

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΕΙΣ ΠΤΗΝΩΝ ΣΕ ΑΕΡΟΣΚΑΦΗ:
ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑ ΣΤΟ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ «ΕΛ.
ΒΕΝΙΖΕΛΟΣ» ΤΟ ΧΕΙΜΩΝΑ**

ANNA ΠΑΝΤΑΖΗ

AM 1113201600074

Επιβλέποντες: **Μαργαρίτα Αριανούτσου-Φαραγγιτάκη, Καθηγήτρια**
Πάυλος Ανδριόπουλος, ΕΔΙΠ

2020

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2019-2020 στον Τομέα Οικολογίας και Ταξινόμικης του Τμήματος Βιολογίας του ΕΚΠΑ, υπό την επίβλεψη της καθηγήτριας κ. Μαργαρίτας Αριανούτσου-Φαραγγιτάκη και του κ. Παύλου Ανδριόπουλου, ΕΔΙΠ, σε συνεργασία με την Υπηρεσία Περιβάλλοντος του Διεθνούς Αερολιμένα Αθηνών (αεροδρόμιο «Ελ. Βενιζέλος»).

Οφείλω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στους ανθρώπους χωρίς τους οποίους δε θα είχε πραγματοποιηθεί αυτή η εργασία.

Αρχικά, ευχαριστώ την κυρία Μαργαρίτα Αριανούτσου για το θέμα που μου εμπιστεύθηκε, για την πολύτιμη βοήθειά της στην πορεία της εργασίας και για τις πολύ χρήσιμες συμβουλές και προτάσεις της.

Θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον κύριο Παύλο Ανδριόπουλο για την υποστήριξή του σε όλα τα στάδια της εργασίας, για την υπομονή του και για το χρόνο που αφιέρωσε, ώστε να με βοηθήσει όποτε το χρειαζόμουν.

Ευχαριστώ την Υπηρεσία Περιβάλλοντος του Διεθνούς Αερολιμένα Αθηνών που επέτρεψε αυτή τη συνεργασία και μου παραχώρησε δεδομένα προσκρούσεων πτηνών ώστε να πραγματοποιήσω την εργασία αυτή.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θέλω να απευθύνω στον Τομεάρχη Παρακολούθησης Πανίδας και Χλωρίδας του αεροδρομίου, κ. Αναστάσιο Αναγνωστόπουλο για τον καταλυτικό ρόλο του στην επίτευξη αυτής της συνεργασίας, για τη συνοδεία του στους χώρους του αεροδρομίου σε όλες τις εργασίες πεδίου, για τις συμβουλές και διορθώσεις του και για την προθυμία του να με βοηθήσει σε οτιδήποτε χρειαζόμουν.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	1
Abstract	2
1.Εισαγωγή	3
1.1 Πτηνά και αεροδρόμια.....	3
Προσκρούσεις πτηνών (Bird Strikes)	3
Διαχείριση άγριας ζωής στα αεροδρόμια.....	6
Άλλες έρευνες σε αεροδρόμια.....	9
1.2 Το αεροδρόμιο «Ελ. Βενιζέλος»	10
Διαχείριση άγριας ζωής στο αεροδρόμιο «Ελ.Βενιζέλος».....	13
1.3 Σκοπός	14
2. Μεθοδολογία.....	15
2.1 Σχεδιασμός εργασίας	15
2.2 Εργασία πεδίου	20
2.3 Επεξεργασία δεδομένων πεδίου	22
2.4 Επεξεργασία δεδομένων προσκρούσεων	22
3. Αποτελέσματα.....	23
3.1 Παρατηρήσεις πεδίου	23
Σύνθεση ειδών.....	23
Αφθονία.....	28
Μεταβολές της δομής της ορνιθοπανίδας στον χρόνο.....	29
Κατανομή των ειδών στον χώρο	32
Απογειώσεις - Προσγειώσεις	41
Άλλοι παράγοντες	43
3.2 Προσκρούσεις Πτηνών (Bird Strikes).....	49
Σύνθεση των ειδών.....	49

Κατανομή των προσκρούσεων των πτηνών στον χρόνο	52
Κατανομή των προσκρούσεων των πτηνών στον χώρο.....	59
Αριθμός πτήσεων	60
Προσκρούσεις την περίοδο των εργασιών πεδίου.....	62
4.Συζήτηση.....	73
5. Συμπεράσματα	95
6. Βιβλιογραφία	96
Παράρτημα 1.....	102
Παράρτημα 2.....	104
Παράρτημα 3.....	106
Παράρτημα 4.....	107

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι προσκρούσεις των πτηνών στα αεροσκάφη αποτελούν ένα μεγάλο πρόβλημα για την αεροπορία και για το λόγο αυτό λαμβάνονται μέτρα από τα αεροδρόμια για τον περιορισμό τους. Για τη διαχείριση του κινδύνου που ενέχουν αυτές είναι χρήσιμη η μελέτη των πληθυσμών των πτηνών στους χώρους των αεροδρομίων. Σχετικές εργασίες δεν υπάρχουν δημοσιευμένες στην Ελλάδα.

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο αεροδρόμιο «Ελ. Βενιζέλος» τους μήνες Νοέμβριος 2019 – Μάρτιος 2020. Σκοπός της ήταν η μελέτη της ορνιθοπανίδας στις περιοχές με βλάστηση κοντά στους διαδρόμους προσγειώσεων - απογειώσεων, τις αποκαλούμενες loops και strips. Τα loops είναι διακοπτόμενες πολυγωνικές εκτάσεις εσωτερικά των διαδρόμων και τα strips ενιαίες παραλληλόγραμμες εκτάσεις εξωτερικά των διαδρόμων.

Με τη μέθοδο των διατομών έγινε εκτίμηση της αφθονίας των πτηνών στα loops και τα strips. Στη συνέχεια, εξετάστηκε με ποιο τρόπο αυτή η αφθονία κατανέμεται στον χρόνο και τον χώρο, καθώς και κατά πόσο η κατανομή της αφθονίας επηρεάζεται από τη λειτουργία του αεροδρομίου, τις καιρικές συνθήκες ή άλλους παράγοντες. Παράλληλα, εκπονήθηκε χρονική και χωρική ανάλυση των προσκρούσεων που καταγράφηκαν στο αεροδρόμιο «Ελ. Βενιζέλος» την τελευταία δεκαετία από στοιχεία που παραχωρήθηκαν από τις σχετικές υπηρεσίες του αεροδρομίου. Τέλος, διερευνήθηκε η συσχέτιση των προσκρούσεων με τα δεδομένα αφθονίας των πτηνών που συλλέχθηκαν στο πεδίο.

Από τις εργασίες πεδίου προέκυψε ότι το χειμώνα κοντά στους διαδρόμους επικρατούν εδαφόβια και σποροφάγα είδη, μεταξύ των οποίων τα είδη *Alauda arvensis*, *Anthus pratensis* και *Emberiza calandra*, που συνιστούν περισσότερο από το 90% των ατόμων που παρατηρούνται. Το χρονικό πρότυπο κατανομής της αφθονίας είναι αντίστοιχο του καθεστώτος παρουσίας των ειδών στην περιοχή μελέτης. Διαπιστώθηκε μεγαλύτερη αφθονία των πτηνών στον Δυτικό διάδρομο έναντι του Ανατολικού, όπως επίσης και στα loops έναντι των strips. Η χωρική κατανομή αφθονίας των πτηνών τους μήνες Νοέμβριος 2019 – Μάρτιος 2020 αντιστοιχεί με τη χωρική κατανομή των περιστατικών των προσκρούσεων που συνέβησαν το ίδιο χρονικό διάστημα.

ABSTRACT

Collisions between birds and aircrafts (bird strikes) are a major problem for aviation and therefore airports take measures to prevent them. Surveys about the populations of birds at airports are useful for managing the risk of bird strikes. There are no such studies published from Greece.

This study took place at the airport “El. Venizelos” during the period November 2019 – March 2020. Its purpose was the survey of the bird community in vegetated areas, called loops and strips, near the take off/landing runways. Loops are intersected polygonal areas, whereas strips are undivided rectangular areas.

The method of line transects was used to estimate the abundance of birds and the temporal and spatial distribution pattern of abundance was examined, as well as the factors that shape these patterns, such as the airport operations, the weather conditions and the sampling biases (time of the day, walking pace etc). At the same time, a temporal and spatial analysis of the bird strikes recorded at the airport "El. Venizelos" in the last decade was conducted. Finally, it was examined whether there is a correlation between the bird strikes and the birds' abundance.

Fieldwork has shown that during winter, landbirds, including *Alauda arvensis*, *Anthus pratensis* and *Emberiza calandra*, which comprise more than 90% of the observed individuals, predominate near the runways. The temporal distribution of the birds' abundance was in accordance with the status of the species in the study area. Greater abundance was observed in the West than in the East, and in the loops than in the strips. The spatial distribution of birds' abundance was not significantly different from the spatial distribution of the bird strikes during the period November 2019 - March 2020.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΠΤΗΝΑ ΚΑΙ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΑ

ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΕΙΣ ΠΤΗΝΩΝ (BIRD STRIKES)

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει διαχρονικά η αεροπορία είναι οι προσκρούσεις ζώων, και κυρίως πτηνών, στα αεροπλάνα (wildlife/bird strikes) (Thorpe 2016, Jeffery & Buschke 2019). Το φαινόμενο των προσκρούσεων είναι τόσο παλιό όσο και η ιστορία της αεροπορίας και το πρώτο επίσημα καταγεγραμμένο περιστατικό έλαβε χώρα την άνοιξη του 1905, σε μία πειραματική πτήση του Orville Wright στο Ohio (Dolbeer 2013).

Στην πλειονότητά τους οι προσκρούσεις αυτές δεν προκαλούν ζημιές στα αεροπλάνα (Thorpe 2016), τις περισσότερες φορές, όμως, είναι θανάσιμες για τα πτηνά. Παρόλα αυτά, δεν λείπουν και τα ατυχήματα στα αεροσκάφη και κάποιες φορές και δυστυχήματα, με συνέπειες στους χειριστές αυτών. Το πρώτο δυστύχημα που οφειλόταν σε πρόσκρουση πτηνού σημειώθηκε πάνω από 100 χρόνια πριν, μόλις εννιά χρόνια μετά την έναρξη των μηχανοκίνητων πτήσεων. Ο Calbraith Perry Rodgers σκοτώθηκε το 1912 σε μία επίδειξη πτήσεων, όταν ένα σμήνος από γλάρους έπεσε πάνω στο αεροσκάφος του (Thorpe 2016). Το συμβάν αυτό έγινε λίγους μήνες μετά την επιτυχή ολοκλήρωση από τον ίδιο του πρώτου ταξιδιού με αεροσκάφος από την ανατολική ακτή των Ηνωμένων Πολιτειών μέχρι τη δυτική.

Κατά τη διάρκεια του Β' παγκοσμίου πολέμου, η πολεμική αεροπορία του Ηνωμένου Βασιλείου στην Ασία έχασε 9 αεροσκάφη και 11 μέλη πληρωμάτων από προσκρούσεις πτηνών, ενώ η πολεμική αεροπορία της Αμερικής στην Ασία υπέστη μεγαλύτερη ζημιά από πτηνά παρά από ενέργειες των αντιπάλων της (Thorpe 2016).

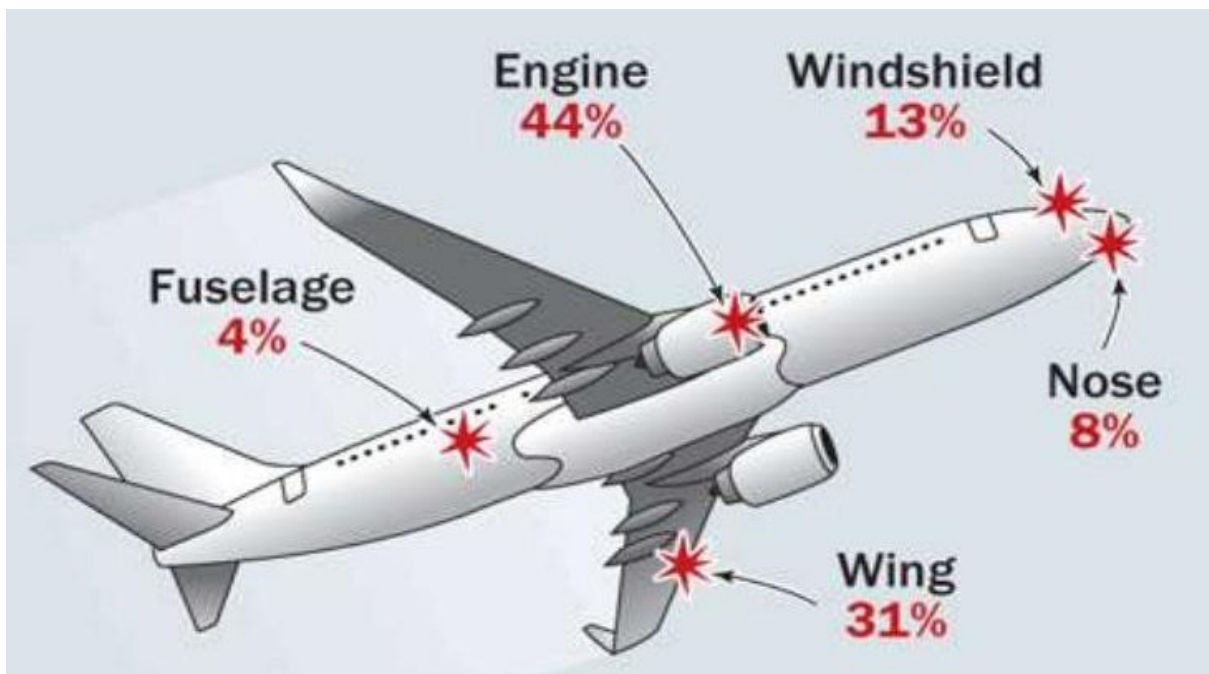
Το περιστατικό-ορόσημο, όμως, με το οποίο έγινε αντιληπτό πόσο μεγάλη απειλή αποτελούν τα πτηνά για την αεροπορία είναι ένα δυστύχημα που έλαβε χώρα στις 4 Οκτωβρίου 1960 στη Βοστώνη. Ένα τετρακίνητο αεροπλάνο που μετέφερε επιβάτες συγκρούστηκε λίγο μετά την απογείωση με ένα μεγάλο σμήνος ψαρονιών (*Sturnus vulgaris*). Ο ένας κινητήρας έσβησε και άλλοι δύο έχασαν ισχύ, με αποτέλεσμα να χαθεί ο έλεγχος και το αεροπλάνο να καταλήξει στη θάλασσα. Οι 62 από τους 72 επιβαίνοντες σκοτώθηκαν και εννιά τραυματίστηκαν σοβαρά (Thorpe 2016).

Ενδεχομένως, το πιο γνωστό περιστατικό πρόσκρουσης αεροσκάφους με πτηνά είναι αυτό που σημειώθηκε το 2009 στη Νέα Υόρκη, όταν ένα αεροσκάφος με 155 επιβαίνοντες χτυπήθηκε στα 859 μέτρα από το έδαφος και 13 χιλιόμετρα από το αεροδρόμιο από το οποίο απογειώθηκε, από ένα σμήνος канаδέζικες χήνες. Και οι δύο κινητήρες σταμάτησαν να λειτουργούν. Το αεροπλάνο δεν προλάβαινε να επιστρέψει στο αεροδρόμιο και έκανε αναγκαστική προσυδάτωση στον ποταμό Hudson. Η προσυδάτωση ήταν επιτυχής και δεν χάθηκε καμία ζωή (National Transportation Safety Board 2010).

Όσον αφορά στη συχνότητα του φαινομένου, εκτιμάται πως συμβαίνει μία πρόσκρουση σε κάθε 2.000 πτήσεις και μία πρόσκρουση σε κάθε 15.000 πτήσεις προκαλεί σοβαρή ζημιά

ή/και ατύχημα (Thorpe 2016). Αυτό σημαίνει πως δεν είναι και τόσο συχνό φαινόμενο, αλλά σίγουρα δεν είναι καθόλου αμελητέο. Τα πτηνά, έως το 2016, εκτιμάται πως έχουν προκαλέσει το θάνατο σε περισσότερους από 450 ανθρώπους παγκοσμίως και την καταστροφή περισσότερων από 500 αεροσκαφών της πολιτικής και πολεμικής αεροπορίας (Thorpe 2016). Η μεγαλύτερη απώλεια είναι αδιαμφισβήτητα οι ανθρώπινες ζωές που χάνονται λόγω των προσκρούσεων, αλλά ακόμα και όταν τα περιστατικά αυτά δεν αποβαίνουν μοιραία, έχουν τεράστιες οικονομικές συνέπειες. Έχει εκτιμηθεί ότι κάθε χρόνο οι προσκρούσεις των πτηνών κοστίζουν στη βιομηχανία της πολιτικής αεροπορίας παγκοσμίως περισσότερο από 1,2 δισεκατομμύρια US\$ (Blackwell et al. 2009), τόσο για την επισκευή των αεροσκαφών, όσο και για τις καθυστερήσεις που προκαλούνται λόγω των ατυχημάτων.

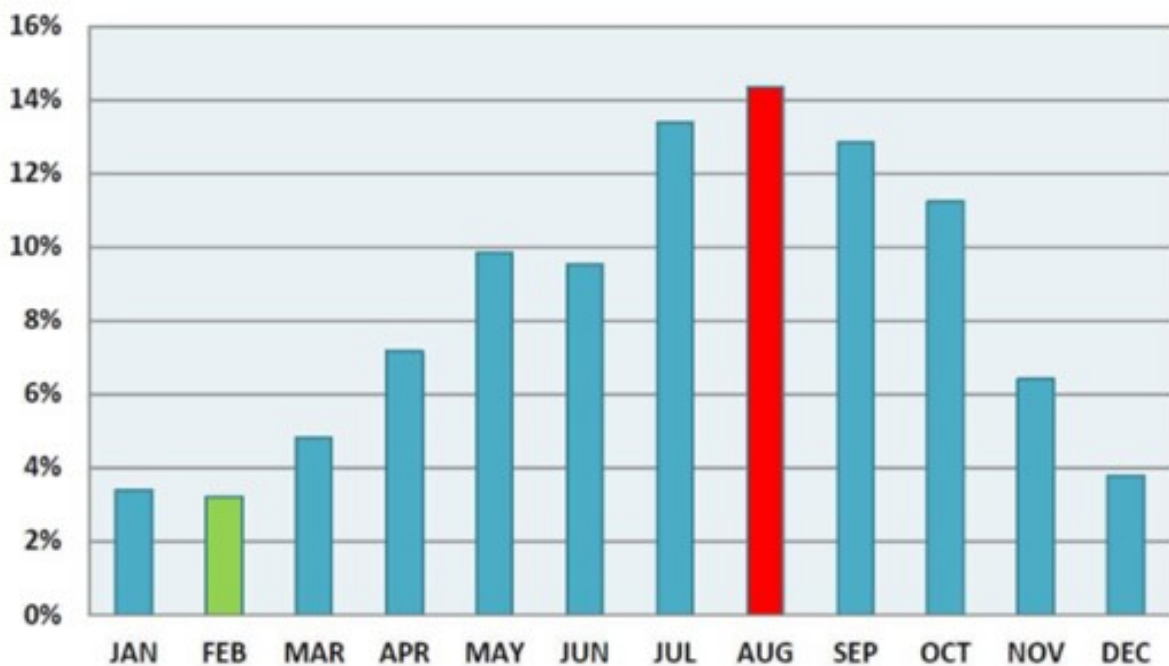
Τα περισσότερα περιστατικά σημειώνονται στα 150 μέτρα από το έδαφος (Dolbeer 2006), κατά την απογείωση ή την προσγείωση. Τα πτηνά είναι πιο πιθανό να χτυπηθούν κατά την προσγείωση σε σχέση με την απογείωση, διότι κατά την απογείωση τα αεροσκάφη κερδίζουν ύψος πιο γρήγορα απ' ό,τι χάνουν κατά την προσγείωση. Όμως οι προσκρούσεις που πραγματοποιούνται πάνω από τα 150 μέτρα από το έδαφος, αν και όχι τόσο πολλές όσο αυτές κάτω από τα 150 μέτρα, είναι πιο πιθανό να αποτελούν σοβαρά περιστατικά λόγω των μεγαλύτερων ταχυτήτων των αεροσκαφών (Thorpe 2016). Το μεγαλύτερο ύψος στο οποίο έχει ποτέ καταγραφεί πρόσκρουση πτηνού σε αεροσκάφος είναι τα 11.300 μέτρα. Η σύγκρουση έγινε με ένα πτηνό, το οποίο, όπως βρέθηκε εκ των υστέρων με τη βοήθεια υπολειμμάτων φτερών, ανήκε στο είδος *Gyps rueppelli* (Thorpe 2016).



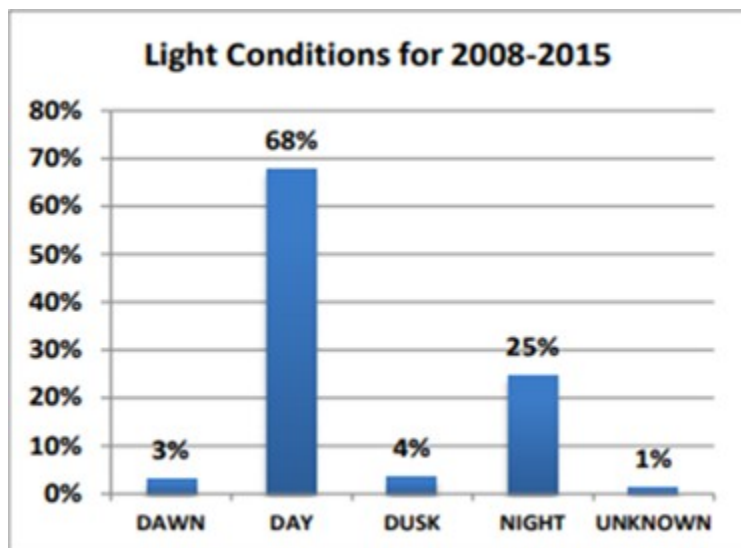
Εικόνα 1.1: Ποσοστά θέσεων προσκρούσεων στα αεροπλάνα. Πηγή: EASA, Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Ασφάλειας της Αεροπορίας.

Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 1.1, η πλειονότητα των περιστατικών (44%) σημειώνεται στους κινητήρες, το 31% παρατηρείται στα φτερά, το 13% στον ανεμοθώρακα, το 8% στη «μύτη» του αεροπλάνου και το 4% σε κάποιο άλλο σημείο της ατράκτου του αεροπλάνου. Αυτά τα ποσοστά περιλαμβάνουν τόσο περιστατικά που μπορεί να προκάλεσαν ζημιά/ατύχημα, όσο και αυτά που δεν προκάλεσαν. Στην πλειονότητα των σοβαρών περιστατικών, η περιοχή πρόσκρουσης είναι οι κινητήρες. Τα πτηνά εισχωρούν σε αυτούς και μπορεί να οδηγήσουν σε μείωση ή απώλεια της ισχύος τους.

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Πολιτικής Αεροπορίας (ICAO), όπως προκύπτει από δεδομένα προσκρούσεων 91 κρατών του βόρειου ημισφαιρίου και για τα έτη 2008-2015, αν και προσκρούσεις καταγράφονται όλο το χρόνο, η χρονική περίοδος με τα περισσότερα περιστατικά είναι από τον Μάιο μέχρι τον Οκτώβριο, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 1.2. Πιο συγκεκριμένα, ο μήνας κατά τον οποίο καταγράφονται οι περισσότερες προσκρούσεις είναι ο Αύγουστος, ενώ αντίθετα ο μήνας με το μικρότερο αριθμό προσκρούσεων είναι ο Φεβρουάριος. Επίσης, το 68% των προσκρούσεων λαμβάνει χώρα κατά την διάρκεια της ημέρας, το 3% κατά την αυγή, το 4% κατά το σούρουπο και το 25% κατά την διάρκεια της νύχτας, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 1.3.



Εικόνα 1.2: Ποσοστά προσκρούσεων ανά μήνα για τα έτη 2008-2015. ICAO (Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας)



Εικόνα 1.3: Ποσοστά προσκρούσεων ανάλογα με τις συνθήκες φωτός, για τα έτη 2008-2015. ICAO (Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας)

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΓΡΙΑΣ ΖΩΗΣ ΣΤΑ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΑ

Ένας τρόπος να μειωθούν τα ατυχήματα που οφείλονται σε προσκρούσεις πτηνών είναι να κατασκευαστούν **αεροσκάφη και κινητήρες πιο ικανοί να αντέχουν τις επιπτώσεις των προσκρούσεων**. Αυτό, βέβαια, θα έκανε τα αεροσκάφη βαρύτερα και θα καθιστούσε την κίνησή τους πιο ακριβή (Thorpe 2016), ενώ επίσης οι προσκρούσεις θα εξακολουθούσαν να είναι θανάσιμες για τα ζώα. Το ζητούμενο, λοιπόν, είναι να μειωθούν πρωτίστως οι προσκρούσεις, όσο είναι δυνατόν, και για το λόγο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντική η διαχείριση της άγριας ζωής στα αεροδρόμια.

Η διαχείριση ειδών άλλων ομάδων οργανισμών εκτός των πτηνών σε ένα αεροδρόμιο είναι πιο εύκολη, καθώς συχνά μία απλή περιφράξη περιορίζει σημαντικά την είσοδο, για παράδειγμα, θηλαστικών στο αεροδρόμιο. Ωστόσο, κάτι τέτοιο δεν ισχύει για τα πτηνά. Συνεπώς, η διαχείριση των πτηνών πρέπει να γίνει με τη λήψη και εφαρμογή ποικίλων άλλων μέτρων και γενικά περιλαμβάνει άμεσους και έμμεσους τρόπους απομάκρυνσής τους από το αεροδρόμιο.

Αρχικά, λοιπόν, ένας έμμεσος τρόπος μείωσης της αφθονίας των πτηνών στο αεροδρόμιο είναι η μείωση της διαθεσιμότητας της τροφής, του νερού και των θέσεων που μπορεί να χρησιμοποιήσουν ως καταφύγιο (Thorpe 2016).

Όταν οι μέθοδοι αυτές αφαίρεσης των πόρων που τα πτηνά αναζητούν συνδυάζονται και με τη χρήση άμεσων τρόπων απομάκρυνσης των πτηνών, η αποτελεσματικότητά τους αυξάνεται (Conover 2002). Η ομάδα ελέγχου πανίδας κάθε αεροδρομίου παρακολουθεί την κίνηση των πτηνών μέσα στο αεροδρόμιο και επιχειρεί να δημιουργήσει ένα αφιλόξενο περιβάλλον για αυτά, προκαλώντας τους καταπύηση με τεχνητό τρόπο. Αυτό πραγματοποιείται με τη χρήση οπτικών, χημικών ή ακουστικών αποτρεπτικών παραγόντων (Belant et al. 2013). Αναπαράγονται για παράδειγμα από ηχεία ήχοι συναγερμού ή πανικού κάποιου είδους, ή θόρυβοι που τρομάζουν τα πτηνά (πχ πυροβολισμοί ή ήχοι αρπακτικού). Καμία από αυτές τις

τεχνικές βέβαια δεν είναι 100% αποτελεσματική, ενώ επίσης είναι σημαντικό να εναλλάσσονται τα μέτρα που εφαρμόζονται ώστε να μη συνηθίζουν τα πτηνά (Matyjasiak 2008).

Δεν είναι όλα τα είδη το ίδιο «επικίνδυνα» και συνεπώς, εφαρμόζονται κάποιες μέθοδοι εκτίμησης κινδύνου (risk assessment) (DeVault et al. 2011), προκειμένου να τεθούν κάποιες προτεραιότητες ως προς το ποια είδη είναι πιο επικίνδυνα, ώστε η διαχείριση της άγριας ζωής να προσανατολίζεται κυρίως προς αυτά τα είδη. Οι προτεραιότητες αυτές τίθενται με βάση, πρώτον, την πιθανότητα να συμβεί μία σύγκρουση μεταξύ ενός αεροσκάφους και πτηνών ενός συγκεκριμένου είδους και, δεύτερον, την πιθανή σοβαρότητα μιας τέτοιας σύγκρουσης (Jeffery & Buschke 2019). Η πιθανότητα μιας σύγκρουσης με πτηνά συγκεκριμένου είδους σχετίζεται με την αφθονία των πτηνών αυτών κοντά στο διάδρομο αλλά και στην ευρύτερη περιοχή έξω από το αεροδρόμιο, καθώς δεν συμβαίνουν όλες οι συγκρούσεις στο διάδρομο. Περίπου το 74% όλων των προσκρούσεων έχουν καταγραφεί σε υψόμετρο όχι πάνω από 150 μέτρα (500 πόδια) (Dolbeer 2006). Αυτό αντιστοιχεί σε μία οριζόντια απόσταση περίπου 3 χιλιομέτρων από το διάδρομο (Dolbeer 2006, Blackwell et al. 2009). Τότε τα αεροσκάφη προσγειώνονται ή απογειώνονται και έχουν πολύ μικρή ικανότητα παρέκκλισης προκειμένου να αποφύγουν μία πιθανή σύγκρουση (Schafer et al. 2007). Επομένως, η αφθονία των πτηνών σε αυτή τη ζώνη καθορίζει και την πιθανότητα των συγκρούσεων. Από την άλλη, οι πιθανές συνέπειες μιας σύγκρουσης σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά και τη συμπεριφορά του είδους. Για παράδειγμα, είδη με μεγάλη μάζα σώματος, ή είδη που συνηθίζουν να σχηματίζουν σμήνη, να πετάνε αργά και να περιφέρονται, προκαλούν συνήθως μεγαλύτερη ζημιά στο αεροπλάνο (ICAO 2012).

Είναι πολλοί οι παράγοντες που καθορίζουν τη θέση στην οποία θα κατασκευαστεί ένα αεροδρόμιο. Ένας από αυτούς θα πρέπει να είναι και ο κίνδυνος πρόσκρουσης των πτηνών σε αεροσκάφη. Στο αεροδρόμιο Dalian Zhoushuizi στην πόλη Dalian στην Κίνα τα τελευταία χρόνια ο αριθμός των πτήσεων και των επιβατών αυξανόταν διαρκώς και για το λόγο αυτό εξετάζόταν να γίνει είτε επέκταση του αεροδρομίου στην ίδια τοποθεσία είτε εγκατάλειψη αυτής της θέσης και εγκατάσταση του αεροδρομίου σε μία νέα τοποθεσία (στον κόλπο Jinzhou). Οι Fu et al. (2016) εκτίμησαν τον κίνδυνο πρόσκρουσης πτηνών στις δύο τοποθεσίες και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι αυτός είναι μικρότερος στη νέα τοποθεσία. Τελικά, αξίζει να αναφερθεί πως επιλέχθηκε να γίνει κατασκευή του αεροδρομίου στη νέα τοποθεσία, και όχι επέκτασή του στην ήδη υπάρχουσα.

Όπως προαναφέρθηκε, ένας τρόπος μείωσης του αριθμού των πτηνών είναι η **μείωση της διαθεσιμότητας τροφής** και αυτό επιτυγχάνεται μεταξύ άλλων με τη διαχείριση της βλάστησης στο χώρο του αεροδρομίου. Στην περιοχή όπου κινούνται τα αεροπλάνα, καθώς και κοντά στα κτίρια των αεροδρομίων, υπάρχουν εκτάσεις με βλάστηση. Η βλάστηση αυτή είναι σημαντικό να μην είναι εύφλεκτη, να είναι ανθεκτική στο περιβάλλον του αεροδρομίου, στην παρουσία και κίνηση των αεροπλάνων και στην ξηρασία, να απαιτεί ελάχιστη περιποίηση, να αποτρέπει τη διάβρωση του εδάφους, και κυρίως να προσελκύει όσο το δυνατόν λιγότερα πτηνά (Washburn & Seamans 2004). Παίζει καθοριστικό ρόλο, δηλαδή, στα είδη της πανίδας που συναντώνται στο αεροδρόμιο.

Η διαχείριση της βλάστησης συνίσταται στη διαχείριση του ύψους της, στην τροποποίηση και επιλογή της σύνθεσης των ειδών των φυτών και στην αφαίρεση δένδρων και θάμνων (Abreu et al. 2017).

Δεν υπάρχει κάποια παγκόσμια πολιτική όσον αφορά στο ιδανικό ύψος της βλάστησης στα αεροδρόμια, λόγω του ότι δεν είναι ξεκάθαρο εάν η ψηλή βλάστηση μειώνει τη δραστηριότητα των πτηνών ή όχι. Η βέλτιστη διαχείριση της βλάστησης είναι επίσης διαφορετική σε κάθε περιοχή και προσαρμόζεται με βάση τα είδη των πτηνών που είναι πιο «επικίνδυνα» για την αεροπορία (Abreu et al. 2017). Για παράδειγμα, η Αρχή Πολιτικής Αεροπορίας στο Ηνωμένο Βασίλειο (CAA, Civil Aviation Authority 2008) προτείνει μια πολιτική διατήρησης του ύψους της βλάστησης από 22 έως 30 cm. Αντίθετα στη Νότια Αμερική (Marateo et al. 2014, Abreu et al. 2017) φαίνεται πως η διατήρηση του ύψους της βλάστησης πάνω από 30 cm είναι μια αποτελεσματική στρατηγική για την ελάττωση της αφθονίας ειδών «επικίνδυνων» για τα αεροσκάφη. Οι Marateo et al. (2014) κατέγραψαν όλες τις εποχές την χρήση των ενδιαιτημάτων από τα πτηνά σε ένα αεροδρόμιο στην Αργεντινή και εκτίμησαν την επίδραση του ύψους της βλάστησης στην αφθονία των ατόμων. Οι λιβαδικές εκτάσεις με χαμηλό ύψος (≤ 30 cm) ήταν εκείνες που χρησιμοποιούνταν συστηματικά περισσότερο όλες τις εποχές από τα είδη που παρατηρούνταν σε μεγαλύτερες αφθονίες.

Εκτός από το ύψος της βλάστησης, κάποιο ρόλο φαίνεται ότι παίζει και η διαχείριση που αυτή έχει υποστεί (πχ εάν έχει κοπεί ή όχι). Σύμφωνα με τους Abreu et al. (2017) τα πτηνά προσελκύονται περισσότερο σε πρόσφατα κομμένη βλάστηση συγκριτικά με βλάστηση που δεν έχει κοπεί. Η έρευνα αυτή έγινε στο Διεθνές Αεροδρόμιο Brasília – Presidente Juscelino Kubitschek στη Βραζιλία. Γενικά παρατηρούνται αρκετές φορές πτηνά να ακολουθούν τα μηχανήματα κουρέματος της βλάστησης, με σκοπό να τραφούν με έντομα και μικρά σπονδυλωτά που αποκαλύπτονται (Seamans 2007). Όμως, οι Barras et al. (2000) δεν κατέληξαν στο ίδιο συμπέρασμα για το ίδιο ερώτημα στο Διεθνές Αεροδρόμιο John F. Kennedy στη Νέα Υόρκη. Βλάστηση η οποία δεν έχει κοπεί βρέθηκε να φιλοξενεί μεγαλύτερες αφθονίες πτηνών από την κομμένη βλάστηση. Επισημαίνεται όμως πως αυτές οι μελέτες έγιναν σε διαφορετικές χώρες (Βραζιλία και ΗΠΑ αντίστοιχα).

Ένα παράδειγμα διαχείρισης που σχετίζεται με τη βλάστηση αφορά ένα είδος χελιδονιού στην Αμερική (*Tachycineta bicolor*), το οποίο έχει αναφερθεί σε 109 περιστατικά προσκρούσεων με αεροσκάφη της πολιτικής αεροπορίας των Ηνωμένων Πολιτειών, από το 1990 μέχρι το 2009 (DeVault et al. 2011). Επειδή κινούνται συχνά σε μεγάλα σμήνη, αποτελούν σημαντική απειλή για το αεροδρόμιο JFK, ιδιαίτερα το φθινόπωρο (Belant et al. 2013). Για να επιλυθεί αυτό το ζήτημα, οι Bernhardt et al. (2009) προσδιόρισαν τη διατροφή των χελιδονιών αυτών κατά το φθινόπωρο, η οποία αποτελούνταν κυρίως από καρπούς του είδους *Myrica pensylvanica*. Τότε το αεροδρόμιο ξεκίνησε ένα πρόγραμμα απομάκρυνσης των φυτών αυτών, αφαιρώντας το 75% των θάμνων σε περιοχή 800 μέτρων από τον διάδρομο, και περίπου το 50% των θάμνων από οποιοδήποτε άλλο σημείο στο αεροδρόμιο. Αφαιρώντας αυτούς τους θάμνους μειώθηκε η διαθεσιμότητα τροφής για αυτό το είδος και επομένως και οι κινήσεις του στο χώρο του αεροδρομίου. Στα επόμενα επτά χρόνια που

ακολούθησαν οι προσκρούσεις με αυτό το είδος μειώθηκαν κατά 75%. Με το παράδειγμα αυτό γίνεται κατανοητό για ποιο λόγο είναι σημαντική η μελέτη των διατροφικών συνθηκών των πτηνών στα αεροδρόμια.

Παρόλα αυτά δεν αρκεί να λαμβάνονται μέτρα μόνο εντός του αεροδρομίου. Θα πρέπει να γίνεται παρακολούθηση της πανίδας και στην ευρύτερη περιοχή γύρω από το αεροδρόμιο (έως και 13 km, όπως προτείνεται από τον Διεθνή Οργανισμό Πολιτικής Αεροπορίας, ICAO), ειδικά σε περιπτώσεις παρουσίας, για παράδειγμα, χωματερών, υγροτόπων, καταφυγίων άγριας ζωής ή άλλων περιοχών που μπορεί να προσελκύουν πτηνά.

ΆΛΛΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΣΕ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΑ

Στα αεροδρόμια είναι δυνατόν να πραγματοποιηθούν και διαφορετικού τύπου έρευνες, που δεν σχετίζονται άμεσα με τον κίνδυνο των προσκρούσεων. Το είδος *Hirundo rustica* (Σταβλοχελίδονο) είναι ένα είδος με πολύ μεγάλη εξάπλωση στη Βόρεια Αμερική, ωστόσο οι πληθυσμοί του έχουν μειωθεί σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες. Οι λόγοι για τους οποίους συμβαίνει αυτό δεν είναι απόλυτα γνωστοί. Επομένως προκειμένου να προσεγγιστούν οι αιτίες αυτής της μείωσης έγινε μελέτη των τροφικών προτιμήσεων του είδους με ανάλυση οισοφάγων και στομαχιών ατόμων που σκοτώθηκαν σε προσκρούσεις με αεροσκάφη στο Διεθνές Αεροδρόμιο του Βανκούβερ στον Καναδά το χρονικό διάστημα Ιούλιος – Σεπτέμβριος 2013, και σύγκριση με τις αφθονίες αυτών των εντόμων την ίδια περίοδο στο αεροδρόμιο. Φαίνεται πως η μείωση των πληθυσμών του είδους σχετίζεται με μειωμένες αφθονίες των εντόμων τα οποία θηρεύουν (Law et al. 2017).

Μία ιδιαίτερη ιδέα για έρευνα στα αεροδρόμια έχει προταθεί από τους Hayashi και Tsurui-Sato (2020). Τα αεροδρόμια αποτελούν περιβάλλοντα με περιορισμένη θήρευση για πολλά είδη εντόμων, αφού λαμβάνονται μέτρα για την απομάκρυνση των πτηνών από αυτά. Σύμφωνα με τους Hayashi και Tsurui-Sato περιοχές χωρίς θηρευτές, όπως είναι τα αεροδρόμια, αναμένεται να δώσουν πολύτιμη πληροφορία σχετικά με την επίδραση των δραστηριοτήτων των ανθρώπων στην εξέλιξη των ζωικών οργανισμών. Ένα παράδειγμα αφορά σε ένα είδος ακρίδας (*Tetrix japonica*), το οποίο εμφανίζει μεγάλη ποικιλομορφία στο χρώμα και στα σημάδια στο πρόνωτο. Ο μαύρος χρωματισμός συμβάλλει στην προστασία από θηρευτές (καμουφλάζ), οδηγεί όμως σε υπερθέρμανση του οργανισμού, κάτω από συνθήκες υψηλής ηλιακής ακτινοβολίας, και συνεπώς σε μικρότερη επιτυχία τροφοληψίας και αναπαραγωγής. Για το λόγο αυτό η συχνότητα των ατόμων με τα μαύρα σημάδια είναι μικρότερη σε μικρότερα γεωγραφικά πλάτη (Tsurui & Nishida 2010). Στο ίδιο γεωγραφικό πλάτος, όμως, αναμένεται πως σε ένα περιβάλλον με περιορισμένη θήρευση (όπως σε ένα αεροδρόμιο) θα υπάρχει μικρότερη συχνότητα των ακρίδων με τα μαύρα σημάδια απ' ότι σε περιβάλλοντα με θήρευση.

Έχει ενδιαφέρον ακόμα να αναφερθεί πως τα αεροδρόμια έχουν προταθεί ως υποψήφιες θέσεις για διατήρηση της βιοποικιλότητας (Kelly and Allan 2006). Για παράδειγμα οι Kutschbach-Brohl et al. (2010) προτείνουν να αξιοποιηθούν οι λιβαδικές εκτάσεις των αεροδρομίων για τη διατήρηση κοινοτήτων αρθροπόδων. Επιπλέον, οι πληθυσμοί πολλών ειδών πτηνών μειώνονται στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική λόγω εντατικοποίησης της

γεωργίας. Η αναστροφή αυτής της τάσης των πληθυσμών ενδέχεται να είναι δυνατή (Vickery et al. 2004), και για το λόγο αυτό γίνονται προσπάθειες για βελτίωση της ποσότητας και ποιότητας των εναπομεινάντων λιβαδικών εκτάσεων, όπως για παράδειγμα αυτές που υπάρχουν και στα αεροδρόμια (Blackwell et al. 2013). Ενδεικτικά οι λιβαδικές εκτάσεις των αεροδρομίων στις ΗΠΑ έχουν έκταση μεγαλύτερη από 3300 km² (DeVault et al. 2012). Γίνονται, δηλαδή, προσπάθειες να μειωθούν οι πόροι που προσελκύουν «επικίνδυνα» είδη πτηνών, και ταυτόχρονα να διατηρηθεί η ποικιλία στη χλωρίδα και την πανίδα. Όλα αυτά μοιάζουν να έρχονται σε αντίθεση με όσα έχουν αναφερθεί προηγουμένως, όμως δεν παύει η κύρια μέριμνα των αεροδρομίων να είναι οπωσδήποτε η ασφάλεια των πτήσεων. Στην πραγματικότητα οι δυνατότητες για διατήρηση και βελτίωση της ποικιλότητας στα αεροδρόμια είναι περιορισμένες. Παρόλα αυτά μπορεί κάτι τέτοιο να είναι δυνατόν εάν γίνουν προσεκτικοί σχεδιασμοί (Kelly and Allan 2006).

1.2 ΤΟ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ «ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΣ»

Η συγκεκριμένη εργασία πραγματοποιήθηκε στο Αεροδρόμιο «Ελευθέριος Βενιζέλος» στην Αθήνα, το οποίο έχει δύο **διαδρόμους απογειώσεων-προσγειώσεων**, τον 03R/21L στα ανατολικά και τον 03L/21R στα δυτικά. Έκαστος διάδρομος υποστηρίζεται από δύο παράλληλους **τροχοδρόμους**, μέσω των οποίων τα αεροπλάνα κατευθύνονται προς τους διαδρόμους για την απογείωση ή προς τους αεροσταθμούς μετά την προσγείωση.

Εκατέρωθεν των διαδρόμων απογειώσεων-προσγειώσεων, καθώς και μεταξύ των τροχοδρόμων, όπως φαίνεται και παρακάτω στην Εικόνα 1.4, υπάρχουν κάποια τμήματα με βλάστηση, τα οποία καλούνται **strips** και **loops**. Συγκεκριμένα, υπάρχουν δύο **strips**, ένα στα ανατολικά και ένα στα δυτικά. Τα **strips** βρίσκονται εξωτερικά των διαδρόμων απογειώσεων-προσγειώσεων και είναι ενιαίες παραλληλόγραμμες εκτάσεις με μήκος 4 χιλιόμετρα και πλάτος περίπου 150 μέτρα. Τα **loops** είναι πολυγωνικές εκτάσεις, που βρίσκονται εσωτερικά των διαδρόμων και μεταξύ των τροχοδρόμων, και διακόπτονται επίσης από τα συνδετήρια που συνδέουν τους διαδρόμους απογειώσεων-προσγειώσεων με τους τροχοδρόμους και τους τροχοδρόμους μεταξύ τους, και τα οποία είναι εκείνα που προσδιορίζουν τη θέση των **loops** στο χώρο. Στην παρούσα εργασία αναφερόμαστε σε ένα **loop** με βάση την ονομασία των συνδετηρίων που βρίσκονται εκατέρωθεν αυτού. Όλα τα **loops** δεν έχουν το ίδιο μέγεθος.

Επιπλέον, κάθε διάδρομος απογειώσεων-προσγειώσεων χωρίζεται σε τρία τμήματα, τα οποία καλούνται τομείς. Η ονομασία των τομέων και τα όρια του καθενός καταγράφονται στον Πίνακα 2.1 στο κεφάλαιο της Μεθοδολογίας.

Διεθνές Αεροδρόμιο Αθηνών



Εικόνα 1.4: Κάτοψη του αεροδρομίου στην οποία έχουν σημειωθεί τα ονόματα των δύο διαδρόμων απογείωσης-προσγειώσεων, καθώς και των συνδετηρίων. Με κόκκινο χρώμα είναι σημειωμένοι οι τέσσερις τροχόδρομοι.



Εικόνα 1.5: Ο δυτικός διάδρομος απογείωσης-προσγειώσεων (μαύρο χρώμα) και σημειωμένα με κίτρινα βέλη τρία loops και ένα strip.

