο σύνολο και γι αυτό η προστασία του κάθε ενός, εξαρτάται από την προστασία του προηγούμενου.

Οι μεταβολές του κλίματος, κυρίως στην εποχή των παγετώνων, σε συνδυασμό με το πολυσχιδές έδαφος και η διάταξη των ορέων της Βαλκανικής χερσονήσου, και της Ελλάδος, με διεύθυνση από βορρά προς νότο, επέτρεψαν την μετανάστευση, πολλών ειδών τόσο φυτών όσο και ζώων νοτιότερα, εμπλουτίζοντας

την χλωρίδα και την πανίδα της χώρας μας, με παράλληλη δημιουργία και εμφάνιση υβριδίων κυρίως στα δασικά δένδρα ελάτης, δρυός κ.α..

Η επικοινωνία αυτή, εξακολουθεί να υφίσταται και σήμερα, γι αυτό και η ύπαρξη σημαντικού αριθμού Ευρωπαϊκών ειδών στον Ελλαδικό χώρο.

Μεταναστεύσεις είχαμε και έχουμε όχι μόνο από την Ευρώπη προς την Ελλάδα φυτών και ζώων, αλλά και από την Ασία και από την Αφρική.

Τα οικοσυστήματα όπως, τα παράκτια, των λιμνών, των λιμνοθαλασσών, των ποταμών, των βάλτων, των ελών, κλπ. παρουσιάζουν κι αυτά μεγάλη ποικιλότητα, επηρεάζονται κυρίως όμως από τα υδρολογικά τους γνωρίσματα και λιγότερο από το κλίμα, γι αυτό συγκαταλέγονται στα αζωνικά.

Η Ελλάδα λοιπόν, ανήκει στην μεσογειακή χλωριδική περιοχή και η χλωρίδα της αποτελείται από μεγάλο πλήθος ειδών (κοσμοπολίτικα, μεσογειακά, ευρωπαϊκά, βαλκανικά και ενδημικά)

Σύμφωνα με τα στοιχεία της βάσης δεδομένων της Flora Hellenica, η Ελληνική χλωρίδα περιλαμβάνει 5.700 είδη και υποείδη φανερόγαμων φυτών (Strid & Tan 1997), δηλαδή 6.308 taxa, εκ των οποίων τα 730 taxa θεωρούνται σπάνια και απειλούμενα, σύμφωνα με τα δημοσιευμένα στο κόκκινο βιβλίο των σπάνιων απειλούμενων ειδών των Φυτών της Ελλάδος. Επίσης τα 1150 taxa είναι ενδημικά.

Έχει μεγάλη ποικιλότητα σε όλα τα είδη, λαμβάνοντας δε υπόψη την έκταση και τα είδη των φυτών της χώρας μας, με την έκταση και τα είδη των άλλων Ευρωπαϊκών χωρών, θα διαπιστώσουμε ότι η σχέση είναι τουλάχιστον 6 φορές μεγαλύτερη στην Ελλάδα.

Είναι πρώτη, όσον αφορά τα ενδημικά φυτά, αφού η Ισπανία που έχει επίσης μεγάλη βιοποικιλότητα, έχει μόνο 500 taxa, έστω και εάν η έκτασή της είναι 4 φορές μεγαλύτερη από της Ελλάδος. Αυτό κάνει την πατρίδα μας να είναι στις υψηλότερες χώρες της Μεσογείου και της Ευρώπης.

Η αλήθεια είναι ότι, τον πλούτο αυτό θα τον συναντήσει κανείς, σε περιοχές που έμειναν σχεδόν ανέπαφες από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα και χαρακτηρίζονται βοτανικοί παράδεισοι, αφού φιλοξενούν τόσο μοναδικά φυτά στον κόσμο. Τέτοιες περιοχές είναι οι ορεινές με κύριες τον Όλυμπο, τον Πάρνωνα, τον Ταΰγετο, τον Άθω, τα βουνά της Κρήτης και την Πίνδο γενικώς.

Επίσης έχουν καταγραφεί 538 ξενικά είδη με 18 εξ αυτών εισβάλλοντα ή χωροκατακτητικά όπως η Βρωμοκαρυδιά ( *Ailanthus altissima*) που εκτοπίζει άλλα είδη και εγκαθίσταται στη θέση τους.

Η πανίδα της φιλοξενεί, 30.000 έως 50.000 είδη ζώων. Η πλούσια αυτή πανίδα, με πολλά ενδημικά, σπάνια και απειλούμενα είδη, οφείλεται στην γεωγραφική θέση της, στα πολλά νησιά της, στην αυξομείωση της στάθμης της θάλασσας, στην ύπαρξη πολλών σπηλαίων αλλά και στο ότι δεν είχαμε παγετώνες.

Επίσης θεωρείται ότι υπάρχουν τουλάχιστον 25.000 είδη ασπόνδυλων, εκ των οποίων, τουλάχιστον 2000 είναι ενδημικά, κάποια πολύ ενδημικά μιας και μόνο τοποθεσίας, αλλά και ένας αξιόλογος αριθμός ειδών, που αποτελείται από μικρούς πληθυσμούς ή απειλείται με εξαφάνιση.

Τα είδη των θηλαστικών που απαντούν στην Ελλάδα είναι κατά 40 φορές περισσότερα από ότι σε ίση επιφάνεια της Ευρώπης.

Η ορνιθοπανίδα ήταν και είναι σημαντική. Παρά την μικρή της έκταση ,διαθέτει μεγάλη ποικιλία πουλιών, έχουν δε καταγραφεί μέχρι τώρα 442 είδη. Στην Ευρώπη ολόκληρη, η ορνιθοπανίδα της είναι μικρότερη κατά 50 φορές από αυτήν της Ελλάδας. Σύμφωνα με το κόκκινο βιβλίο για τα απειλούμενα ζώα, τα 242 είδη αναπαράγονται στην χώρα μας, 76 έρχονται κατά τον χειμώνα, 29 είναι παρόντα κατά την μετανάστευση και 1 είναι εξαφανισμένο. Ανάλογα με τις συνήθειές τους χωρίζονται σε κατηγορίες όπως: τα θαλασσοπούλια που είναι 5 είδη, τα υδρόβια που είναι 51, τα παρυδάτια που είναι 72, τα αρπακτικά με 38 ημερόβια και 9 νυκτόβια είδη, (η Ελλάδα είναι μία από τις χώρες με τα περισσότερα αρπακτικά στην Ευρώπη), οι γλάροι και τα γλαρόνια 28 είδη, τα στρουθιόμορφα 176 και τέλος άλλα διάφορα που είναι συνολικά 59 είδη.

Πρέπει να γνωρίζουμε ότι τα πτηνά είναι περιβαλλοντικοί δείκτες. Είναι μια ιδιαίτερη ομάδα ζώων με μεγάλη σημασία για την οικολογία μιας περιοχής, διότι: Η μεγάλη ποικιλία ειδών, αντιστοιχεί σε μεγάλη διατροφική ποικιλία. Έτσι όσο η ποικιλομορφία και η πυκνότητα της ορνιθοπανίδας είναι μεγαλύτερη σε μία περιοχή , τόσο και η οικολογική της αξία είναι μεγαλύτερη.

1.3 Βιολογία – Οικολογία των καταγραφέντων ειδών πτηνών

1.3.1 Anthus pratensis – Λιβαδοκελάδα

Επιστημονική ταξινόμηση

Πίνακας 1 – Συστηματική Ταξινόμηση Anthus pratensis

Βασίλειο:	Animalia
Συνομοταξία:	Chordata
Ομοταξία:	Aves
Τάξη:	Στρουθιόμορφα
Οικογένεια:	Motacillidae
Γένος:	Anthus
Είδος:	A. pratensis

Περιγραφή

Η λιβαδοκελάδα είναι ένα μικρό πουλί που μοιάζει με το σπουργίτι. Είναι ένα αρκετά διαδεδομένο είδος μικρού κορυδαλού (Jonsson, 1992). Έχει μέγεθος 14,5 - 15 εκατ. Και βάρος 15 – 22 γραμμάρια. Η ράχη της είναι λαδί-καστανή, έχει ανοιχτόχρωμο στήθος με πολλές λεπτές ραβδώσεις και πόδια καστανωπά με ένα



Εικόνα 1 · Φωτογραφία Anthus pratensis



μακρύ νύχι στο πίσω δάκτυλο. Η ουρά του είναι καστανή ενώ τα εξωτερικά φτερά της είναι λευκά (Jonsson, 1992). Τα πόδια του είναι κιτρινωπά και έχουν ένα ιδιαίτερα μακρύ πίσω νύχι. Μοιάζει με το *Anthus cervinus*, το οποίο όμως έχει έντονες ραβδώσεις και το καλοκαίρι μόνο, έχει πορτοκαλί – κόκκινο λαιμό καθώς επίσης και με το *Anthus trivialis* το οποίο είναι ελαφρώς μεγαλύτερο, δεν έχει τόσο έντονες ραβδώσεις και στίγματα στο πρόσωπο και μικρότερο οπίσθιο νύχι (Sterry, 2000).



*Εικόνα 2 - Φωτογραφία Anthus pratensis*

### Βιότοποι – Γεωγραφική Κατανομή

Είναι είδος εδαφόβιο, το οποίο κυρίως απαντάται σε ανοιχτούς βιότοπους, σε ακαλλιεργήτες περιοχές είτε σε περιοχές με ελάχιστα καλλιεργημένες όπως λιβάδια, έλη και βαλτότοπους. Εμφανίζεται όμως μεμονωμένα και σε έντονα καλλιεργούμενες εκτάσεις (Mullarney et al 1999). Συναντάται στις περισσότερες περιοχές της βόρειας Ευρώπης, αλλά και βορειοδυτική Ασία, από την νοτιοανατολική Γροιλανδία και την ανατολική Ισλανδία μέχρι τα ανατολικά των Ουραλίων στη Ρωσία, και νότια προς κεντρικά στη Γαλλία και τη Ρουμανία. Υπάρχει επίσης ένας απομονωμένος πληθυσμός στον Καύκασο. Είναι κυρίαρχα μεταναστευτικό είδος, το οποίο ξεχειμωνιάζει στη νότια Ευρώπη, τη βόρεια Αφρική και τη νοτιοδυτική Ασία. Ωστόσο, κατοικεί στην Ιρλανδία, τη Μεγάλη Βρετανία αλλά και τις γύρω περιοχές της δυτικής Ευρώπης και επισκέπτεται την Ελλάδα κατά τους χειμερινούς μήνες [1]. Μπορεί να είναι εδαφόβιο πτηνό, που τρώει πάντα στο έδαφος, παρόλα αυτά υπάρχουν περιπτώσεις που στέκεται σε θάμνους, φράκτες ή ακόμη και καλώδια ηλεκτρικού ρεύματος παρακολουθώντας για την παρουσία εχθρών του. Ο κατ' εκτίμηση συνολικός πληθυσμός είναι 12 εκατομμύρια ζευγάρια. Είναι ένα άφθονο είδος στο Βορρά, και γενικά το πιο κοινό πουλί αναπαραγωγής στο μεγαλύτερο μέρος των υψιπέδων της Μεγάλης Βρετανίας, αλλά όχι τόσο κοινό στις νότιες χώρες. Η πυκνότητα αναπαραγωγής κυμαίνεται από 80 ζευγάρια ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο στη βόρεια Σκανδιναβία, ως 5-20 ζευγάρια ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο σε λιβάδια στις νότιες περιοχές και μόνο ένα ζευγάρι ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο σε καλλιεργήσιμες περιοχές. υπάρχει ένας μικρός αριθμός απομονωμένων πτηνών στις χώρες του Μεσογείου και των βόρειων Βαλκανίων (Handrinos and Akriotis, 1997).

### Αναπαραγωγή - Διατροφή

Τρέφεται πρωτίστως με έντομα και μικρά ασπόνδυλα και αντικείμενα μικρότερο των 5 χιλιοστών . Τρέφεται ακόμη και με σπόρους χαμηλής βλάστησης όπως χλόη, σπαθόχορτο και αγρωστώδη (Hume, 2002).



*Εικόνα 3 - Φωτογραφία αυγών Anthus pratensis*

Φτιάχνει τη φωλιά του στο έδαφος κρυμμένη σε πυκνή βλάστηση όπου αφήνει 2-7 αυγά και δίνει συνήθως 2 γενιές το χρόνο. Η εκκόλαψη των αυγών διαρκεί περίπου 11-15 μέρες και η ανατροφή των νεοσσών 10-14 μέρες (Sterry, 2000).

1.3.2 *Carduelis carduelis* - Καρδερίνα

Πίνακας 2 - Συστηματική Ταξινόμηση *Carduelis carduelis*

Βασίλειο:	Animalia
Συνομοταξία:	Chordata
Ομοταξία:	Aves
Τάξη:	Passeriformes
Οικογένεια:	Motacillidae
Γένος:	Carduelis
Είδος:	C. carduelis

Η Ευρωπαϊκή της ονομασία είναι European Goldfinch. Άλλες ονομασίες που της έχουν δοθεί είναι τουρκοπούλα, από το κόκκινο χρώμα που έχει στο κεφάλι της και μοιάζει με τουρκικό φέσι. Την ονομάζουν ακόμα Γαρδέλι, Ζιγαδρέλι, Κοκκινοτσεμπερού, Πεντάμορφο, Στραγαλίνι, ενώ στην Κύπρο την λένε Σγαρτίλι.



Εικόνα 4 - Φωτογραφία *Carduelis carduelis*



## Περιγραφή

Γίνεται εύκολα αναγνωρίσιμη από το κόκκινο πρόσωπο (μάσκα) και το μαυροάσπρο κεφάλι. Έχει ολόμαυρα φτερά με πλατιά κίτρινη ρίγα, λευκό ουροπύγιο, και μαύρη ουρά με λευκές κηλίδες. Η πλάτη της είναι γκρι – καφέ και το στήθος και τα πλευρά ανοιχτό καφέ. Η κοιλιά έχει γκριζωπό χρώμα και η περιοχή ανάμεσα στην πλάτη και στην ουρά έχει λευκό χρώμα. Το μήκος, ανάλογα το είδος, είναι 12 έως 15 εκατοστά και το άνοιγμα των φτερών 21 έως 25 εκατοστά. (Jonsson, 1992)

Το βάρος κυμαίνεται ανάμεσα στα 15 και 24 γραμμάρια. Το ράμφος είναι μακρύ και πολύ μυτερό σε λευκοκίτρινο χρώμα με μια μικρή μαύρη κηλίδα τον χειμώνα, ενώ με το έλευση της αναπαραγωγικής περιόδου ασπρίζει εντελώς όπως και τα πόδια που αποκτούν σάρκινο χρώμα.

Τα δύο φύλα μοιάζουν αρκετά μεταξύ τους με μικρές αναγνωρίσιμες διαφορές. Το νεαρά πουλιά έχουν γκριζοκάστανο κεφάλι με αχνές ρίγες χωρίς το κόκκινο και το ασπρόμαυρο των ενηλίκων (Sterry, 2000).

## Βιότοποι – Γεωγραφική Κατανομή

Η Καρδερίνα είναι επιδημητικό πουλί και συναντάται σε όλη την Ευρώπη, τα παράλια της Βορείου Αφρικής, στην Τουρκία, στη Δυτική και Κεντρική Ασία, Σκανδιναβία, Σιβηρία Έχουν βρεθεί επίσης και άλλα είδη στην Αμερική, στην Αυστραλία αλλά και την Νέα Ζηλανδία, με παραλλαγές στον χρωματισμό του πτερώματός. Ο Ευρωπαϊκός πληθυσμός της Κοινής Καρδερίνας υπολογίζεται μεταξύ 23 με 57 εκατομμύρια πουλιά. Οι περισσότερες Κοινές καρδερίνες των εύκρατων περιοχών της Ευρώπης, ταξιδεύουν νότια τον χειμώνα (Οκτώβριος-Απρίλιος), παρόλα αυτά, οι πληθυσμοί της Μεσογείου συνήθως δεν μεταναστεύουν. [1]

Συναντάται ευρύτατα σε θαμνώδεις εκτάσεις, δάση με χαμηλά δέντρα, πάρκα, οπωρώνες, ελαιώνες, κήπους και ιδιαίτερα όπου υπάρχουν γαιδουράγκαθα, σε μικρές λίμνες, σε χέρσα χωράφια, σε ανοιχτά καλλιεργήσιμα λιβάδια με μικρά δέντρα και θάμνους, σε δασότοπους, σε περιβόλια και σε κήπους. Το φθινόπωρο και το χειμώνα σχηματίζει σμήνη 40 περίπου πουλιών, ενώ την Άνοιξη, μόλις οι

αμυγδαλιές βγάλουν φύλλα, αρχίζουν να προετοιμάζονται για το ζευγάρωμα. (Handrinos and Akriotis, 1997)

Φυσικοί της εχθροί, εκτός από τον άνθρωπο που με διάφορους τρόπους προσπαθεί να την αιχμαλωτίσει για να απολαύσει το κελάηδημά της, είναι τα διάφορα αρπακτικά πουλιά, όπως η κουκουβάγια, τα ποντίκια αλλά και τα φίδια. (Mullarney et al, 1999)

Για τον λόγο αυτό προτιμάει να χτίζει τη φωλιά της σε ψηλά, μοναχικά δέντρα για να έχει ευρύ οπτικό πεδίο και πάντα σε λεπτά εξωτερικά κλαδιά με πυκνή φυλλωσιά. Φτιάχνει την φωλιά της ανάμεσα σε διχάλες δέντρων με περισσή τέχνη χρησιμοποιώντας λεπτά κλαδάκια, φύλλα, ξερά λεπτά χόρτα και είναι η πιο γερή και περίτεχνη φωλιά από όλα τα πουλιά του είδους της.



Εικόνα 5 - Φωτογραφία *Carduelis carduelis*

### Αναπαραγωγή – Διατροφή

Γεννάει δυο φορές περίπου 4-6 λευκογάλαζα έως γαλαζοπράσινα αυγά την κάθε φορά, μια στο τέλος της άνοιξης και μια το καλοκαίρι, αφού πρώτα έχει μεγαλώσει τα μικρά της. Ποτέ δεν γεννάει στην ίδια φωλιά. Φτιάχνει πάντα καινούρια. (Hume, 2002)

Κλωσά για 14 μέρες τα αυγά και τους νεοσσούς τους φροντίζουν εξ ίσου και οι δυο γονείς. Όταν κινδυνεύσουν τα μικρά δεν τα εγκαταλείπει αν και είναι δειλό πουλί. Είναι πουλιά που έχουν αγάπη και αλληλεγγύη μεταξύ τους, σπάνια φιλονικούν και πάντα αλληλοβοηθούνται. (Sterry, 2000)



*Εικόνα 6 - Φωτογραφία αυγών Carduelis carduelis*

Το προσδόκιμο ζωής τους στη φύση είναι 8 με 10 χρόνια. Είναι πουλιά πολύ ανθεκτικά στο κρύο αλλά πολύ ευαίσθητα σε ασθένειες όπως τα εντερικά. Έχει πέταγμα κυματοειδές και χορευτικό. Όταν κεληδάει, χαρακτηριστικό είναι οι ιδιαίτερες κινήσεις του σώματος της. (Hume, 2002)

Η διατροφή τους εναλλάσσεται κατά τους μήνες της Άνοιξης από τους χειμωνιάτικους μήνες. Τρέφεται με μια ποικιλία 152 διαφορετικών σπόρων

(κυρίως γαϊδουράγκαθα, τσουκνίδες, νεράγκαθα, πικραλίδες, κολλιτσίδες κα), έντομα και αράχνες. Τα μικρά τρέφονται με έντομα. Επίσης τρέφονται με σπόρους από πεύκα.

### 1.3.3 *Emberiza cirrus* – Σιρλοτσιχλονο

Πίνακας 3 · Συστηματική Ταξινόμηση *Emberiza cirrus*

Βασίλειο:	Animalia
Συνομοταξία:	Chordata
Ομοταξία:	Aves
Τάξη:	Passeriformes
Οικογένεια:	Emberizidae
Γένος:	Emberiza
Είδος:	E. cirrus

#### Περιγραφή

Το αρσενικό έχει κίτρινο κάτω μέρος με μια πρασινωπή ταινία στο στήθος, μαύρο λάρυγγα (που το χειμώνα σκεπάζεται τελείως από τα σταχτιά κράσπεδα των φτερών) και ραβδωτά πλευρά. Ελαιοπράσινο κεφάλι με σκοτεινό στέμμα, κίτρινες ραβδώσεις πάνω και κάτω από το μάτι και μαύρη οφθαλμική λωρίδα που φτάνει μέχρι πάνω από τα αυτιά αφτιά και σκοτεινό ελαιοπράσινο σκέπασμα στο κεφάλι και στον αυχένα (Jonsson, 1992).



Εικόνα 7 - Φωτογραφία *Emberiza cirrus*



Η ράχη και τα πλευρά του στήθους είναι πυρόξανθα. Το θηλυκό έχει πιο θαμπούς χρωματισμούς. Μοιάζει πολύ με το Yellow hammer, αλλά έχει μια συνεχή γραμμή, γκρι – κίτρινους γλουτούς και καστανούς ώμους. Το μέγεθος του είναι περίπου 15 - 16,5 cm και το άνοιγμα των φτερών του 22 – 22,5 cm (Stery, 2000).

### Βιότοποι – Γεωγραφική Κατανομή

Ψηλοί φράχτες και δέντρα που περιβάλλουν καλλιεργούμενα εδάφη ή χέρσες εκτάσεις. Επίσης σε βραχώδεις πλαγιές σκεπασμένες με θάμνους. Το χειμώνα σε μικτά σμήνη στους αγρούς και στα χωριά. Φωλιάζει χαμηλά σε φράχτες, δέντρα, μερικές φορές και σε χωματοπλαγιές. Το ιδανικό ενδιαίτημα για το σιρλοτσιχλόνο είναι ένας συνδυασμός χλόης με καλλιεργούμενες εκτάσεις. (Mullarney et al, 1999)

Συναντάται στη νότια Ευρώπη , στη Μεσόγειο και τη βόρεια Αφρική . Διαμένει σε θερμές περιοχές και δε μεταναστεύει το χειμώνα. Εμφανίζεται στην Ελλάδα τους ανοιξιάτικους και καλοκαιρινούς μήνες προερχόμενα από την Αφρική και την Ασία για να φωλιάσει. Έχει ευρεία κατανομή, το συναντάται σε όλη σχεδόν την ηπειρωτική Ελλάδα, αλλά και σε ένα μεγάλο μέρος της νησιωτικής [1].



Εικόνα 8 - Φωτογραφία *Emberiza citrulus*

### Αναπαραγωγή - Διατροφή

Το σιρλοτσιχλονο αναπαράγεται συνήθως σε υψόμετρο 1500μ. Το θηλυκό χτίζει τη φωλιά σε σχήμα κούπας, με χόρτα, τρίχες και πούπουλα και γεννάει 2 -3 φορές το χρόνο από 3 -4 αυγά. Η εκκόλαψη τους διαρκεί 11- 13 μέρες. Οι νεοσσοί ανατρέφονται και από τους δύο γονείς κ πετούν μετά από περίπου 2 εβδομάδες (Sterry, 2000)

Το καλοκαίρι τρέφεται με κυρίως με ασπόνδυλα (π.χ. ακρίδες, τζιτζίκια) με τα οποία ταΐζει και τους νεοσσούς. Το χειμώνα τρέφεται με μικρούς σπόρους από διαχειμασμένες καλαμιές και τεμάχια που βρίσκονται σε αγρανάπαυση ή με αποθέματα σιταριού. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα συνηθίζουν να διαχειμάζουν και να τρέφονται κατά σμήνη (Hume, 2002).



Εικόνα 9 - Φωτογραφία αυγών *Emberiza cirrus*

### 1.3.4 *Erithacus rubecula* – Κοκκινολαίμη

Πίνακας 4 - Συστηματική Ταξινόμηση *Erithacus rubecula*

Βασίλειο:	Animalia
Συνομοταξία:	Chordata
Ομοταξία:	Aves
Τάξη:	Passeriformes
Οικογένεια:	Muscicapidae
Γένος:	Erithacus
Είδος:	<i>E. rubecula</i>

#### Περιγραφή

Ο Κοκκινολαίμη σχετίζεται στενά με τον Ιαπωνικό κοκκινολαίμη (*E. akahige*) και τον Κοκκινολαίμη Ryukyu (*E. komadori*). Είναι πολύ κοινό πουλί, ευρύτατα διαδεδομένο σε πολλές περιοχές σε όλο τον κόσμο. Είναι μικρό είδος σπουργιτιού, με μέγεθος 14 εκατοστά ενώ το άνοιγμα των φτερών του φτάνει τα 21



Εικόνα 10 - Φωτογραφία *Erithacus rubecula*



εκατοστά (Jonsson, 1992).

Αναγνωρίζεται αμέσως από το πορτοκαλί - κόκκινο στήθος του. Άλλα χαρακτηριστικά αυτού του πουλιού είναι το μικρό και μαύρο ράμφος του, το γκρι - μπλε χρώμα στον λαιμό και στήθος και το λαδί χρώμα στο κάτω μέρος του σώματός του. Όταν έχει κρύο ο Κοκκινολαίμης τυλίγεται στα φτερά του και μοιάζει έτσι να είναι μεγαλύτερος και πιο στρογγυλός. Στα έφηβα πουλιά υπάρχει και μια χαρακτηριστική κίτρινη λωρίδα στα φτερά τους (Sterry, 2000).



Εικόνα 11 - Φωτογραφία *Erithacus rubecula*

### Βιότοποι – Γεωγραφική Κατανομή

Ο Κοκκινολαίμης συναντάται σε μια ποικιλία περιοχών αλλά αναζητά πυκνά δέντρα για να αναπαραχθεί και ανοιχτές περιοχές για να βρει τροφή (π.χ. δάση, ανοιχτά δάση, πάρκα με θάμνους). Το πουλί αυτό έχει μεγάλο γεωγραφικό εύρος, το μέγεθος του οποίου δεν είναι ακόμα γνωστό. Αυτό που είναι γνωστό είναι ότι συναντάται στο Ηνωμένο Βασίλειο και τη δυτική Ευρώπη και μπορεί να φτάσει ανατολικά μέχρι την κεντρική Σιβηρία. Το εύρος του στην Αφρική υπολογίζεται γύρω στα 900.000 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Στην Ευρώπη υπολογίζεται ότι ζουν

87.000.000 με 170.000.000 άτομα (Mullarney et al, 1999). Οι Κοκκινολαιμήδες ζουν και στην κεντρική Ελλάδα και τα αναπαραγωγικά ζεύγη μπορεί να ξεπερνούν και τα 30.000. Είναι κοινά, ευρέως διαδεδομένα πουλιά και πολύ κοινοί χειμερινοί επισκέπτες (Handrinos and Akriotis, 1997). Τα άτομα της βόρειας και ανατολικής Ευρώπης μπορεί να μεταναστεύσουν σε θερμότερα κλίματα και οι χειμερινοί ελληνικοί πληθυσμοί ξεπερνούν σε μεγάλο βαθμό τους μόνιμους πληθυσμούς. Έχει σημειωθεί ότι στην Ελλάδα εντοπίστηκαν πουλιά από την Φινλανδία, τη Σουηδία, τη Δανία και άλλες χώρες της βόρειας Ευρώπης.

### Αναπαραγωγή - Διατροφή

Το είδος αυτό γεννάει δυο φορές κατά την αναπαραγωγική περίοδο (Απρίλιος με Αύγουστος) από τέσσερα μέχρι έξι αυγά. Φτιάχνει τις φωλιές του από φύλλα και κλαδάκια σε φράχτες ή θάμνους. Μία μελέτη στο Antwerp του Βελγίου έδειξε ότι η πιθανότητα αναπαραγωγής είναι δύο έως και τέσσερις φορές μεγαλύτερη σε μόνιμους πληθυσμούς παρά σε μεταναστευτικά πουλιά (Sterry, 2000). Ο Κοκκινολαιμής τρέφεται με ελιές, σκουλήκια, ασπόνδυλα, μαλακά φρούτα και καρπούς (Hume, 2002).



Εικόνα 12 - Φωτογραφία αυγών *Erithacus rubecula*

1.3.5 *Fringilla coelebs* – Σπίνος

Πίνακας 5 · Συστηματική Ταξινόμηση *Fringilla coelebs*

Βασίλειο:	Animalia
Συνομοταξία:	Chordata
Ομοταξία:	Aves
Τάξη:	Passeriformes
Οικογένεια:	Fringillidae
Γένος:	Fringilla
Είδος:	F. coelebs

Μια από τις πιο δημοφιλείς σπιζες όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά και στην Ευρώπη, είναι ο σπίνος. Τον φωνάζουν και "σπουργίτι του δάσους", ενώ άλλες ονομασίες του στην Ελλάδα είναι Λιαράς, Τσιώνα, Τσόνος και Χιονίτσι, γιατί λέγεται ότι με το επίμονό του κελάηδημα προαναγγέλλει τον ερχομό του χιονιού.



