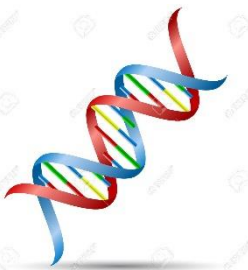
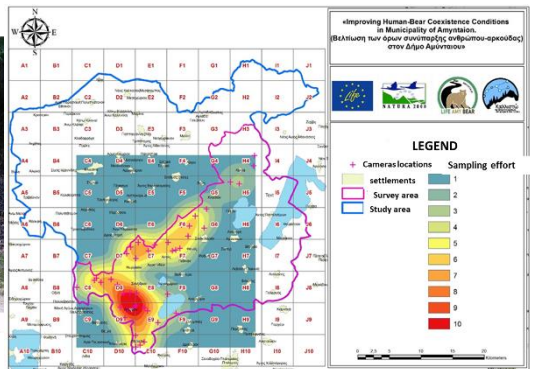




Εκτίμηση της παρουσίας, του πληθυσμιακού μεγέθους και της δραστηριότητας της καφέ αρκούδας (*Ursus arctos*. L.) με τη χρήση φωτοπαγίδων, γενετικής ανάλυσης και βιοδηλωτικών ενδείξεων στην περιοχή των Δ. Αμυνταίου & Φλώρινας



Θεσσαλονίκη, Οκτώβριος 2018



Assessment of the distribution, population size and activity of the brown bear (*Ursus arctos*, L.) sub-population with the use of IR cameras, genetic analyses and biosigns in the area of Amyndaio, & Florina – NW Greece.

Thessaloniki, October, 2018



Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	1
Summary	2
Εισαγωγή:.....	3
1. Η καφέ αρκούδα: σε παγκόσμια, ευρωπαϊκή και εθνική κλίμακα:.....	8
1.1. Εξάπλωση και πληθυσμιακά στοιχεία	8
1.2. Βιολογία-οικολογία της αρκούδας	10
1.3. Κατάσταση διατήρησης και θεσμικό πλαίσιο.....	11
2. Περιοχή Μελέτης	12
2.1. Ανθρώπινες δραστηριότητες/υποδομές	13
2.2. Φυσικό ενδιαίτημα/Παρουσία Αρκούδας.....	15
2.3. Ανθρώπινες δραστηριότητες/υποδομές:	17
3. Υλικά & Μέθοδοι.....	18
3.1. Καταγραφή παρουσίας και δραστηριότητας της αρκούδας με τη χρήση φωτοπαγίδων....	18
3.2. Κριτήρια καθορισμού του δειγματοληπτικού πρωτοκόλλου και των θέσεων των καταγραφικών:.....	22
3.2.1. Καταχώρηση και στατιστική ανάλυση δεδομένων από τις φωτοπαγίδες:	24
3.3. Καταγραφή παρουσίας και δραστηριότητας της αρκούδας μέσω βιοδηλωτικών ενδείξεων: 28	
3.4. Συλλογή βιολογικού υλικού αρκούδας (υπολείμματα τριχώματος) για γενετική ανάλυση....	32
3.4.1. Μεθοδολογία γενετικής ανάλυσης:.....	34
3.4.1.2. Εκτίμηση πληθυσμιακού μεγέθους και γενετικές αναλύσεις	36
4. Αποτελέσματα	38
4.1. Φωτοπαγίδες: Παρουσία, σχετική αφθονία και πρότυπα δραστηριότητας της αρκούδας –	
4.1.1. Συνολικά αποτελέσματα	38
4.1.3. Αποτελέσματα σχετικά με την κερκάδια συχνότητα παρουσίας της αρκούδας στη περιοχή μελέτης:.....	51
4.1.4. Αποτελέσματα σχετικά με την κερκάδια δραστηριότητα της αρκούδας σε συνάρτηση με τη δραστηριότητα του ανθρώπινου παράγοντα στη περιοχή μελέτης:	54
4.1.5. Συχνότητα παρουσίας αρκούδας σε σχέση με τους οικισμούς:	57
5. Αποτελέσματα γενετικών αναλύσεων:.....	59
5.1. Δείγματα που αναλύθηκαν	59
5.2. Μοναδικοί γενότυποι και αναλογία φύλου (Sex ratio)	59
5.3. Γενετική ποικιλότητα.....	59
5.4. Έλεγχος για ύπαρξη του φαινομένου γενετικού στενωπού	62
5.5. Μέγεθος του πληθυσμού (Nc) και δραστικό μέγεθος του πληθυσμού (Ne)	63
5.6 Αξιοπιστία των δεδομένων που προέρχονται από μη επεμβατική γενετική δειγματοληψία (NGS)	65
5.7. Γενετική ποικιλότητα του πληθυσμού	66



5.8. Μέγεθος του πληθυσμού (N_c) και δραστικό μέγεθος του πληθυσμού (N_e)	67
6. Αποτελέσματα παρουσίας αρκούδας με βάση τις βιοδηλωτικές ενδείξεις.....	69
7. Συμπεράσματα:	73
Βιβλιογραφία	76



Ομάδα εργασίας

Συντονιστής : Μερτζάνης Γιώργος, Δρ. Βιολογίας (Επιστ. Υπεύθυνος).

Εργασίες πεδίου- συλλογή δεδομένων

(α) Εγκατάσταση φωτοπαγίδων: Daniel Blankenheim (βιολόγος MSc), Μαΐλ Guyon (βιολόγος MSc), Νεφέλη Κωτίτσα (βιολόγος), Λαζάρου Γιώργος (τεχνικός πεδίου), Τράγος Θάνος (βιολόγος), Τσακνάκης Γιάννης (τεχνικός πεδίου)

(β) Εγκατάσταση τριχοπαγίδων (για συλλογή βιολογικού υλικού αρκούδας): Λαζάρου Γιώργος (τεχνικός πεδίου), Τράγος Θάνος (βιολόγος), Τσακνάκης Γιάννης (τεχνικός πεδίου)

Συλλογή δεδομένων :

(α) από φωτοπαγίδες: Daniel Blankenheim (βιολόγος MSc), Μαΐλ Guyon (βιολόγος MSc), Νεφέλη Κωτίτσα (βιολόγος), Λαζάρου Γιώργος (τεχνικός πεδίου), Τράγος Θάνος (βιολόγος), Τσακνάκης Γιάννης (τεχνικός πεδίου)

(β) από τριχοπαγίδες: Λαζάρου Γιώργος (τεχνικός πεδίου), Τράγος Θάνος (βιολόγος), Τσακνάκης Γιάννης (τεχνικός πεδίου)

(γ) βιοδηλωτικά δεδομένα : Μαΐλ Guyon (βιολόγος MSc), Λαζάρου Γιώργος (τεχνικός πεδίου), Τράγος Θάνος (βιολόγος), Τσακνάκης Γιάννης (τεχνικός πεδίου)

Καταχώρηση δεδομένων:

(α) από φωτοπαγίδες: Daniel Blankenheim (βιολόγος MSc), Μαΐλ Guyon (βιολόγος MSc), Νεφέλη Κωτίτσα (βιολόγος),

(β) από τριχοπαγίδες: Τράγος Αθανάσιος (βιολόγος)

(γ) βιοδηλωτικά αρκούδας: Μαΐλ Guyon (βιολόγος MSc), Κωτίτσα Νεφέλη (βιολόγος), Τράγος Αθανάσιος (βιολόγος).

Ανάλυση, επεξεργασία δεδομένων:

(α) από φωτοπαγίδες: Χρ. Αστάρας (δρ. βιολογίας- ερευνητής ΕΘΙΑΓΕ), Daniel Blankenheim (βιολόγος MSc), Μαΐλ Guyon (βιολόγος MSc), Νεφέλη Κωτίτσα (βιολόγος), Ζωή Μακρίδου (βιολόγος), Δάφνη Νικήσιανλη (βιολόγος).

(β) από τριχοπαγίδες (ανάλυση DNA): Εργαστήριο Μοριακής Γενετικής & Ανάπτυξης (ΑΠΘ): Αλ. Τριανταφυλλίδης (Αν. καθηγ.), Ν. Καραϊσκού (δρ. Βιολογίας-Γενετικής), Π. Πατρωνίδης (Βιολόγος Γενετιστής, MSc), Γκαγκαβούζης Κων/νος (Υποψήφιος διδάκτωρ Γενετικής), Κωτίτσα Νεφέλη (βιολόγος).

Επεξεργασία σε περιβάλλον Γ.Σ.Π: Κόντος Κων/νος (δασολόγος) και Ηλίας Αραβίδης (πληροφορικός, αναλυτής Γ.Σ.Π MSc),

Σύνταξη - Επιμέλεια Αναφοράς: Μερτζάνης Γιώργος (δρ. βιολογίας).

Μερτζάνης Γ. και συνεργάτες, 2018 – έργο LIFE15NAT/GR/001108 – τεχνική αναφορά δράσης Α2.



Περίληψη

Η παρούσα τεχνική αναφορά αποτελεί παραδοτέο της δράσης A2 του έργου **LIFE15NAT/GR/001108**. Στοχεύει στην εκτίμηση της παρουσίας, του πληθυσμιακού μεγέθους και της δραστηριότητας της καφέ αρκούδας (*Ursus arctos*, L.) με τη χρήση φωτοπαγίδων, γενετικής ανάλυσης και βιοδηλωτικών ενδείξεων στην περιοχή των Δ. Αμυνταίου & Φλώρινας που αποτελεί και την περιοχή εφαρμογής του έργου.

Για την τεκμηρίωση των παραπάνω ερευνητικών ζητούμενων χρησιμοποιήθηκαν (3) διαφορετικές προσεγγίσεις με τα αντίστοιχα μεθοδολογικά πρωτόκολλα ως εξής: (α) εκτίμηση της παρουσίας, κατανομής και κερκάδιας δραστηριότητας της αρκούδας με την χρήση φωτοπαγίδων με αισθητήρες υπέρυθρων, (β) εκτίμηση της παρουσίας και κατανομής της αρκούδας με την καταγραφή βιοδηλωτικών ενδείξεων (γ) εκτίμηση του πληθυσμιακού μεγέθους, της γενετικής ποικιλότητας και της γενετικής ισορροπίας με την μέθοδο της γενετικής ανάλυσης.

Σε ότι αφορά την πρώτη προσέγγιση και μέθοδο χρησιμοποιήθηκε εάν δίκτυο (12) καταγραφικών συστημάτων IR για μια συνεχόμενη περίοδο δειγματοληψίας (4) μηνών στην περιοχή του Δ. Αμυνταίου. Μετά από επεξεργασία **30.078** φωτογραφιών και **17.238** βίντεο προσδιορίστηκαν η ένταση παρουσίας της αρκούδας στην περιοχή του έργου καθώς και η συσχέτιση της κερκάδιας δραστηριότητάς της με την ανθρώπινη παρουσία και δραστηριότητα. Παρατηρήθηκε ότι η σχετική αφθονία παρουσίας αρκούδας εμφανίζεται πιο έντονη σε ορισμένα κατατμήματα του ενδιαιτήματος της περιοχής του έργου (σε αυτό συνηγορούν και τα ευρήματα από την καταγραφή βιοδηλωτικών ενδείξεων). Η σχετική αφθονία φαίνεται να **αυξάνει** σε συνάρτηση με την εν γένει ανθρώπινη δραστηριότητα (λόγω γειτνίασης με ανθρωπογενείς πηγές τροφής). Η σχετική αφθονία παρουσίας αρκούδας **μειώνεται** όσο απομακρυνόμαστε από τον δασικό οικότονο («forest edge») και τα επιφανειακά ρέοντα εσωτερικά ύδατα (ποτάμια, ρυάκια) που συνδέονται με την ύπαρξη ευνοϊκού ανάγλυφου και συνθηκών ενδιαιτήματος (μικρές κοιλάδες/ρεματιές). Οι αρκούδες εμφάνισαν εν γένει νυκτόβια δραστηριότητα σε σχέση με την ανθρώπινη παρουσία και δραστηριότητα στην περιοχή του έργου. Άνθρωποι και αρκούδες έδειξαν να έχουν χαμηλό βαθμό επικάλυψης παρουσίας/δραστηριότητας ειδικά στην περίπτωση των κτηνοτρόφων. Σε ότι αφορά την προσέγγιση (γ) : ο **πληθυσμός** της καφέ αρκούδας στην περιοχή του Αμυνταίου παρουσιάζει μέτρια επίπεδα γενετικής ποικιλότητας και είναι ελαφρώς χαμηλότερη σε σχέση με αυτή που έχει αναφερθεί για άλλους ελληνικούς πληθυσμούς αλλά υψηλότερη από αυτή μερικών άλλων πληθυσμών της Ευρώπης.

Υπολογίστηκε ότι το πληθυσμιακό μέγεθος (N_c) είναι **154 άτομα**, αριθμός που είναι περίπου 3 φορές μεγαλύτερος από τον ελάχιστο αριθμό ατόμων που ταυτοποιήθηκαν στην έρευνα ($N_e=54$). Ωστόσο το συγκεκριμένο αποτέλεσμα θα πρέπει να αντιμετωπιστεί μάλλον με επιφυλακτικότητα καθότι οι δημιουργοί του λογισμικού πληθυσμιακής εκτίμησης υποστηρίζουν ότι ακριβείς εκτιμήσεις προκύπτουν με τιμές σύλληψης/άτομο της τάξης του **2** ή περισσότερο. Στην παρούσα μελέτη η πλειοψηφία των ατόμων συνελήφθη μόλις μία φορά και ο δείκτης μέσης σύλληψης/άτομο ήταν **1,36**. Εντατικότερη δειγματοληψία (αύξηση του αριθμού των δειγμάτων) που θα πραγματοποιηθεί στο πλαίσιο της δράσης D5 αναμένεται να επιβεβαιώσει με ακόμη μεγαλύτερη ακρίβεια το μέγεθος του πληθυσμού. Τέλος οι αυξημένες τιμές ενδογαμίας σε συνδυασμό με το χαμηλό δραστικό μέγεθος καθιστούν τον πληθυσμό ευάλωτο στο χρόνο επομένως η σωστή διαχείριση και προστασία του πληθυσμού κρίνονται απαραίτητες ενέργειες για την βιωσιμότητα του είδους στην περιοχή.



Summary

The present technical report is the deliverable from project's *LIFE15NAT/GR/001108* action A2. Action's 2 main objectives are: (a) the evaluation of presence, distribution and population size of the brown bear (*Ursus arctos*. L.) population in the areas of Amyndaio and Florina.

To answer the aforementioned objectives, (3) combined approaches and methodological protocols have been implemented as follows: (a) evaluation of presence, distribution and circadian activity with the of IR phototrap, (b) evaluation of presence and distribution with the collection of bear biosigns and (c) evaluation of the population size, genetic variability and genetic balance using DNA analyses and fingerprinting.

As regards to (a): a network of 12 IR camera traps was deployed over a 4 months sampling period in the area of Amyndaio. After processing **30.078** shots/frames and **17.238** videos we determined the relative abundance of bear presence in the study area as well as the circadian activity of the species which was also correlated to human presence and activity. We observed that the relative abundance of bears appears higher in specific habitat sectors of the study area (a fact that was also validated through the biosigns sampling). This relative abundance appears to increase in relation to human presence and activity which is related to anthropogenic food resources attractive to bears. This relative abundance index decreases as long as the distance from forest edges and rivers and streams increases.

Bears showed mostly nocturnal activity patterns in relation to human presence and activity. Humans and bears presence and activity showed a low degree of temporal overlapping (especially as regards to shepherds and livestock raising activity).

Regarding approach (c): genetic analyses and fingerprinting has shown that: the indigenous brown bear sub-population in the study area suffers of mediocre levels of genetic variability, which appear slightly lower compared to other Greek bear sub-populations but slightly higher than certain European brown bear populations.

The population size N_c was estimated at **154** individuals which is 3 times higher than the estimated effective minimum population ($N_e=54$). However this result has to be treated with caution as according to the software creators the estimation accuracy of N_c strongly depends on the capture/recapture rate which has to be around **2** or more. In our case this value hardly exceeds an average of **1,36**. A more intensive sampling that will take place under action D5 is expected to better validate with higher accuracy the brown bear population size in the study area. Finally the high index values for inbreeding in combination with the low value of N_e make the targeted brown bear subpopulation vulnerable over time, a fact that should urge conservationists and managers to undertake appropriate measures to slow down and or reverse this trend and secure the viability of this sub-population.



Εισαγωγή:

Η παρούσα αναφορά εστιάζει στην εκτίμηση της παρουσίας/κατανομής, στην εκτίμηση του πληθυσμιακού μεγέθους καθώς και στην εκτίμηση της δραστηριότητας του υπο-πληθυσμού καφέ αρκούδας (*Ursus arctos, L.*) στην περιοχή των Δ. Αμυνταίου και Δ. Φλώρινας. Για την διερεύνηση των παραπάνω ερωτημάτων χρησιμοποιήθηκαν τρεις (3) διαφορετικές μέθοδοι που εξειδικεύονται ως ένα βαθμό στην πληρέστερη προσέγγιση και διερεύνηση του κάθε ερωτήματος: ως εξής:

(α) για την εκτίμηση της παρουσίας και της κατανομής του υπο-πληθυσμού αλλά και για την εκτίμηση της δραστηριότητας (σε κικκάδια κυρίως χρονική βάση) του υπο-πληθυσμού αρκούδας χρησιμοποιήθηκαν οι κάμερες με αισθητήρες υπέρυθρων (IR) καθώς και ο εντοπισμός και η ταυτοποίηση βιοδηλωτικών ενδείξεων αρκούδας στην περιοχή ενδιαφέροντος.

(β) Για την εκτίμηση του πληθυσμιακού μεγέθους και λοιπών δημογραφικών παραμέτρων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της γενετικής ανάλυσης βιολογικού υλικού αρκούδας (υπολείμματα τριχώματος) που συλλέχθηκε στο πεδίο με την χρήση ειδικού δειγματοληπτικού πρωτοκόλλου. Η ειδική τεχνική αναφορά που αφορά σε αυτή την μέθοδο καθώς και τα αποτελέσματά της παρατίθενται στο τρίτο μέρος της παρούσας τεχνικής αναφοράς.

Σε ότι αφορά τις κάμερες IR και την χρήση τους για τους σκοπούς του έργου είναι σημαντικό να αναφέρουμε κάποιες χρήσιμες διαπιστώσεις.

Η παρακολούθηση των μεγάλων σαρκοφάγων (ΜΣ) είναι κρίσιμη παράμετρος για την διατήρησή τους και παράλληλα μια πρόκληση από τη στιγμή που πρόκειται ως επί το πλείστον για κρυπτικά είδη. Λιγες είναι οι μέθοδοι και τα μέσα που υπάρχουν για την παρακολούθηση ειδών ΜΣ με ευρεία κατανομή και χωροκράτεια σε μεγάλες χωρικές κλίμακες και σε βάθος χρόνου προκειμένου να ανιχνευθούν καταγραφούν τάσεις (είτε πληθυσμιακών μεταβολών είτε γεωγραφικών).

Οι κάμερες (φωτοπαγίδες) με θερμικούς αισθητήρες υπέρυθρων είναι μια εξελισσόμενη τεχνολογία που χρησιμοποιείται ευρέως πλέον γι' αυτό το σκοπό δεδομένου του συγκριτικά χαμηλού κόστους, της πολύ χαμηλής επεμβατικότητας του μέσου, αλλά και της δυνατότητας του συστήματος να απεικονίζει είδη πανίδας που είναι πολύ δύσκολο να παρατηρηθούν με άλλους τρόπους και μέσα. Για είδη ΜΣ των οποίων τα φαινοτυπικά χαρακτηριστικά δεν είναι εύκολα διαφοροποιήσιμα η διακριτά, οι φωτοπαγίδες καταγράφουν παρόλα αυτά δεδομένα παρουσίας/απουσίας που χρησιμεύουν στην παρακολούθηση της δυναμικής και εξέλιξης της χωροκατανομής είτε υπο το πρίσμα της ανεξάρτητης ποσοτικοποίησης της χωροκατανομής ενός είδους είτε υπό το πρίσμα της προσέγγισης για τον προσδιορισμό του δείκτη αφθονίας..



Ανεξάρτητα από την επιλεγμένη μέθοδο παρακολούθησης, η οικονομική πρόκληση για την εκτίμηση του πληθυσμιακού μεγέθους ενός είδους ΜΣ συχνά παρεμποδίζει την πραγματική εκτίμηση της δυναμικής των πληθυσμιακών μεταβολών ειδικά σε μεγάλες χωρικές κλίμακες. (Andelman and Fagan, 2000).