Ο Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών ακολουθεί τον Εθνικό «Κανονισμό για τη Μείωση Της Απειλής Προσκρούσεων Πτηνών Και Ζώων Σε Αεροσκάφη Πολιτικής Αεροπορίας» της Υπηρεσίας Πολιτικής Αεροπορίας (ΥΠΑ) και τις σχετικές Τεχνικές Οδηγίες για την «Αναφορά Προσκρούσεων Πτηνών και Ζώων», όπως και τη Συλλογή – Αναφορά Πληροφοριών Πανίδας Αεροδρομίου¹, αλλά και τα αντίστοιχα Πρότυπα και Συνιστώμενες Πρακτικές του Διεθνούς Οργανισμού Πολιτικής Αεροπορίας (ICAO) και του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Ασφαλείας Αεροπορίας (EASA).

Για τη μείωση των κινδύνων προσκρούσεων ζώων και κυρίως πτηνών στα αεροσκάφη έχει σχεδιαστεί από την Υπηρεσία Περιβάλλοντος του Διεθνούς Αερολιμένα Αθηνών, και εφαρμόζεται ένα ολοκληρωμένο Πρόγραμμα Διαχείρισης της Πανίδας (ΠΔΠ), το οποίο μεταξύ των άλλων περιλαμβάνει μια σειρά από μέτρα τόσο μακροπρόθεσμα, όσο και βραχυπρόθεσμα (Υπηρεσία Περιβάλλοντος Διεθνούς Αερολιμένα Αθηνών 2019).

Τα μακροπρόθεσμα μέτρα σχετίζονται με τη μείωση των πόρων που αναζητούν τα πτηνά στο αεροδρόμιο, όπως είναι η τροφή και το νερό, ενώ επίσης περιλαμβάνουν και συνεχή μελέτη των δραστηριοτήτων της πανίδας τόσο μέσα στο αεροδρόμιο όσο και στις γειτονικές περιοχές. Οι μελέτες αυτές πραγματοποιούνται τόσο από τα μέλη της Ομάδας Διαχείρισης Πανίδας και Βιοποικιλότητας (ΟΔΠΒ), η οποία περιλαμβάνει και άτομα με πτυχία στην Βιολογία ή τις Επιστήμες Περιβάλλοντος, όσο και σε συνεργασία με εξωτερικούς συνεργάτες (Πανεπιστημιακά εργαστήρια, Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία κλπ.), όπως η παρούσα Διπλωματική Εργασία, σε μια διαρκή προσπάθεια βελτίωσης της αποτελεσματικότητας του Προγράμματος Διαχείρισης Πανίδας μέσα από τη βελτίωση της γνώσης και της κατανόησης της βιολογίας και της συμπεριφοράς των πτηνών.

Τα βραχυπρόθεσμα μέτρα, που αποσκοπούν στην άμεση απομάκρυνση των πτηνών από το αεροδρόμιο, περιλαμβάνουν φυσικούς ήχους, όπως καλέσματα πανικού ή συναγεμμού πτηνών και καλέσματα αρπακτικών (βιοακουστική), και πυροακουστικά (pyrotechnic), δηλαδή σύντομους και δυνατούς ήχους (πχ εκρήξεις), είτε από ηχεία, είτε από όπλα (πχ πυροβολισμοί στον αέρα για εκφοβισμό, βολίδες κρότου-συριγμού κλπ).

Επιπλέον, από το 2008 πραγματοποιείται πρόγραμμα παγίδευσης και δακτυλίωσης πτηνών, κυρίως αρπακτικών, με σκοπό την απομάκρυνσή τους από τους χώρους του αεροδρομίου και την απελευθέρωσή τους σε ασφαλείς περιοχές, σε συνεργασία με τον Σύλλογο Προστασίας και Περίθαλψης Αγρίας Ζωής (ANIMA). Ενδεικτικά, κατά τη διάρκεια του 2018 παγιδεύτηκαν και απομακρύνθηκαν με αυτόν τον τρόπο από το αεροδρόμιο 108 άτομα του είδους *Falco tinnunculus* (Βραχοκιρκίνεζο), 13 άτομα του είδους *Falco vespertinus* (Μαυροκιρκίνεζο), 1 άτομο του είδους *Falco naumanni* (Κιρκινέζι), 9 άτομα *Athene noctua* (Κουκουβάγια) και 1 άτομο *Circus macrourus* (Στεπόκιρκος).

¹ Ο Κανονισμός και οι Τεχνικές Οδηγίες διατίθενται στη σχετική ιστοσελίδα της ΥΠΑ: <http://www.ypa.gr/flight-safety/bird-risk-prevention/>

Όσον αφορά στην ευρύτερη περιοχή γύρω από το αεροδρόμιο, γίνονται ενέργειες, σε συνεργασία με την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας, με σκοπό τον έλεγχο των χρήσεων γης, όπου αυτό αξιολογείται ως απαραίτητο, ώστε να μην δημιουργούνται χρήσεις που προσελκύουν μεγάλους αριθμούς δυνητικά επικίνδυνων πτηνών, όπως στην περίπτωση χώρων διαχείρισης απορριμμάτων. Παράλληλα, λαμβάνουν χώρα δράσεις για την προστασία του Υγροτόπου της Βραυρώνας, ο οποίος έχει ενταχθεί στο Δίκτυο NATURA 2000 ως Τόπος Κοινοτικής Προστασίας. Είναι σημαντική η προστασία της περιοχής αφενός για την διατήρηση της βιοποικιλότητας και αφετέρου για την προσέλκυση των πτηνών σε χώρο μακριά από το αεροδρόμιο. Το ίδιο ισχύει και για τον Υγρότοπο (Αλυκή) της Αρτέμιδας, που έχει χαρακτηριστεί ως Υγρότοπος Α' Προτεραιότητας για προστασία και διαθέτει σημαντική ορνιθοπανίδα.

1.3 ΣΚΟΠΟΣ

Στο πλαίσιο της διαχείρισης του κινδύνου πρόσκρουσης πτηνών σε αεροπλάνα, σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη της χειμερινής ορνιθοπανίδας στον Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών.

Αναλυτικότερα, στόχοι της εργασίας είναι:

- ✓ η εκτίμηση της αφθονίας των πτηνών που εντοπίζονται κοντά στους διαδρόμους προσγειώσεων και απογειώσεων του αεροδρομίου Ελ. Βενιζέλος και
- ✓ η διερεύνηση των παραγόντων που διαμορφώνουν τα πρότυπα της χρονικής και χωρικής κατανομής τους.
- ✓ Τα δεδομένα πεδίου αντιπαραβάλλονται με τα περιστατικά προσκρούσεων πτηνών σε αεροσκάφη, που έχουν συλλεχθεί από την Ομάδα Διαχείρισης Πανίδας και Βιοποικιλότητας του αεροδρομίου Ελ. Βενιζέλος.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Κατά τον σχεδιασμό της εργασίας διαπιστώθηκε ότι για τη συλλογή των δεδομένων πεδίου στο αεροδρόμιο υπήρχαν χωρικοί και χρονικοί περιορισμοί, οι οποίοι αναφέρονται κατωτέρω.

Χωρικοί περιορισμοί:

- ✓ Ο κάθε διάδρομος χωρίζεται σε τρία τμήματα, τα οποία καλούνται τομείς, και τα δεδομένα των προσκρούσεων πτηνών που μας χορηγήθηκαν καταγράφονται σε αυτούς με ομαδοποιημένο τρόπο.
- ✓ Για να εξεταστεί η συσχέτιση των προσκρούσεων με τα χαρακτηριστικά του χώρου, ήταν απαραίτητο να υπάρχει τουλάχιστον μία θέση δειγματοληψίας σε loop ή/και strip σε κάθε τομέα, και κατά προτίμηση ισάριθμες θέσεις δειγματοληψίας σε strips και σε loops, διατεταγμένες απέναντι η μία στην άλλη.
- ✓ Η δειγματοληψία έπρεπε να σχεδιαστεί έτσι ώστε να τηρείται απόσταση ασφαλείας 90 μέτρων από το κέντρο των δύο διαδρόμων απογειώσεων-προσγειώσεων (centerline).
- ✓ Το αρδευόμενο τμήμα των loops, το οποίο αντιστοιχεί στα 15 μέτρα από την άκρη κάθε loop δεν συμπεριελήφθη στην δειγματοληψία.
- ✓ Οι θέσεις δειγματοληψίας στα strips έπρεπε να βρίσκονται σε τμήματα που αντιστοιχούν στο λειτουργικό τμήμα του διαδρόμου (δηλαδή στο μαύρο τμήμα του διαδρόμου, όπως φαίνεται στην εικόνα από το Google Earth Pro).
- ✓ Οι παρατηρητές δεν πρέπει να κινούνται στο τμήμα του strip που βρίσκεται μεταξύ δύο RVRs (Runway Visual Range), τα οποία είναι ειδικά όργανα που μετρούν το οπτικό εύρος του διαδρόμου (μέτρηση ορατότητας) και είναι εγκατεστημένα σε τρία σημεία κατά μήκος των strips. Σε κάθε σημείο υπάρχουν δύο RVRs, τα οποία έχουν μία απόσταση μεταξύ τους.

Χρονικοί περιορισμοί:

- ✓ Λόγω της υποχρέωσης να υπάρχει συνοδεία κατά την εργασία πεδίου ο διαθέσιμος χρόνος σε κάθε επίσκεψη ήταν περίπου 4 ώρες (8.00 – 12.00).
- ✓ Η μετακίνηση από loop σε loop, καθώς συχνά και η άφιξη στα strips, απαιτούσε την επικοινωνία με τον πύργο ελέγχου. Αυτό σημαίνει ότι ο χρόνος που απαιτούνταν για αυτές τις μετακινήσεις δεν μπορούσε να προσδιοριστεί με ακρίβεια, καθώς εξαρτιόταν από την κίνηση των αεροπλάνων. Επομένως, όσο το δυνατόν λιγότερες μετακινήσεις γίνονταν, τόσο λιγότερες ήταν και οι πιθανές καθυστερήσεις.

Η εύρεση των δυνητικών περιοχών μελέτης με βάση τους περιορισμούς στο χώρο του αεροδρομίου έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος QGIS. Προσδιορίστηκαν, δηλαδή, οι ζώνες στα loops και στα strips στις οποίες επιτρέπεται να κινείται κανείς, και οι οποίες

αποτελούν δυνητικές θέσεις των διατομών. Ο προσδιορισμός αυτός έγινε με βάση τους εξής δύο περιορισμούς: (α) τον περιορισμό της απόστασης ασφαλείας των 90 μέτρων από το κέντρο του διαδρόμου απογειώσεων-προσγειώσεων, και (β) τον περιορισμό των 15 μέτρων στα loops από τον τροχόδρομο και τους δύο πλαϊνούς διαδρόμους, τα οποία αντιστοιχούν στο αρδευόμενο κομμάτι.

Αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν για τον παραπάνω σκοπό καταγράφονται στο Παράρτημα 1.



Εικόνα 2.1: Με πράσινο χρώμα σημειώνονται οι δυνητικές περιοχές μελέτης στα strips και τα loops.

Με αυτόν τον τρόπο βρέθηκε ότι τα loops τα οποία βρίσκονται μεταξύ των δύο τροχόδρων ήταν ακατάλληλα ως πιθανές θέσεις μελέτης, ενώ σε όλα τα υπόλοιπα loops, αυτά δηλαδή που είναι παρακείμενα στους διαδρόμους απογειώσεων-προσγειώσεων, υπήρχε διαθέσιμος χώρος για να μετακινούνται οι παρατηρητές.

Η μέθοδος, η οποία χρησιμοποιήθηκε κατά τις δειγματοληψίες, είναι η μέθοδος των διατομών. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Bibby et al. 2000) η μέθοδος των διατομών χρησιμοποιείται συχνά όταν χρειάζεται να συλλεχθούν δεδομένα σε μεγάλες και ανοιχτές εκτάσεις. Σε τέτοιες περιπτώσεις είναι πολύ πιο αποτελεσματική σε σχέση με άλλες

μεθόδους, όπως για παράδειγμα αυτή των σημείων, διότι στον ίδιο χρόνο μετρώνται περισσότερα πτηνά. Αντίθετα, η μέθοδος των σημείων προτιμάται σε πυκνά ενδιαίτηματα, όπου η ανίχνευση των πτηνών από τον παρατηρητή είναι πιο δύσκολη αν αυτός μετακινείται.

Με δεδομένο, λοιπόν, ότι:

- Στο αεροδρόμιο υπήρχε μια πολύ μεγάλη έκταση που χρειαζόταν να καλυφθεί (κάθε strip έχει εμβαδόν περίπου 0,6 τετραγωνικά χιλιόμετρα, ενώ το συνολικό εμβαδόν των loops στα οποία υπήρχε δυνατότητα να βρεθεί ο/οι παρατηρητής/ές είναι περίπου 0,8 τετραγωνικά χιλιόμετρα),
- υπήρχαν οι προαναφερθέντες χρονικοί περιορισμοί,
- και η βλάστηση στις περιοχές μελέτης ήταν χαμηλή, χωρίς να διακόπτεται από δένδρα,

η μέθοδος των διατομών κρίθηκε ως η πιο κατάλληλη μέθοδος.

Θα ήταν αδύνατο, βέβαια, να καλυφθεί όλη αυτή η περιοχή σε αυτό το χρονικό διάστημα, ωστόσο επιχειρήθηκε να καλυφθεί όσο το δυνατόν μεγαλύτερη έκταση και να επιλεγούν κατάλληλες θέσεις για τις διατομές.

Εξετάζοντας όλες τις πιθανές εκδοχές, θεωρήσαμε ότι η καλύτερη λύση ήταν η πραγματοποίηση διαδρομών κατά μήκος 12 διατομών των 200 μέτρων η κάθε μία, 6 σε strips και 6 σε loops, έτσι ώστε κάθε τομέας να αντιπροσωπεύεται από δύο διατομές, μία σε strip και μία σε loop.

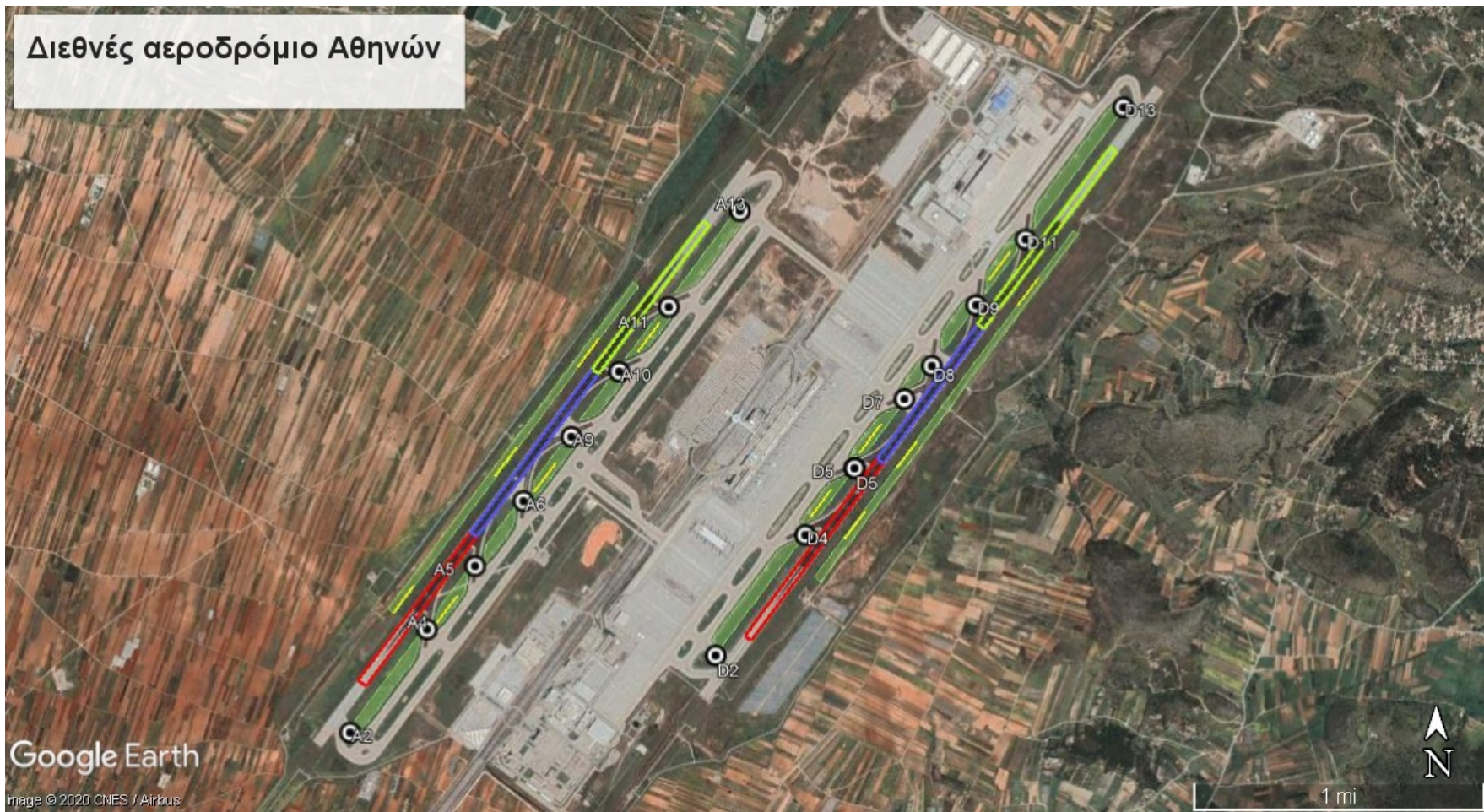
Πίνακας 2.1: Οι διατομές που πραγματοποιήθηκαν σε κάθε έναν από τους τομείς των δύο διαδρόμων. Συγκεκριμένα, αναφέρονται τα ονόματα των διατομών, ο τομέας στον οποίο ανήκουν, τα όρια του τομέα, το μήκος και η θέση τους, δηλαδή σε ποιο loop βρίσκονται ή σε ποια περιοχή του strip αντίστοιχα. Ο προσδιορισμός των θέσεων των διατομών στα strips γίνεται μέσω των loops που βρίσκονται απέναντι.

α/α	ΟΝΟΜΑ ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΤΟΜΕΑΣ	ΟΡΙΑ ΤΟΜΕΑ	ΜΗΚΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ (μέτρα)	ΘΕΣΗ
1	L1W	Δυτικός 1	A2-A5	199	Loop (A4-A5)
2	S1W	Δυτικός 1	A2-A5	190	Strip (A4-A5)
3	L2W	Δυτικός 2	A5-A10	200	Loop (A6-A9)
4	S2W	Δυτικός 2	A5-A10	203	Strip (A6-A9)
5	L3W	Δυτικός 3	A10-A13	200	Loop (A10-A11)
6	S3W	Δυτικός 3	A10-A13	199	Strip (A10-A11)
7	L1E	Ανατολικός 1	D2-D5	201	Loop (D4-D5)
8	S1E	Ανατολικός 1	D2-D5	202	Strip (D4-D5)
9	L2E	Ανατολικός 2	D5-D9	202	Loop (D5-D7)
10	S2E	Ανατολικός 2	D5-D9	200	Strip (D5-D7)

11	L3E	Ανατολικός 3	D9-D12	200	Loop (D9-D11)
12	S3E	Ανατολικός 3	D9-D12	198	Strip (D9-D11)
Σύνολο				2394	

Όλα τα loops ήταν κατάλληλα για την τοποθέτηση σε αυτά διατομών των 200 μέτρων, εκτός από το loop D7-D8. Τα ονόματα των διατομών προέκυψαν με βάση το αν οι διατομές ανήκαν σε strip ή loop (S ή L αντίστοιχα), αν βρίσκονταν στα ανατολικά ή δυτικά (E ή W αντίστοιχα) και ποια διατομή του strip ή των loops ήταν (1 αν επρόκειτο για τη νοτιότερη διατομή, 2 αν επρόκειτο για τη μεσαία διατομή και 3 αν επρόκειτο για τη βορειότερη διατομή). Συγκεκριμένα οι θέσεις τους καταγράφονται στον Πίνακα 2.1 και φαίνονται και στο χάρτη της Εικόνας 2.2, ενώ στο Παράρτημα 2 αναφέρονται τα σημεία έναρξης και λήξης που ορίστηκαν κατά την οριοθέτηση των διατομών.

Η επιθυμητή ταχύτητα βάρδισης του παρατηρητή (pace) προσδιορίστηκε στα 1000 μέτρα την ώρα, δηλαδή η μισή από εκείνη που προτείνεται τυπικά στη βιβλιογραφία (Bibby et al. 2000), αφού ελήφθη υπόψη η περιορισμένη εμπειρία του κύριου παρατηρητή, η αναμενόμενη ποικιλία και αφθονία των πτηνών και το σχετικά μεγάλο εύρος της ζώνης παρατηρήσεων εκατέρωθεν των διατομών. Έπειτα από προκαταρκτικές μετρήσεις διαπιστώθηκε ότι αυτή η ταχύτητα δεν ήταν ούτε ιδιαίτερα αργή, ώστε να μην μπορούν να πραγματοποιηθούν οι διαδρομές στο χρονικό διάστημα που ήταν διαθέσιμο ή να υπάρχει αυξημένη πιθανότητα να μετρηθεί δύο φορές το ίδιο άτομο πτηνού, αλλά δεν ήταν ούτε ιδιαίτερα γρήγορη, ώστε να χάνονται παρατηρήσεις παρόντων πτηνών. Με αυτόν τον ρυθμό μία διατομή 200 μέτρων αναμένεται να καλυπτόταν σε 12 λεπτά. Κατά συνέπεια, απαιτούνταν χρόνος $12 \times 12 = 144$ λεπτών ή 2,5 ωρών για ωφέλιμες παρατηρήσεις ανά ημέρα πεδίου, σε διαθέσιμο χρόνο 4 ωρών, στον οποίο θα έπρεπε να περιληφθούν ο χρόνος για τον απαραίτητο έλεγχο πριν την είσοδο στο αεροδρόμιο, για τις 11 μετακινήσεις από τη μία διατομή στην επόμενη, και βέβαια για τυχόν καθυστερήσεις ή απρόοπτα.



Εικόνα 2.2: Με πράσινο χρώμα έχουν σημειωθεί οι προσβάσιμες περιοχές για εργασίες πεδίου, όπως προέκυψαν με χρήση του προγράμματος QGIS. Με κίτρινο χρώμα φαίνονται οι διατομές, ενώ τα χρώματα των τομέων αντιστοιχούν στο χρώμα της γραμματοσειράς στον Πίνακα 2.1.

2.2 ΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΔΙΟΥ

Η άφιξη στο αεροδρόμιο γινόταν στις 8.00 πμ. Ακολουθούσε μία διαδικασία ελέγχου για την είσοδο στους χώρους του αεροδρομίου και στη συνέχεια ξεκινούσαν οι διαδρομές κατά μήκος των διατομών και η συλλογή των δεδομένων πεδίου.

Τα όργανα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στο πεδίο είναι τα εξής:

- Κυάλια (Olympus DPS I 10x50),
- Αποστασιόμετρο (Nikon Aculon 6x20 6.0°), ώστε να μετράται, όπου είναι δυνατόν, η κάθετη απόσταση από τη διατομή της θέσης όπου παρατηρήθηκε/αν ένα ή περισσότερα πτηνά.
- GPS (Garmin GPSMAP 64s) για την οριοθέτηση των διατομών
- Κινητό τηλέφωνο και ζευγάρι ακουστικά με μικρόφωνο, ώστε να γίνεται ηχογράφηση των παρατηρήσεων και όχι καταγραφή τους σε σημειωματάριο, κάτι που, τις φορές που ο παρατηρητής ήταν ένας, δε θα του επέτρεπε να έχει ελεύθερα τα χέρια του για να χρησιμοποιεί τα κυάλια και το αποστασιόμετρο.

Για μετακίνηση από loop σε loop απαιτούνταν συνεννόηση με τον πύργο ελέγχου. Το αυτοκίνητο άφηνε τον ή τους παρατηρητές στην πλευρά του loop απ' όπου ξεκινούσε η διατομή, και περίμενε σε κάποιο επιτρεπτό σημείο, ώστε να τον παραλάβει στο τέλος της διατομής στην άλλη πλευρά του loop, με άδεια πάλι του πύργου ελέγχου. Για τις διατομές που βρίσκονταν στα strips η διαδικασία ήταν πιο απλή, καθώς δεν απαιτούνταν επικοινωνία με τον πύργο ελέγχου για μετακίνηση από το ένα σημείο στο άλλο. Σε αυτές τις διατομές το αυτοκίνητο άφηνε τον παρατηρητή στο σημείο έναρξης και παρέμενε σε αυτό το σημείο, προκειμένου να μην προκαλέσει όχληση στα πτηνά και επηρεάσει τις παρατηρήσεις. Μόλις ο παρατηρητής ολοκλήρωνε τη διατομή, έκανε νόημα στο αυτοκίνητο, το οποίο έφτανε στο σημείο τερματισμού της διατομής, παραλάμβανε τον παρατηρητή και τον μετέφερε στην επόμενη διατομή.

Συγκεκριμένα, το πρωτόκολλο δειγματοληψίας που ακολουθήθηκε είναι το εξής:

- Ο παρατηρητής φτάνει στο προκαθορισμένο σημείο έναρξης της διατομής.
- Καταγράφει μέσω ηχογράφησης την ονομασία της διατομής (πχ L1W), την ώρα έναρξης και τον αριθμό των παρατηρητών (η ημερομηνία καταγράφεται αυτόματα στο αρχείο ηχογράφησης).
- Ξεκινά τη διαδρομή κατά μήκος της διατομής και καταγράφει τα είδη και τον αριθμό των πτηνών που παρατηρεί, την απόσταση της θέσης των πτηνών από τη διατομή, όποτε είναι δυνατόν, με τη χρήση του αποστασιόμετρου, καθώς και τον αριθμό των προσγειώσεων ή/και απογειώσεων ή οποιαδήποτε όχληση μπορεί να υπάρχει και να επηρεάζει τις παρατηρήσεις.
- Μόλις φτάνει στο προκαθορισμένο σημείο λήξης της διατομής, καταγράφει την ώρα λήξης και κάνει νόημα στο αυτοκίνητο για να τον παραλάβει.

Η συστηματική κατάταξη, τα κοινά και τα επιστημονικά ονόματα των ειδών βασίζονται στον κατάλογο της Ελληνικής Ορνιθολογικής Εταιρείας, ο οποίος διαμορφώνεται σύμφωνα με την προσέγγιση της Association of European Records and Rarities Committees (AERC-TAC, 2015)².

Ποιοτικά καταγράφονταν όλα τα είδη που παρατηρούνταν, ωστόσο ποσοτικά καταγράφονταν εκείνα που παρατηρούνταν στο έδαφος στην περιοχή του loop ή του strip εκατέρωθεν της διατομής και μπροστά από τον/τους παρατηρητή/ές. Η περιοχή παρατηρήσεων ήταν το αντίστοιχο loop ή, στην περίπτωση του strip, το τμήμα του strip που βρισκόταν εκατέρωθεν της διατομής. Δεν καταγραφόταν ό,τι συνέβαινε πίσω από τον παρατηρητή, ενώ δινόταν ακόμα ιδιαίτερη σημασία στο να μη γίνεται καταγραφή του ίδιου ατόμου δύο φορές. Καταγράφηκαν, δηλαδή, μόνο τα άτομα για τα οποία υπήρχε βεβαιότητα ότι ήταν διαφορετικά μεταξύ τους. Για το λόγο αυτό ήταν σημαντικό, σε περίπτωση που επρόκειτο για οπτικές παρατηρήσεις, ο παρατηρητής να παρακολουθεί την πορεία των πτηνών και αφού τα καταγράψει, ώστε να το γνωρίζει σε περίπτωση που αυτά προσγειωθούν σε κάποιο άλλο σημείο της περιοχής μελέτης. Αν επρόκειτο για ακουστικές παρατηρήσεις, τα άτομα καταγράφονταν ως δύο ή περισσότερα μόνο στην περίπτωση που ήταν ξεκάθαρο ότι τα καλέσματα ακούγονται από διαφορετικές περιοχές ή αν ακούγονταν ταυτόχρονα. Ένα ειδικότερο παράδειγμα αφορά την περίπτωση κατά την οποία γίνεται μέτρηση των ατόμων μιας ομάδας πτηνών που προσγειώνονται σε κάποιο σημείο της περιοχής μελέτης και στη συνέχεια από το σημείο αυτό ο παρατηρητής βλέπει να φεύγουν περισσότερα άτομα από όσα είχε μετρήσει αρχικά. Επειδή δεν είναι σε θέση να γνωρίζει εάν τα περισσότερα άτομα που μετρήσε είναι όλα διαφορετικά από τα άτομα της προηγούμενης ομάδας ή αν στα άτομα της προηγούμενης ομάδας προστέθηκαν απλώς κάποια άτομα που δεν είχε μετρήσει, τότε για να εξασφαλιστεί ότι δεν υπάρχει υπερεκτίμηση του αριθμού της αφθονίας των ατόμων, καταγράφεται ο μέγιστος αριθμός ατόμων που είδε ταυτόχρονα.

Όσον αφορά την μέτρηση της απόστασης της θέσης που παρατηρήθηκε ένα πτηνό από τη διατομή, αυτή έγινε σε ζώνες των δέκα μέτρων (πχ ζώνη 0-10 μέτρων, 10-20 μέτρων κλπ) δεξιά ή αριστερά της διατομής, ενώ ως θέση που παρατηρείται ένα πτηνό ορίζεται η ζώνη εκείνη στην οποία αυτό παρατηρήθηκε για πρώτη φορά. Εάν το ίδιο άτομο παρατηρούνταν ξανά σε κάποια άλλη θέση δεν καταγραφόταν.

Όλα τα δεδομένα που συλλέγονταν στο πεδίο καταχωρούνταν στη συνέχεια σε ένα αρχείο Excel, μαζί με πρόσθετα στοιχεία, όπως είναι η ώρα ανατολής ηλίου³ και μετεωρολογικά δεδομένα (θερμοκρασία, ένταση ανέμου, υγρασία), που λήφθηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό στο Μαρκόπουλο Μεσογαίας⁴. Οι καταγραφές των μετεωρολογικών αυτών στοιχείων που λήφθηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό είχαν γίνει ανά δεκάλεπτο, και η διάρκεια όλων των διαδρομών κατά μήκος των διατομών δεν ήταν μικρότερη από δέκα λεπτά. Επομένως, προκειμένου σε κάθε διατομή να αντιστοιχηθεί μία τιμή για τις μετεωρολογικές αυτές παραμέτρους, επιλέχθηκε να σημειώνεται εκείνη η τιμή που

²Πηγή: <https://www.ornithologiki.gr>

³ Πηγή: SunCalc.org

⁴Ιδιοκτησία-Επίβλεψη: Βασίλης Υφαντής (<https://penteli.meteo.gr/stations/markopoulo/>)

αντιστοιχεί στην ώρα που ακολουθεί την ώρα έναρξης της διατομής. Εάν η ώρα έναρξης, δηλαδή, μίας διατομής, ήταν 8:47, τότε σημειώνονταν οι τιμές που είχαν καταγραφεί στις 8:50 εκείνης της ημέρας.

2.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΕΔΙΟΥ

Η επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν στο πεδίο έγινε με τα προγράμματα Microsoft Excel και Statistica. Οι στατιστικοί έλεγχοι που χρησιμοποιήθηκαν είναι μη παραμετρικοί.

Ένας από τους στατιστικούς ελέγχους που χρησιμοποιήθηκε είναι ο **έλεγχος Mann-Whitney**, προκειμένου να ελεγχθεί εάν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ δύο ανεξάρτητων δειγμάτων, πχ εάν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στον αριθμό ατόμων/km στα δυτικά και τα ανατολικά.

Για να ελεγχθεί εάν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ δύο ποσοτικών μεταβλητών πχ θερμοκρασίας και αριθμού ατόμων/km χρησιμοποιήθηκε ο **έλεγχος Spearman**.

Τέλος, στις περιπτώσεις που θέλαμε να εξετάσουμε αν υπάρχει ισοκατανομή ή απόκλιση από αυτή χρησιμοποιήθηκε ο στατιστικός **έλεγχος του χ^2** , πχ για να ελεγχθεί αν υπάρχει ισοκατανομή της αφθονίας των πτηνών στους τομείς του αεροδρομίου.

2.4 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΕΩΝ

Από το αεροδρόμιο διατέθηκαν επί πλέον δεδομένα που αφορούν τις προσκρούσεις ειδών άγριας ζωής (πτηνά, θηλαστικά και ερπετά) στο χώρο του αεροδρομίου για χρονική περίοδο μίας δεκαετίας: από τον Ιανουάριο του 2010 μέχρι και τον Μάρτιο του 2020. Για κάθε πρόσκρουση που έχει καταγραφεί διατίθεται πληροφορία για

- την ημερομηνία και την ώρα της πρόσκρουσης,
- την τοποθεσία όπου συνέβη το περιστατικό,
- το είδος που εμπλέκεται σε αυτή και
- τον αριθμό των ατόμων που συμμετείχαν στο περιστατικό.

Ένα περιστατικό πρόσκρουσης, δηλαδή, μπορεί να αφορά περισσότερα από ένα άτομα.

Τα δεδομένα αυτά επεξεργάστηκαν με τη χρήση του προγράμματος Excel και του Statistica και χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιοι στατιστικοί έλεγχοι, όπως και στην περίπτωση των δεδομένων πεδίου.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΠΕΔΙΟΥ

Πριν την έναρξη των εργασιών πεδίου έγιναν **5 προκαταρκτικές επισκέψεις** στο αεροδρόμιο «Ελ. Βενιζέλος», μεταξύ 12 Ιουλίου 2019 και 1 Νοεμβρίου 2019, με σκοπό τη συνεργασία με την Υπηρεσία Περιβάλλοντος, το σχεδιασμό των εργασιών πεδίου, την επιλογή της θέσης των διατομών, την εκπαίδευση στην εφαρμογή της μεθοδολογίας των διατομών και την εξοικείωση με τα είδη των πτηνών στο αεροδρόμιο.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, η κύρια παρατηρήτρια (η υπογράφουσα την παρούσα εργασία) συνοδευόταν από τον συνεπιβλέποντα της διπλωματικής εργασίας, για λόγους εξέτασης της εφαρμογής της μεθοδολογίας και επαλήθευσης των παρατηρήσεων. Συγκεκριμένα, στις 8 από τις 11 επισκέψεις που πραγματοποιήθηκαν στο αεροδρόμιο ο παρατηρητής ήταν ένας (Άννα Πανταζή), ενώ σε 3 επισκέψεις οι παρατηρητές ήταν δύο (Άννα Πανταζή και Παύλος Ανδριόπουλος).

Οι εργασίες πεδίου έλαβαν χώρα μεταξύ 7 Νοεμβρίου 2019 και 11 Μαρτίου 2020. Σε αυτό το διάστημα πραγματοποιήθηκαν **11 επισκέψεις** στο αεροδρόμιο. Κατά την πρώτη επίσκεψη, στις 7 Νοεμβρίου 2019, έγιναν καταμετρήσεις αφθονίας πτηνών σε 7 από τις 12 διατομές, και τοποθετήθηκαν οι πάσσαλοι για την οριοθέτηση των διατομών. Πραγματοποιήθηκαν τελικώς μετρήσεις σε **127 διατομές** και συνολικά διανύθηκαν **25.341 μέτρα**. Οι ημερομηνίες των επισκέψεων και η σκοπιμότητα της κάθε επίσκεψης παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα 3.

Σημειώνεται ότι ο αρχικός σχεδιασμός περιλάμβανε περισσότερες ημέρες πεδίου τον Μάρτιο του 2020 για την καταγραφή της αφθονίας των πτηνών, αλλά και τη μελέτη της βλάστησης στους χώρους των διατομών. Εξαιτίας όμως των έκτακτων μέτρων που λήφθηκαν στη χώρα και από το Αεροδρόμιο «Ελ. Βενιζέλος» λόγω της πανδημίας από τον COVID-19, ακυρώθηκαν όλες οι περαιτέρω εργασίες πεδίου την άνοιξη του 2020.

ΣΥΝΘΕΣΗ ΕΙΔΩΝ

Κατά τη διάρκεια των εργασιών πεδίου **παρατηρήθηκαν στους χώρους του αεροδρομίου συνολικά 28 είδη πτηνών** (Πίνακας 3.1.1).

Τα 10 είδη παρατηρήθηκαν έξω από τα loops και τα strips που αποτελούσαν τις περιοχές μελέτης, είτε κατά τη διάρκεια των καταμετρήσεων στις διατομές, είτε εντός τους, αλλά εκτός των χρονομετρημένων ποσοτικών καταγραφών, κατά τη μετακίνηση από διατομή σε διατομή.

Τα 20 από τα 28 είδη χαρακτηρίζονται εδαφόβια (landbirds), με εξαίρεση 4 είδη αρπακτικών πτηνών (*Circus cyaneus* (Χειμωνόκιρκος), *Buteo rufinus* (Αετογερακίνα), *Buteo buteo* (Γερακίνα), *Falco tinnunculus* (Βραχοκιρκίνεζο)), 3 παρυδάτια είδη (*Charadrius morinellus*

(Βουνοσφυριχτής), *Pluvialis apricaria* (Βροχοπούλι), *Vanellus vanellus* (Καλημάνα)) και το είδος *Larus michahellis* (Ασημόγλαρος).

Από τα 18 είδη που παρατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια των ποσοτικών καταγραφών στις διατομές, **τα 14 είδη παρατηρήθηκαν στο έδαφος των loops/strips** και ως εκ τούτου καταγράφηκαν οι αφθονίες τους ποσοτικά. Αντίθετα, παρατηρήθηκαν μόνο 4 είδη διερχόμενα σε πτήση, με συνέπεια να μην θεωρούνται ότι αξιοποιούν τους χώρους των loops/strips, σύμφωνα με τη μέθοδο των διατομών (Εικόνα 3.1.1).



Εικόνα 3.1.1: Τα 10 από τα 14 είδη που παρατηρήθηκαν στα loops και strips (Φωτογραφία για το είδος *Charadrius morinellus*: Παύλος Ανδριόπουλος. Πηγή για όλα τα υπόλοιπα είδη: Birds of the World, Cornell Lab of Ornithology⁵)

Όσον αφορά στις τροφικές προτιμήσεις των ειδών, στην πλειονότητά τους είναι σποροφάγα είδη το χειμώνα, δηλαδή **η κύρια τροφή τους το χειμώνα είναι σπέρματα ή/και καρποί.**

⁵ <https://birdsoftheworld.org/bow/home>

Σημειώνεται ότι ορισμένα είδη που στην παρούσα εργασία χαρακτηρίζονται ως μη σποροφάγα, μπορεί περιστασιακά να τρέφονται με σπέρματα και άλλο φυτικό υλικό. Για παράδειγμα, το είδος *Anthus pratensis* τρέφεται κυρίως με ασπώνδυλα, ωστόσο το φθινόπωρο και το χειμώνα μπορεί να τραφεί και με σπέρματα φυτών. Πιο σπάνια, το ίδιο ισχύει και για το είδος *Motacilla alba*. Εκτός από ασπώνδυλα ο Θαμνοψάλτης το χειμώνα μπορεί να καταναλώσει και σπέρματα, ενώ ο *Phoenicurus ochruros* (Καρβουνιάρης) καρπούς. Ομοίως τα είδη *Erithacus rubecula* (Κοκκινολαίμης), *Sylvia melanocephala* (Μαυροτσιροβάκος) και *Saxicola rubicola* (Μαυρολαίμης) τρέφονται κυρίως με ασπώνδυλα, αλλά το χειμώνα μπορούν να καταναλώσουν και σπέρματα και καρπούς. Αντίστοιχα, και η δίαιτα του είδους *Charadrius morinellus* (Βουνοσφυριχτής) αποτελείται κυρίως από έντομα και αράχνες, αλλά περιστασιακά περιλαμβάνει και φυτικό υλικό, όπως σπέρματα, καρπούς, άνθη και φύλλα.

Στον Πίνακα 3.1.2 καταγράφονται πιο αναλυτικά ορισμένα στοιχεία της οικολογίας των πιο άφθονων ειδών που παρατηρήθηκαν στο έδαφος των περιοχών μελέτης κατά την πραγματοποίηση των διαδρομών.

Πίνακας 3.1.1: Κατάλογος των πτηνών στο αεροδρόμιο Ελ. Βενιζέλος το χειμώνα 2019-2020. Επισημαίνονται τα είδη που αξιοποιούσαν τα loops ή/και τα strips (+ και έντονα γράμματα) και τα σποροφάγα είδη το χειμώνα (●).

Κατάλογος ειδών	Είδη σε loops ή/και strips	Σποροφάγα είδη
<i>Buteo rufinus</i> (Αετογερακίνα)		
<i>Larus michahellis</i> (Ασημόγλαρος)		
<i>Charadrius morinellus</i> (Βουνοσφυριχτής)	+	
<i>Falco tinnunculus</i> (Βραχοκιρκίνεζο)	+	
<i>Pluvialis apricaria</i> (Βροχοπούλι)		
<i>Buteo buteo</i> (Γερακίνα)	+	
<i>Prunella modularis</i> (Θαμνοψάλτης)		
<i>Vanellus vanellus</i> (Καλημάνα)		
<i>Pica pica</i> (Καρακάξα)	+	●
<i>Phoenicurus ochruros</i> (Καρβουνιάρης)	+	
<i>Carduelis carduelis</i> (Καρδερίνα)	+	●
<i>Galerida cristata</i> (Κατσουλιέρης)	+	●
<i>Cisticola juncidis</i> (Κιστικόλη)		
<i>Erithacus rubecula</i> (Κοκκινολαίμης)		
<i>Motacilla alba</i> (Λευκοσουσουράδα)	+	
<i>Anthus pratensis</i> (Λιβαδοκελάδα)	+	
<i>Saxicola rubicola</i> (Μαυρολαίμης)	+	
<i>Sylvia melanocephala</i> (Μαυροτσιροβάκος)		
<i>Columba livia</i> (Περιστέρι)	+	●
<i>Alauda arvensis</i> (Σιταρήθρα)	+	●
<i>Fringilla coelebs</i> (Σπίνος)		●
<i>Motacilla cinerea</i> (Σταχτοσουσουράδα)		
<i>Urupa erops</i> (Τσαλαπετεινός)		
<i>Emberiza calandra</i> (Τσιφτάς)	+	●
<i>Carduelis cannabina</i> (Φανέτο)	+	●
<i>Carduelis chloris</i> (Φλώρος)		●
<i>Circus cyaneus</i> (Χειμωνόκιρκος)		
<i>Sturnus vulgaris</i> (Ψαρόνι)		●

Πίνακας 3.1.2: Στοιχεία της οικολογίας των πιο κοινών ειδών στα loops/strips του αεροδρομίου Ελ. Βενιζέλος το χειμώνα 2019-2020. Αναφέρεται το καθεστώς παρουσίας τους (ΧΕ: Χειμερινός Επισκέπτης, Ε: Επιδημητικό, ΠΕ: Περαιστικός Επισκέπτης), χαρακτηριστικά ενδιαιτήματα που χρησιμοποιούν στην Ελλάδα και οι τροφικές τους προτιμήσεις εντός και εκτός της αναπαραγωγικής περιόδου. Πηγές: Handrinos and Akriotis (1997), Perrins (1998) κι επιμέρους εργασίες για κάθε είδος.