Εικόνα 13 · Φωτογραφία *Fringilla coelebs*

## Περιγραφή

Είναι εύκολα αναγνωρίσιμος μιας και έχει το μέγεθος σπουργιτιού, αλλά είναι ελαφρώς λεπτότερος και με πιο μακριά και ψαλιδωτή ουρά. Το μέγεθός του φτάνει τα 14-16 εκατοστά. Έχει κομψό παράστημα, πολύ όμορφο φτέρωμα με λαμπερά χρώματα. Το ενήλικο αρσενικό έχει γκριζογάλανη κορώνα και σβέρκο, καστανοκόκκινο μανδύα, τα πλαϊνά του κεφαλιού και το στήθος έχουν ένα ροδοκανελλί χρώμα (Sterry, 2000). Οι φτερούγες του έχουν διπλή λευκή ρίγα, λευκά πλαϊνά ουράς και γκριζοπράσινο ουροπύγιο. Το θηλυκό έχει ελαφρώς θαμπότερα χρώματα. Είναι γκριζοπράσινο από πάνω με ελαφριά καφετιά απόχρωση, έχει πιο στενές ρίγες στις φτερούγες, ενώ η κοιλιά του έχει ωχρό, γκρι - λευκό, χωρίς σημάδια φτέρωμα (Jonsson, 1992).

## Βιότοποι – Γεωγραφική Κατανομή

Είναι ένα πολυάριθμο και ευρύτατα διαδεδομένο ωδικό πουλί που ενδημεί στην Ελλάδα αλλά και σε όλη την Ευρώπη, την Τουρκία και την Ασία. Το χειμώνα η χώρα μας δέχεται και άφθονους χειμερινούς επισκέπτες του είδους από τις πιο παγωμένες βόρειες χώρες. Την άνοιξη αναχωρούν πάλι και επιστρέφουν στον τόπο από όπου προήλθαν, προκειμένου να ετοιμαστούν για την αναπαραγωγή (Handrinos and Akriotis, 1997).



Εικόνα 14 - Φωτογραφία *Frigilla coelebs*



Ο Κοινός Σπίνος ζει και αναπαράγεται μέσα σε πόλεις, σε πάρκα, σε κήπους και ελαιώνες, σε αραιά δάση όλων των τύπων με θαμνώδεις εκτάσεις, σε αμπελώνες, σε καλλιέργειες, αλλά και σε υγρότοπους. Θεωρείται από τα χρήσιμα πουλιά διότι τρώει πολλά έντομα τα οποία καταστρέφουν τις καλλιέργειες [1].

### Αναπαραγωγή – Διατροφή

Αναπαράγεται συνήθως κατά τους ανοιξιάτικους μήνες γεννώντας 2 φορές τον χρόνο από 3-5 αυγά τα οποία και επωάζει για 12-14 ημέρες. Επιλέγει να χτίσει τη φωλιά του σε διχάλες δέντρων σε τέτοιο σημείο που να μην εύκολα ορατό από τους εχθρούς του (Sterry, 2000). Για τον λόγο αυτό προσπαθεί να καμουφλάρει την ανοιχτή καλαθόσχημη φωλιά του εξωτερικά με βρύα και λειχήνες προκειμένου να αποφύγει τη επίθεση από τα ιπτάμενα αρπαχτικά όπως γεράκια, αλλά και από ζώα όπως γάτες, φίδια και ποντίκια. Οι νεοσσοί "απογαλακτίζονται" σε ένα μήνα περίπου.

Η διατροφή του περιλαμβάνει σπόρους, διάφορα έντομα, αλλά δείχνει και σαφή προτίμηση σε φρούτα και λαχανικά (Hume, 2002).



Εικόνα 15 - Φωτογραφία αυγών *Frigilla coelebs*

1.3.6 *Galerida cristata* – Κατσουλιέρης

Πίνακας 6 · Συστηματική Ταξινόμηση *Galerida cristata*

Βασίλειο:	Animalia
Συνομοταξία:	Chordata
Ομοταξία:	Aves
Τάξη:	Passeriformes
Οικογένεια:	Alaudidae
Γένος:	Galerida
Είδος:	G. cristata

Από τα πιο διαδεδομένα είδη κορυδαλλών, στενός συγγενής με την σταρήθρα και είναι ένα χαρακτηριστικό πουλί της ελληνικής υπαίθρου.



Εικόνα 16 · Φωτογραφία *Galerida cristata*

## Περιγραφή

Ο Κατσουλιέρης παρουσιάζει όλα τα χαρακτηριστικά της οικογένειας των *Κορυδαλλών Alaudidae*. Είναι μικρόσωμος και το μέγεθός του κυμαίνεται από 17-19 εκατοστά. Έχει γκρι - καστανό φτέρωμα, ελαφρώς σκουρότερο από την σταρήθρα στην πλάτη, ενώ στο στήθος έχει το χρώμα της άμμου με διάχυτες σκοτεινές ραβδώσεις. Η κοιλιά παραμένει ανοιχτόχρωμη. Κατά την πτήση διακρίνεται στο κάτω μέρος της φτερούγας φτέρωμα στο χρώμα της σκουριάς. Το ράμφος είναι μακρύ και μυτερό και η ουρά του κοντή, ενώ οι φτερούγες του είναι μακριές και μυτερές (Sterry, 2000). Στο πίσω δάχτυλο των ποδιών του έχει ένα μακρύ νύχι, με διπλάσιο μέγεθος από το δάχτυλό του, που τον διευκολύνει να περπατά στο έδαφος, καθώς πρόκειται για εδαφόβιο πουλί. Χαρακτηριστικό είναι το μακρύ, μυτερό σαν καρφί λοφίο του, που προεξέχει από την κορόνα του και τον καθιστά ευδιάκριτο σε σχέση με τα άλλα πουλιά (Jonsson, 1992).



Εικόνα 17 - Φωτογραφία *Galerida cristata*



### Βιώτοποι – Γεωγραφική Κατανομή

Ο κατσουλιέρης κάνει αισθητή την παρουσία του όπου υπάρχουν χέρσα εδάφη, βοσκότοποι, καλλιέργειες. Συναντάται συχνά σε νησιά, σε βραχονησίδες, αλλά ακόμα και κοντά σε συνοικισμούς, σε αλάνες κοντά σε πόλεις, δίπλα σε ράγες τρένου, σε λιμάνια, ακόμα σε αμμόλοφους και σε αλμυρόβαλτους (Mullarney et al, 1999).

Στην Ελλάδα έχουν καταγραφεί μεγάλοι πληθυσμοί στην Λίμνη Βεγορίτιδα, στην Λίμνη Κερκίνη, στον Ευρώτα αλλά και τον Αξιό ποταμό, στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας, στην Κρήτη και σε πολλά άλλα μεγάλα νησιά (Handrinos and Akriotis, 1997). Είναι επιδημητικό που συναντάται όμως, πέρα από την ελληνική ύπαιθρο και σε μεγάλους πληθυσμούς στην Κύπρο, την Ευρώπη, την Ασία και την Βόρεια Αφρική. Η Ευρωπαϊκή του ονομασία είναι Crested lark, ενώ στην Κύπρο είναι γνωστός με το όνομα Σκορταλλός.



Εικόνα 18 - Φωτογραφία αυγών *Galerida cristata*



### Αναπαραγωγή - Διατροφή

Ο Κατσουλιέρης τρώει σπόρους και έντομα που βρίσκει στα πεδινά, χορταριασμένα ή ξερά εδάφη όπου συχνάζει (Hume, 2002). Φτιάχνει τη φωλιά του στο έδαφος. Γεννάει δύο φορές το χρόνο, Απρίλιο έως Ιούνιο, από 3-5 αυγά με καφετιές κηλίδες που κλωσάει το θηλυκό επί 12-13 μέρες. Την περιποίηση των νεοσσών αναλαμβάνουν και οι δύο γονείς ενώ τα μικρά πετούν μετά 13-15 μέρες ζωής (Sterry, 2000). Οι φυσικοί του εχθροί είναι άλλα αρπακτικά πουλιά, καθώς και μικρά σαρκοφάγα θηλαστικά. Το προσδόκιμο ζωής τους αγγίζει τα 25 με 30 χρόνια.

### 1.3.7 *Miliaria calandra* – Τσιφτάς

*Πίνακας 7 · Συστηματική Ταξινόμηση Miliaria calandra*

Βασίλειο:	Animalia
Συνομοταξία:	Chordata
Ομοταξία:	Aves
Τάξη:	Passeriformes
Οικογένεια:	Emberizidae
Γένος:	Miliaria/Emberiza
Είδος:	M. calandra

Ο τσιφτάς είναι ένα πουλί τύπου σπουργιτιού, που ανήκει στην οικογένεια Emberezidae, την οποία πλέον πολλοί πλέον επιστήμονες διαχωρίζουν από την οικογένεια κυρίως σπίνων, Fringillidae. Είναι το μόνο που ανήκει στο γένος Miliaria, παρόλο που σε πολλές περιπτώσεις συμπεριλαμβάνεται στο γένος Emberiza (Jonsson, 1992).



*Εικόνα 19 · Φωτογραφία Miliaria calandra*

## Περιγραφή

Ο τσιφτάς μοιάζει πολύ με το θηλυκό σπουργίτι. Η βασική του ιδιαιτερότητα είναι ότι τα δύο φύλλα τείνουν να φαίνονται όμοια, παρόλο που το αρσενικό είναι 20% μεγαλύτερο από το θηλυκό. Το σώμα του έχει μήκος 16 – 19cm και στο πάνω και στο κάτω μέρος του, έχει καστανό φτέρωμα με ραβδώσεις γκρι - καφέ. Το ράμφος, όπως και τα πόδια του, είναι κιτρινωπά και η κοιλιακή του χώρα υπόλευκη. Και το αρσενικό και το θηλυκό έχουν τον ίδιο χρωματισμό. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του είναι ότι συχνά κρέμονται τα πόδια του όταν πετάει (Sterry, 2000).

## Βιότοποι – Γεωγραφική Κατανομή

Συναντάται σε ολόκληρη τη νότια και κεντρική Ευρώπη, τη Βόρεια Αφρική και στην Ασία μέχρι το Καζακστάν. Διαμένει συνήθως σε σταθερό μέρος, αλλά σε μερικές περιπτώσεις, τον χειμώνα, μεταναστεύει από πιο κρύες περιοχές της κεντρικής Ευρώπης και της Ασίας προς το νότο [1]. Φωλιάζει στην ηπειρωτική Ελλάδα και στα περισσότερα από τα νησιά του Αιγαίου και του Ιονίου.



Εικόνα 20 - Φωτογραφία *Miliaria calandra*

Παρατηρείται σε αγροτικές περιοχές με φυτοφράχτες, αραιούς θάμνους και χαμηλά δέντρα, όπως κοντά σε υγροτόπους. Συνήθως, κατά τη διάρκεια της μέρας, βρίσκονται σε μεγάλα κοπάδια στα χωράφια, ενώ το απόγευμα συγκεντρώνονται για να κουρνιάσουν σε καλαμιώνες (Handrinos and Akriotis, 1997).

#### Αναπαραγωγή – Διατροφή

Γεννά στο έδαφος ανάμεσα στη βλάστηση, 2-3 φορές το χρόνο, από 3-5 αυγά που εκκολάπτει το θηλυκό για 12-13 μέρες. Άλλοτε εμφανίζεται μονογαμικός και άλλοτε το αρσενικό μπορεί να ζευγαρώσει μέχρι και με 7 θηλυκά, και το θηλυκό αντίστοιχα (Sterry, 2000). Η αναλογία φύλου πληθυσμός είναι γενικά 1:1, γεγονός που σημαίνει κάποια αρσενικά παραμένουν παρθένα κατά τη διάρκεια μιας σεζόν. Τα αρσενικά παίζουν μικρό μόνο ρόλο στη περιποίηση των νεοσσών. Δεν συμμετέχουν στην οικοδόμηση της φωλιάς ή στην επώαση. Παίρνουν μέρος στη διατροφή τους αλλά μόνο όταν έχουν ολοκληρώσει το ήμισυ της ανάπτυξής τους. Τρέφεται με έντομα όταν είναι νεαρό και αργότερα διαφόρων ειδών σπόρους (Hume, 2002).



Εικόνα 21 - Φωτογραφία αυγών *Miliaria calandra*

1.3.8 Parus caeruleus – Γαλαζοπαπαδίτσα

Πίνακας 8 - Συστηματική Ταξινόμηση Parus caeruleus

Βασίλειο:	Animalia
Συνομοταξία:	Chordata
Ομοταξία:	Aves
Τάξη:	Passeriformes
Οικογένεια:	Paridae
Γένος:	Parus / Cyanistes
Είδος:	P. caeruleus

Περιγραφή

Σε όλον τον κόσμο υπάρχουν 45 είδη πουλιών που ανήκουν στο γένος Parus. Η Γαλαζοπαπαδίτσα έχει έντονο μπλε σκούφο, μαύρη λωρίδα στο μάτι, λευκά μάγουλα, πρασινωπό ή γαλάζιο άνω μέρος σώματος και κίτρινο κάτω μέρος



Εικόνα 22 - Φωτογραφία Parus caeruleus



σώματος. Συχνά έχει μια λεπτή σκούρα κεντρική λωρίδα κατά μήκος της κοιλιάς της. Κατά την πτήση φαίνονται οι λευκές ραβδώσεις στα γαλάζια της φτερά. Είναι μικρό πουλί, με μήκος 10-12 εκατοστά μήκος και ζυγίζει 9-12 γραμμάρια (Sterry, 2000). Το θηλυκό είναι πιο ανοιχτόχρωμο από το αρσενικό αλλά κατά τα άλλα είναι παρόμοια. Το νεαρό πουλί έχει ανοιχτόχρωμο κιτρινόγκριζο σκούφο ο οποίος γίνεται πρασινωπός και αργότερα γαλάζιος (Jonsson, 1992).



Εικόνα 23 - Φωτογραφία *Parus caeruleus*

### Βιότοποι – Γεωγραφική Κατανομή

Οι Γαλαζοπαπαδίτσες έχουν διασκορπισμένους μόνιμους πληθυσμούς στις περισσότερες περιοχές της Ευρώπης, που αποτελεί περισσότερο από το 75% του παγκόσμιου εύρους κατανομής τους. Τα πουλιά που ζουν σε μεγάλο υψόμετρο κατεβαίνουν χαμηλότερα το χειμώνα. Ο Ευρωπαϊκός πληθυσμός είναι μεγάλος και υπολογίζεται σε πάνω από 20 εκατομμύρια ζεύγη [1]. Στην Ελλάδα ο πληθυσμός υπολογίζεται μεταξύ 1 με 5 εκατομμύρια άτομα.

Ζουν σε φυλλοβόλα δάση, χωράφια, πάρκα, και κήπους. Το φθινόπωρο μπορεί να βρεθούν σε θαμνότοπους και το χειμώνα σε ειδικές εγκαταστάσεις για πουλιά.



Κατά μήκος της Ευρώπης οι υψηλότερες πυκνότητες των πληθυσμών τους είναι σε περιοχές με οξιές (Handrinos and Akriotis, 1997).

Οι περισσότεροι πληθυσμοί είναι μόνιμοι στις περιοχές τους, εκτός από εκείνους των βορειότερων περιοχών οι οποίοι μεταναστεύουν νοτιότερα κατά τη διάρκεια του Σεπτεμβρίου και του Οκτωβρίου. Άλλοι πληθυσμοί μεταναστεύουν από ψηλότερα σε χαμηλότερα υψόμετρα (Mullarney et al, 1999).

### Αναπαραγωγή - Διατροφή

Οι Γαλαζοπαπαδίτσες φωλιάζουν σε τρύπες σε δέντρα και τοίχους αλλά και σε τεχνητές φωλιές. Το θηλυκό φτιάχνει μια φωλιά από βρύα, γρασίδι και φτερά. Αναπαράγονται τον Απρίλιο και τον Μάιο. Γεννούν μια φορά από 6 μέχρι και 16 αυγά τα οποία εκκολάπτονται από το θηλυκό για περίπου 2 εβδομάδες. Στη νότια Ευρώπη γεννούν δυο φορές. Και το αρσενικό και το θηλυκό ταΐζουν τα μικρά τους μέχρι να είναι ικανά να πετάξουν σε 18-20 ημέρες.

Η διατροφή της Γαλαζοπαπαδίτσας αποτελείται κυρίως από αυγά εντόμων, και αράχνες, καρπούς και μούρα. Ταΐζουν τα μικρά τους με κάμπιες.



Εικόνα 24 - Φωτογραφία αυγών *Parus caeruleus*

1.3.9 Parus major – Καλόγερος

Πίνακας 9 - Συστηματική Ταξινόμηση Parus major

Βασίλειο:	Animalia
Συνομοταξία:	Chordata
Ομοταξία:	Aves
Τάξη:	Passeriformes
Οικογένεια:	Paridae
Γένος:	Parus
Είδος:	P. major

Ο Καλόγερος είναι γνωστός στην Κύπρο με την ονομασία Τσαγκαρούδι και Γιαννίτσαρος, στην υπόλοιπη Ελλάδα με τις ονομασίες Καλογρίδι, Παπάς, Μελισσοφαγάκι, Μελισσοργούδα, Σισίνα, Στεφανούδι, αλλά και στην Ευρώπη με το όνομα Great Tit.



Εικόνα 25 - Φωτογραφία Parus major

## Περιγραφή

Είναι ένα μικρόσωμο πουλί το μέγεθος του οποίου κυμαίνεται από 13,5 - 15 εκατοστά, λίγο στρουμπυλό, με κοντό ράμφος. Γίνεται εύκολα αναγνωρίσιμος από το κατάμαυρο γυαλιστερό κεφάλι, τα κατάλευκα σημάδια στα μάγουλα, την κατακίτρινη κοιλιά του που την χωρίζει μια μαύρη, κάθετη, φαρδιά λωρίδα, την λαδοπράσινη πλάτη και τα γκριζογάλανα φτερά του με την στενή λευκή διακριτική λωρίδα (Jonsson, 1992). Στα φτερά της ουράς εν ώρα πτήσης διακρίνονται οι δυο λευκές άκρες. Τα γένη δεν διαφέρουν ουσιαστικά παρά μόνο από την πιο απαλή απόχρωση του κίτρινου στην κοιλιά του θηλυκού και την ακανόνιστη ή πιο συχνά στενότερη μαύρη ζώνη. Το δε ανήλικο ξεχωρίζει από το καφετί κεφάλι, το κιτρινωπό μπάλωμα στα μάγουλα, και την ασχημάτιστη μαύρη λωρίδα. Το ράμφος αν και μικρό δείχνει αρκετά στιβαρό ενώ τα πόδια είναι πολύ γεροδεμένα (Sterry, 2000).



Εικόνα 26 - Φωτογραφία *Parus major*

## Βιώτοποι – Γεωγραφική

Πρόκειται για ένα επιδημητικό είδος παπαδίτσας που συναντάται ευρέως όχι μόνο στην Ελλάδα και την Κύπρο, αλλά και σε όλη την Ευρώπη, την Σκανδιναβία, την Τουρκία, την Κεντρική και Νοτιοανατολική Ασία, την Ινδία, μέχρι και τα βόρεια παράλια της Αφρικής. Τον χειμώνα τους παρατηρούμε να συγκεντρώνονται συχνά σε ανάμικτες ομάδες (Mullarney et al, 1999).

Σαν φυσικός του βιότοπος θεωρούνται όλες οι δασικές εκτάσεις ανεξαιρέτως του τύπου δέντρων που περιλαμβάνουν, τα πάρκα, τα αλούλλια, οι κήποι. Εμφανίζονται ακόμα και σε οικισμούς και πολλοί αναφέρουν ότι δεν διστάζουν να ανοίξουν με το ράμφος τους ακόμα και τα μπουκάλια με το γάλα που αφήνει στις βόρειες χώρες ο γαλατάς, προκειμένου να τραφούν. Είναι τόσο ευπροσάρμοστα πουλιά που μπορούν να φωλιάσουν οπουδήποτε [1]. Εκτός από τις τρύπες δέντρων, αρέσκεται να φωλιάζει και σε τεχνητές φωλιές, αλλά δεν διστάζει να χρησιμοποιήσει και οποιοδήποτε διαθέσιμο χώρο με στενή είσοδο. Γραμματοκιβώτια, κονσερβοκούτια, εξαεριστήρες, στάμνες, ακόμα και κρεμασμένα ρούχα μπορούν να μετατραπούν με μεγάλη ευκολία σε μια φωλιά για να στεγάσει την οικογένειά του. Ακόμα και στην Ελλάδα θεωρούνται οι κατ' εξοχήν χρήστες των τεχνητών φωλιών (Handrinos and Akriotis, 1997).



Εικόνα 27 - Φωτογραφία *Parus major*



### Αναπαραγωγή - Διατροφή

Κατά την αναπαραγωγική περίοδο επενδύει την φωλιά του με μαλακά υλικά όπως μαλλί, τρίχες, βρύα κτλ. Είναι συνηθισμένο φαινόμενο να γεννούν μεγάλο αριθμό αυγών, αλλά τα 7-8 αυγά θεωρείται φυσιολογικός αριθμός. Τα αυγά είναι λευκού χρώματος με ελαφρές κόκκινες κηλίδες (Sterry, 2000).

Κατά την διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου προτιμά να τρέφεται με έντομα, ζώφια και προνύμφες εντόμων για να εξασφαλίσει την πρωτεϊνούχα τροφή που έχουν ανάγκη ο νεοσσοί του. Η διατροφή του συμπεριλαμβάνει όπως και μια ποικιλία σπόρων και καρπών από τα οπωροφόρα δέντρα. Διάφορες έρευνες έδειξαν ότι σαν εντομοφάγο πουλί ο καλόγερος, θεωρείται ιδιαίτερα χρήσιμο πουλί στις καλλιέργειες μιας και απαλλάσσει τα δέντρα από τα βλαβερά παράσιτα (Hume, 2002).

### 1.3.10 *Phylloscopus collybita* – Δενδροφυλλοσκόπος

*Πίνακας 10 · Συστηματική Ταξινόμηση Phylloscopus collybita*

Βασίλειο:	Animalia
Συνομοταξία:	Chordata
Ομοταξία:	Aves
Τάξη:	Passeriformes
Οικογένεια:	Motacillidae
Γένος:	Phylloscopus
Είδος:	P. collybita

#### Περιγραφή

Ο Δενδροφυλλοσκόπος είναι μικρού μεγέθους, 10 – 12 cm. Το αρσενικό ζυγίζει 7-8 γραμμάρια και το θηλυκό 6 – 7 γραμμάρια. Έχει μαυρωπά πόδια και αμυδρό φρύδι, ράχη ελαιοκάστανου χρώματος, κάτω μέρος υπόλευκο με απαλή κιτρινωπή απόχρωση (Jonsson, 1992). Οι νεοσσοί έχουν πιο έντονο καφέ χρώμα στη ράχη τους και το κάτω μέρος τους είναι κίτρινο και λευκό, το οποίο όμως χάνεται σταδιακά καθώς αναπτύσσονται τα φτερά τους.



*Εικόνα 28 · Φωτογραφία Phylloscopus collybita*



Λόγω της μεγάλης γεωγραφικής εξάπλωσής του, έχει διαφοροποιηθεί σε αρκετά υποείδη, πολλά από τα οποία, έχουν αναγνωριστεί πια σαν ξεχωριστά είδη (Sterry, 2000).

### **Βιότοποι – Γεωγραφική Κατανομή**

Συναντάται σε όλη την Ευρώπη και την Ασία μέχρι τη Σιβηρία. Υπάρχουν, βέβαια και απομονωμένοι πληθυσμοί στη βόρεια Αφρική. Είναι μεταναστευτικό αλλά επιστρέφει στις περιοχές αναπαραγωγής του την άνοιξη ή μέχρι το τέλος του φθινόπωρου. Στην Ελλάδα παρατηρείται μόνο στα βόρεια και κυρίως στις ορεινές περιοχές (Handrinos and Akriotis, 1997).

Κατά τη θερινή περίοδο επιλέγει περιοχές με ψηλά δέντρα (5 μέτρα) και περιοχές με χαμηλή βλάστηση. Τη χειμερινή περίοδο επιλέγει ένα ευρύτερο φάσμα ενδιαιτημάτων, συμπεριλαμβανομένων και των θαμνότοπων και περιοχών κοντά σε νερό, χωρίς να είναι τόσο εξαρτημένος από δενδρώδεις εκτάσεις (Mullarney et al, 1999).



*Εικόνα 29 · Φωτογραφία Phylloscopus collybita*

### Αναπαραγωγή – Διατροφή

Αναπαράγεται συνήθως σε ανοιχτά δάση με ψηλά δέντρα και ξέφωτα. Η φωλιά του είναι χτισμένη πάνω ή κοντά στο έδαφος σε μη εμφανή τοποθεσία σε πυκνή χαμηλή βλάστηση (βάτα, τσουκνίδες κα). Η φωλιά έχει και δευτερεύουσα είσοδο και είναι κατασκευασμένη από χοντρό φυτικό υλικό, όπως νεκρά φύλλα και χόρτα, ενώ λεπτότερο υλικό χρησιμοποιείται στο εσωτερικό, πριν από την προσθήκη μιας επένδυσης των φτερών. Γεννάει περίπου 5-6 λευκά αυγά με σκούρα στίγματα. Το θηλυκό αναλαμβάνει το εκκόλαψη των αυγών επί 13 μέρες αλλά και τη φροντίδα των νεοσσών, μέχρι να πετάξουν. Τα νεαρά πετούν μετά από περίπου δύο εβδομάδες (Sterry, 2000).



Εικόνα 30 - Φωτογραφία αυγών *Phylloscopus collybita*

Ο δενδροφυλλοσκόπος έχει καταγραφεί ως εντομοφάγο. Τρέφεται με ποικιλία διαφορετικών ενήλικων εντόμων, κυρίως μύγες, αλλά και με νύμφες. Έχει εκτιμηθεί ότι χρειάζονται περίπου το ένα τρίτο του βάρους του σε έντομα καθημερινά, και τρέφεται σχεδόν συνεχώς το φθινόπωρο να θέσει για το επιπλέον λίπος ως καύσιμο για τη μεγάλη πτήση της μετανάστευσης (Hume, 2002).

### 1.3.11 Troglodytes troglodytes – Τρυποφράχτης

Πίνακας 11 · Συστηματική Ταξινόμηση *Troglodytes troglodytes*

Βασίλειο:	Animalia
Συνομοταξία:	Chordata
Ομοταξία:	Aves
Τάξη:	Passeriformes
Οικογένεια:	Troglodidae
Γένος:	Troglodytes
Είδος:	T. troglodytes

Ο Τρυποφράχτης είναι ένα από το πιο μικρόσωμα στρουθιόμορφα πουλιά της χώρας μας που είναι γνωστό και σε όλη την Ευρώπη. Η Ευρωπαϊκή του ονομασία είναι Wren, ενώ στην Κύπρο είναι γνωστός με το όνομα Τρυποκάρυδος.



Εικόνα 31 · Φωτογραφία *Troglodytes troglodytes*



## Περιγραφή

Πρόκειται για ένα τα πιο μικροκαμωμένα πουλιά που το μέγεθός του κυμαίνεται 9 - 10,5 εκατοστά, ενώ το συνολικό του βάρος δεν ξεπερνάει τα 9 γραμμάρια. Χαρακτηριστική είναι η ασυνήθιστα κοντή ουρά του την οποία κρατά και συχνά όρθια και την κουνά σπασμωδικά (Jonsson, 1992). Επίσης, έχει πολύ κοντό λαιμό. Ο χρωματισμός του πτερώματός του είναι ίδιος και για τα δύο φύλα και είναι καστανοκόκκινος στο κεφάλι, τον μανδύα και την πλάτη και καστανόλευκος στο στήθος και την κοιλιά, με διάχυτες γραμμώσεις. Το καφετί ράμφος του είναι μακρύ, μυτερό και ελαφρώς κυρτό. Πάνω από τα μαύρα μάτια του διακρίνεται ένα ανοιχτόχρωμο μπεζ φρύδι (Sterry, 2000).



Εικόνα 32 - Φωτογραφία *Troglodytes troglodytes*

## Βιότοποι – Γεωγραφική Κατανομή

Ο τρυποφράχτης συναντάται όχι μόνο σε όλη την Ευρώπη, αλλά και στην Τουρκία, τα παράλια της Β. Αφρικής, την Ιαπωνία, την Β. Αμερική. Στην χώρα μας είναι ενδημικό πουλί, αλλά στην Β. Ευρώπη είναι μεταναστευτικό [1]. Τους ανοιξιάτικους και καλοκαιρινούς μήνες προτιμά τα δροσερά δάση, τις πυκνές θαμνώδεις εκτάσεις, τις ρεματιές, ενώ τους χειμωνιάτικους μήνες εξαπλώνεται σε

πάρκα, ελαιώνες, βάτα, χαμόκλαδα, φυτοφράκτες και αγροκτήματα (Handrinos and Akriotis, 1997).



Εικόνα 33 · Φωτογραφία αυγών *Troglodytes troglodytes*

### Αναπαραγωγή - Διατροφή

Είναι από τα σπάνια είδη πουλιών που προκειμένου να σαγηνεύσει το ταίρι του κατασκευάζει τουλάχιστον 6-7 φωλιές για να επιλέξει το θηλυκό την κατάλληλη φωλιά. Η κάθε φωλιά δεν είναι απλώς θολωτή, αλλά έχει και στέγη. Φωλιάζει σε ρωγμές τοίχων ή βράχων, σε κορμούς δέντρων, ή σε γωνιές κτιρίων ακόμα σε πυκνούς θάμνους. Το εξωτερικό της φωλιάς είναι κατασκευασμένο με χόρτα, βρύα και λειχήνες, ενώ το εσωτερικό της φωλιάς επενδύεται από το θηλυκό με απαλά υλικά όπως πούπουλα, αφού πρώτα επιλέξει την φωλιά που προτιμά. Εκεί εναποθέτει από 5-6 ανοιχτόχρωμα με κηλίδες αυγά, τα οποία και επωάζει για 12-14 μέρες. Σε μερικά μέρη οι τρυποφράκτες θεωρούνται μονογαμικά πουλιά, ενώ σε άλλα ζευγαρώνουν ταυτόχρονα ακόμα και με 4 θηλυκά (Sterry, 2000). Είναι κατεξοχήν εντομοφάγο πουλί και την τροφή του αποτελούν παράσιτα, ιπτάμενα έντομα, αράχνες και προνύμφες εντόμων (Hume, 2002).