4

Τα μοντέλα χωροκατάληψης που βασίζονται σε δεδομένα από φωτοπαγίδες προσφέρουν μια εναλλακτική λύση χαμηλού κόστους για την εκτίμηση των πληθυσμιακών και χωρογεωγραφικών τάσεων σε πληθυσμούς μεγάλων σαρκοφάγων. Η χρήση των φωτοπαγίδων έχει όλο και μεγαλύτερη διάδοση ως μέσον παρακολούθησης επειδή είναι χαμηλού κόστους, ίγo επεμβατικές (επομένως και χαμηλής όχλησης) και οι λήψεις αφορούν συχνά σε κρυπτικά είδη που έχουν λίγο μελετηθεί (Burton et al., 2015; Steenweg et al., In Revision).

Σε μικρούς πληθυσμούς όπως στα Απέννινα της Ιταλίας, το συνολικό πληθυσμιακό μέγεθος μπορεί να εκτιμηθεί με την μέθοδο της σύλληψης- επανα-σύλληψης εφόσον το συνολικό πληθυσμιακό μέγεθος της καφέ αρκούδας είναι <50, επιτρέποντας έτσι ένα μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού να συλληφθεί και να επανα-συλληφθεί από τις φωτοπαγίδες. (Gervasi et al., 2012). Βεβαίως αυτές οι τεχνικές έχουν και τους περιορισμούς τους όταν το ζητούμενο είναι μια παρακολούθηση σε βάθος χρονικού ορίζοντα σε μεγάλες χωρο-χρονικές κλίμακες (Noon et al., 2012).

Η εφαρμογή της μεθόδου των φωτοπαγίδων σε μια σχετικά μεγάλη γεωγραφική κλίμακα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της παρουσίας ενός είδους στο τοπίο με την συνδυαστική χρήση μοντέλων χωροκατάληψης («occupancy models» (Nichols and Karanth 2002; MacKenzie et al. 2006) κάτι που δεν απαιτεί ταυτοποίηση κατ' άτομο από τον πληθυσμό του υπό μελέτη είδους.

Η μέθοδος των φωτοπαγίδων χρησιμοποιείται επίσης και στην αποτύπωση των κικκάδιων ρυθμών στη δραστηριότητα των ατόμων ενός πληθυσμού του υπο μελέτη είδους, Επειδή η μέθοδος των φωτο παγίδων προσεγγίζει τον γενικό πληθυσμό από ένα είδος σε μια δεδομένη περιοχή (και όχι μόνο άτομα από τον πληθυσμό), οι ερευνητές μπορούν να έρθουν πιο κοντά στις εκτιμήσεις των πληθυσμιακών επιπέδων σε σχέση με την χρήση άλλων τεχνικών και μεθόδων (Bridges et al. 2004b). Σε σχετικές έρευνες με φωτοπαγίδες στι μαύρες αρκούδες της Αμερικής (*Ursus americanus*), οι Bridges et al. (2004b) κατέγραψαν πρότυπα δραστηριότητας σε δολωματικούς σταθμούς στην πολιτεία της Βιρτζίνια, και παρατήρησαν ότι η δραστηριότητα των αρκούδων ήταν σε γενικές γραμμές εσπερινή αλλά παρουσίαζε εποχικές διαφοροποιήσεις με τις αρκούδες να γίνονται πιο νυκτόβιες κατά την φθινοπωρινή περίοδο πολύ πιθανόν ως αντίδραση στην κυνηγετική δραστηριότητα και περίοδο.

Η χρήση των φωτοπαγίδων συμβάλλει ως μέσον και στην εκτίμηση της αφθονίας στον πληθυσμό ενός υπό μελέτη είδους. Προσεγγίζοντας και μελετώντας την πληθυσμιακή δυναμική ενός ζωικού είδους, σπάνια δίνεται η δυνατότητα μιας πλήρους απογραφής του πληθυσμού. Οι δειγματοληπτικές μέθοδοι συνήθως αποδίδουν την καταμέτρηση ενός μέρους του πληθυσμού ή έναν δείκτη που σχετίζεται με την τρέχουσα αφθονία μέσω της πιθανότητάς ανίχνευσης Μερτζάνης Γ. και συνεργάτες, 2018 – έργο LIFE15NAT/GR/001108 – τεχνική αναφορά δράσης Α2.



ατόμων. Συνεπώς οι φωτοπαγίδες ως μέσον εκτίμηση αφθονίας αποδεικνύονται ιδιαίτερα χρήσιμες σε μελέτες ζωικών ειδών που είτε είναι κρυπτικά είτε κινούνται η καταλαμβάνουν μεγάλες σε έκταση περιοχές τις οποίες είναι αδύνατον να καλύψει κανείς δειγματοληπτικά εξ'ολοκλήρου.

Για τα στατιστικά πληθυσμιακά μοντέλα για κλειστους πληθυσμούς έχει γίνει ανασκόπηση από τους *Otis et al. (1978)*, *Seber (1982)*, *Williams et al. (2002)*, and *Chao and Huggins (2005a,b)*. Πολλές από τις δημοσιευμένες μελέτες με τη χρήση φωτοπαγίδων έχουν σαν στόχο την εκτίμηση της αφθονίας σε μια συγκεκριμένη περιοχή και η μελέτη είναι σχεδιασμένη για την εκτίμηση του μεγέθους ενός συγκεκριμένου πληθυσμού σε ένα χωροχρονικά κλειστό σύστημα (*Karanth 1995; Karanth and Nichols 2000; Silver et al. 2004*), βασιζόμενο σε εποπτεύσεις/σαρώσεις που καλύπτουν ένα υποσύνολο της περιοχής ενδιαφέροντος.

Η εκτίμηση της αφθονίας σε μεγάλης έκτασης περιοχές, που είναι ο συνήθης στόχος της χρήσης φωτοπαγίδων στις μελέτες, απαιτεί από τον ερευνητή να δώσει ιδιαίτερη προσοχή στην χωρική μεταβλητότητα της αφθονίας.

Στην προσπάθεια εξαγωγής συμπερασμάτων αναφορικά με μια μεγάλη σε έκταση περιοχή, σπάνια είναι εφικτό να δειγματοληφθεί ολόκληρη η περιοχή ενδιαφέροντος, και επομένως οι ερευνητές θα πρέπει να μεριμνήσουν για την επιλογή δειγματοληπτικών τομέων που να είναι αντιπροσωπευτικοί του συνόλου της περιοχής ενδιαφέροντος και για την οποία πρέπει να εξαχθούν τα συμπεράσματα. Στην περίπτωση που ο ερευνητής θέλει να εξάγει συμπεράσματα πέραν της περιοχής δειγματοληψίας (π.χ. να επεκτείνει τα συμπεράσματα από μια περιοχή δειγματοληψίας σε ένα ολόκληρο εθνικό πάρκο), τότε οι κανόνες της στρωματωμένης ή της τυχαίας δειγματοληψίας θα πρέπει να εφαρμοστούν για τον προσδιορισμό της χωροδιάταξης της δειγματοληπτικής περιοχής (***Cochran 1997; Thompson 1992***).

Συχνά οι δειγματοληπτικές περιοχές επιλέγονται επειδή εμφανίζονται τυπικά αντιπροσωπευτικές μιας ευρύτερης περιοχής ενδιαφέροντος, η επειδή είναι πιο εύκολα προσβάσιμες. Ωστόσο η αντιπροσωπευτικότητα δεν είναι εύκολο να εκτιμηθεί αντικειμενικά ενώ εύκολα προσβάσιμες περιοχές δεν είναι τυπικά αντιπροσωπευτικές περιοχών που δεν είναι εύκολα προσπελάσιμες. Στην περίπτωση μιας μη τυχαίας επιλογής δειγματοληπτικών περιοχών, μπορεί να συμβεί να μην έχουν όλες οι υπο-περιοχές την ίδια πιθανότητα δειγματοληψίας και επομένως τα συμπεράσματα να περιορίζονται στο υποσύνολο του πληθυσμού που έχει τις πιθανότητες να δειγματοληφθεί.

Σε μελέτες σχεδιασμένες για την εκτίμηση της πληθυσμιακής αφθονίας με τη χρήση φωτοπαγίδων, η τοποθέτηση των φωτοπαγίδων στην περιοχή δειγματοληψίας επηρεάζει την δυνατότητα ανίχνευσης ατόμων του πληθυσμού από το υπο μελέτη είδος και επομένως την πιθανότητα ανίχνευσης τους. Για την εκτίμηση της αφθονίας οι φωτοπαγίδες θα πρέπει να τοποθετούνται σε θέσεις που μεγιστοποιούν την πιθανότητα ανίχνευσης ατόμων από το στοχευόμενο είδος. Εάν οι αποστάσεις μεταξύ των δειγματοληπτικών θέσεων με φωτοπαγίδες είναι πολύ μεγάλες, τότε μπορεί να υπάρχουν αρκετά εκτεταμένοι τομείς που να περιέχουν μέρος της χωροκράτειας του στοχευόμενου είδους αλλά που να μην καλύπτονται επαρκώς από την ακτίνα δράσης μιας φωτοπαγίδας. Άτομα του πληθυσμού ενός είδους που ενδιαίτωνται σε



αυτά τα «δειγματοληπτικά κενά» δεν έχουν στην πραγματικότητα καμία πιθανότητα ανίχνευσης ακόμα και εάν ενδιαιώνται στην ευρύτερη περιοχή δειγματοληψίας. Η πύκνωση των θέσεων δειγματοληψίας με φωτοπαγίδες ελαττώνει τα δειγματοληπτικά χωρικά κενά και αυξάνει την πιθανότητα ανίχνευσης ατόμων του πληθυσμού αυξάνοντας τον αριθμό φωτοπαγίδων σε μια χωροκράτεια ατόμου. Άτομα από τον πληθυσμό με περισσότερες φωτοπαγίδες εντός της χωροκράτειάς τους έχουν υψηλότερες πιθανότητες ανίχνευσης από άτομα με λιγότερες θέσεις με φωτοπαγίδες στη χωροκράτεια, γεγονός που δημιουργεί ετερογένεια στις πιθανότητες ανίχνευσης.

Σε σχέση με τα παραπάνω, υπάρχει ένα αντιστάθμισμα στην ανάπτυξη ενός δειγματοληπτικού δικτύου φωτο παγίδων δεδομένου ότι μια μεγάλη πύκνωση του δικτύου ελαττώνει την χωρική κάλυψη της δειγματοληπτικής περιοχής με συνεπακόλουθη ελάττωση των ατόμων που είναι δυνατόν να ανιχνευθούν, ενώ η μεγάλη αραιώση των θέσεων του δικτύου δημιουργεί «τρύπες» ελαττώνοντας τις πιθανότητες ανίχνευσης ατόμων. Εν κατακλείδι, η πλέον κατάλληλη τοποθέτηση του δικτύου και των θέσεων των φωτοπαγίδων εξαρτάται σε μια καλή γνώση της χρήσης του ενδιαίτηματος και των χωρικών προτύπων κίνησης του υπό μελέτη είδους.

Η παρακολούθηση και μελέτη ενός πληθυσμού αρκούδας σε μια συγκεκριμένη περιοχή με την μέθοδο της γενετικής ανάλυσης είναι ιδιαίτερα δύσκολη, διότι είναι ένα μοναχικό και κρυπτικό είδος, που εμφανίζεται σε σχετικά χαμηλές πυκνότητες τις περισσότερες φορές και η χωροκράτεια ή/και κατανομή του οποίου καλύπτει πολύ μεγάλες εκτάσεις. Επίσης, ο χειρισμός ενός τέτοιου ζώου για την απευθείας λήψη γενετικού υλικού είναι ιδιαίτερα δύσκολος και επικίνδυνος και μπορεί να προκαλέσει τραυματισμό και στρεσάρισμα του ζώου. Η μη επεμβατική γενετική δειγματοληψία, είναι η μέθοδος δειγματοληψίας κατά την οποία δεν γίνεται απευθείας λήψη γενετικού υλικού από το ζώο και δεν υπάρχει άμεση αλληλεπίδραση του ζώου με τον άνθρωπο. Η μέθοδος NGS έχει προταθεί ως αξιόπιστη εναλλακτική μέθοδος δειγματοληψίας για τη γενετική μελέτη και την εκτίμηση του πληθυσμού σπανίων και κρυπτικών ζώων (Bellemain *et al*, 2005; Kohn και Wayne, 1997; Luikart *et al*, 2010; Waits και Paetkau, 2005) μια και είναι μηδενική η όχληση που προκαλείται στους εξεταζόμενους πληθυσμούς και υπάρχει δυνατότητα συγκέντρωσης επαρκούς αριθμού δειγμάτων ακόμη και σε περιπτώσεις έντονα κρυπτικών ειδών που παρουσιάζουν χαμηλές πληθυσμιακές πυκνότητες. Ποικίλες έρευνες έχουν δείξει ότι η χρήση της συγκεκριμένη μεθόδου δίνει αξιόπιστα και ακριβή αποτελέσματα (Lathuillière *et al*, 2001; Sawaya *et al*, 2011; Waits και Paetkau, 2005). Οι πληθυσμιακές έρευνες στην Ελλάδα που αφορούν στην καφέ αρκούδα τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούν την μη επεμβατική δειγματοληψία (Karamanlidis *et al*, 2010, 2012; Tsaparis *et al*, 2014, Pylidis 2015). Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μη επεμβατικών μεθόδων δειγματοληψίας για την καφέ αρκούδα, με λήψη τριχών από στύλους της Δ.Ε.Η και συλλογή περιπτωμάτων, καθώς και η ανάπτυξη πρωτόκολλων έχει γίνει από τον Karamanlidis *et al*, (2010, 2012) και Tsaparis *et al*, 2014.

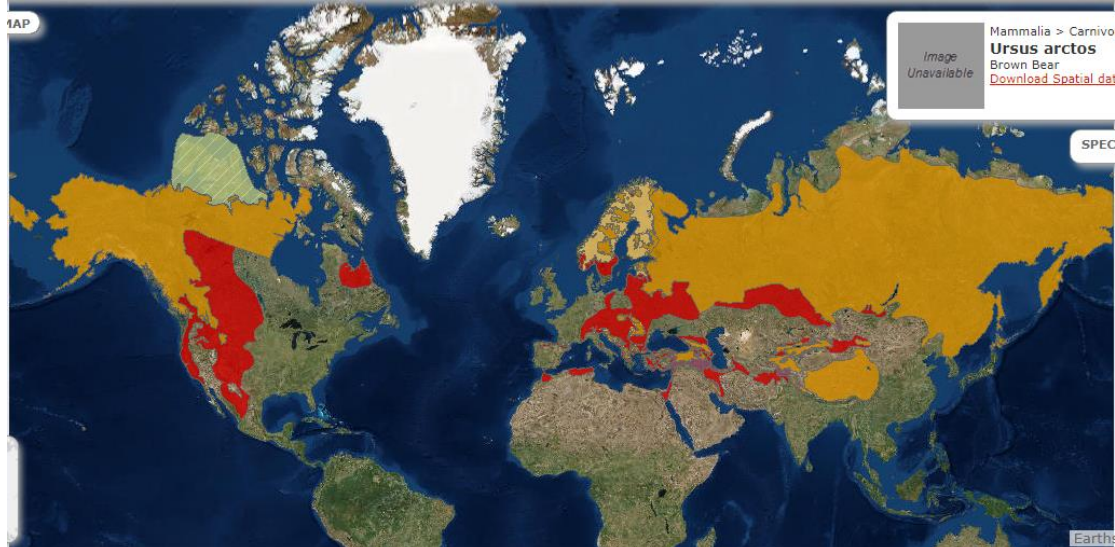


Ο σκοπός της γενετικής μελέτης του πληθυσμού αρκούδας που αποτελεί μέρος των στόχων του έργου LIFE με τίτλο «Improving Human-Bear Coexistence Conditions in Municipality of Amyntaio – “LIFE AMYBEAR” – LIFE15NAT/GR/001108», είναι (α) η διερεύνηση της γενετικής ποικιλότητας της καφέ αρκούδας στην ευρύτερη περιοχή της ΠΕ Φλώρινας, (β) ο υπολογισμός του πληθυσμιακού μεγέθους (N_c), και (γ) καθώς και ο υπολογισμός του δραστικού μεγέθους του πληθυσμού (N_e). Επίσης, σκοπός είναι η αξιολόγηση της κατάστασης του πληθυσμού, ώστε να παρθούν τα κατάλληλα μέτρα για την προστασία και διατήρηση του. Τα αποτελέσματα της έρευνας αναμένεται να έχουν άμεσες επιπτώσεις στην διαχείριση του πληθυσμού της καφέ αρκούδας στην περιοχή του Αμυνταίου και να βοηθήσουν στις διάφορες δράσεις που πρέπει να γίνουν για την καλύτερη συνύπαρξη του ανθρώπου με την καφέ αρκούδα στην περιοχή. Επίσης, τα αποτελέσματα της εργασίας μπορεί να βοηθήσουν μελλοντικές μελέτες μεγαλύτερης γεωγραφικής κλίμακα για την μελέτη της καφέ αρκούδας στην Ελλάδα με μη επεμβατικές μεθόδους γενετικής δειγματοληψίας.

1. Η καφέ αρκούδα: σε παγκόσμια, ευρωπαϊκή και εθνική κλίμακα:

1.1. Εξάπλωση και πληθυσμιακά στοιχεία

Η καφέ αρκούδα (*Ursus arctos*) είναι ένα απ' τα 8 είδη αρκούδας παγκοσμίως και έχει τη μεγαλύτερη εξάπλωση απ' όλα (IUCN). Η εξάπλωσή της φαίνεται στην εικόνα 1 και περιλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος του Ολοαρκτικού βασιλείου (Ευρώπη, Ασία, Β Αμερική).

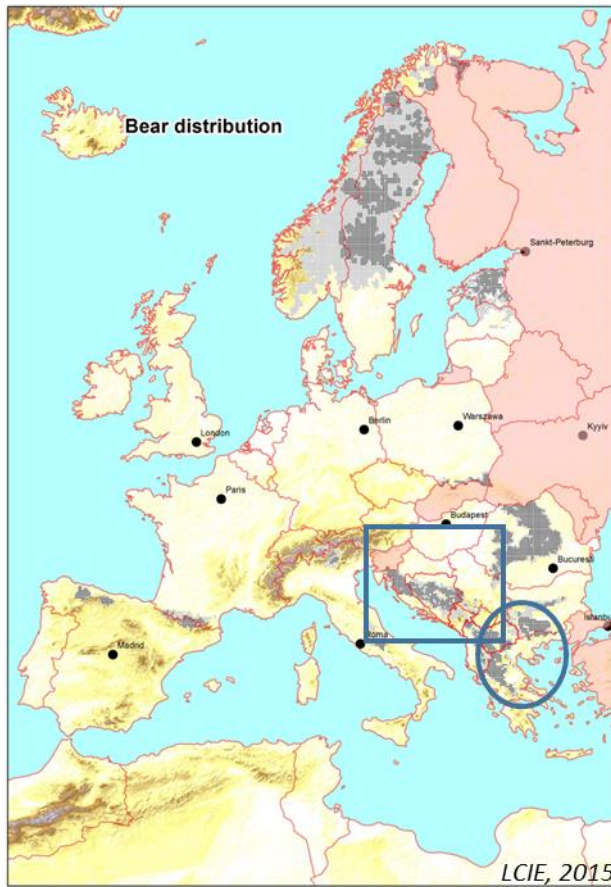


Εικόνα 1: Παγκόσμιος χάρτης εξάπλωσης της καφέ αρκούδας (*Ursus arctos*) σύμφωνα με την Κόκκινη Λίστα της IUCN

Στην Ευρώπη οι πληθυσμοί της έχουν περιοριστεί πολύ σε σχέση με την αρχική της εξάπλωση εξαιτίας της καταδίωξής τους από τους ανθρώπους αλλά και της απώλειας, κατακερματισμού και υποβάθμισης του ενδιαιτημάτων τους. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται ιδιαίτερα στην Δυτική Ευρώπη και τη Μεσόγειο όπου οι αρκούδες επιβιώνουν σε μικρούς κατακερματισμένους πληθυσμούς που συχνά χαρακτηρίζονται ως απειλούμενοι (Kaczensky, 2012). (εικόνα 2). Τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, οι πληθυσμοί αρκούδας στην Ευρώπη παρουσιάζουν αυξητικές τάσεις λόγω της προστασίας τους και της υψηλότερης αναπαραγωγικής επιτυχίας τους (Can, Özgün Emre et al, 2014).