	<i>Alauda arvensis</i> (Σιταρήθρα)	<i>Anthus pratensis</i> (Λιβαδοκελάδα)	<i>Emberiza calandra</i> (Τσιφτάς)	<i>Columba livia</i> (Περιστερί)	<i>Galerida cristata</i> (Κατσουλιέρης)	<i>Motacilla alba</i> (Λευκοσουσουράδα)	<i>Carduelis carduelis</i> (Καρδερίνα)
Καθεστώς παρουσίας	ΧΕ	ΧΕ, ΠΕ	Ε	Ε	Ε	ΧΕ, Ε	Ε, ΧΕ
Ενδιαιτήματα	Ανοιχτές εκτάσεις, κυρίως χωράφια και καλλιέργειες, αλλά και λιβάδια, περιοχές με χαμηλούς θάμνους, ελώδεις περιοχές, αμμοθίνες και χερσότοποι. Το χειμώνα κυρίως σε αρόσιμη γη, εκτάσεις με δημητριακά και σε παράκτιες περιοχές.	Ανοιχτές εκτάσεις, άγονες εκτάσεις, βαλτώδεις εκτάσεις, περιοχές με χαμηλούς θάμνους, αλυκές, αμμοθίνες, παράκτια λιβάδια, ξέφωτα, εκτάσεις υπό αγρανάπαυση, συχνά σε αρόσιμη γη. Το χειμώνα και σε ακτές.	Λιβάδια και γεωργικές εκτάσεις, σε περιοχές με διάσπαρτους θάμνους, αλλά αποφεύγει εκτεταμένη κάλυψη θαμνωδών ειδών. Εκτός αναπαραγωγικής περιόδου κυρίως σε γη υπό αγρανάπαυση και σε καλαμιώνες.	Κυρίως σε περιοχές κοντά στον άνθρωπο, σε πυκνοκατοικημένες πόλεις, αλλά και σε ανοιχτές εκτάσεις, γεωργικές εκτάσεις ή όπως και το άγριο περιστέρι σε σπηλιές και βράχους	Άνυδρα χωράφια, χέρσες εκτάσεις, παρυφές δρόμων, αλάνες, λιμάνια, στεγνοί αλμυρόβαλτοι, θαμνώδεις λόφοι και αμμόλοφοι, ξέφωτα δασών, συχνά κοντά σε κατοικημένες περιοχές, σε νησιά και μικρές νησίδες.	Μεγάλη ποικιλία μη δασωδών, υγρών και ξηρών βιοτόπων. Το χειμώνα σε λιμάνια, παραλίες, ασφάλτινους δρόμους, πλατείες κ.ά. Χρειάζεται ακάλυπτες επιφάνειες.	Αραιά φυλλοβόλα δάση ή μικτά φυλλοβόλα-κωνοφόρα δάση, χωράφια, οπωρώνες, συστάδες δέντρων, θαμώνες, ρυάκια, παραποτάμιες περιοχές, στην άκρη δρόμων, πάρκα, κήποι
Τροφή την αναπαραγωγική περίοδο	Ασπόνδυλα, κυρίως έντομα, αράχνες και σκουλήκια	Μεγάλη ποικιλία μικρών ασπονδύλων, όπως αράχνες, έντομα και σαλιγκάρια	Ασπόνδυλα, κυρίως μικρά έντομα, καθώς και σπέρματα, κυρίως δημητριακών	Κυρίως σπέρματα, περιστασιακά φύλλα φυτών και ασπόνδυλα	Ασπόνδυλα, όπως έντομα, αράχνες, σαλιγκάρια, αλλά και φυτικό υλικό	Μεγάλη ποικιλία μικρών εδαφικών και υδρόβιων ασπονδύλων	Σπέρματα, άνθη και καρπούς μεγάλης ποικιλίας φυτών, καθώς και αράχνες και έντομα
Τροφή εκτός αναπαραγωγικής περιόδου	Σπέρματα και φύλλα αγρωστωδών, αλλά και διάφορα ασπόνδυλα	Ασπόνδυλα, όπως παραπάνω, αλλά και σπέρματα φυτών	Μεγάλη ποικιλία σπερμάτων, από αγρωστώδη μέχρι σφένδαμο	Όπως και παραπάνω	Σπέρματα καθώς και άλλου είδους φυτικό υλικό	Όπως και παραπάνω. Περιστασιακά τρέφεται και με σπέρματα φυτών	Μικρά σπέρματα, κυρίως φυτών της οικογένειας Compositae
Πηγή	Campbell et al. (2020)	Tyler and Sharpe (2020)	Madge de Juana (2020)	Lowther and Johnston (2020)	de Juana and Suárez (2020)	Badyaev et al. (2020)	Clement et al. (2020)

ΑΦΘΟΝΙΑ

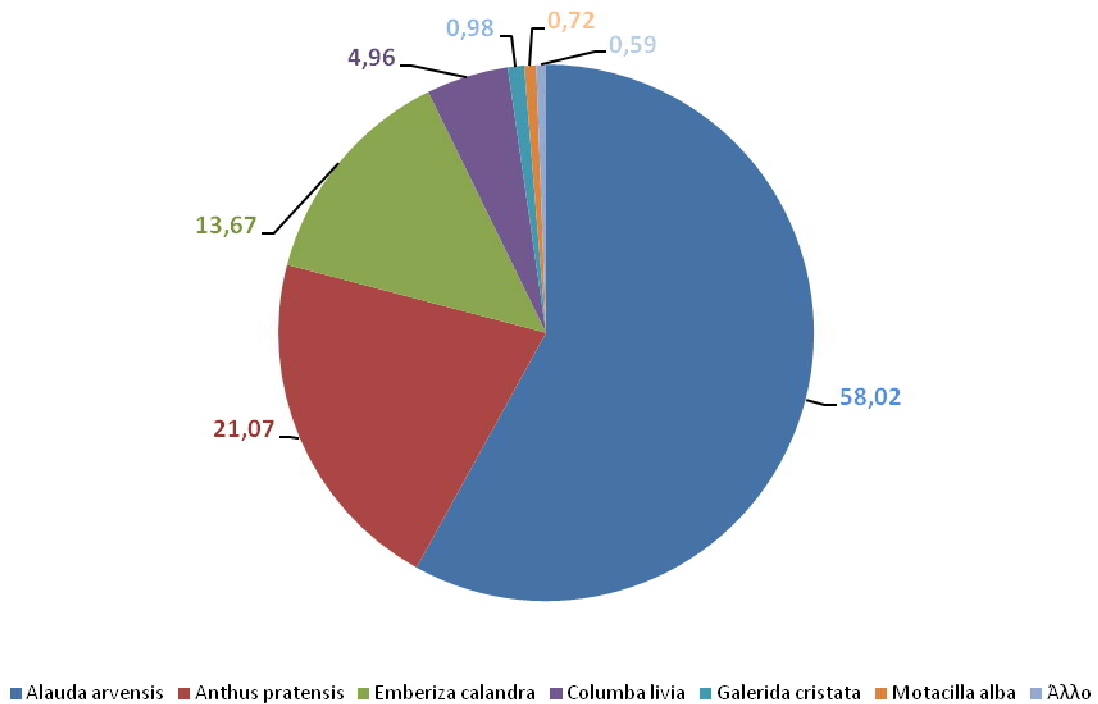
Τα δεδομένα αφθονίας αφορούν στα 14 είδη πτηνών που καταγράφηκαν ποσοτικά κατά τη διάρκεια των καταμετρήσεων στα loops/strips. Ως έκφραση της αφθονίας χρησιμοποιείται η γραμμική πυκνότητα, δηλαδή ο αριθμός των ατόμων που παρατηρήθηκαν ανά χιλιόμετρο, στη ζώνη παρατηρήσεων των παραπάνω διατομών (Πίνακας 3.1.3).

Πίνακας 3.1.3: Συνολικός αριθμός ατόμων (N), Γραμμική πυκνότητα (ατόμα/km) και Σχετική αφθονία (%) των ειδών στο δείγμα.

Είδος	N	Γραμμική πυκνότητα	Σχετική αφθονία
<i>Alauda arvensis</i> (Σιταρήθρα)	1779	70,20	58,02
<i>Anthus pratensis</i> (Λιβαδοκελάδα)	646	25,49	21,07
<i>Emberiza calandra</i> (Τσιφτάς)	419	16,53	13,67
<i>Columba livia</i> (Περιστέρι)	152	6,00	4,96
<i>Galerida cristata</i> (Κατσουλιέρης)	30	1,18	0,98
<i>Motacilla alba</i> (Λευκοσουσουράδα)	22	0,87	0,72
<i>Carduelis carduelis</i> (Καρδερίνα)	6	0,24	0,20
<i>Buteo buteo</i> (Γερακίνα)	3	0,12	0,10
<i>Carduelis cannabina</i> (Φανέτο)	2	0,08	0,07
<i>Pica pica</i> (Καρακάξα)	2	0,08	0,07
<i>Charadrius morinellus</i> (Βουνοσφυριχτής)	2	0,08	0,07
<i>Saxicola rubicola</i> (Μαυρολαίμης)	1	0,04	0,03
<i>Falco tinnunculus</i> (Βραχοκιρκίνεζο)	1	0,04	0,03
<i>Phoenicurus ochruros</i> (Καρβουνιάρης)	1	0,04	0,03

Το είδος *Alauda arvensis* συνιστά το 58,02% των συνολικών παρατηρήσεων, ενώ μαζί με τα είδη *Anthus pratensis* και *Emberiza calandra* αγγίζουν το 92,76% των ατόμων που παρατηρήθηκαν στις περιοχές μελέτης. Σχεδόν το σύνολο των παρατηρήσεων (99,41%) συνίσταται από 6 είδη (*Alauda arvensis*, *Anthus pratensis*, *Emberiza calandra*, *Columba*

livia, *Galerida cristata*, *Motacilla alba*). Το υπόλοιπο 0,59% αφορά τα υπόλοιπα 8 είδη που παρατηρήθηκαν (Εικόνα 3.1.2).



Εικόνα 3.1.2: Σχετική αφθονία (%) των ειδών

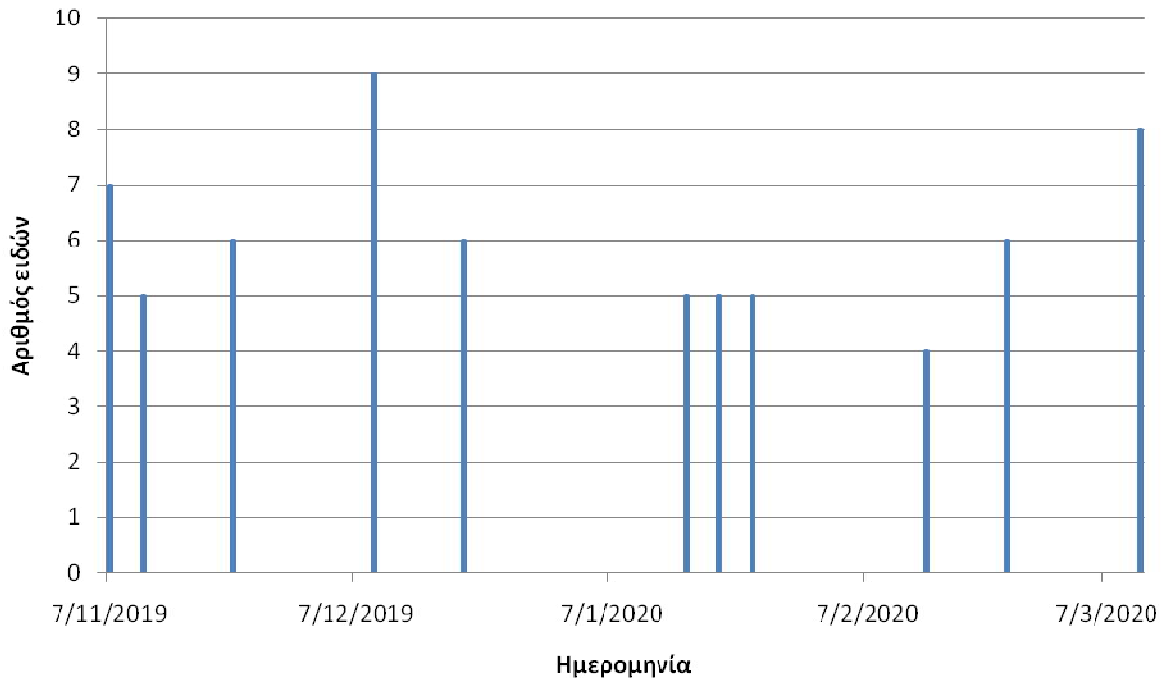
ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΔΟΜΗΣ ΤΗΣ ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑΣ ΣΤΟΝ ΧΡΟΝΟ

Διερευνήθηκε κατά πόσο μεταβάλλεται η σύνθεση και η αφθονία της ορνιθοπανίδας στο αεροδρόμιο κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Για το σκοπό αυτό ελέγχθηκε η συσχέτιση της ημερομηνίας συλλογής των δεδομένων με τον αριθμό των ειδών και τη γραμμική πυκνότητά τους. Η ημερομηνία εκφράστηκε ως ο αριθμός των ημερών που μεσολάβησε έπειτα από την πρώτη ημέρα πεδίου (7 Νοεμβρίου 2019), πχ η ημερομηνία 11 Νοεμβρίου 2019 είναι η ημέρα 4, η 22 Νοεμβρίου 2019 η ημέρα 15 κ.ο.κ..

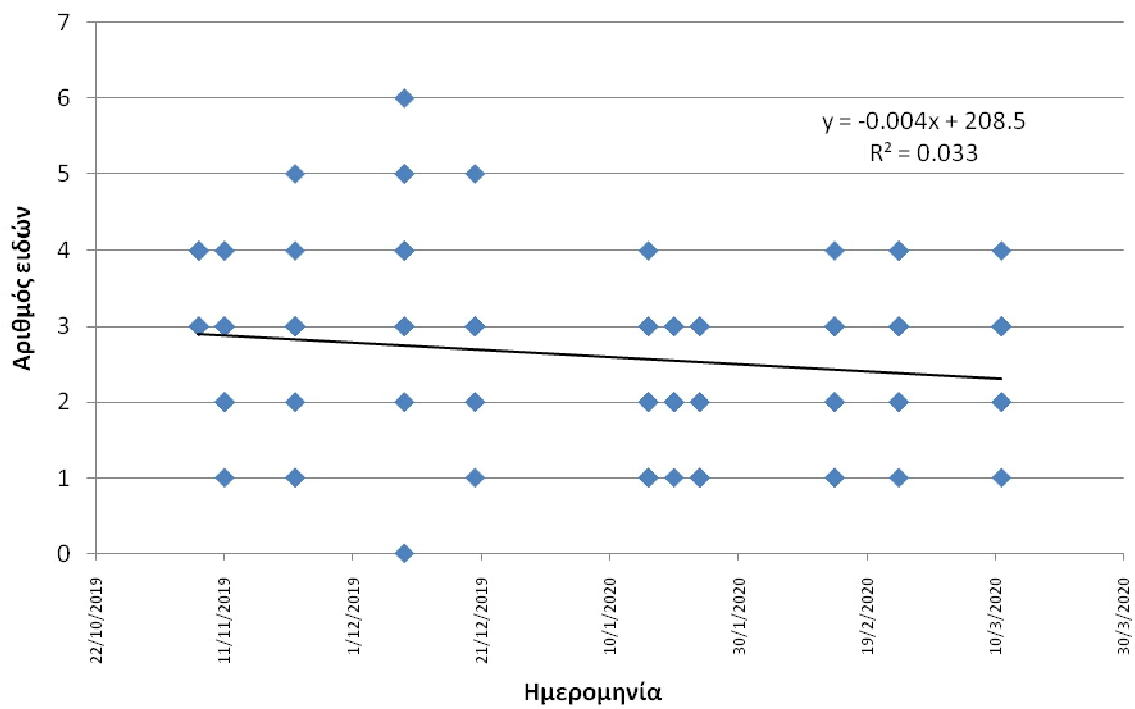
Παρότι ο συνολικός αριθμός ειδών ανά ημέρα δειγματοληψίας δεν παρουσιάζει σαφή τάση με το πέρασμα του χρόνου (Εικόνα 3.1.3), όταν εξεταστεί η σύνθεση του δείγματος, λαμβάνοντας υπόψη τον αριθμό των ειδών που καταγράφονταν σε κάθε διατομή, διαπιστώνεται στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση με την ημερομηνία (Συσχέτιση Spearman, $R = -0,211416$, $p = 0,018906$) (Εικόνα 3.1.4).

Ο συνολικός αριθμός ειδών δεν αποκαλύπτει την τάση, διότι επηρεάζεται αφενός από την τυχαία εκπροσώπηση στο δείγμα ειδών με σχετικά μικρή αφθονία, τα οποία κατά τα άλλα είναι παρόντα στο αεροδρόμιο όλη την περίοδο των εργασιών πεδίου, όπως τα είδη *Carduelis cannabina* ή *Phoenicurus ochruros*, αφετέρου επηρεάστηκε και από είδη που εμφανίζονται στο δείγμα το Μάρτιο, ως ένδειξη της έναρξης της εαρινής μετανάστευσης, όπως το είδος *Charadrius morinellus*. Αντίθετα, εξετάζοντας τον αριθμό των ειδών στα

αναλυτικότερα δεδομένα της κάθε διατομής, προκύπτει σαφής **τάση περιορισμού της ποικιλίας των ειδών που καταγράφονται στα loops/strips με το πέρασμα του χρόνου.**

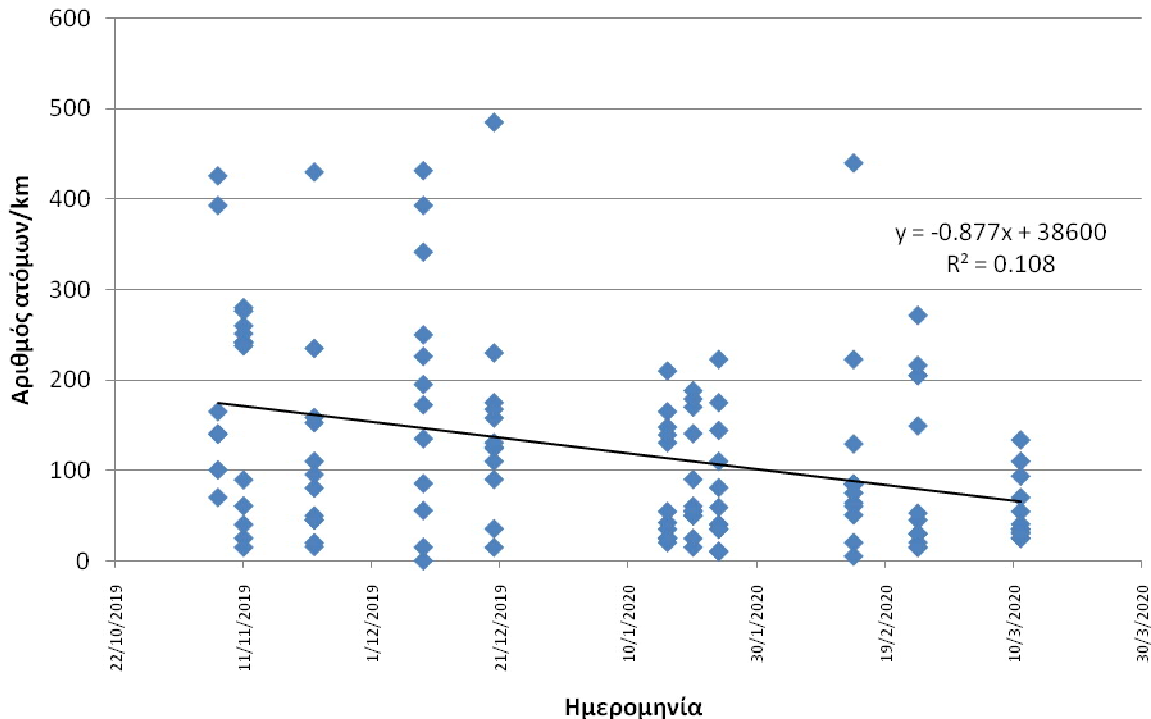


Εικόνα 3.1.3: Συνολικός αριθμός ειδών ανά ημέρα πεδίου.



Εικόνα 3.1.4: Αριθμός ειδών σε κάθε διατομή ανά ημέρα πεδίου.

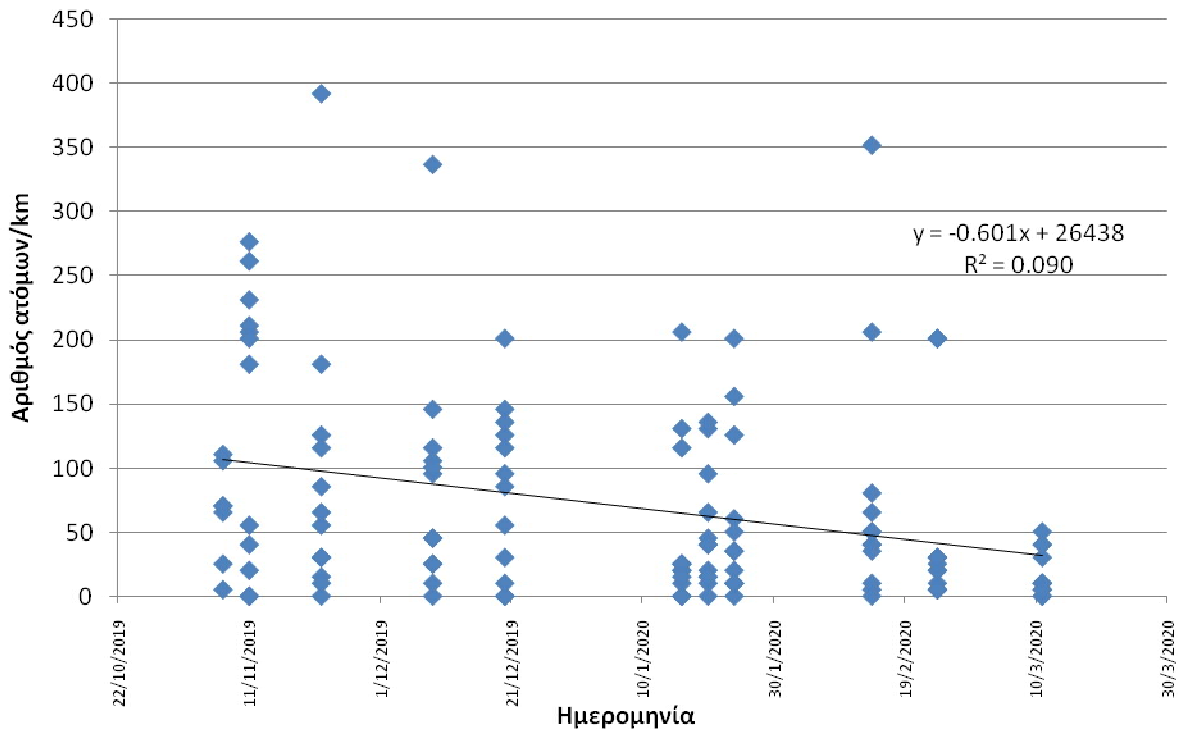
Αρνητική στατιστικά σημαντική συσχέτιση βρέθηκε και ανάμεσα στην ημερομηνία και τον αριθμό των ατόμων/km (Εικόνα 3.1.5) (Συσχέτιση Spearman, $R=-0,312633$, $p=0,000431$). Δηλαδή, με την πρόοδο του χειμώνα καταγράφονται όλο και λιγότερα άτομα στα loops/strips.



Εικόνα 3.1.5: Αριθμός ατόμων/km για όλα τα είδη ανά ημερομηνία

Ο παραπάνω στατιστικός έλεγχος έγινε και για κάθε ένα από τα τρία πιο άφθονα είδη του δείγματος και διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχει κοινό πρότυπο συσχέτισής τους με το χρόνο. Συγκεκριμένα, το είδος *Alauda arvensis* παρουσιάζει, πτωτική τάση αφθονίας καθώς περνά ο χρόνος (Εικόνα 3.1.6), και η συσχέτιση της γραμμικής πυκνότητας του πληθυσμού του είδους με την ημερομηνία είναι στατιστικά σημαντική (Συσχέτιση Spearman, $R= -0,297691$, $p=0,000826$). Αντίθετα, η γραμμική πυκνότητα του πληθυσμού του είδους *Anthus pratensis* δεν μεταβάλλεται στατιστικά σημαντικά ως προς τον χρόνο (Συσχέτιση Spearman, $p=0,296708$), ούτε και η γραμμική πυκνότητα του πληθυσμού του είδους *Emberiza calandra* (Συσχέτιση Spearman, $p=0,092486$).

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι η ισχυρή αρνητική συσχέτιση του συνόλου των ατόμων στα loops/strips με τον χρόνο έχει διαμορφωθεί κυρίως από την **τάση του πληθυσμού του είδους *Alauda arvensis* να εγκαταλείπει σταδιακά το αεροδρόμιο με το πέρασμα του χρόνου**. Έχει ήδη αναφερθεί ότι πρόκειται για χειμερινό επισκέπτη, ενώ αντίθετα το είδος *Emberiza calandra* είναι επιδημητικό και το είδος *Anthus pratensis* είναι παρόν όχι μόνο το χειμώνα, αλλά και κατά τη μετανάστευση.



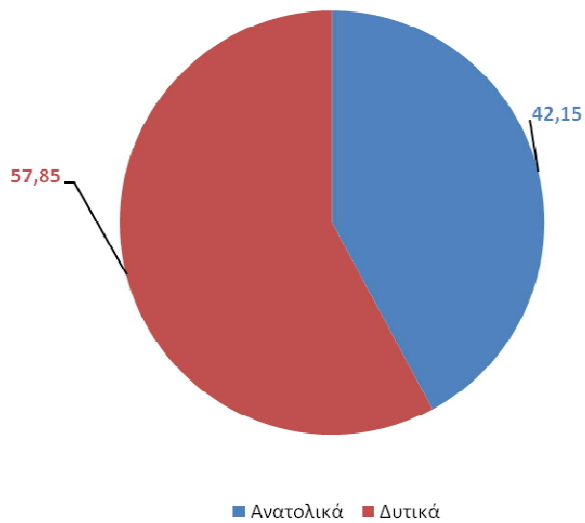
Εικόνα 3.1.6: Αριθμός ατόμων/km για το είδος *Alauda arvensis* στις διατομές ως προς την ημερομηνία.

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ

Η χωρική ανάλυση των δεδομένων αφθονίας που συλλέχθηκαν στο πεδίο έγινε σε τρεις άξονες: πρώτα ως προς τα δυτικά – ανατολικά τμήματα του αεροδρομίου, στη συνέχεια μεταξύ των loops – strips και τέλος ως προς τους τομείς των διαδρόμων.

Πιο συγκεκριμένα, με τον όρο «δυτικά» αναφέρονται τα loops και το strip που βρίσκονται εκατέρωθεν του δυτικού διαδρόμου (03L/21R) και με τον όρο «ανατολικά» αναφέρονται τα loops και το strip που βρίσκονται εκατέρωθεν του ανατολικού διαδρόμου (03R/21L) (βλέπε και Εικόνα 1.4).

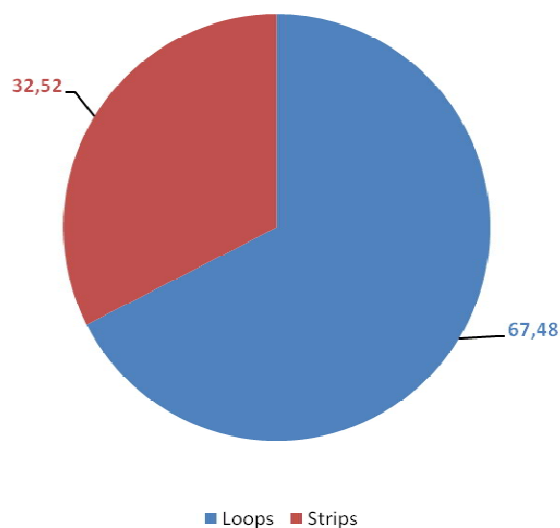
Από τη διαίρεση του αθροίσματος όλων των ατόμων που παρατηρήθηκαν στα δυτικά ή τα ανατολικά με τη συνολική απόσταση που διανύθηκε στην αντίστοιχη περιοχή, στο σύνολο των διατομών, προκύπτει **μέση γραμμική πυκνότητα 139 άτομα/km στα δυτικά και στα 102 άτομα/km στα ανατολικά**. Δηλαδή, στα δυτικά παρατηρήθηκαν περίπου 36% περισσότερα άτομα/km απ’ ότι στα ανατολικά ή στη συνολική αφθονία των πτηνών στο αεροδρόμιο, το 58% περίπου των πτηνών βρέθηκε στα δυτικά τμήματα του αεροδρομίου (Εικόνα 3.1.7).



Εικόνα 3.1.7: Σχετική αφθονία (%) των ειδών της ορνιθοπανίδας στα δυτικά και ανατολικά τμήματα του αεροδρομίου

Διακρίνοντας το δείγμα ανά διατομή, η διαφορά ανάμεσα στα δυτικά και ανατολικά τμήματα του αεροδρομίου προκύπτει στατιστικά σημαντική (Έλεγχος Mann-Whitney, $p=0,004342$).

Όσον αφορά στη αφθονία των ατόμων στα loops και τα strips, ανεξάρτητα αν αυτά βρίσκονται στο δυτικό ή στον ανατολικό διάδρομο, καταγράφηκαν **161,73 άτομα/km στα loops και 77,93 άτομα/km στα strips** (Εικόνα 3.1.8). Ομοίως με παραπάνω, η διαφορά αυτή βρέθηκε στατιστικά σημαντική (Έλεγχος Mann-Whitney, $p=0,000002$).



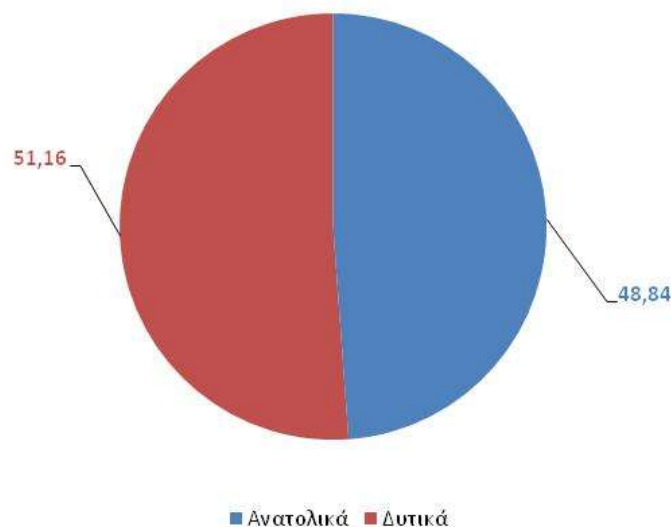
Εικόνα 3.1.8: Σχετική αφθονία (%) πτηνών στα loops και στα strips

Στη συνέχεια εξετάστηκε η κατανομή των παρατηρήσεων μεταξύ loops και strips σε κάθε έναν από τους δύο διαδρόμους ξεχωριστά. Στα **δυτικά** καταγράφηκαν πάλι περισσότερα άτομα στα loops από ό,τι στο strip, 165,43 άτομα/km στα loops και 112,44 άτομα/km στο strip, και η διαφορά αυτή βρέθηκε οριακά στατιστικά σημαντική (Έλεγχος Mann-Whitney, $p=0,024017$). Στα **ανατολικά** όμως η διαφορά ανάμεσα στα loops και στο strip είναι πολύ σημαντική, μιας και καταγράφηκαν 157,94 άτομα/km στα loops και 43,87 άτομα/km στο strip, **δηλαδή το 78,26% της αφθονίας των πτηνών στα ανατολικά παρατηρήθηκε στα loops**. Η διαφορά αυτή είναι επίσης στατιστικά σημαντική, με πολύ χαμηλότερη τιμή p συγκριτικά με τη διαφορά των loops και strips στον Δυτικό διάδρομο (Έλεγχος Mann-Whitney, $p=0,000006$) (Εικόνα 3.1.9).



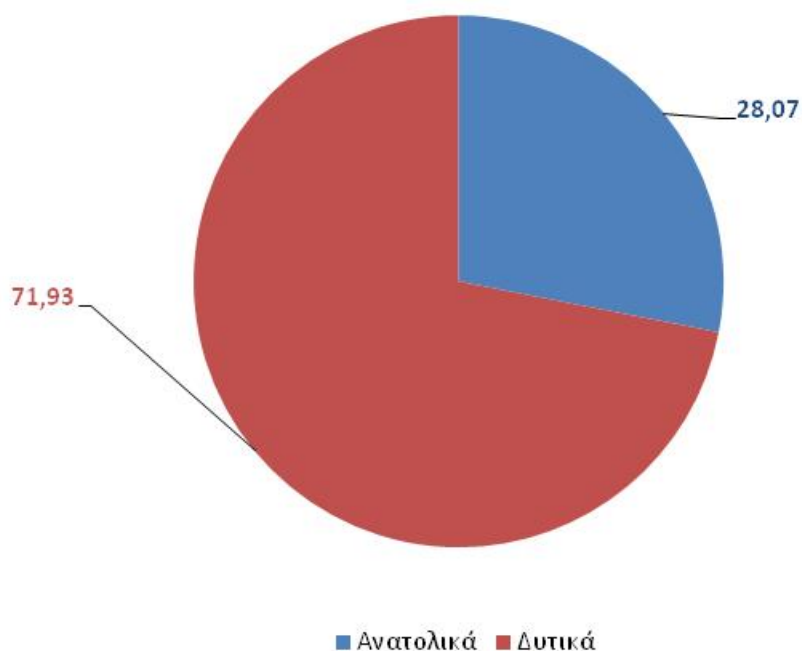
Εικόνα 3.1.9: Σχετική αφθονία των ειδών της ορνιθοπανίδας (%) στα loops και τα strips, στον Δυτικό διάδρομο (αριστερά) και τον Ανατολικό διάδρομο (δεξιά).

Η αφθονία των ατόμων στα **loops** του δυτικού και του ανατολικού διαδρόμου είναι παρόμοια και δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους (Έλεγχος Mann-Whitney, $p=0,382889$) (Εικόνα 3.1.10).



Εικόνα 3.1.10: Σχετική αφθονία των ειδών στα loops στα δυτικά και ανατολικά

Αντίθετα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα strips στα δυτικά και ανατολικά (Έλεγχος Mann-Whitney, $p= 0,000710$) (Εικόνα 3.1.11).



Εικόνα 3.1.11: Σχετική αφθονία των ειδών στα strips στα δυτικά και ανατολικά

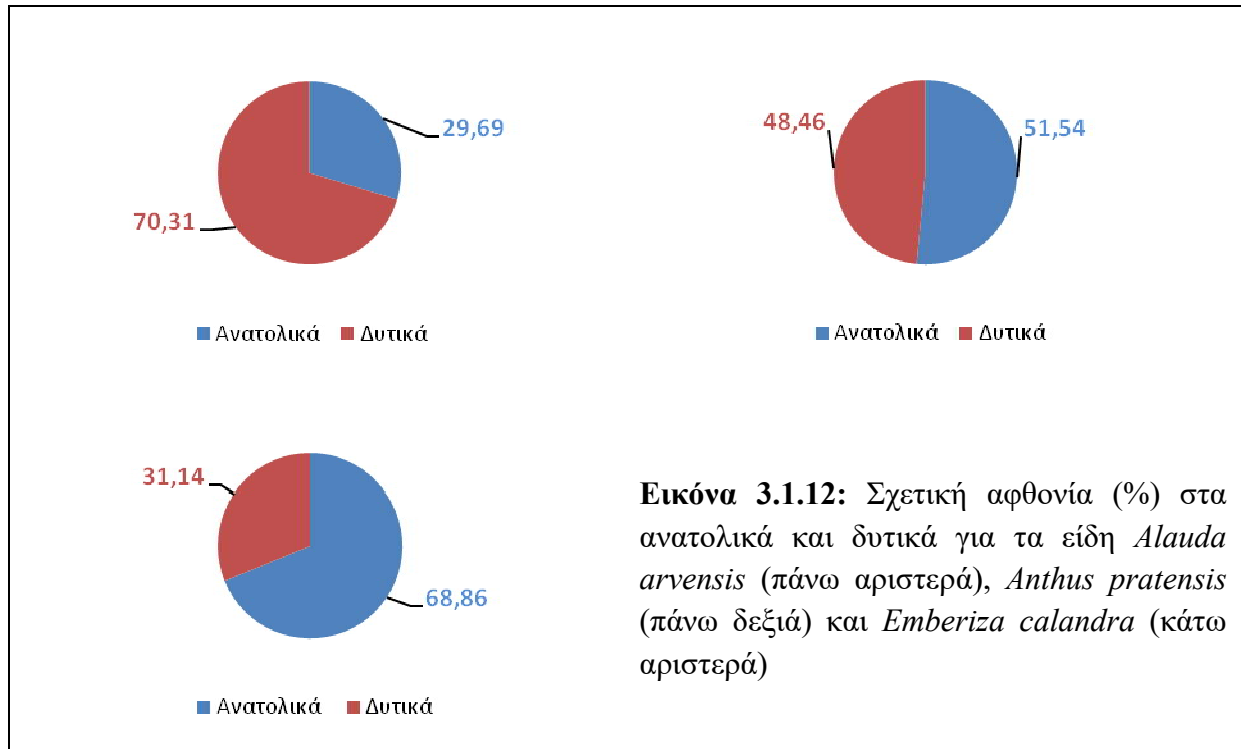
Τα είδη *Alauda arvensis*, *Anthus pratensis* και *Emberiza calandra* αποτελούν τα πιο άφθονα είδη στις περιοχές μελέτης την περίοδο εργασίας και συνιστούν το 92,76% των συνολικών παρατηρήσεων. Για το λόγο αυτό, πραγματοποιήθηκε και χωρική ανάλυση που εστιάζει μόνο σε κάθε ένα από αυτά τα τρία είδη. Η αφθονία τους παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.1.4.

Πίνακας 3.1.4. Η αφθονία των πιο κοινών ειδών μεταξύ των διαδρόμων

Είδος	Αφθονία (άτομα/km)	
	Δυτικά	Ανατολικά
<i>Alauda arvensis</i> (Σιταρήθρα)	98,60	41,64
<i>Anthus pratensis</i> (Λιβαδοκελάδα)	24,71	26,28
<i>Emberiza calandra</i> (Τσιφτάς)	10,31	22,80

Παρατηρούμε, δηλαδή, πως η κατανομή των τριών πιο άφθονων ειδών στο χώρο του αεροδρομίου είναι διαφορετική. Για το είδος *Alauda arvensis* καταγράφεται υπερδιπλάσια

αφθονία στα δυτικά από ότι στα ανατολικά, για το είδος *Anthus pratensis* παρατηρείται παρόμοια αφθονία ανάμεσα σε δυτικά και ανατολικά, ενώ για το είδος *Emberiza calandra* καταγράφεται διπλάσια αφθονία στα ανατολικά από ότι στα δυτικά (Εικόνα 3.1.12).



Εικόνα 3.1.12: Σχετική αφθονία (%) στα ανατολικά και δυτικά για τα είδη *Alauda arvensis* (πάνω αριστερά), *Anthus pratensis* (πάνω δεξιά) και *Emberiza calandra* (κάτω αριστερά)

Όμως, εξετάζοντας τις τιμές της αφθονίας ανά διατομή, μόνο στην περίπτωση της *Alauda arvensis* η διαφορά αυτή βρέθηκε στατιστικά σημαντική (Έλεγχος Mann-Whitney, $p=0,000033$) και όχι στην περίπτωση του είδους *Emberiza calandra* (Έλεγχος Mann-Whitney, $p=0,892600$).

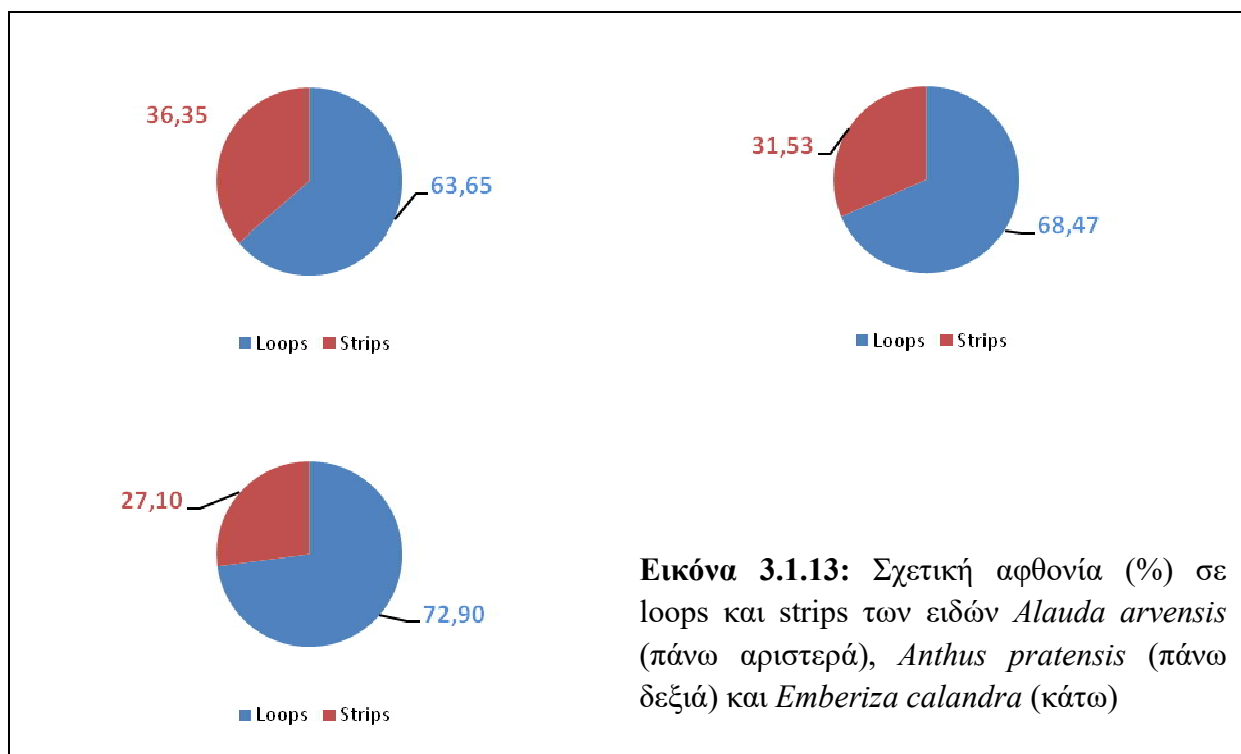
Στη συνέχεια εξετάστηκε η αφθονία των κοινών ειδών στα loops και τα strips (Πίνακας 3.1.5 και Εικόνα 3.1.13).

Πίνακας 3.1.5. Η αφθονία των πιο κοινών ειδών μεταξύ των loops/strips

Είδος	Αφθονία (άτομα/km)	
	Loops	Strips
<i>Alauda arvensis</i> (Σιταρήθρα)	88,70	50,65
<i>Anthus pratensis</i> (Λιβαδοκελάδα)	34,56	15,91

	Αφθονία (άτομα/km)	
Είδος	Loops	Strips
<i>Emberiza calandra</i> (Τσιφτάς)	23,81	8,85

Προέκυψε ότι τα είδη *Alauda arvensis* και *Anthus pratensis* διαθέτουν μεγαλύτερη αφθονία στα loops από ότι στα strips (Ελεγχος Mann-Whitney, $p=0,009597$ και $p=0,000005$, αντιστοίχως), ενώ οι διαφορές αφθονίας ανάμεσα στα loops και τα strips του είδους *Emberiza calandra* δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (Ελεγχος Mann-Whitney, $p=0,161898$).

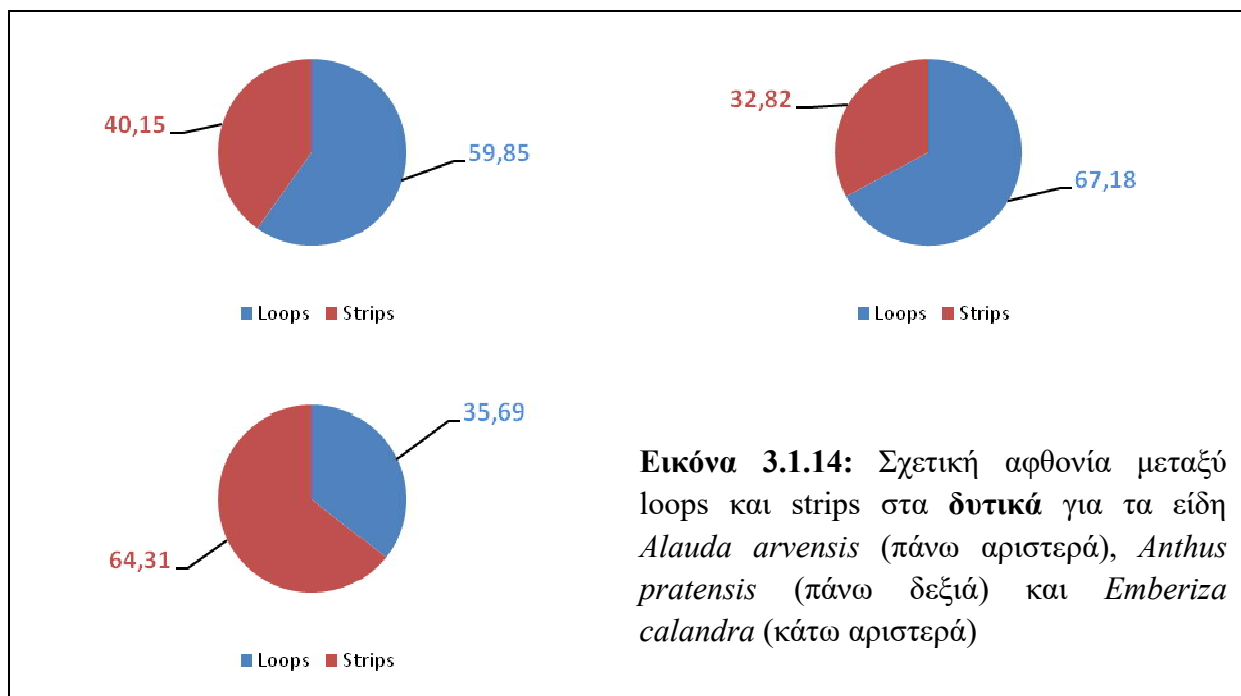


Στη συνέχεια εξετάστηκε η γραμμική πυκνότητα για κάθε ένα από τα τρία πιο άφθονα είδη στα loops και τα strips, αλλά διακριτά στα δυτικά και στα ανατολικά του αεροδρομίου (Πίνακας 3.1.6 και Εικόνες 3.1.14 και 3.1.15).

Πίνακας 3.1.6. Η αφθονία των πιο κοινών ειδών στα loops και τα strips μεταξύ των διαδρόμων

Είδος	Αφθονία (άτομα/km)			
	Δυτικά		Ανατολικά	
	Loops	Strip	Loops	Strip
<i>Alauda arvensis</i> (Σιταρήθρα)	117,16	78,61	59,53	23,07
<i>Anthus pratensis</i> (Λιβαδοκελάδα)	32,78	16,02	36,38	15,81
<i>Emberiza calandra</i> (Τσιφτάς)	7,44	13,40	40,57	4,35

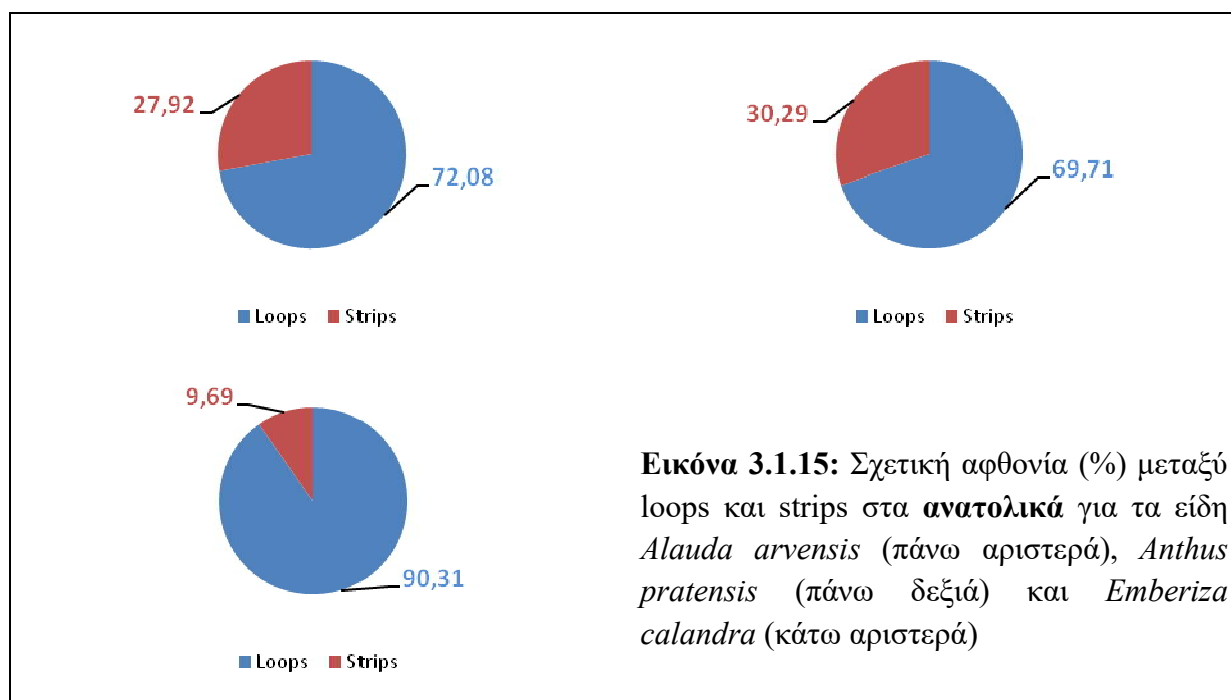
Σύμφωνα με τα διαθέσιμα δεδομένα, η αφθονία της *Alauda arvensis* ήταν σε όλο το αεροδρόμιο μεγαλύτερη στα loops έναντι του γειτονικού strip, αλλά αυτή η διαφορά ήταν στατιστικά σημαντική μόνο στον ανατολικό τομέα του αεροδρομίου (Έλεγχος Mann-Whitney, $p=0,022076$). Για το είδος *Anthus pratensis* παρατηρήθηκε το ίδιο πρότυπο, **μεγαλύτερη αφθονία στα loops έναντι του γειτονικού strip**, ωστόσο με πάντοτε στατιστικά σημαντική υποστήριξη (Έλεγχος Mann-Whitney, $p=0,001281$ στα δυτικά και $p=0,000968$ στα ανατολικά).