1.3.12 *Turdus philomelos* – Τσίχλα

Πίνακας 12 · Συστηματική Ταξινόμηση *Turdus philomelos*

Βασίλειο:	Animalia
Συνομοταξία:	Chordata
Ομοταξία:	Aves
Τάξη:	Passeriformes
Οικογένεια:	Turdidae
Γένος:	Turdus
Είδος:	T. philomelos

Περιγραφή

Πρόκειται για μικρού μεγέθους πτηνό του οποίου το μήκος κυμαίνεται 20 – 23,5 cm και το βάρος της 50 – 107 cm. Έχει καστανόχρωμη ράχη, ενώ το στήθος και τα πλευρά της έχουν υπόλευκο χρώμα, διάστικτο με μικρές μαύρες κηλίδες και πυκνό φτέρωμα. Το μήκος της ουράς της φθάνει περίπου τα 9cm. Τα μάτια της είναι σχετικά μεγάλα, ενώ τα πόδια είναι κοκκινοκάστανου χρώματος (Jonsson, 1992).



Εικόνα 34 · Φωτογραφία *Turdus philomelos*

### Βιότοποι – Γεωγραφική Κατανομή

Είναι δυνατόν να ζει οπουδήποτε υπάρχουν δέντρα ή θάμνοι που να συνοδεύονται με ανοιχτές χορτολιβαδικές εκτάσεις, στρώματα με ξερά φύλλα κάτω από τα δέντρα ή υγρό έδαφος εφοδιασμένο με ασπόνδυλα και άλλους ζωικούς οργανισμούς που αποτελούν την τροφή της. Βασικά είναι πουλί του δάσους. Απαιτεί επαρκή αναγέννηση και χαμηλή βλάστηση (Mullarney et al, 1999). Η μοντέρνα εκμετάλλευση των γεωργικών εκτάσεων, η βιομηχανική εκμετάλλευση και οι αστικές χρήσεις της γης, την έχουν οδηγήσει ιδίως στη δυτική Ευρώπη, σε μικρά δάση, πάρκα, φυσικούς φράχτες, πλευρές δρόμων, κήπους, και αλούλλια εντός των πόλεων.

Περισσότερο ενδημικό στις νότιες και δυτικές περιοχές, αλλά οι βορειότεροι πληθυσμοί είναι μερικώς ή ολικά μεταναστευτικοί. Τα περισσότερα άτομα



Εικόνα 35 - Φωτογραφία *Turdus philomelos*

μετακινούνται σε περιπτώσεις βαρυχειμωνιάς. Σε αντίθεση με την κεδρότσιχλα και την κοκκινότσιχλα δείχνουν μεγάλη προτίμηση σε συγκεκριμένες περιοχές κατά την περίοδο του χειμώνα. Οι φθινοπωρινές μετακινήσεις των βόρειων πληθυσμών αρχίζουν τον Αύγουστο με το κύριο πέρασμα το Σεπτέμβριο μέχρι της αρχές Νοεμβρίου. Αυτά που ξεχειμωνιάζουν στις παραμεσόγειες περιοχές αρχίζουν να φτάνουν εκεί στα μέσα Οκτωβρίου, με συχνές αφίξεις και αργότερα. Σε περιπτώσεις βαρυχειμωνιάς οι πληθυσμοί της Ευρώπης φτάνουν μέχρι τη βόρεια Αφρική και επιστρέφουν από εκεί στα τέλη Μαρτίου με αρχές Απριλίου.

Τα πουλιά επιστρέφουν στις περιοχές αναπαραγωγής σταδιακά από Νότο προς Βορρά, από τα μέσα Μαρτίου νοτιότερα μέχρι τα μέσα Μάιου στη Βόρεια Ευρώπη [1.]



Εικόνα 36 - Φωτογραφία αυγών *Turdus philomelos*

### Αναπαραγωγή - Διατροφή

Είναι είδος μονογαμικό. Τα ζευγάρια αρχίζουν να σχηματίζονται προοδευτικά ξεκινώντας από το χειμώνα. Η συμπεριφορά αυτή διακόπτεται από περιόδους άσχημου καιρού και φτάνουμε σε σχηματισμένα ζευγάρια στις αρχές της Άνοιξης. Τα μεταναστευτικά αρσενικά κελαηδούν μόλις επιστρέψουν στις περιοχές που αναπαράγονται και σταματούν περί τα μέσα Ιουλίου. Η περίοδος αναπαραγωγής είναι από το Μάιο μέχρι τον Ιούλιο. Ξεκινάει στα μέσα Μαρτίου στη Νότια Ευρώπη, φτάνει τα μέσα Απριλίου στην Κεντρική, Ανατολική και τέλος στη Βόρεια Ευρώπη ξεκινάει στα μέσα Μαΐου. Φωλεοποιεί μέχρι 4 φορές το χρόνο, όχι όμως παραπάνω από 2 στις βόρειες εξαπλώσεις. Φτιάχνει τη φωλιά σε κορμούς μικρών δέντρων ή θάμνων ή πάνω στα κλαδιά. Εκεί τη στηρίζει σε μικρούς βλαστούς ή σε αρθρώσεις υψηλών κλαδιών. Επίσης έχουν βρεθεί φωλιές σε αναρριχητικά φυτά πάνω σε τοίχους, σε περβάζια, ακόμα και στο έδαφος ανάμεσα σε πυκνή βλάστηση. Η φωλιά αποτελείται από μικρούς βλαστούς, χόρτα και βρύα. Είναι χαλαρή από την εξωτερική πλευρά, αλλά πυκνή και συμπαγής στο εσωτερικό, στρωμένη με ένα συμπαγές στρώμα από λάσπη και τρίματα σάπιου ξύλου, αναμεμιγμένα με ξερά φύλα. Τα αυγά είναι γυαλιστερά κυανού χρώματος με μικρά ακανόνιστα στίγματα. Γεννάει 2-5 αυγά. Λιγότερα στην πρώτη και τελευταία φωλιά και περισσότερα στη μεσαία. Η επώαση διαρκεί κατά μέσο όρο 13-14 ημέρες (10-17). Η νεοσσοί είναι έτοιμοι να πετάξουν σε ηλικία 11-17 ημερών. Οι νεοσσοί ταΐζονται και από τους δύο γονείς (Sterry, 2000).

Τρέφεται με μια μεγάλη γκάμα ασπόνδυλων, καθώς επίσης και καρπούς, ανάλογα με τα διαθέσιμα κάθε χρονιάς. Τα σαλιγκάρια είναι σημαντικό κομμάτι της διατροφής, κυρίως κατά τη διάρκεια πολύ άσχημων καιρικών συνθηκών, που τα υπόλοιπα είδη της τροφής δεν είναι διαθέσιμα (Hume, 2002).



## 1.4 Νευρωνικά Δίκτυα

---

### 1.4.1 Ιστορική Αναδρομή

Η μοντέρνα περίοδος των νευρωνικών δικτύων θεωρείται ότι άρχισε με την πρωτοποριακή δουλειά των McCulloch και Pitts το 1943. Ο πρώτος ήταν ψυχίατρος και ο δεύτερος μαθηματικός. Αυτή η εργασία περιέγραφε το λογικό λογισμό των νευρωνικών δικτύων.

Η επόμενη μεγάλη εξέλιξη πάνω στα νευρωνικά δίκτυα, ήρθε το 1949 με την έκδοση του βιβλίου του Hebb με τίτλο “The Organization of Behavior”, στο οποίο έγινε για πρώτη φορά μια ιδιαίτερη δήλωση ενός φυσιολογικού κανόνα μάθησης για συναπτικές τροποποιήσεις. Πιο συγκεκριμένα ο Hebb πρότεινε ότι η συνδετικότητα του εγκεφάλου συνεχώς αλλάζει καθώς ο οργανισμός μαθαίνει διάφορες εργασίες και ότι οι νευρωνικοί συγκεντρωτές δημιουργούνται από τέτοιες αλλαγές.

Το 1952 εκδόθηκε το βιβλίο του Ashby με τίτλο “Design for a brain: The Origin of Adaptive Behavior”, το οποίο ασχολήθηκε με την βασική έννοια ότι η προσαρμοζόμενη συμπεριφορά δεν είναι έμφυτη αλλά μαθαίνεται.

Κατά την δεκαετία του ‘70 λόγω προβλημάτων εγκαταλείφθηκε το ενδιαφέρον πάνω στα νευρωνικά δίκτυα. Μια σημαντική ενέργεια την δεκαετία αυτή ήταν οι χάρτες αυτό-οργάνωσης με ανταγωνιστική μάθηση.

Το 1980 έγιναν πολλές εργασίες πάνω στην θεωρία αλλά και στον σχεδιασμό των νευρωνικών δικτύων. Ο Grossberg (1980) ανέπτυξε μια καινούργια αρχή αυτό-οργάνωσης που συνδυάζει φιλτράρισμα από “κάτω προς τα πάνω”.

Το 1982 ο Hopfield χρησιμοποίησε την ιδέα μια συνάρτησης ενέργειας για να φτιάξει ένα νέο τρόπο κατανόησης του υπολογισμού που γίνεται από τα δίκτυα με συμμετρικές συναπτικές συνδέσεις. Επιπλέον καθιέρωσε τον ισομορφισμό ανάμεσα σε τέτοια περιοδικά δίκτυα και σε ένα Ising μοντέλο που χρησιμοποιείται στην στατιστική. Αυτή η αναλογία άνοιξε τον δρόμο για ένα κατακλυσμό θεωριών για τα νευρωνικά δίκτυα. Αυτή η συγκεκριμένη τάξη νευρωνικών δικτύων με



ανατροφοδότηση έτυχε ιδιαίτερης προσοχής κατά τη δεκαετία του '80 και με το χρόνο έγιναν γνωστά σαν δίκτυα Hopfield.

Το 1983 οι Cohen και Grossberg έδωσαν μια νέα αρχή για σχεδίαση μιας μνήμης (Content-Addressable Memory) που περιλαμβάνει την έκδοση συνεχούς χρόνου του δικτύου Hopfield σαν μια ιδιαίτερη περίπτωση.

Το 1983 οι Kirkpatrick, Gallat και Vecchi περιέγραψαν μια νέα διαδικασία που λέγεται Εξομοιωμένη Ανόπτηση (Simulated Annealing) για λύση προβλημάτων συνδυαστικής βελτιστοποίησης.

Το 1984 ο Braitenberg εξέδωσε ένα βιβλίο με τίτλο "Vehicles: Experiments in Synthetic Psychology", το οποίο περιγράφει διάφορες μηχανές με απλή εσωτερική αρχιτεκτονική και το οποίο ενσωματώνει μερικές σημαντικές αρχές της αυτό-οργανούμενης απόδοσης.

Το 1986, για πρώτη φορά, παρουσιάστηκε από τον Rumelhart η ανάπτυξη αλγορίθμου διάδοσης προς τα πίσω (back-propagation algorithm). Αυτός ο αλγόριθμος έγινε πολύ δημοφιλής και έδωσε νέα ώθηση στις εφαρμογές των νευρωνικών δικτύων.

Το 1988 ο Linsker περιέγραψε μια νέα αρχή για την αυτό-οργάνωση σε ένα δίκτυο αισθητηρίων (perceptrons). Η αρχή αυτή σχεδιάστηκε ώστε να διατηρεί μέγιστη πληροφορία σχετικά με την με τα πρότυπα ενεργειών, που υπόκεινται σε περιορισμούς όπως συναπτικές συνδέσεις και δυναμικές περιοχές σύναψης.

Ίσως περισσότερο από κάθε άλλη έκδοση, η εργασία του Hopfield (1982) και το δίτομο βιβλίο των Rumelhart και McClelland το 1986, να ήταν οι πιο σημαίνουσες εκδόσεις υπεύθυνες για την αναζωογόνηση του ενδιαφέροντος για τα νευρωνικά δίκτυα στην δεκαετία του '80.

#### 1.4.2 Μοντέλα ενός Νευρώνα

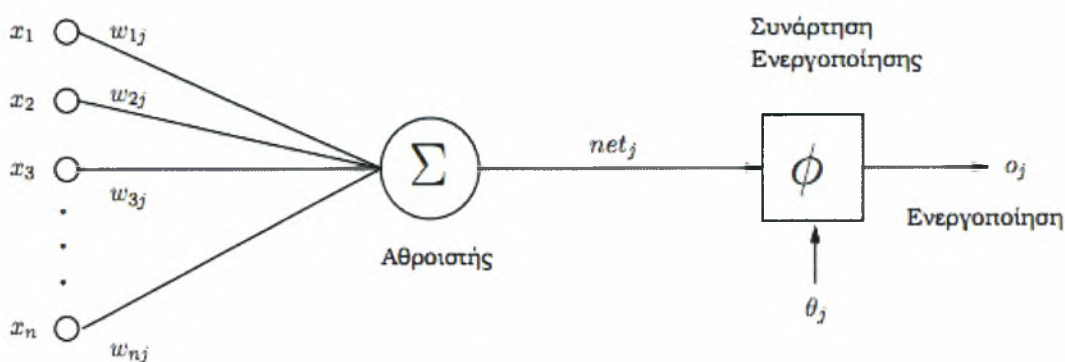
Ένας τεχνητός νευρώνας είναι μια μονάδα επεξεργασίας πληροφοριών, η οποία είναι θεμελιώδης για τη λειτουργία ενός νευρωνικού δικτύου. Το Σχήμα 1 δείχνει το μοντέλο ενός νευρώνα, ο οποίος σχηματίζει τη βάση για τον σχεδιασμό

των τεχνητών νευρωνικών δικτύων. Εδώ αναγνωρίζονται τρία βασικά στοιχεία των νευρωνικών μοντέλων :

(1) Ένα σύνολο από συνάψεις ή συνδυετικούς συνδέσμους, καθένας από τους οποίους χαρακτηρίζεται από ένα βάρος. Συγκεκριμένα, ένα σήμα  $x_j$  στην είσοδο της σύναψης  $j$  συνδεδεμένη με τον νευρώνα  $k$  πολλαπλασιάζεται με το συναπτικό βάρος  $w_{kj}$  . Είναι σημαντικό να σημειωθεί ο τρόπος με τον οποίο γράφονται οι υποδείκτες των συναπτικών βαρών  $w_{kj}$  . Ο πρώτος υποδείκτης αναφέρεται στον υπό εξέταση νευρώνα και ο δεύτερος υποδείκτης αναφέρεται στο τέλος της εισόδου της σύναψης στην οποία αναφέρεται το βάρος. Αντίθετα με μια σύναψη στον εγκέφαλο, το συναπτικό βάρος ενός τεχνητού νευρώνα μπορεί να βρίσκεται σε ένα πεδίο που περιέχει αρνητικές, καθώς επίσης και θετικές τιμές.

(2) Ένας αθροιστής για την άθροιση των σημάτων εισόδου, βεβαρυσμένων από τις αντίστοιχες συνάψεις του νευρώνα. Οι λειτουργίες που περιγράφονται στη συνέχεια συνιστούν ένα γραμμικό συνδυαστή.

(3) Μια συνάρτηση ενεργοποίησης για τον περιορισμό του πλάτους της εξόδου ενός νευρώνα. Η συνάρτηση ενεργοποίησης, επίσης, αναφέρεται ως συνάρτηση πολτοποίησης, επειδή πολτοποιεί (περιορίζει) το επιτρεπόμενο πλάτος του πεδίου του σήματος εξόδου σε κάποια πεπερασμένη τιμή. Τυπικώς, το κανονικοποιημένο πλάτος του πεδίου της εξόδου ενός νευρώνα γράφεται ως το κλειστό μοναδιαίο διάστημα  $[0, 1]$  ή εναλλακτικά  $[-1, 1]$ .



Σχήμα 1 - Μη γραμμικό μοντέλο ενός νευρώνα

Το νευρωνικό μοντέλο του Σχήματος 1, επίσης, περιλαμβάνει μια εξωτερικά εφαρμοζόμενη μεροληψία (bias), που δηλώνεται ως  $b_k$ . Η μεροληψία  $b_k$  έχει επίδραση στην αύξηση και στην μείωση της καθαρής εισόδου της συνάρτησης ενεργοποίησης, εξαρτώμενη από το πότε είναι θετική ή αρνητική αντίστοιχα.

Χρησιμοποιώντας μαθηματική ορολογία, μπορεί να περιγραφεί ένας νευρώνας  $k$  γράφοντας το ακόλουθο ζεύγος εξισώσεων :

$$u_k = \sum_{j=1}^m w_{kj} x_j$$

και

$$y_k = \phi(u_k + b_k)$$

όπου  $x_1, x_2, \dots, x_m$  είναι τα σήματα εισόδου,  $w_{k1}, w_{k2}, \dots, w_{km}$  είναι τα συναπτικά βάρη του νευρώνα  $k$ ,  $u_k$  είναι η έξοδος του γραμμικού συσχετιστή λόγω των σημάτων εισόδου,  $b_k$  είναι η δεύτερη μεροληψία, είναι η συνάρτηση ενεργοποίησης και  $y_k$  είναι το σήμα εξόδου του νευρώνα

Η σιγμοειδής συνάρτηση, της οποίας το γράφημα έχει σχήμα s, είναι μακράν ο πιο κοινός τύπος συνάρτησης ενεργοποίησης που χρησιμοποιείται στην κατασκευή τεχνητών νευρωνικών δικτύων. Ορίζεται ως μία αυστηρά αύξουσα συνάρτηση, η οποία επιδεικνύει μια «χαριτωμένη» ισορροπία μεταξύ της μη γραμμικής και γραμμικής συμπεριφοράς. Ένα παράδειγμα της σιγμοειδής συνάρτησης είναι η λογιστική συνάρτηση, που ορίζεται από

$$\phi(v) = \frac{1}{1 + \exp(-av)}$$

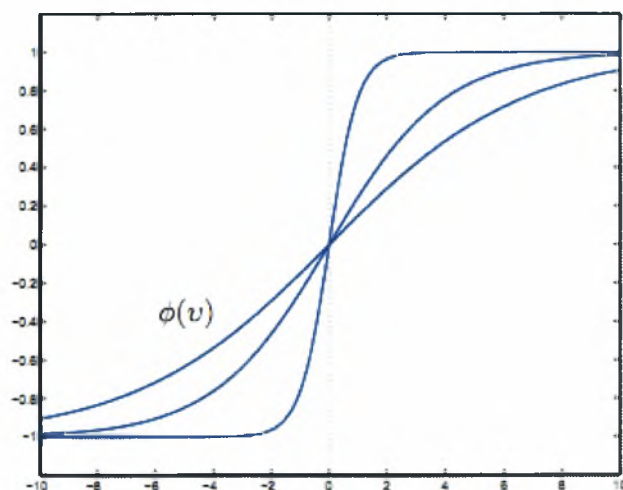
όπου  $a$  είναι η παράμετρος κλίσης της σιγμοειδούς συνάρτησης. Διαφοροποιώντας την παράμετρο  $a$ , επιτυγχάνουμε σιγμοειδείς συναρτήσεις με διαφορετικές κλίσεις, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 2. Στην πραγματικότητα, η κλίση στην αρχή των συντεταγμένων είναι ίση με  $a/4$ . Στο όριο, καθώς η

παράμετρος κλίσης τείνει στο άπειρο, η σιγμοειδής συνάρτηση γίνεται απλώς μια συνάρτηση κατωφλιού. Ενώ μια συνάρτηση κατωφλιού λαμβάνει την τιμή 0 ή 1, μια σιγμοειδής συνάρτηση λαμβάνει ένα συνεχές πεδίο τιμών από 0 έως 1. Σημειώνεται, επίσης, ότι η σιγμοειδής συνάρτηση είναι διαφορίσιμη, ενώ η συνάρτηση κατωφλιού δεν είναι. Οι συναρτήσεις ενεργοποίησης που ορίστηκαν στις παραπάνω εξισώσεις κυμαίνονται από το 0 ως το 1. Είναι επιθυμητό, μερικές φορές, να έχουμε το πεδίο της συνάρτησης ενεργοποίησης από το  $-1$  στο  $+1$ , που στην περίπτωση αυτή, η συνάρτηση ενεργοποίησης λαμβάνει ένα αντισυμμετρικό τύπο σε σχέση με την αρχή των συντεταγμένων. Δηλαδή, η συνάρτηση ενεργοποίησης είναι μια περιττή συνάρτηση του επηρεασμένου τοπικού πεδίου.

Για τον αντίστοιχο τύπο μιας σιγμοειδούς συνάρτησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί η συνάρτηση υπερβολικής εφαπτομένης (hyperbolic tangent function), που ορίζεται από:

$$\phi(v) = \alpha \tanh(\beta v)$$

όπου  $\alpha$  και  $\beta$  είναι οι παράμετροι της σιγμοειδούς συνάρτησης. Επιτρέποντας μια συνάρτηση σιγμοειδούς τύπου να λάβει αρνητικές τιμές, όπως περιγράφηκε από την παραπάνω εξίσωση έχει αρκετά πλεονεκτήματα.



Σχήμα 2 - Σιγμοειδής καμπύλη

### Ορισμός Νευρωνικού Δικτύου

Ένα νευρωνικό δίκτυο είναι ένας κατευθυνόμενος γράφος αποτελούμενος από κόμβους με διασυνδεδεμένους συναπτικούς συνδέσμους και συνδέσμους ενεργοποίησης, και χαρακτηρίζεται από τέσσερις ιδιότητες :

(1.) Κάθε νευρώνας αναπαριστάται από ένα σύνολο γραμμικών συναπτικών συνδέσμων, μια εξωτερικά εφαρμοζόμενη μεροληψία, και ένα πιθανό μη γραμμικό σύνδεσμο ενεργοποίησης. Η μεροληψία αναπαριστάται από ένα συναπτικό σύνδεσμο συνδεόμενο με μια σταθερή είσοδο με τιμή +1.

(2.) Οι συναπτικοί σύνδεσμοι ενός νευρώνα βαρύνουν τα αντίστοιχα σήματα εισόδου.

(3.) Το βεβαρυμμένο άθροισμα των σημάτων εισόδου ορίζει το επηρεασμένο τοπικό πεδίο του υπό εξέταση νευρώνα.

(4.) Ο σύνδεσμος ενεργοποίησης συμπιέζει το επηρεασμένο τοπικό πεδίο του νευρώνα για να παράγει μια έξοδο.

#### 1.4.3 Αρχιτεκτονικές Δικτύων

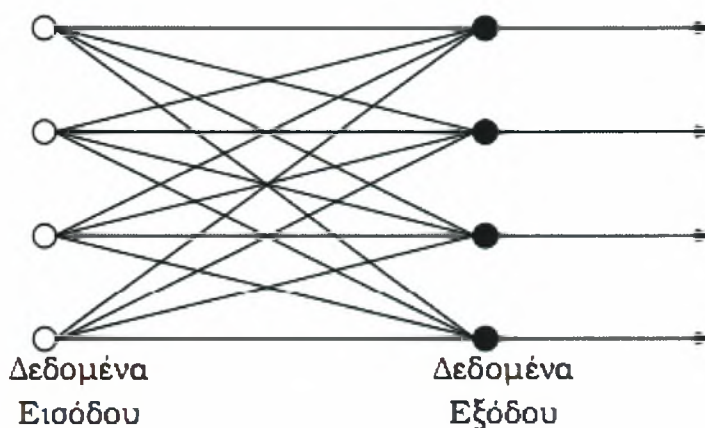
Ο τρόπος με τον οποίο οι νευρώνες ενός νευρωνικού δικτύου είναι δομημένοι είναι στενά συνδεδεμένος με τον αλγόριθμο εκπαίδευσης που χρησιμοποιείται για την εκπαίδευση του δικτύου. Γι αυτό το λόγο, μπορούμε να μιλάμε για αλγόριθμους εκπαίδευσης (κανόνες) που χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό των νευρωνικών δικτύων, όπως είναι δομημένα. Μια μερική ταξινόμηση των αλγορίθμων εκπαίδευσης και η ανάπτυξη διαφορετικών αλγορίθμων εκπαίδευσης παρουσιάζεται στα επόμενα κεφάλαια της εργασίας αυτής. Αυτή η παράγραφος επικεντρώνεται στις αρχιτεκτονικές των δικτύων. Γενικά, μπορούμε να αναγνωρίσουμε τρεις βασικές διαφορετικές τάξεις αρχιτεκτονικών δικτύου.

#### Μονοεπίπεδα προς τα Εμπρός Τροφοδοτούμενα Νευρωνικά Δίκτυα

Σε ένα νευρωνικό δίκτυο με επίπεδα, οι νευρώνες οργανώνονται με τη μορφή επιπέδων. Στην απλούστερη μορφή ενός δικτύου με επίπεδα, έχουμε ένα επίπεδο εισόδου από κόμβους πηγής που προβάλλεται πάνω σε ένα επίπεδο εξόδου από νευρώνες (υπολογιστικοί κόμβοι) αλλά όχι το αντίστροφο. Με άλλα λόγια, αυτό το



δίκτυο είναι τροφοδοτούμενο προς τα εμπρός ή ακυκλικού τύπου. Παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα για την περίπτωση των τεσσάρων κόμβων και στο επίπεδο εισόδου και στο επίπεδο εξόδου. Ένα τέτοιο δίκτυο καλείται μονοεπίπεδο δίκτυο, με τον χαρακτηρισμό «μονοεπίπεδο» να αναφέρεται στο επίπεδο εξόδου των υπολογιστικών κόμβων (νευρώνες). Δεν υπολογίζουμε το επίπεδο εισόδου των κόμβων πηγής, γιατί δεν εκτελείται κανένας υπολογισμός εκεί.



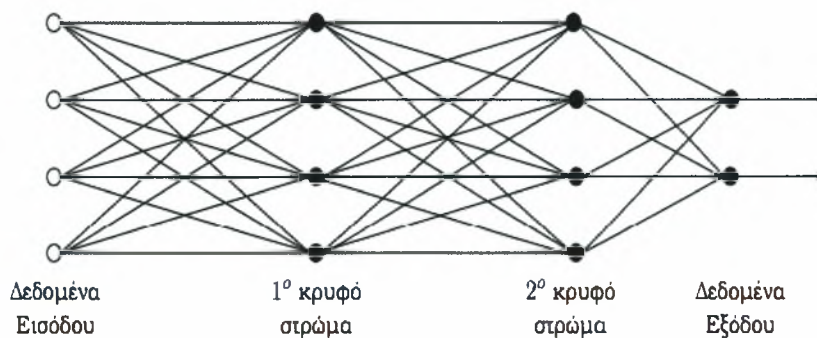
*Σχήμα 3 - Εμπρόσθια τροφοδοτούμενο ή ακυκλικό δίκτυο με ένα μονοεπίπεδο από νευρώνες*

### Πολυεπίπεδα προς τα Εμπρός Τροφοδοτούμενα Νευρωνικά Δίκτυα

Η δεύτερη τάξη ενός τροφοδοτούμενου προς τα εμπρός νευρωνικού δικτύου διακρίνει τον εαυτό της από την παρουσία ενός ή περισσότερων κρυφών επιπέδων, των οποίων οι υπολογιστικοί κόμβοι καλούνται αντιστοίχως κρυφοί νευρώνες ή κρυφές μονάδες. Η λειτουργία των κρυφών νευρώνων είναι να μεσολαβεί μεταξύ της εισόδου και της εξόδου του δικτύου με κάποιο χρήσιμο τρόπο. Προσθέτοντας ένα ή περισσότερα κρυφά επίπεδα, το δίκτυο καθίσταται ικανό να εξαγάγει στατιστικά υψηλότερης τάξης. Με μια μάλλον ασαφή έννοια το δίκτυο αποκτά μια ολική όψη παρά την τοπική του συνδετικότητα λόγω του επιπλέον συνόλου από συναπτικές συνδέσεις και την επιπλέον διάσταση των νευρωνικών αλληλεπιδράσεων. Η ικανότητα των κρυφών νευρώνων να εξαγάγουν στατιστικά υψηλότερης τάξης είναι ιδιαιτέρως πολύτιμη, όταν το μέγεθος του επιπέδου εισόδου είναι μεγάλο. Οι κόμβοι πηγής στο επίπεδο εισόδου του δικτύου παρέχουν τα αντίστοιχα στοιχεία του προτύπου ενεργοποίησης (διάνυσμα εισόδου), τα οποία

αποτελούν τα σήματα εισόδου που εφαρμόζονται στους νευρώνες (υπολογιστικοί κόμβοι) στο δεύτερο επίπεδο (δηλαδή στο πρώτο κρυφό επίπεδο). Τα σήματα εξόδου του δεύτερου επιπέδου χρησιμοποιούνται ως εισοδοί για το τρίτο επίπεδο, και αυτό επαναλαμβάνεται για το υπόλοιπο δίκτυο. Τυπικώς, οι νευρώνες σε κάθε επίπεδο του δικτύου έχουν ως εισόδους τους τα σήματα εξόδου του προηγούμενου επιπέδου μόνο. Το σύνολο των σημάτων εξόδου των νευρώνων στο επίπεδο εξόδου (τελικό) του δικτύου αποτελεί την συνολική απόκριση του δικτύου για το παρεχόμενο πρότυπο ενεργοποίησης από τους κόμβους πηγής στο επίπεδο εισόδου. Ο αρχιτεκτονικός γράφος του Σχήματος 4 παρουσιάζει τη διάταξη του πολυεπίεδου προς τα εμπρός τροφοδοτούμενο νευρωνικού δικτύου για την περίπτωση ενός μονού κρυφού επιπέδου. Για συντομία το δίκτυο στο Σχήμα 4 αναφέρεται ως ένα 4-4-4-2 δίκτυο, γιατί έχει τέσσερις κόμβους πηγής, τέσσερις κρυφούς νευρώνες σε κάθε κρυφό επίπεδο και δύο νευρώνες εξόδου. Ως ένα άλλο παράδειγμα, ένα τροφοδοτούμενο προς τα εμπρός δίκτυο με  $m$  κόμβους πηγής,  $h_1$  νευρώνες στο πρώτο κρυφό επίπεδο,  $h_2$  νευρώνες στο δεύτερο κρυφό επίπεδο και  $q$  νευρώνες στο επίπεδο εξόδου αναφέρεται σε μας ως ένα  $m$ - $h_1$ - $h_2$ - $q$  δίκτυο.