Ως «κινδυνεύοντες» χαρακτηρίζονται και οι ελληνικοί πληθυσμοί. Μάλιστα η Ελλάδα αποτελεί το νοτιότερο άκρο εξάπλωσης της καφέ αρκούδας στην Ευρώπη, με αποτέλεσμα να έχει πολύ μεγάλη ζωογεωγραφική σημασία για τη διατήρησή της (Μερτζάνης, 2012). Όπως φαίνεται και στην εικόνα 3 η εξάπλωσή της ταυτίζεται με τους τρεις κύριους ορογραφικούς άξονες και ορεινά συμπλέγματα της χώρας, δηλαδή τις οροσειρές της Πίνδου, Περιστερίου και κεντρικής Ροδόπης (Μερτζάνης, 2012). Συνολικά καλύπτει 13.500km² και αποτελείται από δύο μόνιμους και γεωγραφικά απομονωμένους πυρήνες. Ο πρώτος καλύπτει την ευρύτερη οροσειρά της Ροδόπης και ο δεύτερος την ευρύτερη οροσειρά της Πίνδου· ο δεύτερος αποτελεί

και το νοτιότερο ευρωπαϊκό όριο εξαπλώσης του είδους (κόκκινο βιβλίο). Οι πληθυσμοί αυτοί, όμως, παρουσιάζουν περαιτέρω τάσεις αποκοπής λόγω της υποβάθμισης δασικών περιοχών που λειτουργούν ως συνδετικές ζώνες. Έτσι διαμορφώνονται 4 υποπληθυσμοί.



Εικόνες 2, 3: Γεωγραφική κατανομή της αρκούδας (*Ursus arctos*, L) στην Ευρώπη (ο πληθυσμός της Πίνδου συνδέεται με τον βιολογικό πληθυσμό Διναρικής-Πίνδου που διατρέχει 9 κράτη) και στην Ελλάδα και δυναμική επαν-αποίκησης (πρωτόκολλο).

Την τελευταία 10ετία οι πληθυσμοί στην Ελλάδα παρουσιάζουν μια ανοδική τάση σε τοπική κλίμακα και παράλληλα μια γεωγραφική δυναμική επανεποίκησης προς περιοχές ιστορικής παρουσίας του είδους όπως η Νότια Πίνδος (Άγραφα, ορεινή Ναυπακτία), ο Όλυμπος, τα Πιέρια και τα Αντιχάσια, η οποία έχει διαμορφώσει τουλάχιστον 2 επιπλέον μεταπληθυσμούς (Μερτζάνης 2012, Κόκκινο Βιβλίο των απειλούμενων ζώων της Ελλάδας 2009, Mertzanis et al 2009).

Επιπλέον, έρευνες έχουν δείξει πως οι ελληνικοί πληθυσμοί αρκούδας επικοινωνούν με εκείνους άλλων χωρών της Βαλκανικής, όπως της ΠΓΔΜ, φαινόμενο που υποδεικνύει την ύπαρξη ενός



διασυνδεδεμένου πληθυσμού. Αυτό μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα σημαντικό για τη διατήρησή τους (Karamanlidis et al, 2014).

Τελευταίες εκτιμήσεις του συνολικού πληθυσμού της καφέ αρκούδας στην Ελλάδα τον υπολογίζουν περίπου στα 500-600 άτομα (Pilidis, 2015).



1.2. Βιολογία-οικολογία της αρκούδας

Στην Ελλάδα η αρκούδα ζει σε μεγάλες ορεινές και δασικές εκτάσεις κατά προτίμηση μεταξύ 900-1500m υψόμετρο που αποτελούνται κυρίως από μεικτά δάση κωνοφόρων και σκληρού ξύλου που διαθέτουν πλούσιο υπόροφο δέντρων θάμνων με καρπούς/φρούτα, χορτάρι, ξέφωτα και τραχιά τοπογραφία. Κυρίως προτιμούν δάση βελανιδιάς (*Quercus* sp.), μεικτά δάση οξιάς-ελάτης (*Fagus* sp. – *Abies borissi regis*) και δάση μαύρης πεύκης (*Pinus nigra*). Σημαντικό ρόλο επίσης παίζουν οι αγρο-δασικές διαπλάσεις της ημιορεινής ζώνης με υψηλή μωσαϊκότητα επειδή προσφέρουν τροφή, αλλά και οι βραχώδεις εξάρσεις, που αποτελούν κατάλληλους τομείς διαχείμασης. Τέλος, σημαντικό χαρακτηριστικό του ενδιαιτήματος είναι η παρουσία επιφανειακών υδάτων (ποταμών, λιμνών κτλ) (Κόκκινο Βιβλίο των απειλούμενων ζώων της Ελλάδας 2009).

Σε αυτό τον βιότοπο η αρκούδες οριοθετούν τεράστιες επικράτειες των 270 km² περίπου τα αρσενικά και μικρότερες, περίπου 118 km², τα θηλυκά (Mertzanis et al 2011). Το μέγεθος των επικρατειών, ωστόσο, δεν είναι σταθερό – εξαρτάται από περιοριστικούς πόρους όπως η διαθεσιμότητα τροφής και αλλάζει στις διάφορες εποχές του χρόνου, ενώ όταν τα θηλυκά έχουν μικρά, οι επικράτειές τους περιορίζονται στα 25 km². Συνηθισμένο φαινόμενο είναι η επικάλυψη χωροκρατειών θηλυκών και αρσενικών, αν και τα θηλυκά που έχουν μικρά αποφεύγουν συστηματικά τα μεγάλα αρσενικά (Κόκκινο Βιβλίο των απειλούμενων ζώων της Ελλάδας, 2009).

Οι επικράτειες δεν είναι το μόνο χαρακτηριστικό της αρκούδας που μεταβάλλεται στη διάρκεια του χρόνου. Η δραστηριότητα και η διατροφή της αρκούδας παρουσιάζουν επίσης εποχικές διακυμάνσεις. Η δραστηριότητα και οι μετακινήσεις τους είναι μέγιστες την άνοιξη, που είναι η εποχή αναπαραγωγής (Μερτζάνης 2012). Επίσης, η αρκούδα δεν είναι το ίδιο δραστήρια σε όλη τη διάρκεια του 24ώρου. Γενικά προτιμά τη νύχτα για τη μετακίνηση και αναζήτηση τροφής, ιδίως αν ενδιαπτάται σε γειτνίαση με τον άνθρωπο (Κόκκινο Βιβλίο των απειλούμενων ζώων της Ελλάδας, 2009).

Το διαιτολόγιό τους, αν και κατά μέσο όρο αποτελείται κατά ~85% από τροφές φυτικής προέλευσης και κατά ~15% ζωικής, διαφέρει ανάλογα με τη διαθέσιμη τροφή (Κόκκινο Βιβλίο των απειλούμενων ζώων της Ελλάδας 2009) και την περίοδο του χρόνου. Για παράδειγμα, το καλοκαίρι η τροφή τους αποτελείται κυρίως από καρπούς, σιτηρά και φρούτα όπως τα *Prunus* sp. σε συνδυασμό με μυρμηγκία και πρόβατα, ενώ το φθινόπωρο το διαιτολόγιό τους συνίσταται από σκληρούς καρπούς (βελανίδια, καρπούς οξιάς κά). (Riegler, 2012).

Η αρκούδα γεννά από 1-3, και σπανιότερα 4, μικρά ανά γέννα και έχει ένα αναπαραγωγικό μεσοδιάστημα 2 ετών (Κόκκινο Βιβλίο των απειλούμενων ζώων της Ελλάδας 2009). Τα μικρά γεννιούνται τον Ιανουάριο ή αρχές Φεβρουαρίου κατά τη διάρκεια του χειμέρου ύπνου της μητέρας (IUCN).

Οι αρκούδες είναι ομοιοταξιακά ζώα που διακρίνονται από υψηλή προσαρμοστικότητα και ευφυΐα, χαρακτηριστικά που τους επιτρέπουν να «μαθαίνουν» από προηγούμενες εμπειρίες αλλά και απ' τις εμπειρίες άλλων αρκούδων. Οι νεαρές αρκούδες μαθαίνουν πολύ συχνά απ' όλες τις ηλικιακές κλάσεις αρκούδων. Η ικανότητα αυτή της μάθησης οδηγεί στη δημιουργία



δύο ιδιαίτερων συμπεριφορών, οι οποίες σχετίζονται άμεσα με την ανοχή, ακόμη και την ελκτικότητα τους, στην ανθρώπινη παρουσία. Αυτές είναι η εξοικείωση (habituation) και η τροφική εξάρτηση (food conditioning) (Μερτζάνης, 2012).

Εξοικείωση ονομάζεται η απώλεια των αντανάκλαστικών φόβου από το ζώο, με αποτέλεσμα, πχ, να πλησιάζει άφοβα τον άνθρωπο. Πρακτικά, η αρκούδα συνηθίζει στην παρουσία ανθρώπων επειδή εκείνη δεν έχει αρνητική επίδραση σε αυτές. Ο τρόπος λειτουργίας και τα αποτελέσματα αυτής της συμπεριφοράς θα αναλυθούν παρακάτω. Η τροφική εξάρτηση είναι το φαινόμενο κατά το οποίο μια αρκούδα συνδέει την παρουσία του ανθρώπου με την παρουσία τροφής.

1.3. Κατάσταση διατήρησης και θεσμικό πλαίσιο

Η καφέ αρκούδα κατατάσσεται στο κόκκινο βιβλίο της Ελλάδας ως «κινδυνεύον», ενώ στην Ευρώπη και παγκόσμια ως «μειωμένου ενδιαφέροντος». Έτσι, από θεσμική άποψη η αρκούδα στην Ελλάδα είναι απόλυτα προστατευόμενο είδος τόσο με βάση την εθνική νομοθεσία (άρθρο 258, παρ2ε και 2ζ (ΝΔ 86/69) του δασικού κώδικα) όσο και την κοινοτική και διεθνή. Συγκεκριμένα περιλαμβάνεται ως είδος προτεραιότητας στα παραρτήματα II και IV της Οδηγίας των Οικοτόπων (92/43/ΕΟΚ), ως είδος υπό αυστηρή προστασία στο παράρτημα II της Σύμβασης της Βέρνης και σύμφωνα με τη σύμβαση CITES απαγορεύεται το εμπόριο της και τμημάτων αυτής. Το 30% της περιοχής εξάπλωσής της στον ελλαδικό χώρο περιλαμβάνεται σε προστατευόμενες περιοχές και εντός της ζώνης εξάπλωσής του περιλαμβάνονται 22 περιοχές Natura 2000 (Κόκκινο Βιβλίο των απειλούμενων ζώων της Ελλάδας 2009).

Οι απειλές που αντιμετωπίζει στην Ελλάδα σύμφωνα με το Κόκκινο Βιβλίο των απειλούμενων ζώων της Ελλάδας (2009) είναι οι:

- λαθροθηρία,
- χρήση δηλητηριασμένων δολωμάτων,
- τροχαία ατυχήματα (αποτελούν το 73% των αιτίων ανθρωπογενούς θνησιμότητας).
- καταστροφή και υποβάθμιση του ενδιαίτημάς της από μεγάλα έργα υποδομής (αυτοκινητόδρομοι πχ εγνατία, Ε65 και ΥΗΕ φράγματα) και
- δασικές πυρκαγιές

Η κατάσταση διατήρησης του είδους στην Ελλάδα σύμφωνα και με τα πιο πρόσφατα στοιχεία από την οριζόντια επόπτευση του είδους (ΥΠΕΝ 2016) είναι στο επίπεδο **U1: «Μη Ικανοποιητική– Ανεπαρκής»**.

(http://cdr.eionet.europa.eu/Converters/run_conversion?file=gr/eu/art17/envvka_q/GR_species_reports-15723-10453.xml&conv=354&source=remote#1354).



2. Περιοχή Μελέτης:

12

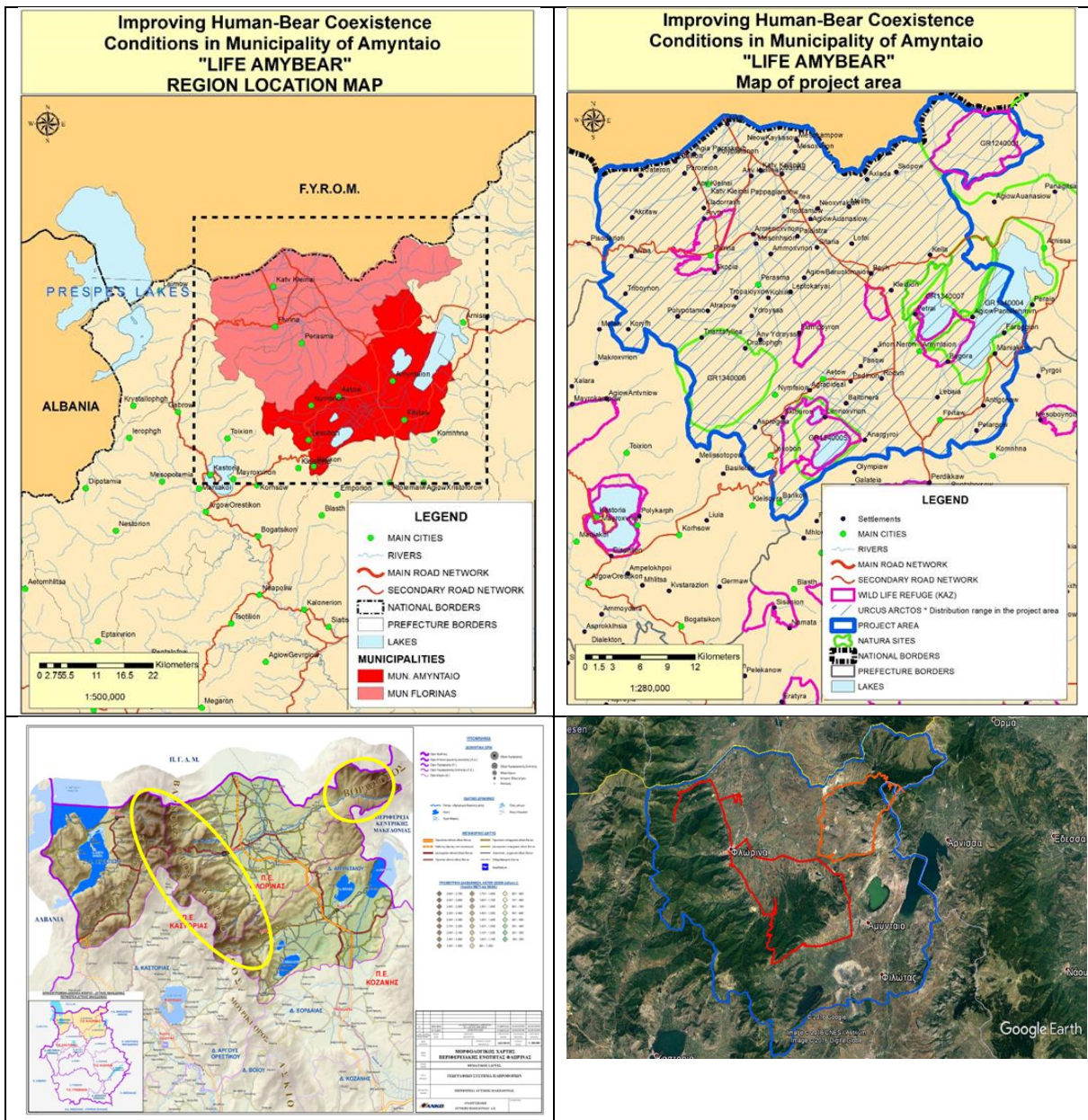
(α) Γενικά γεωγραφικά και φυσιογραφικά χαρακτηριστικά:

Η περιοχή του έργου καλύπτει:

(α) διοικητικά: δύο (2) Δήμους (Φλώρινας και Αμυνταίου), (χάρτης 1)

(β) θεσμικά: τρεις (3) ΖΕΠ (Ζώνες Ειδικής Προστασίας) και τρεις (3) ΤΚΣ (Τόπους Κοινοτικής Σημασίας), καθώς και έξι (6) ΚΑΖ όπου απαγορεύεται η θήρα. (χάρτης 2)

(γ) Φυσιογραφικά : (δύο) 2 βασικούς ορεινούς όγκους της οροσειράς Περιστερίου (Βαρνούντας, Βέρνον ή Βίτσι) καθώς και τις δυτικές απολήξεις του ορεινού τόξου του Βόρρα (χάρτης 3).



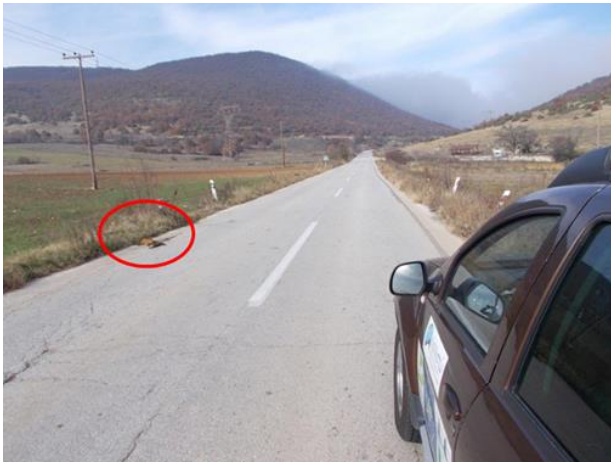
Χάρτες: 1,2,3 & 4: Διοικητικά, θεσμικά και φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης



2.1. Ανθρώπινες δραστηριότητες/υποδομές:

Η περιοχή του έργου παρουσιάζει έντονες αντιθέσεις σε ότι αφορά την φυσιογνωμία του φυσικού και ανθρωπογενούς τοπίου εμφανίζοντας σαφή στοιχεία για το πώς αυτή διαμορφώθηκε από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Το σαφώς διαφοροποιημένο ορεινό ανάγλυφο με τους 2 διακριτά δεσπόζοντες ορεινούς όγκους/συγκροτήματα: Βέρνον-Βίτσι-Βαρνούντας στα δυτικά και Βόρας στα ανατολικά, σε συνδυασμό με μια παρεμβαλλόμενη ημι-ορεινή και κυρίως πεδινή περιοχή (όπου αναπτύσσονται οι πιο έντονες ανθρώπινες δραστηριότητες του πρωτογενούς τομέα), προσδίδουν στην περιοχή του έργου πολύ ιδιαίτερες συνθήκες (συγκριτικά και με άλλες περιοχές της κατανομής της καφέ αρκούδας) σε ότι αφορά την κατάσταση, διαθεσιμότητα και καταλληλότητα του φυσικού ενδιαιτήματος σε σχέση με τις οικολογικές απαιτήσεις του στοχευόμενου είδους αλλά και τον παράγοντα «ανθρωπογενής όχληση». Πιο συγκεκριμένα:

- Προσδιορίζεται ένα τομέας υψηλής ευαισθησίας σε ότι αφορά οδική θνησιμότητα άγριας πανίδας και αρκούδας και ο οποίος εντοπίζεται στην περιοχή του ΔΔ Κλειδίου επί των δύο κλάδων της νέας και της παλαιάς εθνικής οδού διέρχεται από κομβική συνδετική ζώνη για την κίνηση και ενδιαίτηση των θηλαστικών αλλά και του στοχευόμενου είδους. Να σημειωθεί ότι στον εν λόγω τομέα έχουν σημειωθεί στο παρελθόν και για την περίοδο 1999-2017 δέκα πέντε (15) τροχαία ατυχήματα με θύματα αρκούδες. (βλ. φωτο 1)
- Εντοπίζεται μια ημιορεινή ζώνη μεταξύ των δύο κύριων προαναφερόμενων ορεινών όγκων με έντονη υποβάθμιση των χαμηλότερων υψομετρικών ζωνών (πλησίον των οικισμών Βεύη και Κέλλη) με έντονη την απουσία θαμνώδους και δενδρώδους βλάστησης το πιθανότερο λόγω χρόνιας υπερ-βόσκησης και πυρκαγιών τα παλαιότερα χρόνια γεγονός που δημιουργεί τελείως ακατάλληλες συνθήκες ενδιαιτήματος για την αρκούδα (βλ. φωτο 2).
- Βορειότερα (προς το ΔΔ Σκοπός) και στις δυτικές παρυφές του ορεινού τόξου του Βόρρα εντοπίζονται βαριές, μόνιμες και περιβαλλοντικά πολύ επιβαρυντικές υποδομές με την νέα εγκατεστημένη μονάδα ΑΗΣ Μελιτίου, τα συνοδά ορυχεία λιγνίτη, ένα μεγάλο φράγμα και μια τεχνητή λίμνη για τις ανάγκες του εργοστασίου αλλά και λατομεία μαρμάρου. (φωτο 3,4,5)
- οι εν λόγω υποδομές λόγω μεγέθους και κλίμακας δείχνουν να διαμορφώνουν συνθήκες χαμηλής στάθμης καταλληλότητας του ενδιαιτήματος για την καφέ αρκούδα ενώ επιβαρύνουν την πιθανότητα συνδεσιμότητας σε αυτόν τον συγκεκριμένο τομέα μεταξύ του μικρού πληθυσμού αρκούδας στον Βόρρα και του μεγαλύτερου μητρικού πληθυσμού στην ορεινή ενότητα Βαρνούντα – Βιτσιού.