Εικόνα 3.1.14: Σχετική αφθονία μεταξύ loops και strips στα **δυτικά** για τα είδη *Alauda arvensis* (πάνω αριστερά), *Anthus pratensis* (πάνω δεξιά) και *Emberiza calandra* (κάτω αριστερά)

Τέλος, για το είδος *Emberiza calandra*, μόνο στα ανατολικά καταγράφηκε **μεγαλύτερη αφθονία στα loops έναντι του γειτονικού strip** (Έλεγχος Mann-Whitney, $p=0,014126$),

ενώ στα δυτικά η αφθονία εμφανίστηκε μεγαλύτερη στο strip, αν και χωρίς στατιστικά σημαντική υποστήριξη.



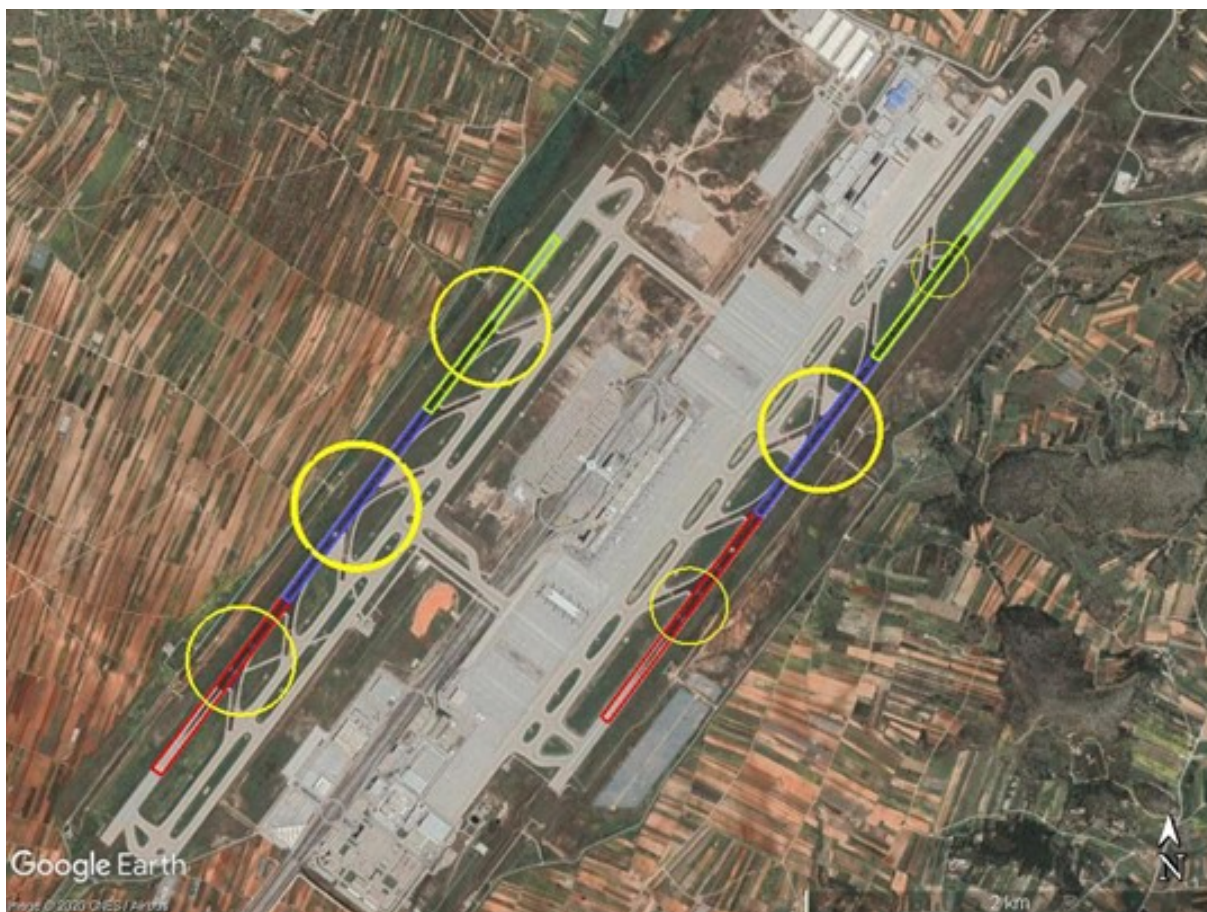
Ο τελευταίος άξονας ως προς τον οποίο έγινε η χωρική ανάλυση είναι οι **τομείς**, δηλαδή η ομαδοποίηση των loops/strip του κάθε διαδρόμου σε τμήματα κατά μήκος του, με τρόπο που αντιστοιχεί στην καταγραφή των περιστατικών των προσκρούσεων.

Στον Πίνακα 3.1.7 καταγράφεται η γραμμική πυκνότητα ανά τομέα για όλα τα είδη, καθώς και ξεχωριστά για τα είδη *Alauda arvensis*, *Anthus pratensis* και *Emberiza calandra*. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε έλεγχος χ^2 , για να εξεταστεί εάν υπάρχει απόκλιση της αφθονίας των πτηνών στους τομείς από την ισοκατανομή. Τα αποτελέσματα του ελέγχου, και συγκεκριμένα η τιμή του χ^2 και το p-value, καταγράφονται στις δύο τελευταίες σειρές του πίνακα. Η κατανομή της αφθονίας απεικονίζεται επίσης στην Εικόνα 3.1.16.

Πίνακας 3.1.7: Αφθονία (αριθμός ατόμων/km) ανά τομέα για όλα τα είδη, για τα είδη *Alauda arvensis*, *Anthus pratensis* και *Emberiza calandra* και ο στατιστικός έλεγχος χ^2 .

Τομέας	Αφθονία			
	Σύνολο	<i>Alauda arvensis</i> (Σιταρήθρα)	<i>Anthus pratensis</i> (Λιβαδοκελάδα)	<i>Emberiza calandra</i> (Τσιφτάς)
Δυτικός 1	129,37	82,17	25,92	7,83
Δυτικός 2	150,12	113,95	21,04	13,24
Δυτικός 3	139,90	99,11	27,11	9,80

Τομέας	Αφθονία			
	Σύνολο	<i>Alauda arvensis</i> (Σιταρήθρα)	<i>Anthus pratensis</i> (Λιβαδοκελάδα)	<i>Emberiza calandra</i> (Τσιφτάς)
Ανατολικός 1	90,29	17,96	32,85	21,27
Ανατολικός 2	144,96	67,84	28,27	36,18
Ανατολικός 3	66,58	37,69	17,09	9,55
χ^2	47,83823	95,76721	6,107061	36,10248
p-value	0,000000	0,000000	0,295943	0,000001



Εικόνα 3.1.16: Αναπαράσταση της κατανομής της συνολικής αφθονίας στους τομείς (μεγαλύτερη διάμετρος κύκλου → μεγαλύτερη αφθονία)

Όταν εξετάζεται το σύνολο των ειδών προκύπτει πως υπάρχει σημαντική απόκλιση από την ισοκατανομή των παρατηρήσεων μεταξύ των τομέων. **Ο τομέας στον οποίο καταγράφηκε η μεγαλύτερη αφθονία πτηνών είναι ο «Δυτικός 2» και ο τομέας με τα λιγότερα ο «Ανατολικός 3».** Μεγαλύτερη αφθονία παρατηρείται στα δυτικά σε σχέση με τα ανατολικά, με εξαίρεση τον τομέα «Ανατολικός 2», στον οποίο παρατηρήθηκαν αφθονίες αντίστοιχες αυτών στα δυτικά.

Όταν εξετάζεται μόνο το είδος *Alauda arvensis* παρατηρείται και πάλι απόκλιση από την ισοκατανομή. Ο τομέας «Δυτικός 2» είναι και σε αυτή την περίπτωση ο τομέας με τη

μεγαλύτερη αφθονία, ενώ ο τομέας με τη χαμηλότερη αφθονία είναι ο «Ανατολικός 1», και γενικά παρατηρείται το ίδιο πρότυπο κατανομής, όπως για το σύνολο των ειδών. Στην περίπτωση του είδους *Emberiza calandra*, υπάρχει ομοίως σημαντική απόκλιση από την ισοκατανομή, όμως είναι διαφορετικοί οι τομείς στους οποίους παρατηρείται η μεγαλύτερη και η μικρότερη αφθονία. Τα περισσότερα άτομα/km σημειώνονται στον τομέα «Ανατολικός 2», ενώ τα λιγότερα στον τομέα «Δυτικός 1». Αντίθετα, στην περίπτωση του είδους *Anthus pratensis* δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τομέων.

ΑΠΟΓΕΙΩΣΕΙΣ - ΠΡΟΣΓΕΙΩΣΕΙΣ

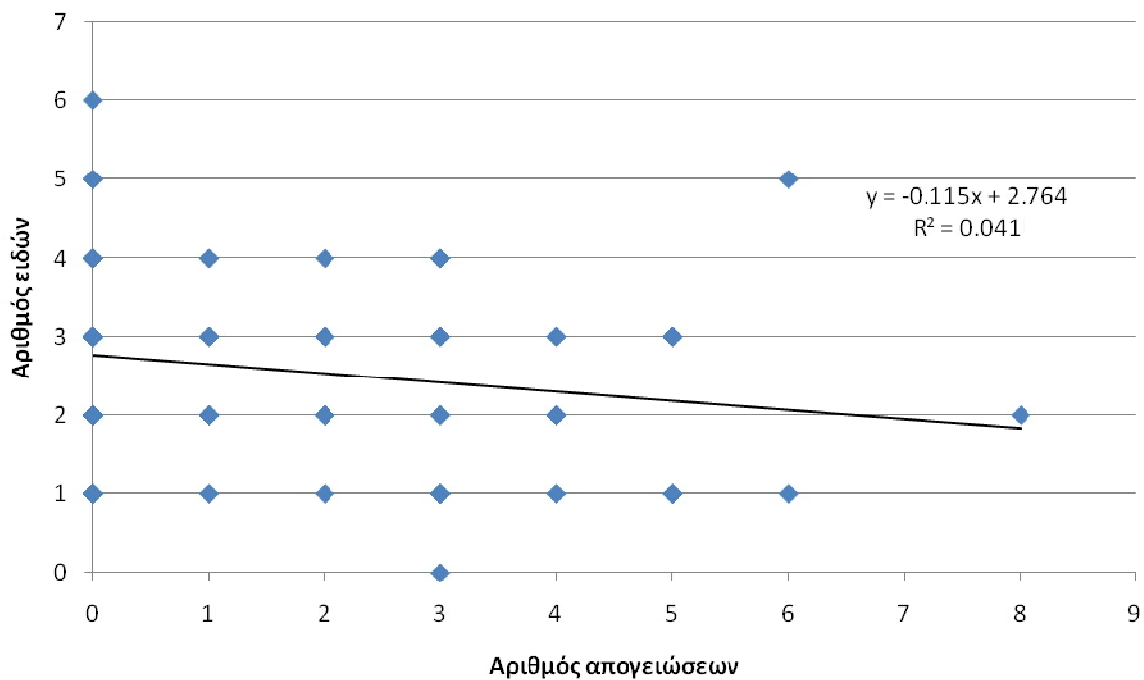
Ένα ακόμη ερώτημα που εξετάστηκε είναι εάν η σύνθεση των ειδών και η αφθονία των ατόμων επηρεάζεται, εκτός από τον χώρο και τον χρόνο, και από τη λειτουργία του αεροδρομίου. Συγκεκριμένα ελέγχθηκε αν ο αριθμός των απογειώσεων και των προσγειώσεων, τόσο ξεχωριστά, όσο και αθροιστικά, επηρεάζει τον αριθμό των ειδών και τον αριθμό των ατόμων/km. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να τονιστεί σε αυτό το σημείο πως τα δεδομένα αυτά δεν δόθηκαν από το αεροδρόμιο, αλλά συλλέχθηκαν από τον/τους παρατηρητή/ές κατά την πραγματοποίηση των διαδρομών, όπως έχει προαναφερθεί. Γινόταν, δηλαδή, καταγραφή του αριθμού των απογειώσεων ή/και προσγειώσεων που λάμβαναν χώρα κατά το χρονικό διάστημα της δειγματοληψίας στον αντίστοιχο διάδρομο, όπου βρισκόταν κάθε φορά η διατομή.

Πρέπει, βέβαια, να σημειωθεί πως δεν προκαλούσαν όλες οι απογειώσεις/προσγειώσεις τον ίδιο θόρυβο. Ορισμένες προσγειώσεις για παράδειγμα δεν έφταναν μέχρι το αντίστοιχο loop ή τμήμα του strip όπου πραγματοποιούνταν η διατομή ή, αντίθετα, μετά την προσγείωση τα αεροπλάνα μπορεί να προκαλούσαν περαιτέρω θόρυβο, λόγω της ανάστροφης ώσης των κινητήρων ή επειδή μπορεί να τροχοδρομούσαν κοντά στη διατομή. Όσες προσγειώσεις παρατηρούνταν μόνο οπτικά και δεν προκαλούσαν καθόλου θόρυβο δεν καταγράφονταν. Επίσης, ιδιαίτερο θόρυβο (κυρίως όσον αφορά την διάρκεια) μπορούσαν να προκαλέσουν και οι αναμονές των αεροπλάνων για απογείωση. Γενικά, λοιπόν, ο αριθμός των προσγειώσεων/απογειώσεων ενδέχεται να μην αντανακλά απόλυτα την κίνηση των αεροπλάνων.

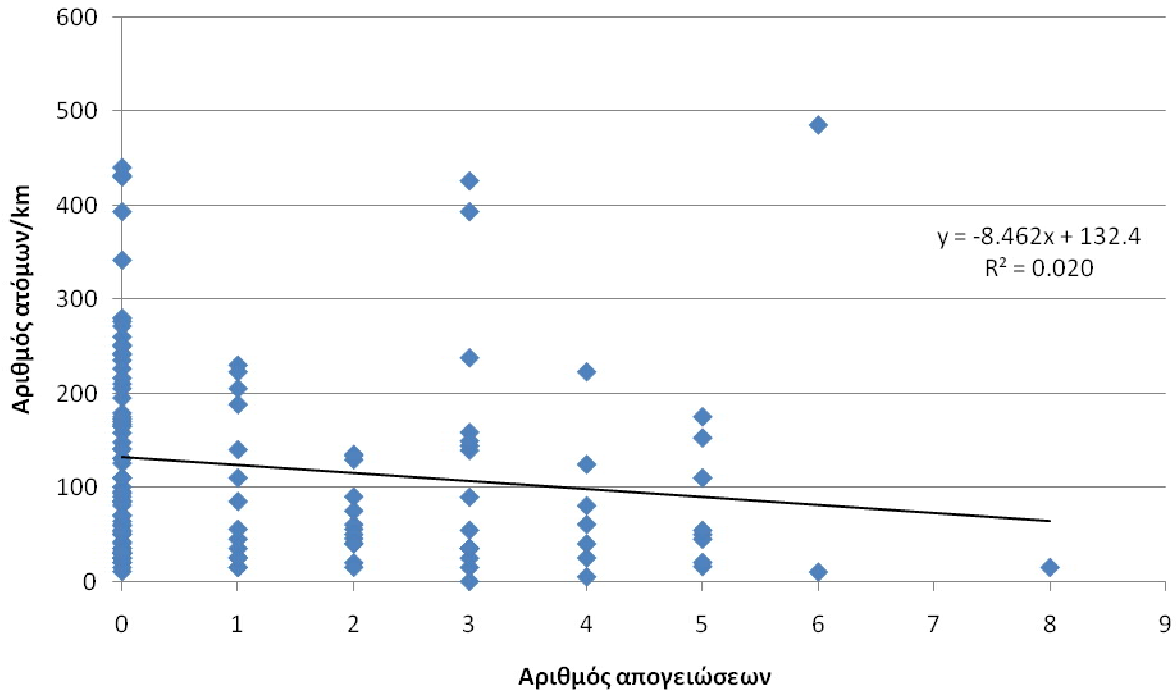
Στο χρονικό διάστημα του συνόλου των 127 διαδρομών σημειώθηκαν 173 απογειώσεις και 136 προσγειώσεις. Ο μέσος όρος των απογειώσεων ανά διατομή είναι 1,36, ενώ ο μέσος όρος των προσγειώσεων είναι 1,07. Ο μέγιστος αριθμός απογειώσεων που σημειώθηκε σε κάποια διατομή ήταν 8, ενώ αντίστοιχα ο μέγιστος αριθμός προσγειώσεων ήταν 6. Υπήρχαν διατομές στις οποίες δεν σημειώθηκε ούτε απογείωση ούτε προσγείωση. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι κατανομές των απογειώσεων και των προσγειώσεων ήταν άνισα κατανομημένες στα δυτικά και τα ανατολικά και ανάλογα με την ώρα της ημέρας, και τις περισσότερες φορές (όχι όμως όλες) όπου είχαμε απογειώσεις δεν είχαμε προσγειώσεις, και το αντίθετο. Συγκεκριμένα, στα δυτικά καταγράφηκαν 18 απογειώσεις και 112 προσγειώσεις και στα ανατολικά 155 απογειώσεις και 24 προσγειώσεις.

Όταν οι αριθμοί των απογειώσεων και προσγειώσεων εξεταστούν αθροιστικά, προκύπτει πως δεν επηρεάζουν σημαντικά τις παρατηρήσεις (Για τον αριθμό των ειδών: Συσχέτιση Spearman, $R=-0,056697$, $p=0,526646$, για τον αριθμό των ατόμων/km: $R=-0,059701$, $p=0,504941$).

Αν όμως εξεταστούν ξεχωριστά, φαίνεται ότι η σύνθεση των ειδών και η αφθονία των ατόμων δεν επηρεάζονται με τον ίδιο τρόπο από τον αριθμό των απογειώσεων και τον αριθμό των προσγειώσεων. Συγκεκριμένα, ο αριθμός των απογειώσεων επηρεάζει αρνητικά, καθώς όσο ο αριθμός τους αυξάνεται, τόσο μειώνεται ο αριθμός των ειδών και των ατόμων/km που παρατηρούνται (Εικόνα 3.1.17 και Εικόνα 3.1.18) και υπάρχει πιο ισχυρή στατιστική συσχέτιση του αριθμού των απογειώσεων με τον αριθμό των ατόμων/km (Συσχέτιση Spearman, $R=-0,239327$, $p=0,006730$) σε σχέση με τον αριθμό των ειδών (Συσχέτιση Spearman, $R=-0,213917$, $p=0,015739$).



Εικόνα 3.1.17: Αριθμός ειδών και αριθμός απογειώσεων



Εικόνα 3.1.18: Αριθμός ατόμων/km και αριθμός απογειώσεων

Όσον αφορά στον αριθμό των προσγειώσεων, η συσχέτιση με τον αριθμό των ειδών είναι θετική, αλλά όχι στατιστικά σημαντική (Συσχέτιση Spearman, $R=0,168537$, $p=0,058210$), ενώ η συσχέτιση με τον αριθμό των ατόμων είναι ομοίως θετική και οριακά δεν είναι στατιστικά σημαντική (Συσχέτιση Spearman, $R=0,172576$, $p=0,052358$).

ΑΛΛΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Τέλος, ελέγχθηκε κατά πόσο τα αποτελέσματα, και συγκεκριμένα ο αριθμός ατόμων/km και ο αριθμός των ειδών σχετίζονται με άλλους παράγοντες, όπως είναι ο ρυθμός βάδισης, η ώρα της ημέρας που έγινε η κάθε διατομή, ο αριθμός των παρατηρητών και οι μετεωρολογικές συνθήκες κατά τη δειγματοληψία (θερμοκρασία, ένταση ανέμου, υγρασία).

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΒΑΔΙΣΗΣ

Ως κατάλληλη ταχύτητα βάδισης στη διατομή για αυτή την εργασία κρίθηκαν τα 1000 m/h, ωστόσο υπήρχαν αποκλίσεις από την προκαθορισμένη τιμή, όπως ήταν αναμενόμενο. Ο χαμηλότερος ρυθμός με τον οποίο διανύθηκε κάποια διατομή ήταν 597 m/h και ο μεγαλύτερος 1206 m/h, ενώ η τυπική απόκλιση είναι ίση με 120,33. Παρ' όλα αυτά, **οι διαφορές στον ρυθμό βάδισης δεν επηρέασαν τα αποτελέσματα**, ούτε όσο αφορά στον

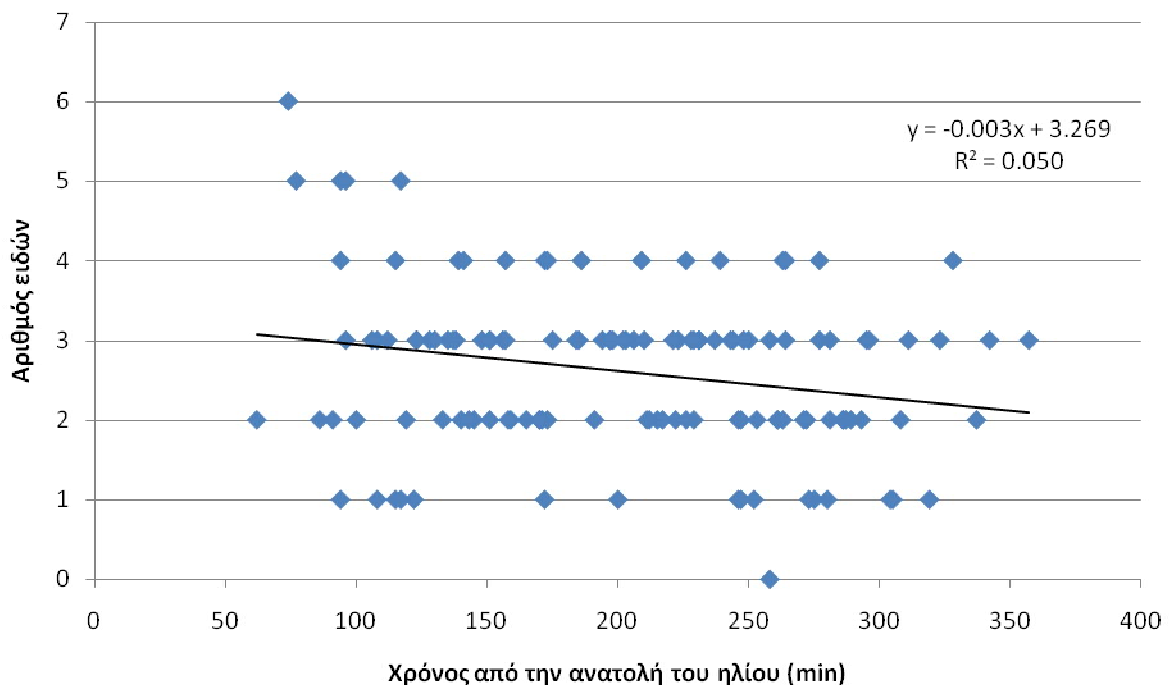
αριθμό των ειδών (Συσχέτιση Spearman, $R = -0,113287$, $p = 0,204746$) ούτε τη γραμμική πυκνότητα των ατόμων (Συσχέτιση Spearman, $R = -0,120839$, $p = 0,175965$).

ΩΡΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ

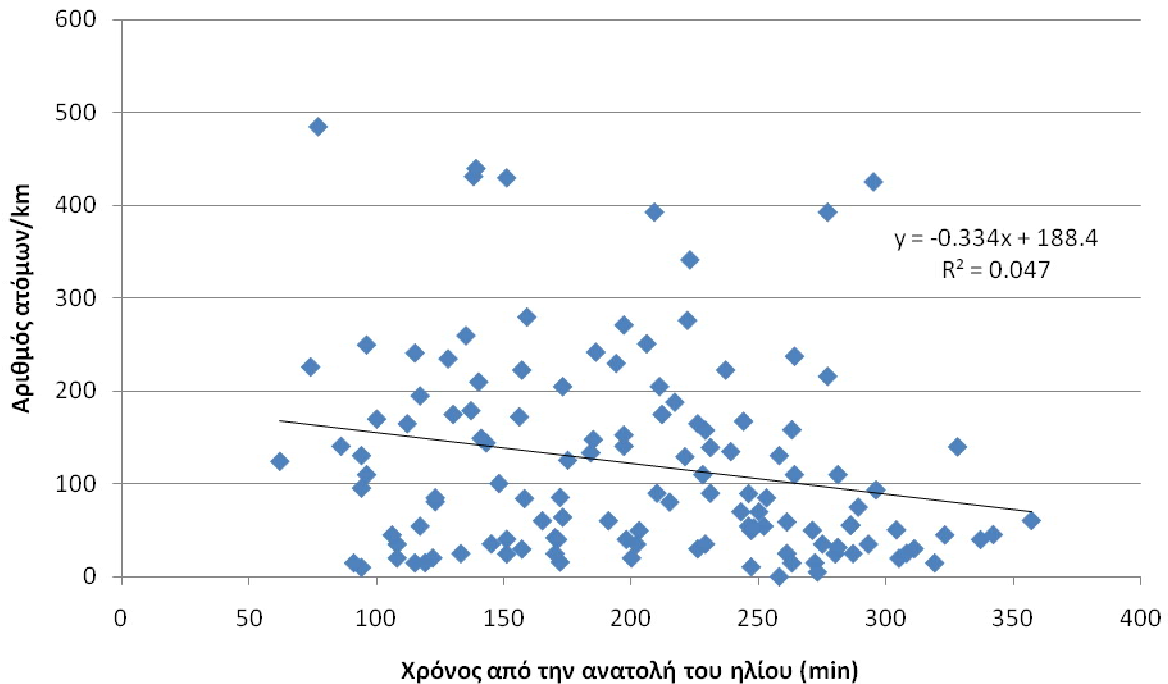
Η ώρα έναρξης των διαδρομών εκφράστηκε με το χρόνο που μεσολαβούσε από την ανατολή ηλίου. Η ώρα ανατολής του ηλίου τις ημέρες εργασίας ήταν μεταξύ 6:42 πμ (στις 11 Μαρτίου 2020) και 7:37 πμ (στις 20 Δεκεμβρίου 2019).

Ο μικρότερος χρόνος από την ανατολή που σημειώθηκε είναι ίσος με 62 λεπτά, και αντιστοιχεί στις 8:50 πμ, στις 20 Δεκεμβρίου 2019, ενώ ο μεγαλύτερος χρόνος από την ανατολή είναι ίσος με 357 λεπτά, και αντιστοιχεί σε ώρα έναρξης μίας διαδρομής στις 13:13 στις 11 Νοεμβρίου 2019. Η ώρα έναρξης των εργασιών πεδίου καθορίστηκε από τη διαθεσιμότητα προσωπικού συνοδείας, που δεν ήταν εφικτό να είναι διαθέσιμο πριν τις 8 πμ.

Από τα αποτελέσματα προκύπτει αρνητική και στατιστικά σημαντική μεταξύ του χρόνου από την ανατολή ηλίου και του αριθμού των ειδών (Συσχέτιση Spearman, $R = -0,179567$, $p = 0,043378$), (Εικόνα 3.1.19), και της αφθονίας (άτομα/km) (Συσχέτιση Spearman, $R = -0,218730$, $p = 0,013489$) (Εικόνα 3.1.20).



Εικόνα 3.1.19: Αριθμός ειδών που καταγράφηκαν σε συνάρτηση με τον χρόνο από την ανατολή του ηλίου.



Εικόνα 3.1.20: Αριθμός ατόμων/km όλων των ειδών που παρατηρήθηκαν σε συνάρτηση με τον χρόνο από την ανατολή του ηλίου.

Εάν αφαιρεθούν από το δείγμα οι διατομές που έγιναν πολύ καθυστερημένα, με ώρα έναρξης αργότερα από την ώρα που αντιστοιχεί σε 300 λεπτά από την ώρα ανατολής ηλίου, δηλαδή σε ώρα περίπου 12 το μεσημέρι, τότε δεν προκύπτει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ούτε μεταξύ του χρόνου από την ανατολή και του αριθμού των ατόμων/km (Συσχέτιση Spearman, $R = -0,141941$, $p = 0,126864$), ούτε με τον αριθμό των ειδών (Συσχέτιση Spearman, $R = -0,177323$, $p = 0,055795$). Ο λόγος για τον οποίο έγινε αυτή η αφαίρεση είναι διότι η δραστηριότητα των πτηνών μεταβάλλεται με την ώρα της ημέρας. Συγκεκριμένα τα πτηνά είναι πιο δραστήρια το πρωί και λιγότερο δραστήρια το μεσημέρι. Με αυτόν τον τρόπο ο χρόνος από την ανατολή του ηλίου μπορεί να επηρεάζει τις αφθονίες που παρατηρούνται, και γι' αυτό σε αυτή την πιλοτική έρευνα πεδίου εξετάστηκε ποιο χρονικό διάστημα είναι κατάλληλο για μία αντίστοιχη εργασία.

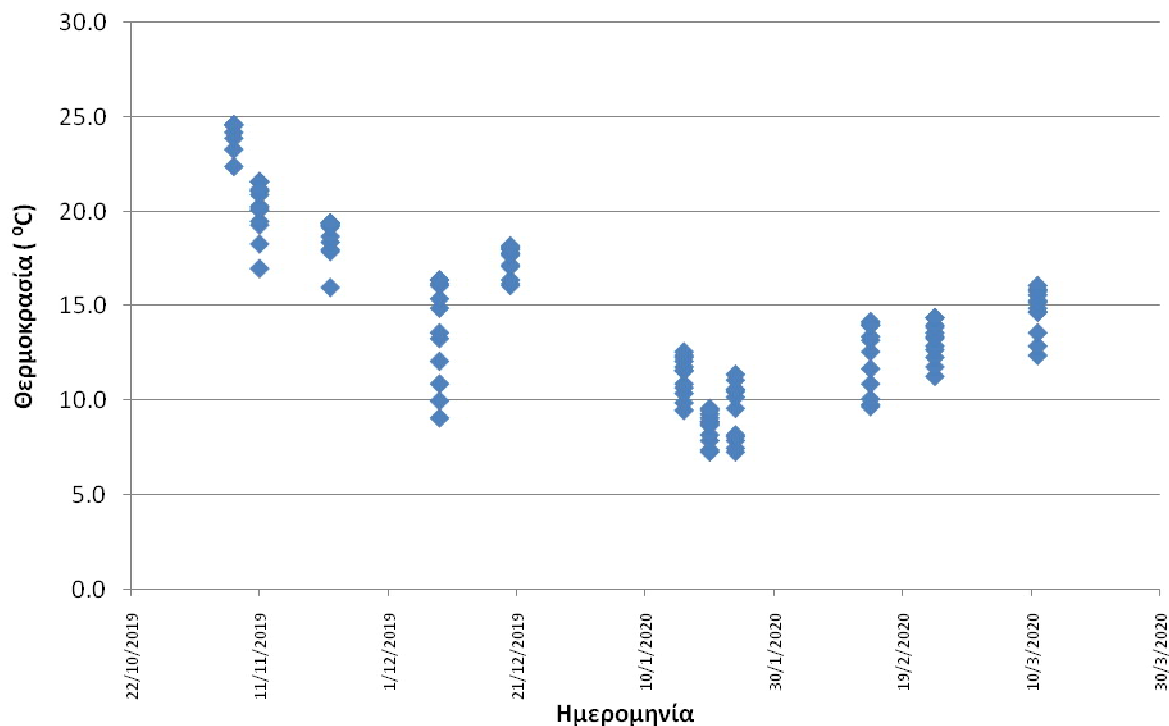
ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΩΝ

Όπως αναφέρθηκε και στην αρχή του Κεφαλαίου 3.1, αν και ο κύριος παρατηρητής για τις καταγραφές στις διατομές ήταν πάντοτε ο ίδιος (Άννα Πανταζή), σε ορισμένες περιπτώσεις συνοδευόταν από δεύτερο παρατηρητή (Παύλος Ανδριόπουλος). Είναι όμως γνωστό από τη βιβλιογραφία ότι ο αριθμός των παρατηρητών επηρεάζει την πιθανότητα εντοπισμού και ως εκ τούτου εξετάστηκε κατά πόσο αυτός ο παράγοντας επηρέασε τα αποτελέσματα.

Από το στατιστικό έλεγχο που διενεργήθηκε βρέθηκε πως επηρεάζεται μόνο ο αριθμός ειδών που παρατηρήθηκαν στο αεροδρόμιο μεταξύ των επισκέψεων που πραγματοποιήθηκαν από έναν ή δύο παρατηρητές (Έλεγχος Mann-Whitney, $p=0,001688$), όχι όμως η αφθονία των πτηνών (Έλεγχος Mann-Whitney, $p=0,415739$).

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

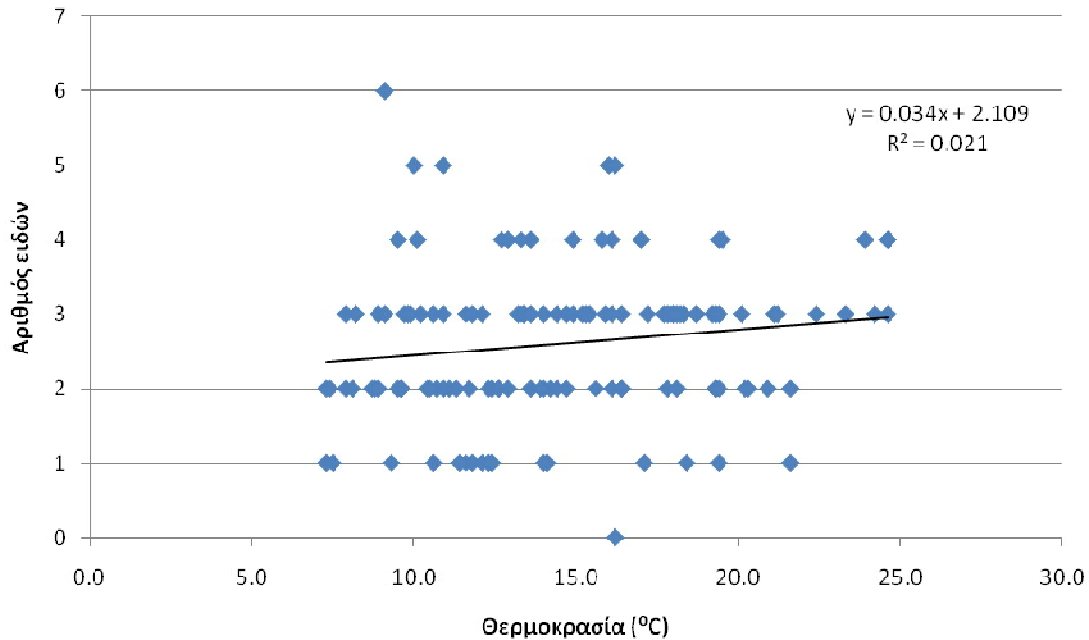
Τους μήνες Νοέμβριο και Δεκέμβριο οι εργασίες πεδίου πραγματοποιήθηκαν σε ιδιαίτερα θερμές συνθήκες, με θερμοκρασίες ακόμα και άνω των 20 °C (24,6 °C η μέγιστη), όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3.1.21, ενώ οι ψυχρότερες θερμοκρασίες (περίπου 7,3 °C η ελάχιστη) καταγράφηκαν στα τέλη Ιανουαρίου. Τους επόμενους μήνες παρατηρείται μία τάση αύξησης της θερμοκρασίας, χωρίς όμως αυτή να ξεπεράσει τις θερμοκρασίες του Νοεμβρίου.



Εικόνα 3.1.21: Θερμοκρασία την ώρα των παρατηρήσεων σε κάθε διατομή, σε όλες τις ημερομηνίες που πραγματοποιήθηκαν εργασίες πεδίου.

Βρέθηκε ότι η θερμοκρασία επηρεάζει θετικά μόνο τον αριθμό ειδών (Εικόνα 3.1.22), αν και η συσχέτιση είναι οριακά στατιστικά σημαντική (Συσχέτιση Spearman, $R=0,181018$, $p=$

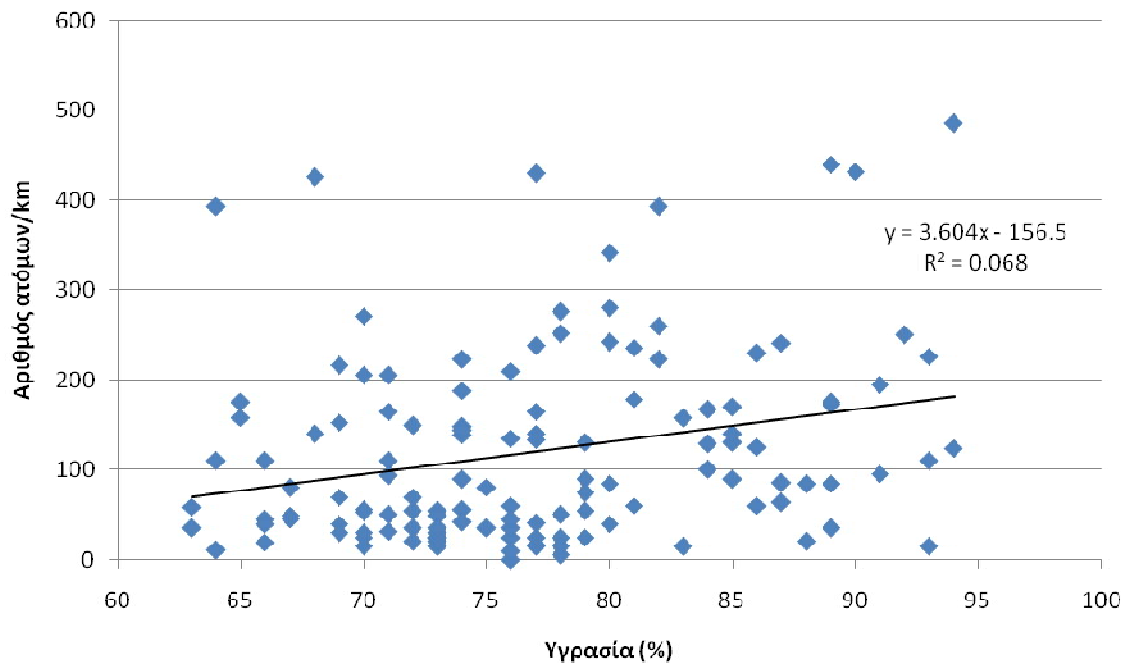
0,041684), ενώ δεν επηρεάζει την αφθονία που καταγράφηκε (Συσχέτιση Spearman, $R=0.148305$, $p=0,096111$).



Εικόνα 3.1.22: Αριθμός ειδών πτηνών σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία.

ΥΓΡΑΣΙΑ

Η υγρασία βρέθηκε να επηρεάζει θετικά μόνο την αφθονία (άτομα/km) (Συσχέτιση Spearman, $R=0,261543$, $p=0,002976$) (Εικόνα 3.1.23) και όχι τον αριθμό των ειδών (Συσχέτιση Spearman, $R=0,163315$, $p=0,066564$).



Εικόνα 3.1.23: Αριθμός ατόμων/km σε συνάρτηση με την υγρασία

ΈΝΤΑΣΗ ΑΝΕΜΟΥ

Η ένταση του ανέμου δεν φάνηκε να επηρεάζει ούτε τον αριθμό των ατόμων/km (Συσχέτιση Spearman, $R = -0,151421$, $p = 0,089250$), ούτε τον αριθμό των ειδών (Συσχέτιση Spearman, $R = -0,098202$, $p = 0,272032$).

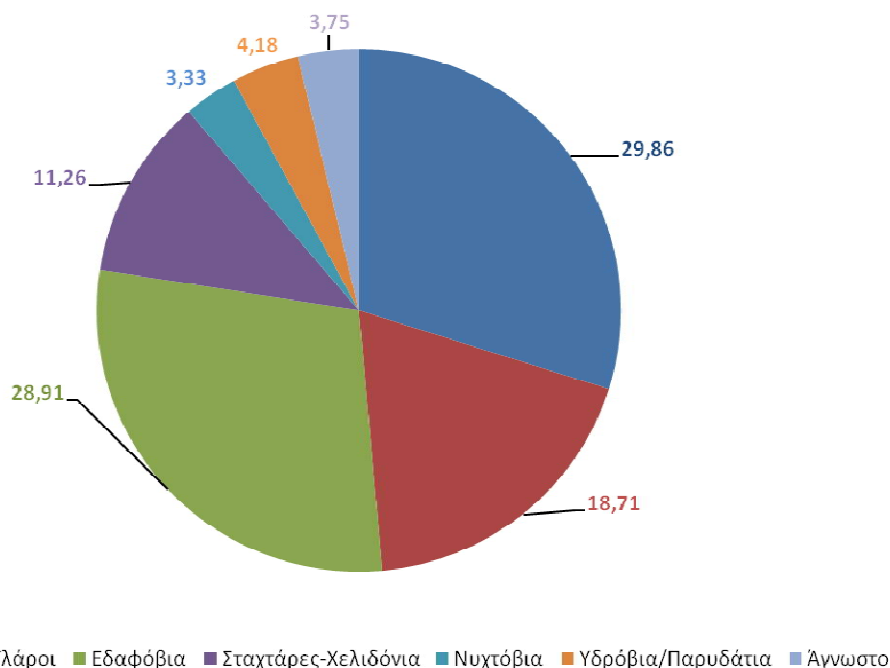
3.2 ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΕΙΣ ΠΤΗΝΩΝ (BIRD STRIKES)

Η ανάλυση των δεδομένων προσκρούσεων έγινε ως προς τρεις άξονες: τη σύνθεση των ειδών που συμμετέχουν στα περιστατικά., τον χρόνο και τον χώρο των περιστατικών.

Ως πρώτη παρατήρηση, από την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε ότι σε ορισμένα περιστατικά δεν είχε καταγραφεί ο αριθμός των ατόμων που συμμετείχαν. Σε αυτές τις περιπτώσεις θεωρήθηκε πως η πρόσκρουση αφορούσε σε ένα άτομο, ώστε να περιληφθούν και αυτά τα περιστατικά στις στατιστικές αναλύσεις.

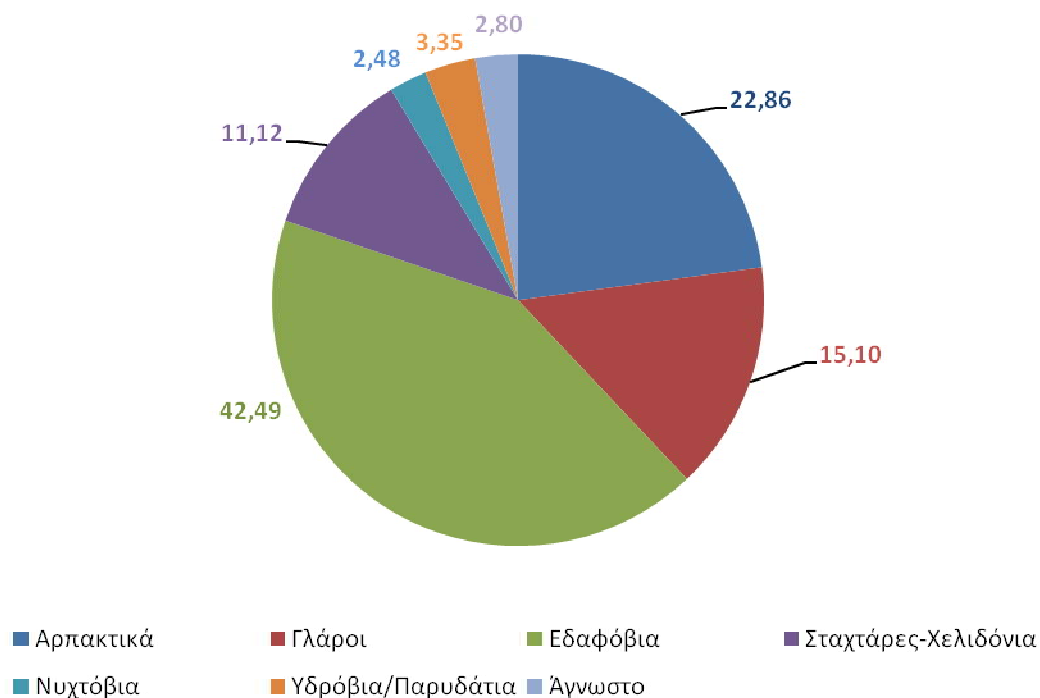
ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ

Κατά την περίοδο της δεκαετίας 2010-2020 καταγράφηκαν στο Ελ. Βενιζέλος προσκρούσεις αεροπλάνων με **71 είδη πτηνών**. Η ομάδα των αρπακτικών περιλαμβάνει 11 είδη, των γλάρων 6 είδη, των εδαφόβιων 28, των υδρόβιων/παρυδάτιων 14, των σταχτάρων-χελιδονιών 7 και των νυχτόβιων 5. Τα 11 είδη των αρπακτικών και τα 28 είδη των εδαφόβιων συνιστούν ένα σχεδόν ίσο ποσοστό των περιστατικών (Εικόνα 3.2.1).