Το νευρωνικό δίκτυο 4-4-4-2, θεωρείται ότι είναι πλήρως διασυνδεδεμένο, με την έννοια ότι κάθε κόμβος σε κάθε επίπεδο του δικτύου συνδέεται με κάθε άλλο κόμβο του διπλανού εμπρόσθιου επιπέδου. Ωστόσο αν κάποιος από τους συνδέσμους επικοινωνίας (συναπτικές συνδέσεις) απουσιάζουν από το δίκτυο, λέμε ότι το δίκτυο είναι μερικώς διασυνδεδεμένο.

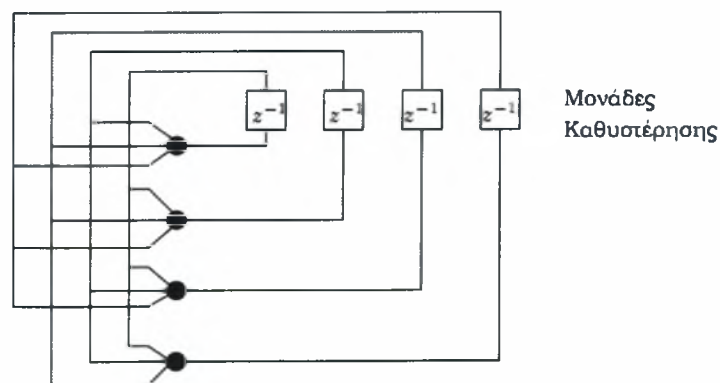


Σχήμα 4 - Αρχιτεκτονικός γράφος ενός πολυεπίεδου perceptron με δύο κρυφά επίπεδα

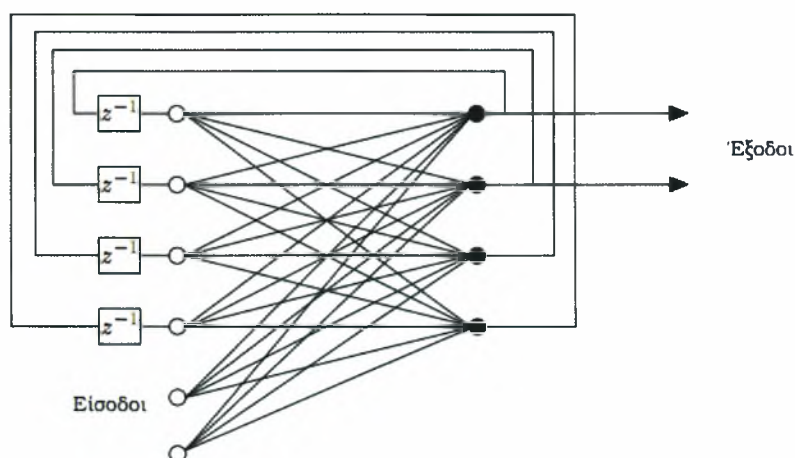
## Αναδρομικά Δίκτυα

Ένα αναδρομικό νευρωνικό δίκτυο διακρίνει τον εαυτό του από ένα τροφοδοτούμενο προς τα εμπρός νευρωνικό δίκτυο κατά το ότι έχει τουλάχιστον ένα βρόγχο ανάδρασης. Για παράδειγμα, ένα αναδρομικό δίκτυο μπορεί να αποτελείται από ένα μονό επίπεδο από νευρώνες με κάθε νευρώνα να τροφοδοτεί το σήμα εξόδου του πίσω στις εισόδους όλων των άλλων νευρώνων, όπως παρουσιάζεται στον αρχιτεκτονικό γράφο στο Σχήμα 5. Στη δομή που απεικονίζεται σε αυτή την εικόνα δεν υπάρχουν ρόγχοι αυτο-ανάδρασης στο δίκτυο. Η αυτο-ανάδραση αναφέρεται στην περίπτωση όπου η έξοδος ενός νευρώνα τροφοδοτείται πίσω στην δική του είσοδο. Το αναδρομικό δίκτυο που φαίνεται στο Σχήμα 5 δεν έχει, επίσης, κρυφούς νευρώνες. Στο Σχήμα 6 παρουσιάζεται μία άλλη κλάση αναδρομικών δικτύων με κρυφούς νευρώνες. Οι συνδέσεις ανάδρασης που φαίνονται στο Σχήμα 5 προέρχονται από τους κρυφούς νευρώνες καθώς επίσης και από τους νευρώνες εξόδου.

Η παρουσία των βρόγχων ανάδρασης, είτε στην αναδρομική δομή του Σχήματος 5 είτε του Σχήματος 6, έχει ένα βαθύ αντίκτυπο στην ικανότητα εκπαίδευσης του δικτύου και στην απόδοσή του. Επιπλέον, οι βρόγχοι ανάδρασης περιπλέκουν τη χρησιμοποίηση συγκεκριμένων κλάδων που αποτελούνται από στοιχεία μονάδας καθυστέρησης (δηλώνονται με  $z^{-1}$ ), που έχουν ως αποτέλεσμα μια μη γραμμική δυναμική συμπεριφορά, υποθέτοντας ότι το νευρωνικό δίκτυο περιέχει μη γραμμικές μονάδες.



Σχήμα 5 - Αναδρομικό δίκτυο χωρίς ρόγχους αυτοανάδρασης και κρυφούς νευρώνες



Σχήμα 6 - Αναδρομικό δίκτυο με κρυφούς νευρώνες τύπου Elman

#### 1.4.4 Διαδικασία Εκπαίδευσης Τεχνικών Νευρωνικών Δικτύων

Η ιδιότητα, η οποία είναι πρωτεύουσας σημασίας για ένα νευρωνικό δίκτυο είναι η ικανότητα του δικτύου να μαθαίνει από το περιβάλλον του και να βελτιώνει την απόδοσή του μέσω της εκπαίδευσης. Η βελτίωση στην απόδοση λαμβάνει χώρα πάνω στον χρόνο σε συμφωνία με κάποιο προκαθορισμένο μέτρο. Ένα νευρωνικό δίκτυο μαθαίνει για το περιβάλλον του μέσω μιας αλληλεπιδραστικής διαδικασίας από ρυθμίσεις που εφαρμόζονται στα επίπεδα των συναπτικών τους βαρών και των μεροληψιών. Ιδανικά, το δίκτυο γίνεται πιο γνωστικό για το περιβάλλον του μετά από κάθε επανάληψη της διαδικασίας εκπαίδευσης. Υπάρχουν πάρα πολλές δραστηριότητες που συνδέονται με την έννοια της εκπαίδευσης που δικαιολογεί τον ορισμό της με ένα ακριβή τρόπο. Επιπλέον, η διαδικασία της εκπαίδευσης είναι ένα θέμα σκοπιάς, το οποίο κάνει ακόμη δυσκολότερη τη συμφωνία για έναν ακριβή ορισμό του όρου.

Για παράδειγμα, η εκπαίδευση από την σκοπιά των ψυχολόγων είναι αρκετά διαφορετική από την εκπαίδευση που πραγματοποιείται σε μια αίθουσα. Αναγνωρίζοντας ότι το ενδιαφέρον μας αφορά ειδικά στα νευρωνικά δίκτυα, χρησιμοποιείται ένας ορισμός για την εκπαίδευση που υιοθετείται το 1970 από τους Mendel και McClaren. Η εκπαίδευση ορίζεται στο περιβάλλον των νευρωνικών δικτύων ως εξής :

## Ορισμός Εκπαίδευσης

Η εκπαίδευση (training) είναι μια διαδικασία από την οποία οι ελεύθερες παράμετροι ενός νευρωνικού δικτύου προσαρμόζονται μέσω μιας διαδικασίας διέγερσης από το περιβάλλον στο οποίο είναι εμπεδωμένο το δίκτυο. Ο τύπος της εκπαίδευσης καθορίζεται από τον τρόπο με τον οποίο λαμβάνει χώρα η αλλαγή της παραμέτρου.

Αυτός ο ορισμός της διαδικασίας εκπαίδευσης υπαινίσσεται την εξής ακολουθία γεγονότων :

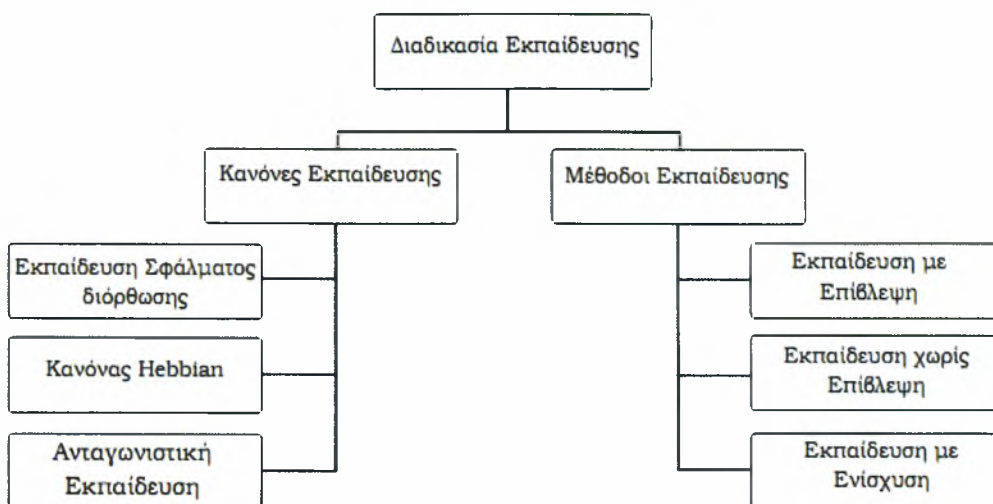
- Το νευρωνικό δίκτυο διεγείρεται από ένα περιβάλλον.
- Το νευρωνικό δίκτυο υφίσταται αλλαγές στις ελεύθερες παραμέτρους του ως αποτέλεσμα αυτής της διέγερσης.
- Το νευρωνικό δίκτυο αποκρίνεται με ένα νέο τρόπο στο περιβάλλον λόγω των αλλαγών που έχουν συμβεί στην εσωτερική του δομή.

*Ορισμός Αλγορίθμου Εκπαίδευσης: Ένα προκαθορισμένο σύνολο από καλά ορισμένους κανόνες για την επίλυση ενός προβλήματος εκπαίδευσης καλείται αλγόριθμος εκπαίδευσης.*

Όπως μπορεί να υποπτευθεί κανείς, δεν υπάρχει μοναδικός αλγόριθμος εκπαίδευσης για την σχεδίαση των νευρωνικών δικτύων. Αντιθέτως, έχουμε ένα «σύνολο από εργαλεία» που αναπαρίσταται από μια ποικιλία αλγορίθμων εκπαίδευσης, καθένας από τους οποίους προσφέρει τα πλεονεκτήματά του. Βασικά, οι αλγόριθμοι εκπαίδευσης διαφέρουν μεταξύ τους στον τρόπο με τον οποίο διατυπώνεται η ρύθμιση ενός συναπτικού βάρους ενός νευρώνα.

Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι ο τρόπος με τον οποίο ένα νευρωνικό δίκτυο (μηχανή εκπαίδευσης), φτιαγμένο από ένα σύνολο από διασυνδεδεμένους νευρώνες, σχετίζεται με το περιβάλλον του.





Σχήμα 7 · Η διαδικασίες εκπαίδευσης των νευρωνικών δικτύων

### Προβλήματα κατά την Εκπαίδευση

Οι διαδικασίες εκπαίδευσης που είδαμε στα προηγούμενα τμήματα, ενώ καταρχήν φαίνονται σωστές, εντούτοις μπορεί να έχουν αρκετά προβλήματα, τα οποία ακόμη και σήμερα δεν έχουν απαντηθεί ικανοποιητικά. Είναι φανερό ότι το δίκτυο πρέπει να μαθαίνει όλο το σύνολο των προτύπων που του παρουσιάζονται. Τα ερωτήματα που προκύπτει είναι:

- Πώς πρέπει να παρουσιάζονται τα πρότυπα, δηλαδή σε μια δεδομένη σειρά, που επαναλαμβάνεται συνεχώς ή πρέπει να επιλέγονται με τυχαίο τρόπο ;
- Πόσους κύκλους χρειάζεται ένα νευρωνικό δίκτυο για να εκπαιδευτεί ;
- Ποιες πρέπει να είναι οι τιμές του ρυθμού εκπαίδευσης ;

Σε όλα αυτά τα ερωτήματα δεν υπάρχουν σωστές θεωρητικές απαντήσεις που να καλύπτει όλους τους τύπους των δικτύων και όλες τις μεθόδους εκπαίδευσης.

Συνήθως, οι απαντήσεις είναι εμπειρικές και δίνονται με την μέθοδο trial-and-error, δηλαδή την μέθοδο κατά την οποία δοκιμάζουμε κάποιες λογικές τιμές, τις οποίες μεταβάλλουμε ανάλογα με τα αποτελέσματα που παίρνουμε, μέχρις ότου αυτά είναι ικανοποιητικά.

## 1.5 Μεθοδολογίες ανάλυσης

---

### 1.5.1 Δεδομένα οικολογικών παρατηρήσεων

Τα Οικολογικά δεδομένα είναι συνήθως εξαιρετικά πολύπλοκα και μη γραμμικά. Για παράδειγμα, τα διάφορα είδη παρουσιάζουν μεταβλητότητα στο χώρο και το χρόνο σε σχέση με τις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες, συμπεριλαμβανομένων και των παλιότερων συνθηκών. Η συγκρότηση και η αφθονία των ειδών επηρεάζονται επίσης από τα αρπακτικά ζώα, τους ανταγωνιστές, και τα παράσιτα. Πολλοί είδη είναι σπάνια και, κατά συνέπεια, μπορεί να υπάρχουν σε οικολογικά δεδομένα πολλές μηδενικές παρατηρήσεις. Από τη άλλη μεριά, ορισμένα είδη μπορούν να παρατηρηθούν πολύ συχνά ή / και σε πολύ υψηλές πυκνότητες. Λόγω των δυσχερειών αυτών οικολόγους συνεχώς ψάχνουν για new modelling paradigms.

Οι οικολόγοι άρχισαν να χρησιμοποιούν στη μοντελοποίηση τεχνητά νευρωνικά δίκτυα τη δεκαετία του 1990. Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα παρατηρήθηκε ότι έχουν πλεονεκτήματα για οικολογικές μελέτες όπου τα στοιχεία σπάνια παρουσιάζουν παραμετρικές στατιστικές υποθέσεις και είναι διαδεδομένες οι μη γραμμικές σχέσεις. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι αποδίδουν καλύτερα από ότι τα γραμμικά μοντέλα και ότι γενικεύονται ικανοποιητικά και σε νέα δεδομένα. Ωστόσο, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα έχουν και μειονεκτήματα. Είναι υπολογιστικά ευαίσθητα. Πολλές παράμετροι πρέπει να καθορίζονται με ελάχιστες κατευθυντήριες γραμμές και δεν υπάρχει πρότυπη διαδικασία για τον καθορισμό του σχεδιασμού τους. Δεν υφίσταται γενική μέθοδος για τον προσδιορισμό του πότε να σταματήσει η εκπαίδευση και, συνεπώς, μια τέτοια διαδικασία σε υπερβολικό βαθμό μπορεί να είναι προβληματική. Τα νευρωνικά δίκτυα είναι ευαίσθητα στη σύνθεση του σετ των δεδομένων για εκπαίδευση και στον καθορισμό των παραμέτρων του δικτύου. Τέλος, αυτά αναφέρονται ως black – box μοντέλα.

Το feedward multilayer perceptron (MLP) με εκπαίδευση μέσω back-propagation, είναι, πιθανόν, το πιο εύκολο και κατανοητό είδος νευρωνικών δικτύων και για αυτό το λόγο είναι το πιο διαδεδομένο. Περισσότερες λεπτομέρειες για το πώς λειτουργεί αυτό το είδος των νευρωνικών δικτύων μπορούν να βρεθούν σε άλλες εργασίες (π.χ., Lek και Guegan, 1999, ή σε κείμενα των Anderson, 1995, Weiss και Kulikowski, 1991, Bishop, 1995, ή Ripley, 1996).

Σε αυτό το άρθρο, θα επανεξετάσει τη χρήση του MLP, δηλαδή το feedforward multilayer perceptron με εκπαίδευση back - propagation, σε οικολογικά μοντέλα και πώς εκπαιδεύεται. Με βάση την εμπειρία μας, πραγματευόμαστε το πώς να σχεδιάσουμε MLP μοντέλα και πώς να βελτιστοποιήσουμε τις παραμέτρους.

Έχουμε συστήνουμε για τη χρήση MLP, τα οποία περιλαμβάνουν τη σημαντικότητα της αποφυγής overfitting, τη χρήση ενός συνόλου ανεξάρτητων δοκιμών δεδομένων, και τη χρήση αναλύσεων ευαισθησίας, νευρωνικά διαγράμματα ερμηνείας, συνάφεια μεταβλητών εισόδου, καθώς και άλλες μεθόδους το open up τα μοντέλα black - box. Παρά το γεγονός ότι σε αυτό το άρθρο θα επικεντρωθούμε στα MLP, ορισμένες από τις επισημάνσεις αφορούν και άλλους τύπους τεχνητών νευρωνικών δικτύων.

### 1.5.2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Πρώιμες έρευνες σχετικά με τη χρήση MLP για οικολογικές εφαρμογές έδειξαν ότι η MLP ήταν ασφαλής τεχνική και είχε πλεονεκτήματα σε σχέση με τα γραμμικά μοντέλα. Αυτές περιλάμβαναν αναφορές:

- 1) των Brey et al. (1996), οι οποίες περιλάμβαναν προβλέψεις για την παραγωγή και αναλογίες βιομάζας βενθικών ασπόνδυλων
- 2) των Levine et al. (1996), οι οποίοι κατέταξαν τη δομή του εδάφους με βάση τα δεδομένα των δειγμάτων του εδάφους

3) των Tan και Smeins (1996), οι οποίοι προέβλεψαν αλλαγές, στο κυρίαρχο είδος των κοινοτήτων των βοσκοτόπων, βασισμένες σε κλιματολογικές μεταβλητές εισόδου

4) των Poff et al. (1996), οι οποίοι παρουσίασαν μοντέλα απόκρισης ροής δεδομένων τα οποία χρησιμοποιούν ως μεταβλητές εισόδου το μέσο όρο της καθημερινής βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας και

5) των Paruelo και Tomasel (1997), οι οποίοι προέβλεψαν κανονικοποιημένη διαφορά δεικτών βλάστησης (NDVI) που χρησιμοποιούνται στην τηλεανίχνευση.

Πιο όψιμες έρευνες διεύρυναν το εύρος των οικολογικών εφαρμογών με MLP. Έχουν σχεδιαστεί μοντέλα για την παραγωγή φυτοπλαγκτού (Scardi, 1996, 2001; Scardi and Harding, 1999) και εμφάνιση και αλληλοδιαδοχή φυτοπλαγκτού (Recknagel et al., 1997; Karul et al., 2000) με τη χρήση MLP. Άλλες μελέτες μοντελοποίησης συμπεριέλαβαν την αφθονία των ψαριών βασισμένες σε μεταβλητές ενδιατημάτων (Baran et al., 1996; Lek et al., 1996), την απόδοση παραγωγής ψαριών και τη χρήση μικροενδιατημάτων Reyjol et al., 2001). Η τεχνική MLP, βασισμένη σε μεταβλητές ενδιατημάτων, έχει χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη παρουσίας ή μη μακρο-ασπόνδυλων (Hoang et al., 2001), πτηνών (Manel et al., 1999), περιοχές φωλιών χρυσαετών (Fielding, 1999b), φωλιών αλληλεπιδρόμενων πτηνών που αναπτύσσονται σε βαλτώδεις περιοχές, έλη κλπ (Özemsı και Özemsı, 1999) και κυανοβακτηριών (Maier et al., 1998). Η MLP έχει χρησιμοποιηθεί, επίσης, για την πρόβλεψη ζημιών σε γεωργικές εκτάσεις από φλαμίνγκο (Tourenq et al., 1999) και αγριογούρουνα (Spitz και Lek, 1999). Ακόμη, σχεδιάστηκαν μοντέλα για την μελέτη της αφθονίας των πτηνών (Lusk et al., 2001) και την αφθονία των ασπόνδυλων και τον πλούτο των πτηνών (Lek-Ang et al., 1999).

Επιπλέον, νεότερες μελέτες έχουν αρχίσει να ασχολούνται με τα ιδιαίτερα προβλήματα που συνδέονται με συνήθη οικολογικά δεδομένα. Για παράδειγμα, ο Scardi (2001) θεώρησε την περιορισμένη εκπαίδευση και το *metamodelling* ως τεχνικές για να βελτιώσει την εκπαίδευση δικτύων όταν τα δεδομένα για εκπαίδευση είναι περιορισμένα. Οι Hoang et al. (2001) χρησιμοποίησαν

αναλύσεις ευαισθησίας για την επιλογή σχετικών μεταβλητών εισόδου, για κάθε taxa μακρο-ασπόνδυλων, από ένα σύνολο 37 μεταβλητών ενδιαιτημάτων. Πρότειναν την εισαγωγή δεδομένων μακρο-ασπόνδυλων σε οικολογικές ομάδες ή ομάδες ταξινόμησης για να αποφευχθούν οι δυσκολίες στην εκπαίδευση νευρωνικών δικτύων όταν τα είδη, είτε απαντούνται συχνά ή σπάνια. Οι Tourenq et al. (1999) διαπίστωσαν ότι το μοντέλο τους μπόρεσε να προβλέψει με περισσότερη ακρίβεια στις δοκιμές των δεδομένων, πότε ένας ίσος αριθμός παρατηρήσεων παρουσίας και απουσίας χρησιμοποιήθηκε στα δεδομένα εκπαίδευσης. Τα δεδομένα που επεξεργάστηκαν είχαν πολλές περισσότερες παρατηρήσεις απουσίας από τις παρατηρήσεις παρουσίας. Οι Δημόπουλος et al. (1999), οι οποίοι χρησιμοποίησαν MLP για να προβλέψουν συγκεντρώσεις μολύβδου σε πρασινάδες, παρουσίασαν τη χρήση των μερικών παραγώγων για τον προσδιορισμό της ευαισθησίας των προβλέψεων για τις μεταβλητές εισόδου. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιήθηκε επίσης από τους Reyjol et al. (2001).

### 1.5.3 Κριτικές στα μοντέλα με MLP

Με την παραπάνω επισκόπηση της βιβλιογραφίας, είδαμε μερικά προβλήματα σχετικά με τη χρήση MLP. Μερικές φορές η διαδικασία σχεδιασμού μοντέλων δεν περιγράφεται με σαφήνεια. Για παράδειγμα, σε ορισμένες έρευνες δεν αναφέρθηκε γιατί ορισμένες μεταβλητές επιλέχθηκαν για το τελικό μοντέλο. Σε άλλες δεν αναφέρθηκε πώς καθορίστηκαν οι παράμετροι ή πώς ο σχεδιασμός, ο αριθμός των κρυφών πεδίων, καθορίστηκε. Ο αριθμός των δειγμάτων που χρησιμοποιήθηκε για την εκπαίδευση, την επικύρωση και τις δοκιμές του μοντέλου δεν ήταν πάντοτε δεδομένος.

### 1.5.4 Overtraining (υπερεκπαίδευση)

Ωστόσο, το μεγαλύτερο πρόβλημα ήταν το overtraining (overfitting) στα δεδομένα ή το να δίνονται αόριστα επιχειρήματα σχετικά με τον τρόπο που αποφεύχθηκε. Μια εξαίρεση είναι οι Parguelo και Tomasel (1997), που παρέχουν



μια δημοσίευση για την εμπειρία τους σχετικά με το overfitting. Δυστυχώς, φαίνεται ότι πρόσφατες μελέτες δεν κάνουν επαρκείς προσπάθειες για την αποφυγή του overfitting. Για την αποφυγή overfitting στα δεδομένα, η πολυπλοκότητα του μοντέλου πρέπει να είναι περιορισμένη.

Η καλύτερη απόδοση γενίκευσης επιτυγχάνεται συνήθως με ένα μοντέλο του οποίου η πολυπλοκότητα δεν είναι ούτε πολύ μικρή ούτε πολύ μεγάλη (Bishop, 1995). Ως ένα απλό παράδειγμα, ένα πολυώνυμο πρώτου βαθμού (ευθεία γραμμή) μπορεί να είναι πολύ απλό για να προσδιορίσει τη σχέση μεταξύ της ανεξάρτητης και της εξαρτημένης μεταβλητής, αλλά ένα πολυώνυμο του 15ου βαθμού μπορεί να προσδώσει αυξημένο «θόρυβο». Αυτό είναι επίσης γνωστό ως μεροληψία της μορφής του μοντέλου. Ένα απλοποιημένο μοντέλο θα έχει μια μεγάλη μεροληψία, ενώ ένα πολύ περίπλοκο μοντέλο θα έχει μια μεγάλη διακύμανση. Η καλύτερη γενίκευση επιτυγχάνεται με τον καλύτερο συμβιβασμό μεταξύ της μεροληψίας και της διακύμανσης. Ένας τρόπος για να μειωθεί τόσο η μεροληψία όσο και η διακύμανση είναι η χρήση περισσότερων δεδομένων για τη δημιουργία του μοντέλου.

Οι Burnham και Anderson (2002) προτείνουν τουλάχιστον δεκαπλάσιο πλήθος δειγμάτων, από το σύνολο των παραμέτρων σε ένα μοντέλο. Προειδοποιούν ότι τα βιολογικά συστήματα είναι πολύπλοκα και περιλαμβάνουν τις συνέπειες της αλλαγής κλίσης των δεδομένων, δηλαδή, πολλαπλά πολύ σημαντικές επιπτώσεις, που ακολουθούνται με τη σειρά τους από πολλές μικρότερες επιπτώσεις, που ακολουθούνται με τη σειρά τους από πολλές, ακόμη μικρότερες επιπτώσεις. Αυτές οι επιπτώσεις ενδέχεται να εντοπιστούν καθώς αυξάνεται το μέγεθος της δειγματοληψίας. Έτσι, περισσότερο πλήθος δεδομένων μας επιτρέπουν να δημιουργήσουμε ένα μοντέλο, το οποίο είναι πιο περίπλοκο. Μικρού μεγέθους δειγματοληψίες μπορεί να μην να επιτρέψουν να φανεί η σημαντικότητα του συστήματος.

Ένα άλλο μειονέκτημα των μικρού μεγέθους δειγμάτων είναι γνωστό ως παράδοξο του Φρίντμαν (Freedman, 1983). Η υπερεκπαίδευση και οι πλαστές σχέσεις που προκύπτουν όταν ο αριθμός των μεταβλητών πρόβλεψης είναι της ίδιας τάξης με το πλήθος των δειγμάτων. Τέλος, η ακρίβεια πρόβλεψης σχετίζεται με το μέγεθος του δείγματος. Εκτιμήσεις για την ακρίβεια στα δεδομένα

εκπαίδευσης είναι ανακριβείς, όταν τα μεγέθη των δειγμάτων είναι μικρά (Stockwell και Peterson, 2002α, 2002β).

Για τη βελτίωση της εκπαίδευσης, όταν τα δεδομένα είναι περιορισμένα, ο Scardi (2001) συνέστησε περιορισμένη εκπαίδευση με θεωρητική γνώση και *metamodelling*, το οποίο συνδυάζει τα πραγματικά στοιχεία και προβλέψεις από ένα άλλο μοντέλο. Το μοντέλο που χρησιμοποιεί περιορισμένη εκπαίδευση βασισμένο στη θεωρητική γνώση ξεπέρασε σε επιδόσεις τόσο ένα μοντέλο εκπαιδευμένο σε όλα τα σχήματα καθώς και ένα μοντέλο που μέρος των στοιχείων εκπαίδευσης χρησιμοποιούνται για ένα σύνολο διαχωρισθέντων δεδομένων. Επιπλέον, το μοντέλο με περιορισμένη εκπαίδευση έδινε σε σχέση με τη βιολογία πιο ουσιαστικές προβλέψεις. Η *Metamodelling* είναι η διαδικασία εξέλιξης του μοντέλου από απλούστερες σε πιο σύνθετες μορφές. Η διαδικασία *Metamodelling* βελτίωσε, επίσης, τις προβλέψεις του μοντέλου.