Φωτο: 1,2,3,4 & 5: υποβαθμισμένες περιοχές από ανθρωπογενείς δραστηριότητες και υποδομές στην περιοχή του έργου

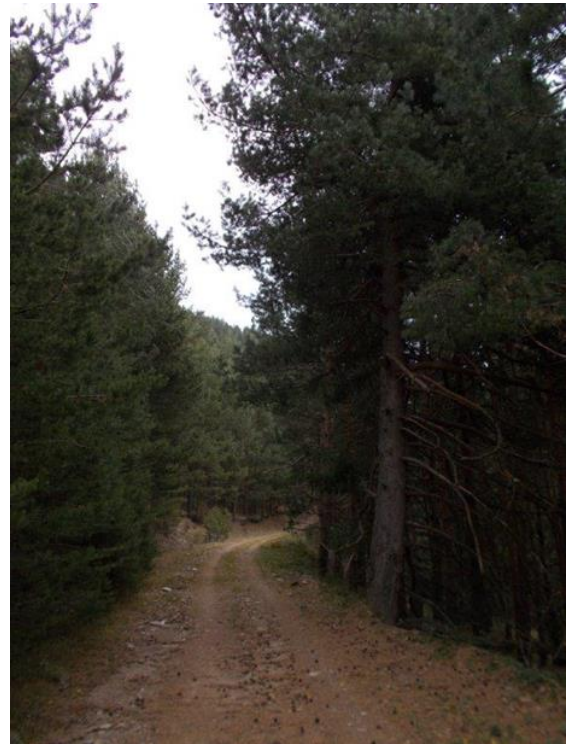


2.2. Φυσικό ενδιαίτημα/Παρουσία Αρκούδας:

15

Για πρακτικούς λόγους η περιοχή του έργου καθώς και η ευρύτερη περιοχή χωρίσθηκαν σε 2 τομείς:

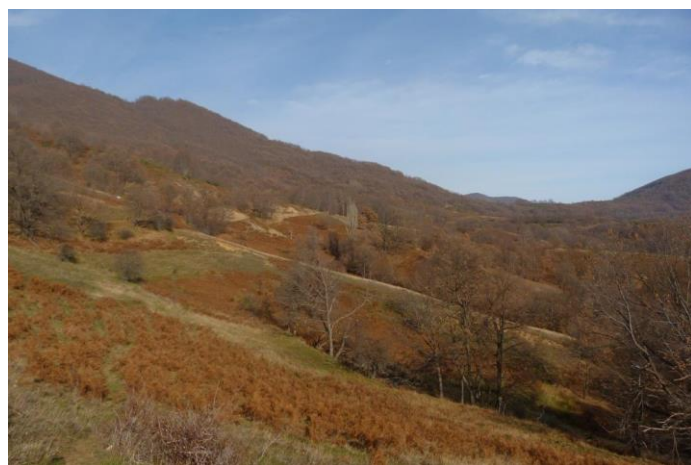
- Στην πιο ορεινή εκτεταμένη δασογενή ζώνη του **τομέα (1)** (δυτικές απολήξεις Βόρα) στο ανατολικό τμήμα της περιοχής του έργου, διαμορφώνονται πολύ κατάλληλες συνθήκες ενδιαίτηματος για την αρκούδα με χαρακτηριστική ορόφωση/ζώνωση και δομή της δασικής βλάστησης και με κύρια χαρακτηριστικά: (α) τη ζώνη της οξυάς (*Fagus sp.*) που σχηματίζει συμπαγείς και εκτεταμένες συστάδες, (β) τη ζώνη της δασικής πεύκης (*Pinus silvestris*) που αποτελεί και τα μοναδικά συμπαγή δάση του συγκεκριμένου δασοπονικού είδους στη δυτική Ελλάδα και (γ) χαρακτηριστικών δασικών διακένων με άγρια οπωροφόρα που αποτελούν και σημεία βόσκησης. (βλ. φωτο 6,7,8 &9).





Ο **τομέας (1)** θεωρείται εξέχουσας βιογεωγραφικής σημασίας δεδομένου του βαθμού απομόνωσης του μικρού (ίσως μετα-πληθυσμού) αρκούδας, που ενδιαίταται στην ευρύτερη περιοχή του ορεινού τόξου του Βόρρα και για τον οποίο θα πρέπει να προσδιοριστούν γεωγραφικά οι συνδετικές εκείνες ζώνες που του εξασφαλίζουν συνδεσιμότητα με τον κύριο μητρικό πληθυσμιακό πυρήνα του είδους (source population) που ενδιαίταται στην περιοχή των ορεινών όγκων Βαρνούντα – Βιτσιού (τομέας 2).

Σε ότι αφορά τον **τομέα (2)**: Στην εκτεταμένη ορεινή δασογενή ζώνη του τομέα (2) (ορεινός άξονας Βέρνου-Βαρνούντα) διαμορφώνονται πολύ κατάλληλες συνθήκες ενδιαιτήματος με δάση οξυάς (*Fagus sp.*), και δρυός (*Quercus sp.*) καθώς και διακένων με παλιές καλλιέργειες, αγραναπαύσεις και οπωροφόρα. (βλ. φωτο 10, 11, 12 & 13).



Φωτο: 10,11,12,13: χαρακτηριστικές όψεις του δασικού ενδιαιτήματος της αρκούδας στην περιοχή του έργου.



2.3. Ανθρώπινες δραστηριότητες/υποδομές:

17

Στο εν λόγω **τομέα (2)** εντοπίζονται ανθρώπινες δραστηριότητες που έχουν να κάνουν με :

- (α) την δασική εκμετάλλευση για καυσόξυλα σε φυλλοβόλα δάση πλατυφύλλων (*Quercus sp*) όπου εφαρμόζονται ακόμη δασοκομικές πρακτικές ξεπερασμένες όπως αποφιλωτικές υλοτομίες σε μεγάλες επιφάνειες με ελάχιστα παρακρατήματα μια πρακτική που είναι μη συμβατή με την διατήρηση του ενδιαιτήματος πολλών ειδών θηλαστικών και πτηνών και βεβαίως και του στοχευόμενου είδους από το πρόγραμμα.
- (β) με τη θήρα η οποία κατά την επίσκεψή μας εντοπίστηκε να ασκείται με τη μορφή της «παγάνας» εντός ΚΑΖ (εν προκειμένω ΚΑΖ Φλάμπουρου) όπου ως γνωστόν η θήρα είναι απαγορευμένη. Μάλιστα η ομάδα έργου βρέθηκε εγκλωβισμένη ανάμεσα σε δύο ομάδες κυνηγών στην συγκεκριμένη περιοχή και
- (γ) με έργα υποδομής μεταφορών (νέο-κατασκευασθείς αυτοκινητόδρομος 50.3 – «Φλώρινα-Νίκη» κάθετος της Εγνατίας).

Σε αυτοψία κατά μήκος του φράχτη του αυτοκινητοδρόμου εντοπίστηκαν ίχνη αρκούδας εντός του παράλληλου αύλακα αποστράγγισης υδάτων καθώς και δύο (2) σημεία με παραβιασμένη περίφραξη απ' όπου φαίνεται να διήλθε η αρκούδα διασχίζοντας το ανοιχτό οδόστρωμα με κίνδυνο πρόκλησης σοβαρού τροχαίου ατυχήματος. Επίσης διαπιστώθηκε ότι το παρακείμενο τεχνικό στο ρέμα «Στάρα» που θεωρητικά προοριζόταν ως υπόγειο πέρασμα για την πανίδα δεν είναι λειτουργικό εφόσον το ύψος του είναι ακατάλληλο λόγω προσχώσεων από φερτά υλικά. Να σημειωθεί ότι παρά το γεγονός ότι ο οδικός αυτός άξονας διέρχεται από πεδινή περιοχή ωστόσο αποκόπει την κίνηση των ζώων εκατέρωθεν καθότι η περιοχή αν και με έντονη ανθρωπογενή επίδραση αποτελεί σημαντικό εποχικό τροφικό πόλο έλξης για την αρκούδα (καλλιέργειες καλαμποκιού, οπωροφόρων (φωτο 14, 15 και φωτο 5)



Φωτο: 14,15: χαρακτηριστικά στοιχεία υποβάθμισης του ενδιαιτήματος της αρκούδας στον τομέα (2).



3. Υλικά & Μέθοδοι

Πιο κάτω περιγράφονται διακριτά οι μέθοδοι για τις τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις που εφαρμόστηκαν από την συγκεκριμένη δράση προκειμένου να επιτευχθούν οι συγκεκριμένοι στόχοι.

3.1. Καταγραφή παρουσίας και δραστηριότητας της αρκούδας με τη χρήση φωτοπαγίδων.

Με τρεις βασικούς στόχους, ήτοι: (α) την καταγραφή συχνότητας παρουσίας, (β) της σχετικής αφθονίας και (γ) της κirkάδιας δραστηριότητας της αρκούδας στην περιοχή του έργου και σύμφωνα με το δειγματοληπτικό πρωτόκολλο του Ancrenaz (2012) που προσαρμόστηκε στις συνθήκες πεδίου της υπό μελέτη περιοχή και τα διαθέσιμα χρονικά περιθώρια, χρησιμοποιήθηκε ένα δίκτυο (12) ψηφιακών καταγραφικών (φωτοπαγίδων IR) τύπου Bushnell Trophy Cam HD Aggressor No Glow Camo, model #11-9877C (φωτο 15). Το δίκτυο ψηφιακών καταγραφικών αναπτύχθηκε σε όλη την έκταση της περιοχής του έργου εντός των διοικητικών ορίων του Δ. Αμυνταίου. Λόγω του ότι ο αριθμός των διαθέσιμων (12) ψηφιακών καταγραφικών δεν επέτρεψε την κάλυψη του συνόλου της ευρύτερης περιοχής του έργου – Δ. Φλώρινας- (εξαιτίας των καθυστερήσεων από άλλους εταίρους του έργου για την προμήθεια και απόκτηση (20) επί πλέον ψηφιακών καταγραφικών IR), η καταγραφή αποφασίστηκε να γίνει στα αυστηρά στα διοικητικά όρια του Δ. Αμυνταίου. Το δειγματοληπτικό πρωτόκολλο πάνω στο οποίο βασίστηκε η τοποθέτηση των ψηφιακών καταγραφικών έχει ως εξής:

η περιοχή του έργου (Δ. Αμυνταίου), συνολικής έκτασης ~600 τετ.χλμ χωρίστηκε σε πλέγμα (κάνναβο) με κελιά έκτασης 25 τετ.χλμ (5Χ5 τετ.χλμ) . Η τιμή αυτή αναφοράς βασίστηκε στο κριτήριο της ελάχιστης έκτασης της χωροκράτειας μιας θηλυκής αρκούδας με τα μικρά της ίδιας χρονιάς (25 τετ.χλμ) όπως έδειξαν τα τηλεμετρικά δεδομένα σε άλλες περιοχές τη Ελλάδα όπου το είδος μελετήθηκε με τη μέθοδο της τηλεμετρίας στο πλαίσιο προηγούμενων έργων LIFE-Nature.

Με βάση το Με στόχο την καταγραφή συχνότητας παρουσίας, σχετικής αφθονίας και ημερήσιας δραστηριότητας της αρκούδας στην περιοχή του έργου και σύμφωνα με το δειγματοληπτικό πρωτόκολλο του Ancrenaz (2012) που προσαρμόστηκε στις συνθήκες πεδίου της υπό μελέτη περιοχή και τα διαθέσιμα χρονικά περιθώρια, χρησιμοποιήθηκε ένα δίκτυο (12) ψηφιακών καταγραφικών (φωτοπαγίδων IR) τύπου Bushnell Trophy Cam HD Aggressor No Glow Camo, model #11-9877C, σε όλη την έκταση της περιοχής του έργου. Η τοποθέτηση των ψηφιακών καταγραφικών ακολούθησε συγκεκριμένο δειγματοληπτικό πρωτόκολλο ως εξής: η περιοχή του έργου (Δ.Αμυνταίου), συνολικής έκτασης ~600 τετ.χλμ χωρίστηκε σε πλέγμα (κάνναβο) με κελιά έκτασης 25 τετ.χλμ (5Χ5 τετ.χλμ) . Η τιμή αυτή αναφοράς βασίστηκε στο κριτήριο της ελάχιστης έκτασης της χωροκράτειας μιας θηλυκής αρκούδας με τα μικρά της ίδιας χρονιάς (25 τετ.χλμ) όπως έδειξαν τα τηλεμετρικά δεδομένα σε άλλες περιοχές τη Ελλάδα όπου το είδος μελετήθηκε με τη μέθοδο της τηλεμετρίας.


Λόγω του ότι ο αριθμός των διαθέσιμων (12) ψηφιακών καταγραφικών δεν επέτρεψε την κάλυψη του συνόλου της περιοχής του έργου (εξαιτίας των καθυστερήσεων από άλλους εταίρους του έργου για την προμήθεια και απόκτηση (20) επί πλέον ψηφιακών καταγραφικών),

Με βάση το expert opinion και την καλή γνώση της περιοχής του έργου, η ομάδα έργου προέβη στον αποκλεισμό κάποιων δειγματοληπτικών κελιών του προαναφερόμενου πλέγματος αναφοράς, με βασικό κριτήριο την ακαταλληλότητα του ενδιαιτήματος για την αρκούδα και άρα την σχεδόν μηδαμινή πιθανότητα να αποτυπωθεί από το δίκτυο φωτοπαγίδων η απαιτούμενη πληροφορία. Έτσι αποκλείστηκαν τομείς όπως: (α) λιμναίες εκτάσεις (ζώνες κατάληψης υδάτων), (β) εκτάσεις με παλιά λατομεία εξόρυξης λιγνίτη, (γ) χώροι εναπόθεσης μεταλλευτικών υπολειμμάτων λιγνίτη και (δ) εκτάσεις με εντατικές καλλιέργειες.

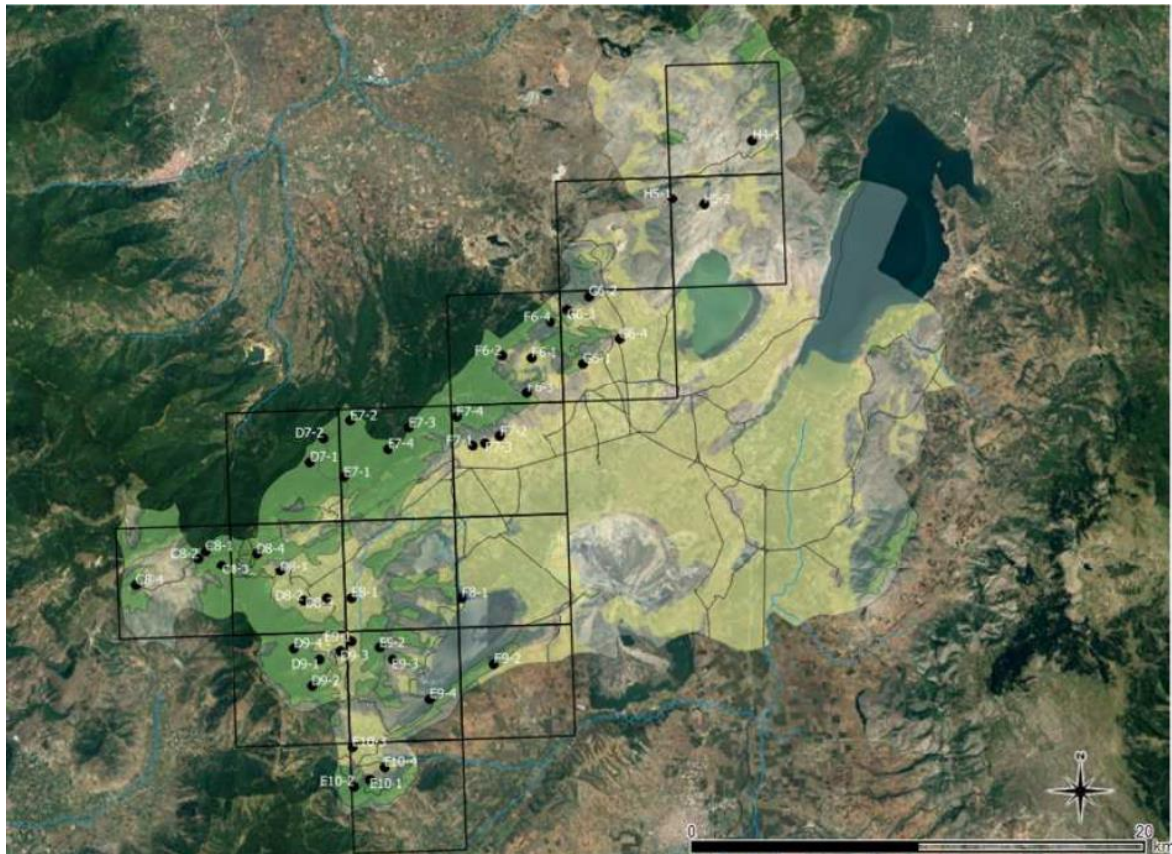
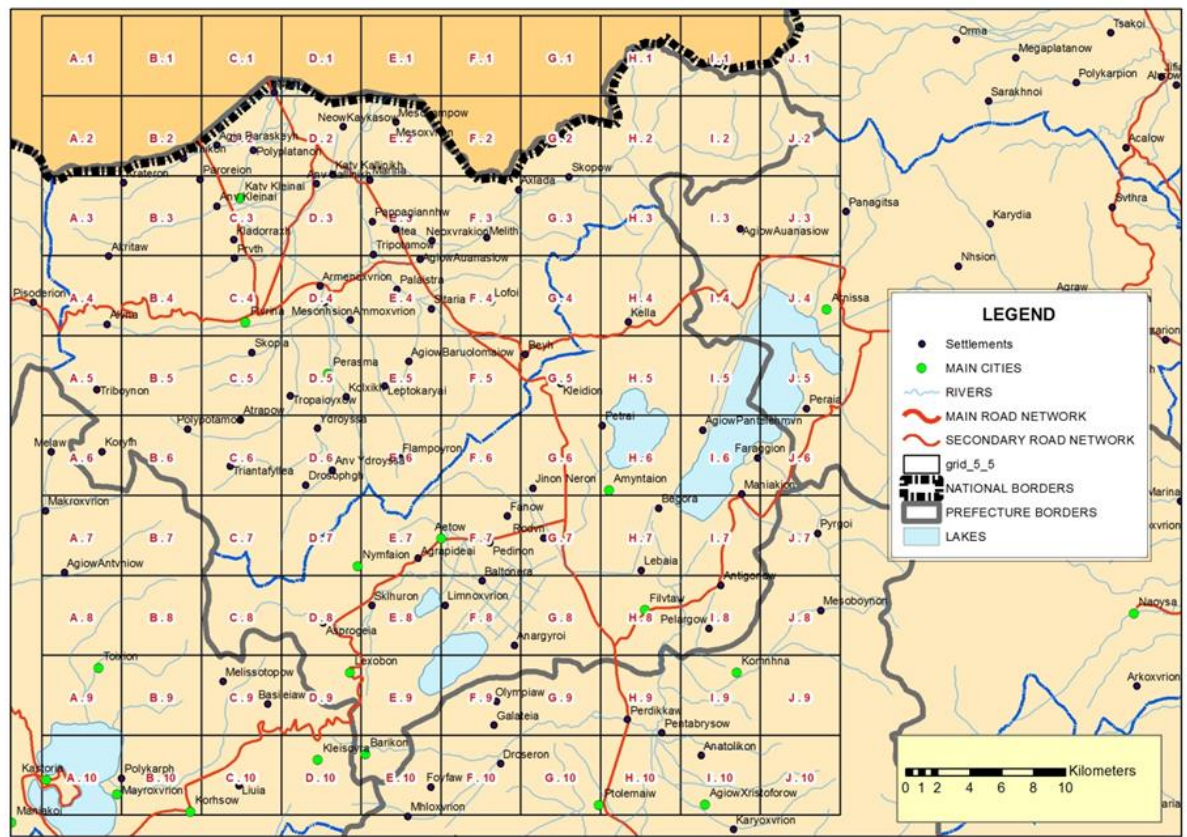
Για την βέλτιστη δειγματοληπτική κάλυψη και ένταση ορίστηκε μια δειγματοληπτική περίοδος συνολικής διάρκειας **4 μηνών** καθώς επίσης και ένα καθεστώς περιφοράς (rotation) του κάθε καταγραφικού μέσα στο ίδιο κελί σε τέσσερις **(4) διαδοχικές** διαφορετικές θέσεις. Το χρονοδιάγραμμα της ως άνω δειγματοληψίας έχει ως εξής:

- 12-17/7/2017: εγκατάσταση του δικτύου στην αρχική θέση
- 23-25/8/2017: πρώτη περιφορά στην επόμενη θέση εντός του ίδιου κελιού
- 27/9-4/10/2017: δεύτερη περιφορά στην επόμενη θέση εντός του ίδιου κελιού
- 30/10-4/11/2017: Τρίτη περιφορά στην επόμενη θέση εντός του ίδιου κελιού

Ο τύπος του καταγραφικού και οι ρυθμίσεις του αποτυπώνονται στον παρακάτω πίνακα (1):

Preset: advanced	
Mode: video/photo (hybrid)	
Image size: HD	
Image format: full screen	
Capture number: 3	
IR Led control: high	
Video size: 1280 X 720	
Shutter interval: 0,6 sec	
Sensor level: auto	
NV shutter : auto	
Camera mode: 24h	

Το πλέγμα αναφοράς με τα κωδικοποιημένα κελιά 5 X 5 km απεικονίζεται στον χάρτη (5) ενώ οι θέσεις των φωτοπαγίδων στις (4) δειγματοληπτικές περιόδους και διαδοχικές θέσεις των καταγραφικών απεικονίζονται στον χάρτη (6) που ακολουθούν.