Εικόνα 3.2.1: Ποσοστά ειδών που συμμετέχουν στα περιστατικά προσκρούσεων

Εξετάζοντας τον αριθμό των ατόμων που εμπλέκονται σε περιστατικά, το 42,49% είναι εδαφόβια πτηνά (28 είδη), ενώ η δεύτερη πιο πολυπληθής ομάδα είναι τα αρπακτικά και η τρίτη οι γλάροι (Εικόνα 3.2.2).



Εικόνα 3.2.2: Ποσοστά ατόμων ανά ομάδα πτηνών που ενεπλάκησαν σε προσκρούσεις.

Από τα δεδομένα που παρατίθενται στον Πίνακα 3.2.1 προκύπτει ότι, κατά τη διάρκεια όλου του έτους, το είδος με τα περισσότερα περιστατικά είναι το *Falco tinnunculus* (Βραχοκιρκίνεζο), αλλά ειδικά το χειμώνα (Νοέμβριος–Μάρτιος) 4/10 περίπου των περιστατικών οφείλεται σε άτομα των ειδών *Emberiza calandra* (Τσιφτάς) και *Alauda arvensis* (Σιταρήθρα). Οι προσκρούσεις με άτομα του είδους *Larus michahellis* (Ασημόγλαρος) αποτελούν ένα σχετικά σταθερό φαινόμενο, χωρίς σημαντική διαφορά μεταξύ των περιστατικών μεταξύ του χειμώνα και του υπόλοιπου έτους.

Πίνακας 3.2.1: Σχετική αφθονία (%) των ειδών σε προσκρούσεις, (Α) όλους τους μήνες του χρόνου και (Β) μόνο τους μήνες Νοέμβριος–Μάρτιος. Με έντονα γράμματα έχουν σημειωθεί τα είδη που παρατηρήθηκαν και κατά τις εργασίες πεδίου, έστω ποιοτικά.

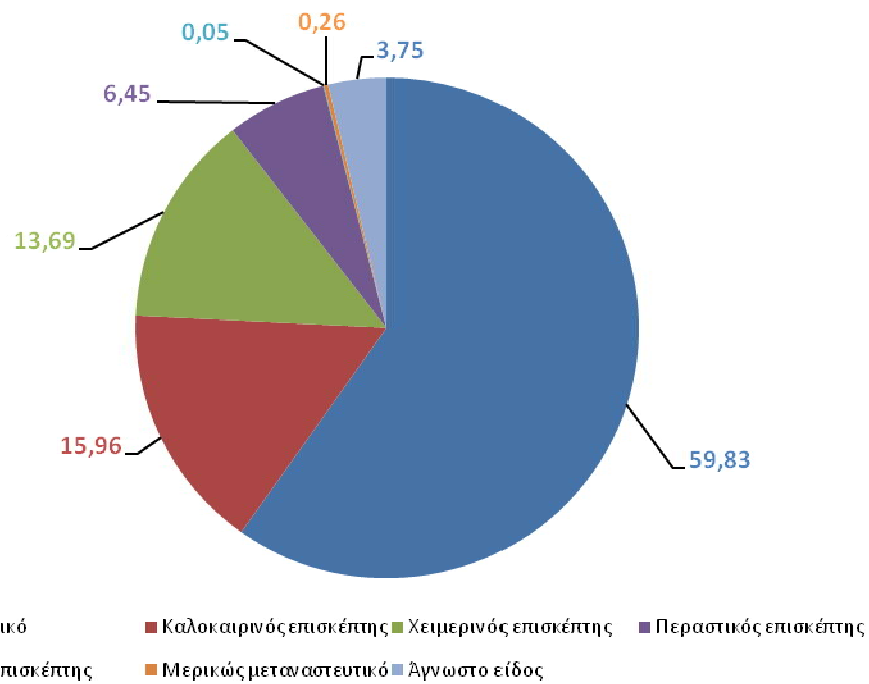
Είδος	(Α)	(Β)
<i>Falco tinnunculus</i> (Βραχοκιρκίνεζο)	20,03	5,66
<i>Larus michahellis</i> (Ασημόγλαρος)	18,23	15,09
<i>Emberiza calandra</i> (Τσιφτάς)	7,93	19,25
<i>Alauda arvensis</i> (Σιταρήθρα)	6,55	18,49

<i>Hirundo rustica</i> (Σταβλοχελίδονο)	5,71	1,13
<i>Falco vespertinus</i> (Μαυροκιρκίνεζο)	4,70	0
Άγνωστο είδος	3,64	5,85
<i>Apus pallidus</i> (Ωχροσταχτάρα)	3,01	0
<i>Columba livia</i> (Περιστέρι)	2,64	0,38
<i>Galerida cristata</i> (Κατσουλιέρης)	2,54	1,13
<i>Motacilla alba</i> (Λευκοσουσουράδα)	2,48	6,60
Υπόλοιπα είδη	22,52	12,83

Τα 14 από τα 28 είδη των εδαφόβιων πτηνών που έχουν συμμετάσχει σε προσκρούσεις παρατηρήθηκαν και κατά τις εργασίες πεδίου, ενώ τα 9 από αυτά καταγράφηκαν και ποσοτικά. Συγκεκριμένα το 90,68% των περιστατικών προσκρούσεων με εδαφόβια είδη και το 91,24% των ατόμων αφορά είδη που παρατηρήθηκαν στο πεδίο.

Από τα εδαφόβια είδη εκείνο που συμμετέχει περισσότερο σε προσκρούσεις την περίοδο Νοεμβρίου-Μαρτίου είναι το *Emberiza calandra* (Πίνακας 3.2.1) και ακολουθεί το είδος *Alauda arvensis*. Αντίθετα, το είδος *Anthus pratensis*, αν και είναι το δεύτερο πιο άφθονο είδος στο αεροδρόμιο, δεν εμπλέκεται συχνά σε προσκρούσεις. Συμμετέχει σε μόλις 2,93% των περιστατικών με εδαφόβια είδη.

Ακόμα έγινε μία ομαδοποίηση των ειδών με βάση το καθεστώς παρουσίας τους στην Ελλάδα. Το 59,63% των περιστατικών αφορούν είδη που είναι επιδημικά, το 15,96% αφορά καλοκαιρινούς επισκέπτες, το 13,69% χειμερινούς επισκέπτες και το 6,45% περαστικούς επισκέπτες (Εικόνα 3.2.3). Υπάρχει ένας τυχαίος επισκέπτης και ανήκει στον είδος *Charadrius asiaticus* (Στεποσφυριχτής).

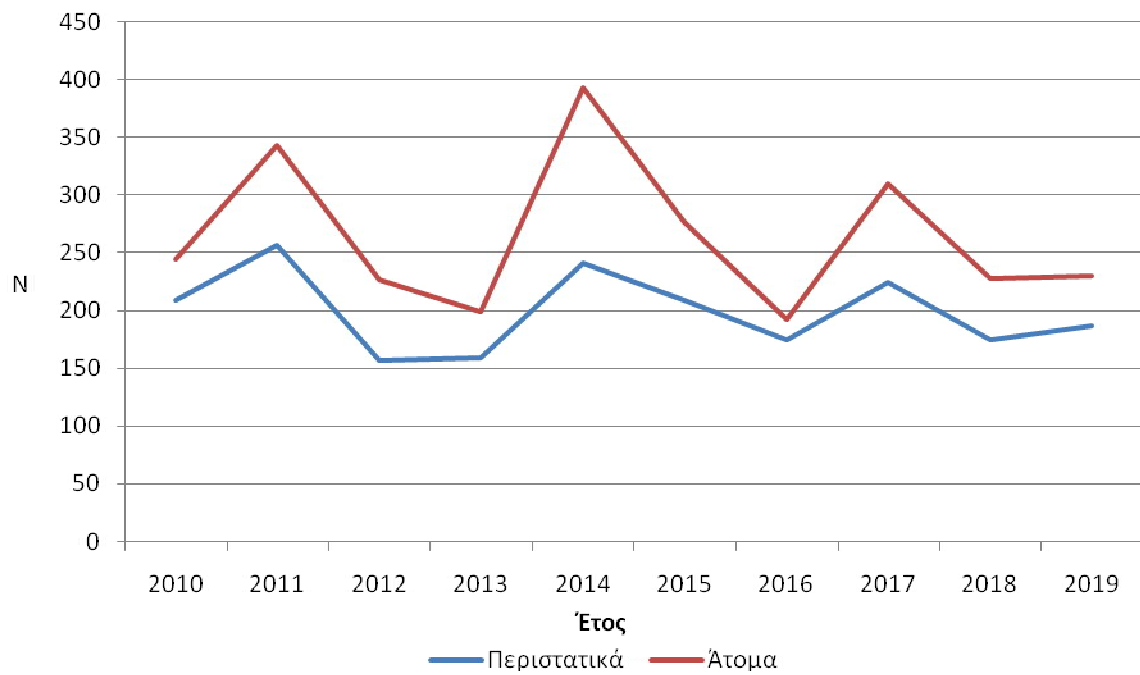


Εικόνα 3.2.3: Προσκρούσεις (περιστατικά) με βάση το καθεστώς παρουσίας των ειδών

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΕΩΝ ΤΩΝ ΠΤΗΝΩΝ ΣΤΟΝ ΧΡΟΝΟ

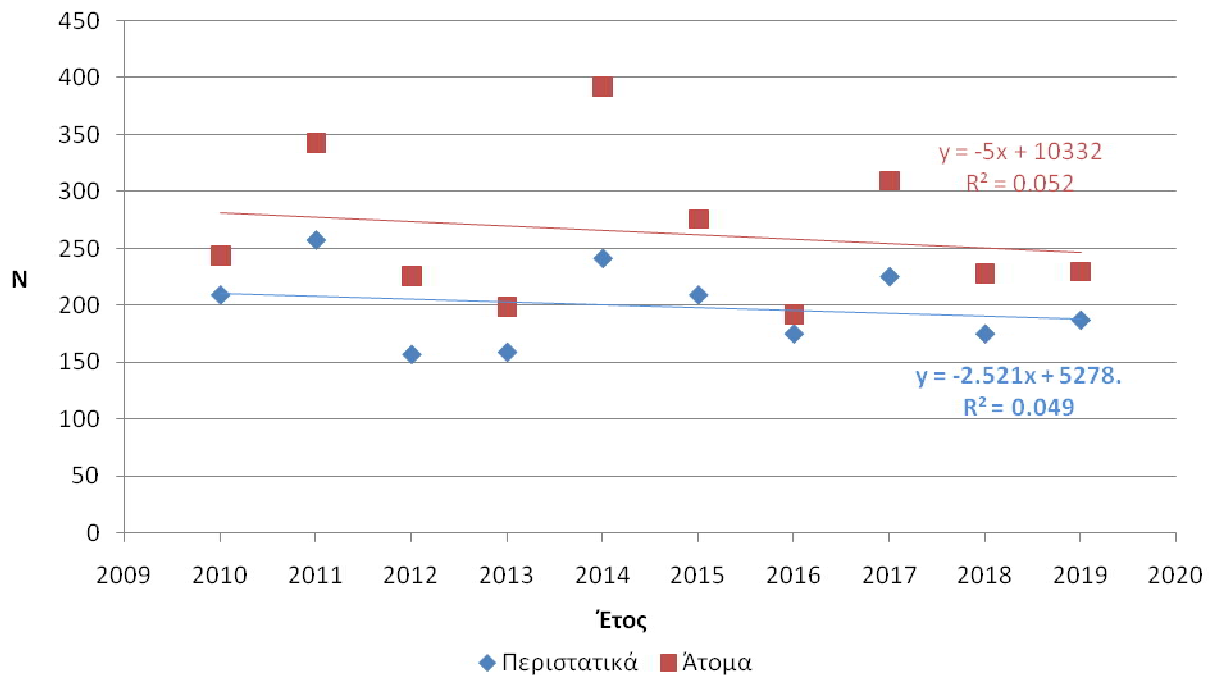
Ο αριθμός των περιστατικών ανά έτος δεν είναι σταθερός. Αυτό το γεγονός αφορά τόσο στο σύνολο των ειδών που εμπλέκονται στα περιστατικά, όσο και ειδικά στα πτηνά.

Συγκεκριμένα, διαπιστώνεται διακύμανση στον αριθμό των περιστατικών **από όλα τα είδη** μεταξύ των ετών. Ο μικρότερος αριθμός περιστατικών (157) σημειώθηκε το 2012 και ο μεγαλύτερος αριθμός περιστατικών (257) το 2011, ενώ η τυπική απόκλιση για τα περιστατικά μεταξύ των ετών είναι 34,42. Όσον αφορά στον αριθμό των ατόμων που εμπλέκονται σε αυτά τα περιστατικά, παρατηρείται αντίστοιχη διακύμανση με τον αριθμό των περιστατικών, αν διαφέρουν οι χρονιές κατά τις οποίες οι δύο καμπύλες παρουσιάζουν μέγιστα και ελάχιστα (Εικόνα 3.2.4).



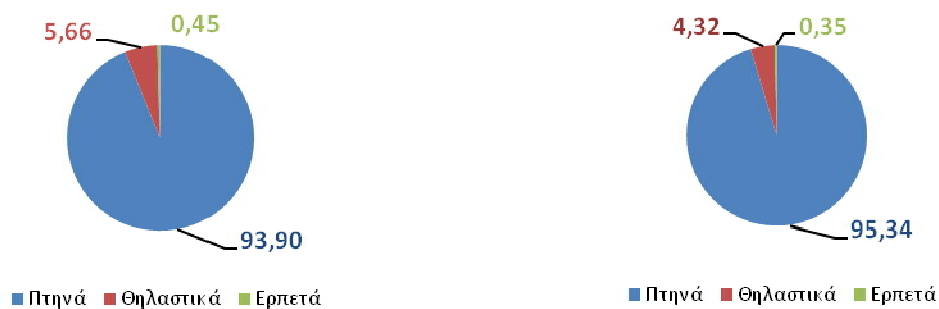
Εικόνα 3.2.4: Προσκρούσεις (περιστατικά και άτομα) από πτηνά, θηλαστικά και ερπετά ανά έτος, N = αριθμός προσκρούσεων

Η γενικότερη τάση είναι ελαφρώς πτωτική, τόσο του αριθμού των περιστατικών, όσο και του αριθμού των ατόμων που θίγονται από τις προσκρούσεις με τα αεροπλάνα, καθώς περνά ο χρόνος (Εικόνα 3.2.5).



Εικόνα 3.2.5: Προσκρούσεις (περιστατικά και άτομα) για όλα τα είδη (πτηνά, θηλαστικά και ερπετά) ανά έτος, για τα έτη 2010-2019, N = αριθμός προσκρούσεων

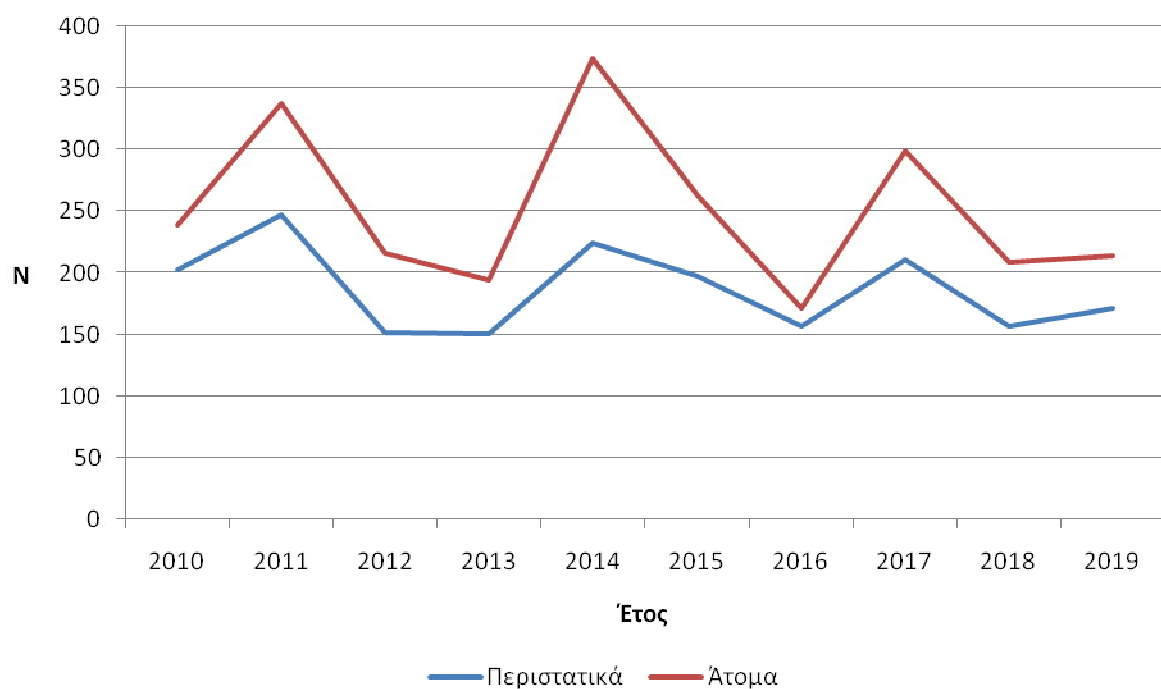
Η συντριπτική πλειονότητα των ατόμων που ενεπλάκησαν σε προσκρούσεις από τον Ιανουάριο του 2010 μέχρι το Μάρτιο του 2020 είναι πτηνά (95,34%). Το 4,32% των ατόμων είναι θηλαστικά και μόλις το 0,35% είναι ερπετά (Εικόνα 3.2.6).



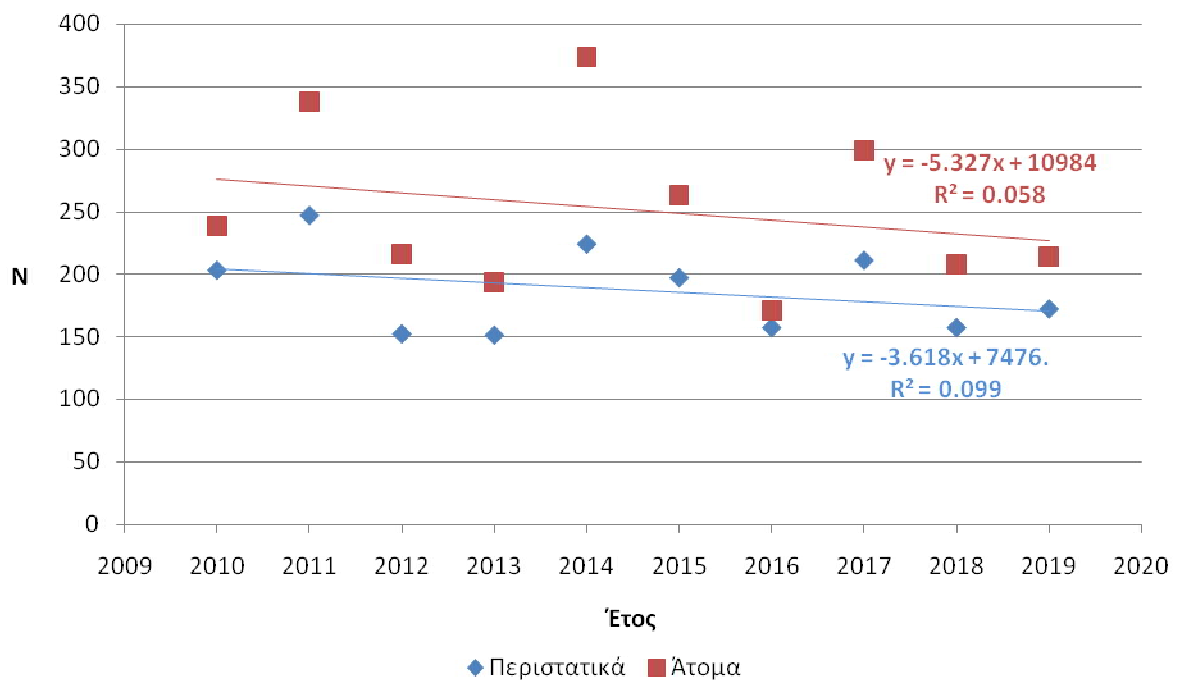
Εικόνα 3.2.6: Ποσοστό περιστατικών (αριστερά) και ατόμων (δεξιά) από τις ομάδες των οργανισμών (πτηνά, θηλαστικά και ερπετά) που ενεπλάκησαν σε περιστατικά προσκρούσεων από τον Ιανουάριο του 2010 μέχρι και τον Μάρτιο του 2020.

Όσον αφορά **μόνο στα πτηνά**, ο μικρότερος αριθμός περιστατικών σημειώνεται το 2013 (151), και ακολουθεί το 2012 με 152 περιστατικά. Ο μεγαλύτερος αριθμός περιστατικών

(247) σημειώνεται και σε αυτή την περίπτωση το 2011. Ο μικρότερος αριθμός ατόμων που ενεπλάκησαν σε προσκρούσεις (171) σημειώνεται το 2016, και ο μεγαλύτερος (374) το 2014. Η τυπική απόκλιση για τα περιστατικά ισούται με 34,07 και για τον αριθμό των ατόμων με 66,15. Έχουμε, δηλαδή, και εδώ διακύμανση μεταξύ των ετών τόσο του αριθμού των περιστατικών όσο και του αριθμού των ατόμων, και στη δεύτερη περίπτωση η διακύμανση είναι μεγαλύτερη (Εικόνα 3.2.7). Η πτωτική τάση τόσο του αριθμού των περιστατικών όσο και των ατόμων στην ομάδα των πτηνών (Εικόνα 3.2.8) έχει μεγαλύτερη κλίση από ό,τι η αντίστοιχη τάση στο σύνολο των ειδών (Εικόνα 3.2.5).



Εικόνα 3.2.7: Προσκρούσεις (περιστατικά και άτομα) ανά έτος **μόνο για τα πτηνά**, για τα έτη 2010-2019, N = αριθμός προσκρούσεων



Εικόνα 3.2.8: Προσκρούσεις (περιστατικά και άτομα) ανά έτος μόνο για τα πτηνά, για τα έτη 2010-2019, N = αριθμός προσκρούσεων.

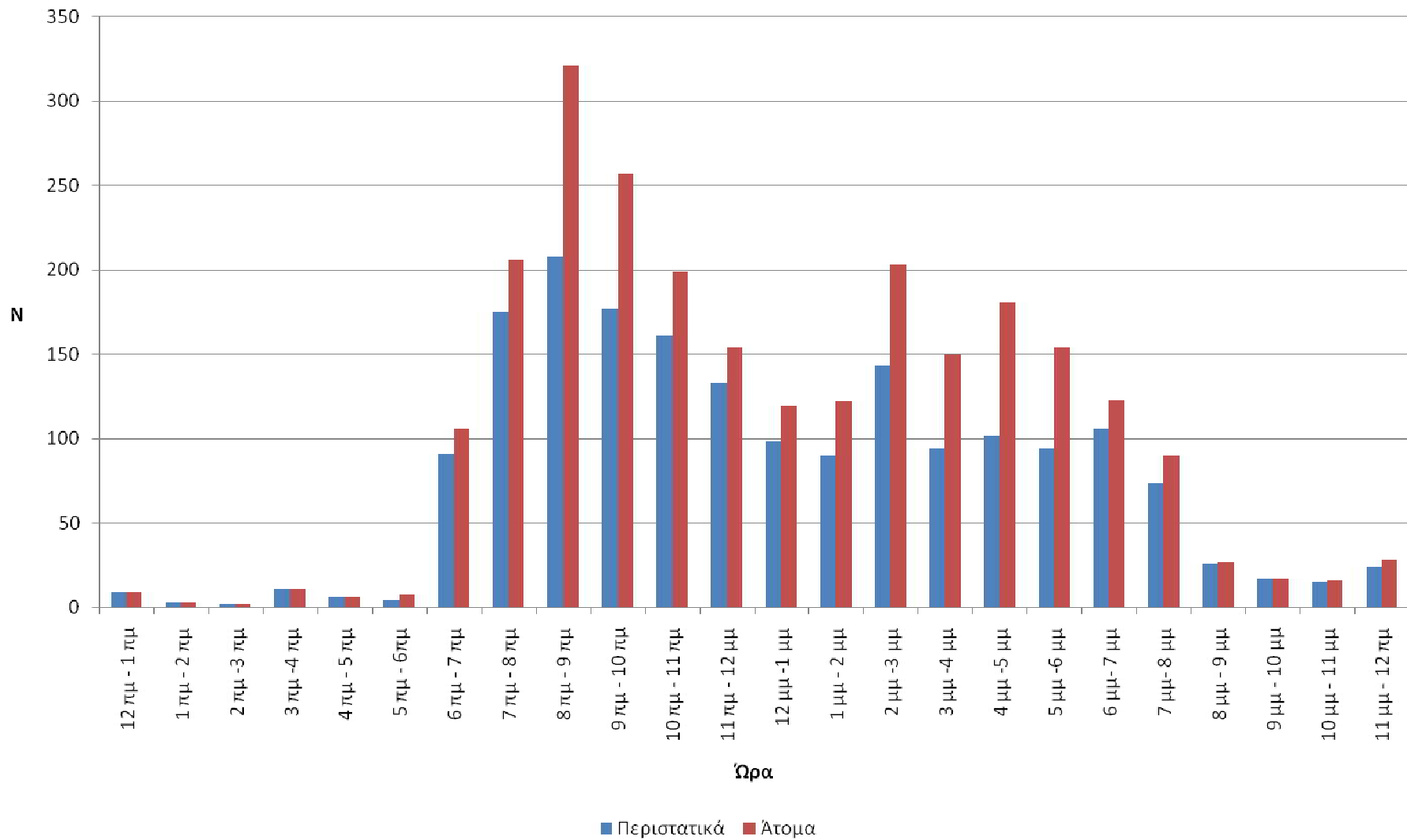
Στα διαγράμματα της Εικόνας 3.2.9 γίνεται σύγκριση του αριθμού των περιστατικών και των ατόμων τους μήνες εργασίας (Νοέμβριος-Μάρτιος, 5 μήνες) και τους υπόλοιπους μήνες (Απρίλιος-Οκτώβριος, 7 μήνες). **Την περίοδο Νοεμβρίου-Μαρτίου συμβαίνουν λιγότερα περιστατικά και καταγράφονται λιγότερα άτομα που εμπλέκονται σε αυτά, σε σχέση με την περίοδο Απριλίου-Οκτωβρίου.** Την περίοδο εργασίας (5 μήνες) θα ήταν αναμενόμενο να παρατηρήσουμε ένα ποσοστό περιστατικών και ατόμων που επηρεάζονται από τις προσκρούσεις κοντά στο $5 \cdot 100 / 12 = 41,7\%$ και αντίστοιχα για το υπόλοιπο έτος (7 μήνες) γύρω στο $7 \cdot 100 / 12 = 58,3\%$. Η απόκλιση των παρατηρηθέντων ποσοστών από τα αναμενόμενα είναι ιδιαίτερα μεγάλη, κάτι που επιβεβαιώνεται και με τον στατιστικό έλεγχο του X^2 (Για τα περιστατικά: $X^2 = 161.6970$, $p = 0,000000$, για τα άτομα: $X^2 = 77.83787$, $p = 0,000000$).



Εικόνα 3.2.9: Ποσοστό των περιστατικών προσκρούσεων (αριστερά) και των ατόμων που ενεπλάκησαν σε προσκρούσεις τους μήνες εργασίας (Νοέμβριος-Μάρτιος) και το υπόλοιπο έτος (Απρίλιος-Οκτώβριος) μόνο για τα πτηνά τα έτη 2010-2019.

Ο μέγιστος αριθμός περιστατικών και ατόμων που εμπλέκονται σημειώνεται το πρωί μεταξύ 8 πμ και 9 πμ. Τις επόμενες ώρες υπάρχει πτωτική τάση του αριθμού ατόμων και των περιστατικών με μικρή αύξηση των προσκρούσεων τις μεσημεριανές ώρες, το διάστημα μεταξύ 1 μμ και 2 μμ. Τις νυχτερινές ώρες καταγράφονται ελάχιστες προσκρούσεις (Εικόνα 3.2.10).

Σημειώνεται ότι οι εργασίες πεδίου έλαβαν χώρα στο διάστημα από ώρα 8:35 πμ μέχρι και 1:13 μμ, δηλαδή αφορούν το πρωινό χρονικό διάστημα που σημειώνεται ο μέγιστος αριθμός προσκρούσεων.



Εικόνα 3.2.10: Προσκρούσεις (N) (περιστατικά και άτομα) **πτηνών** ανά ώρα, από τον Ιανουάριο 2010 μέχρι τον Μάρτιο 2020.

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΕΩΝ ΤΩΝ ΠΤΗΝΩΝ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ

Η χωρική ανάλυση των δεδομένων προσκρούσεων συνίσταται στην ανάλυση ως προς τους δύο διαδρόμους, τον δυτικό και τον ανατολικό και ως προς τους τομείς.

Στον δυτικό διάδρομο καταγράφονται περισσότερες προσκρούσεις, τόσο στα περιστατικά, όσο και στα άτομα (Εικόνα 3.2.11). Αναλύοντας τα δεδομένα ανά έτος και με βάση τον έλεγχο του χ^2 διαπιστώθηκε ότι αυτές οι διαφορές είναι στατιστικά σημαντικές: για τα περιστατικά $\chi^2=16,19037$, $p=0,000057$ και για τα άτομα: $\chi^2=35,54712$, $p = 0,000000$.



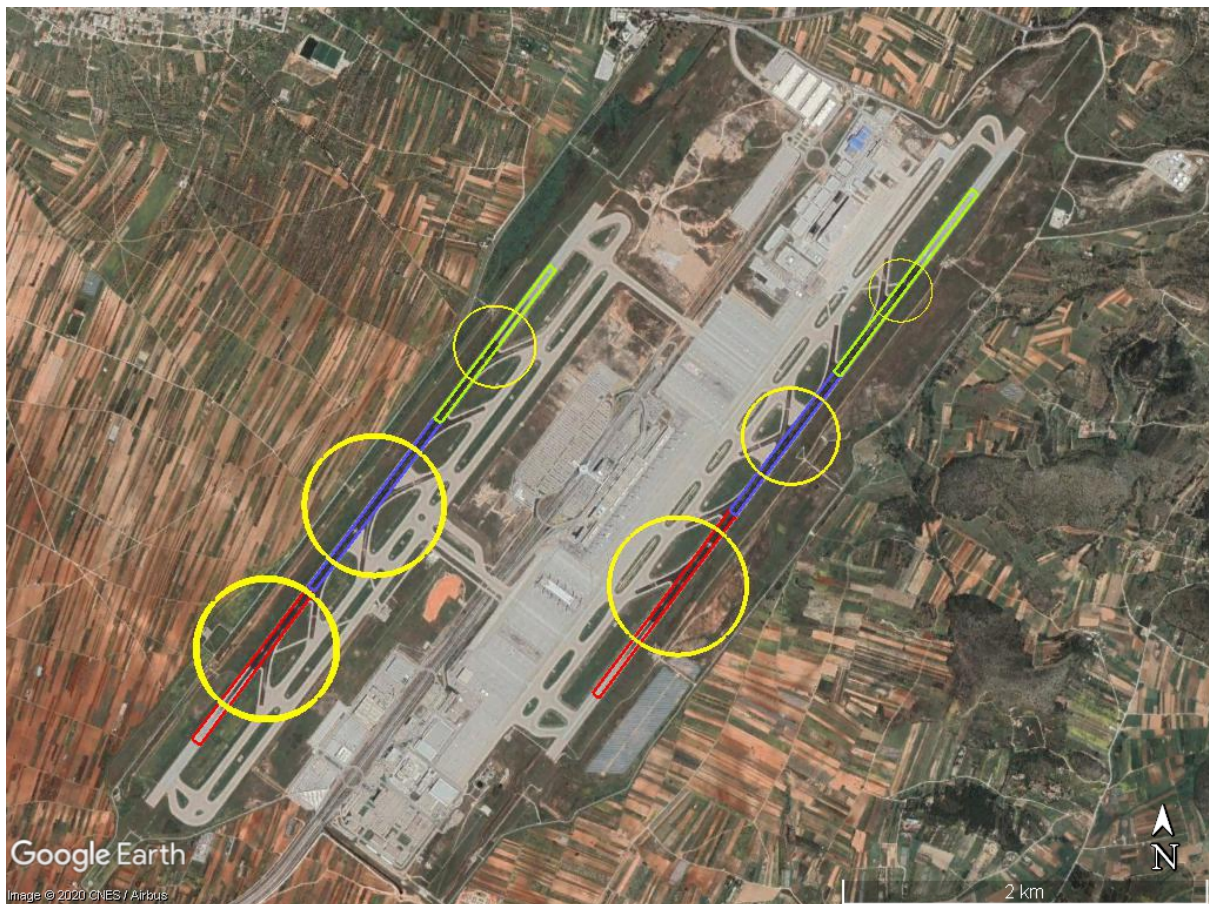
Εικόνα 3.2.11: Ποσοστά περιστατικών (αριστερά) και ατόμων που ενεπλάκησαν σε προσκρούσεις (δεξιά), μόνο για τα πτηνά, στον δυτικό και ανατολικό διάδρομο, τα έτη 2010-2019.

Η χωρική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι οι προσκρούσεις δεν κατανέμονται ομοιόμορφα ως προς τους τομείς των διαδρόμων (τιμές ελέγχου χ^2 $p<0,0000000$, τόσο ως προς τα περιστατικά όσο και ως προς τα άτομα). Στους **τομείς «Δυτικός 1» και «Δυτικός 2»** συμβαίνουν τα περισσότερα περιστατικά, ενώ από τον ανατολικό διάδρομο ο **τομέας «Ανατολικός 1»** διαθέτει τη μεγαλύτερη αφθονία προσκρούσεων. Και στους δύο διαδρόμους παρατηρείται μια φθίνουσα τάση προσκρούσεων από τον 1^ο (νοτιότερο) προς τον 3^ο (βρειότερο) τομέα (Πίνακας 3.2.2). Η κατανομή των προσκρούσεων στους τομείς απεικονίζεται στην Εικόνα 3.2.12.

Πίνακας 3.2.2: Ποσοστά (%) περιστατικών και ατόμων που εμπλέκονται σε αυτά ανά τομέα

Τομέας	Ποσοστό περιστατικών (%)	Ποσοστό ατόμων (%)
Δυτικός 1	21	22
Δυτικός 2	21	21
Δυτικός 3	12	12
Ανατολικός 1	21	21

Τομέας	Ποσοστό περιστατικών (%)	Ποσοστό ατόμων (%)
Ανατολικός 2	15	14
Ανατολικός 3	9	9



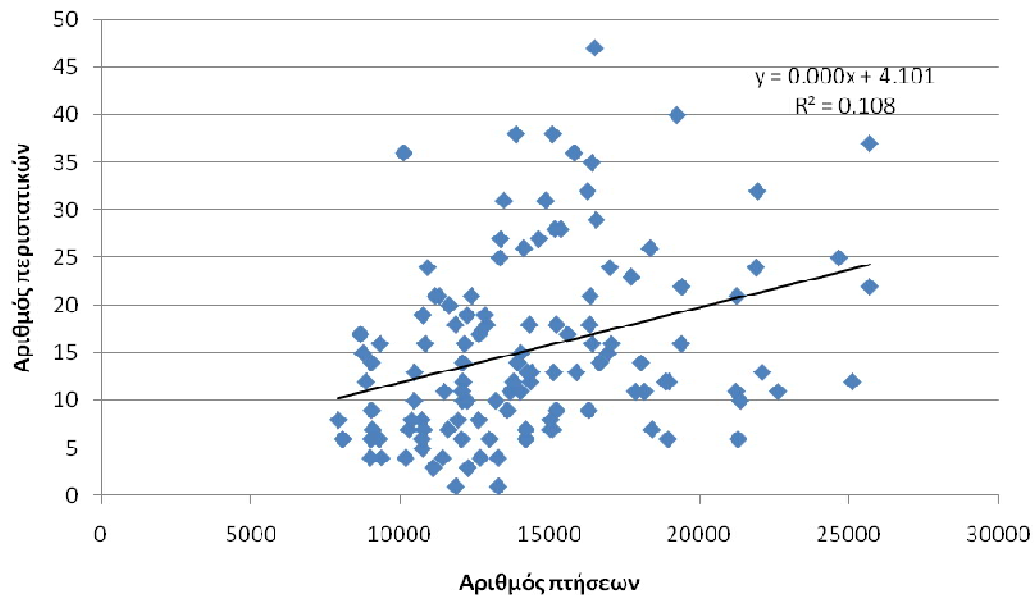
Εικόνα 3.2.12: Κατανομή προσκρούσεων στους τομείς όλους τους μήνες

ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΤΗΣΕΩΝ

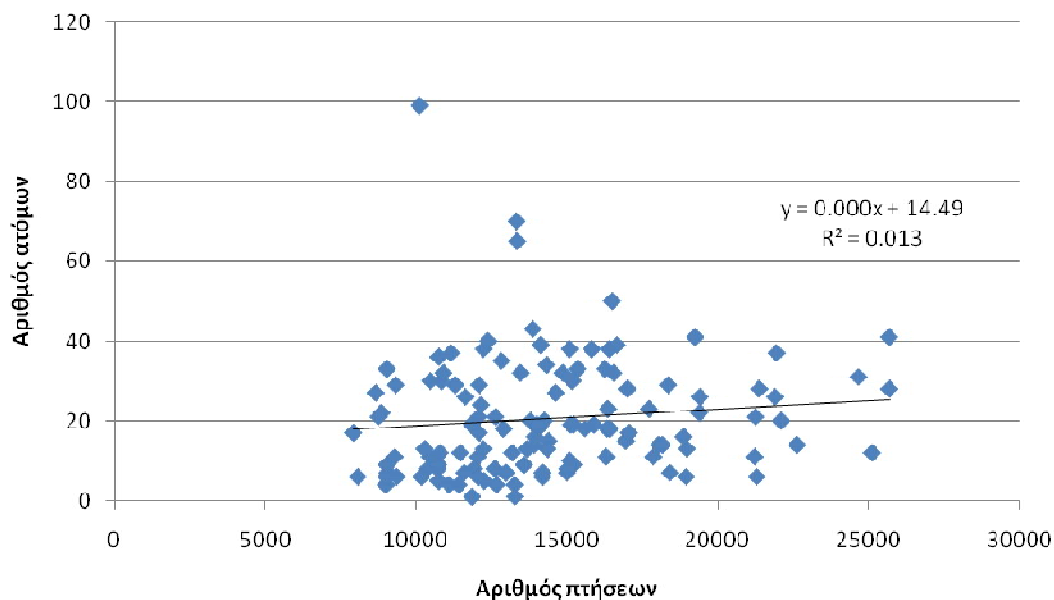
Στη συνέχεια ελέγχθηκε κατά πόσον ο αριθμός των περιστατικών και των ατόμων που εμπλέκονται σε αυτά επηρεάζεται από τον αριθμό των πτήσεων. Τα δεδομένα αυτά λήφθηκαν από την ιστοσελίδα της Υπηρεσίας Πολιτικής Αεροπορίας⁶ και περιλαμβάνουν τον αριθμό των πτήσεων ανά μήνα για την περίοδο για την οποία έχουμε και δεδομένα προσκρούσεων.

⁶ <http://www.ypa.gr/>

Όπως αναμενόταν, παρατηρείται **θετική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ του αριθμού των πτήσεων και του αριθμού των περιστατικών** (Συσχέτιση Spearman, $R=0,402356$, $p=0,000981$), καθώς και του αριθμού των ατόμων που εμπλέκονται σε προσκρούσεις (Συσχέτιση Spearman, $R=0,231628$, $p=0,009943$), (Εικόνες 3.2.13 και 3.2.14).



Εικόνα 3.2.13: Αριθμός περιστατικών σε συνάρτηση με τον αριθμό των πτήσεων



Εικόνα 3.2.14: Αριθμός ατόμων πτηγών που εμπλέκονται σε περιστατικά σε συνάρτηση με τον αριθμό των πτήσεων.

ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΕΙΣ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΠΕΔΙΟΥ

Στο διάστημα μεταξύ Νοεμβρίου 2019 – Μαρτίου 2020 σημειώθηκαν συνολικά 39 περιστατικά προσκρούσεων πτηνών με αεροσκάφη και 47 άτομα ενεπλάκησαν σε αυτά.

Ειδικότερα, για όλη την περίοδο, αλλά μόνο στο χρονικό διάστημα που καταγράφονταν τα δεδομένα αφθονίας των πτηνών στις διατομές των loops/strips, δηλαδή μεταξύ του χρονικού διαστήματος 8:37 και 13:13, έχουν καταγραφεί 18 περιστατικά και 21 άτομα που ενεπλάκησαν σε αυτά. Φαίνεται δηλαδή, ότι **σε αυτό το 5ωρο χρονικό διάστημα της ημέρας συνέβαιναν οι περισσότερες προσκρούσεις της περιόδου.**

Εξετάζοντας τα είδη των πτηνών που συμμετείχαν σε προσκρούσεις τους μήνες Νοέμβριος 2019 – Μάρτιος 2020, όλες τις ώρες (Πίνακας 3.2.3) ή μόνο τις ώρες εργασίας (Πίνακας 3.2.4), διαπιστώνεται ότι **τη μεγαλύτερη συμμετοχή στις προσκρούσεις παρουσιάζει το είδος *Emberiza calandra* κι έπειτα το είδος *Alauda arvensis*, όπως συμβαίνει και γενικότερα τους χειμερινούς μήνες στο αεροδρόμιο Ελ. Βενιζέλος (Πίνακας 3.2.1B).**

Πίνακας 3.2.3: Συμμετοχή ειδών στα περιστατικά την περίοδο Νοέμβριος 2019 – Μάρτιος 2020 (Α) και η σχετική τους αφθονία στα δεδομένα πεδίου (Βλέπε Κεφάλαιο 3.1). Με έντονα γράμματα τα είδη που έχουν παρατηρηθεί στο πεδίο, έστω και ποιοτικά.

Είδος	A	Σχετική αφθονία (%)
<i>Emberiza calandra</i> (Τσιφτάς)	12,82	13,67
<i>Alauda arvensis</i> (Σιταρήθρα)	3,44	58,02
<i>Larus michahellis</i> (Ασημόγλαρος)	20,51	-
<i>Motacilla alba</i> (Λευκοσουσουράδα)	17,95	0,72
<i>Falco tinnunculus</i> (Βραχοκιρκίνεζο)	2,56	0,03
<i>Buteo buteo</i> (Γερακίνα)	5,13	0,10
<i>Pluvialis apricaria</i> (Βροχοπούλι)	7,69	-
<i>Anthus pratensis</i> (Λιβαδοκελάδα)	2,56	21,07
<i>Vanellus vanellus</i> (Καλημάνα)	2,56	-
<i>Galerida cristata</i> (Κατσουλιέρης)	2,56	0,98
<i>Fringilla coelebs</i> (Σπίνος)	2,56	-
<i>Hydrocoloeus minutus</i> (Νανόγλαρος)	5,13	-

Είδος	A	Σχετική αφθονία (%)
<i>Tyto alba</i> (Τυτώ)	2,56	-
<i>Columba livia</i> (Περιστέρι)	2,56	4,96
<i>Melanocorypha calandra</i> Γαλιάντρα	2,56	-
<i>Uruba erops</i> (Τσαλαπετεινός)	2,56	-
<i>Calidris pugnax</i> (Μαχητής)	2,56	-
<i>Charadrius morinellus</i> (Βουνοσφυριχτής)	2,56	0,07

Πίνακας 3.2.4: Συμμετοχή ειδών στα περιστατικά μόνο τις ώρες εργασίας και μόνο την περίοδο Νοέμβριος 2019 – Μάρτιος 2020 (B) και η σχετική τους αφθονία στα δεδομένα πεδίου (Βλέπε Κεφάλαιο 3.1). Με έντονα γράμματα τα είδη που έχουν παρατηρηθεί στο πεδίο, έστω και ποιοτικά.