Ένα πρόβλημα που σχετίζεται με περιορισμένα δεδομένα εκπαίδευσης είναι η παρουσία πολύ σπάνιων ειδών σε ένα σύνολο δεδομένων. Οι Hoang et al. (2001) προτείνουν το συνδυασμό δεδομένων σε συστηματικές ταξινομικές ή οικολογικές κλάσεις, όταν τα είδη εμφανίζονται είτε πολύ σπάνια ή πολύ συχνά. Η επικράτηση μπορεί επίσης να επηρεάσει τις επιδόσεις ενός μοντέλου. Οι Tourenq et al. (1999) διαπίστωσαν ότι η χρήση του ίδιου αριθμού παρουσίας / απουσίας δεδομένων είχε ως αποτέλεσμα ένα μοντέλο με την υψηλότερη ακρίβεια πρόβλεψης. Διαφορετικά, το MLP ήταν ευαίσθητο ως προς τον αριθμό της παρουσίας και της απουσίας στα δεδομένα εκπαίδευσης και προέβλεψε την πιο συχνή μεταβλητή εξόδου. Οι Manel et al. (1999) προσομοίωσαν τις επιπτώσεις της διαφοροποιημένης επικράτησης ειδών στην απόδοση του μοντέλου με την επιλεκτική αφαίρεση δεδομένων παρουσίας. Ακόμα κι αν προέβλεπαν το πιο κοινό πουλί στο σύνολο των δεδομένων τους, αυτό είχε συχνότητα παρουσίας μόνο 36% των τόπων παρατήρησης και το μοντέλο τους υποεκτιμούσε πάντα την παρουσία.

Ως ικανότητα γενίκευσης ορίζεται η ικανότητα ενός προσδιοριστικού μοντέλου που προσδιορίστηκε από ένα δείγμα τιμών να έχει καλή προσαρμογή στο σύνολο των τιμών του φαινομένου που περιγράφει υπάρχουν άλλες μέθοδοι για τον έλεγχο της πολυπλοκότητας των νευρωνικών δικτύων του μοντέλου. Η ικανότητα γενίκευσης περιλαμβάνοντας την κανονικοποίηση, την εκπαίδευση με

«θόρυβο», και την πρόωμη λήξη. Η κανονικοποίηση περιλαμβάνει την προσθήκη ενός όρου ποινής στη συνάρτηση σφάλματος. Ένας κοινός όρος ποινής είναι η φθορά βάρους, η οποία ενθαρρύνει τα βάρη να παραμείνουν σε μικρές τιμές. Είναι επιθυμητό να κρατιούνται τα βάρη σε μικρά επίπεδα επειδή το overfitting απαιτεί σχετικά μεγάλες τιμές για τα βάρη (Bishop, 1995).

Η εκπαίδευση με «θόρυβο» ή με την προσθήκη «θορύβου» στις μεταβλητές εισόδου είναι επίσης ένας άλλος τρόπος να μειωθεί η πολυπλοκότητα ενός μοντέλου. Ο «θόρυβος» θα δυσκολέψει το δίκτυο να συμπεριλάβει μεμονωμένα σημεία δεδομένων με ακρίβεια και ως εκ τούτου θα μειωθεί το overfitting και η βελτίωση της ικανότητας γενίκευσης. Ένα παράδειγμα εκπαίδευσης με «θόρυβο» κατά την μοντελοποίηση πρωτογενούς παραγωγής φυτοπλαγκτόν δίνεται από τον Scardi (2001).

Ένα από τα μεγαλύτερα μειονεκτήματα της χρήσης MLP είναι ότι δεν υπάρχει καμία τέλεια μέθοδος για τον προσδιορισμό του αριθμού των επαναλήψεων εκπαίδευσης. Υπάρχουν βασικά τρεις μέθοδοι: (1) επιλογή ενός καθορισμένου, από το χρήστη, επιπέδου σφαλμάτων, (2) χρήση μεθόδου πρόωμης διακοπή της, όπως η αυτόματη εκπαίδευση (Goodman, 1996), ή (3) χρήση των δεδομένων δοκιμής. Το πρόβλημα με την πρώτη μέθοδο είναι ότι είναι δύσκολο να αποφασιστεί το κατάλληλο επίπεδο σφαλμάτων. Συχνά αυτό το επίπεδο επιλέγεται, όταν δεν είναι ενεργοποιημένα τα επίπεδα σφάλματος. Το σφάλμα συνήθως μειώνεται μέχρι ένα συγκεκριμένο αριθμό επαναλήψεων, όπου η μείωση σταματά και δεν παίρνει πολύ μικρότερη τιμή. Ωστόσο, σε αυτό το σημείο, το δίκτυο μπορεί να έχει ήδη υπερεκπαιδευτεί. Με μεθόδους πρόωμης διακοπής, μέρος των δεδομένων εκπαίδευσης κρατείται έξω από την εκπαίδευση και χρησιμοποιούνται στον έλεγχο απόδοσης του μοντέλου. Το σφάλμα των δεδομένων εκπαίδευσης μειώνεται καθώς εξελίσσεται η εκπαίδευση. Το σφάλμα, επίσης, αρχικά μειώνεται στα διαχωρισθέντα δεδομένα, αλλά στη συνέχεια το επίπεδο σφάλματος αυξάνεται και πάλι καθώς το μοντέλο υπερεκπαιδεύεται. Παρόλο που προτιμάται αυτή η μέθοδος, απαιτεί περισσότερα δεδομένα, τα οποία συχνά δεν είναι διαθέσιμα. Ένα άλλο πρόβλημα με αυτή τη μέθοδο είναι ότι δεν εγγυάται ότι το ελάχιστο σφάλμα είναι ένα γενικευμένο ελάχιστο και όχι ένα τοπικό ελάχιστο, εάν το σύνολο των δεδομένων των δοκιμών χρησιμοποιείται για να καθορίσει τότε

διακόπτεται η εκπαίδευση. Αυτό σημαίνει ότι δεν είναι ανεξάρτητη η δοκιμή του μοντέλου.

## 2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

---

### 2.1 Περτούλι – λεκάνη απορροής Πορταϊκού ποταμού

---

#### Περιγραφή

Ο Πορταϊκός με συνολική έκταση λεκάνης απορροής 294.000 στρεμμάτων περίπου, είναι από τους σημαντικότερους φυσικούς επιφανειακούς υδάτινους αγωγούς του Νομού Τρικάλων, στο όριο σχεδόν του νομού αυτού με τον νομό Καρδίτσας, λίγα χιλιόμετρα ΔΝΔ της ομώνυμης πόλης των Τρικάλων. Η λεκάνη καλύπτει μέρος της Ανατολικής πλευράς του όρους Κερκέτιο (Κόζιακας) καθώς επίσης και τμήμα της πεδιάδας της Δυτικής Θεσσαλίας. Αποτελεί την Δυτικότερη υπολεκάνη του Πηνειού (μαζί με αυτές του Μουζακίου και της Κρύας Βρύσης) και εξαιτίας της γειτνίασης της με τις παρυφές της νότιας Πίνδου από τα Δυτικά, δέχεται κατά τεκμήριο τα μεγαλύτερα, ύψη ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων. Ο συντελεστής επιφανειακής απορροής στην περιοχή είναι ο υψηλότερος (0,60) και η μέση υπερετήσια βροχόπτωση αγγίζει τα 1914,90mm.

Οριοθετείται δυτικά από την οροσειρά της νότιας Πίνδου και ανατολικά από την Θεσσαλική πεδιάδα, στο ύψος του Πηνειού ποταμού. Προς βορρά ξεκινάει περίπου 9 Km νότια της Καλαμπάκας ενώ νότια αποτελεί ουσιαστικά το όριο μεταξύ των νομών Τρικάλων και Καρδίτσας. Καλύπτει επιφάνεια περίπου 294 Km<sup>2</sup>, η οποία διαρρέεται από ένα πυκνό υδρογραφικό δίκτυο. Η λεκάνη αυτή αποτελείται από δύο επιμέρους λεκάνες, οι οποίες διαχωρίζονται από την επιμήκη οροσειρά του Κόζιακα (Κερκέτιο όρος) και επικοινωνούν μεταξύ τους στην περιοχή των στενών της Πύλης.

Η λεκάνη απορροής του Πορταϊκού ποταμού, όντας εκτενής, ξεπερνά τα διοικητικά όρια του Δήμου Πύλης εισερχόμενη στον όμορο Δήμο Αιθίων. Συγκεκριμένα η λεκάνη απορροής του ίδιου αλλά και των συμβαλλόντων σε αυτόν χειμάρρων, Αγίου Ιωάννη, Δραμιζιώτη και Παλαιοκαρίτη καλύπτει τα τμήματα των επιφανειών του Δημοτικού Δάσους Βροντερού, Ελάτης και Καλογήρων, του



Δημόσιου Δάσους Παλαιοκαρυάς και Ξυλοχωρίου καθώς και του διακατεχόμενου Δάσους του Ροπωτού.

Η έκταση της λεκάνης του ποταμού, ανέρχεται, όπως αναφέρουμε και πιο πάνω, σε 294.000 στρέμματα περίπου, εκ των οποίων τα 11.400 στρ. ανήκουν στον συμβάλλοντα Αγ. Ιωάννη Ροπωτού, τα 4.600 σε τμήμα του Παλαιοκαριτή και 11.996 σε τμήμα του Δαρμιζιώτη. Το υπερθαλάσσιο ύψος του κατώτερου τμήματος της λεκάνης (λαμβάνοντας αυτό στη θέση της γέφυρας Γκίκα) είναι 217.93 και το υψηλότερο (κορυφή στη θέση Καραβούλα.) είναι 1862 μέτρα. Το μέσο υψόμετρο ανέρχεται σε 948.91 μ. και η μέση κλίση σε 51.87%. Το συνολικό μήκος της κεντρικής κοίτης είναι 16.47χλμ.

### **Πορταϊκός ποταμός**

Ο κύριος κλάδος του ποταμού ξεκινάει από την οροσειρά της νότιας Πίνδου (περιοχή Στουρναρέικα) από υψόμετρο 1500-1600 μέτρων περίπου. Στην συνέχεια τέμνει εγκάρσια την απότομη οροσειρά του Κόζιακα στην περιοχή της Πύλης και αφού ενωθεί με πλήθος άλλων παραποτάμων και ρεμάτων καταλήγει στη θεσσαλική πεδιάδα όπου και συμβάλλει στον Πηνειό ποταμό. Η κύρια κοίτη του Πορταϊκού έχει συνολικό μήκος 31,9 Km, ενώ χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι το μεγαλύτερο τμήμα αυτής βρίσκεται δίπλα στον υδροκρίτη της υδρολογικής λεκάνης με αποτέλεσμα το υδρογραφικό δίκτυο να παρουσιάζει μια εντελώς ασύμμετρη ανάπτυξη εκατέρωθεν του κυρίου κλάδου. Η πορεία της κύριας κοίτης είναι στην αρχή ΒΔ-ΝΑ για περίπου 7,5 km. Στη συνέχεια κάμπτεται και συνεχίζει για περίπου 21 km με διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ μέχρι σχεδόν τη συμβολή της με τον Πηνειό ποταμό.

### **Οικότοποι - Σημασία**

Σε μια ευρύτερη ακτίνα, γύρω από την περιοχή μελέτης συναντώνται τόσο φυσικά όσο και ανθρωπογενή οικοσυστήματα. Τα φυσικά οικοσυστήματα συνιστώνται κυρίως στα. δύο προαναφερόμενα δασικά συμπλέγματα: (Αγίου Προκοπίου - Κοτρωνίου - Πύλης, Αγίου Βησσαρίωνα. (Δούσικου))

- περιοχές με παρόχθια βλάστηση
- βλάστηση στα πρηνή αποστραγγιστικών και αρδευτικών καναλιών

- θαμνώνες στους λόφους ‘Μορφοράχη’ (ύψος 310.93μ.) στους ανατολικούς πρόποδες του Ίταμου
- χορτολιβαδικές εκτάσεις – βοσκότοποι
- ελατοδάση (πυκνό και αραιό) κ.α.

Στα ανθρωπογενή οικοσυστήματα, περιβάλλουν την περιοχή μελέτης, συγκαταλέγεται οι γεωργικά εκμεταλλευόμενες εκτάσεις, τα πρανή των δρόμων, οι θέσεις απόθεσης των σκουπιδιών, οι αγροτικές και κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις και οι πλαγιές κοντά στον οικισμό του Παλαιομοναστήρου που έχουν αναδασωθεί με άτομα Πεύκης (Καλλιόγλος, 2003). Τέλος, σε ότι αφορά την ορνιθοπανίδα της περιοχής, υπάρχει η πεποίθηση ότι η περιοχή της λεκάνης απορροής του Πορταϊκού παρουσιάζει σημαντική ορνιθοπανίδα, χωρίς όμως αυτό να μπορεί να ειπωθεί με βεβαιότητα, μιας και δεν έχουν γίνει μέχρι σήμερα εκτενείς έρευνες

## 2.2 Λεκάνη απορροής (πρώην λίμνης) Κάρλας

---

### Περιγραφή

Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει την ευρύτερη λεκάνη απορροής της πρώην λίμνης Κάρλας. Η περιοχή οριοθετείται από το όρος Όσσα (Κίσσαβος) και το όρος Μαυροβούνιο στα ανατολικά, από την περιοχή της Νίκαιας βόρεια, δυτικά μέχρι την Αγναντερή και νότια μέχρι την περιοχή Κανάλια – Στεφανοβίκειο. Αναλυτικότερα, Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει τους πρόποδες του Κισσάβου (Σπηλιά, Ανατολή), τους πρόποδες του Μαυροβουνίου (Αμυγδαλή, Έλαφος), την ενδιάμεση περιοχή τους (Γερακάρι Αγιάς), την περιοχή γύρω από τους ταμιευτήρες της Κάρλας από Στεφανοβίκειο – Κανάλια μέχρι την περιοχή Αγναντερή – Νίκαια. Η συνολική έκταση δηλαδή της λεκάνης απορροής των ταμιευτήρων της Κάρλας αγγίζει 1.040.000 στρέμματα.

### Μαυροβούνιο

*(Κάρλα-Μαυροβούνιο-Κεφαλόβρυσο Βελεστίνου (GR1420004))*

Η περιοχή περιλαμβάνει το δυτικό και το νότιο μόνο τμήμα του όρους Μαυροβούνιο, που βρίσκεται στα ανατολικά όρια του Θεσσαλικού κάμπου και της λίμνης Κάρλας, μεταξύ της Όσσας και του Πηλίου. Οι δυτικές πλαγιές καλύπτονται από θαμνώνες μακία, λιβάδια, βραχώδεις περιοχές και καλλιέργειες στα χαμηλότερα υψόμετρα, ενώ στο ανατολικό τμήμα του κυριαρχούν τα ψηλά και πυκνά δάση και θαμνώνες με αείφυλλα πλατύφυλλα. Στα ψηλότερα τμήματα του νότιου τμήματος της περιοχής μελέτης υπάρχουν εντυπωσιακά υπερώριμα δάση δρυός εκτός διαχείρισης, που συναντώνται πλέον σπάνια στην Ελλάδα.

Η περιοχή «GR1420004 Κάρλα - Μαυροβούνιο - Κεφαλόβρυσο Βελεστίνου - Νεοχώρι» έχει θεσμοθετηθεί ως μία από τις ΣΠΠ περιοχές του Όρους Μαυροβουνίου. Έχει έκτασης 43.435,5 εκταρίων (εκ των οποίων 18.142,6 εκτάρια εντός του ΣΠΠ) και περιλαμβάνεται στον κατάλογο των Τόπων Κοινοτικής Σημασίας για τη Μεσογειακή βιογεωγραφική περιοχή

Για το Μαυροβούνιο έχει εγκριθεί Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη της προστατευόμενης περιοχής Κάρλα – Μαυροβούνιο · Κεφαλόβρυσσο Βελεστίνου, έχει συγκροτηθεί Φορέας Διαχείρισης της «Περιοχής Οικοανάπτυξης Κάρλας-Μαυροβουνίου – Κεφαλόβρυσσου Βελεστίνου», αλλά δεν έχει εκδοθεί Προεδρικό Διάταγμα οριοθέτησης της προστατευόμενης περιοχής.

Το όρος Μαυροβούνιο είναι σημαντική περιοχή και σε διεθνές επίπεδο λόγω της παρουσίας ενός αξιόλογου αριθμού και μεγάλης ποικιλίας προστατευόμενων ειδών, ιδιαίτερα αρπακτικών, δασικών ειδών, καθώς και ειδών των ανοιχτών οικοτόπων και των περιοχών με αραιή δασοκάλυψη. Η αξία της περιοχής ενισχύεται από την γειτνίαση της περιοχής με τους τεχνητούς υγροτόπους της αποξηρανθείσας λίμνης Κάρλας και τον Θεσσαλικό κάμπο.

Έρευνες που έχουν γίνει στο παρελθόν καταδεικνύουν τη διεθνή σημασία της περιοχής για την προστασία του Ασπροπάρη (που σύμφωνα με τα διαθέσιμα δεδομένα εξαφανίστηκε πρόσφατα από την περιοχή), του Φιδαετού (*Circetus gallicus*), της Αετογερακίνας (*Buteo rufinus*), του Κραυγαετού (*Aquila pomarina*), του Κιρκινεζιού (*Falco naumanni*), του Χρυσογέρακου (*Falco biarmicus*), του Μεσαίου Δρυοκολάπτη (*Dendrocopos medius*), της Λιοστριτσίδας (*Hippolais olivetorum*), του Δρυομυγοχάφτη (*Ficedula semitorquata*), του Αετομάχου (*Lanius collurio*) και του Παρδαλοκεφαλά (*Lanius nubicus*), για τα οποία η περιοχή είναι μια είναι μία από τις 5 σημαντικότερες περιοχές στην γεωγραφική περιφέρεια νότιας Ελλάδας.

Εκτός αυτών η περιοχή διατηρεί σημαντικούς πληθυσμούς σε εθνικό επίπεδο (>1% του εθνικού πληθυσμού) των ειδών Μαυροπελαργός (*Ciconia nigra*), Σφηκιάρης (*Pernis apivorus*), Σαΐνι (*Accipiter brevipes*), Χρυσαιτός (*Aquila chrysaetos*), Σταυραετός (*Hieraetus pennatus*), Πετρίτης (*Falco peregrinus*), Μπούφος (*Bubo bubo*), Μαύρος Δρυοκολάπτης (*Dryocopus martius*), Λευκονώτης Δρυοκολάπτης (*Dendrocopus leucotos*).

### Κίσσαβος (Όσσα)

Στα χαμηλότερα υψόμετρα ο κύριος βλαστητικός τύπος είναι τα πλατύφυλλα καταπράσινα δάση. Εδώ η πλειοψηφία των σχετικών ειδών που αναπτύσσονται σε Ελλάδα, όπως *Acer* sp., *Quercus* sp., *Corylus* sp., *Arbutus* sp., *Erica* sp., *Fraxinus* sp., *Phillyrea* sp., *Ulmus* sp., *Cornus* sp. κλπ βρίσκονται. Στα μεγαλύτερα υψόμετρα της ανθρώπινη επίδραση είναι έντονη καθώς ο έλεγχος και το κλάδεμα της *Castanea sativa* έχουν οδηγήσει στη δημιουργία καθαρών ομάδων του είδους, ιδιαίτερα σε τμήματα του δάσους που ανήκουν στις τοπικές κοινωνίες. Τα δένδρα χρησιμοποιούνται κυρίως για την καστανιά συλλογής και λιγότερο για το ξύλο τους. Όπου η ανθρώπινη επίδραση είναι ελαφρύτερο *Castanea* αναπτύσσεται μαζί με *Tilia* σε τυπικό *Tilio-Castanetum* στα 300 - 500 μέτρα. Επίσης, σε χαμηλό υψόμετρο, όπως η περιοχή μελέτης, εμφανίζονται μικροί σχηματισμοί του είδους *Fagus*, αρκεί οι περιοχές να έχουν υψηλή σχετική υγρασία. Το έδαφος είναι πολύ καλό για δασοκομία. Η παραγωγικότητά του, όμως, θεωρείται χαμηλή και ακατάλληλη για γεωργικές ή κτηνοτροφικές χρήσεις. Εκτός του βοτανικού ενδιαφέροντος λόγω της παρουσίας ενδημικών ή και σπάνιων ειδών, σημαντικό γεγονός είναι και ότι η περιοχή έχει χαρακτηριστεί ως Ειδική

Προστατευόμενη Περιοχή (SPA) και ως Σημαντική Περιοχή για τα Πουλιά (IBA). Αποτελεί λιμάνι για ένα μεγάλο αριθμό πτηνών. Δηλαδή η συγκεκριμένη περιοχή είναι σημαντική τόσο για αναπαραγόμενα αρπακτικά όσο και για αυτά που απλώς διέρχονται από εκεί. Υπάρχουν είδη των οποίων ο πληθυσμός έχει ελαττωθεί σημαντικά, πράγμα που προκαλεί έντονη ανησυχία. Τέτοια είναι το *Gyps fulvus*, το *Accipiter brevipes*, το *Aquila heliaca*, το *Falco biarmicus*, το *Ficedula semitorquata*, το *Emberiza hortulana* κ.α. Το δασικό σύμπλεγμα της Όσσας, επίσης χαρακτηρίζεται από την παρουσία των μεγάλων θηλαστικών όπως το *Canis aureus*, *Sus scrofa* κ.α. Τέλος, υπάρχουν σημαντικά αμφίβια και ερπετά.



## Ταμιευτήρες της Κάρλας:

1. Το μεγαλύτερο μέρος του νοτιότερου Ταμιευτήρα υπάγεται διοικητικά στο νομό Μαγνησίας και ένα πολύ μικρό τμήμα του στο νομό Λαρίσης, βρίσκεται μεταξύ των χωριών Στεφανοβίκειο και Κανάλια και έχει κατασκευασθεί στο χαμηλότερο τμήμα της τέως λίμνης Κάρλας. Πιο συγκεκριμένα το όριο ξεκινάει από το νοτιότερο σημείο του αναχώματος (6 χιλιόμετρα ΝΑ του Στεφανοβικείου), όπου βρίσκεται ένα εργοτάξιο και συνεχίζει τον ασφαλτόδρομο προς Κανάλια, 400-500 μέτρα δυτικά της διασταύρωσης για Κανάλια το όριο κατευθύνεται ΒΑ προς το χωριό και 400 μέτρα ΝΔ του χωριού παίρνει κατεύθυνση βορειοδυτική, παράλληλα με τους δυτικούς πρόποδες του Μαυροβουνίου και με τον δρόμο που συνδέει τα Κανάλια με το Καλαμάκι και τα ανατολικά αναχώματα του ταμιευτήρα και φτάνει έως την θέση Παλαιόσκαλα (Προϊστορικός οικισμός) (το όριο αυτό συμπίπτει και με το Δυτικό όριο του Μαυροβουνίου). Στην θέση Παλαιόσκαλα (βορειότερο σημείο της οριοθέτησης του ταμιευτήρα, το οποίο ανήκει στο νομό Λαρίσης), το όριο συνεχίζει να ακολουθεί το βόρειο τμήμα του αναχώματος προς τα δυτικά μέχρι τον αύλακα που βρίσκεται δυτικά του Κεντρικού Αντλιοστασίου της Κάρλας (1,5-2 περίπου χιλιόμετρα βόρεια του Αεροδρομίου της Αεροπορίας στρατού Στεφανοβικείου). Η δυτική οριοθέτηση ξεκινάει από τον προαναφερθέντα αύλακα δυτικά του Αντλιοστασίου, ακολουθεί τα ανατολικά όρια του αεροδρομίου, συνεχίζει προς νότο, παράλληλα με τον αύλακα έως ότου καταλήξει στο νοτιότερο σημείο. Ο ταμιευτήρας αυτός βρίσκεται ακόμη στην φάση πλήρωσης με νερό, κι' έτσι το μεγαλύτερο μέρος της ΣΠΠΕ περιλαμβάνει τεράστια επίπεδα χέρσα τμήματα, λιβάδια (σημαντικούς χώρους τροφοληψίας Κιρκινεζιών, Αετογερακίων, Πετρινών, Μαυροπελαργών, Γιδοβυζιών, Καλημάνων (max 1000), μεταναστευτικών, κ.α. και φωλιάσματος της Γαλιάντρας και της Πετροτριλίδας), ελάχιστες δεντροκαλλιέργειες (κυρίως αμυγδαλιές σημαντικές για τα στρουθιόμορφα και τους δρυοκολάπτες) καθώς και μονοετείς καλλιέργειες, ένα λοφίσκο (Μαγούλα) με σκληροφυλλική βλάστηση, τα κατώτερα τμήματα (πρόποδες) του Μαυροβουνίου (σκληροφυλλική βλάστηση), κανάλια και πάρα πολλά σκαμμένα τμήματα (εκβαθύνσεις) διαφόρων μεγεθών, σε διάφορα σημεία (περιφερειακά, εντός των αναχωμάτων, κυρίως στο βόρειο και ανατολικό τμήμα),

που διατηρούν νερό κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια του έτους, τα οποία κατά την διάρκεια του χειμώνα φιλοξενούν εκατοντάδες είδη υδρόβιων, ενώ κατά τις περιόδους μετανάστευσης, εδώ σταθμεύουν χιλιάδες μεταναστευτικά. Μετά από περιόδους βροχών και κυρίως αρχές άνοιξης, ένα τεράστιο τμήμα πλημμυρίζει, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται εκατοντάδες στρέμματα υδρολίβαδων, τεράστιας σημασίας για τα μεταναστευτικά πουλιά (ερωδιοί, παρυδάτια, πάπιες, Κιτρινοσουσουράδες, κ.α.). Επίσης σε διάφορα σημεία γύρω από τα αναχώματα υπάρχουν φωλιές Πελαργών (Χατζηλάκος, Γ., 1996).

2. Λίγο πιο βόρεια του Ταμιευτήρα των Καναλιών- Στεφανοβικείου, βρίσκονται 2πολύ μικρότεροι του. Οι ταμιευτήρες βρίσκονται μεταξύ των χωριών Αχιλλείο και Καλαμάκι (νομός Λαρίσης). Πιο συγκεκριμένα, στο μέσο περίπου της διαδρομής Αχιλλείο- Καλαμάκι, προς το Καλαμάκι. Ο δρόμος που συνδέει τα χωριά περνάει μεταξύ των δύο ταμιευτήρων. Οι δύο ταμιευτήρες ορίζονται σαν μία ΣΠΠΕ. Συγκεκριμένα όμως, ο νότιος ταμιευτήρας ορίζεται δυτικά από τον τέταρτο δυτικό αγροτικό δρόμο, νότια από τον πρώτο κάθετο αγροτικό δρόμο, ανατολικά από μεγάλο αύλακα, και βόρεια από τον κεντρικό ασφαλτόδρομο. Ο βόρειος ταμιευτήρας, δυτικά ορίζεται μεταξύ του δεύτερου και του τρίτου αγροτικού δρόμου, νότια από τον κεντρικό ασφαλτόδρομο, ανατολικά από μεγάλο αύλακα και βόρεια από τις διπλανά του αγροτεμάχια. Ο νότιος ταμιευτήρας είναι κατακλυζόμενος, με απουσία βλάστησης, σε αντίθεση με τον βόρειο, στον οποίο κυριαρχούν καλαμιώνες(*Phragmites* sp.) ενώ κατά θέσεις υπάρχουν και Ψαθιά (*Typha* sp.). Ο βόρειος ταμιευτήρας είναι ο σημαντικότερος, από πλευράς ορνιθοπανίδας, στην ευρύτερη περιοχή της Κάρλας και χωρίζεται σε δύο τμήματα με μία νησίδα από την δυτική έως την ανατολική πλευρά. Η μόνιμη κατάκλυση, οι πολλοί καλαμιώνες, οι νησίδες, το βάθος και πολλά άλλα στοιχεία βιοτικά και αβιοτικά, τον έχουν κάνει να είναι πάρα πολύ μεγάλης σημασίας για τα πουλιά καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Κατά τις μεταναστευτικές περιόδους εκατοντάδες ερωδιοί, Χαλκόκοτες, Σαρσέλες, παρυδάτια, αρπακτικά, Μαυροκέφαλοι γλάροι (max 3000), στρουθιόμορφα, κ.α. σταθμεύουν, τον χειμώνα βρίσκουν καταφύγιο πάνω από 15000 φαλαριδόπαπια, Κύκνοι, Καλαμόκιρκοι (max 24), Στικταετοί, ερωδιοί, κ.α., ενώ την άνοιξη αναπαράγονται Πορφυροτσικνιάδες,

Μικροτσικνιάδες, βουτηχτάρια, κ.α., πιθανώς και η Βαλτόπαπια. Γύρω από τους ταμιευτήρες υπάρχουν αγροαναπαύσεις και μονοετείς καλλιέργειες στις οποίες πιθανώς να αναπαράγεται το Νεροχελίδονο, και το χειμώνα αποτελούν σημαντικούς χώρους για τις Καλημάνες και τα Βροχοπούλια (Χατζηλάκος, Γ., 1996).