Χάρτες (5) & (6): Δειγματοληπτικό πρωτόκολλο και δίκτυο φωτοπαγίδων IR στη περιοχή του έργου. (© Aravidis & Blankenheim).



Όπως προαναφέρθηκε, τα ψηφιακά καταγραφικά ήταν ρυθμισμένα σε υβριδική λειτουργία photo/video, οπότε για τις περισσότερες φωτογραφίες αντιστοιχεί και ανάλογο βίντεο που δίνει επί πλέον πληροφορία ως προς τα μορφολογικά και κινησιολογικά χαρακτηριστικά του ζώου που απεικονίζεται. Η εγκατάσταση και ο έλεγχος των φωτοπαγίδων πραγματοποιήθηκε από την ομάδα πεδίου καθώς και από 3 σπουδαστές που πραγματοποίησαν την πρακτική τους άσκηση στο έργο (φωτο 16, 17,18,19, 20 & 21).

21



Φωτο 16,17,18,19,20& 21: διαδικασία τοποθέτησης και ελέγχου ψηφιακών καταγραφικών



3.2. Κριτήρια καθορισμού του δειγματοληπτικού πρωτοκόλλου και των θέσεων των καταγραφικών:

Η έκταση της περιοχής μελέτης, ο αριθμός των καταγραφικών (αν και ελλιπής) καθώς και το εύρος του κελιού της κανάβου (grid), δημιουργούν προϋποθέσεις για τη μέγιστη αποτύπωση ατόμων του γηγενούς πληθυσμού αρκούδας. Εσωτερικά το κάθε κελί χωρίστηκε νοητά σε 4 τεταρτημόρια για τη μετακίνηση των φωτοπαγίδων διά περιφοράς στις 4 διαδοχικές δειγματοληπτικές φάσεις προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η δειγματοληπτική ένταση και να καλυφθεί μεγαλύτερη επιφάνεια. Από το σύνολο των κελιών του πλέγματος επιλέχθηκαν 12 (όσα οι διαθέσιμες φωτοπαγίδες) με τα εξής κριτήρια:

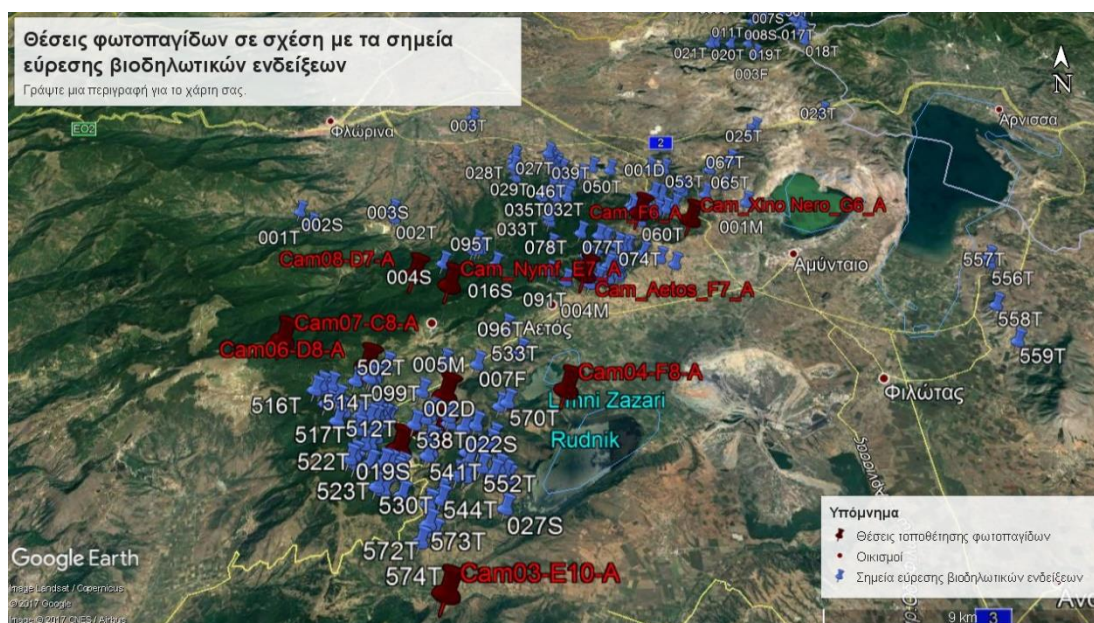
- απόσταση από οικισμούς ή άλλες ανθρώπινες υποδομές και πηγές τροφής – μαντριά, σκουπιδότοποι, χωράφια σιτηρών και όσπριων, οπωροφόρα (καλλιεργήσιμα ή φυσικά αναπτυγμένα).
- Η επιλογή της απόστασης έγινε με βάση την επιλογή της θέσης τοποθέτησης σύμφωνα με τα κριτήρια που παρατίθενται, με αποτέλεσμα να μην είναι πάντα πολύ κοντά στους οικισμούς (ελάχιστη απόσταση κάμερας-οικισμού 521m, μέγιστη 2.804m). Ρόλο στον καθορισμό της απόστασης έπαιξε και η χωροδιάταξη των οικισμών σε σχέση με το πλέγμα αναφοράς για την δειγματοληψία: ορισμένα κελιά του πλέγματος δεν περιείχαν οικισμούς. Οι αποστάσεις των καταγραφικών από τους οικισμούς υπολογίστηκαν στο google earth με την μέτρηση της απόστασής τους σε ευθεία γραμμή από το κέντρο του οικισμού. Στον πίνακα (2) φαίνονται οι αποστάσεις των καμερών από τους πλησιέστερους οικισμούς.
- παρουσία βιοδηλωτικών ενδείξεων αρκούδας στην περιοχή
- το σημείο να βρίσκεται σε άξονα κίνησης του ζώου με βάση την ανίχνευση βιοδηλωτικών ενδείξεων παρουσίας και δραστηριότητας της αρκούδας.
- απόσταση από δευτερεύοντες οδικούς άξονες (δασικούς δρόμους Α και Β κατηγορίας καθώς και επαρχιακό δίκτυο (για εύκολη και γρήγορη πρόσβαση στον έλεγχο)
- μαρτυρίες κατοίκων για παρουσία αρκούδων στην περιοχή
- σωστή θέση της κάμερας σε σχέση με την έκθεση στον ήλιο, την περιβάλλουσα βλάστηση (εξασφάλιση βέλτιστου οπτικού πεδίου του καταγραφικού, απουσία κλαδιών στο οπτικό πεδίο της κάμερας)
- ασφάλεια καταγραφικού μηχανήματος για αποφυγή κλοπής ή καταστροφής από ανθρώπους. Οι θέσεις που επιλέχθηκαν επέτρεπαν την παραλλαγή και την απόκρυψη της κάμερας με φυτικό υλικό και βλάστηση.
- Κατά την τοποθέτηση έγινε επίσης καθαρισμός της βλάστησης που εμποδίζει το οπτικό πεδίο της κάμερας για να μην επηρεάζει την απόδοση της κάμερας. Συγκεκριμένα, η βλάστηση εμποδίζει την αποτύπωση του ζώου στην φωτογραφία. Επίσης η κλίση της βλάστησης από τον άνεμο ή οι απότομες αλλαγές της θερμοκρασίας στο έδαφος με



έκθεση τμήματος του κοντινού οπτικού πεδίου της κάμερας στον ήλιο, προκαλεί άκυρες ενεργοποιήσεις της κάμερας. Παρόλη την προσοχή που δόθηκε στο ζήτημα, λόγω της ταχείας αύξησης της βλάστησης μερικές κάμερες (λ.χ. στα κελιά G6, F7) αντιμετώπισαν τέτοια προβλήματα. Δυστυχώς παρά τις προφυλάξεις που ελήφθησαν, δεν αποφευχθήκαν και 2 κρούσματα κλοπής των καταγραφικών. Κατά τη διάρκεια της 2^{ης} και 3^{ης} δειγματοληπτικής περιόδου εκλάπησαν 2 καταγραφικά αντίστοιχα με αποτέλεσμα να επηρεαστεί η δειγματοληπτική ένταση. Τα περιστατικά αναφέρθηκαν στο τοπικό Αστυνομικό Τμήμα και στον Δ. Αμυνταίου, κάτοχο του εξοπλισμού.

Πίνακας (2) : Αποστάσεις καταγραφικών από τον πλησιέστερο οικισμό.

Όνομα κάμερας	Πλησιέστερος οικισμός	Απόσταση οικισμού (m)
Cam01-E9-A	Λέχοβο	1100
Cam02-D9-A	Λέχοβο	521
Cam03-E10-A	Βαρικό	740
Cam04-F8-A	Λιμνοχώρι	1301
Cam05-E8-A	Σκλήθρο	1573
Cam06-D8-A	Ασπρόγεια	767
Cam07-C8-A	Περικοπή	1476
Cam08-D7-A	Νυμφαίο	2420
Cam_Aetos_F7_A	Αετός	1514
Cam_F6_A	Ξινό νερό	2804
Cam_Xino Nero_G6_A	Ξινό νερό	1400
Cam_Nymf_E7_A	Νυμφαίο	1434



Χάρτης (7) : Θέσεις φωτοπαγίδων και σημεία εύρεσης βιοδηλωτικών ενδείξεων αρκούδας



3.2.1. Καταχώρηση και στατιστική ανάλυση δεδομένων από τις φωτοπαγίδες:

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν ελέγχθηκαν, οργανώθηκαν και καταχωρήθηκαν πρωτογενώς σε μια βάση δεδομένων xls. Τα είδη άγριας πανίδας που αποτυπώθηκαν στις φωτογραφίες και τα βίντεο ταυτοποιήθηκαν και καταχωρήθηκαν σε μια βάση δεδομένων μορφής excel. Δείγμα του matrix της βάσης δεδομένων παρατίθεται πιο κάτω στην εικόνα (1):

sn	ROTATION	NAME	DATA COLLECTION DATE	DATE PHOTO	HOUR GR_LOCAL	DAY/NIGHT	AREA	LOCALITY	CAM INFO	GRID CODE	N	E	SPECIES	NUMBER OF ADULT ANIMALS	NUMBER OF YOUNGS	TOTAL NUMBER OF ANIMALS	FOLDER_NAME	PICTURE_ID	VIDEO_ID
1	1	NEFELI	27/7/2017	19/7/2017	3:04:29	NIGHT	D AMYNDALIOY	NYMFAIO	BUSHNEL D7		40.663542°	21.480014°	BEAR	1	0	1	BUSHNELL_D7_07190030_BEAR		
2	1	NEFELI	27/7/2017	19/7/2017	3:04:33	NIGHT	D AMYNDALIOY	NYMFAIO	BUSHNEL D7		40.663542°	21.480014°	BEAR	1	0	1	BUSHNELL_D7_40.663542_21.480014_BEAR	07190031_BEAR	
3	1	NEFELI	27/7/2017	17/7/2017	21:43:01	NIGHT	D AMYNDALIOY	ASPROGEIA	BUSHNEL D8		40.619151°	21.464102°	BEAR	1	0	1	BUSHNELL_D8_07170334_BEAR		
4	1	NEFELI	27/7/2017	17/7/2017	21:43:02	NIGHT	D AMYNDALIOY	ASPROGEIA	BUSHNEL D8		40.619151°	21.464102°	BEAR	1	0	1	BUSHNELL_D8_07170335_BEAR		
5	1	NEFELI	27/7/2017	17/7/2017	21:43:03	NIGHT	D AMYNDALIOY	ASPROGEIA	BUSHNEL D8		40.619151°	21.464102°	BEAR	1	0	1	BUSHNELL_D8_07170336_BEAR		
6	1	NEFELI	27/7/2017	19/7/2017	6:47:46	DAY	D AMYNDALIOY	ASPROGEIA	BUSHNEL D8		40.619151°	21.464102°	BEAR	1	0	1	BUSHNELL_D8_07190373_BEAR		
7	1	NEFELI	27/7/2017	19/7/2017	6:47:47	DAY	D AMYNDALIOY	ASPROGEIA	BUSHNEL D8		40.619151°	21.464102°	BEAR	1	0	1	BUSHNELL_D8_07190374_BEAR		
8	1	NEFELI	27/7/2017	19/7/2017	6:47:48	DAY	D AMYNDALIOY	ASPROGEIA	BUSHNEL D8		40.619151°	21.464102°	BEAR	1	0	1	BUSHNELL_D8_07190375_BEAR		
9	1	NEFELI	27/7/2017	20/7/2017	5:49:13	NIGHT	D AMYNDALIOY	ASPROGEIA	BUSHNEL D8		40.619151°	21.464102°	BEAR	1	0	1	BUSHNELL_D8_07200514_BEAR		
10	1	NEFELI	27/7/2017	20/7/2017	5:49:14	NIGHT	D AMYNDALIOY	ASPROGEIA	BUSHNEL D8		40.619151°	21.464102°	BEAR	1	0	1	BUSHNELL_D8_07200515_BEAR		
11	1	NEFELI	27/7/2017	20/7/2017	5:49:15	NIGHT	D AMYNDALIOY	ASPROGEIA	BUSHNEL D8		40.619151°	21.464102°	BEAR	1	0	1	BUSHNELL_D8_07200516_BEAR		
12	1	NEFELI	27/7/2017	22/7/2017	21:53:55	NIGHT	D AMYNDALIOY	ASPROGEIA	BUSHNEL D8		40.619151°	21.464102°	BEAR	1	0	1	BUSHNELL_D8_07220937_BEAR		
13	1	NEFELI	27/7/2017	22/7/2017	21:53:56	NIGHT	D AMYNDALIOY	ASPROGEIA	BUSHNEL D8		40.619151°	21.464102°	BEAR	1	0	1	BUSHNELL_D8_07220938_BEAR		
14	1	NEFELI	27/7/2017	22/7/2017	21:53:57	NIGHT	D AMYNDALIOY	ASPROGEIA	BUSHNEL D8		40.619151°	21.464102°	BEAR	1	0	1	BUSHNELL_D8_07220939_BEAR		
15	1	NEFELI	27/7/2017	24/7/2017	1:32:36	NIGHT	D AMYNDALIOY	ASPROGEIA	BUSHNEL D8		40.619151°	21.464102°	BEAR	1	0	1	BUSHNELL_D8_07240961_BEAR		
16	1	NEFELI	27/7/2017	24/7/2017	1:32:37	NIGHT	D AMYNDALIOY	ASPROGEIA	BUSHNEL D8		40.619151°	21.464102°	BEAR	1	0	1	BUSHNELL_D8_07240962_BEAR		
17	1	NEFELI	27/7/2017	24/7/2017	1:32:38	NIGHT	D AMYNDALIOY	ASPROGEIA	BUSHNEL D8		40.619151°	21.464102°	BEAR	1	0	1	BUSHNELL_D8_07240963_BEAR		
18	1	NEFELI	27/7/2017	26/7/2017	0:17:40	NIGHT	D AMYNDALIOY	ASPROGEIA	BUSHNEL D8		40.619151°	21.464102°	BEAR	1	0	1	BUSHNELL_D8_07260037_BEAR		
19	1	NEFELI	27/7/2017	26/7/2017	0:17:41	NIGHT	D AMYNDALIOY	ASPROGEIA	BUSHNEL D8		40.619151°	21.464102°	BEAR	1	0	1	BUSHNELL_D8_07260038_BEAR		

Στη συνέχεια έγινε μια δευτερογενής και πιο λεπτομερής επεξεργασία των δεδομένων σε format OpenOffice & excel (Blankenheim, 2018) με τον ορισμό του χρόνου των 15' για τον χρονικό προσδιορισμό ενός αυτοτελούς φωτογραφικού συμβάντος ("event") αποτύπωσης ενός ζωικού είδους. Στη συνέχεια αφού διαχωρίστηκαν τα συμβάντα (events), ανά καταγραφικό, δειγματοληπτική περίοδο, και ζωικό είδος έγινε μια στατιστική στάθμιση (ponderation) της δειγματοληπτικής έντασης του κάθε καταγραφικού με αναγωγή στις 100 "camera days".

Η στατιστική στάθμιση των «συμβάντων» έγινε με μετατροπή τους σε ένα δείκτη σχετικής αφθονίας («relative abundance index» εφεξής (RAI) στο κείμενο). Αυτό έγινε χρησιμοποιώντας ως μονάδα μέτρησης αναφοράς τις καταγραφές/συμβάντα ανά 100 «trapping nights» (Blankenheim, 2018). Σε ότι αφορά τον προσδιορισμό του δείκτη σχετικής αφθονίας ατόμων αρκούδας από τον γηγενή πληθυσμό, («Bear_RAI»), υπολογίστηκε ο αριθμός των διαφορετικών ατόμων αρκούδας που αποτυπώθηκαν ανά φωτοπαγίδα/καταγραφικό. Επιπρόσθετα, προσδιορίστηκε και ένα δείκτης με την ονομασία "Individual Bears" ως μέσον για την στάθμιση των ακραίων τιμών του δείκτη "Bear_RAI", στις περιπτώσεις δηλαδή όπου ένα συγκεκριμένο (ταυτοποιημένο) άτομο αρκούδας αποτυπωνόταν από ένα ή περισσότερα καταγραφικά σε δυσανάλογα υψηλό αριθμό επαναλήψεων («συμβάντων») σε σχέση με άλλα άτομα σε άλλα καταγραφικά. Με βάση τα παραπάνω ο δείκτης "Individual Bears" δεν αντιπροσωπεύει την πραγματική αφθονία (Blankenheim, 2018). Το νέο αυτό στάδιο επεξεργασίας των δεδομένων καταχωρήθηκε σε μία καινούργια βάση δεδομένων xls δείγμα της οποίας παρατίθεται πιο κάτω:



Εικόνες 1 & 2: απόσπασμα από τις βάσεις δεδομένων πρωτογενούς και επεξεργασμένης καταχώρησης του συνόλου των στοιχείων από τις φωτοπαγίδες.