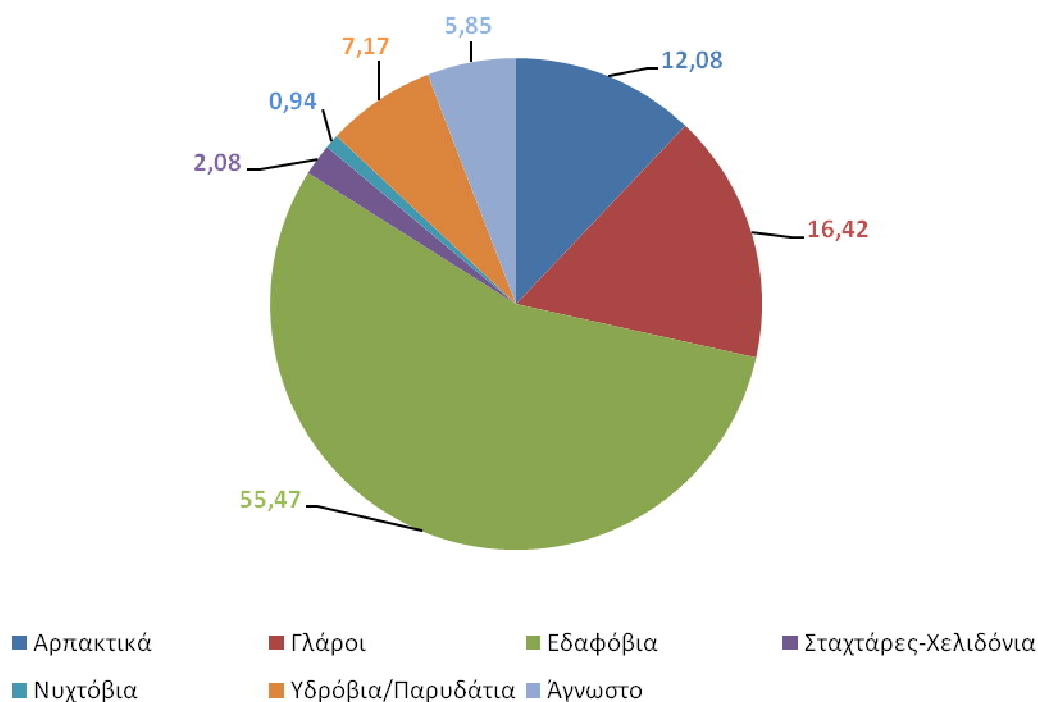
Είδος	B	Σχετική αφθονία (%)
<i>Alauda arvensis</i> (Σιταρήθρο)	5,56	58,02
<i>Emberiza calandra</i> (Τσιφτάς)	16,67	13,67
<i>Larus michahellis</i> (Ασημόγλαρος)	27,78	-
<i>Falco tinnunculus</i> (Βραχοκιρκίνεζο)	5,56	0,03
<i>Buteo buteo</i> (Γερακίνα)	5,56	0,10
<i>Motacilla alba</i> (Λευκοσουσουράδα)	16,67	0,72
<i>Anthus pratensis</i> (Λιβαδοκελάδα)	5,56	21,07
<i>Hydrocoloeus minutus</i> (Νανόγλαρος)	5,56	-
<i>Fringilla coelebs</i> (Σπίνος)	5,56	-
<i>Melanocorypha calandra</i> (Γαλιάντρα)	5,56	-

Προφανώς στους παραπάνω πίνακες τα ποσοστά της δεύτερης στήλης (για όλα τα έτη) δεν δίνουν άθροισμα 100, διότι δεν αφορούν όλα τα είδη με τα οποία έχουν παρατηρηθεί προσκρούσεις τους μήνες Νοέμβριο – Μάρτιο όλων των ετών. Η στήλη αυτή εξυπηρετεί τη

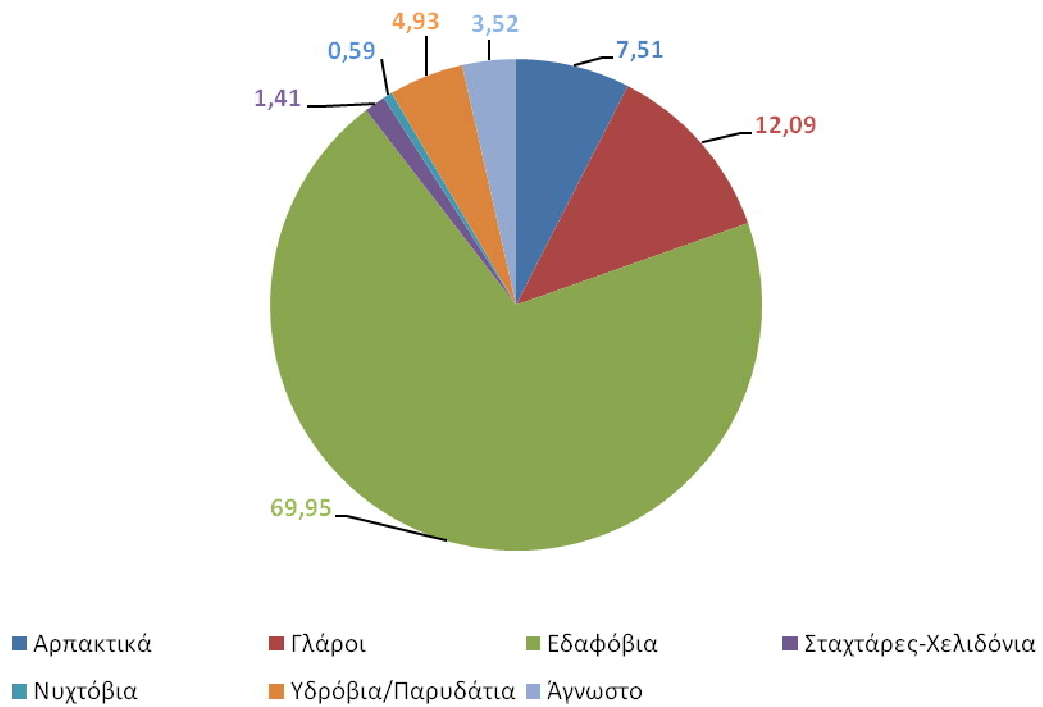
σύγκριση με τα αντίστοιχα ποσοστά συμμετοχής των ειδών σε προσκρούσεις ειδικά για την περίοδο Νοέμβριος 2019 – Μάρτιος 2020. Τα είδη που καταγράφονται στους Πίνακες 3.2.3 και 3.2.4 είναι δηλαδή όλα τα είδη με τα οποία σημειώθηκαν προσκρούσεις την περίοδο αυτή (Νοέμβριος 2019 – Μάρτιος 2020).

Το σύνολο των περιστατικών και των ατόμων που ενεπλάκησαν σε προσκρούσεις το χρονικό διάστημα Νοέμβριος 2019 – Μάρτιος 2020 και τις συγκεκριμένες ώρες είναι περιορισμένα και δεν αρκούν για την πραγματοποίηση στατιστικών ελέγχων, ώστε να ελεγχθεί κατά πόσο συσχετίζεται η αφθονία των ατόμων που μετρήθηκε κατά τις εργασίες πεδίου με τον αριθμό των προσκρούσεων. Για τον λόγο αυτό, για τη σύγκριση με τα δεδομένα αφθονίας για την περίοδο εργασίας αξιοποιήθηκαν τα δεδομένα προσκρούσεων που αφορούν στους 5 αυτούς μήνες από όλα όμως τα έτη.

Κατά τους μήνες εργασίας, το χειμώνα, όλα τα έτη, το 55,47% των προσκρούσεων την περίοδο εργασίας αφορά εδαφόβια είδη, το 16,42% αφορά γλάρους και το 12,08% αρπακτικά (Εικόνα 3.2.15). Μάλιστα, το ποσοστό των ατόμων εδαφόβιων ειδών που έχουν εμπλακεί σε προσκρούσεις την περίοδο εργασίας είναι ακόμα μεγαλύτερο και ίσο με 69,95% (Εικόνα 3.2.16).

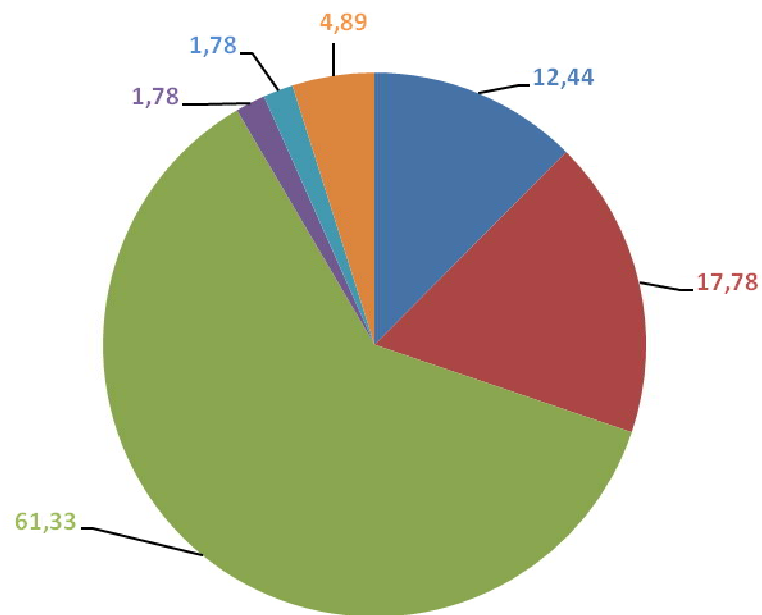


Εικόνα 3.2.15: Συμμετοχή ειδών στις προσκρούσεις από τον Νοέμβριο έως τον Μάρτιο για όλα τα έτη



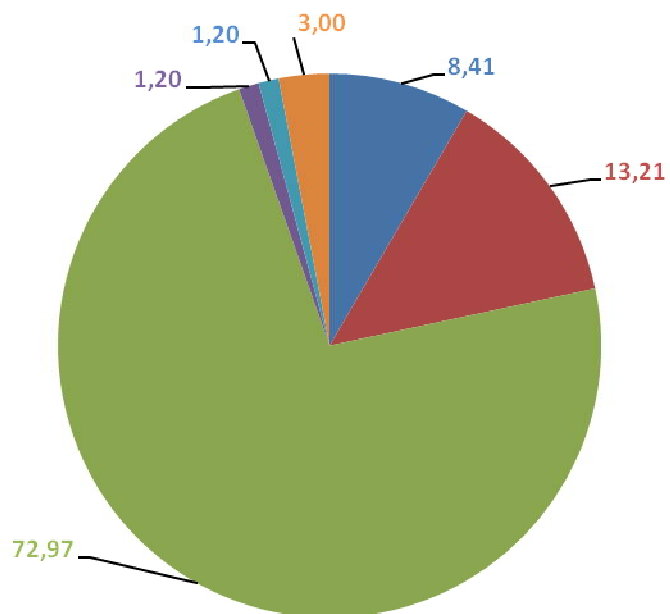
Εικόνα 3.2.16: Εμπλοκή ατόμων στις προσκρούσεις από τον Νοέμβριο έως τον Μάρτιο για όλα τα έτη

Εάν εστιάσουμε μόνο στις ώρες εργασίας για τους μήνες Νοέμβριο-Μάρτιο, έχουν καταγραφεί 227 περιστατικά και 345 άτομα για όλα τα έτη, και η συμμετοχή των ειδών στις προσκρούσεις απεικονίζεται στην Εικόνα 3.2.17, ενώ το ποσοστό των ατόμων που συμμετέχουν σε αυτές φαίνεται στην Εικόνα 3.2.18. Παρατηρούμε πως και τα δύο ποσοστά είναι ακόμα μεγαλύτερα για τα εδαφόβια είδη σε σχέση με την περίπτωση που εξετάζονται όλες οι ώρες των πέντε μηνών.



■ Αρπακτικά ■ Γλάροι ■ Εδαφόβια ■ Σταχτάρες-Χελιδόνια ■ Υδρόβια/Παρυδάτια ■ Άγνωστο

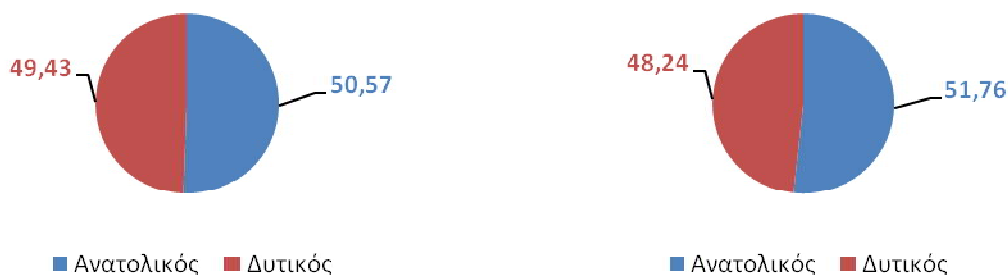
Εικόνα 3.2.17: Συμμετοχή ειδών στις προσκρούσεις τους μήνες και ώρες εργασίας για όλα τα έτη



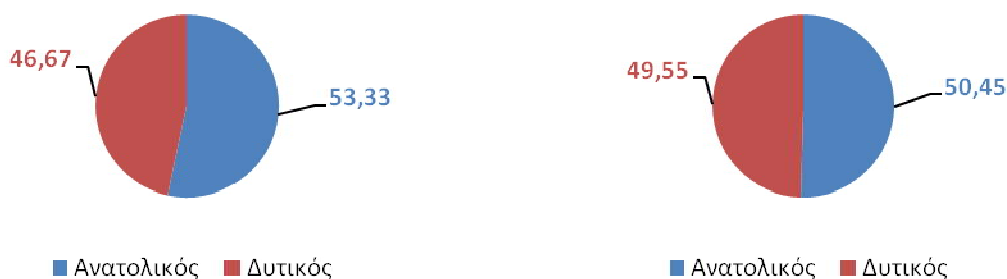
■ Αρπακτικά ■ Γλάροι ■ Εδαφόβια ■ Σταχτάρες-Χελιδόνια ■ Υδρόβια/Παρυδάτια ■ Άγνωστο

Εικόνα 3.2.18: Εμπλοκή ατόμων στις προσκρούσεις τους μήνες και ώρες εργασίας για όλα τα έτη

Στη συνέχεια εξετάστηκε η χωρική κατανομή των προσκρούσεων από το Νοέμβριο έως τον Μάρτιο για όλες τις ώρες (Εικόνα 3.2.19) και μόνο για τις ώρες εργασίας (Εικόνα 3.2.20). **Οι προσκρούσεις κατανέμονται ισομερώς στον Δυτικό και Ανατολικό διάδρομο**, σύμφωνα και με τον στατιστικό έλεγχο χ^2 ($p>0,05$).



Εικόνα 3.2.19: Προσκρούσεις (αριστερά: περιστατικά, δεξιά: άτομα) από το Νοέμβριο έως τον Μάρτιο για όλα τα έτη.



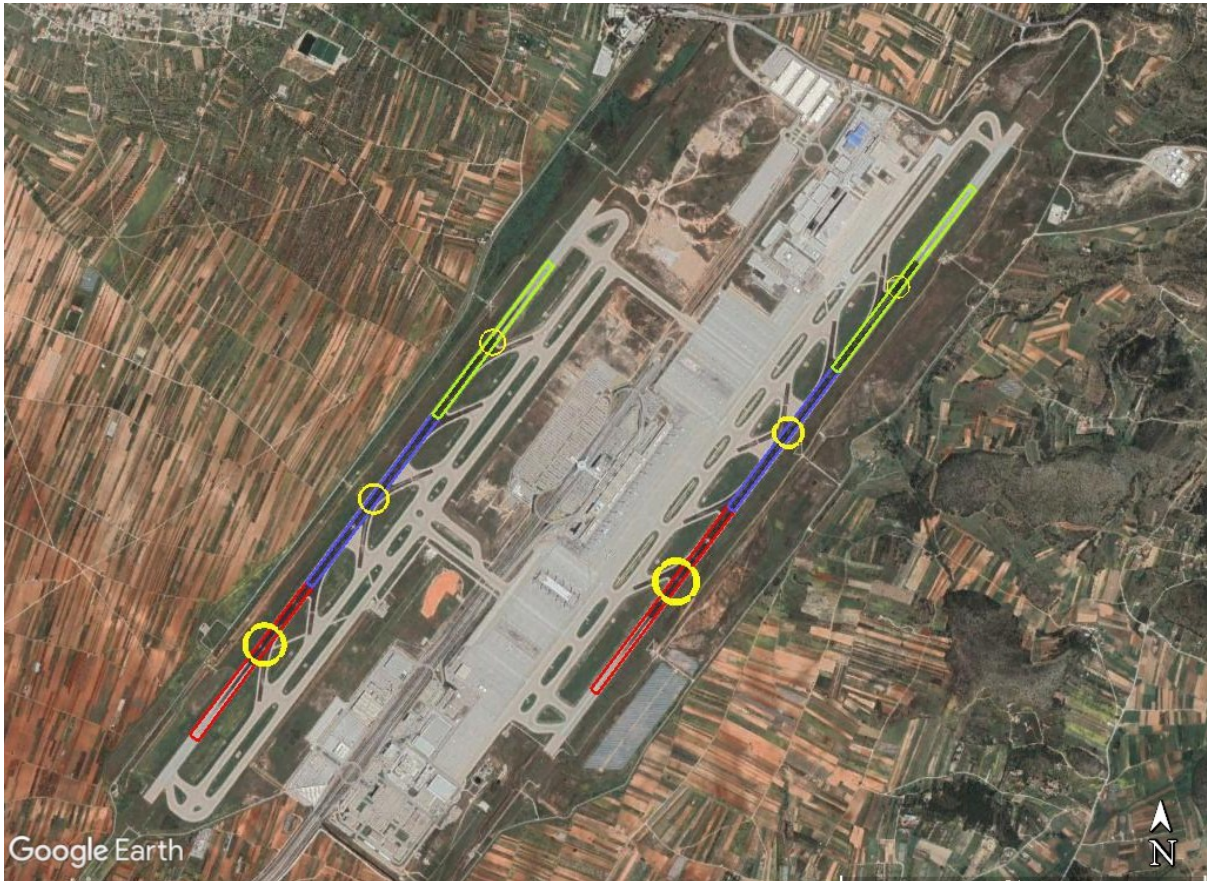
Εικόνα 3.2.20: Προσκρούσεις (αριστερά: περιστατικά, δεξιά: άτομα) από το Νοέμβριο έως τον Μάρτιο για όλα τα έτη, μόνο τις ώρες εργασίας

Τέλος, η ανάλυση των δεδομένων προσκρούσεων ως προς τους τομείς έδειξε πως δεν υπάρχει ισοκατανομή των περιστατικών και των ατόμων που εμπλέκονται στις προσκρούσεις για όλες τις ώρες της ημέρας, τους μήνες Νοέμβριο έως Μάρτιο όλων των ετών (Πίνακας 3.2.5) (Εικόνα 3.2.21). Όπως φαίνεται, ακολουθείται ένα αντίστοιχο πρότυπο όπως για όλους τους μήνες, δηλαδή κατά μήκος και των δύο διαδρόμων έχουμε μείωση του αριθμού των περιστατικών από το νοτιότερο τομέα στο βρειότερο.

Αντίθετα, στην περίπτωση που εξετάζονται μόνο οι προσκρούσεις τις ώρες που πραγματοποιήθηκαν οι εργασίες πεδίου, αν και δεν υπάρχει ισοκατανομή στον αριθμό των ατόμων που εμπλέκονται σε αυτές, ο αριθμός των περιστατικών φαίνεται ότι δεν διαφέρει μεταξύ των τομέων (Πίνακας 3.2.6).

Πίνακας 3.2.5: Προσκρούσεις στους τομείς, το χειμώνα (Νοέμβριος – Μάρτιος), όλα τα έτη

Τομέας	Αριθμός περιστατικών	Αριθμός ατόμων
Δυτικός 1	104	172
Δυτικός 2	76	120
Δυτικός 3	67	104
Ανατολικός 1	111	205
Ανατολικός 2	77	129
Ανατολικός 3	60	80
χ^2	25,37576	77,89630
p-value	0,000118	0,000000



Εικόνα 3.2.21: Κατανομή προσκρούσεων στους τομείς τους μήνες Νοέμβριο – Μάρτιο όλων των ετών όλες τις ώρες

Πίνακας 3.2.6: Προσκρούσεις στους τομείς, το χειμώνα (Νοέμβριος – Μάρτιος), όλα τα έτη, μόνο τις ώρες εργασίας

Τομέας	Αριθμός περιστατικών	Αριθμός ατόμων
Δυτικός 1	39	61
Δυτικός 2	36	46
Δυτικός 3	27	55
Ανατολικός 1	45	60
Ανατολικός 2	42	63
Ανατολικός 3	23	28
χ^2	10,56604	17,00000
p-value	0,060699	0,004501

Για τους μήνες Νοέμβριο – Μάρτιο όλων των ετών προέκυψε με βάση τον έλεγχο του χ^2 πως ο παρατηρούμενος αριθμός προσκρούσεων ανά τομέα είναι διαφορετικός από τον αναμενόμενο με βάση τις αφθονίες των πτηνών που καταγράφηκαν στο πεδίο (χ^2 : 66,84666, $p = 0,000000$) (Πίνακας 3.2.7). Αυτό σημαίνει πως υπάρχει διαφορετικό πρότυπο κατανομής των προσκρούσεων στους τομείς από εκείνο της αφθονίας των πτηνών.

Πίνακας 3.2.7: Αφθονίες πτηνών τους μήνες Νοέμβριος 2019 – Μάρτιος 2020, αναμενόμενο ποσοστό περιστατικών, αναμενόμενα περιστατικά και προσκρούσεις τους μήνες Νοέμβριο – Μάρτιο όλων των ετών

Τομέας	Αφθονίες πτηνών (άτομα/km)	Αναμενόμενο ποσοστό περιστατικών	Αναμενόμενα περιστατικά	Προσκρούσεις
Δυτικός 1	129,37	17,94	88,83	104
Δυτικός 2	150,12	20,81	103,01	76
Δυτικός 3	139,90	19,40	96,03	67
Ανατολικός 1	90,29	12,52	61,97	111
Ανατολικός 2	144,96	20,12	99,59	77
Ανατολικός 3	66,58	9,23	45,69	60

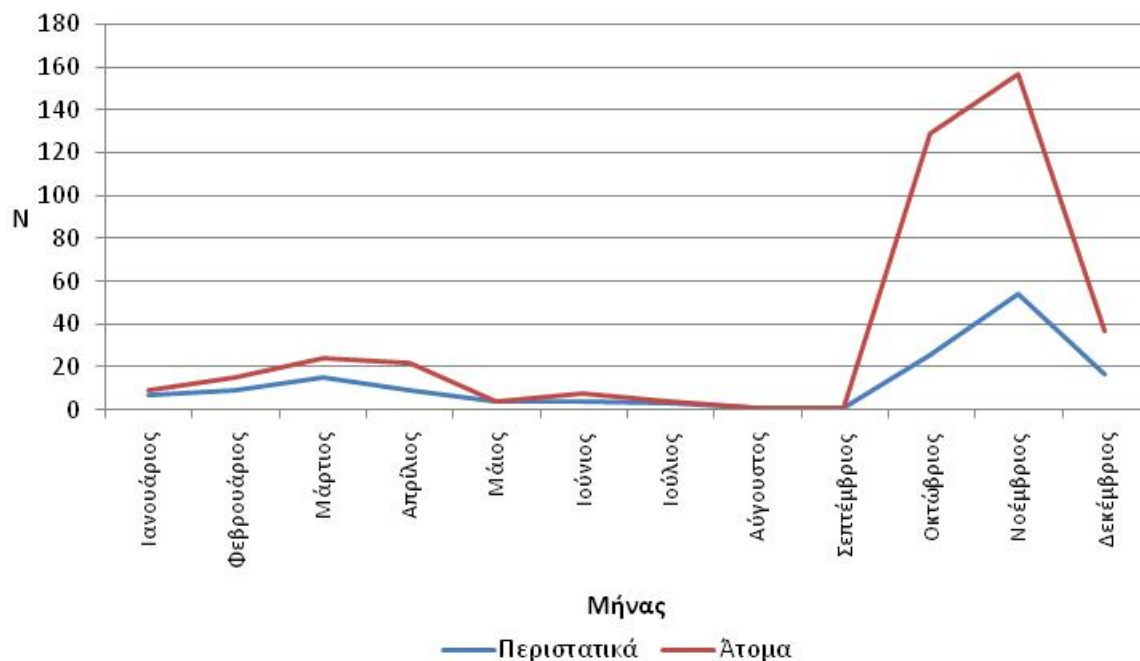
Ο ίδιος έλεγχος έγινε και μόνο για την περίοδο Νοεμβρίου 2019 – Μαρτίου 2020 και βρέθηκε πως δεν υπάρχει διαφορά ανάμεσα στα περιστατικά προσκρούσεων και στα αναμενόμενα περιστατικά ανά τομέα με βάση τις αφθονίες που παρατηρήθηκαν στο πεδίο (χ^2 : 6,760225, $p=0,239095$) (Πίνακας 3.2.8). Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί ως αντιστοιχία του προτύπου κατανομής της αφθονίας των πτηνών με το πρότυπο κατανομής των προσκρούσεων τους μήνες αυτούς.

Πίνακας 3.2.8: Αφθονίες πτηνών τους μήνες Νοέμβριος 2019 – Μάρτιος 2020, αναμενόμενο ποσοστό περιστατικών, αναμενόμενα περιστατικά και προσκρούσεις τους μήνες Νοέμβριο 2019 – Μάρτιος 2020

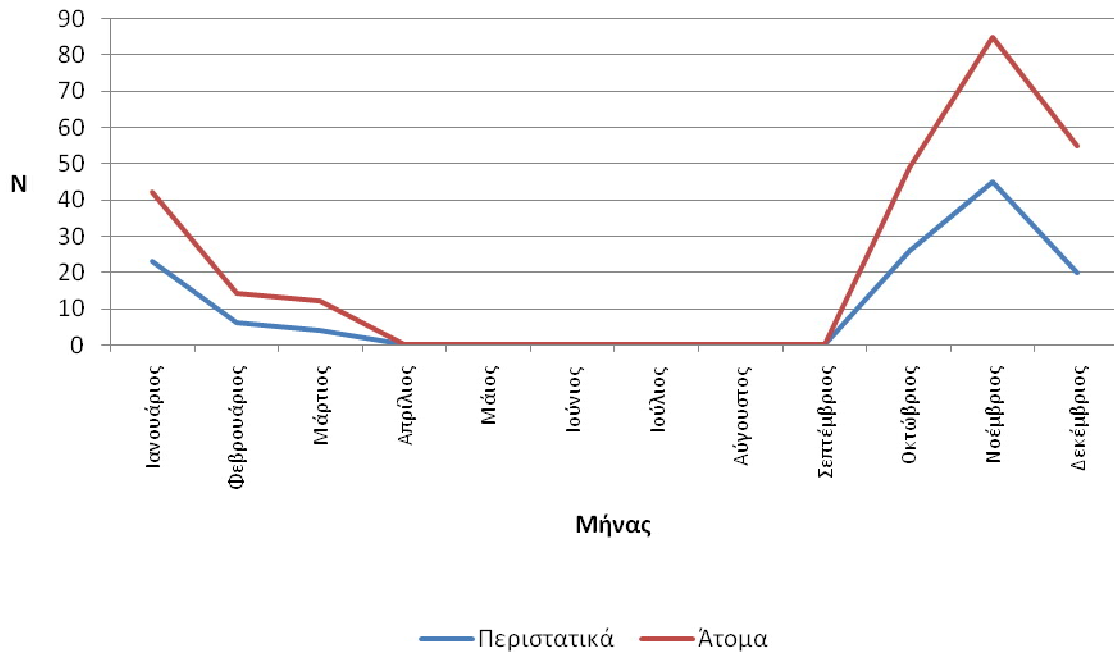
Τομέας	Αφθονίες πτηνών (άτομα/km)	Αναμενόμενο ποσοστό περιστατικών	Αναμενόμενα περιστατικά	Προσκρούσεις
Δυτικός 1	129,37	17,94	6,82	6

Τομέας	Αφθονίες πτηνών (άτομα/km)	Αναμενόμενο ποσοστό περιστατικών	Αναμενόμενα περιστατικά	Προσκρούσεις
Δυτικός 2	150,12	20,81	7,90	6
Δυτικός 3	139,90	19,40	7,37	8
Ανατολικός 1	90,29	12,52	4,76	9
Ανατολικός 2	144,96	20,12	7,65	4
Ανατολικός 3	66,58	9,23	3,51	5

Τα είδη *Emberiza calandra* και *Alauda arvensis* είναι δύο από τα τρία πιο άφθονα είδη στο αεροδρόμιο, και δύο από τα τέσσερα είδη που εμπλέκονται συχνότερα σε προσκρούσεις. Στις Εικόνες 3.2.22 και 3.2.23 φαίνεται ο αριθμός των προσκρούσεων και των ατόμων για αυτά τα είδη ανά μήνα. Και τα δύο είδη παρουσιάζουν μέγιστο αριθμό προσκρούσεων τον Νοέμβριο. Συγκεκριμένα, αυτό το μήνα 157 άτομα του είδους *Emberiza calandra* έχουν εμπλακεί σε 54 περιστατικά, και 85 άτομα του είδους *Alauda arvensis* έχουν εμπλακεί σε 45 περιστατικά. Τους μήνες Απρίλιο μέχρι Σεπτέμβριο δεν έχει καταγραφεί κανένα περιστατικό με το είδος *Alauda arvensis*, ενώ τους ίδιους μήνες τα περιστατικά με το είδος *Emberiza calandra* μειώνονται πάρα πολύ.



Εικόνα 3.2.22: Προσκρούσεις (άτομα και περιστατικά) για το είδος *Emberiza calandra* ανά μήνα για τα έτη 2010-2019, N = αριθμός προσκρούσεων.



Εικόνα 3.2.23: Προσκρούσεις (άτομα και περιστατικά) για το είδος *Alauda arvensis* ανά μήνα για τα έτη 2010-2019, N = αριθμός προσκρούσεων.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το φαινόμενο των προσκρούσεων των πτηνών με τα αεροπλάνα είναι ένα πρόβλημα για τις αερομεταφορές που, ωστόσο, δεν έχει μελετηθεί στον ελληνικό χώρο επαρκώς. Ειδικά όσον αφορά στους πληθυσμούς των πτηνών στους χώρους των αεροδρομίων δεν υπάρχουν δημοσιευμένες εργασίες από την Ελλάδα (Siopis et al. 2015).

Για την αναζήτηση σχετικής εργασίας στη διεθνή βιβλιογραφία αξιοποιήθηκαν οι βιβλιογραφικές βάσεις Scopus και Google Scholar με συνδυασμούς από τις εξής λέξεις-κλειδιά: airport, avifauna, avian community, Aves, birds, abundance.

Τα αποτελέσματα της αναζήτησης έδωσαν έναν αριθμό εργασιών οι οποίες στην πλειονότητά τους δεν ήταν σχετικές με την παρούσα εργασία. Από την αναζήτηση διαπιστώνεται ότι ένας, όχι αμελητέος, αριθμός ερευνών σχετικά με την ορνιθοπανίδα σε αεροδρόμια, έχει εκπονηθεί επειδή τα αεροδρόμια, ως χώροι με ελεγχόμενη παρουσία ανθρώπων, εξυπηρετούν την έρευνα της επίδρασης της ανθρώπινης δραστηριότητας και του δυνατού θορύβου στη συμπεριφορά όχι μόνο των πτηνών, αλλά και γενικότερα των ζώων.

Υπάρχουν εργασίες στις οποίες έχει μελετηθεί η αφθονία των πτηνών σε αεροδρόμια της Κίνας με έμφαση στη χρονική διακύμανση της ορνιθοπανίδας, αλλά το πλήρες κείμενό τους δεν είναι διαθέσιμο και τα αποτελέσματά τους δεν παρουσιάζουν ένα κοινό πρότυπο. Ενδεικτικά, σύμφωνα με αποτελέσματα που αναφέρονται στις περιλήψεις των εργασιών, στο αεροδρόμιο Fuyang η ποικιλότητα και ισοδιανομή στην ορνιθοκοινότητα ήταν υψηλότερες το καλοκαίρι έναντι των υπολοίπων εποχών (Li et al. 2011), ενώ στο αεροδρόμιο Xianyang η μεγαλύτερη αφθονία ειδών και ατόμων καταγράφηκε τους μήνες Φεβρουάριο και Οκτώβριο (Zheng et al. 2015). Τόσο στις παραπάνω εργασίες, όσο και σε αντίστοιχη εργασία που εκπονήθηκε πτηνών στο Διεθνές Αεροδρόμιο «Murtala Muhammed» στο Λάγος της Νιγηρίας, εφαρμόστηκε η μέθοδος των διατομών (Oduntan et al. 2011). Τα αποτελέσματά τους όμως δεν είναι άμεσα συγκρίσιμα με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, αφενός γιατί αφορούν σε άλλες βιογεωγραφικές ζώνες, με διαφορετικά είδη πτηνών, αφετέρου διότι παρουσιάζουν τα αποτελέσματα κυρίως με τη χρήση δεικτών ποικιλότητας, ενώ δεν εξετάζουν τη χωρική κατανομή των πτηνών εντός του αεροδρομίου.

Η εργασία της Ridiche (2016) εκπονήθηκε στο Διεθνές Αεροδρόμιο της Κραϊόβα (Ρουμανία), όμως τα δεδομένα πεδίου δεν έχουν συλλεχθεί με ποσοτική μέθοδο δειγματοληψίας και αφορούν σε ευρύτερες εκτάσεις, εντός αλλά και περιμετρικά του αεροδρομίου. Μεταξύ των ειδών που παρατηρήθηκαν αρκετά συχνά βρίσκονται είδη που παρατηρήθηκαν και στο αεροδρόμιο «Ελ. Βενιζέλος», όπως τα είδη *Columba livia*, *Emberiza calandra*, *Pica pica* και *Falco tinnunculus*. 14 από τα 58 είδη που καταγράφηκαν στο πλαίσιο της έρευνας της Ridiche, είτε εσωτερικά της περιμέτρου του αεροδρομίου είτε στην ευρύτερη περιοχή, παρατηρήθηκαν και στο αεροδρόμιο «Ελ. Βενιζέλος», είτε ποιοτικά είτε και ποσοτικά.

Συμπερασματικά, το ζήτημα της χωρικής κατανομής της ορνιθοπανίδας εντός των αεροδρομίων δεν είναι επαρκώς μελετημένο διεθνώς ή τουλάχιστον τέτοιου είδους δεδομένα δεν αποτελούν μέρος επιστημονικών δημοσιεύσεων.

Η παρούσα εργασία ξεκίνησε με σκοπό να προσδιοριστούν οι τροφικές προτιμήσεις των σποροφάγων πτηνών στο αεροδρόμιο «Ελ. Βενιζέλος». Οι περισσότερες επισκέψεις θα γίνονταν για τις δειγματοληψίες που θα αφορούσαν τα είδη και τις αφθονίες των πτηνών στις περιοχές μελέτης του αεροδρομίου, ενώ οι τελευταίες επισκέψεις θα γίνονταν με σκοπό την καταγραφή της βλάστησης στις περιοχές αυτές. Με τον τρόπο αυτό θα μπορούσε να γίνει μία συσχέτιση της σύνθεσης και της αφθονίας των πτηνών με τη βλάστηση σε κάθε περιοχή, προκειμένου να ελεγχθεί αν συγκεκριμένος τύπος βλάστησης προσελκύει ένα ή περισσότερα είδη πτηνών. Οι επισκέψεις για τα πτηνά ολοκληρώθηκαν, όμως οι δύο τελευταίες προγραμματισμένες επισκέψεις του Μαρτίου που θα γίνονταν για την καταγραφή της βλάστησης δεν πραγματοποιήθηκαν λόγω των περιορισμών που επιβλήθηκαν εξ' αιτίας της πανδημίας του COVID-19. Ως εκ τούτου, δεν στάθηκε εφικτό να ελεγχθεί η επίδραση των χαρακτηριστικών της βλάστησης στα χωρικά πρότυπα κατανομής της ορνιθοπανίδας στους χώρους του αεροδρομίου Ελ. Βενιζέλος.

Κατά τις εργασίες πεδίου καταγράφηκαν **28 είδη στο αεροδρόμιο και 14 είδη στις διατομές**, στην πλειονότητά τους είδη εδαφόβια και σποροφάγα, όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο των αποτελεσμάτων. Τα τρία πιο άφθονα είδη που παρατηρήθηκαν είναι τα είδη *Alauda arvensis*, *Anthus pratensis* και *Emberiza calandra*, τα οποία συνιστούν περισσότερο από το 90% των συνολικών παρατηρήσεων.

Με την πάροδο του χειμώνα στην παρούσα εργασία δεν υπάρχει ξεκάθαρη τάση που να αφορά στον αριθμό των ειδών ανά ημέρα, κάτι που είναι αποτέλεσμα της μικρής αφθονίας κάποιων ειδών που παρατηρήθηκαν τυχαία σε κάποιες επισκέψεις και όχι σε κάποιες άλλες, ενώ τα πιο άφθονα είδη ήταν παρόντα σε όλες τις επισκέψεις. Το είδος *Galerida cristata* δεν παρατηρήθηκε σε δύο επισκέψεις και η *Motacilla alba* μόνο σε μία. Υπάρχουν τρία είδη που παρατηρήθηκαν μόνο στην αρχή (όχι μετά τις 9/12/2019), τα *Saxicola rubicula*, *Carduelis cannabina* και *Carduelis carduelis*, όμως παρατηρήθηκαν σε πολύ μικρές αφθονίες (1, 2 και 6 άτομα αντίστοιχα), επομένως φαίνεται να είναι απλώς θέμα τύχης η παρατήρησή τους σε κάποιες επισκέψεις και όχι σε κάποιες άλλες, καθώς και τα τρία είδη είναι επιδημητικά. Αντίστοιχα, στις δύο τελευταίες επισκέψεις παρατηρήθηκαν τα είδη *Phoenicurus ochruros* και *Charadrius morinellus*, τα οποία ομοίως καταγράφηκαν σε μικρές αφθονίες, 1 και 2 άτομα αντίστοιχα. Το είδος *Phoenicurus ochruros* είναι επιδημητικό, αλλά ο *Charadrius morinellus* είναι μεταναστευτικό και δε θα μπορούσε να είχε παρατηρηθεί νωρίτερα. Τα είδη *Buteo buteo*, *Falco tinnunculus* και *Pica pica* παρατηρούνταν συχνά στους χώρους του αεροδρομίου, όμως μόνο λίγες φορές καταγράφηκαν στα loops/strips και συνεισφέρουν ελάχιστα στις αφθονίες, ενώ το είδος *Columba livia* παρατηρήθηκε μόλις 4 φορές να αξιοποιεί τις περιοχές μελέτης, αλλά σε μεγάλες ομάδες, και έτσι συνεισφέρει αρκετά στη συνολική αφθονία, σε σχέση με άλλα είδη. Ποσοτικά καταγράφηκε από τις 7/11/2019 μέχρι τις 20/1/2020, από την αρχή των εργασιών πεδίου μέχρι περίπου τη μέση. Οι μεταβολές, λοιπόν, στον αριθμό των ειδών φαίνεται ότι είναι περισσότερο τυχαίες, καθώς οφείλονται σε

είδη που παρατηρήθηκαν σε μικρές μόνο αφθονίες, ενώ, με εξαίρεση ίσως το είδος *Columba livia*, δεν υπάρχει κάποιο άλλο είδος που παρατηρήθηκε σε μεγάλες αφθονίες μόνο στην αρχή ή μόνο στο τέλος, και δεν παρατηρήθηκε τον υπόλοιπο καιρό. Επιπρόσθετα, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να τονιστεί σε αυτό το σημείο ότι στις συσχετίσεις αυτές έχουν συμπεριληφθεί μόνο τα είδη που παρατηρήθηκαν να αξιοποιούν το έδαφος στα loops και τα strips, και όχι τα είδη που έχουν καταγραφεί μόνο ποιοτικά.

Όταν όμως εξετάστηκε ο αριθμός των ειδών ανά διατομή παρατηρήθηκε ότι σημειώνεται μείωση αυτού με το πέρας του χειμώνα. Αυτό υποδεικνύει ότι τα πτηνά έχουν αρχίσει να φεύγουν. Πράγματι, αυτό φαίνεται ξεκάθαρα με τη μείωση της αφθονίας των πτηνών με την πάροδο του χειμώνα. Ειδικότερα, παρατηρείται μείωση της αφθονίας του είδους *Alauda arvensis*, το οποίο φαίνεται ότι ως το πιο άφθονο είδος προκαλεί και τη συνολική ελάττωση των ατόμων/km που παρατηρούνται, καθώς οι πληθυσμοί των ειδών *Anthus pratensis* και *Emberiza calandra* δεν παρουσίασαν μείωση, ή τουλάχιστον όχι στατιστικά σημαντική. Αυτά τα πρότυπα κατανομής στο χρόνο είναι βέβαια αναμενόμενα, διότι η *Alauda arvensis* είναι χειμερινός επισκέπτης. Αυτό σημαίνει ότι αναμένουμε με την πάροδο του χειμώνα οι πληθυσμοί της να μειώνονται και τελικά να εξαφανίζονται. Το είδος *Anthus pratensis* είναι μεν κυρίως χειμερινός επισκέπτης, παρ' όλα αυτά είναι και περαστικός επισκέπτης, που σημαίνει ότι αν και με την πάροδο του χειμώνα αρχίζουν τα άτομα του είδους και φεύγουν, περνούν και άλλα άτομα κατά τη μετανάστευση, οπότε δεν περιμένουμε να εξαφανιστούν εντελώς οι πληθυσμοί του είδους στην περιοχή. Τέλος, το είδος *Emberiza calandra* είναι επιδημητικό, βρίσκεται, δηλαδή, στην περιοχή όλο το χρόνο. Εκτός από αυτό, είναι και χειμερινός επισκέπτης, οπότε αναμένουμε οι πληθυσμοί του να εμπλουτίζονται με νέα άτομα κατά το χειμώνα.

Ένα από τα πιο ενδιαφέροντα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας είναι η **άνιση κατανομή της αφθονίας των πτηνών στους χώρους του αεροδρομίου**. Παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αφθονία στα δυτικά σε σχέση με τα ανατολικά, καθώς επίσης και στα loops σε σχέση με τα strips. Εστιάζοντας στο πρότυπο κατανομής στα δυτικά μεταξύ loops και strip, προέκυψε ότι τα περισσότερα πτηνά παρατηρήθηκαν στα loops, ενώ το ίδιο συνέβη και στα ανατολικά. Όμως στα ανατολικά, όπου παρατηρήθηκε και η μικρότερη αφθονία πτηνών, φαίνεται πως ήταν ακόμα πιο χρήσιμη η συμβολή των loops στην αφθονία έναντι του strip. Αυτό αποτελεί ένδειξη ότι η διαφορά της αφθονίας ανάμεσα σε δυτικά και ανατολικά ίσως οφείλεται στον **πολύ μικρό αριθμό πτηνών που αξιοποιούν το ανατολικό strip**.

Το ότι οι μικρότερες αφθονίες του ανατολικού strip είναι μάλλον αυτές που προκαλούν και τη διαφορά στα δυτικά και ανατολικά προκύπτει και από τη σύγκριση μεταξύ των loops στα δυτικά και των loops στα ανατολικά για όλα τα είδη. Βρέθηκε πως δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ τους και πως οι αφθονίες κατανέμονται ισομερώς στα δυτικά και ανατολικά loops. Επομένως, πράγματι το ανατολικό strip παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στο πρότυπο κατανομής που παρατηρείται.

Εστιάζοντας στις κατανομές των τριών πιο άφθονων ειδών προκύπτει ότι η *Alauda arvensis* ως το πιο άφθονο είδος τείνει να καθορίζει και τη συνολική κατανομή της αφθονίας των πτηνών στον χώρο. Ακολουθεί, δηλαδή, το ίδιο πρότυπο κατανομής, όπως αυτό προκύπτει

από το σύνολο των παρατηρήσεων, με εξαίρεση την περίπτωση των loops και του strip της δυτικής πλευράς του αεροδρομίου. Δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ loops και strip στα δυτικά για το είδος *Alauda arvensis*, σε αντίθεση με αυτό που ισχύει για το σύνολο των παρατηρήσεων. Συναντάται, όμως, συχνότερα στα δυτικά σε σχέση με τα ανατολικά, και στα loops σε σχέση με τα strips, τόσο συνολικά όσο και μόνο στα ανατολικά.

Από τα τρία είδη που εξετάστηκαν εκείνο που δείχνει να έχει κάποια προτίμηση στα δυτικά loops έναντι του δυτικού strip είναι μόνο το είδος *Anthus pratensis*, το οποίο όμως κατανέμεται ισομερώς στα ανατολικά και δυτικά. Φαίνεται μόνο να προτιμά γενικώς τα loops έναντι των strips.

Ομοίως για το είδος *Emberiza calandra* δεν φαίνεται να υπάρχει προτίμηση μεταξύ δυτικής και ανατολικής πλευράς. Αν και παρατηρήθηκε σε μεγαλύτερες αφθονίες στα ανατολικά, δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά. Εντύπωση προκαλεί η αρκετά υψηλή τιμή p-value, παρόλο που η σχετική αφθονία του στα ανατολικά είναι σχεδόν ίση με τη σχετική αφθονία του είδους *Alauda arvensis* στα δυτικά, για το οποίο βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά. Αυτό ίσως συμβαίνει γιατί, πρώτον, είναι μικρότερες οι συνολικές αφθονίες για το είδος *Emberiza calandra* (419 άτομα) σε σχέση με την *Alauda arvensis* (1779 άτομα) και το δείγμα δεν είναι αρκετά μεγάλο προκειμένου να υποστηρίξει στατιστικά σημαντική διαφορά στα δυτικά και ανατολικά. Δεύτερον, διαπιστώθηκε ότι στα ανατολικά σε λίγες διατομές παρατηρήθηκαν πολύ μεγάλες ομάδες του είδους *Emberiza calandra*, οι οποίες όμως δεν είχαν συστηματική παρουσία στα ανατολικά. Συνεισέφεραν έτσι στην αύξηση της αφθονίας του είδους που παρατηρήθηκε στα ανατολικά, αλλά δεν ήταν αρκετές για να προκύψει στατιστικά σημαντική διαφορά. Το είδος αυτό δεν φαίνεται, επίσης, να προτιμά τα loops σε σχέση με τα strips, σε αντίθεση με τα άλλα είδη, παρά μόνο αν εξεταστούν μόνο τα loops και το strip στην ανατολική πλευρά. Στα ανατολικά και τα τρία είδη, δηλαδή, παρατηρήθηκαν σε μεγαλύτερες αφθονίες στα loops σε σχέση με το strip, κάτι που συμφωνεί με την παρατήρηση που έγινε παραπάνω σχετικά με το ανατολικό strip.

Η διαφορά, λοιπόν, που υπάρχει μεταξύ δυτικού και ανατολικού τμήματος του αεροδρομίου φαίνεται να είναι αποτέλεσμα της χαμηλής συνεισφοράς του ανατολικού strip σε αφθονίες, και μάλλον καθορίζεται περισσότερο από την κατανομή του είδους *Alauda arvensis*, ως το πιο άφθονο είδος.

Η χωρική κατανομή της αφθονίας ως προς τους τομείς έδειξε ότι έχουμε μεγαλύτερη αφθονία στους δυτικούς τομείς και στον τομέα «Ανατολικός 2». Το ίδιο πρότυπο εμφανίζει και η αφθονία της *Alauda arvensis*, κάτι που υποδεικνύει ότι αυτή είναι που καθορίζει σε μεγάλο βαθμό και τη συνολική αφθονία. Το είδος *Anthus pratensis* ισοκατανέμεται στους τομείς, ενώ το είδος *Emberiza calandra* εμφανίζει μεγαλύτερη αφθονία στους δύο νοτιότερους τομείς στα ανατολικά.

Αυτή η διαφορετική κατανομή των ειδών στους χώρους του αεροδρομίου γεννά ένα ερώτημα σχετικά με το ποιοι είναι οι παράγοντες που την καθορίζουν, εάν είναι για παράδειγμα η οικολογία των ειδών ή/και κάποια χαρακτηριστικά του χώρου. Δεν μπορεί να δοθεί ακριβής απάντηση σε αυτό το ερώτημα, διότι δεν έχει γίνει καταγραφή των χαρακτηριστικών του

χώρου και της βλάστησης σε κάθε διατομή, προκειμένου να γίνει συσχέτιση με τη σύνθεση των ειδών των πτηνών και τις αφθονίες των ατόμων.