3. Βόρεια των ταμιευτήρων του Καλαμακίου βρίσκεται ένας πάρα πολύ μικρότερος, ο ταμιευτήρας του Καστρίου (νομός Λαρίσης), 1,5-2 χιλιόμετρα ΝΔ του χωριού. Το όριο της ΣΠΠΕ είναι τα αναχώματα του ταμιευτήρα. Έχει ελάχιστη υδρόβια βλάστηση και μία νησίδα από νότια προς βόρεια, γύρω του υπάρχουν μονοετείς καλλιέργειες. Σημαντικός κυρίως στην μετανάστευση (Καζαντζίδης et al, 2001).

4. Βορειοδυτικότερα από τον ταμιευτήρα του Καστρίου, υπάρχει ένα σύμπλεγμα τριών μικρών ταμιευτήρων, 600 περίπου μέτρα βόρεια του χωριού Νιάματα (νομός Λαρίσης). Το όριο του ΝΑ ταμιευτήρα, είναι περιμετρικά αυτού, λίγα μέτρα έξω από τα αναχώματα. Τα όρια των άλλων δύο περιλαμβάνουν και από ένα αγροτεμάχιο γύρω τους. Και στους τρεις ταμιευτήρες υπάρχει μόνιμη κατάκλιση, νησίδες (μικρές και διαχωριστικές), λίγη υδρόβια βλάστηση (κυρίως στον κεντρικό και νότιο) και δεντροστοιχίες από αρμυρίκια (στον νότιο ταμιευτήρα). Γύρω από αυτούς υπάρχουν καλλιέργειες μονοετείς, λιβάδια, χέρσα τμήματα και μία εκβολή ρέματος. Αποτελούν σταθμό για τα μεταναστευτικά, καταφύγιο για αρκετά υδρόβια κατά τη διάρκεια του χειμώνα και θέση φωλεοποίησης για μερικά είδη (Hallmann, B., 1999).

5. Περίπου 3,5 χιλιόμετρα βόρεια των ταμιευτήρων των Νιαμάτων, μεταξύ των χωριών Ελευθέριο (δυτικά) και Δήμητρα (ανατολικά) (νομός Λαρίσης), βρίσκονται τρεις μικροί ταμιευτήρες. Ο ανατολικός, νότια, ορίζεται από τον κεντρικό δρόμο Λάρισας- Αγιάς, ενώ ανατολικά, βόρεια και δυτικά υπάρχουν έξω από τα αναχώματα χέρσα τμήματα και το όριο περνάει περιφερειακά αυτών των τμημάτων. Το όριο στους δύο δυτικούς ταμιευτήρες (οι οποίοι είναι σαν ενωμένοι), περνάει μεταξύ των χέρσων τμημάτων που βρίσκονται έξω από τα αναχώματα και

των καλλιεργούμενων εκτάσεων. Στους ταμιευτήρες υπάρχει μόνιμη κατάκλιση και αναπτύσσονται καλαμιώνες, με μεγαλύτερο αυτόν του δυτικότερου ταμιευτήρα (φτάνει σε μήκος κάτι λιγότερο από 500 μέτρα). Επίσης μέσα τους υπάρχουν διαχωριστικές νησίδες. Κάτι πολύ σημαντικό που υπάρχει στους ταμιευτήρες αυτούς είναι τα χέρσα τμήματα, τα λιβάδια, τα υγρολίβαδα, τα στάσιμα νερά και τα κανάλια που τους περιβάλλουν, που εκτός από την ποώδη βλάστηση, αναπτύσσονται και καλαμιές, βούρλα και μεμονωμένα (ή σε πάρα πολύ μικρές συστάδες) υδρόφιλα δέντρα. Όλα αυτά τα χέρσα «ανοιχτά» μέρη αποτελούν πάρα πολύ σημαντικούς χώρους τροφοληψίας των παγκοσμίως απειλούμενων Κιρκινεζιών και των Πελαργών που φωλιάζουν στα γύρω χωριά. Στο χωριό Ελευθέριο, που είναι το κοντινότερο (1 χιλιόμετρο ΝΔ των ταμιευτήρων), αναπαράγονται 11 ζευγάρια Πελαργών και κάποια μεμονωμένα στα γύρω χωριά (Δήμητρα, Μαρμάρινη), οπότε διαπιστώνουμε την σημαντικότητα της περιοχής για το είδος. Στα αναπαράγομενα είδη περιλαμβάνεται το Σκουφοβουτηχτάρι, ο Πορφυροτσικνιάς και χρειάζεται περαιτέρω έρευνα για τη Βαλτόπαπια και την Πετροτριλίδα. Κατά την μετανάστευση αρκετά είδη χρησιμοποιούν την περιοχή ως σταθμό, όπως αρκετά στρουθιόμορφα, ερωδιοί, φιδαστοί, σαρσέλες και παρυδάτια. Ο αργυροτσικνιάς, το κιρκίρι, η βαλτόπαπια και το κιρκινέζι, είναι τα είδη της ορνιθοπανίδας για τα οποία η Σημαντική Περιοχή u947 για τα Πουλιά «Ταμιευτήρες τέως λίμνης Κάρλας» αξιολογήθηκε από το BirdLife International (Heath & Evans 2000) ότι πληρεί τα κριτήρια για ένταξη στο δίκτυο των Ζωνών Ειδικής Προστασίας. Ενώ είδη παγκοσμίου ενδιαφέροντος που δεν πληρούν κριτήρια ΣΠΠΕ είναι η Λαγγόνα (διαχειμάζει), ο Στικταετός (διαχειμάζει) και το Διπλομπεκάτσινο (μετανάστευση) (Χατζηλάκος, Γ., 1996).

## 2.3 Δέλτα Σπερχειού ποταμού

---

### Κουλάδα Σπερχειού

Μια μεγάλη περιοχή που βρίσκεται ανάμεσα στα όρη Οίτη, Όθρυς και Τυμφρηστός. Το μεγαλύτερο τμήμα της καλύπτεται από καλλιέργειες, πρόποδες βουνών, την κοίτη του Σπερχειού, ενώ ένα μικρότερο από ρέματα, λόφους, παραποτάμια δάση και χωριά και ένα ελάχιστο από έλη γλυκού νερού και υγρολίβαδα. Λόγω της ευφορίας του εδάφους, έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερα στην περιοχή η γεωργία με αποτέλεσμα να υπάρχει ποικιλία καλλιεργειών, πυκνής και όχι μόνο βλάστησης. Αυτό έχει κάνει την κουλάδα του Σπερχειού σε συνδυασμό και με άλλους οικοτόπους (π.χ. ρέματα, δάση, λόφοι) να έχει ιδιαίτερη σημασία για την επιβίωση άνω των 117 ειδών, κυρίως αγροτικών (Ζαλίδης και Μαντζαβέλας, 1994). Το μεγαλύτερο ποσοστό, χρησιμοποιούν τις καλλιέργειες (π.χ. βαμβάκι, σιτάρι, ελαιώνες, ακτινίδια, κλπ.). Τέτοια είδη είναι οι κεφαλάδες, οι τσιροβάκοι, οι γαλιάντρες, οι αμπελουργοί και δεκάδες άλλα. Σε άλλους τύπους ενδιακτημάτων στις καλλιεργούμενες εκτάσεις όπως αρδευτικά κανάλια, φυτοφράκτες, αγραναπαύσεις, κ.α., απαντούν πελαργοί, δρυοκολάπτες, αρπακτικά, κορακοειδή και πολλά άλλα στρουθιόμορφα. Οι κίνδυνοι για τα είδη αυτά είναι αρκετοί, για το λόγο ότι η γεωργία εξελίσσεται με γρήγορους ρυθμούς και το αγροτικό τοπίο αλλοιώνεται. Οι φωλιές των εδαφόβιων πουλιών καταστρέφονται από τα γεωργικά μηχανήματα, τα εντομοφάγα δεν βρίσκουν τροφή από την εντατική χρήση εντομοκτόνων και αρκετά άλλα δεν βρίσκουν καταφύγιο από την μείωση αγραναπαύσεων και την αποψίλωση φυτοφρακτών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα μείωσης στην περιοχή είναι το σπιτοκιρκινέζο όπου μέχρι τα τέλη του '70 φώλιαζε σε όλη την περιοχή σε αρκετά ικανοποιητικούς αριθμούς εκατοντάδων ατόμων, σήμερα έχουν απομείνει στην περιοχή λιγότερα από 10 ζευγάρια και το είδος παγκοσμίως απειλείται. Ο αγριόγαλος επίσης φώλιαζε κι αυτός στην περιοχή στο παρελθόν, σήμερα όχι απλώς έχει μειωθεί, αλλά συγκαταλέγεται στα εκλιπόντα της περιοχής, αλλά και της Ελλάδας (Akriotis et al, 1995)



Ένας άλλος πολύ σημαντικός οικότοπος στην κοιλάδα είναι η κοίτη του Σπερχειού, που σχηματίζονται λόγω της ορμητικότητας του ποταμού συσσωρεύσεις κροκάλων, αμμώδεις αποθέσεις και νησίδες και χαρακτηρίζουν την κοίτη. Επίσης μικρά έλη, λιμνάζοντα νερά και πλημμυρισμένες εκτάσεις, παρόχθια βλάστηση και παραποτάμια δάση και διαβρωμένες χωμάτινες πλαγιές, σημαντικές για το φώλιασμα του μελισσοφάγου και του οχθοχελίδονου, βρίσκονται σε αρκετά τμήματα της κοίτης. Τα παραποτάμια δάση του Σπερχειού, μια ιδιαιτερότητα της περιοχής, είναι από τα τελευταία που έχουν απομείνει στην Ελλάδα, κινδυνεύουν όμως να χαθούν. Ήδη μεγάλα τμήματα είχαν καταστραφεί κατά τις προηγούμενες δεκαετίες. Τα δέντρα που τα αποτελούν είναι κυρίως το πλατάνι, η ιτιά, οι λεύκες και το σκλήθρο. Επίσης αρμυρίκια, αναρριχώμενα φυτά, διάφοροι θάμνοι και αρκετά αγριολούλουδα συνθέτουν το εσωτερικό των δασών. Μέσα τους βρίσκουν καταφύγιο περίπου αρκετά είδη πουλιών, όπου φωλιάζουν, τρέφονται ή πηγαίνουν μόνο για κούρνιασμα. Εδώ σημαντική είναι η παρουσία και φωλεοποίηση νυκτόβιων και ημερόβιων αρπακτικών και δρυοκολαπτών. Οι ερωδιοί έχουν βρεθεί να στήνουν τις φωλιές τους σε ορισμένα σημεία των παραποτάμιων δασών. Τα στρουθιόμορφα βρίσκονται σε καλούς πληθυσμούς και τα περισσότερα φωλιάζουν, όπως η σακουλοπαπαδίτσα, το αηδόني, η κουρούνα, η κάργια, ο συκοφάγος, η λευκοσουσουράδα, κ.α. Μέσα στα δάση αυτά γίνεται βόσκηση, ρίψη μπαζών και σκουπιδιών, κοπή δέντρων, ενώ σε μερικά έχει σημειωθεί φωτιά (Hallmann and Alivizatos, 1999).

Στις συσσωρεύσεις κροκάλων και τις αμμώδεις αποθέσεις τώρα, βρίσκουν τροφή αρκετά παρυδάτια, ερωδιοί και σουσουράδες. Στις νησίδες με κρόκαλα φωλιάζει το μικρό παρυδάτιο ποταμοσφυριχτής, όπου στήνει η φωλιά του ανάμεσα στις πέτρες και την χαμηλή βλάστηση, οι εντατικές χαλικοληψίες και αμμοληψίες, όμως αποτελούν την κύρια απειλή για το είδος.

Τα λοιπά ενδιατήματα, δηλαδή, τα μικρά έλη, τα λιμνάζοντα νερά και οι πλημμυρισμένες εκτάσεις χρησιμοποιούνται κυρίως για τροφοληψία ερωδιών, πελαργών, παπιών, νερόκοτων και διαφόρων άλλων (Ζαλίδης και Μαντζαβέλας, 1994).

Όσο αφορά τα ρέματα που τροφοδοτούν τον Σπερχειό, αυτά χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στα μόνιμης ροής και στα εποχιακής ροής. Στα πρώτα βρίσκουν

καταφύγιο στην πλούσια βλάστηση πάρα πολλά μικροπούλια, όπως αηδόνια, τσιροβάκοι, ψευταηδόνια, κ.λπ., αλλά και μεγαλύτερα όπως μπεκάτσες, ερωδιοί, γερακίνες. Υπάρχουν ορισμένα ρέματα που καλύπτονται από καλαμιές και έχουν ιδιαίτερη σημασία για την τοιχλοποταμίδα, διότι το είδος ζει αποκλειστικά σε καλαμιώνες. Το κάψιμο και το κόψιμο των καλαμιώνων, ο καθαρισμός των ρεμάτων, οι εκβαθύνσεις και οι ευθυγραμμίσεις αυτών απειλούν αρκετά από τα μικροπούλια. Στα ρέματα εποχιακής ροής όπου, η βλάστηση δεν είναι τόσο πλούσια, επικρατούν ορισμένα είδη φυτών και καλύπτονται κυρίως από κρόκαλα, όπως είναι ο Ξηριάς Λαμίας, η Βίστριζα, ο Ξηριάς Υπάτης, κ.α. Τα πουλιά εκεί περιορίζονται σε ορισμένα είδη, όπως κουρούνες, βραχοκιρκίνεζα, οινάνθες, γερακίνες και καρβουνιάρηδες (Akriotis et al, 1995).

Οι ρεματιές αυτές πηγάζουν κυρίως από το όρος Οίτη και Όθρυς, όπου και οι πρόποδες των βουνών αυτών αποτελούν τμήμα της κοιλάδας του Σπερχειού, καλύπτονται κυρίως από μακία βλάστηση, ελαιώνες, μικρά λιβάδια και δεντροστοιχίες. Στην βλάστηση αυτή ζουν πουλιά όπως είναι ο πετροκότσυφας, οι τσιροβάκοι, οι κίσσες, ο κούκος, οι μπεκάτσες, ο φιδαιτός και τα τρυγόνια. Στους πρόποδες της Οίτης κυρίως, συναντώνται σπηλιές, μικρά φαράγγια και χαράδρες. Εκεί φωλιάζουν αρπακτικά όπως μπούφοι, και πετρίτες, βραχοχελιδόνα, βραχοτσοπανάκοι, βουνοσταχτάρες και πέρδικες, ενώ περαστικός μπορεί να είναι κανένας χρυσαετός. Σε ορισμένα σημεία υπάρχουν και συστάδες δέντρων, σημαντικές για δρυοκολάπτες κυρίως και αρπακτικά. Στην κοιλάδα επίσης υπάρχουν και μερικοί λόφοι, οι οποίοι καλύπτονται από καλλιέργειες, θάμνους, φρύγανα και μικρές συστάδες δέντρων. Οι λόφοι έχουν ιδιαίτερη σημασία, όπως και οι πρόποδες των βουνών, για πολλά είδη αρπακτικών και διαφόρων άλλων πτηνών.

Ένα πάρα πολύ μικρό μέρος της κοιλάδας καταλαμβάνουν τα έλη γλυκού νερού και τα υγρολίβαδα, Παρά όμως την ελάχιστη έκτασή τους, είναι ιδιαίτερα σημαντικά, τόσο για την μοναδικότητα των ειδών, όσο και για την τροφοληψία αρκετών άλλων. Στις μόνιμες κατακλυζόμενες περιοχές σχηματίζονται φυτοκοινωνίες με καλάμια, βούρλα, ιππουρίδες και άλλα υγρόφιλα φυτά, κι' αυτό αποτελεί κατάλληλο χώρο για νερόκοτες, φαλαρίδες, τσικνιάδες και ποταμίδες. Στα πιο ανοιχτά μέρη, όπως είναι τα υγρολίβαδα, αναζητούν την τροφή τους

ερωδιοί, παρυδάτια, χήνες, πελαργοί, και αρκετά εντομοφάγα, όπως χελιδόνια, σταχτάρες, κ.λπ. Κατά καιρούς έχουν παρατηρηθεί αρπακτικά και σπάνια υδρόβια (Hallmann and Alivizatos, 1999).

Στα χωριά της περιοχής επίσης βρίσκουν καταφύγιο αρκετά πουλιά, ιδίως κατά τον χειμώνα στους κήπους και στις αυλές, αλλά και την άνοιξη όταν φωλιάζουν σε προεξοχές κτιρίων και κάτω από τα κεραμίδια αρκετών σπιτιών.

### **Οι πελαργοί του Σπερχειού**

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ευρύτερη περιοχή όσον αφορά τους πελαργούς. Περίπου 65 ζευγάρια έρχονται κάθε άνοιξη στις φωλιές τους σε πάνω από 30 χωριά. Οι φωλιές τους είναι χτισμένες πάνω σε εκκλησίες, σε κολώνες της Δ.Ε.Η., και ορισμένες σε δέντρα. Τα περισσότερα ζευγάρια, πάνω από 23, βρίσκονται στην Ανθήλη και στην Αγία Παρασκευή-Μεγάλη Βρύση, όπου βρίσκονται κοντά στο δέλτα Σπερχειού. Στην κοιλάδα Σπερχειού βρίσκονται περίπου 35 ζεύγη. Ο πληθυσμός αυτός αποτελεί την τελευταία σημαντική συγκέντρωση πελαργού στη Στερεά Ελλάδα (Hallmann and Alivizatos, 1999).

### **Δέλτα Σπερχειού**

Το δέλτα Σπερχειού είναι από τους σημαντικότερους υγρότοπους εκτός βορείου Ελλάδας. Μετά από 80 χλμ. περίπου πορείας, ο Σπερχειός εκβάλλει στον Μαλιακό κόλπο σχηματίζοντας κατακλυζόμενες εκτάσεις, εκτεταμένα λασποτόπια, αλίπεδα, καλαμιώνες και νησίδες, ιδιαίτερης σημασίας για πάρα πολλά πουλιά. Τα αλίπεδα ή αλμυρόβαλτοι και οι νησίδες συγκροτούνται κυρίως από αλόφυτα και εκεί φωλιάζουν τα γλαρόνια και τα διάφορα χαραδριόμορφα. Στα παλιρροιακά λασποτόπια και στις κατακλιζόμενες εκτάσεις συγκεντρώνονται χιλιάδες υδρόβια πτηνά για να τραφούν. Το χειμώνα τις περιοχές αυτές χρησιμοποιούν πάνω από 10000 πάπιες, 6000 παρυδάτια (με σημαντικότερη συγκέντρωση της αβοκέτας, πάνω από 1300 και με μέγιστο 3500, η μεγαλύτερη συγκέντρωση στην Ελλάδα), εκατοντάδες γλάροι, κ.α. Επίσης φλαμίγκος, σκίουροι, ασβοί, λύκοι και πολλά άλλα είδη βρίσκουν καταφύγιο στα παραποτάμια δάση, στις ρεματιές, στους

θαμνοτόπους, στις καλλιέργειες και αλλού, ενώ στα νερά του Μαλιακού κολυμπούν αρκετά δελφίνια (Hallmann and Alivizatos, 1999).

Μεγάλη ποικιλία εμφανίζουν εδώ και τα ερπετά με τα αμφίβια, συνολικά πάνω από 35 είδη ζουν σε όλους τους τύπους ενδιακτημάτων της περιοχής, όπως θαμνώνες, ερωδιοί, αρπακτικά (όπως ο στικταετός και οι κίρκοι) και αρκετά μικροπούλια παρατηρούνται σε αυτές τις περιοχές, αλλά και στους καλαμιώνες και στην παρόχθια βλάστηση. Η καλλιέργεια ρυζιού που γίνεται εκεί είναι πολύ σημαντική για πάρα πολλά πουλιά, σε όλη η διάρκεια του έτους. Στην μετανάστευση η περιοχή είναι σημαντική για τα αρπακτικά (ιδίως για τους κίρκους), τα χαραδριόμορφα και τους ερωδιούς. Αν και Περιοχή ειδικής προστασίας, Natura, και I.B.A., η λαθροθηρία, οι αεροψεκασμοί με χημικά, η λαθραλιεία, το κάψιμο καλαμιώνων, η απόρριψη λυμάτων, οι αποξηράνσεις για επέκταση χωραφιών, κα, απειλούν τα πουλιά και μαζί την ισορροπία όλου του οικοσυστήματος (Ζαλίδης και Μαντζαβέλας, 1994). Η ορνιθοπανίδα του δέλτα γενικά, περιλαμβάνει αρκετά σπάνια είδη που προστατεύονται από διάφορες συμβάσεις, ενώ παρουσιάζει και ως σύνολο μια σύνθεση ειδών η οποία είναι σπάνια στην Ανατολική Ελλάδα και ως προς τα είδη των παλιρροιακών περιοχών. Σπάνιες είναι επίσης και για όλη την χώρα οι εκτάσεις τέτοιου είδους. Η ύπαρξη επίσης πληθυσμών κάποιων ειδών σε σχετική απομόνωση αποτελεί ιδιαίτερο στοιχείο ενδιαφέροντος. Τέλος, η μοναδικότητα της περιοχής και η φυσικότητα του οικοσυστήματος είναι σημαντικά σε τοπικό και εθνικό επίπεδο, ενώ η σπανιότητα ειδών, η αντιπροσωπευτικότητα άγριας ορνιθοπανίδας, τα επίπεδα πληθυσμών πανίδας, η ποικιλία οικοτόπων και το επιστημονικό ενδιαφέρον έχουν σημασία όχι μόνο σε τοπικό και εθνικό, αλλά και σε κοινοτικό επίπεδο. Το δέλτα επίσης έχει προταθεί να συμπεριληφθεί στους υγροτόπους με διεθνή σημασία, σύμφωνα με την συνθήκη Ramsar (Akriotis et al, 1995)

### Μαλιακός Κόλπος

Κλειστός και σχετικά ρηχός κόλπος που πλαισιώνεται σε μεγάλο μέρος από παράκτιους υγροτόπους. Στο νότιο και δυτικό τμήμα και σε απόσταση 0,5-2,5 χλμ. από την ακτή, το βάθος δεν ξεπερνά τα 3 μέτρα. Αυτό σε συνδυασμό με τα δεκάδες

ρέματα που απορρέουν από τα γύρω βουνά, μεταφέροντας αρκετή λάσπη, δημιούργησαν ένα εκτενές παράκτιο οικοσύστημα. Οι σημαντικότεροι παράκτιοι υγρότοποι του Μαλιακού είναι το δέλτα Σπερχειού, η εκβολή Πλατανιά, η λιμνοθάλασσα Βρωμιλίμνης, το έλος Σκάρφειας, η εκβολή του Βελλιά και η εκβολή Αλμυροποτάμου. Η βλάστηση στους υγροτόπους αποτελείται κυρίως από βούρλα, αλόφυτα, καλάμια, αρμυρίκια κ.α. και σε κάποια σημεία αναπτύσσεται υδροχαρής δενδρώδης βλάστηση υπό μορφή συστάδας. Οι ακτές είναι κυρίως αμώδεις. Τα πουλιά που απαντούν στον Μαλιακό είναι κυρίως διάφορα είδη γλάρων και γλαρονιών, κύκνοι, βουτηχτάρια που κολυμπούν πολύ κοντά στις ακτές, ερωδιοί και άλλα παρυδάτια. Οι αρκετοί λόφοι και τα μεγάλα παράκτια τμήματα που βρίσκονται στις ακτές και καλύπτονται από μακία βλάστηση, μεγάλους ελαιώνες κλπ, φιλοξενούν πλήθος από στρουθιόμορφα και αρπακτικά. Κυριότεροι κίνδυνοι στο οικοσύστημα του Μαλιακού είναι τα λύματα, η οικιστική ανάπτυξη, τα σκουπίδια και τα μπαζώματα (Hallmann and Alivizatos, 1999).

Μια σημαντική περιοχή με πλούσιο φυσικό περιβάλλον και αρκετούς οικοτόπους, θα ήταν αδύνατον να μην έχει και πλούσια орνιθοπανίδα. Πουλιά απειλούμενα, σπάνια, κινδυνεύοντα, αλλά και συνηθισμένα ή πολύ κοινά έχουν παρατηρηθεί στην ευρύτερη περιοχή, σε σύνολο 260 ειδών περίπου, δηλαδή το 62% των ειδών που έχουν παρατηρηθεί μέχρι τώρα στην Ελλάδα. Ο αριθμός αυτός δείχνει, σε σύγκριση με τα είδη και τους πληθυσμούς αυτών, πως η περιοχή αποτελεί σημαντικό βιότοπο και η φυσικότητά της και η υγεία του περιβάλλοντος βρίσκονται σε κάπως καλά επίπεδα, μιας και τα πουλιά χαρακτηρίζονται ως δείκτες υγείας του περιβάλλοντος (Ζαλίδης και Μαντζαβέλας, 1994).

Δυστυχώς όμως με τον καιρό τα πράγματα γίνονται όλο και πιο σοβαρά και οι αριθμοί αυτοί έχουν πτωτικές τάσεις, δείχνοντας την αργή και σταθερή αλλοίωση της περιοχής. Οι πλούσιοι βιότοποι προσφέρουν στα πουλιά κατάλληλους χώρους φωλιάσματος, κι έτσι από τα 260 είδη τα 100 αναπαράγονται, τα υπόλοιπα είτε περνούν από την περιοχή κατά την μετανάστευση, είτε ξεχειμωνιάζουν, είτε είναι επισκέπτες από τα γειτονικά βουνά, είτε είναι τυχαία ή σπάνια. Τα 85 είδη περιλαμβάνονται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας της ΕΟΚ 79/409. “περί της διατήρησης αγρίων πτηνών”, όπου προστατεύονται, ενώ αρκετά άλλα βρίσκονται σε κατηγορίες 5ΡΕΟ, όπου αφορούν είδη πτηνών για τα οποία είναι αναγκαία τα



μέτρα διατήρησης στην Ευρώπη. Επίσης από την περιοχή έχουν εκλείψει ορισμένα είδη, όπου μέχρι τα τέλη του '70 ήταν κοινά. Χαρακτηριστικό είδος, το Όρνιο, το οποίο ήταν διαδεδομένο στην κοιλάδα Σπερχειού και έχει να παρατηρηθεί μερικά χρόνια. Άλλα εκλιπόντα είναι ο Αγριόγαλος, ο Μαυρόγυπας, ο Ψαλιδιάρης και οι Καμπίσιες Πέρδικες.

Η περιοχή κοιλάδα-δέλτα Σπερχειού και Μαλιακός κόλπος αποτελεί ΙΣΑ, δηλαδή Σημαντική περιοχή για τα πουλιά στην Ευρώπη και μέχρι πρόσφατα ως I.B.A. χαρακτηριζόταν μόνο το δέλτα Σπερχειού, το οποίο αποτελεί και προτεινόμενο τόπο κοινοτικού ενδιαφέροντος. Η ευρύτερη αυτή Περιοχή αποτελείται από 3 σημαντικούς βιότοπους, οι οποίοι λειτουργούν και σαν διαφορετικά οικοσυστήματα με κάποια αλληλεξάρτηση μεταξύ τους, αυτοί είναι η Κοιλάδα Σπερχειού, το Δέλτα Σπερχειού και ο Μαλιακός κόλπος. Είδη πτηνών μεγάλου εθνικού ενδιαφέροντος για τα οποία η περιοχή έχει μεγάλη σημασία σε εθνικό και διεθνές επίπεδο είναι η Λαγγόνα, ο Στικταετός και το Σπιτοκιρκίνεζο, ενώ τα είδη που έχουν κάνει την περιοχή να ενταχθεί στις Σημαντικές Περιοχές για τα Πουλιά στην Ελλάδα και Ευρώπη και στις Ζώνες Ειδικής Προστασίας είναι η Βαλτόπαπια, η Αβοκέτα, η Λεπτομύτα, ο Λεπτόραμφος γλάρος και το Νανογλάρονο.

### **Τύποι Οικοτόπων**

Λασπώδεις και αμμώδεις επίπεδες εκτάσεις που αποκαλύπτονται κατά την αμπώτιδα, Αβαθείς κολπίσκοι και κόλποι, Μεσογειακά αλίπεδα (*Juncetalia maritimi*), Μεσογειακές και θερμοατλαντικές αλόφιλες λόχμες (*Arthrocnemetalia fruticosae*), Ποταμοί της Μεσογείου με περιοδική ροή.

### **Λοιπή πανίδα κοιλάδας - δέλτα Σπερχειού και Μαλιακού κόλπου**

Η ευρύτερη περιοχή έχει μια μεγάλη ποικιλία θηλαστικών, όπου συνολικά έχουν καταγραφεί πάνω από 35 είδη. Η πιο σημαντική είναι η παρουσία της Βίδρας, που γίνεται όλο και πιο σπάνια. Επίσης πολλά είδη νυχτερίδων, εντομοφάγων, λαγοί, αγριόγατοι, σκίουροι, ασβοί, λύκοι και πολλά άλλα είδη βρίσκουν καταφύγιο στα παραποτάμια δάση, στις ρεματιές, στους θαμνοτόπους,

στις καλλιέργειες και αλλού, ενώ στα νερά του Μαλιακού κολυμπούν αρκετά δελφίνια (Hallmann and Alivizatos, 1999).