	C8		D8		D9		E7		E9		E10		F6	
	r=x/100		r=x/100		r=x/100		r=x/100		r=x/100		r=x/100		r=x/100	
Period 1	13.08 – 24.09		12.07 - 23.08		11.07 – 23.08		11.07 – 24.08		11.07 – 23.08		12.07 – 24.08		12.07 – 22.08	
Latitude	40.627819°		40.619151°		40.583428°		40.657269°		40.590455°		40.534563°		40.705465°	
Longitude	21.424761°		21.464102°		21.484349°		21.497385°		21.500801°		21.509901°		21.595907°	
Fotos	294		1722		1545		158		611		715		651	
Videos	89		625		577		115		257		265		647	
Bear Events	2	4,76	14	33,33	30	69,77	3	6,82	6	13,95	4	9,30	5	12,20
Wolf Events	2	4,76	2	4,76	0	0,00	0	0,00	2	4,65	0	0,00	4	9,76
Human Events	17	40,48	244	580,95	357	830,23	6	13,64	65	151,16	171	397,67	183	446,34
Dog Events	15	35,71	76	180,95	24	55,81	4	9,09	54	125,58	13	30,23	40	97,56
Livestock Events	8	19,05	1	2,38	11	25,58	4	9,09	37	86,05	0	0,00	11	26,83
Cattle Events	0	0,00	32	76,19	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	6	14,63
Fox Events	16	38,10	122	290,48	79	183,72	0	0,00	9	20,93	45	104,65	34	82,93
Merten Events	1	2,38	17	40,48	5	11,63	0	0,00	1	2,33	7	16,28	1	2,44
Badger Events	0	0,00	1	2,38	1	2,33	0	0,00	0	0,00	2	4,65	2	4,88
Roe Deer Events	5	11,90	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	2,33	1	2,44
Wild Boar Events	3	7,14	2	4,76	1	2,33	0	0,00	0	0,00	4	9,30	2	4,88
Rabbit Events	11	26,19	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	17	39,53	9	21,95
House Cat Events	0	0,00	11	26,19	59	137,21	0	0,00	0	0,00	26	60,47	0	0,00
Wild Cat Events	1	2,38	0	0,00	5	11,63	0	0,00	2	4,65	0	0,00	1	2,44
Hedgehog Events	2	4,76	1	2,38	0	0,00	2	4,55	0	0,00	0	0,00	1	2,44
Horse/Donkey	0	0,00	4	9,52	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Total Events	83	197,62	527	1254,76	572	1330,23	19	43,18	176	409,30	290	674,42	300	731,71
Hunter Events (inc)	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00

Για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων και τον προσδιορισμό της **σχετικής αφθονίας ατόμων αρκούδας** στην υπό μελέτη περιοχή χρησιμοποιήσαμε το μοντέλο ***N-mixture*** με τις μεταβλητές ανίχνευσης (r) και αφθονίας (λ/N) συγκρίνοντας με την μηδενική υπόθεσή (null-model) και βασιζόμενοι στην τιμή του δείκτη AIC. (Royle, 2004). Στη συνέχεια εφαρμόσαμε το μοντέλο ***Likelihood Ratio Test (LRT)*** για τον προσδιορισμό στατιστικώς σημαντικής διαφοράς από την μηδενική υπόθεση. Τέλος εφαρμόσαμε το μοντέλο ***MuMIn (Multimodel Inference)*** στο **R** για όλους τους συνδυασμούς των στατιστικώς σημαντικών μεταβλητών.

Πιο αναλυτικά:

Καταρχήν έγινε ένα «z-score standardization» των τιμών των παραμέτρων ώστε να έχουν μικρό εύρος τιμών (απαραίτητο για τα μοντέλα κατοίκησης (occupancy models) γιατί δεν μπορούν να συγκλίνουν σε μια λύση με μεγάλες τιμές). Στη συνέχεια δοκιμάστηκε ποια μεταβλητή συνεισφέρει περισσότερο στην πιθανότητα ανίχνευσης («detection probability») σε σχέση με την δειγματοληπτική ένταση (“sampling effort”): δηλ. πόσες μέρες λειτουργησαν τα καταγραφικά σε κάθε δειγματοληπτική περίοδο (δηλ. από τα 9 5-ήμερα, μερικά από τα τελευταία ήταν για 3 ή 4 ημέρες). Αφού προσδιορίσαμε τις μεταβλητές για την ανίχνευση, έγινε δοκιμή μια προς μία για τις μεταβλητές που σχετίζονται με την «αφθονία» (abundance). (στα *N-mixture* έχουμε του δείκτες detection (r) (ανίχνευση) και abundance (αφθονία) (λ/N)).

Η διαδικασία αυτή έγινε με την σύγκριση των μονοπαραγοντικών μοντέλων τύπου «univariate» με μία μεταβλητή με το null model (μοντέλο μηδενικής υπόθεσης). Συγκρατήθηκαν όσες μεταβλητές είχαν το χαμηλότερο AIC (μικρότερο). Στη συνέχεια εφαρμόσαμε το μοντέλο Likelihood Ratio Test (LRT) για να διαπιστώσουμε αν όντως διαφέρει σημαντικά το null model από αυτό που δοκιμάσαμε με την μία μεταβλητή. Σε ένα πρώτο στάδιο προσδιορίστηκαν οι ακόλουθες μεταβλητές με την μεγαλύτερη βαρύτητα (“weight”) στο σύστημα ανάλυσης προκειμένου να εισαχθούν στα πολυπαραγοντικά μοντέλα ανάλυσης:



- 1) «Human RAI» (ανθρώπινη δραστηριότητα),
- 2) «Distance to mountains» (απόσταση από μεγάλους ορεινούς όγκους)
- 3) «Distance to Streams» (απόσταση από ρέοντα ύδατα)
- 4) «Distance to Forest Edge» (απόσταση από δασικό οικότονο)
- 5) «Elevation» (υψόμετρο)

Ωστόσο η μεταβλητή «απόσταση από ορεινούς όγκους» είχε υψηλή αυτοσυσχέτιση με την μεταβλητή «απόσταση από δασικό οικότονο, οπότε αφαιρέθηκε από το σύστημα ανάλυσης. Χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο MuMIn (Multimodel Inference) στο R και την εντολή «dredge», τρέξαμε όλους τους συνδυασμούς και καλύτερο μοντέλο βγήκε το παραπάνω (με AIC weight 0.40).

	Estimate	SE	z	P(> z)
(Intercept)	1.901	0.1712	11.11	1.17e-28
Human RAI	0.306	0.0437	7.01	2.45e-12
Distance to Forest Edge	-0.238	0.1174	-2.03	4.28e-02
Distance to Stream	-0.244	0.0949	-2.57	1.02e-02

Από τους συντελεστές beta («beta coefficients») έγινε συσχέτιση της σχετικής αφθονίας ατόμων αρκούδας με τις σημαντικότερες μεταβλητές του συστήματος ανάλυσης.

Για την στατιστική ανάλυση των **προτύπων δραστηριότητας** της αρκούδας στην περιοχή μελέτης θεωρήσαμε ότι αυτή αντιστοιχεί στην κατανομή της πιθανότητας ενός τυχαίου δείγματος που περιγράφει την πιθανότητα καταγραφής ενός φωτογραφικού «συμβάντος» εντός μια χρονικής περιόδου του 24ωρου (*Blankenheim 2018*). Κάτι τέτοιο προϋποθέτει ότι ένα άτομο από ένα συγκεκριμένο είδος (εν προκειμένω αρκούδα) έχει τις ίδιες πιθανότητες αποτύπωσης από όλα τα καταγραφικά όταν είναι δραστήριο (*Linkie & Ridout 2011 in Blankenheim 2018*).

Κάθε «συμβάν» θεωρήθηκε ανεξάρτητο και ως ένα τυχαίο δείγμα σε σχέση με την υποκείμενη στατιστική κατανομή (*Linkie & Ridout 2011 in Blankenheim 2018*). Σε αυτό το συγκείμενο (context), η ώρα της ημέρας θεωρείται ως μια κυκλική τυχαία μεταβλητή. Κάθε πρότυπο δραστηριότητας εκτιμήθηκε με τη χρήση μη παραμετρικών εργαλείων όπως το «kernel density estimation» (KDE) (*Ridout & Linkie 2009 in Blankenheim 2018*).

Για την περιγραφή και τον υπολογισμό του βαθμού ομοιότητας μεταξύ δύο καμπυλών του KDE, χρησιμοποιήθηκε μια μέθοδος των *Linkie & Ridout (2011) (in Blankenheim 2018)* που προτείνει την χρήση ενός συντελεστή επικάλυψης («coefficient of overlap»), που συναρμώνει τα δεδομένα από τις φωτοπαγίδες σε μια συνάρτηση του KDE και στη συνέχεια εκτιμά ένα συντελεστή συμμετρικής επικάλυψης (symmetrical overlapping coefficient) μεταξύ δύο δειγμάτων (εν προκειμένω των καταγραφών από 2 γειτονικές φωτοπαγίδες) χρησιμοποιώντας μια συνάρτηση «συνολικής μεταβλητότητας απόστασης».

Αυτός ο συντελεστής επικάλυψης (Δ) (*Weitzman 1970*) παίρνει τιμές από 0 (μηδενική επικάλυψη) έως 1 (πλήρης επικάλυψη) και έχει χρησιμοποιηθεί συχνά για την διερεύνηση περιπτώσεων δυνητικά ανταγωνιστικής συμπεριφοράς μεταξύ ζωικών ειδών (*Frey et al. 2017, Μερτζάνης Γ. και συνεργάτες, 2018 – έργο LIFE15NAT/GR/001108 – τεχνική αναφορά δράσης A2*).



Linkie & Ridout 2011). Η υπολογιστική επεξεργασία έγινε με τη χρήση του "R" version 3.5.1 (R Development Core Team 2009) και το στατιστικό πακέτο "overlap". Ο συντελεστής επικάλυψης Δ4 χρησιμοποιήθηκε στην περίπτωση που το μικρότερο δείγμα (καταγραφές φωτοπαγίδας) είχε >75 καταγραφές. Σε διαφορετική περίπτωση χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής εκτίμησης Δ1 (Meredith & Ridout 2016, Ridout & Linkie 2009 *in Blankenheim 2018*).



3.3. Καταγραφή παρουσίας και δραστηριότητας της αρκούδας μέσω βιοδηλωτικών ενδείξεων:

Κατά την διάρκεια υλοποίησης του έργου και συγκεκριμένα για την χρονική περίοδο 04/2017-06/2017 πραγματοποιήθηκε συστηματική συλλογή στοιχείων σχετικών με βιοδηλωτικές ενδείξεις παρουσίας και δραστηριότητας της αρκούδας).

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε βασίζεται στη συστηματική καταγραφή των βιοδηλωτικών ενδείξεων (όλων των κατηγοριών) παρουσίας και δραστηριότητας της αρκούδας με συστηματική σάρωση τμημάτων του δασικού οδικού δικτύου σε μόνιμες και σταθερές διαδρομές (τύπος «στρωματωμένης δειγματοληψίας»). (Camarra 1982, Harris 1986). Με αυτή τη μέθοδο προκύπτουν στοιχεία, τόσο για την εξάπλωση όσο και για την συχνότητα παρουσίας αλλά και για τον τύπο δραστηριότητας του υπο μελέτη είδους καθώς και για τη χρήση του ενδιαιτήματος. Οι δειγματοληπτικές διαδρομές καταγραφής βιοδηλωτικών ενδείξεων κατανεμήθηκαν σε όλους τους αντιπροσωπευτικούς τύπους ενδιαιτημάτων που απαντώνται στην περιοχή του έργου καθώς και σε όλους τους γεωγραφικούς τομείς τόσο στην κεντρική περιοχή του έργου όσο και στην ευρύτερη περιοχή (χάρτης 8).

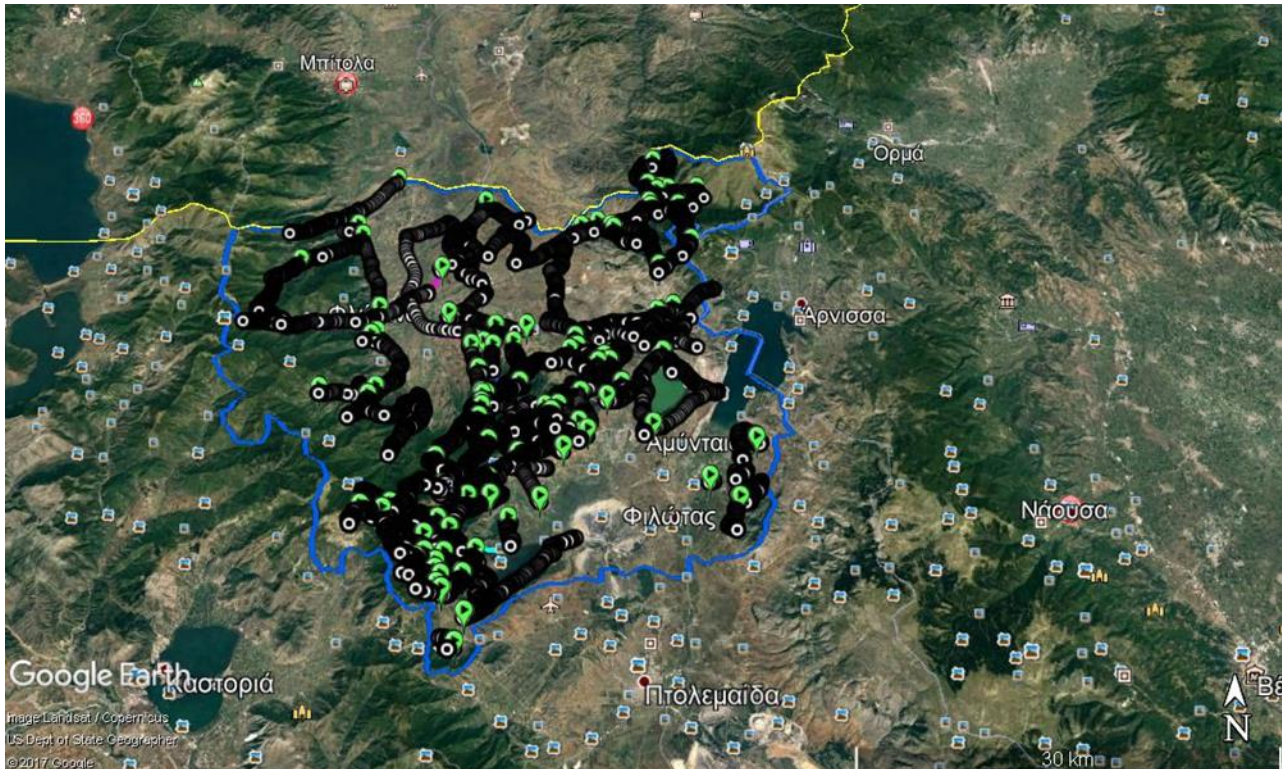
Καταγράφηκαν και πάλι οι τρεις βασικές κατηγορίες βιοδηλωτικών ενδείξεων παρουσίας και δραστηριότητας της αρκούδας όπως:

- Ενδείξεις διέλευσης
- Ενδείξεις αναζήτησης τροφής και τροφοληψίας
- Ενδείξεις ανάπαυσης και αναπαραγωγής. (βλ. φωτο).

Για κάθε βιοδηλωτική ένδειξη έγινε σημειακή καταγραφή με δορυφορικό πλοηγό (GPS) και καταχώρηση της πληροφορίας σε χαρτογραφικό ηλεκτρονικό αρχείο και εν συνεχεία τελική αποτύπωσή τους στο χαρτογραφικό υπόβαθρο του ΓΣΠ. (βλ. φωτο)

Για κάθε βιοδηλωτική ένδειξη καταγράφηκαν από τον παρατηρητή και σε ακτίνα 150-200μ γύρω από το σημείο εντοπισμού χαρακτηριστικά του βιοτόπου με βάση τις κύριες βιοτικές και αβιοτικές παραμέτρους (ανάγλυφο, βλάστηση κλπ). Για την καλύτερη οπτικοποίηση του βαθμού χωρικής συγκέντρωσης των βιοδηλωτικών ενδείξεων και άρα του προσδιορισμού των κατατμημάτων του ενδιαιτήματος με την υψηλότερη συχνότητα παρουσίας της αρκούδας, χρησιμοποιήσαμε το στατιστικό εργαλείο “**Kernel density estimator – KDE**”. Το στατιστικό αυτό εργαλείο προσδιορίζει την διαβάθμιση της πυκνότητας συγκέντρωσης στο χώρο μια συγκεκριμένης μεταβλητής (εν προκειμένω οι βιοδηλωτικές ενδείξεις αρκούδας) με τυχαία κατανομή και μας επιτρέπει να προσδιορίσουμε γεωγραφικά τα κατατμήματα εκείνα του ενδιαιτήματος όπου η παρουσία και δραστηριότητα της αρκούδας παρουσιάζει υψηλότερη ένταση. Τα πρωτογενή στοιχεία βιοδηλωτικών ενδείξεων καταχωρήθηκαν σε ειδικά διαμορφωμένη βάση δεδομένων σε format xls. (βλ. αποσπάσματα στις εικόνες 1,2,&3).

Μερτζάνης Γ. και συνεργάτες, 2018 – έργο LIFE15NAT/GR/001108 – τεχνική αναφορά δράσης Α2.



Φωτο 22: στιγμιότυπο από τις εργασίες πεδίου για την καταγραφή βιοδηλωτικών ενδείξεων
Χάρτης (9): αποτύπωση των δειγματοληπτικών διαδρομών για βιοδηλωτικές ενδείξεις αρκούδας στο σύνολο της περιοχής μελέτης.



Εικόνες : 3, 4 & 5: Αποσπάσματα από την βάση δεδομένων για την καταχώρηση των βιοδηλωτικών ενδείξεων αρκούδας.

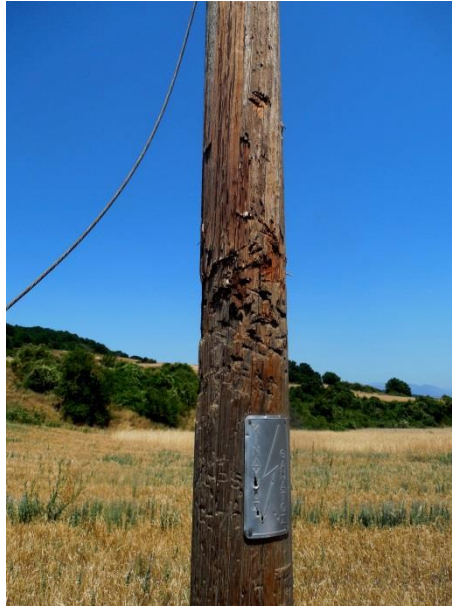
ID	ΚΩΔΙΚΟΣ - CODE Nr.	ΗΜ/ΝΙΑ - DATE	ΤΟΠΩΝΥΜΙΑ - LOCATION	ΒΙΟΔΗΛΩΤΙΚΟΥ ΣΤΕ - BEAR EVIDENCE TYPE	ΦΡΕΣΚΟΤΗΤΑ - FRESHNESS	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΥΠΟΥ ΕΥΡΕΣΗΣ - DESCRIPTION OF EVIDENCE	ΕΥΙΟΠΤΗΤΑ - VISIBILITY
166	002 D	1/6/2017	Sklithro				
167	534 T	1/6/2017	Sklithro	forest road in use	over a week	slope	50
168	535 T	1/6/2017	Sklithro	forest road in use	over a week	slope	50
169	022 S	1/6/2017	Sklithro	old forest road	month	ravine	50
170	008 F	1/6/2017	Sklithro				
171	023 S	1/6/2017	Sklithro	forest road in use	over a week	slope	50
172	536 T	1/6/2017	Sklithro	forest road in use	a few days	slope	50
173	537 T	1/6/2017	Sklithro		a few days		
174	009 F	1/6/2017	Sklithro	forest road in use	over a week		
175	538 T	1/6/2017	Sklithro	forest road in use	over a week	slope	50
176	024 S	1/6/2017	Sklithro	forest road in use	month		
177	010 F	1/6/2017	Sklithro	forest road in use	month	slope	>100
178	539 T	1/6/2017	Sklithro	forest road in use	a few days	slope	>100
179	540 T	1/6/2017	Lechovo	old forest road	a few days	slope	50
180	541 T	1/6/2017	Lechovo	forest road in use	a few days	slope	10
181	542 T	1/6/2017	Lechovo	forest road in use	a few days	mountain ridge	50
182	543 T	1/6/2017	Lechovo				
183	544 T	1/6/2017	Lechovo		a few days	slope	10
184	545 T	1/6/2017	Lechovo	old forest road	a few days	mountain ridge	>100
185	025 S	1/6/2017	Lechovo	old forest road	a few days	mountain ridge	