Εξαιτίας της έλλειψης δεδομένων πεδίου αξιοποιήθηκαν φωτογραφίες που λήφθηκαν κατά τη διάρκεια των εργασιών πεδίου. Από τη θέαση των φωτογραφιών μπορούν να διακριθούν διαφορές στη βλάστηση μεταξύ των διάφορων θέσεων και γίνεται μια απόπειρα να συζητηθεί ο ρόλος της βλάστησης στη χωρική κατανομή της αφθονίας των πτηνών στο αεροδρόμιο. Οι συγκρίσεις έγιναν από φωτογραφία της ίδιας ημερομηνίας (24/2/2020).

Σε γενικές γραμμές φαίνεται πως υπάρχει πιο πλούσια βλάστηση στα loops έναντι των strips. Στον τομέα «Δυτικός 1» η διαφορά αυτή είναι εμφανής. Στο τμήμα του strip όπου τοποθετήθηκε η διατομή S1W, η βλάστηση έχει πολύ χαμηλό ύψος, και υπάρχουν διάσπαρτες λιγότερες και μικρότερες συστάδες αγρωστωδών (Εικόνα 4.1), συγκριτικά με το loop στο οποίο τοποθετήθηκε η διατομή L1W (Εικόνα 4.2). Η βλάστηση στις άλλες δύο διατομές του δυτικού strip είναι μάλλον πιο πλούσια συγκριτικά με τη διατομή του strip στον τομέα «Δυτικός 1», ενώ μεταξύ των loops στα δυτικά δεν φαίνεται να υπάρχει ιδιαίτερη διαφορά, με εξαίρεση ίσως τον τομέα «Δυτικός 2». Στο loop όπου τοποθετήθηκε η διατομή L2W, φαίνεται η βλάστηση σε αρκετά σημεία να έχει μικρότερο ύψος σε σχέση με τα άλλα δύο loops, ίσως ακόμα και λίγο μικρότερη φυτοκάλυψη (Εικόνα 4.3). Στον τομέα αυτό, αντίθετα με τη γενική τάση, το τμήμα του strip όπου έγιναν δειγματοληψίες κατά μήκος της διατομής S2W, έχει πλουσιότερη βλάστηση συγκριτικά με το αντίστοιχο loop (διατομή L2W) (Εικόνα 4.4). Συγκεκριμένα, φαίνεται να έχει μεγαλύτερο ύψος και ίσως μεγαλύτερη πυκνότητα, τουλάχιστον σε κάποια σημεία.



Εικόνα 4.1:
Φωτογραφία από το τμήμα του strip απέναντι από το loop A2-A5 (διατομή S1W), 24/2/2020



Εικόνα 4.2: Φωτογραφία από το loop A2-A5 (διατομή L1W), 24/2/2020



Εικόνα 4.3:
Φωτογραφία από το
loop A5-A10
(διατομή L2W),
24/2/2020



Εικόνα 4.4: Φωτογραφία από το τμήμα του stripαπέναντι από το loop A5-A10 (διατομή S2W), 24/2/2020

Όσον αφορά στη βλάστηση στα ανατολικά, δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των loops στα οποία τοποθετήθηκαν διατομές, ενώ αντίθετα υπάρχει εμφανής διαφορά μεταξύ των τμημάτων του ανατολικού strip. Εμπειρικά είχε παρατηρηθεί πως η βλάστηση στο ανατολικό strip ήταν πιο φτωχή συγκριτικά με άλλες θέσεις στο αεροδρόμιο, και αυτό επιβεβαιώνεται και από φωτογραφίες, τουλάχιστον για τον τομέα «Ανατολικός 3» και ακόμα περισσότερο για τον τομέα «Ανατολικός 1» (διατομή S1E) (Εικόνα 4.4). Η βλάστηση έχει πολύ χαμηλό ύψος, με πολύ λίγες και μικρές συστάδες αγρωστωδών. Αντίθετα, στον τομέα «Ανατολικός 2», το τμήμα του strip όπου τοποθετήθηκε η διατομή S2E φαίνεται να έχει πλουσιότερη βλάστηση (μεγαλύτερο ύψος, μεγαλύτερες και περισσότερες συστάδες), ίσως ακόμα και πλουσιότερη χλωρίδα (περισσότερα είδη) (Εικόνα 4.6). Τέλος, μεταξύ των loops όπου έγιναν δειγματοληψίες στα ανατολικά δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά όσον αφορά στη βλάστηση.



Εικόνα 4.5: Φωτογραφία από το τμήμα του strip απέναντι από το loop D2-D5 (διατομή S1E), 24/2/2020



Εικόνα 4.6: Φωτογραφία από το τμήμα του strip απέναντι από το loop D2-D9 (διατομή S2E), 24/2/2020

Είναι αδύνατος ο πιο αναλυτικός χαρακτηρισμός της βλάστησης. Μπορούν, βέβαια, να γίνουν κάποιες διαπιστώσεις με τη βοήθεια των φωτογραφιών και με τη βοήθεια της βιβλιογραφίας, οι οποίες δεν αποτελούν ασφαλή συμπεράσματα, παρά μόνο ενδείξεις για το ρόλο της βλάστησης στην χωρική κατανομή της αφθονίας στο αεροδρόμιο. Είναι προφανές πως για να γίνει μια ορθή και αποδεκτή συσχέτιση ανάμεσα στη βλάστηση και την αφθονία των πτηνών θα πρέπει να γίνει και ποσοτική καταγραφή της βλάστησης.

Υπενθυμίζεται πως οι μεγαλύτερες αφθονίες πτηνών παρατηρήθηκαν στα δυτικά, και ειδικότερα στους τομείς «Δυτικός 2» και «Δυτικός 3», καθώς και στον τομέα «Ανατολικός 2». Αυτό το πρότυπο φαίνεται πως εξηγείται ως ένα βαθμό από την εικόνα της βλάστησης στις αντίστοιχες θέσεις. Ο «Ανατολικός 2» είναι ο τομέας στα ανατολικά με εμφανώς πλουσιότερη βλάστηση, ίσως και χλωρίδα, συγκριτικά με τους υπόλοιπους τομείς στα ανατολικά, ενώ επίσης ένας πιθανός λόγος για τις λίγο μικρότερες αφθονίες στον τομέα «Δυτικός 1» είναι η βλάστηση στο αντίστοιχο τμήμα του strip όπου πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες. Αυτές οι παρατηρήσεις θα μπορούσαν να υποδεικνύουν ότι η βλάστηση, είτε ως πηγή τροφής, είτε ως καταφύγιο από τους θηρευτές μπορεί να είναι πράγματι ένας παράγοντας που επηρεάζει τις αφθονίες των πτηνών.

Βέβαια, ακόμα και αν είχε γίνει ποσοτική καταγραφή της βλάστησης, η συσχέτιση με τις αφθονίες δεν θα ήταν τόσο απλή. Η βλάστηση στο αεροδρόμιο δεν είναι στατική. Αυτό σημαίνει πως τα φυτά ενδέχεται να μην παρουσιάζουν τους φυσιολογικούς κύκλους ανάπτυξης και καρποφορίας, διότι το αεροδρόμιο παρεμβαίνει και διαχειρίζεται αυτή τη βλάστηση κατά τη διάρκεια του έτους. Ακόμα, η βλάστηση που θα καταγραφόταν σε κάθε θέση δειγματοληψίας θα έδινε μια εικόνα για τη σύνθεση της βλάστησης την δεδομένη χρονική στιγμή, όμως τα σπέρματα με τα οποία τρέφονται τα σποροφάγα είδη θα ήταν από φυτά που θα είχαν καρποφορήσει νωρίτερα εντός του έτους και ίσως δεν είναι πλέον παρόντα την περίοδο των εργασιών πεδίου.

Ίσως γι' αυτό στην πλειονότητά τους στις εργασίες που βρέθηκαν και αφορούσαν στη μελέτη της σύνθεσης και αφθονίας των πτηνών σε περιοχές με βλάστηση μέσα ή κοντά σε αεροδρόμια, το χαρακτηριστικό της βλάστησης που μετράται είναι το ύψος, και όχι τόσο η σύνθεση των ειδών. Σε γενικές γραμμές, το μεγαλύτερο ύψος βλάστησης αποφεύγεται από πολλά πτηνά, καθώς περιορίζει την ορατότητα τους και τη δυνατότητά τους να αντιλαμβάνονται εγκαίρως τους θηρευτές, την ικανότητα τροφοληψίας τους ή ακόμα και τις κινήσεις τους (Abreu et al. 2017). Αυτό παρατηρείται ιδιαίτερα σε είδη που τείνουν να σχηματίζουν ομάδες (Seamans 2007). Κάποια είδη πτηνών που χρησιμοποιούν βλάστηση ψηλότερη από 10 cm παρουσιάζουν μικρότερη τροφοληπτική ικανότητα και μειωμένη απόκριση έναντι θηρευτών λόγω μειωμένης ορατότητας (Washburn and Seamans 2013). Παράλληλα, όμως, αυτή η στρατηγική διαχείρισης της βλάστησης μπορεί να αυξήσει τις πηγές τροφής και να προσελκύσει άλλα είδη πτηνών (Abreu et al. 2017). Μπορεί για παράδειγμα να έχει σαν αποτέλεσμα την αυξημένη παρουσία μεγάλων πληθυσμών μικρών θηλαστικών, τα οποία με τη σειρά τους προσελκύουν αρπακτικά πτηνά (Sodhi 2002).

Διαφορετικά είδη έχουν διαφορετικές προτιμήσεις όσον αφορά στο ύψος της βλάστησης. Το είδος *Sturnus vulgaris* για παράδειγμα προτιμά χαμηλή βλάστηση, ωστόσο μπορεί να

αξιοποιήσει και την υψηλή βλάστηση, αν μόνο αυτή είναι διαθέσιμη (Devereux et al. 2008). Στο αεροδρόμιο «Ελ. Βενιζέλος» παρατηρήθηκαν άτομα του είδους, ωστόσο ούτε ένα από αυτά δεν καταγράφηκε στα loops και τα strips κατά τις εργασίες πεδίου, παρόλο που σε κάποια σημεία το ύψος της βλάστησης θα μπορούσε να είναι κατάλληλο γι' αυτά με βάση το παραπάνω. Επομένως ενδέχεται να τρέφονται σε περιοχές γύρω από το αεροδρόμιο.

Άλλα είδη, όμως, όπως για παράδειγμα το είδος *Anthus pratensis*, που ήταν το δεύτερο πιο άφθονο είδος στις εργασίες πεδίου, προτιμούν βλάστηση με μεγαλύτερο ύψος (Whittingham and Devereux 2008). Φαίνεται πως για το συγκεκριμένο είδος αυτό συμφωνεί με τις παρατηρήσεις που έγιναν στο αεροδρόμιο «Ελ. Βενιζέλος», καθώς οι μεγαλύτερες αφθονίες του σημειώθηκαν στα loops έναντι των strips, όπου η βλάστηση σε γενικές γραμμές (όχι όμως παντού) έχει μεγαλύτερο ύψος.

Μία εξήγηση για τις προτιμήσεις αυτές των ειδών σχετίζεται με τον κίνδυνο θήρευσης. Τα άτομα του είδους *Sturnus vulgaris* είναι πιθανό αντιλαμβάνονται την παρουσία θηρευτών οπτικά. Αναζητούν, βέβαια, κάλυψη για να προστατευθούν όταν δέχονται επίθεση από κάποιο αρπακτικό, ωστόσο η μείωση του οπτικού τους πεδίου στην υψηλή βλάστηση είναι περιοριστικός παράγοντας γι' αυτά, παρά την προστασία που αυτή προσφέρει. Αντίθετα, το είδος *Anthus pratensis* ακολουθεί διαφορετική στρατηγική αποφυγής του θηρευτή. Προτιμά να μαζεύεται και να μην απομακρύνεται από τη θέση που κρύβεται, παρά μόνο εάν ο θηρευτής φτάσει πολύ κοντά. Παρόλο που η χαμηλή βλάστηση δεν περιορίζει την ορατότητα και επιτρέπει πιο γρήγορη απόκριση απέναντι στον θηρευτή, προσφέρει μικρότερη προστασία. Επομένως, τα loops φαίνεται πως παρέχουν στα άτομα του είδους περισσότερες θέσεις για να κρύβεται. Επίσης, οι μεγαλύτερες αφθονίες του είδους αυτού σε περιοχές με υψηλή βλάστηση μπορεί επίσης να σχετίζονται με μεγαλύτερους πληθυσμούς ασπονδύλων, τα οποία θηρεύουν (Whittingham and Devereux 2008).

Από την άλλη κάποια είδη της οικογένειας Emberizidae, στην οποία ανήκει και το είδος *Emberiza calandra*, που ήταν το τρίτο πιο άφθονο είδος στις εργασίες πεδίου, συχνά αναζητούν την τροφή τους αρκετά μακριά από κάποια θέση που θα μπορούσε να τους προσφέρει κάλυψη. Φαίνεται πως αυτά τα είδη αντιλαμβάνονται αυτές τις θέσεις αφενός ως καταφύγιο, αφετέρου όμως σαν θέσεις όπου μπορεί να υπάρχουν θηρευτές (Lima et al. 1987). Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είδη που τείνουν να σχηματίζουν ομάδες συνήθως προτιμούν τη χαμηλή βλάστηση. Αυτό ίσως συμβαίνει, επειδή άτομα σε ομάδες/σμήνη πτηνών που τρέφονται όλα μαζί σε μία περιοχή, περνούν λιγότερο χρόνο «σκανάροντας» την περιοχή για θηρευτές, όσο μεγαλώνει το μέγεθος της ομάδας (Dimond and Lazarus 1974). Πράγματι, το είδος *Emberiza calandra* συχνά συγκροτεί μεγάλες ομάδες, κάτι που παρατηρήθηκε και στις εργασίες πεδίου. Επίσης, αυτό το είδος στα δυτικά είναι το μόνο από τα τρία πιο άφθονα που παρατηρήθηκε σε μεγαλύτερες αφθονίες στο strip έναντι των loops, παρόλο που αυτή η διαφορά δεν υποστηρίζεται στατιστικά σημαντικά. Μπορεί, όμως, να σχετίζεται με το ύψος της βλάστησης. Αντίθετα, στα ανατολικά παρόλο που το ύψος της βλάστησης στο strip είναι επίσης χαμηλό σε γενικές γραμμές, τα άτομα του είδους προτίμησαν τα loops. Επομένως, υπεισέρχονται πιθανόν και άλλα χαρακτηριστικά, εκτός του ύψους της βλάστησης που επηρεάζουν την κατανομή.

Όσον αφορά στο είδος *Alauda arvensis*, προτιμά να τρέφεται σε βλάστηση της οποίας το ύψος δεν ξεπερνά τα 20 cm (Jenny 1990). Μία άλλη εργασία βέβαια αναφέρει πως το είδος αυτό μπορεί και αξιοποιεί την υψηλότερη βλάστηση που συχνά εφαρμόζεται στα αεροδρόμια για να απωθήσει τα πτηνά (Kelly and Allan 2006). Το είδος αυτό στην παρούσα εργασία αξιοποιούσε αρκετά όλους τους χώρους του αεροδρομίου, με εξαίρεση το ανατολικό strip, όπου η βλάστηση, τουλάχιστον στις δύο από τις τρεις διατομές, ήταν εξαιρετικά χαμηλή. Επομένως, ενδέχεται να είναι άλλοι οι λόγοι που δεν υπάρχουν αφθονίες στο ανατολικό strip (πχ περιορισμένη διαθεσιμότητα τροφής). Βέβαια ακόμα κι αν προτιμά να τρέφεται σε χαμηλή βλάστηση μπορεί να αναζητά καταφύγιο σε υψηλότερη βλάστηση. Παρουσιάζει ένα μεγάλο εύρος συμπεριφορών απέναντι στους θηρευτές. Μπορεί να αναζητά καταφύγιο, να σχηματίζει σμήνη ή να τραγουδά με σκοπό να απωθήσει το θηρευτή (Cresswell 1994). Μπορεί ακόμα να πετάξει προσπαθώντας να διαφύγει ή αντιθέτως να μαζευτεί (Powolny et al. 2015).

Είδη της οικογένειας Columbidae στην Αργεντινή (πχ *Patagioenas picazuro*, *Zenaida auriculata*) επίσης προτιμούν βλάστηση με χαμηλό ύψος (Marateo et al. 2014). Τα είδη αυτά είναι διαφορετικά από το είδος *Columba livia* που παρατηρήθηκαν στο αεροδρόμιο «Ελ. Βενιζέλος», ανήκουν όμως στην ίδια οικογένεια. Για το είδος αυτό δεν έχει γίνει ανάλυση της κατανομής του στον χώρο στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας.

Επιπλέον, κάτι ακόμα που μπορεί να παίζει ρόλο στην χωρική κατανομή των πτηνών, και αφορά κυρίως στις μεγαλύτερες αφθονίες τους στα loops έναντι των strips, είναι πως το μεγαλύτερο τμήμα των loops υφίσταται την ίδια διαχείριση με τα strips ως προς την άρδευση, δηλαδή παραμένει χωρίς άρδευση, με εξαίρεση μία ζώνη 15 μέτρων από την άκρη. Επίσης σε κάθε loop υπάρχει αποστραγγιστικό κανάλι, με σκοπό να αποχετεύει γρήγορα το νερό και να αποφεύγονται πλημμυρικά φαινόμενα (Εικόνα 4.7), κάτι που ενδεχομένως προσελκύει πτηνά που αναζητούν νερό.



Εικόνα 4.7: Αποστραγγιστικό σύστημα στο loop A6-A9 (διατομή L2W), 11/3/2020

Στη συνέχεια οι αιτίες αυτού του χωρικού προτύπου της αφθονίας αναζητήθηκαν και σε άλλους παράγοντες, όπως είναι ο αριθμός των πτήσεων που καταγράφονται κατά τις διαδρομές. Όταν εξετάστηκε αν επηρεάζονται τα αποτελέσματά μας από τον αριθμό των απογειώσεων και προσγειώσεων αθροιστικά φάνηκε πως δεν επηρεάζονται, ενώ όταν εξετάστηκαν ξεχωριστά οι απογειώσεις και οι προσγειώσεις βρέθηκε ότι επιδρούν με διαφορετικό τρόπο. **Ο αριθμός των απογειώσεων εμφανίζει αρνητική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την αφθονία**, ενώ ο αριθμός των προσγειώσεων θετική συσχέτιση, όχι όμως στατιστικά σημαντική. Επομένως, δεν είναι ξεκάθαρο με ποιον τρόπο η κίνηση των αεροπλάνων επιδρά στην παρατηρησιμότητα ή/και αφθονία των πτηνών, αν τις προάγει ή τις καταστέλλει.

Ο τρόπος με τον οποίο αντιδρούν τα πτηνά στη δραστηριότητα των αεροσκαφών είναι ένα αντικείμενο που μελετάται με πολύ αναλυτικό τρόπο στη βιβλιογραφία, με σαφή μεγέθη, όπως η Απόσταση Έναρξης Πτήσης (FID Flight-Initiation Distance) των πτηνών, όταν προσεγγίζει ένα αεροσκάφος (Blackwell et al. 2019). Στην παρούσα εργασία δεν έγιναν τέτοιου είδους μετρήσεις, παρ' όλα αυτά καταγράφηκε ένα πρότυπο που αφορά στην κατανομή των απογειώσεων και προσγειώσεων στους δύο διαδρόμους, τουλάχιστον για τις μέρες και ώρες εργασίας. Όπως φάνηκε και από τα αποτελέσματα είναι διαφορετικός ο αριθμός των απογειώσεων και προσγειώσεων που καταγράφηκαν σε κάθε διάδρομο. Στον Δυτικό διάδρομο, όπου είχαμε και τη μεγαλύτερη αφθονία πτηνών, σημειώθηκαν πολύ περισσότερες προσγειώσεις από απογειώσεις, ενώ αντίθετα στον Ανατολικό διάδρομο, όπου

υπάρχει μικρότερη αφθονία πτηνών, καταγράφηκαν περισσότερες απογειώσεις από προσγειώσεις. Δεν γνωρίζουμε εάν η αρνητική συσχέτιση που βρέθηκε ανάμεσα στον αριθμό των απογειώσεων και την αφθονία είναι σχέση αιτίου – αποτελέσματος, αν δηλαδή παρατηρήθηκαν μικρότερες αφθονίες στα ανατολικά, επειδή εκεί υπάρχουν περισσότερες απογειώσεις, οι οποίες καταστέλλουν την παρατηρησιμότητα ή/και πραγματική αφθονία, ή αν είναι άλλοι οι λόγοι που διαμορφώνουν το χωρικό πρότυπο της αφθονίας και προκύπτει αυτή η συσχέτιση επειδή τυχαίνει για λόγους λειτουργίας του αεροδρομίου να έχουμε περισσότερες απογειώσεις εκεί που έχουμε μικρότερη αφθονία.

Ένας παράγοντας που μπορεί διαφοροποιείται μεταξύ της προσγείωσης και της απογείωσης των αεροσκαφών είναι ο θόρυβος που παράγουν. Το ηχητικό προφίλ των αεροσκαφών είναι πολύ διαφορετικό ανάμεσα στην προσγείωση και την απογείωση, με την απογείωση να προκαλεί μεγαλύτερη ένταση ήχου. Έχει παρατηρηθεί πως ένα είδος καρακάξας στην Αυστραλία (*Cracticus tibicen*) αποκρίνεται ελαφρώς διαφορετικά στον πιο δυνατό θόρυβο που προκαλείται από τις απογειώσεις έναντι εκείνου που προκαλείται από τις προσγειώσεις. Συγκεκριμένα, οι απογειώσεις των αεροσκαφών είχαν σαν αποτέλεσμα περισσότερες και πιο έντονες αποκρίσεις από άτομα του είδους σε σχέση με τις προσγειώσεις (Linley et al. 2018). Το παραπάνω αποτέλεσμα φαίνεται πως ερμηνεύει τα αποτελέσματά μας ως ένα βαθμό. Θα αναμέναμε με βάση αυτό μία απογείωση να έχει σαν αποτέλεσμα μεγαλύτερη παρατηρησιμότητα των ατόμων, και άρα μεγαλύτερες παρατηρούμενες αφθονίες, συγκριτικά με την προσγείωση.

Όσον αφορά στη θετική στατιστικά σημαντική συσχέτιση του αριθμού των ειδών και του αριθμού των ατόμων/km² με το **χρόνο από την ανατολή του ηλίου** είναι ιδιαίτερα σημαντικό να τονιστεί ότι, λόγω των χρονικών περιορισμών που τέθηκαν από το αεροδρόμιο, δεν είχαμε την πλήρη ελευθερία να κάνουμε τις δειγματοληψίες πιο κοντά στην ανατολή του ηλίου και όχι μετά τις 10 πμ. Επειδή γνωρίζαμε, όμως, εκ των προτέρων πως κάποιες δειγματοληψίες θα γίνονταν αρκετές ώρες μετά την ανατολή του ηλίου, κάναμε ό,τι ήταν δυνατόν για να ελαχιστοποιήσουμε την επίδραση που θα είχε αυτό το γεγονός στα αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, ξεκινούσαμε κάθε φορά είτε από τις διατομές στα ανατολικά είτε από τις διατομές στα δυτικά, προσπαθώντας, μάλιστα, μέσα στο μήνα να έχουμε τουλάχιστον μία φορά με έναρξη από την κάθε πλευρά. Με αυτόν τον τρόπο, δεν πραγματοποιούνταν συγκεκριμένες διατομές σε συγκεκριμένες ώρες. Παρόλα αυτά πραγματοποιούσαμε πάντα πρώτα τις νοτιότερες διατομές κινούμενοι προς τις βορειότερες, διότι συνήθως αυτό ήταν πιο εύκολο χρονικά δεδομένης της κίνησης των αεροπλάνων.

Βρέθηκε όμως πως αν αφαιρέσουμε από το δείγμα τις διατομές που έγιναν πιο αργά μέσα στη μέρα (300 λεπτά μετά την ώρα ανατολής του ηλίου), τότε η σύνθεση των ειδών και η αφθονία των ατόμων δεν επηρεάζονται στατιστικά σημαντικά από την ώρα της ημέρας. Αυτό προτείνεται να ληφθεί υπόψη σε μελλοντικές εργασίες, ώστε να υπάρχει μικρότερη επίδραση της ώρας διεξαγωγής των εργασιών στα αποτελέσματα. Θα μπορούσαν, δηλαδή, να γίνουν λιγότερες διατομές, ή καλύτερα να γίνεται νωρίτερα η έναρξη των εργασιών πεδίου, και σίγουρα όχι μετά τις 12 το μεσημέρι.

Στην αντίστοιχη εργασία της Ridiche (2016) παρατηρήθηκε πως τα πτηνά είναι πιο δραστήρια τις ώρες 7 πμ με 12 το μεσημέρι και 2 μμ με 5 μμ. Επομένως υπάρχει συμφωνία με την παρούσα εργασία, τουλάχιστον στο χρονικό διάστημα που αυτή πραγματοποιήθηκε, αφού και στις δύο εργασίες φαίνεται πως μέχρι τις 12 το μεσημέρι τα πτηνά είναι δραστήρια.

Η δραστηριότητα των πτηνών μεταβάλλεται με βάση την ώρα της ημέρας. Γενικότερα τα πτηνά είναι πιο δραστήρια κοντά στην ώρα ανατολής του ηλίου και νωρίς το πρωί, και σταδιακά προς το μεσημέρι η δραστηριότητά τους μειώνεται. Στην πραγματικότητα αναμέναμε η αφθονία τους να μειώνεται στατιστικά σημαντικά ήδη πριν τις 12 το μεσημέρι, και για το λόγο αυτό έγιναν και οι προσπάθειες που προαναφέρθηκαν για ελαχιστοποίηση της επίδρασης της ώρας της ημέρας στα αποτελέσματα.

Έρευνες έχουν δείξει πως οι συνθήκες που επικρατούν σε ένα αεροδρόμιο μπορεί να προκαλέσουν κάποια τροποποίηση στη συμπεριφορά των πτηνών που ζουν κοντά σε αυτό. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η τροποποίηση του κελαηδήματός τους λόγω του θορύβου (Gil et al. 2014). Κάποιες από τις προσαρμογές που έχουν αναπτυχθεί είναι η αύξηση της έντασης (Brumm 2004) ή η μεταβολή της συχνότητας (Ríos-Chelén 2012) του κελαηδήματος, ή η αλλαγή της ώρας που τα πτηνά τραγουδούν το πρωί (Giletal. 2014). Συγκεκριμένα, σε περιοχές γύρω από αεροδρόμια της Ισπανίας και της Γερμανίας οι Gil et al. (2014) εξέτασαν την ώρα έναρξης του κελαηδήματος των πτηνών το πρωί και παρατήρησαν ότι τα πτηνά που βρίσκονταν κοντά στα αεροδρόμια είχαν την τάση να τραγουδούν νωρίτερα από εκείνα που βρίσκονταν σε πιο απομακρυσμένες περιοχές. Αυτή η διαφορά ήταν εντονότερη για είδη που γενικά συνηθίζουν να τραγουδούν σχετικά αργά μέσα στη μέρα. Μία πιθανή εξήγηση είναι πως αυτό συμβαίνει για να αποφεύγεται η σύμπτωση του κελαηδήματός τους με την έναρξη της κίνησης των αεροσκαφών. Αντίστοιχες παρατηρήσεις έχουν γίνει όχι μόνο κοντά σε αεροδρόμια, αλλά έχουν προκύψει γενικά ως αποτέλεσμα της αστικοποίησης. Για παράδειγμα το είδος *Erithacus rubecula* σε πόλεις με περισσότερο θόρυβο είναι πιο πιθανό να ξεκινήσει να τραγουδάει τη νύχτα συγκριτικά με πιο ήσυχες πόλεις (Fuller et al. 2007), ενώ η ώρα έναρξης του κελαηδήματος για το είδος *Turdus merula* (Κότσυφας) βρέθηκε πως εξαρτάται από το επίπεδο του ανθρωπογενούς θορύβου και του τεχνητού φωτός (Nordt & Klenke 2013).

Από τα παραπάνω φαίνεται πως η δραστηριότητα των πτηνών επηρεάζεται και μετατοπίζεται χρονικά νωρίτερα λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών που επικρατούν κοντά στα αεροδρόμια. Κάτι τέτοιο θα υποδείκνυε, λοιπόν, πως οι εργασίες πεδίου ενδεχομένως να ήταν προτιμότερο να γίνουν ακόμα νωρίτερα μέσα στην ημέρα. Τα πράγματα όμως δεν είναι τόσο απλά, διότι ο θόρυβος στα αεροδρόμια φαίνεται πως επιδρά και με άλλους τρόπους στη συμπεριφορά των πτηνών.

Τα πτηνά γενικά περνούν αρκετό χρόνο σε εγρήγορση για την προστασία τους έναντι θηρευτών, και παρατηρείται μια εναλλαγή ανάμεσα στην διαδικασία τροφοληψίας και την ανίχνευση τυχόν θηρευτών. Ο θόρυβος μπορεί να παρεμποδίζει τον εντοπισμό θηρευτών που πλησιάζουν, καθώς επίσης καλύπτει τους ήχους συναγερμού που προέρχονται από άλλα άτομα του ίδιου είδους (Klett-Mingo et al. 2016). Έρευνες δείχνουν ότι ο θόρυβος δυσχεραίνει την ακουστική επικοινωνία μεταξύ των ζώων και αναγκάζει τα ζώα να

βασίζονται περισσότερο στην αίσθηση της όρασης έναντι της ακοής (Barber et al. 2010). Σε μία έρευνα που έγινε το χειμώνα 2013-2014 κοντά σε έναν από τους διαδρόμους απογειώσεων-προσγειώσεων στο Διεθνές Αεροδρόμιο «Barajas» στη Μαδρίτη βρέθηκε ότι όταν ο θόρυβος από τα αεροσκάφη ήταν μεγαλύτερος, η αναλογία του χρόνου που κατανάλωναν άτομα του είδους *Parus major* (Καλόγερος) στην ανίχνευση θηρευτών έναντι του χρόνου που κατανάλωναν για τροφοληψία ήταν η μέγιστη. Αυτό σημαίνει ότι σε συνθήκες υψηλού θορύβου μειώνουν το χρόνο που αφιερώνουν στη διαδικασία της τροφοληψίας (με το κεφάλι κάτω), και αυξάνουν τον χρόνο που «σκανάρουν» την περιοχή εξετάζοντας οπτικά την παρουσία θηρευτών (Klett-Mingo et al. 2016).

Μία σκέψη, λοιπόν, που γεννάται με βάση το παραπάνω, αλλά όχι κάποιο ασφαλές συμπέρασμα, είναι πως η διαδικασία της τροφοληψίας ενδέχεται να διαρκεί περισσότερο για τα πτηνά που βρίσκονται σε αεροδρόμια ή κοντά σε αυτά, και για το λόγο αυτό να παρατηρήθηκαν στις εργασίες πεδίου της παρούσας εργασίας να είναι άφθονα και σχετικά δραστήρια μέχρι και τις 12 το μεσημέρι.

Ο **αριθμός των παρατηρητών** βρέθηκε πως επηρεάζει τον αριθμό των ειδών, όχι όμως τον αριθμό των ατόμων/km που παρατηρούνται. Τα είδη που καθορίζουν την κατανομή είναι τρία (*Alauda arvensis*, *Anthus pratensis* και *Emberiza calandra*), ενώ τα περισσότερα είδη δε συμβάλλουν σημαντικά στις αφθονίες. Με δύο παρατηρητές μπορεί να εντοπίστηκαν παραπάνω είδη, αυτά όμως εκπροσωπούσαν μόλις από ένα ή δύο άτομα το καθένα. Επιπλέον, οι διαφοροποιήσεις των αποτελεσμάτων εξαιτίας της συμμετοχής του δεύτερου παρατηρητή στις εργασίες πεδίου ήταν αναμενόμενες, εξαιτίας αφενός της διαφορετικής **εμπειρίας** μεταξύ των δύο παρατηρητών και αφετέρου εξαιτίας του αριθμού των παρατηρητών που συμμετείχαν στις καταγραφές. Σύμφωνα με τα παραπάνω, η συμμετοχή του δεύτερου παρατηρητή προσέφερε μεν πληροφορία για τη σύνθεση των ειδών, η οποία όμως δεν διαφοροποίησε τα πρότυπα κατανομής των πτηνών στο χώρο και το χρόνο, που ανέδειξε η παρούσα εργασία.

Οι μετεωρολογικές συνθήκες συνιστούν επίσης παράγοντες που μπορεί να εισάγουν προκατάληψη (bias) στα αποτελέσματα. Η **θερμοκρασία** παρουσίασε θετική συσχέτιση και (οριακά) στατιστικά σημαντική μόνο με τον αριθμό των ειδών, όχι όμως με την αφθονία. Ο λόγος για τον οποίο δεν παρουσιάζεται συσχέτιση με την αφθονία παρότι η θερμοκρασία αυξάνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας (και με αύξηση του χρόνου από την ανατολή έχουμε μικρότερες αφθονίες) είναι επειδή μεταβάλλεται και η θερμοκρασία κατά την πρόοδο του χειμώνα, με τέτοιο τρόπο ώστε να αντισταθμίζει την επίδραση που θα είχε η αύξηση της θερμοκρασίας λόγω της ώρας της ημέρας στα αποτελέσματα, καθώς δεν έχουμε μείωση της θερμοκρασίας με την πάροδο του χειμώνα.

Από την άλλη, με την **υγρασία** παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση και στατιστικά σημαντική μόνο με την αφθονία. Η θετική αυτή συσχέτιση φαίνεται ότι είναι αντίστοιχη με την αρνητική συσχέτιση που παρατηρείται και με το χρόνο από την ανατολή του ηλίου, καθώς τις πιο πρωινές ώρες έχουμε πιο υγρές συνθήκες, ενώ καθώς περνά η ώρα μέσα στην ημέρα η υγρασία μειώνεται.

Επτά από τα δέκα είδη που συμμετέχουν συχνότερα σε προσκρούσεις είναι είδη που καταγράφηκαν και στο πεδίο, είτε μόνο ποιοτικά είτε και ποσοτικά. Τα υπόλοιπα τρία είδη, που δεν καταγράφηκαν, δηλαδή τα είδη *Hirundo rustica*, *Falco vespertinus* και *Apus pallidus*, δεν θα μπορούσαν να είχαν παρατηρηθεί την περίοδο εργασίας, διότι είναι καλοκαιρινοί επισκέπτες.

Πιο συγκεκριμένα, τα τέσσερα είδη που εμπλέκονται συχνότερα σε προσκρούσεις είναι τα *Falco tinnunculus*, *Larus michahellis*, *Emberiza calandra*, και *Alauda arvensis* και συμπεριλαμβάνονται όλα στον κατάλογο των ειδών που παρατηρήθηκαν στις εργασίες πεδίου.

Το είδος *Falco tinnunculus* παρατηρούνταν συχνά στους χώρους του αεροδρομίου και είχε καταγραφεί αρκετές φορές ποιοτικά, ωστόσο μόνο μία φορά παρατηρήθηκε να βρίσκεται σε ένα από τα loops. Δε συμμετείχε, δηλαδή, σημαντικά στην αφθονία που καταγράφηκε κατά τις εργασίες πεδίου, γιατί ίσως είναι είδος που αναζητά χώρους κουρνιάσματος (perching) στο αεροδρόμιο εκτός των περιοχών όπου πραγματοποιήθηκαν οι εργασίες πεδίου. Συνήθως παρατηρούνταν να αξιοποιεί κάποιο χώρο κουρνιάσματος εκτός των περιοχών μελέτης ή συχνά παρατηρούνταν σε πτήση, καθώς δεν είναι εδαφόβιο είδος. Τη μία φορά που άτομο καταγράφηκε ποσοτικά σε loop στεκόταν σε μία πινακίδα του loop.

Στο πλαίσιο του προγράμματος παγίδευσης, δακτυλίωσης και απελευθέρωσης πτηνών σε ασφαλείς περιοχές μακριά από το αεροδρόμιο, με σκοπό την απομάκρυνσή τους από τους χώρους του αεροδρομίου, όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, ειδικά για το είδος *Falco tinnunculus*, μέσα στο 2018 έχουν απομακρυνθεί 108 άτομα από το αεροδρόμιο, ενώ από την έναρξη του προγράμματος έχουν απομακρυνθεί περισσότερα από 450 άτομα. Λαμβάνονται, λοιπόν, άμεσα μέτρα για την μείωση της αφθονίας του συγκεκριμένου είδους και συνεπώς για τη μείωση του κινδύνου προσκρούσεων.

Το είδος *Larus michahellis* στις εργασίες πεδίου παρατηρήθηκε μόνο σε πτήση και συνήθως μακριά από τις περιοχές μελέτης, κοντά στους διαδρόμους απογειώσεων-προσγειώσεων. Στις περιοχές μελέτης δεν παρατηρήθηκε στο έδαφος ούτε μία φορά, αν και είναι ένα είδος που συμμετέχει σημαντικά στο σύνολο των προσκρούσεων που παρατηρούνται στο αεροδρόμιο. Το αποτέλεσμα αυτό έχει προκύψει επειδή οι εργασίες πεδίου πραγματοποιήθηκαν σε ημέρες με κατάλληλες καιρικές συνθήκες, όπως η απουσία βροχής, ενώ το είδος αυτό αξιοποιεί τις περιοχές κοντά στους διαδρόμους και τους τροχοδρόμους έπειτα από τη βροχή, θηρεύοντας γαιοσκώληκες. Η μεγάλη εμπλοκή του είδους σε προσκρούσεις φαίνεται πως είναι ένα γενικό φαινόμενο. Ειδικά στην Ιταλία, το είδος αυτό είναι εκείνο το οποίο συμμετέχει συχνότερα σε περιστατικά προσκρούσεων (Soldatini 2011).

Τα είδη *Emberiza calandra* και *Alauda arvensis* εκτός από το ότι είναι δύο από τα τρία πιο άφθονα είδη που παρατηρήθηκαν στο πεδίο, είναι και δύο από τα τέσσερα είδη που συμμετέχουν συχνότερα σε προσκρούσεις. Αντίθετα, το είδος *Anthus pratensis*, αν και από τα πιο άφθονα είδη που παρατηρήθηκαν στις εργασίες πεδίου έχει συμμετάσχει σε πολύ μικρό αριθμό περιστατικών προσκρούσεων την τελευταία δεκαετία.

Δεν αντιδρούν όλα τα είδη με τον ίδιο τρόπο στην κίνηση και τα χαρακτηριστικά (πχ οπτικά και ακουστικά σήματα) των αεροσκαφών, κάτι που υποδεικνύει ότι κάποια είδη ίσως μαθαίνουν πιο εύκολα να αποφεύγουν τα αεροσκάφη, ωστόσο κάτι τέτοιο δεν έχει αποδειχθεί (Sodhi 2002). Βέβαια, ειδικά στην περίπτωση του είδους *Anthus pratensis*, η μειωμένη εμπλοκή του σε προσκρούσεις ενδέχεται να σχετίζεται περισσότερο με τη συμπεριφορά του να παραμένει κρυμμένο όταν απειλείται, όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Επομένως είναι πιθανό, με το να αντιλαμβάνεται το αεροσκάφος σαν κίνδυνο, να συμπεριφέρεται με τον ίδιο τρόπο, όπως με κάποιο θηρευτή, και με αυτόν τον τρόπο να προστατεύεται και να αποφεύγει τις προσκρούσεις.

Στο αεροδρόμιο Lihue στη Χαβάη περισσότερο από το 80% των προσκρούσεων οφείλεται σε τρία είδη σποροφάγων πτηνών, 2 είδη γλαυκών και 1 παρυδάτιο είδος (Linnell et al. 1996). Πρόκειται για μία τροπική περιοχή, επομένως η ορνιθοπανίδα αναμένεται να είναι αρκετά διαφορετική από αυτή που υπάρχει στην Ελλάδα. Φαίνεται όμως πως και σε αυτή την περίπτωση σποροφάγα πτηνά, που ενδέχεται να αναζητούν τροφή στους χώρους του αεροδρομίου, αποτελούν την αιτία για ένα σχετικά μεγάλο ποσοστό προσκρούσεων.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι η συμμετοχή των ειδών *Emberiza calandra* και *Alauda arvensis* (και όχι μόνο) σε προσκρούσεις στο αεροδρόμιο «Ελ. Βενιζέλος» μεταβάλλονται, και συγκεκριμένα αυξάνονται, όταν εξετάζονται μόνο τα περιστατικά κατά τους μήνες Νοέμβριο έως και Μάρτιο. Το είδος *Emberiza calandra* εμπλέκεται συχνότερα σε προσκρούσεις τους συγκεκριμένους μήνες, δηλαδή τους μήνες εργασίας, και ακολουθεί το είδος *Alauda arvensis*.

Τα επόμενα είδη που εμπλέκονται συχνότερα σε προσκρούσεις αυτούς τους μήνες είναι τα *Larus michahellis*, *Motacilla alba* και *Falco tinnunculus*. Η συμμετοχή του τελευταίου σε προσκρούσεις μειώνεται πολύ συγκριτικά με την αντίστοιχη συμμετοχή για όλους τους μήνες.

Η εμπλοκή των εδαφόβιων ειδών και των αρπακτικών σε προσκρούσεις είναι σχεδόν ίση, όμως πρέπει να σημειωθεί πως στα εδαφόβια είδη συμπεριλαμβάνονται 28 είδη, ενώ στα αρπακτικά 11. Δεν ισχύει όμως το ίδιο για τα άτομα που εμπλέκονται στις προσκρούσεις. Είναι σχεδόν διπλάσιο το ποσοστό εμπλοκής των ατόμων εδαφόβιων ειδών συγκριτικά με τα άτομα αρπακτικών ειδών, κάτι που υποδεικνύει πως στα περιστατικά με εδαφόβια είδη εμπλέκονται σε γενικές γραμμές περισσότερα άτομα/περιστατικό.

Η ομαδοποίηση των ειδών με βάση το καθεστώς παρουσίας τους έδειξε ότι συχνότερα σε προσκρούσεις συμμετέχουν είδη που είναι επιδημητικά (μόνιμοι κάτοικοι), ενώ αμέσως μετά ακολουθούν οι καλοκαιρινοί και οι χειμερινοί επισκέπτες, και σε μικρότερο ποσοστό συμμετέχουν οι περαστικοί ή τυχαίοι επισκέπτες. Αυτό το πρότυπο κατανομής είναι απόλυτα αναμενόμενο, καθώς τα επιδημητικά είδη είναι παρόντα όλο το χρόνο ενώ τα υπόλοιπα συναντώνται για μερικούς μήνες. Ειδικά οι περαστικοί επισκέπτες παραμένουν για λίγο χρονικό διάστημα στους χώρους του αεροδρομίου.

Εστιάζοντας στη συμμετοχή των ειδών *Emberiza calandra* και *Alauda arvensis* στις προσκρούσεις και εξετάζοντας την χρονική κατανομή των περιστατικών για αυτά τα είδη προκύπτει ότι από τον Απρίλιο μέχρι το Σεπτέμβριο δεν έχει καταγραφεί κανένα περιστατικό με το είδος *Alauda arvensis*, ενώ τα περιστατικά για το είδος *Emberiza calandra* μειώνονται πάρα πολύ. Αυτό είναι κάτι αναμενόμενο για την *Alauda arvensis*, καθώς είναι χειμερινός επισκέπτης, αλλά το είδος *Emberiza calandra* είναι επιδημητικό, και παρόλα αυτά οι προσκρούσεις τον χειμώνα είναι σημαντικά περισσότερες. Αυτό θα μπορούσε να αποτελεί ένδειξη ότι οι αφθονίες του είδους στο αεροδρόμιο το χειμώνα είναι μεγαλύτερες απ' ό τι το καλοκαίρι, καθώς αν και είναι κυρίως επιδημητικό, είναι και χειμερινός επισκέπτης.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα πτηνά δεν είναι η μόνη ομάδα οργανισμών που συμμετέχει σε προσκρούσεις. Στο αεροδρόμιο «Ελ. Βενιζέλος» έχουν καταγραφεί περιστατικά και με θηλαστικά και ερπετά. Όμως, η εμπλοκή αυτών των ομάδων οργανισμών σε προσκρούσεις είναι σχεδόν αμελητέα σε σχέση με την εμπλοκή των πτηνών. Αυτό φαίνεται αφενός από το ποσοστό των περιστατικών που οφείλονται σε πτηνά, και αφετέρου από το γεγονός ότι το πρότυπο χρονικής κατανομής των προσκρούσεων μεταξύ των ετών για όλους τους οργανισμούς είναι σχεδόν ίδιο με αυτό που προκύπτει μόνο για τα πτηνά. Οι δύο κατανομές ακολουθούν το ίδιο πρότυπο και παρουσιάζουν τις ίδιες χρονιές μέγιστα και ελάχιστα περιστατικών και ατόμων που εμπλέκονται σε αυτά, με εξαίρεση μόνο τις χρονιές με τον ελάχιστο αριθμό περιστατικών, ο οποίος για όλα τα είδη είναι το 2012, και μόνο για τα πτηνά είναι το 2013 (Εικόνες 3.2.5 και 3.2.8). Για τα πτηνά όμως η διαφορά μεταξύ των ετών 2012 και 2013 είναι μόλις ένα περιστατικό, και έτσι εξηγείται το γεγονός ότι είναι διαφορετική η χρονιά με τα ελάχιστα περιστατικά για όλα τα είδη και τα πτηνά. Επομένως φαίνεται πως τα πτηνά είναι αυτά που καθορίζουν όλη την κατανομή των προσκρούσεων.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον προκαλεί η χρονιά 2014, καθώς, όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.2.8, τότε σημειώνονται πολύ περισσότερα άτομα που συμμετέχουν σε προσκρούσεις σε σχέση με τον αριθμό των περιστατικών. Ο λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό είναι διότι το 2014 είναι η χρονιά με τα περισσότερα περιστατικά πολλαπλών προσκρούσεων, όπως προκύπτει από τα δεδομένα των προσκρούσεων, και τα οποία αφορούσαν τα είδη *Emberiza calandra* και *Alauda arvensis*.