Μεγάλη ποικιλία εμφανίζουν εδώ και τα ερπετά με τα αμφίβια, συνολικά πάνω από 35 είδη ζουν σε όλους τους τύπους ενδιαιτημάτων της περιοχής, όπως θαμνώνες, καλλιέργειες, παραποτάμια δάση, κ.λπ. Πρασινόσαυρες, λαφίτες, χελώνες (ξηράς και γλυκού νερού), βάτραχοι και φρύνοι είναι μερικά από αυτά. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ιχθυοπανίδα του Σπερχειού, με κυριότερα τα κυπρινοειδή (1 ενδημικό υποείδος) και κάποιων πηγών στις οποίες ζει το ενδημικό είδος της περιοχής, Ελληνοπυγόστεος. Στον Μαλιακό ζουν κι' εκεί αρκετά είδη) όπως γλώσσες, κέφαλοι, τσιπούρες, λαβράκια, κ.λπ. Η λαθραλιεία όμως και η καταστροφή ενδιαιτημάτων απειλούν ορισμένα είδη. Τέλος, όσο αφορά τα ασπόνδυλα που ζουν εδώ, εκατοντάδες είδη έχουν βρεθεί, όπως πάρα πολλά είδη λεπιδοπτερών, κολεόπτερων, ορθόπτερων, ετερόπτερων, κ.α. Ακόμη έχουν βρεθεί πολλά είδη αραχνών και κάποιοι σκορπιοί. Τέλος, αρκετά οστρακοειδή, καρκινοειδή, κεφαλόποδα, σκώληκες, τριχόζωα και πολλά άλλα ζουν στο όλο οικοσύστημα Σπερχειού-Μαλιακού (Akriotis et al, 1995).

### Σπουδαιότητα

Ο Μαλιακός κόλπος υποστηρίζει σημαντική παραγωγή σε ψάρια και διθυρα μαλάκια. Υπάρχει επίσης πολύ καλό δυναμικό για την ανάπτυξη των υδατοκαλλιεργειών. Το Λιβάρι, στο εσωτερικό τμήμα του κόλπου, είναι ένα φυσικό θαλάσσιο πάρκο για την αναπαραγωγή ψαριών και την ανάπτυξη των νεαρών ιχθυδίων. Οι εκβολές του Σπερχειού ποταμού προσφέρουν ιδανικές περιβαλλοντικές συνθήκες στην ορνιθοπανίδα, πολλά είδη της οποίας προστατεύονται. Οι παρακείμενοι στις εκβολές ορυζώνες έχουν μεγάλη οικονομική αξία για τις γύρω κοινότητες. Ο ποταμός υποστηρίζει πολλά σημαντικά (ενδημικά ή/και προστατευόμενα) είδη ψαριών. Επίσης, αρδεύει τα γόνιμα εδάφη της κοιλάδας και των εκβολών του. Στις θερμές πηγές των Θερμοπυλών απαντά το αφρικάνικο ψάρι *Tilapia nilotica*. Τέλος, οι πηγές της Αγίας Παρασκευής έχουν σπουδαίο οικολογικό ενδιαφέρον, γιατί αποτελούν βιότοπο για το ενδημικό ψάρι *Pungitius hellenicus*, είδος το οποίο βρίσκεται μόνο στο σύστημα του Σπερχειού.

### 3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

---

#### 3.1 Μορφή των δεδομένων

---

Τα δεδομένα που μελετήθηκαν και επεξεργάστηκαν στην παρούσα εργασία έχουν να κάνουν με παρατηρήσεις που αφορούν στην βιοποικιλότητα που παρουσιάζουν οι περιοχές του Πετρουλίου (Λεκάνη απορροής του Πορταϊκού), των ταμιευτήρων της λίμνης Κάρλας και της περιοχής του δέλτα του Σπερχειού. Είναι δεδομένα που παρουσιάζουν τη συχνότητα παρουσίας διάφορων άγριων ειδών ορνιθοπανίδας. Ουσιαστικά αποτελούν μια καταγραφή παρατηρήσεων των ειδών αυτών σε μια ποικιλία ενδιαιτημάτων.

Τα ενδιαιτήματα στα οποία έγιναν οι παρατηρήσεις είναι:

1. Για την περιοχή Πετρουλίου: ελατοδάσος φυσικό, πυκνό και με διάκενα, δρυοδάσος, παραποτάμιο δάσος και διάφορες αγροτικές καλλιέργειες
2. Για την περιοχή των ταμιευτήρων της Κάρλας: αναδασωμένες περιοχές, μακί, παραποτάμια, ελατοδάσος, δρυοδάσος, κανάλια, αμυγδαλιές, και διάφορες αγροτικές καλλιέργειες
3. Και τέλος, για το δέλτα του Σπερχειού: φυσική κοίτη του ποταμού, κανάλια, χέρσες περιοχές, και διάφορες αγροτικές καλλιέργειες

Παρόλα αυτά η κεντρική διαφοροποίηση που λήφθηκε υπό όψιν στη διαδικασία της ανάλυσης είναι το υδάτινο και μη στοιχείο.

Συνολικά παρατηρήθηκαν και στις τρεις περιοχές 138 είδη ορνιθοπανίδας. Προκειμένου, όμως, να υπάρχει ομοιογένεια στα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα επιλέχθηκαν αυτά τα είδη τα οποία παρατηρήθηκαν και στις τρεις περιοχές και είχαν αυξημένη συχνότητα

### 3.2 Χρονικές διαφοροποιήσεις

---

Χρονικά, οι παρατηρήσεις αφορούσαν τα έτη 1997 – 1999 και τους μήνες (εποχή) παρουσίας των ειδών. Σαν μέσο καταγραφής λειτούργησαν η παρουσία ή μη των ειδών και η συχνότητα εμφάνισής τους. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζουν αναδρομική αξία αφού μπορούν να μελετηθούν μαζί με νεότερα και να υπάρξουν συγκριτικά αποτελέσματα και συμπεράσματα για την εξέλιξη της παρουσίας και της συχνότητας εμφάνισης των συγκεκριμένων ειδών σε σχέση μέσα στο χρόνο.

### 3.3 Τελικό Μοντέλο Νευρωνικού Δικτύου

---

Όπως περιγράφηκε και σε προηγούμενη παράγραφο, η διαδικασία ανάπτυξης των Τεχνικών Νευρωνικών Δικτύων γίνεται με βάση τα εξής κριτήρια: α) καθορισμός τοπολογίας Νευρωνικού Δικτύου β) καθορισμός του πλήθους των κόμβων του Νευρωνικού Δικτύου και γ) καθορισμός του συνόλου των κυκλικών επαναλήψεων.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση Νευρωνικού Δικτύου επιλέχθηκε η ύπαρξη δύο (2) κρυφών επιπέδων, ώστε να αποφευχθεί η πολυπλοκότητα του Δικτύου. Για τον καθορισμό του πλήθους των κόμβων δεν έχει αναπτυχθεί κάποια συγκεκριμένη θεωρία. Συνεπώς, ακολουθήθηκε η μέθοδος «δοκιμής και σφάλματος» (trial and error). Σε ότι αφορά το πλήθος των κύκλων επαναλήψεων, είναι κάτι που φροντίζει το λογισμικό που επιλέχθηκε. Το πλήθος των κύκλων των επαναλήψεων είναι αυτό που καθορίζει το επίπεδο εκπαίδευσης του Νευρωνικού Δικτύου. Σημαντική παρατήρηση σε ότι αφορά την εκπαίδευση είναι να αποφευχθεί η υπερεκπαίδευση του Δικτύου (overtraining). Η λήξη των επαναλήψεων εξαρτάται από την κάλυψη διάφορων κριτηρίων, με σημαντικότερο η συνάρτηση σφάλματος (function error) να παίρνει τιμή μικρότερη του 0,05. Τα κριτήρια αυτά έχουν να κάνουν με το πλήθος των μεταβλητών εισόδου. Στο Νευρωνικό Δίκτυο που χρησιμοποιήθηκε το σύνολο των κύκλων επαναλήψεων ήταν σε ένα επίπεδο 500 – 600 επαναλήψεων.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παραθέτονται πληροφορίες σε ότι αφορά την τελική δομή και μορφή των δεδομένων που επεξεργάστηκαν. Πληροφορίες που έχουν να κάνουν με ιδιαιτερότητες των παρατηρήσεων που μελετήθηκαν καθώς επίσης πίνακες και σχήματα που περιγράφουν των κατανομή των παρατηρήσεων.

Πριν την τελική ανάλυση έγινε ομαδοποίηση ενός μέρους των δεδομένων σε σχέση με τα διάφορα ενδιατήματα. Η ομαδοποίηση είχε ως σκοπό οι παρατηρήσεις να έχουν μεγαλύτερη συνεκτικότητα ώστε να καθίσταται πιο αποτελεσματική, σε ότι αφορά τα συμπεράσματα, η ανάλυση. Αυτή η διαδικασία, φυσικά δεν υποβαθμίζει τα δεδομένα αφού κάτι τέτοιο δεν μπορούσε να προβλεφθεί κατά τη διάρκεια των παρατηρήσεων.

4.1 Δομή και μορφή των τελικών δεδομένων

4.1.1 Χρονική και χωρική κατανομή

A) Περιοχή Κάρλας

Πίνακας 13 - Κατανομή παρατηρήσεων Κάρλας με βάση το έτος και το μήνα

ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	Αθροισμα
1997	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	34
	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	32
	ΙΟΥΛΙΟΣ	32
	ΙΟΥΝΙΟΣ	34
	ΜΑΪΟΣ	34
	ΜΑΡΤΙΟΣ	29
	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	33
1997 Αθροισμα		228
1998	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	32
	ΜΑΪΟΣ	33
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	34
	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	32
1998 Αθροισμα		131
1999	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	31
	ΜΑΪΟΣ	1
	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	29
1999 Αθροισμα		61
Γενικό Αθροισμα		420

Μελετώντας τον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 13) παρατηρούμε ότι η κατανομή των παρατηρήσεων με βάση το χρόνο (μήνες) παρουσιάζει σχετική

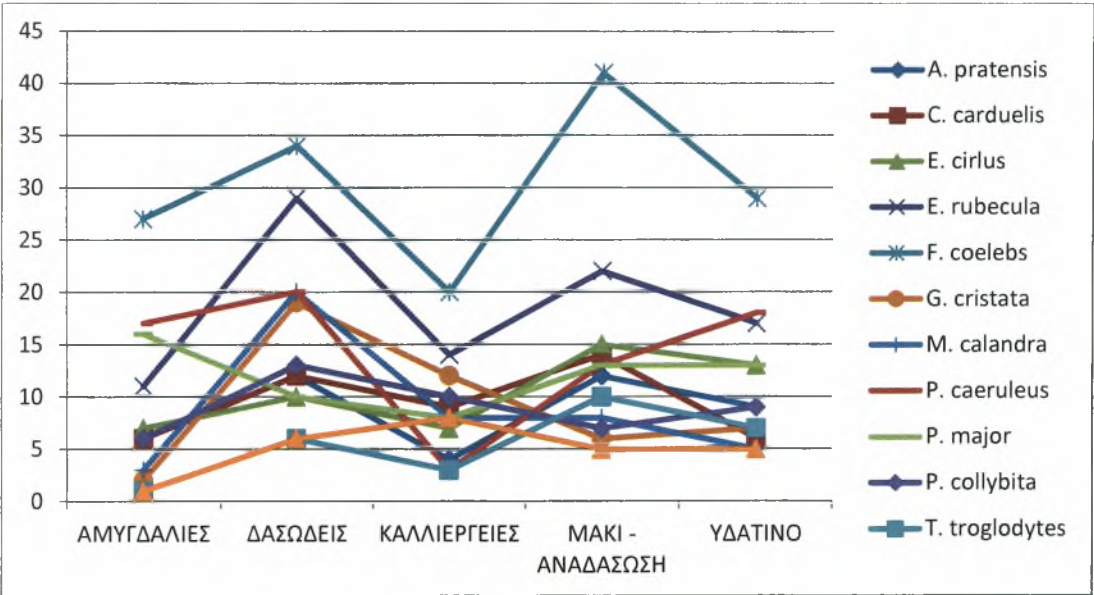


κανονικότητα. Μοναδική εξαίρεση αποτελεί ο Μάιος του 1999 με μία και μόνο παρατήρηση.

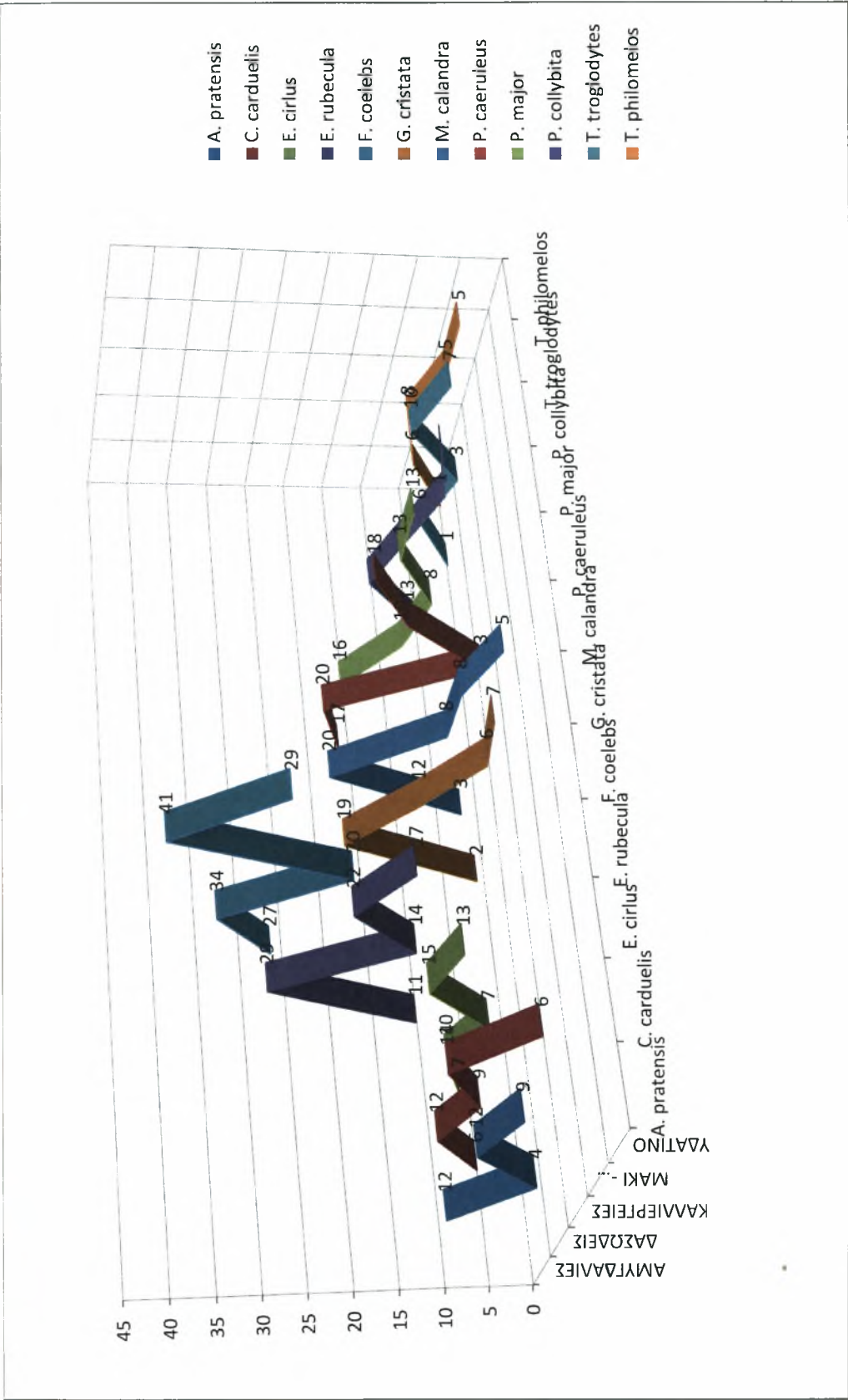
Πίνακας 14 - Αντιστοίχιση Ομαδοποίησης Ενδιαιτημάτων Κάρλας

ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑ (ΤΕΛΙΚΟ)	ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑ (ΑΡΧΙΚΟ)	ΑΘΡΟΙΣΜΑ
ΑΜΥΓΔΑΛΙΕΣ	ΑΜΥΓΔΑΛΙΕΣ	39
ΔΑΣΩΔΕΙΣ	ΔΡΥΟΔΑΣΟΣ	51
	ΕΛΑΤΟΔΑΣΟΣ	49
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	92
ΜΑΚΙ - ΑΝΑΔΑΣΩΣΗ	ΑΝΑΔΑΣΩΣΗ	28
	ΜΑΚΙ	75
ΥΔΑΤΙΝΟ	ΚΑΝΑΛΙ	43
	ΠΑΡΑΠΟΤΑΜΙΟ	43
Γενικό Άθροισμα		420

Στον Πίνακα 14 παρουσιάζεται η ομαδοποίηση που έγινε στις παρατηρήσεις της περιοχής της Κάρλας. Όπως φαίνεται, από την ομαδοποίηση προέκυψαν 5 κλάσεις ενδιαιτημάτων από 8 που ήταν αρχικά.



Γράφημα 1 - Κατανομή πληθυσμών της Κάρλας σε σχέση με το ενδιαίτημα



Γράφημα 2 - Κατανομή παρατηρήσεων των πτηνών στην Κάρλα σε σχέση με το ενδιαίτημα

Από τα γραφήματα 1 και 2 παρατηρούμε ότι τη μέγιστη συχνότητα παρουσιάζει το *F. coelebs*, ενώ την ελάχιστη το *T. troglodytes*. Επίσης, ότι τα *A. pratensis*, *E. rubecula*, *C. carduelis*, και *T. troglodytes* παρουσιάζουν παρόμοια κατανομή.

### Β) Περιοχή Περτουλίου

Παρατηρώντας τον πίνακα 15 μπορούμε να συμπεράνουμε ότι υπάρχει ομοιόμορφη κατανομή των παρατηρήσεων στην περιοχή του Περτουλίου σε σχέση με τους μήνες.

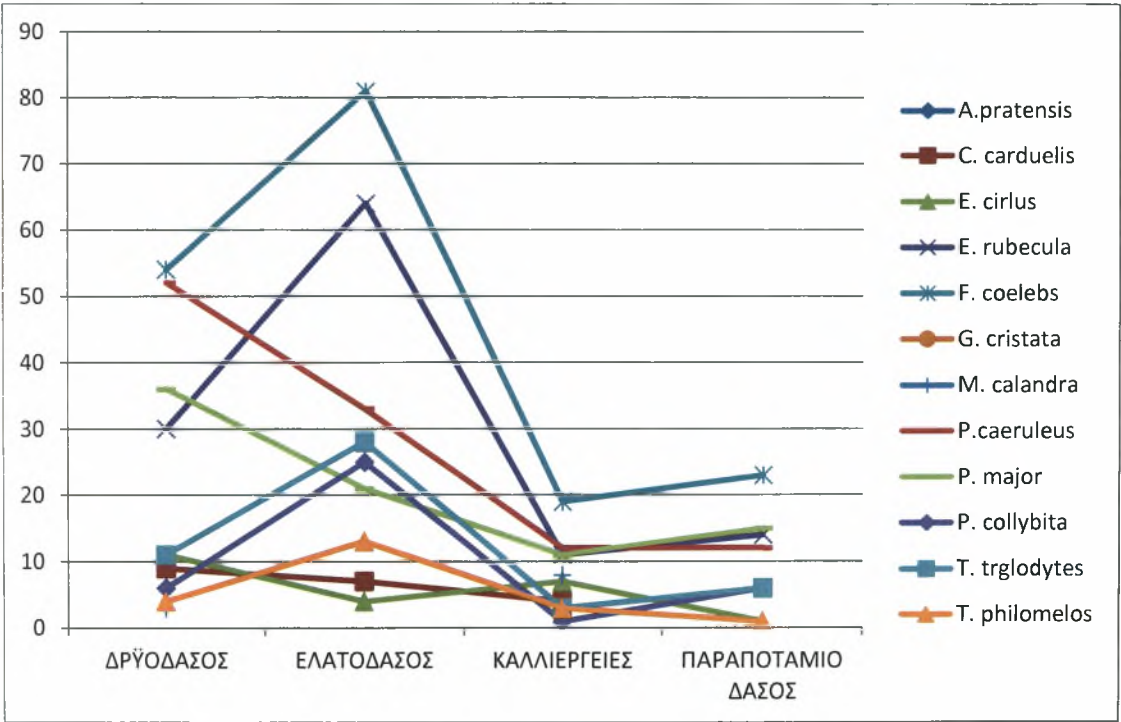
*Πίνακας 15 – Κατανομή παρατηρήσεων Περτουλίου με βάση το έτος και το μήνα*

<b>1997</b>	
ΙΟΥΝΙΟΣ	24
ΜΑΪΟΣ	24
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	19
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	23
<b>1997 Άθροισμα</b>	<b>90</b>
<b>1998</b>	
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	23
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	28
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	17
ΙΟΥΝΙΟΣ	24
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	29
<b>1998 Άθροισμα</b>	<b>121</b>
<b>1999</b>	
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	19
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	21
ΙΟΥΛΙΟΣ	20
ΜΑΪΟΣ	20
ΜΑΡΤΙΟΣ	21
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	20
<b>1999 Άθροισμα</b>	<b>121</b>
<b>Γενικό Άθροισμα</b>	<b>332</b>

Στον πίνακα 16 παρουσιάζεται η ομαδοποίηση του έγινε στις που έγινε στις κλάσεις των ενδιατημάτων. Στα αρχικά δεδομένα υπήρχαν συνολικά έξι (6) και κλάσεις, ενώ μετά την ομαδοποίηση προέκυψαν τέσσερις (4).

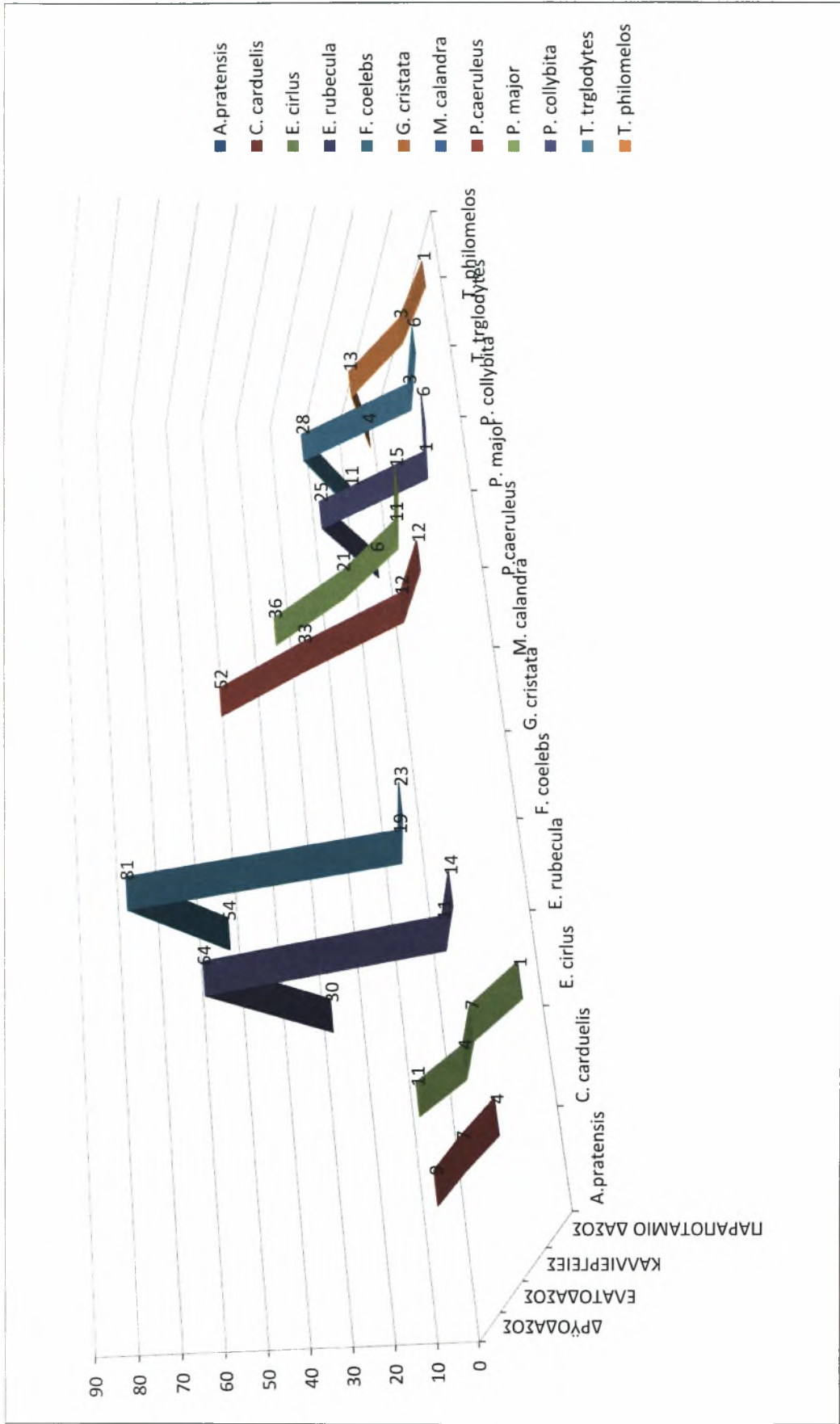
Πίνακας 16 - Αντιστοίχιση Ομαδοποίησης Ενδιαιτημάτων Περτουλίου

ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ
ΔΡΥΟΔΑΣΟΣ	
ΔΡΥΟΔΑΣΟΣ	102
ΔΡΥΟΔΑΣΟΣ Άθροισμα	102
ΕΛΑΤΟΔΑΣΟΣ	
ΕΛΑΤΟΔΑΣΟΣ ΜΕ ΔΙΑΚΕΝΑ	56
ΕΛΑΤΟΔΑΣΟΣ ΠΥΚΝΟ	77
ΦΥΣΙΚΟ ΕΛΑΤΟΔΑΣΟΣ	29
ΕΛΑΤΟΔΑΣΟΣ Άθροισμα	162
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	27
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ Άθροισμα	27
ΠΑΡΑΠΟΤΑΜΙΟ ΔΑΣΟΣ	
ΠΑΡΑΠΟΤΑΜΙΟ ΔΑΣΟΣ	41
ΠΑΡΑΠΟΤΑΜΙΟ ΔΑΣΟΣ Άθροισμα	41
Γενικό Άθροισμα	332



Γράφημα 3 - Κατανομή πληθυσμών του Περτουλίου σε σχέση με το ενδιαίτημα





Γράφημα 4 - Κατανομή πληθυσμών του Περγουλιού σε σχέση με το ενδιαιτήμα



Από τα γραφήματα 3 και 4 διαπιστώνουμε ότι τη μέγιστη συχνότητα εμφανίσεων παρουσιάζει το *F. coelebs* και την ελάχιστη το *T. philomelos*. Τα *F. coelebs*, *E. rubecula*, *P. collybita* και *T. troglodytes* παρουσιάζουν όμοια μεταξύ τους κατανομή. Επίσης, τα *A. pratensis*, *G. cristata* και *P. caeruleus* δεν εμφάνισαν τόσες τιμές που να συνιστούν γράφημα.

### Γ) Περιοχή δέλτα Σπερχειού – Μαλιακός Κόλπος

Στον πίνακα 17 παρουσιάζεται η κατανομή των παρατηρήσεων σε σχέση με το χρόνο. Παρατηρώντας τον βλέπουμε ότι παρουσιάζεται μια σχετική ομοιομορφία με εξαιρέσεις τον Μάιο του 1997, που έχουμε πολύ μικρό πλήθος παρατηρήσεων

*Πίνακας 17 - Κατανομή παρατηρήσεων Σπερχειού με βάση το έτος και το μήνα*

ΕΤΟΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ	ΠΛΗΘΟΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ
<b>1997</b>	<b>72</b>
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	20
ΜΑΪΟΣ	9
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	22
ΙΟΥΝΙΟΣ	21
<b>1998</b>	<b>88</b>
ΜΑΪΟΣ	21
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	24
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	22
ΙΟΥΝΙΟΣ	21
<b>1999</b>	<b>44</b>
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	25
ΜΑΡΤΙΟΣ	19
<b>Γενικό Άθροισμα</b>	<b>204</b>

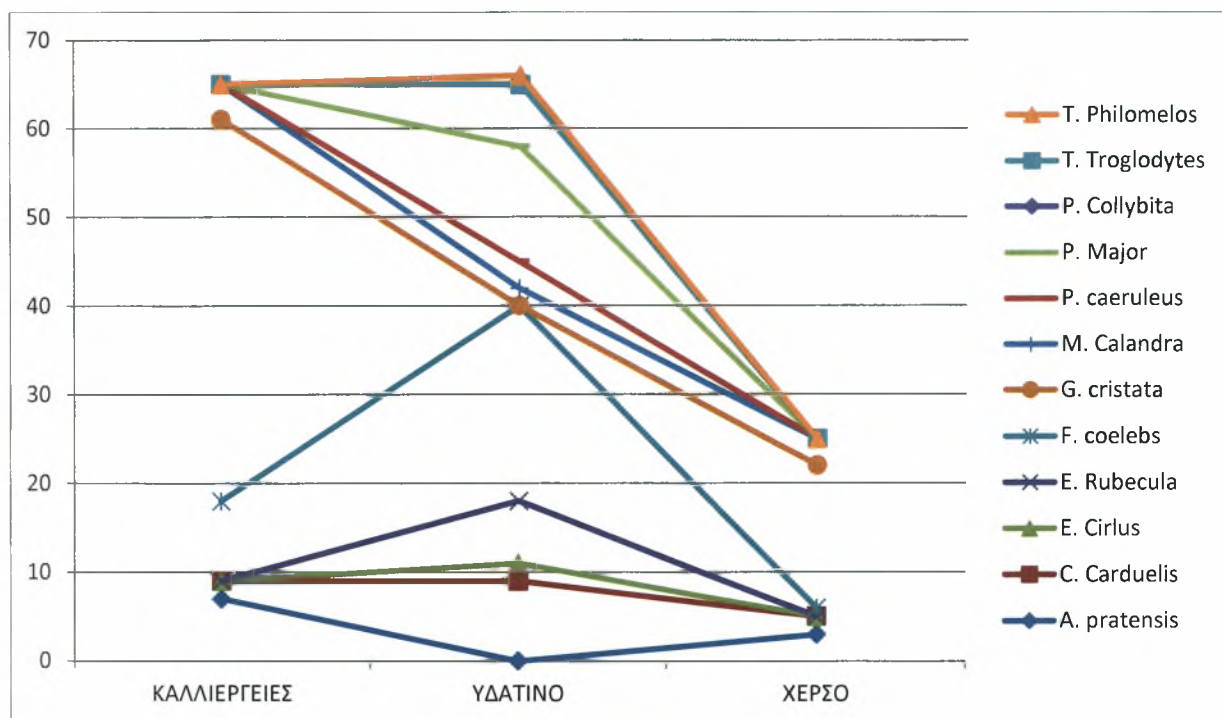
Στον πίνακα 18 παρουσιάζεται η ομαδοποίηση των κλάσεων των ενδιαιτημάτων. Στα αρχικά δεδομένα υπήρχαν επτά (7) κλάσεις, ενώ στα τελικά δεδομένα τρεις (3).