ID	ΚΩΔΙΚΟΣ - CODE Nr.	TYPE OF EVIDENCE - BEAR TRACKS	TYPE OF EVIDENCE - SCATS	FOOD ITEM 1	FOOD ITEM 2	FOOD ITEM 3	TYPE OF EVIDENCE - MARKED TRACKS	EVIDENCE - BEAR HAIR & SCRATCHES
166	002 D	0	0	0	0	0	0	0
167	534 T	1	0	0	0	0	0	0
168	535 T	1	0	0	0	0	0	0
169	022 S	0	1 accorn	0	0	0	0	0
170	008 F	0	0	0	0	0	0	0
171	023 S	0	1 accorn	0	0	0	0	0
172	536 T	1	0	0	0	0	0	0
173	537 T	1	0	0	0	0	0	0
174	009 F	0	0	0	0	0	0	0
175	538 T	1	0	0	0	0	0	0
176	024 S	0	1 accorn	0	0	0	0	0
177	010 F	0	0	0	0	0	0	0
178	539 T	1	0	0	0	0	0	0
179	540 T	1	0	0	0	0	0	0
180	541 T	1	0	0	0	0	0	0
181	542 T	1	0	0	0	0	0	0
182	543 T	1	0	0	0	0	0	0
183	544 T	1	0	0	0	0	0	0
184	545 T	1	0	0	0	0	0	0
185	025 S	0	1 accorn	0	0	0	0	0

ID	ΚΩΔΙΚΟΣ - CODE Nr.	NCE - BEAR	GPS - N/E	ΤΗΣΗΣ - FFLa	FFLb	FFLc	FFLd	FFRa	FFRb	FFRc	FFRd	BFLa	BFLb	BFLc	BFLd	BFRa	BFRb	BFRc	BFRd	ΠΑΡΑ ΤΗΡΗΣΕΙΣ - COMMENTS	
166	002 D	0	40.61595 21.49324	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	μαντρί Γοναστας, αιγοπρόβατα, 22/05
167	534 T	0	40.60492 21.50667	0	4.2	9.8	9.5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
168	535 T	0	40.60190 21.50707	0	6.6	12.1	11.9	12.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
169	022 S	0	40.59950 21.51373	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
170	008 F	0	40.60037 21.51912	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
171	023 S	0	40.60689 21.49981	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
172	536 T	0	40.60622 21.49902	0	0	10.9	11	11.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
173	537 T	0	40.60522 21.49804	0	4.9	10.9	11.5	11.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	τορός διαφορετικής παλαιότητας ιδιο
174	009 F	0	40.60392 21.49629	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
175	538 T	0	40.60112 21.49198	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 M M
176	024 S	0	40.59470 21.49937	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
177	010 F	0	40.59468 21.50022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
178	539 T	0	40.59336 21.50100	0	0	11.4	11.1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
179	540 T	0	40.58960 21.50072	0	0	13.4	13.2	13.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 κοντά σε μαντρί, σημερινό, 540T & 54
180	541 T	0	40.58788 21.49948	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	σημερινό
181	542 T	0	40.56855 21.50244	0	0	10.5	11	10.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	σημερινό
182	543 T	0	40.57003 21.50746	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 Μη Μετρ
183	544 T	0	40.57276 21.50721	0	6.1	9.4	9.9	9.3	0	0	0	0	3.3	9.5	0	18	0	0	0	0	σημερινό
184	545 T	0	40.57865 21.51653	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	σημερινό
185	025 S	0	40.57946 21.51726	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	



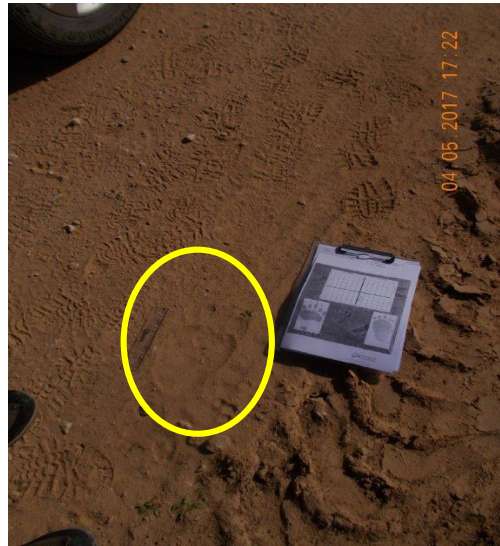
Φωτο 23: Περίττωμα αρκούδας σε δασική οδό που περιέχει υπολείμματα από κορόμηλα (*Prunus sp.*)



Φωτο 24 : Στύλος της ΔΕΗ σημαδεμένος από αρκούδα



Φωτο 25: σπασμένο νεαρό πεύκο-σήμανση επικράτειας



Φωτο 26: Ίχνος οπίσθιας πατούσας αρκούδας σε χωματόδρομο



Φωτο 27: ίχνη αρκούδας στην παλιά εθνική οδό Κλειδί-Βεύη



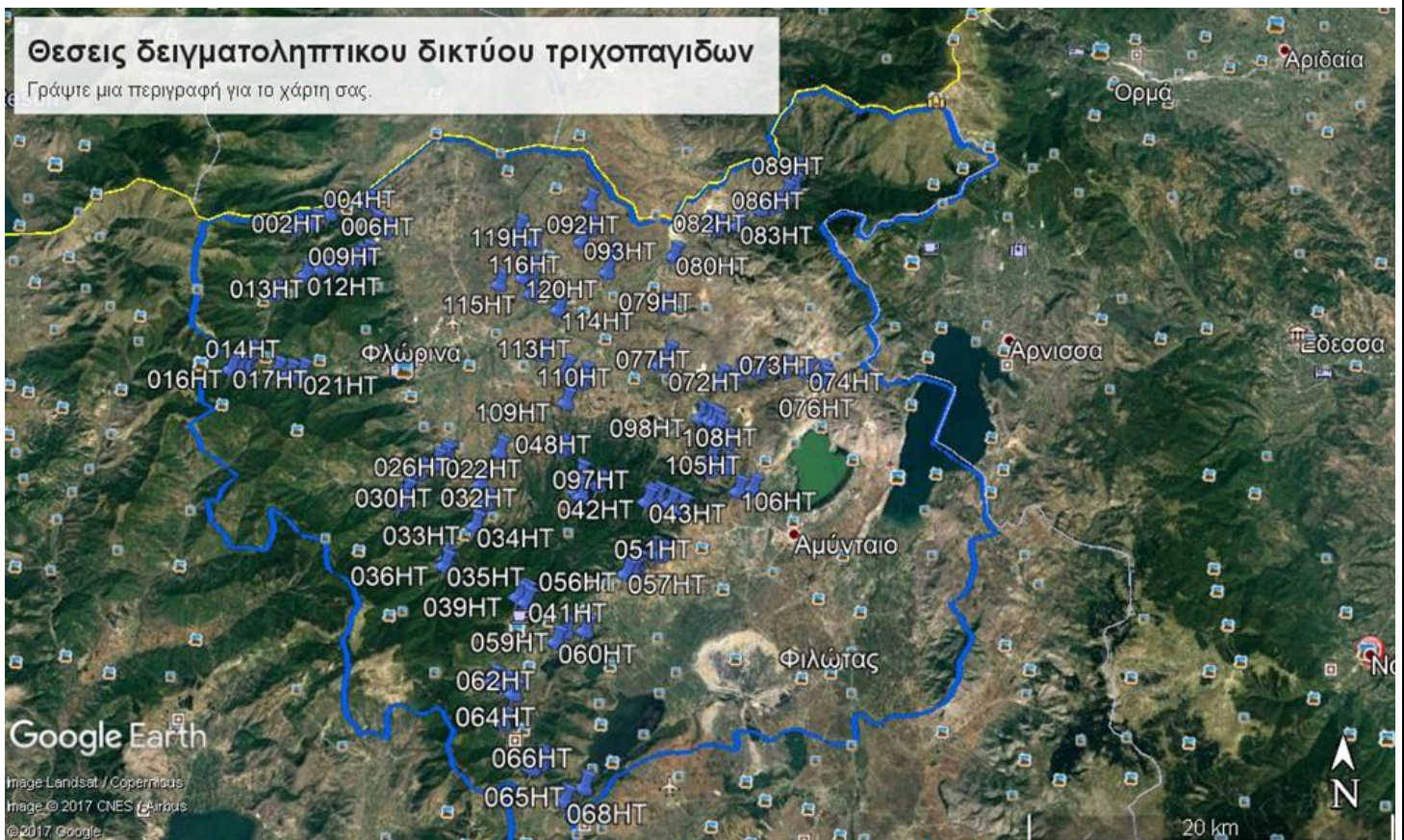
Φωτο 28: καταγραφή βιοδηλωτικών ενδείξεων.



3.4. Συλλογή βιολογικού υλικού αρκούδας (υπολείμματα τριχώματος) για γενετική ανάλυση.

32

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί συστηματική συλλογή μιας συγκεκριμένης κατηγορίας βιολογικού υλικού αρκούδας (υπολείμματα τριχώματος) και με δεδομένο ότι συμπεριφορικά οι αρκούδες σημαδεύουν συστηματικά και ειδικά κατά την αναπαραγωγική περίοδο συγκεκριμένα υποστρώματα - όπως ξύλινους στύλους (ΔΕΗ ή ΟΤΕ) και κωνοφόρα- αναπτύχθηκε και εγκαταστάθηκε στην περιοχή του έργου ένα δίκτυο (121) τριχοπαγίδων σε στύλους της ΔΕΗ. Προκειμένου να έχουμε την μέγιστη αντιπροσωπευτικότητα και πιθανότητα συλλογής του απαιτούμενου δείγματος (~250 όπως αναφέρεται στην αρχική περιγραφή της δράσης), αλλά και μια όσο το δυνατόν πιο αξιόπιστη εκτίμηση του συνόλου του υπο-πληθυσμού αρκούδας στην ευρύτερη περιοχή, το εν λόγω δειγματοληπτικό δίκτυο κάλυψε τόσο τον γεωγραφικό πυρήνα του έργου (Δ. Αμυνταίου) όσο και την ευρύτερη περιοχή (Δ. Φλώρινας). Στον παρακάτω χάρτη (10) απεικονίζεται η χωρική διασπορά των δειγματοληπτικών σταθμών με τριχοπαγίδες. Στις φωτο (29,30, 31, 32 & 33) απεικονίζεται η διαδικασία εγκατάστασης μιας τριχοπαγίδας, το σημάδεμα από την αρκούδα, ο έλεγχος, η συλλογή βιολογικού δείγματος και η εργαστηριακή φάση



Χάρτης (10): Θέσεις δειγματοληπτικών σταθμών για συλλογή βιολογικού υλικού αρκούδας.



Φωτο : 29, 30, 31, 32, & 33: Εγκατάσταση τριχοπαγιδας, σημάδεμα από αρκούδα, έλεγχος σταθμού, συλλογή δείγματος, εργαστηριακή φάση.

Πραγματοποιήθηκαν (3) σαρώσεις του δειγματοληπτικού δικτύου : στην αρχή με την εγκατάσταση, και 2 περιοδικούς ελέγχους που πραγματοποιήθηκαν στο μέσον (Ιούνιο 2017) και στο τέλος (Ιούλιος 2017) της αναπαραγωγικής περιόδου των αρκούδων, κατά την οποία η συμπεριφορά του «μαρκαρίσματος» παρουσιάζει μια κορύφωση όποτε και οι πιθανότητες συλλογής αριθμητικά ικανού δείγματος μεγιστοποιούνται.

Για κάθε θετικό (παρουσία βιολογικού υλικού) ή αρνητικό (απουσία βιολογικού υλικού) δειγματοληπτικό σταθμό και για τους δύο ελέγχους, δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων σε format xls όπου καταχωρήθηκε το σύνολο των ευρημάτων με τον κωδικό αριθμό ταυτοποίησης, τις γεωγραφικές συντεταγμένες, την ημερομηνία 1^{ου} και 2^{ου} ελέγχου καθώς και το θετικό ή αρνητικό εύρημα με τον αριθμό δειγμάτων στη πρώτη περίπτωση. Στην πιο κάτω Εικόνα (6) παρατίθεται απόσπασμα της εν λόγω βάσης δεδομένων.

Εικόνα (6): Απόσπασμα βάσης δεδομένων για την καταχώρηση των αποτελεσμάτων δειγματοληψίας τριχοπαγίδων.

ID	name	lat	lon	εγκατάσταση 25_4 εως 12_5	1η δειγματοληψια 7_6 εως 12_6	2η δειγματοληψια 2_7 εως 8_7
1	001HT	40.866753039 881587	21.3439679984003 31			
2	002HT	40.857327003 031969	21.3198439590632 92			
3	003HT	40.860704993 829131	21.3328830152750 02		Δείγμα A,B	Δείγμα
4	004HT	40.873154969 885945	21.3694860320538 28			
5	005HT	40.860922001 302242	21.3764399942010 64		Δείγμα	
6	006HT	40.857100021 094084	21.3841149676591 16		Δείγμα	
7	007HT	40.843353029 340506	21.3722300156950 95	Δείγμα	Δείγμα A,B,Γ	



3.4.1. Μεθοδολογία γενετικής ανάλυσης:

3.4.1.1 Εξαγωγή DNA και γενετική ταυτοποίηση με την ενίσχυση μικροδορυφορικών δεικτών

Για την εξαγωγή του γενετικού υλικού (DNA) από τα δείγματα χρησιμοποιήθηκε το εξειδικευμένο πρωτόκολλο και κιτ απομόνωσης (QIAamp® DNA Mini). Στα δείγματα τριχών, αρχικά γίνεται αποκοπή των ριζών ύστερα από παρατήρηση στο στερεοσκόπιο και μεταφορά τους σε σωλήνες erpedorf 1,5ml. Ο αριθμός των ριζών που αποκόπτονται σε κάθε δείγμα ποικίλει (1-30 ρίζες/ δείγμα) αναλόγως με την ποιότητα του δείγματος και τον τρόπο συλλογής του και παίζει καθοριστικό ρόλο στην ποσότητα και την ποιότητα του απομονωμένου DNA. Αφού αποκοπούν οι ρίζες από κάθε δείγμα ακολουθείται το πρωτόκολλο απομόνωσης που προτείνει ο κατασκευαστής. Επειδή η ποσότητα του απομονωμένου DNA από τα δείγματα τριχών είναι ιδιαίτερα μικρή, δεν έγινε ηλεκτροφόρηση του για τον έλεγχο της επιτυχίας της απομόνωσης. Για να ελεγχτεί η επιτυχία της απομόνωσης πραγματοποιήθηκε πρώτα αλυσιδωτή αντίδραση της πολυμεράσης (PCR) για όλα τα δείγματα και έπειτα ηλεκτροφόρηση τους σε πηκτική αγαρόζη 1,5% w/v .

Για την γενετική ταυτοποίηση των δειγμάτων (DNA fingerprinting) χρησιμοποιήθηκαν 10 ζεύγη μικροδορυφορικών μοριακών δεικτών που ενισχύθηκαν με PCR (G10C, G10P, G1A, G10X, G1D, G10H, G10L, Mu50, Mu59, Mu26) (Πίνακας 1). Προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν τα πιθανά λάθη γονοτύπησης στα δείγματα DNA από τρίχες εφαρμόστηκε η μέθοδος πολλαπλών σωλήνων (multi-tube approach) σύμφωνα με τους Adams και Waits (2007). Οι συνθήκες ενίσχυσης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: αποδιάταξη στους 94°C για 5min, 35 κύκλοι στους 94°C για 30sec, υβριδισμός εκκινητών στους 58°C για 45sec και επιμήκυνση στους 72°C για 1min. Η τελική επιμήκυνση πραγματοποιήθηκε τους 72°C για 5min. Η αντίδραση έγινε σε τελικό όγκο 10μl, που περιλάμβανε 1μl από 10x Reaction Buffer, 0,1μl από 10x BSA, 0,25 mM dNTPs, 1 p/μl από κάθε εκκινητή και περίπου 50ng από μητρικό DNA. Επιπλέον, 0.4 units of Taq πολυμεράση και 2mM MgCl₂ χρησιμοποιήθηκαν. Έλεγχος των προϊόντων της PCR έγινε με ηλεκτροφόρηση σε πηκτική αγαρόζη 1,5%.

Στη τελική ενίσχυση, οι τόποι ενισχύθηκαν σε πολλαπλή αντίδραση (Multiple reaction) ώστε να μειωθεί ο συνολικός αριθμός των αντιδράσεων και ο αριθμός των αναλωσίμων. Η πολλαπλή PCR πραγματοποιήθηκε σε τελικό όγκο 10 μl και περιλάμβανε 5 μl από Qiagen Buffer από το Qiagen multiplex PCR kit, κατάλληλης συγκέντρωσης εκκινητές (1 p/μl) και 30 ng μητρικού DNA. Οι συνθήκες ενίσχυσης ήταν ως εξής: αποδιάταξη στους 95°C για 15 min, 35 κύκλοι στους 94°C για 30 sec, υβριδισμός στους 57°C για 1.5 min, επιμήκυνση στους 72°C για 1 min και τελική ενίσχυση στους 60 °C for 15 min.



Πίνακας (3): Ακολουθία εκκινητών και μέγεθος των 10 μικροδορυφορικών τόπων που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη.

Ακολουθία εκκινητών		Μέγεθος ενισχυμένου τμήματος	Βιβλιογραφία
G10H F	5'-CCCAACAAGAAGACCACTGTAA-3'	221-257	Paetkau <i>et al.</i> , 1998
G10H R	5'-CCAGAGACCACCAAGTAGGATA-3'		
G10L F	5'-TGTA CTGATTTAATTACATTTCCC-3'	153-163	Paetkau <i>et al.</i> 1995
G10L R	5'-GAAGATACAGAAACCTACCCATGC-3'		
Mu50 F	5'-GTCTCTGTCATTTCCCCATC-3'	110-130	Bellemain and Taberlet, 2004
Mu50 R	5'-AACCTGGAACAAAAATTAACAC-3'		
Mu26 F	5'-GCCTCAAATGACAAGATTTTC-3'	182-200	Taberlet <i>et al.</i> 1997
Mu26 R	5'-TCAATTA AAAATAGGAAGCAGC-3'		
G10P F	5'-TACATAGGAGGAAGAAAGATGG-3'	145-159	Paetkau <i>et al.</i> 1995
G10P R	5'-AAAAGGCCTAAGCTACATCG-3'		
Mu59 F	5'-TGCTGCTTTGGGACATTGTAA-3'	219-251	Taberlet <i>et al.</i> 1997
Mu59 R	5'-CAATCAGGCATGGGGAAGAA-3'		
G10C F	5'-AAAGCAGAAGGCCTTGATTCCTG-3'	97-116	Paetkau <i>et al.</i> 1995
G10C R	5'-GGGACATAAACACCGAGACAGC-3'		
G1D F	5'-ATCTGTGGGTTTATAGGTTACA-3'	172-184	Paetkau <i>et al.</i> 1995
G1D R	5'-CTACTCTTCCTACTCTTTAAGAG-3'		
G10X F	5'-CCCTGGTAACCACAAATCTCT-3'	132-154	Paetkau <i>et al.</i> 1998 Taberlet <i>et al.</i> 1997
G10X R	5'-TCAGTTATCTGTGAAATCAAAA-3'		
G1A F	5'-GACCCTGCATACTCTCCTCTGATG-3'	180-190	Paetkau <i>et al.</i> 1995
G1A R	5'-GCACTGTCTGCGTAGAAGTGAC-3'		

Πίνακας (4) : Συγκέντρωση των εκκινητών στην πολλαπλή αντίδραση

Panel A	
G10H	0.8 pmol/μl
G1D	1 pmol/μl
G10X	1 pmol/μl
Mu26	1 pmol/μl
Panel B	
G1A	1 pmol/μl
G10P	2 pmol/μl
G10C	1 pmol/μl
Panel C	
Mu59	1 pmol/μl
G10L	1 pmol/μl
MU50	1 pmol/μl



Για τον προσδιορισμό του φύλου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των Pages et al. (2009), που στηρίζεται στη χρήση δύο ειδικών για την αρκούδα μοριακών δεικτών, ενός για το Y χρωμόσωμα (SRY gene) και ενός που χρησιμεύει ως μάρτυρας για την αντίδραση PCR (ZF gene) (Πίνακας 3). Οι συνθήκες ενίσχυσης που χρησιμοποιήθηκαν είναι: αποδιάταξη στους 94°C για 5min, 40 κύκλοι στους 94°C για 30sec, υβριδισμός εκκινητών στους 55°C για 30sec και επιμήκυνση στους 72°C για 45sec. Η τελική επιμήκυνση πραγματοποιήθηκε τους 72°C για 7min. Η αντίδραση έγινε σε τελικό όγκο 20μl, και περιλαμβάνει 2μl από 10x Reaction Buffer, 0,2μl από 10x BSA, 0.25 mM dNTPs, 1 pmol/μl από κάθε εκκινητή SRY, 6 pmol/μl από κάθε εκκινητή ZF και περίπου 50-100ng του γενωματικού DNA. Έλεγχος των προϊόντων της PCR έγινε με ηλεκτροφόρηση σε πηκτή αгарόζης 1,5%. Αν το άτομο είναι θηλυκό θα εμφανίσει μόνο μια ζώνη (ZF gene), αν είναι αρσενικό θα εμφανίσει δυο ζώνες (SRY gene & ZF gene).