Η περίοδος εργασίας, δηλαδή οι μήνες **Νοέμβριος – Μάρτιος**, δεν είναι η περίοδος με τα περισσότερα περιστατικά ή άτομα που επηρεάζονται από προσκρούσεις με αεροσκάφη. Όπως προαναφέρθηκε, αυτό δε συμβαίνει επειδή η περίοδος αυτή αφορά πέντε μόνο μήνες, καθώς αυτό το διάστημα **καταγράφονται λιγότερα περιστατικά και άτομα που εμπλέκονται σε αυτά απ' ό τι θα αναμενόταν αναλογικά**, ενώ αντίστοιχα την υπόλοιπη περίοδο του έτους (τους μήνες Απρίλιο – Οκτώβριο) έχουμε περισσότερα περιστατικά προσκρούσεων από τα αναμενόμενα. Ο πρώτος λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό είναι διότι το διάστημα Απρίλιος - Οκτώβριος περιλαμβάνει τα μεγαλύτερα τμήματα των δύο περιόδων μεταναστεύσεων των πτηνών, κατά την άνοιξη και το φθινόπωρο. Σε ένα όχι αμελητέο ποσοστό των προσκρούσεων συμμετέχουν είδη που είναι περαστικοί επισκέπτες. Επίσης, στην περίοδο αυτή περιλαμβάνεται και το καλοκαίρι, και αυτό έχει σημασία για δύο λόγους. Αφενός το μεγαλύτερο ποσοστό των προσκρούσεων μετά από εκείνα τα περιστατικά

που αφορούν επιδημικά είδη, αφορά είδη που είναι καλοκαιρινοί επισκέπτες. Αφετέρου το καλοκαίρι είναι τουριστική περίοδος και η κίνηση των αεροπλάνων είναι αυξημένη, όπως προέκυψε από τα δεδομένα των πτήσεων από την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας. Όπως θα ήταν αναμενόμενο και όπως δείχθηκε και παραπάνω, όσο αυξάνεται ο αριθμός των πτήσεων τόσο περισσότερες προσκρούσεις παρατηρούνται.

Όμως την περίοδο του χειμώνα εμπλέκονται σε προσκρούσεις μεγαλύτερος αριθμός ατόμων ανά περιστατικό. Ειδικότερα, το 2014 τους μήνες Νοέμβριος-Μάρτιος έχουν σημειωθεί περιστατικά με 10 ή περισσότερα άτομα, τα οποία αφορούν τα είδη *Emberiza calandra* και *Alauda arvensis*.

Ο μικρότερος αριθμός περιστατικών διαχρονικά στο αεροδρόμιο «Ελ. Βενιζέλος» παρατηρείται το μήνα Φεβρουάριο και αυτό συμφωνεί με τα δεδομένα από τον Διεθνή Οργανισμό Πολιτικής Αεροπορίας (ICAO). Αντίθετα, είναι διαφορετικός ο μήνας με τις περισσότερες προσκρούσεις. Σύμφωνα με τον ICAO, τα περισσότερα περιστατικά σημειώνονται τον Αύγουστο, ενώ στο αεροδρόμιο «Ελ. Βενιζέλος» το μεγαλύτερο ποσοστό έχει καταγραφεί το μήνα Μάιο, και παρουσιάζεται μία δεύτερη «κορυφή» τον Ιούλιο. Πρέπει, βέβαια, να ληφθεί υπόψη ότι ο ICAO έχει συλλέξει δεδομένα προσκρούσεων από 91 κράτη του βόρειου ημισφαιρίου επομένως είναι λογικό η κατανομή των προσκρούσεων ανά μήνα να είναι διαφορετική, καθώς τα δεδομένα αυτά αφορούν πολλές διαφορετικές περιοχές. Παρόλα αυτά φαίνεται πως γενικά το χειμώνα παρατηρείται μία τάση μείωσης των προσκρούσεων και το καλοκαίρι αύξηση αυτών. Αυτό το αποτέλεσμα μπορεί να προκύπτει ως συνδυασμός της οικολογίας των πτηνών και της κίνησης των αεροσκαφών. Για το αεροδρόμιο «Ελ. Βενιζέλος», ο Μάιος είναι ο μήνας με τις περισσότερες προσκρούσεις και σημαντικό ρόλο σε αυτό παίζει η ανοιξιάτικη μεταναστευτική περίοδος. Η πιθανότητα προσκρούσεων πτηνών σε αεροσκάφη είναι 5 φορές υψηλότερη κατά τη μεταναστευτική περίοδο (Sodhi 2002), και ειδικά η Ελλάδα αποτελεί πέρασμα για πολλά μεταναστευτικά πτηνά.

Γενικά παρατηρούμε πως η διακύμανση ανά ώρα του αριθμού των περιστατικών και των ατόμων που εμπλέκονται σε αυτά μοιάζει με την ημερήσια δραστηριότητα των πτηνών. Είναι, δηλαδή, χαμηλή τις νυχτερινές ώρες, και παρουσιάζει δύο μέγιστα, ένα νωρίς το πρωί, και ένα μικρότερο το μεσημέρι – απόγευμα. Ωστόσο, δεν μπορούμε να αποφανθούμε πως η δραστηριότητα των πτηνών είναι ο παράγοντας που καθορίζει και τον αριθμό των περιστατικών και των ατόμων, καθώς δεν έχουμε πληροφορία για τις κινήσεις των αεροπλάνων τις αντίστοιχες ώρες. Τα δεδομένα από τον ICAO είναι ομαδοποιημένα με βάση τις συνθήκες φωτός (αυγή, ημέρα, σούρουπο, νύχτα) και όχι κατά μικρότερα και πιο συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα. Επομένως δεν μπορεί να γίνει ακριβής αντιστοίχιση για να δούμε αν συμφωνούν τα δεδομένα μεταξύ τους, αφού ο όρος «νύχτα» για παράδειγμα μπορεί να αφορά διαφορετικές ώρες, καθώς τα δεδομένα για τον ICAO έχουν συλλεχθεί από πολλά κράτη του βόρειου ημισφαιρίου με διαφορετικές συνθήκες και διάρκεια φωτός μέσα στην ημέρα. Παρ' όλα αυτά επιβεβαιώνεται ότι το οι περισσότερες προσκρούσεις καταγράφονται την ημέρα και όχι τη νύχτα.

Στο σύνολο των δεδομένων προσκρούσεων περισσότερα περιστατικά έχουν καταγραφεί στα δυτικά σε σχέση με τα ανατολικά. Αυτό συμφωνεί με τα δεδομένα αφθονίας που καταγράφηκαν, παρόλο που αυτά αφορούν μόνο πέντε μήνες, ενώ τα δεδομένα προσκρούσεων αφορούν όλο το έτος. Για την εξαγωγή ενός πιο ασφαλούς συμπεράσματος βέβαια θα έπρεπε η εργασία αυτή να γίνει και άλλες εποχές του έτους, προκειμένου να αναλυθούν τα πρότυπα αφθονίας στο χώρο και να συσχετιστούν με τα παραπάνω δεδομένα προσκρούσεων.

Όσον αφορά στην κατανομή των προσκρούσεων στους τομείς, παρατηρείται μείωση των περιστατικών από το Νότο προς το Βορρά. Συσχετίζοντας αυτή την κατανομή με την κατανομή αφθονίας των πτηνών που μετρήθηκε στο πεδίο, ισχύει ότι οι τομείς με τα περισσότερα περιστατικά είναι ο «Δυτικός 1» και «Δυτικός 2». Ο «Δυτικός 2» είναι ο τομέας στον οποίο καταγράφηκαν οι μεγαλύτερες αφθονίες πτηνών κατά τις εργασίες πεδίου. Από την άλλη, ο τομέας «Ανατολικός 3» είναι ο τομέας με τις χαμηλότερες αφθονίες και τις λιγότερες προσκρούσεις. Παρ' όλα αυτά δε φαίνεται να συμφωνούν τα δύο πρότυπα, γιατί στην περίπτωση των προσκρούσεων έχουμε διαφοροποίηση από το Νότο προς το Βορρά, ενώ στην περίπτωση της αφθονίας των πτηνών διαφοροποίηση κατά βάση μεταξύ δυτικού και ανατολικού διαδρόμου.

Επιπλέον, οι αφθονίες των πτηνών δεν είναι οι μόνες που επηρεάζουν τον αριθμό των προσκρούσεων, αλλά πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψη και η κίνηση των αεροπλάνων, καθώς, όπως βρέθηκε στα αποτελέσματα, ο αριθμός των πτήσεων επηρεάζει τον αριθμό προσκρούσεων. Τα δεδομένα των πτήσεων που χρησιμοποιήθηκαν αφορούσαν τον αριθμό των πτήσεων ανά μήνα, χωρίς να αναφέρεται εάν οι απογειώσεις/προσγειώσεις έγιναν στον Δυτικό ή Ανατολικό διάδρομο. Επομένως, δεν μπορεί να εξεταστεί εάν ο αριθμός των πτήσεων είχε επίδραση και στη χωρική κατανομή των προσκρούσεων.

Στο αεροδρόμιο Lihue στη Χαβάη παρατηρείται επίσης άνιση χωρική κατανομή των προσκρούσεων κατά μήκος του διαδρόμου (Linnell et al. 1996), και το πρότυπο αυτό καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τις πτήσεις. Κατά τη διαδικασία της προσγειώσης ενός αεροπλάνου συμβαίνουν περισσότερες προσκρούσεις στο κομμάτι του διαδρόμου όπου το αεροπλάνο ακουμπά στο έδαφος, και στη συνέχεια καθώς το αεροπλάνο κινείται κατά μήκος του διαδρόμου και μειώνει ταχύτητα, σημειώνονται όλο και λιγότερες προσκρούσεις, ενώ κατά την απογείωση τα περισσότερα περιστατικά συμβαίνουν στο μεσαίο τμήμα του διαδρόμου. Στην ίδια εργασία διαπιστώθηκε πως περισσότερες προσκρούσεις συμβαίνουν κατά τις προσγειώσεις των αεροσκαφών, συγκριτικά με τις απογειώσεις. Επομένως, ο μειούμενος αριθμός προσκρούσεων από το Νότο προς το Βορρά που παρατηρήθηκε στην παρούσα εργασία θα μπορούσε να ερμηνεύεται σε μεγάλο βαθμό με βάση τα παραπάνω.

Εξετάζοντας τη σύνθεση των ειδών που συμμετέχουν σε προσκρούσεις μόνο το χειμώνα παρατηρείται ένα διαφορετικό πρότυπο σε σχέση με την εικόνα για το σύνολο του έτους. Συγκεκριμένα, αυξάνεται πολύ το ποσοστό συμμετοχής των εδαφόβιων ειδών στις προσκρούσεις και μάλιστα ξεπερνά το 50%, ενώ αυτό το ποσοστό γίνεται ακόμα μεγαλύτερο και μεγαλύτερο από 60% όταν αναφερόμαστε μόνο στις ώρες εργασίας (πρωί).

Τους μήνες εργασίας όλες τις ώρες το είδος *Emberiza calandra* είναι εκείνο που συμμετέχει συχνότερα σε προσκρούσεις και ακολουθεί το είδος *Alauda arvensis*. Εάν εστιάσουμε όμως μόνο στις ώρες εργασίας η σειρά αυτή αντιστρέφεται. Οι περισσότερες προσκρούσεις, δηλαδή, έχουν σημειωθεί με άτομα του είδους *Alauda arvensis*, κάτι που συμφωνεί με τα δεδομένα αφθονίας, καθώς τις ώρες αυτές ήταν πράγματι το πιο άφθονο είδος. Στην πραγματικότητα, βέβαια, οι διαφορές στη συμμετοχή των δύο ειδών στις προσκρούσεις μόνο τις ώρες εργασίας δεν είναι μεγάλες.

Εξετάζοντας την χωρική κατανομή των προσκρούσεων τους μήνες Νοέμβριο – Μάρτιο των ετών είτε όλες τις ώρες είτε μόνο τις ώρες εργασίας προέκυψε ότι δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των δύο διαδρόμων, σε αντίθεση με την αφθονία. Κανονικά θα αναμέναμε να υπάρχει διαφορά μεταξύ των δύο διαδρόμων την περίοδο εργασίας, που να συμφωνεί με τα δεδομένα αφθονίας που συλλέχθηκαν, περισσότερες, δηλαδή, προσκρούσεις στα δυτικά. Ένας λόγος για τον οποίο ίσως αυτό δεν παρατηρείται είναι γιατί την περίοδο εργασίας όλων των ετών έχουν σημειωθεί λιγότερες προσκρούσεις, και ακόμα λιγότερες ειδικότερα τις ώρες εργασίας. Ίσως για την παρατήρηση κάποιας τάσης είναι σημαντικό να υπάρχει μεγαλύτερο δείγμα.

Σε αυτό το σημείο, βέβαια, θα μπορούσε να ληφθεί υπόψη και ο αριθμός των πτήσεων που καταγράφηκαν κατά το πεδίο στον Δυτικό και Ανατολικό διάδρομο. Περισσότερες πτήσεις σημειώθηκαν στα ανατολικά συγκριτικά με τα δυτικά, επομένως αυτή η παρατήρηση θα μπορούσε να εξηγήσει σε κάποιο βαθμό γιατί δεν υπάρχει διαφορά στις προσκρούσεις μεταξύ των δύο διαδρόμων τις μέρες και ώρες εργασίας. Στα δυτικά, δηλαδή, υπάρχει μεγαλύτερη αφθονία, αλλά στα ανατολικά καταγράφηκαν περισσότερες πτήσεις. Επισημαίνεται βέβαια πως οι αριθμοί αυτοί των πτήσεων καταγράφηκαν συγκεκριμένες μέρες και ώρες και δεν μπορεί να προκύψει από αυτούς πως αυτό είναι το πρότυπο της χωρικής κατανομής των πτήσεων γενικότερα.

Επιπλέον, υπάρχουν στοιχεία που δείχνουν ότι η πιθανότητα πρόσκρουσης πτηνών σε αεροσκάφη μπορεί να αυξάνεται όταν μειώνεται η κίνηση των αεροσκαφών σε έναν διάδρομο. Αυτό συμβαίνει διότι η ποσότητα της κίνησης των αεροσκαφών σε ένα αεροδρόμιο μπορεί να επηρεάζει την ικανότητα των πτηνών να τα αποφεύγουν (Burger 1985). Δεν παρατηρήθηκε κάτι τέτοιο στην παρούσα εργασία, ωστόσο γίνεται αντιληπτό πως είναι πολλοί οι παράγοντες που μπορεί να συμμετέχουν στον καθορισμό των προτύπων που έχουν προκύψει.

Όσον αφορά στη συσχέτιση της κατανομής των περιστατικών προσκρούσεων ανά τομέα τους μήνες Νοέμβριο – Μάρτιο όλων των ετών με τη χωρική κατανομή της αφθονίας των πτηνών που καταγράφηκε στο πεδίο, ούτε σε αυτή την περίπτωση ακολουθούν το ίδιο πρότυπο. Όπως ισχύει και για όλους τους μήνες, οι προσκρούσεις μειώνονται από το Νότο προς το Βορρά, ενώ οι αφθονίες διαφοροποιούνται μεταξύ δυτικού και ανατολικού διαδρόμου. Αυτό μπορεί να συμβαίνει γιατί ίσως δεν είναι ίδιο το πρότυπο της χωρικής κατανομής των προσκρούσεων κάθε χειμώνα. Η μόνη περίπτωση στην οποία δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στο χωρικό πρότυπο των προσκρούσεων στους τομείς και στο αναμενόμενο πρότυπο με βάση τις αφθονίες των πτηνών που καταγράφηκαν

είναι όταν εξετάστηκαν μόνο οι μήνες Νοέμβριος 2019 – Μάρτιος 2020. Αυτό το αποτέλεσμα μπορεί να ερμηνευτεί ως αντιστοίχιση των δύο χωρικών προτύπων (προσκρούσεων και αφθονίας). Όμως, δεν μπορούμε να είμαστε απόλυτα σίγουροι για το αν υπάρχει πράγματι αντιστοίχιση, ή αν το μικρό δείγμα της αφθονίας των πτηνών δεν επέτρεψε να φανεί κάποια διαφορά.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα αποτελέσματα της εργασίας προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Στα loops και τα strips απαντώνται κυρίως εδαφόβια και σποροφάγα είδη
- Τρία είδη (*Alauda arvensis*, *Anthus pratensis* και *Emberiza calandra*) συνιστούν περισσότερο από το 90% των πτηνών στα loops και τα strips
- Το χρονικό πρότυπο κατανομής της αφθονίας είναι αντίστοιχο του καθεστώτος παρουσίας των ειδών
- Παρατηρείται άνιση κατανομή της αφθονίας τόσο ανάμεσα στους δύο διαδρόμους (μεγαλύτερη αφθονία στον Δυτικό διάδρομο) όσο και ανάμεσα στα loops και τα strips (μεγαλύτερη αφθονία στα loops)
- Η χωρική κατανομή της αφθονίας των πτηνών είναι αντίστοιχη με την κατανομή των προσκρούσεων που καταγράφηκαν τους μήνες Νοέμβριος 2019 – Μάρτιος 2020

Για να διαπιστωθεί εάν το τελευταίο συμπέρασμα είναι ασφαλές, και αυτή η αντίστοιχη κατανομή που προέκυψε δεν είναι αποτέλεσμα του μικρού δείγματος για τις αφθονίες, προτείνεται να γίνουν διαχρονικές καταγραφές στις ίδιες διατομές. Ειδικότερα από αυτή την πιλοτική έρευνα πεδίου προέκυψαν προτάσεις για τη μεθοδολογική προσέγγιση μελέτης της ορνιθοπανίδας στο αεροδρόμιο αρχικά ως προς την ώρα των εργασιών. Προτείνεται οι εργασίες πεδίου να αρχίζουν νωρίτερα και ιδανικά να ολοκληρώνονται μέχρι τις 11 πμ.

Επιπλέον, προτείνεται να γίνει μελέτη των χαρακτηριστικών του χώρου, και κυρίως της βλάστησης, στις θέσεις όπου τοποθετήθηκαν οι διατομές, προκειμένου να διαπιστωθεί εάν υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ αυτών και της σύνθεσης των ειδών και αφθονίας των πτηνών που παρατηρήθηκαν. Αυτό θα επέτρεπε, δηλαδή, τη διερεύνηση του ρόλου της βλάστησης στην ερμηνεία των χωρικών προτύπων κατανομής της αφθονίας της ορνιθοπανίδας στο αεροδρόμιο και θα μπορούσε ενδεχομένως να οδηγήσει στην πρόταση κάποιου μέτρου που σχετίζεται με την διαχείριση της βλάστησης με σκοπό τη μείωση της αφθονίας των πτηνών.

Τέλος, θα είχε ενδιαφέρον να πραγματοποιηθεί έρευνα για την απόκριση των πτηνών στις κινήσεις των αεροσκαφών, ούτως ώστε να διαπιστωθεί με ποιο τρόπο επιδρούν αυτές στις αφθονίες των πτηνών.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abreu, T.L.S., Grossmann, N.V., Carvalho, M.M., Velho, D.M.A., Campos, V.C. and Lopes, C.M. (2017). Evaluation of Different Grass Height Management Patterns for Bird Control in a Tropical Airport. *Revista Conexão Sipaer* 8(1):68-79.
- AERC TAC, 2015: AERC TAC's Taxonomic Recommendations. Online version: <http://www.aerc.eu/tac.html>
- Badyaev, A.V., Gibson, D.D, Kessel, B., Pyle, P. and Patten M.A. (2020). White Wagtail (*Motacilla alba*), version 1.0. In: S. M. Billerman (ed.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.whiwag.01>
- Barber, J.R., Crooks, K.R. and Fristrup, K.M. (2010). The costs of chronic noise exposure for terrestrial organisms. *Trends in Ecology and Evolution* 25(3):180-189. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.08.002>
- Barras, C., Dolbeer, R., Richard, B. and Glen, F. (2000). Bird and small mammal use of mowed and unmowed vegetation at John F. Kennedy International Airport, 1998 to 1999. *Proceedings of the Vertebrate Pest Conference*, San Diego: University of California, 6-9 March 2000.
- Belant, J.L., Washburn B.E., and DeVault T.L. (2013). Understanding animal movements at and near airports. In: T.L. DeVault, B.F. Blackwell, and J.L. Belant (ed.), *Wildlife in Airport Environments: Preventing Animal-Aircraft Collisions through Science-Based Management*, pp. 128-136. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, in association with The Wildlife Society.
- Bernhardt, G.E., Patton, Z.J., Kutschbach-Brohl, L. and Dolbeer, R.A. (2009). Management of bayberry in relation to tree-swallow strikes at John F. Kennedy International Airport, New York. *Human-Wildlife Conflicts* 3:237-241.
- Blackwell, B.F., DeVault, T.L., Fernández-Juricic, E. and Dolbeer, R.A. (2009). Wildlife collisions with aircraft: a missing component of land-use planning for airports. *Landscape and Urban Planning* 93:1–9.
- Blackwell, B.F., Seamans, T.W., Schmidt, P.M., DeVault, T.L., Belant, J.L., Whittingham, M.J., Martin, J.A and Fernandez-Juricic, E. (2013). A framework for managing airport grasslands and birds amidst conflicting priorities. *The International Journal of Avian Science* 155: 199-203. doi: 10.1111/ibi.12011
- Blackwell, B.F., Seamans, T.W., Fernández-Juricic, E., Devault, T.L. and Outward, R.J. (2019). Avian responses to aircraft in an airport environment. *The Journal of Wildlife Management* 83: 893-901. doi: 10.1002/jwmg.21650
- Bibby, C.J., Burgess, N.D. and Hill, D.A. (2000). *Bird Census Techniques*. Second Edition. Academic Press.

- Brumm, H. (2004). The impact of environmental noise on song amplitude in a territorial bird. *Journal of Animal Ecology* 73:434–440.
- Burger, J. (1985). Factors affecting bird strikes on aircraft at a coastal airport. *Biological Conservation* 33(1):1-13, 16-28. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(85\)90002-3](https://doi.org/10.1016/0006-3207(85)90002-3)
- CAA, Civil Aviation Authority. (2008). CAP 772: birdstrike risk management for aerodromes. Safety Regulation Group, Gatwick Airport South, West Sussex, United Kingdom.
- Campbell, R.W., Van Damme, L.M., Johnson, S.R., Donald P., and Garcia E.F.J. (2020). Eurasian Skylark (*Alauda arvensis*), version 1.0. In: S. M. Billerman (ed.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.skylar.01>
- Clement, P., del Hoyo, J., Collar, N. and Kirwan, G.M. (2020). European Goldfinch (*Carduelis carduelis*), version 1.0. In: S. M. Billerman, B. K. Keeney, P. G. Rodewald, and T. S. Schulenberg (ed.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.eurgol.01>
- Conover, M.R. (2002). *Resolving human-wildlife conflicts: The science of wildlife damage management*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. <https://doi.org/10.1201/9781420032581>
- Cresswell, W. (1994). Song as a pursuit-deterrent signal, and its occurrence relative to other anti-predation behaviours of skylark (*Alauda arvensis*) on attack by merlins (*Falco columbarius*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 34:217-223. <https://doi.org/10.1007/BF00167747>
- DeVault, T. L., Belant, J. L., Blackwell, B. F., and Seamans, T. W. (2011). Interspecific variation in wildlife hazards to aircraft: implications for airport wildlife management. *Wildlife Society Bulletin* 35:394-402. doi: 10.1002/wsb.75
- DeVault, T.L., Belant, J.L., Blackwell, B.F., Martin, J.A., Schmidt, J.A., Wes Burger Jr, L. and Patterson Jr, J.W. (2012). Airports Offer Unrealized Potential for Alternative Energy Production. *Environmental Management* 49:517–522. <https://doi.org/10.1007/s00267-011-9803-4>
- Devereux, C.L., Fernandez-Juricic, E., Krebs, J.R. and Whittingham, M.J. (2008). Habitat affects escape behavior and alarm calling in Common Starlings *Sturnus vulgaris*. *International Journal of Avian Science* 150:191-198. doi: 10.1111/j.1474-919X.2008.00835.x
- Dimond, S.J. and Lazarus, J. (1974). The problem of vigilance in animal life. *Brain, behavior and evolution* 9:60-79. doi: 10.1159/000123655

- Dolbeer, R.A. (2006). Height distribution of birds recorded by collisions with civil aircraft. *Journal of Wildlife Management* 70:1345–1350.
- Dolbeer, R.A. (2013). The history of wildlife strikes and management at airports. In: T.L. DeVault, B.F. Blackwell, and J.L. Belant (ed.), *Wildlife in Airport Environments: Preventing Animal-Aircraft Collisions through Science-Based Management*, pp. 1-6. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, in association with The Wildlife Society.
- de Juana, E. and Suárez, F. (2020). Crested Lark (*Galerida cristata*), version 1.0. In: S. M. Billerman, B. K. Keeney, P. G. Rodewald, and T. S. Schulenberg (ed.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.crelar2.01>
- Fu, Q., Wang, N., Shen, M., Song, N. and Yan, H. (2016). A study of the site selection of a civil airport based on the risk of bird strikes: The case of Dalian, China. *Journal of Air Transport Management*, 54: 17-30. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2016.03.016>
- Fuller, R.A., Warren P.H. and Gaston K.J. (2007). Daytime noise predicts nocturnal singing in urban robins. *Biology Letters* 3:368–370. doi: 10.1098/rsbl.2007.0134
- Gil, D., Honarmand, M., Pascual, J., Perez-Mena, E. and Garcia, C. (2014). Birds living near airports advance their dawn chorus and reduce overlap with aircraft noise. *Behavioral Ecology* 26:435-443. doi:10.1093/beheco/aru207
- Handrinos G., Akriotis T. (1997). *The birds of Greece*. Christopher Helm, London.
- International Civil Aviation Organization (ICAO). (2012). *Wildlife Control and Reduction. Airport Services Manual, Doc 9137 Part 3, 4th edition*. Montreal, Canada.
- International Civil Aviation Organization (ICAO). (2017). 2008 - 2015 Wildlife Strike Analyses (IBIS). *Electronic Bulletin* 2017/25.
- Jeffery, R. & Buschke, F. (2019). Urbanization Around an Airfield Alters Bird Community Composition, but not the Hazard of Bird–Aircraft Collision. *Environmental Conservation* 46(2):124-131. doi:10.1017/S0376892918000231
- Jenny, M. (1990). Diet-ecology of the skylark *Alauda arvensis* in an intensively cultivated agroecosystem in the Swiss Midlands. *Ornithologische Beobachter* 87(1):31-53.
- Kelly, T., Allan, J. (2006). Ecological effects of aviation. In: J. Davenport, J.L. Davenport (ed.), *The Ecology of Transportation: Managing Mobility for the Environment*. Environmental Pollution, vol 10. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/1-4020-4504-2_1

- Klett-Mingo, J.I., Pavon, I. and Gil, D. (2016). Great tits, *Parus major*, increase vigilance time and reduce effort during peaks of aircraft noise. *Animal Behaviour* 115: 29-34. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2016.02.021>
- Kutschbach-Brohl, L., Washburn, B.E., Bernhardt, G.E., Chipman, R.B. and Francoeur, L.C. (2010). Arthropods of a semi-natural grassland in an urban environment: the John F. Kennedy International Airport, New York. *Journal of Insect Conservation* 14:347–358. <https://doi.org/10.1007/s10841-010-9264-8>
- Law, A.A., Threlfall, M.E., Tijman, B.A., Anderson, E.M., McCann, S., Searing, G. and Bradbeer, D. (2017). Diet and prey selection of Barn Swallows (*Hirundo rustica*) at Vancouver International Airport. *Canadian Field-Naturalist* 131(1):26–31. <https://doi.org/10.22621/cfn.v131i1.1777>
- Li, Y.M., Jang, S.L., Nie, C.P., Zhou, H.L., Li, Y.Y., Chen, N.T., and Zhao, Z.H. (2011). Avian diversity and bird strike risk at Fuyang Airport. *Chinese Journal of Applied Ecology* 22: 1914-1920.
- Lima, S.L., Wiebe, K.L. and Dill, L.M. (1987). Protective cover and the use of space by finches: is closer better? *Oikos* 50:225-230. doi: 10.2307/3566005
- Linley, G.D., Kostoglou, K., Jit, R. and Weston, M.A. (2018). Australian magpies exhibit increased tolerance of aircraft noise on an airport, and are more responsive to take-off than to landing noises. *Wildlife research* 45(3):282-286. <https://doi.org/10.1071/WR18039>
- Linnell, M., Conover, M. and Ohashi, T. (1996). Analysis of Bird Strikes at a Tropical Airport. *The Journal of Wildlife Management* 60: 935-945. doi:10.2307/3802396
- Lowther, P. E. & Johnston R. F. (2020). Rock Pigeon (*Columba livia*), version 1.0. In: S.M. Billerman (ed.), *Birds of the World*, Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.rocpig.01>
- Madge, S. and de Juana, E. (2020). Corn Bunting (*Emberiza calandra*), version 1.0. In: J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana (ed.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.corbun1.01>
- Marateo, G., Grilli, P.G., Bouzas, N., Ferretti, V., Juárez, M.F. and Soave, G.E. (2015). Habitat use by birds in airports: A case study and its implications for bird management in south american airports. *Applied Ecology and Environmental Research* 13:799-808. doi: 10.15666/aeer/1303_799808
- Matyjasiak, P. (2008). Methods of bird control at airports. In: J. Uchmański (ed.), *Theoretical and applied aspects of modern ecology*, pp.171-203. Cardinal Stefan Wyszyński University Press, Warsaw.

- National Transportation Safety Board. (2010). Loss of Thrust in Both Engines After Encountering a Flock of Birds and Subsequent Ditching on the Hudson River, US Airways Flight 1549, Airbus A320-214, N106US, Weehawken, New Jersey, January 15, 2009. Aircraft Accident Report NTSB/AAR-10/03, Washington, DC.
- Nordt, A. and Klenke, R. (2013). Sleepless in town: drivers of the temporal shift in dawn song in urban European blackbirds. *PLOS One* 8(8):e71476. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071476>
- Oduntan, O.O., Akinyemi, A.F. and Abiodun, O.A. (2012). Assessment of bird strike occurrences and bird species abundance at the Murtala Muhammed International Airport, Lagos. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science* 2(5): 223-227.
- Perrins, C.M. (1998). The complete birds of the Western Palearctic CD-ROM. Version 1.0. Oxford University Press.
- Powolny, T., Eraud, C., Masson, J. and Bretagnolle, V. (2015). Vegetation structure and inter-individual distance affect intake rate and foraging efficiency in a carnivorous forager, the Eurasian Skylark *Alauda arvensis*. *Journal of Ornithology* 156:569-578. <https://doi.org/10.1007/s10336-015-1161-1>
- Ridiche, M.S. (2016). Qualitative and quantitative analysis of the avifauna within the area of Craiova International Airport (0-3 km). *Oltenia Journal for Studies in Natural Sciences*, 32 (1): 91-96.
- Ríos-Chelén, A.A., Salaberria, C., Barbosa, I., Macías Garcia C., Gil, D. (2012). The learning advantage: bird species that learn their song show a tighter adjustment of song to noisy environments than those that do not learn. *Journal Evolutionary Biology* 25:2171–2180. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2012.02597.x>
- Schafer, L.M, Blackwell, B. F, & Linnell, M. A. (2007). Quantifying Risk Associated with Potential Bird-Aircraft Collisions. UC Davis: Road Ecology Center.
- Seamans, T.W., Barras, S.C., Bernhardt, G.E., Blackwell, B.F. and Cepek, J.F. (2007). Comparison of two vegetation-height management practices for wildlife control at airports. *Human– Wildlife Conflict* 1(1):97–105.
- Siopis, M., Papakonstantinou, D. and Papadopoulou, M.P. (2015). Bird coalition preventer: a GIS tool for estimating the impact assessment of land use, to airport wildlife management. Proceedings of the 14th International Conference on Environmental Science and Technology Athens, Greece, 3-5 September 2015.
- Sodhi, N.S. (2002). Competition in the air: Birds versus Aircraft. *The Auk* 119(3):587-595. <https://doi.org/10.1093/auk/119.3.587>
- Thorpe, J. (2016). Conflict of Wings: Birds Versus Aircraft. In: F.M. Angelici (ed.),

- Problematic Wildlife, pp. 443-463. Springer International Publishing Switzerland. doi: 10.1007/978-3-319-22246-2_21
- Tsurui, K. and Nishida, T. (2010). Latitudinal clines of the black-marking morph in a pygmy grasshopper *Tetrix japonica* (Orthoptera: Tetrigidae). *Bulletin of the Osaka Museum of Natural History*, 64:19-24.
- Tyler, S. and Sharpe, C.J. (2020). Meadow Pipit (*Anthus pratensis*), version 1.0. In: J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana (ed.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.meapip1.01>
- Vickery, J.A., Bradbury, R.B., Henderson, I.G., Eaton, M.A. and Grice, P.V. (2004). The role of agri-environment schemes and farm management practices in reversing the decline of farmland birds in England. *Biological Conservation* 119(1):19-39. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2003.06.004>
- Washburn, B. and Seamans, T.W. (2004). Management of vegetation to reduce wildlife hazards at airports. FAA Worldwide Airport Technology Transfer Conference, Atlantic City, New Jersey, USA.
- Washburn, B.E. and Seamans, T.W. (2013). Managing turfgrass to reduce wildlife hazards at airports. In: T.L. DeVault, B.F. Blackwell, and J.L. Belant (ed.), *Wildlife in Airport Environments: Preventing Animal-Aircraft Collisions through Science-Based Management*, pp. 105-114. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, in association with The Wildlife Society.
- Whittingham, M. and Devereux, C. (2008). Changing grass height alters foraging site selection by wintering farmland birds. *Basic and Applied Ecology* 9:779-788. doi: 10.1016/j.baae.2007.08.002
- Zheng, J., Jia, X. and Yang, X. (2015). Study on avifauna and the change of population annual activity patterns in Xianyang International Airport of Xi'an. *Journal of Anhui Agricultural Sciences* 10.
- Υπηρεσία Περιβάλλοντος Διεθνούς Αερολιμένα Αθηνών (2019). Φροντίδα για το Περιβάλλον - Τεύχος 21. Έκδοση του Διεθνούς Αερολιμένα Αθηνών Α.Ε. <https://www.aia.gr/ebooks/ENC/CareForTheEnvironment/Issue21/mobile/index.html>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Οι δυνητικές περιοχές μελέτης με τη χρήση του προγράμματος QGIS προέκυψαν με εκτέλεση των παρακάτω βημάτων:

Για τα loops

- Εισήχθη στο QGIS το αρχείο ‘Centrelines.kml’, στο οποίο είχαν σημειωθεί με τη χρήση του προγράμματος Google Earth Pro οι κεντρικές γραμμές των δύο διαδρόμων προσγείωσης και απογείωσης. Το αρχείο, δηλαδή, περιέχει γραμμές.
- Το αρχείο kml μετατράπηκε σε shapefile, επιλέγοντας από το μενού Layer→Save as. και ως «format» επιλέχθηκε το ‘ESRI Shapefile’. Στο αρχείο δόθηκε το όνομα ‘Centrelines’, και το πρόγραμμα πρόσθεσε την κατάλληλη κατάληξη (εδώ shp). Ως σύστημα αναφοράς συντεταγμένων (CRS) ορίστηκε το EPSG:2100 – GGRS87/Greek Grid.
- Στη συνέχεια το shapefile αρχείο ‘Centrelines.shp’ εισήχθη στο QGIS.
- Η ίδια ακριβώς διαδικασία ακολουθήθηκε και για το αρχείο ‘Loops boundaries.kml’ Με αντίστοιχο τρόπο μετατράπηκε σε shp, αλλάζοντας και το σύστημα συντεταγμένων σε EPSG:2100 – GGRS87/Greek Grid και εισήχθη το shapefile αρχείο στο QGIS.
- Αφαιρέθηκαν από το QGIS τα δύο στρώματα («layers») που προέκυψαν από τα kml αρχεία.
- Προκειμένου να σχηματιστούν γύρω από τις κεντρικές γραμμές των διαδρόμων τα πολύγωνα, των οποίων οι πλευρές απέχουν 90 μέτρα από αυτές, έγιναν οι εξής επιλογές στο μενού του προγράμματος: Vector → Geoprocessing tools → Buffer. Ως «input layer» ορίστηκε το ‘centrelines for strips’, και ως απόσταση συμπληρώθηκαν 90 μέτρα, ενώ όλες οι υπόλοιπες παράμετροι παρέμειναν ως είχαν. Έτσι, σχηματίστηκαν δύο πολύγωνα, ένα γύρω από την κεντρική γραμμή κάθε διαδρόμου, και προέκυψε ένα νέο «layer» που ονομάζεται ‘Buffered’.
- Προκειμένου να σχηματιστεί ένα πολύγωνο σε κάθε διάδρομο που προκύπτει από τον περιορισμό της απόστασης ασφαλείας των 90 μέτρων από το κέντρο των διαδρόμων έγιναν οι εξής επιλογές στο μενού του προγράμματος: Vector → Geoprocessing tools → Buffer. Το «layer» που είχε προκύψει από το shapefile αρχείο αποτέλεσε το «input layer». Ως απόσταση ορίστηκαν τα 90 μέτρα. Οι υπόλοιπες παράμετροι παρέμειναν ως είχαν. Το «layer» που προέκυψε ονομάστηκε ‘buffer_90’.
- Ακολούθως αφαιρέθηκαν από τα loops τα τμήματα εκείνα που περιέχονται και στο ‘buffer_90’ layer. Αυτό έγινε χρησιμοποιώντας το εργαλείο Difference. Στο μενού του προγράμματος έγιναν οι επιλογές Vector → Geoprocessing tools → Difference. Ως «input layer» επιλέχθηκε το ‘Loops boundaries’ και ως «overlay layer» το ‘buffer_90’. Προέκυψε ένα νέο «layer» που ονομάστηκε ‘studyarealoop_90’.
- Στη συνέχεια επιλέχθηκε από το μενού Vector → Geoprocessing tools → Buffer. Ως «input layer» χρησιμοποιήθηκε το ‘Loops boundaries’ και ως απόσταση ορίστηκαν τα -15 μέτρα. Με αυτόν τον τρόπο σχηματίστηκε μία ζώνη 15 μέτρων εσωτερικά των ορίων των loops, η οποία δεν θα αποτελέσει περιοχή μελέτης.

- Με τα παραπάνω βήματα, έγινε ουσιαστικά σχηματισμός ενός νέου «layer» που έχει προκύψει από αφαίρεση, από τα πολύγωνα των loops, τμήματος που απέχει 15 μέτρα από τις πλευρές. Έτσι, απέμειναν οι περιοχές στα loops, που αποτελούν δυνητικές περιοχές μελέτης. Αυτό το «layer» ονομάστηκε ‘studyarealoop_15’ (με CRS το EPSG:2100 – GGRS87/Greek Grid).
- Σε αυτό το σημείο χρειάστηκε να συνδυαστούν οι δυνητικές περιοχές μελέτης που προέκυψαν από τους δύο παραπάνω περιορισμούς σε ένα νέο layer. Γι’ αυτό έγινε από το μενού του προγράμματος η επιλογή Vector → Geoprocessing tools → Clip. Ως «input layer» ορίστηκε το ‘studyarealoop_90’ και ως «overlay layer» το ‘studyarealoop_15’. Το νέο «layer» που προέκυψε ονομάστηκε ‘Study areas loops’ και αποθηκεύτηκε ως shapefile. Αποθηκεύτηκε επίσης και ως kml, ώστε να μπορεί να ανοίξει και με το πρόγραμμα Google Earth Pro. Σε αυτή την περίπτωση ορίστηκε ως CRS το EPSG:436 – WGS 84.

Για τα strips

- Εισήχθη στο QGIS το αρχείο ‘Strips boundaries.kml’. Με αντίστοιχο τρόπο όπως και για τα loops μετατράπηκε σε shapefile (Layer→Save as, ως «format» επιλέχθηκε το shapefile, και ορίστηκε ως CRS το EPSG:2100 – GGRS87/Greek Grid). Έτσι δημιουργήθηκε το αρχείο ‘Strips boundaries.shp’, το οποίο εισήχθη στο QGIS.
- Στη συνέχεια σκοπός ήταν να αφαιρεθούν από την οριοθετημένη περιοχή των strips, αυτές οι περιοχές που αντιστοιχούν στα πολύγωνα του «layer» ‘buffer_90’ που χρησιμοποιήθηκε και για τα loops. Αυτό έγινε ως εξής: Επιλέχθηκε από το μενού του προγράμματος Vector → Geoprocessing tools →Difference. Ως «input layer» ορίστηκε το ‘Strips boundaries’ και ως «overlay layer» το ‘buffer_90’. Έτσι προέκυψε ένα νέο «layer», το οποίο περιείχε με τη μορφή ορθογώνιων παραλληλογράμμων τις δυνητικές θέσεις μελέτης για τα strips, και το οποίο ονομάστηκε ‘Study areas strips’. Ομοίως, δημιουργήθηκε από αυτό το layer ένα shapefile και ένα kml αρχείο.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

Σημεία έναρξης και λήξης των διατομών

Ως σημεία έναρξης και λήξης των διατομών έχουν καταγραφεί σημεία αναφοράς τα οποία δε βρίσκονταν απαραίτητα πάνω στην ευθεία στην οποία κινούνταν ο/οι παρατηρητής/ες κατά την καταγραφή των παρατηρήσεων. Όπου δεν υπήρχε κάποιο εμφανές και σταθερό σημείο αναφοράς τοποθετήθηκαν κόκκινοι πάσσαλοι, οι οποίοι επίσης μπορεί να μη βρίσκονταν πάνω στην ευθεία των διατομών, διότι έπρεπε να τοποθετηθούν όσο το δυνατόν πιο μακριά από το διάδρομο. Συγκεκριμένα για κάθε διατομή έχουμε τα εξής:

Διατομή S1W

Σημείο έναρξης: Περίπου 10 μέτρα πιο αριστερά από το 1^ο RVR

Σημείο λήξης: Το τσιμεντένιο φρεάτιο

Διατομή S2W

Σημείο έναρξης: Το πρώτο φως του διαδρόμου μετά το τσιμεντένιο αντιπλημμυρικό που βρίσκεται στα αριστερά (το φως δεν φαίνεται στο GoogleEarth, αλλά φαίνονται τα μικρά τσιμεντένια φρεάτια που είναι δίπλα του εντός του strip)

Σημείο λήξης: Το 2^ο RVR (μεσαίο)

Διατομή S3W

Σημείο έναρξης: Κόκκινος πάσσαλος

Σημείο λήξης: Στο ύψος του τσιμεντένιου φράγματος ανάσχεσης στα αριστερά

Διατομή L1W

Σημείο έναρξης: Στο τέλος των πλαστικών σωλήνων ποτίσματος

Σημείο λήξης: Κόκκινος πάσσαλος

Διατομή L2W

Σημείο έναρξης: Η κίτρινη πινακίδα

Σημείο λήξης: Κόκκινος πάσσαλος

Διατομή L3W

Σημείο έναρξης: Το κουτί (box)

Σημείο λήξης: Κόκκινος πάσσαλος

Διατομή S1E

Σημείο έναρξης: Κόκκινος πάσσαλος

Σημείο λήξης: Κόκκινος πάσσαλος

Διατομή S2E

Σημείο έναρξης: Κόκκινος πάσσαλος

Σημείο λήξης: Κόκκινος πάσσαλος

Διατομή S3E

Σημείο έναρξης: Το 6^ο πέτρινο αποστραγγιστικό μετά τα 2^ο RVR (μεσαίο)

Σημείο λήξης: Το 8^ο πέτρινο αποστραγγιστικό

Διατομή L1E

Βρίσκεται στο Loop D4-D5.

Σημείο έναρξης: Η δεύτερη κίτρινη πινακίδα, της οποίας βλέπουμε το πίσω μέρος όταν βρισκόμαστε στο διάδρομο D4

Σημείο λήξης: Κόκκινος πάσσαλος

Διατομή L2E

Βρίσκεται στο Loop D5-D7.

Σημείο έναρξης: Η δεύτερη κίτρινη πινακίδα, της οποίας βλέπουμε το πίσω μέρος όταν βρισκόμαστε στο διάδρομο D5

Σημείο λήξης: Κόκκινος πάσσαλος

Διατομή L3E

Σημείο έναρξης: Το κουτί (box)

Σημείο λήξης: Το τσιμέντο στο τούνελ του υδραγωγού στα αριστερά

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

Ημερολόγιο εργασιών πεδίου

# επίσκεψης	Ημερομηνία	Λόγος επίσκεψης
1	12/07/2019	Πρώτη συνάντηση – Σχεδιασμός εργασίας - Συζήτηση
2	20/09/2019	Συζήτηση – Σχεδιασμός εργασίας
3	16/10/2019	Εργασία γραφείου
4	18/10/2019	Ημερίδα για τις Οικοσυστημικές Υπηρεσίες
5	1/11/2019	Οριοθέτηση διατομών
6	7/11/2019	Τοποθέτηση πασσάλων και δοκιμαστικό – Εκπαίδευση – Ημέρα πεδίου
7	11/11/2019	Ημέρα πεδίου
8	22/11/2019	Ημέρα πεδίου
9	09/12/2019	Ημέρα πεδίου
10	20/12/2019	Ημέρα πεδίου
11	16/01/2020	Ημέρα πεδίου
12	20/01/2020	Ημέρα πεδίου
13	24/01/2020	Ημέρα πεδίου
14	14/02/2020	Ημέρα πεδίου
15	24/02/2020	Ημέρα πεδίου
16	11/03/2020	Ημέρα πεδίου



Εικόνα 1: Φωτογραφία από το loop A5-A10 (διατομή L2W), όπου φαίνεται και το αποστραγγιστικό σύστημα



Εικόνα 2: Φωτογραφία από το τμήμα του strip απέναντι από το loop A5-A10 (διατομή S2W), όπου φαίνεται και το 2^ο RVR (μεσαίο)



Εικόνα 3: Κατά τη διαδικασία ελέγχου πριν την είσοδο στους χώρους του αεροδρομίου. Φαίνεται το όχημα της Υπηρεσίας Περιβάλλοντος με το οποίο κινούμασταν μεταξύ των θέσεων δειματοληψίας



Εικόνα 4: Για την οριοθέτηση των διατομών χρησιμοποιήθηκαν κόκκινοι πάσσαλοι



Εικόνα 5: Φωτογραφία από το loop D4-D5 (διατομή L1W)



Εικόνα 6: Σιταρήθρα (Φωτογραφία: Παύλος Ανδριόπουλος)



Εικόνα 7: Βραχοκιρκίνεζο (Φωτογραφία: Παύλος Ανδριόπουλος)



Εικόνα 8: Γερακίνα (Φωτογραφία: Παύλος Ανδριόπουλος)