Πίνακας 18 - Αντιστοίχιση Ομαδοποίησης Ενδιαιτημάτων Σπερχειού/Μαλιακού

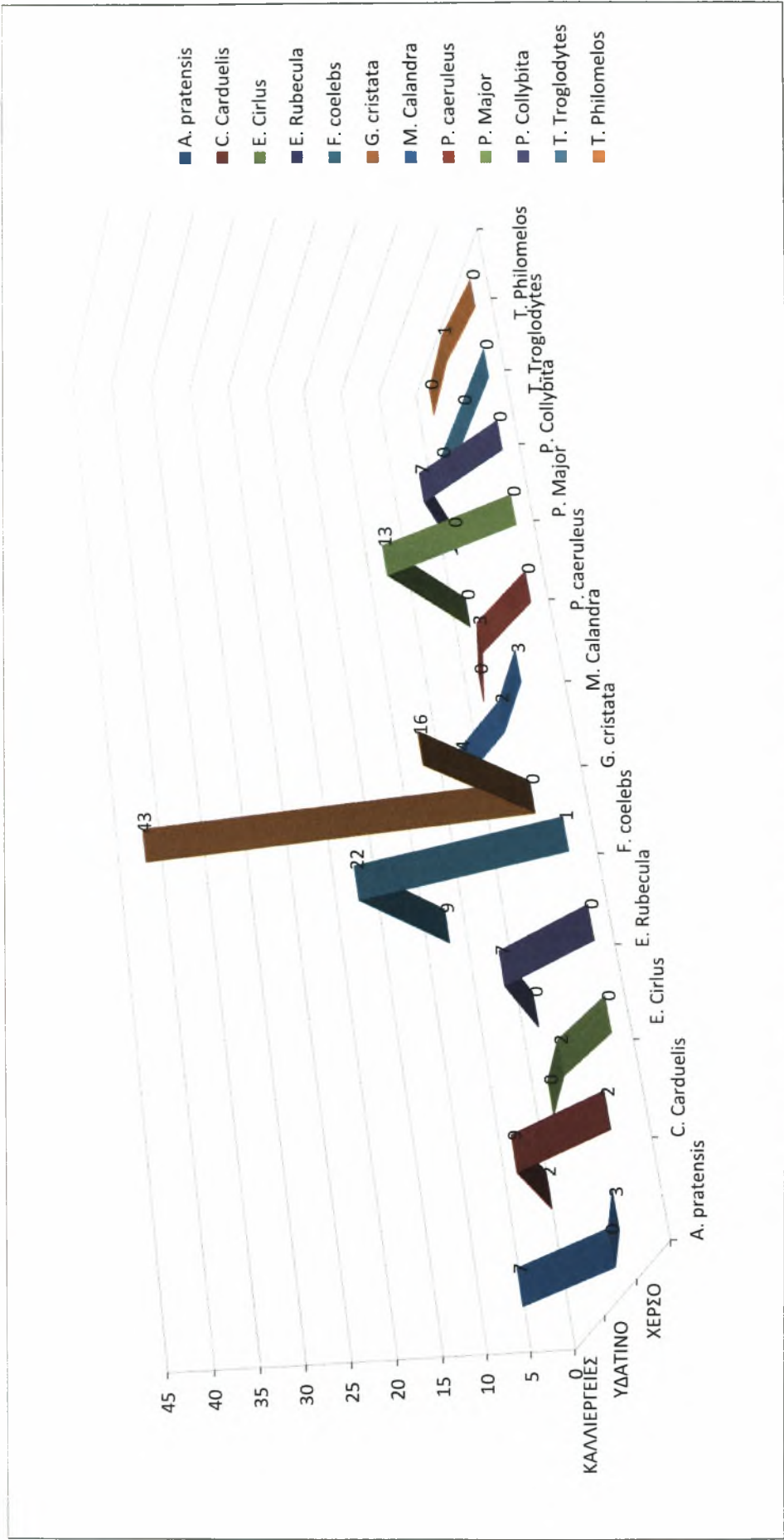
ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑ	ΠΛΗΘΟΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ
<b>ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ</b>	<b>97</b>
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	92
ΧΕΡΣΟ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	5
<b>ΥΔΑΤΙΝΟ</b>	<b>81</b>
ΚΑΝΑΛΙΑ	59
ΠΟΤΑΜΙ	13
ΠΟΤΑΜΙ (ΦΥΣΙΚΗ ΚΟΙΤΗ)	9
<b>ΧΕΡΣΟ</b>	<b>26</b>
ΧΕΡΣΟ	21
ΧΕΡΣΟ (ΣΤΟ ΠΟΤΑΜΙ)	5
<b>Γενικό Άθροισμα</b>	<b>204</b>

Με βάση τα γραφήματα 5 και 6 μπορούμε να διακρίνουμε ότι τη μέγιστη συχνότητα εμφάνισης παρουσιάζει το *T. philomelos*, ενώ τη χαμηλότερη το *T. troglodytes* που είχε μηδενική παρατήρηση.

Επίσης, ότι τα *C. carduelis*, *E. rubecula*, *F. coelebs*, *P. major* και *P. collybita* έχουν παρόμοια κατανομή παρατηρήσεων μεταξύ τους. Το ίδιο ισχύει και για τα *A. pratensis* και *M. calandra*.



Γράφημα 5 - Κατανομή πληθυσμών του Σπερχειού σε σχέση με το ενδιαίτημα



Γράφημα 6 - Κατανομή πληθυσμών του Σπερχειού σε σχέση με το ενδιαίτημα











[illegible]











#### 4.2.2 Μοντέλα πρόβλεψης

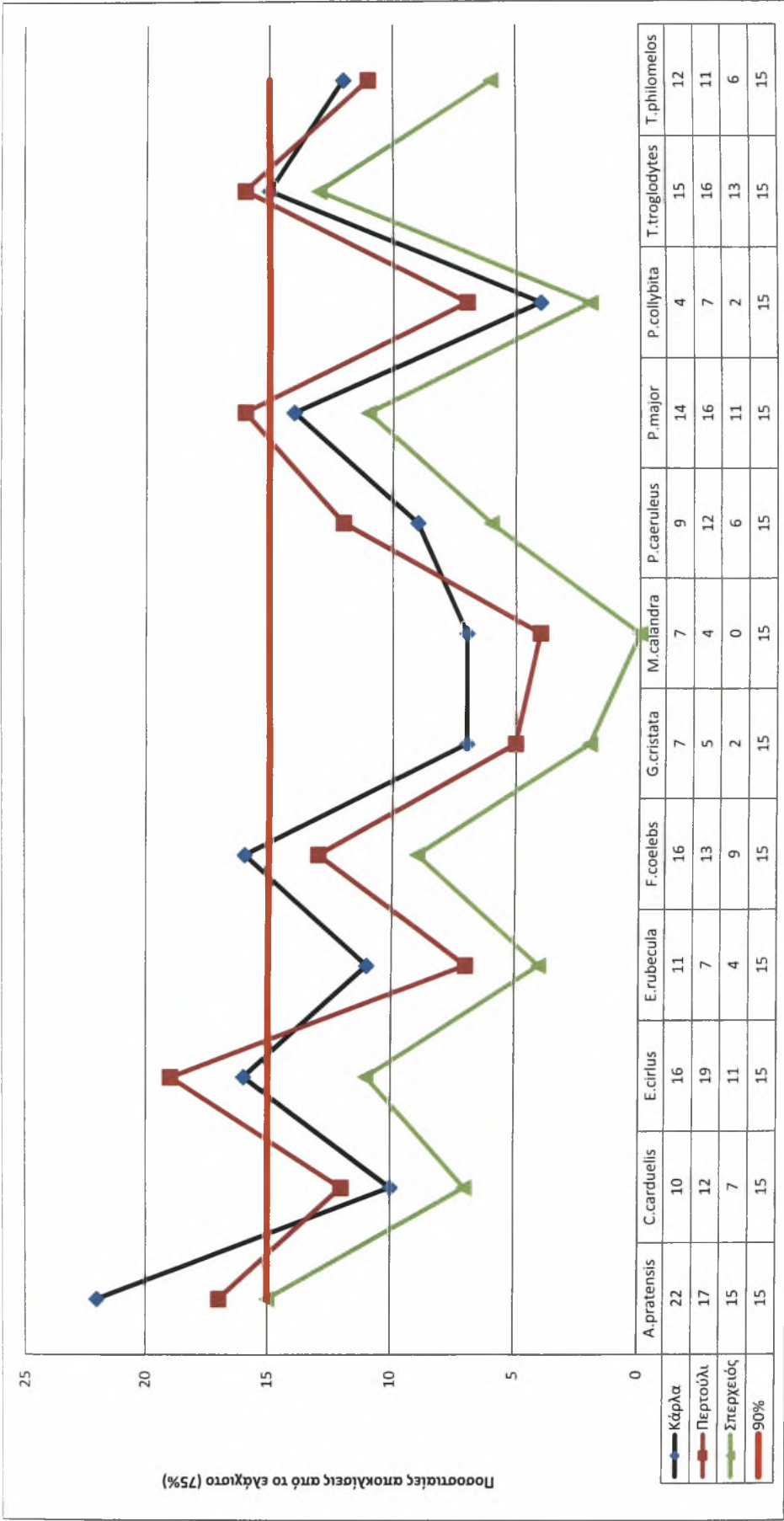
Η διερευνητική διαδικασία είχε μία σειρά δοκιμών έτσι ώστε να καθοριστεί η τοπολογία του δικτύου. Το πλήθος, δηλαδή των κόμβων των εσωτερικών επιπέδων. Μετά από ένα σύνολο δοκιμών καταλήχθηκε η δομή του δικτύου που μπορούσε να περιγράψει τα δεδομένα χωρίς να υπάρχει overtraining. Ήταν μια δομή 2-5-3-1. Όπου «2» είναι οι μεταβλητές εισόδου, δηλαδή η εποχή και το ενδιαίτημα, ενώ «1» είναι η τιμή εξόδου του δικτύου. Η τιμή εξόδου είναι σε διαδική μορφή (0,1) και περιγράφει την εμφάνιση ή μη του κάθε είδους.

Για κάθε είδος χρειάστηκε ξεχωριστή εκπαίδευση έτσι ώστε να συναντά το δίκτυο τις ιδιαιτερότητες του κάθε είδους. Αν και η τοπολογία του εκάστοτε δικτύου είναι ίδια χρειάστηκαν 36 διαφορετικά μοντέλα (3 περιοχές x12 είδη)

Το ποσοστό της επιτυχίας σωστής πρόβλεψης σε ότι αφορά την εμφάνιση ή μη των ειδών σε κάθε περιοχή δίνεται στον παρακάτω πίνακα.

*Πίνακας 20 - Συγκεντρωτικά ποσοστά πρόβλεψης των 36 μοντέλων*

	Κάρλα	Περτούλι	Σπερχειός
A.pratensis	97	92	91
C.carduelis	85	87	82
E.cirlus	91	94	86
E.rubecula	86	82	79
F.coelebs	91	88	84
G.cristata	82	80	77
M.calandra	82	79	75
P.caeruleus	84	87	81
P.major	89	91	86
P.collybita	79	82	77
T.troglodytes	90	91	88
T.philomelos	87	86	81



Γράφημα 7 - Κατανομή των διαφορών των ορθών προβλέψεων με βάση την ελάχιστη τιμή

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κεντρικό συμπέρασμα της παρούσας εργασίας είναι ότι τα Νευρωνικά Δίκτυα έχουν ικανοποιητική προσομοίωση, σε συγκεκριμένο βαθμό, της εμφάνισης ή μη των ειδών στις διάφορες περιοχές και τα ενδιατήματα.

Αδυναμίες που παρουσιάστηκαν έχουν να κάνουν με τα οικολογικά δεδομένα, τα οποία παρουσιάζουν χαστικά χαρακτηριστικά και είναι δύσκολα στην ανάλυση από τη φύση τους. Οι οικολογικοί μηχανισμοί είναι σε μεγάλο βαθμό ακαθόριστοι, πολύπλοκοι και αλληλεπιδρούν. Είναι επίσης δύσκολο να μετρηθούν οι παράγοντες που καθορίζουν αυτούς τους μηχανισμούς. Έτσι, συνήθως, παρουσιάζονται προβληματικές στην ανάπτυξη στατιστικών ομοιωμάτων που να περιγράφουν τους μηχανισμούς αυτούς.

Αυτό συμβαίνει διότι: α) οι μετρήσεις είναι κοστοβόρες και χρονοβόρες, πράγμα που τις καθιστά μη πλήρεις και β) δεν υπάρχει δυνατότητα παράλληλης και πολλαπλής καταγραφής των παραγόντων. Συνεπώς, η αιτιολόγηση και η ερμηνεία σε αυτού του τύπου τα συστήματα παίρνει στοχαστικό χαρακτήρα.

Στη συγκεκριμένη ομάδα δεδομένων εντοπίζονται αυτά τα προβλήματα επειδή:

- 1) Οι περιοχές αναφοράς δεν αλληλεπικαλύπτονται και έχουν διαφορετικά ενδιατήματα.
- 2) Τα δεδομένα είναι αποσπασματικά μιας και δεν καλύπτουν όλη τη διάρκεια του έτους. Ωστόσο, οι σχετικές έρευνες, όπως και η παρούσα, επικεντρώνονται σε συγκεκριμένες περιόδους του ετήσιου βιολογικού κύκλου των πτηνών, κατά τις οποίες είναι εφικτή η ποσοτικοποίηση της παρουσίας τους.
- 3) Οι ανεξάρτητες μεταβλητές ήταν μόνο τρεις (3), το είδος, η εποχή και το ενδιαίτημα
- 4) Παραλείπονται άλλοι πολύ σημαντικοί παράγοντες που συναρτώνται με την εν γένει οικολογία του κάθε είδους, όπως θερμοκρασία, περίοδος ημέρας, σχετική υγρασία, κλιματολογικές συνθήκες κ.α., που θα μπορούσαν να προχωρήσουν περαιτέρω την προβλεπτική ικανότητα των στατιστικών ομοιωμάτων και να εξασφαλίσουν τη μεγιστοποίηση της



γενίκευσης για κάθε είδος. Βέβαια, στα πλαίσια μιας μη χρηματοδοτούμενης έρευνας, οι διαθέσιμοι οικονομικοί πόροι και ο χρόνος αποτελούν περιοριστικούς παράγοντες

Συμπερασματικά, σε πρώτη εκτίμηση τα Νευρωνικά Δίκτυα παρουσιάζουν καλή απόκριση στα διάχυτα δεδομένα, αυτά δηλαδή που έχουν μικρή σχετική συχνότητα εμφάνισης. Πλεονεκτούν, επίσης, σε σχέση με κλασικές μεθόδους ανάλυσης (π.χ. Canonical Correspondence Analysis - CCA). Αυτό, γιατί περιγράφουν σχέσεις αιτιολογίας και ερμηνείας και όχι απλώς σχέσης συσχέτισης και γιατί σε πρώτο βαθμό μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μεγιστοποίηση της πιθανότητας να γίνει παρατήρηση ενός είδους σε κάποιο ενδιαίτημα κάποια συγκεκριμένη περιοχή.

Είναι, επίσης βέβαιο ότι θα προέκυπταν καλύτερα αποτελέσματα αν η μορφή των δεδομένων και οι παράγοντες που τα περιγράφουν ήταν πυκνότεροι. Επιγραμματικά, θα μπορούσε να συμπεράνει κανείς ότι απαιτούνται πιο επισταμένες μελέτες για την αποσαφήνιση της μεθοδολογίας πρόβλεψης εμφανίσεων σε είδη ορνιθοπανίδας με τη μέθοδο των Τεχνικών Νευρωνικών Δικτύων.

Τέλος, θα μπορούσαν να καταληχθούν κάποια συμπεράσματα για τη συχνότητα εμφάνισης των συγκεκριμένων ειδών βασισμένα στο Γράφημα 7. Το Γράφημα 7 παρουσιάζει την κατανομή των διαφορών των ορθών προβλέψεων με βάση την ελάχιστη τιμή. Σαν τιμή βάσης ορίστηκε το 75% που είναι ελάχιστη τιμή εμφάνισης και αντιστοιχεί στο *M. calandra* στην περιοχή του Σπερχειού. Επίσης, θεωρήθηκε το 90% σαν ένα αυθαίρετο όριο καλής προσαρμογής. Με βάση τα δύο προηγούμενα κριτήρια έχουμε τα εξής συμπεράσματα:

1. Το μοντέλο δείχνει καλύτερη προσαρμογή στις περιπτώσεις του *A. pratensis* (και στις 3 περιοχές), του *E. cirrus* (στην Κάρλα και στο Περούλι), του *F. coelebs* (στην Κάρλα), του *P. major* (στο Περούλι) και του *T. troglodytes* (στην Κάρλα και το Περούλι)
2. Το μοντέλο δείχνει να έχει καλύτερη προσαρμογή στα δεδομένα για πουλιά της λεκάνης απορροής της λίμνης Κάρλας, ενώ

3. Δείχνει να έχει τη λιγότερο καλή προσαρμογή στα δεδομένα για την περιοχή του Σπερχειού. Αυτό έχει να κάνει και με το γεγονός ότι για την περιοχή του Σπερχειού υπήρχε το μικρότερο πλήθος δεδομένων.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Α. Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

1. Akriotis, T., Handrinos, G., and G. Kondylis, 1995. Avifauna and conservation of the Spercheios Delta
2. Aleksander I and Morton H, 1993. Neurons and Symbols, the Stuff that Mind is Made of, Chapman and Hall.
3. Anderson, J.A., 1995. An Introduction to Neural Networks. MIT, Cambridge, MA, p. 650.
4. . Bishop, C.M., 1995. Neural Networks for Pattern Recognition. Oxford University Press, Oxford, p. 482
5. Baran, P., Lek, S., Delacoste, M., Belaud, A., 1996. Stochastic models that predict trout population density or biomass on a mesohabitat scale. Hydrobiology 337, 1–9
6. Brey, T., Jarre-Teichmann, A., Borlich, O., 1996. Artificial neural network versus multiple linear regression: predicting P:B ratios from empirical data. Mar. Ecol. Prog. Ser. 140, 251–256
7. Bose N.K. and Liang P., 1996. Neural Networks Fundamentals with Graphs, Algorithms and Applications, McGraw–Hill, New York.
8. Bourdakis S. & Vareltzidou S., 2000. Important Bird Areas in Greece Database.
9. Dimopoulos, I., Chronopoulos, J., Chronopoulou-Sereli, A., Lek, S., 1999. Neural network models to study relationships between lead concentration in grasses and permanent urban descriptors in Athens city (Greece). Ecol. Model. 120, 157–165.
10. Fielding, A.H., 1999. How should accuracy be measured? In: Fielding, A.H. (Ed.), Machine Learning Methods for Ecological Applications. Kluwer, Dordrecht, pp. 209–223.
11. Hallmann, B., 1999. Important Bird Areas in Greece: 061. Reservoirs of former in Lake Karla.
12. Hallmann, B., and C. Alivizatos, 1999. Important Bird Areas in Greece: 103. Sperchios valley and delta-Maliakos gulf. In: Bourdakis S. &

- Vareltzidou S. (compilers). Important Bird Areas in Greece Database. Hellenic Ornithological Society, BirdLife International. (unpublished report).
13. Handrinos. G., and Akriotis. T., 1997. The Birds of Greece, Christopher Helm Ltd., London.
  14. Haykin, S, 1999. Neural Networks: A Comprehensive Foundation, Second Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River (NJ).
  15. Hayman, P, 2005 Coastal birds of Britain and Europe.
  16. J. Hertz, J, Krogh, A., and Palmer, R. G., 1991. Introduction to the Theory of Neural Computation, Addison-Wesley, Reading (Mass).
  17. Hoang, H., Recknagel, F., Marshall, J., Choy, S., 2001. Predictive modelling of macroinvertebrate assemblages for stream habitat assessments in Queensland (Australia). *Ecol. Model.* 195, 195–206.
  18. Hume. R., 2002. RSPB Complete Birds of Britain and Europe, Dorling Kindersley, London.
  19. Jerrentrup, H., 1990. The fauna of the former lake Karla]. In: P.A. GERAKIS (ed.) Conservation and Management of the Greek Wetlands. Proc. Workshop.
  20. Jonsson. L., 1992 Birds of Europe, Christopher Helm Ltd., London.
  21. Karul, C., Soyupak, S., Cilesiz, A.F., Akbay, N., Germen, E., 2000. Case studies on the use of neural networks in eutrophication modeling. *Ecol. Model.* 134, 145–152.
  22. Lae, R., Lek, S., Moreau, J., 1999. Predicting fish yield of African lakes using neural networks. *Ecol. Model.* 120, 325–335.
  23. Lek-Ang, S., Deharveng, L., Lek, S., 1999. Predictive models of collembolan diversity and abundance in a riparian habitat. *Ecol. Model.* 120 (2–3), 247–260.
  24. Lek, S., Belaoud, A., Baran, P., Dimopoulos, I., Delacoste, M., 1996. Role of some environmental variables in trout abundance models using neural networks. *Aquat. Living Resour.* 9, 23–29.
  25. Lek, S., Guegan, J.F., 1999. Artificial neural networks as a tool in ecological modelling, an introduction. *Ecol. Model.* 120 (2–3), 65–73.

26. Levine, E.R., Kimes, D.S., Sigillito, V.G., 1996. Classifying soil structure using neural networks. *Ecol. Model.* 92, 101–108.
27. Lusk, J.J., Guthery, F.S., DeMaso, S.J., 2001. Northern bobwhite (*Colinus virginianus*) abundance in relation to yearly weather and long-term climate patterns. *Ecol. Model.* 146, 3–15.
28. Maier, H.R., Dandy, G.C., Burch, M.D., 1998. Use of artificial neural networks for modelling cyanobacteria *Anabaena* spp. in the River Murray, South Australia. *Ecol. Model.* 105 (2–3), 257–272.
29. Manel, S., Dias, J.-M., Ormerod, S.J., 1999. Comparing discriminant analysis, neural networks and logistic regression for predicting species distributions: a case study with a Himalayan river bird. *Ecol. Model.* 120, 337–347.
30. Mullarney, K., Svensson, L., Zetterstrom, D., and Grant, P.J. (1999) *Collins Bird Guide*, Harper Collins Publishers, London
31. Ozesmi, S.L., Ozesmi, U., 1999. An artificial neural network approach to spatial habitat modelling with interspecific interaction. *Ecol. Model.* 116, 15–31.
32. Paruelo, J.M., Tomasel, F., 1997. Prediction of functional characteristics of ecosystems: a comparison of artificial neural networks and regression models. *Ecol. Model.* 98, 173–186.
33. Peterson, R., Mountfort, G., Hollom, P.A.D., Huxley, J., Κανέλλης, Α., and Bauer, W., 1981. Τα πουλιά της Ελλάδος και της Ευρώπης. Collins, London.
34. Poff, N.L., Tokar, S., Johnson, P., 1996. Stream hydrological and ecological responses to climate change assessed with an artificial neural network. *Limnol. Oceanogr.* 41, 857–863.
35. Recknagel, F., French, M., Harkonen, P., Yabunaka, K., 1997. Artificial neural network approach for modelling and prediction of algal blooms.
36. Reyjol, Y., Lim, P., Belaud, A., Lek, S., 2001. Modelling of microhabitat used by fish in natural and regulated flows in the river Garonne (France). *Ecol. Model.* 146, 131–142



- 
37. Ripley, B.D., 1996. Pattern Recognition and Neural Networks. Cambridge University Press, Cambridge, p. 403.
38. Scardi, M., 1996. Artificial neural networks as empirical models for estimating phytoplankton production. Mar. Ecol. Prog. Ser. 139, 289–299.
39. Scardi, M., 2001. Advances in neural network modeling of phytoplankton primary production. Ecol. Model. 146, 33–45.
40. Scardi, M., Harding, L.W.J., 1999. Developing an empirical model of phytoplankton primary production: a neural network case study. Ecol. Model. 120, 213–223.
41. Sfougaris A., Birtsas P., Nastis A., 1998. Bird diversity and densities in relation to different habitats and land uses in Portaikos – Pertouli area, Greece
42. Spitz, F., Lek, S., 1999. Environmental impact prediction using neural network modelling. An example in wildlife damage. J. Appl. Ecol. 36.
43. Sterry. P., 2000 *Complete Mediterranean Wildlife*, Harpers Collins Publishers, London
44. Tan, S.S., Smeins, F.E., 1996. Predicting grassland community changes with an artificial neural network model. Ecol. Model. 84, 91–97.
45. Tourenq, C., Aulagnier, S., Mesleard, F., Durieux, L., Johnson, A., Gonzalez, G., Lek, S., 1999. Use of artificial neural networks for predicting rice crop damage by greater flamingos in the Camargue, France. Ecol. Model. 120, 349–358.
46. Weiss, S.M., Kulikowski, C.A., 1991. Computer Systems that Learn. Morgan Kauffman, San Mateo, CA, p. 223.

---

**Β. Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία**

---

1. Ζαλίδης, Γ και Α. Μαντζαβέλας, 1994. Απογραφή των ελληνικών υγροτόπων ως φυσικών πόρων (πρώτη προσέγγιση). ΕΚΒΥ.
2. Καζαντζίδης, Σ. και Σ. Βαρελτζίδου, 2001. Ορνιθολογικά Στοιχεία για το Τυποποιημένο Δελτίο Δεδομένων της υποψήφιας ΖΕΠ «Ταμιευτήρες τέως λίμνης Κάρλας»
3. Μανωλόπουλος, Ι, 2008. Κτηνοτροφία και προστατευόμενες περιοχές στο νομό Τρικάλων
4. Μήνογλου, Δ., 2000. Η χλωρίδα του Πανεπιστημιακού Δάσους Περτουλίου Τρικάλων.
5. Πάλλας Κ., Χλύκας Ν., 2001. Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη Περιοχής Ασπροποτάμου – Κόζιακα Νομού Τρικάλων.
6. Παπαγεωργίου Ν., Βλάχος Χ. και Μπίρτσας Π., 1991. Η πτηνοπανίδα του Πανεπιστημιακού Δάσους Περτουλίου.
7. Πλεξίδα Σ. Και Σφουγγάρης Α., 2010. Επίδραση του τύπου ενδιαιτήματος στην κατανομή, αφθονία και ποικιλότητα της ορνιθοπανίδας σε αγροδασικά οικοσυστήματα.
8. Χατζηλάκος, Γ. 1996. Η τέως λίμνη Κάρλα και η αποκατάσταση της.

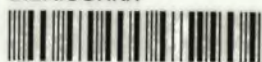
### C. Βιβλιογραφία – Εικονοογραφία στο διαδίκτυο

---

1. IUCN, 2008. IUCN Red List of Threatened Species - Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://www.iucnredlist.org> (χρόνος πρόσβασης 04/2011) [1]
2. Wikipedia, the free encyclopedia – Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://en.wikipedia.org> (χρόνος πρόσβασης 04/2011)
3. Βάση δεδομένων για την Ελληνική Φύση «Φιλιότης» (Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο) – Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://filotis.itia.ntua.gr> (χρόνος πρόσβασης 04/2011)
4. Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία – Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://www.ornithologiki.gr> (χρόνος πρόσβασης 04/2011)
5. Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Ελληνικής Χλωρίδας & πανίδας «Αρχιπέλαγος» - Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://wildlife-archipelago.gr> (χρόνος πρόσβασης 04/2011)



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000110356