Πίνακας (5): Ακολουθία των εκκινητών που χρησιμοποιήθηκαν για την ταυτοποίηση φύλου

Ακολουθία εκκινητών		Μέγεθος ενισχυμένου τμήματος (bp)
MP-SRY-F	5-TGGTCTCGTGATCAAAGGCGC-3	115
MP-SRY-R	5-GCCATTTTTCGGCTTCCGTAAG-3	
MP-ZF-F	5-GACAGCTGAACAAGGGTTG-3	144
MP-ZF-R	5-GCTTCTCGCCGGTATGGATG-3	

3.4.1.2. Εκτίμηση πληθυσμιακού μεγέθους και γενετικές αναλύσεις

Για την αξιολόγηση των μικροδορυφορικών τόπων που χρησιμοποιήθηκαν, υπολογιστήκαν οι τιμές της πιθανότητας ταυτοποίησης μεταξύ αδελφών (P_{ID-Sib} ; Waits *et al*, 2001) και η πληροφορία που περιέχεται στους πολυμορφισμούς τον τόπων (polymorphic information content (PIC)). Οι τιμές του P_{ID-Sib} υπολογίστηκαν με το πρόγραμμα GIMLET v. 1.3.2 (Valiere ,2002) και οι τιμές του PIC με το πρόγραμμα CERVUS 3.0.3 (Kalinowski *et al*, 2007). Η εύρεση των μοναδικών γενοτύπων έγινε με το πρόγραμμα DROPOUT (McKelvey και Schwartz, 2005). Οι τιμές της παρατηρούμενης ετεροζυγωτίας (H_o) και της αναμενόμενης ετεροζυγωτίας (H_e) υπολογίστηκαν με το πρόγραμμα GENEPOP 4.6 (Rousset ,2008). Η απόκλιση από την ισορροπία Hardy-Weinberg υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας τις ακριβείς δοκιμές του Fisher (Fisher's exact tests) με τα p -values να προέρχονται από την μέθοδο Markov chain με το πρόγραμμα GENEPOP 4.6 (Rousset, 2008). Με την χρήση του ίδιου προγράμματος έγινε ο υπολογισμός του δείκτη ενδογαμίας (Fis) για κάθε τόπο. Η πιθανότητα των μηδενικών αλληλομόρφων (null alleles) έγινε με την χρήση του προγράμματος CERVUS 3.0.3 (Kalinowski *et al*, 2007).

Πρόσφατες μειώσεις των πληθυσμών πολλές φορές είναι δυνατόν να ανιχνευτούν με την χρήση συγκεκριμένων τεστ. Όταν το μέγεθος ενός πληθυσμού μειώνεται δραστικά επηρεάζεται η συχνότητα των αλληλομόρφων και η παρατηρούμενη ετεροζυγωτία (H_e). Η συχνότητα των αλληλομόρφων μειώνεται συνήθως γρηγορότερα απ ό τι η παρατηρούμενη ετεροζυγωτία, με



αποτέλεσμα η παρατηρούμενη ετεροζυγωτία να είναι μεγαλύτερη από την αναμενόμενη. Επίσης κατά το φαινόμενου του στενωπού_τα αλληλόμορφα με μικρή συχνότητα ($<0,1$) μειώνονται σε σχέση με αυτά που εμφανίζουν μεγαλύτερες συχνότητες. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αλλάζει την κατανομή των συχνοτήτων των αλληλομόρφων από την αναμενόμενη L-Shaped κατανομή.

Ο έλεγχος για την ύπαρξη πρόσφατου φαινομένου στενωπού_έγινε με το πρόγραμμα BOTTLENECK 1.2.02 (Cornuet και Luikart, 1996). Οι αποκλίσεις από την αναμενόμενη ετεροζυγωτία (H_e) ελέγχθηκαν με την χρήση δυο διαφορετικών μοντέλων (stepwise mutation model και two-phase model). Τα δεδομένα αναλύθηκαν με την χρήση των προτεινόμενων ρυθμίσεων (Piry *et al*, 1999). Το δραστικό μέγεθος του πληθυσμού υπολογίστηκε με το πρόγραμμα NeESTIMATOR 1.3 (Peel *et al*, 2004). Η τιμή του N_e υπολογίστηκε με την χρήση της επιλογής "linkage disequilibrium method".

Η τιμή του N_c υπολογίστηκε με το πρόγραμμα CAPWIRE (Miller *et al*, 2005). Στο πρόγραμμα μπορεί να γίνει εισαγωγή δεδομένων τα οποία περιλαμβάνουν πολλαπλές παρατηρήσεις του ίδιου ατόμου από μια μόνο δειγματοληψία. Ο υπολογισμός του πληθυσμού, από το πρόγραμμα, έχειδειχθεί ότι είναι αξιόπιστος με την χρήση των συγκεκριμένων τύπου δεδομένων για μικρούς πληθυσμούς (<100 άτομα) με ετερογένεια σύλληψης. Η έννοια ετερογένεια σύλληψης σημαίνει ότι όλα τα άτομα δεν έχουν τις ίδιες πιθανότητες να συλληφθούν κατά την διάρκεια της δειγματοληψίας. Η ετερογένεια σύλληψης στην παρούσα έρευνα προκύπτει κυρίως από τον τρόπο συλλογής των δειγμάτων (ηλεκτρικές κολόνες της Δ.Ε.Η) (Karamanlidis *et al*, 2008, 2010). Το μικρό μέγεθος του υπό μελέτη πληθυσμού και η ετερογένεια σύλληψης, οδήγησαν στην χρήση του μοντέλου "two innate rates model" για τον υπολογισμό του πληθυσμιακού μεγέθους (Miller *et al*, 2005).

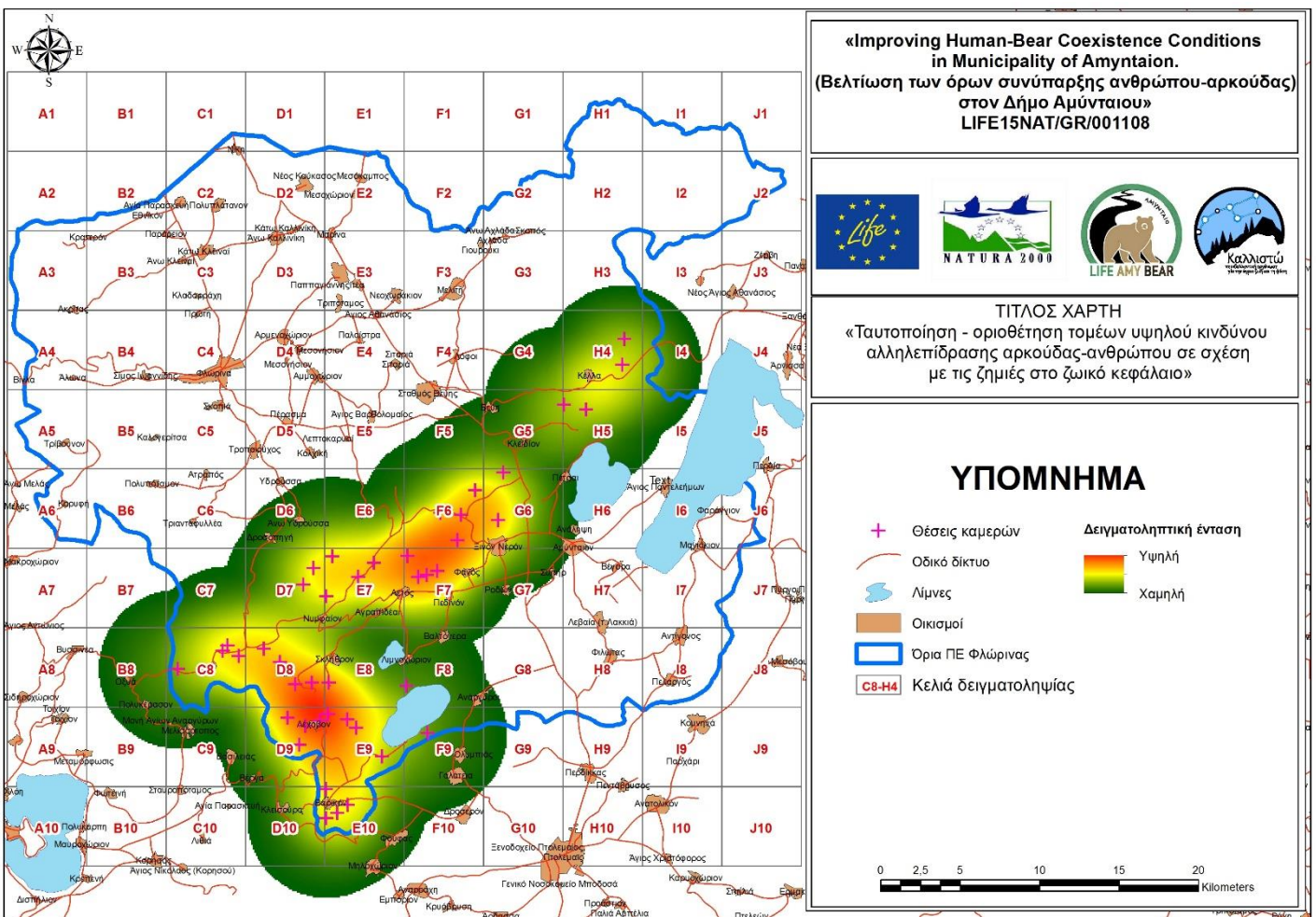


4. Αποτελέσματα

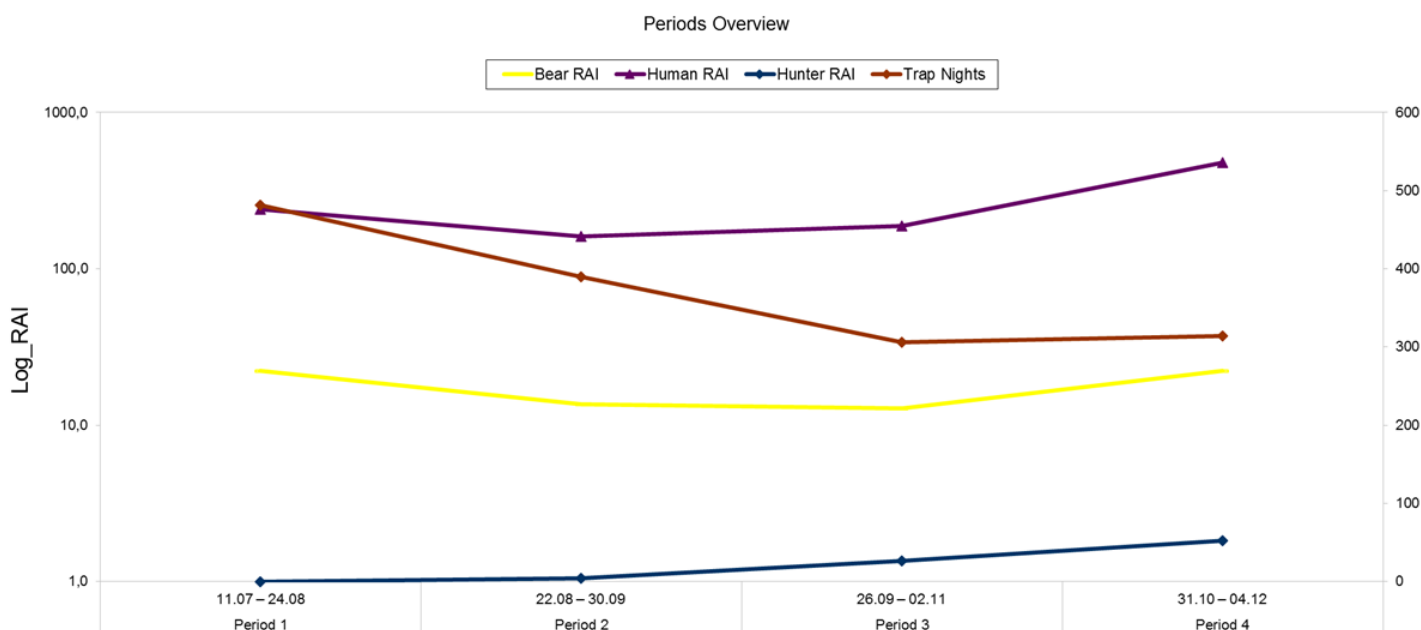
4.1. Φωτοπαγίδες: Παρουσία, σχετική αφθονία και πρότυπα δραστηριότητας της αρκούδας - 4.1.1. Συνολικά αποτελέσματα.

Η συνολική δειγματοληπτική ένταση με βαρύτητα την δειγματοληπτική δυναμική με βάση τα σταθμισμένα δεδομένα από κάθε καταγραφικό για τις (4) δειγματοληπτικές περιόδους απεικονίζεται με την αντίστοιχη χρωματική διαβάθμιση στον ακόλουθο χάρτη (11). Αντίστοιχα στο διάγραμμα (1) αποτυπώνεται σε λογαριθμική κλίμακα η σταθερότητα της δειγματοληπτικής έντασης σε βάθος χρόνου και κατά τη διάρκεια των τεσσάρων δειγματοληπτικών περιόδων με βάση τους δείκτες αφθονίας «συμβάντων» που αποτυπώθηκαν από τις φωτοπαγίδες για τις τρεις βασικές μεταβλητές : (α) παρουσία αρκούδας, (β) παρουσία ανθρώπου, (γ) παρουσία κυνηγών (που αποτελεί ειδικότερη κατηγορία ανθρώπινης δραστηριότητας, ιδιαίτερα οχλούσας για την πανίδα).

Χάρτης (11): Αποτύπωση με διαβαθμισμένη χρωματική κλίμακα της έντασης δειγματοληψίας στην περιοχή μελέτης (© Η. Αραβίδης).



Διάγραμμα (1): Σταθερότητα δειγματοληπτικής έντασης στη διάρκεια των 4 τεσσάρων δειγματοληπτικών περιόδων.



Από το διάγραμμα (1) παρατηρούμε ότι οι καμπύλες δειγματοληπτικής έντασης παρουσιάζουν μια σχετική σταθερότητα στο χρόνο. Η ελαφρά αρνητική κλίση της καμπύλης του δείκτη «trapnight» οφείλεται στην κλοπή (2) φωτοπαγίδων κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας καθώς και στην δυσλειτουργία ενός καταγραφικού κατά την 2^η και 3^η δειγματοληπτικές περιόδους αντίστοιχα γεγονότα που μείωσαν την σταθερότητα της δειγματοληπτικής έντασης. Η καμπύλη του δείκτη της «κυνηγετικής δραστηριότητας» εμφανίζει ανοδική τάση κατά την 2^η δειγματοληπτική περίοδο οπότε και ξεκινάει επίσημα η κυνηγετική περίοδος. Αποτελώντας μέρος της συνολικής ανθρώπινης παρουσίας και δραστηριότητας που αποτύπωσαν οι φωτοπαγίδες δικαιολογεί και την ανοδική τάση της καμπύλης της συνολικής ανθρώπινης παρουσίας και δραστηριότητας όπως αυτή αποτυπώθηκε από τις φωτοπαγίδες.

Συνολικά οι 12 κάμερες τράβηξαν **30.075** φωτογραφίες και **17.238** βίντεο σε μια συνολική διάρκεια **1.491** δειγματοληπτικών ημερών «camera days» (11/7 έως 04/12/2017). Από το σύνολο αυτό αποτυπώσεων οι **1.335** (7%) περιείχαν είδη της άγριας πανίδας (εκτός από αρκούδες). Αντίστοιχα οι συνολικά 1.491 ημέρες λειτουργίας του συστήματός έδωσαν **268 «συμβάντα»** με **άτομα αρκούδας** όπου «συμβάν» ορίστηκε (όπως προαναφέρθηκε στην μεθοδολογία) η απεικόνιση ενός ατόμου σε συνεχόμενο χρονοδιάστημα λειτουργίας και αποτύπωσης του καταγραφικού διάρκειας **15'**. Παράλληλα οι φωτοπαγίδες απεικόνισαν **7.299** συμβάντα με άλλα είδη θηλαστικών συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου. Συνολικά Αποτυπώθηκαν 10 διαφορετικά είδη θηλαστικών της άγριας πανίδας και 6 είδη οικόσιπων. Η αλεπού (*Vulpes vulpes*, Linnaeus, 1758) εμφάνισε την υψηλότερη συχνότητα απεικόνισης (1.201 συμβάντα), ενώ η ανθρώπινη παρουσία αποτυπώθηκε σε 3.858 συμβάντα εκ των Μερτζάνης Γ. και συνεργάτες, 2018 – έργο LIFE15NAT/GR/001108 – τεχνική αναφορά δράσης A2.



οποίων 260 με κυνηγετική δραστηριότητα. Το 94% των συμβάντων με άτομα αρκούδας σημειώθηκαν μεταξύ 20:00μμ και 07:00 πμ με (3) κορυφώσεις στις 21:00μμ, 00:00 και 05:00 πμ. Στην ίδια χρονική ζώνη η ανθρώπινη παρουσία εμφάνισε μια συχνότητα 12% γεγονός που δεν αποκλείει παράνομες δραστηριότητες (λαθροθηρία) ενώ η υψηλότερη συχνότητα ανθρώπινης παρουσίας (88%) σημειώθηκε μεταξύ 07:00πμ και 20:00 μμ. Η χρήση τροχοφόρων σε όλο τον κερκαδικό κύκλο εμφάνισε συχνότητα 83%. Η πληθώρα των συνολικών φωτογραφιών οφείλεται και σε ψευδείς ενεργοποιήσεις των καταγραφικών που δε συνδέονται με τη διέλευση ειδών άγριας πανίδας ή άλλων ειδών (απότομες αλλαγές θερμοκρασίας στο έδαφος από εναλλαγές σκίασης και ηλιοφάνειας, κινήσεις βλάστησης από τον άνεμο κλπ). Από τις 12 κάμερες οι 10 κατέγραψαν τουλάχιστον ένα άτομο αρκούδας. Η μια από τις φωτοπαγίδες δε λειτούργησε κανονικά λόγω αντίξωων συνθηκών στη θέση τοποθέτησης και πληθώρας ψευδών ενεργοποιήσεων. Το σύνολο των αποτελεσμάτων παρουσιάζεται στον παρακάτω συνοπτικό πίνακα (6) από (Blankenheim 2018).

Πίνακας (6): Συνολικά αποτελέσματα δειγματοληψίας με φωτοπαγίδες για τις 4 δειγματοληπτικές περιόδους. Όπου: RAI= σταθμισμένος δείκτης αφθονίας συνόλου

	Period 1	Period 2	Period 3	Period 4	Total
Time Frame	11.07 – 24.08	22.08 – 30.09	26.09 – 02.11	31.10 – 04.12	11.07 – 04.12
Trap Nights	481	390	306	314	1491
Cameras	12	11	11	10	44
Bear RAI	22,2	13,6	12,7	22,3	18,0
Individual Bears	26	23	18	14	81*
Human RAI	240,7	160,8	187,6	477,4	258,8
Hunter RAI	0,0	3,8	26,5	52,2	17,4
Individual Bears R	26	28,4	28,3	21,4	26
Events	2467	1769	1244	2086	7566
Bear Events	106	53	39	70	268
Human Events	1162	631	578	1499	3870
Hunter Events	0	15	81	165	261

«συμβάντων» με αναγωγή στις 100 ημέρες λειτουργίας του συστήματος.(σχετικός δείκτης αφθονίας), «Individual bears»= το σύνολο ατόμων αρκούδας που αποτυπώθηκαν ανά δειγματοληπτική περίοδο, «Individual bears R» = αριθμός συμβάντων με άτομα αρκούδας κατά τη 2^η , 3^η και 4^η δειγματοληπτική περίοδο σε συσχέτιση με περίοδο αναφοράς τις 481 δειγματοληπτικές ημέρες (trap-nights) της 1^{ης} δειγματοληπτικής περιόδου.”Bear events”:
 σύνολο «συμβάντων» με αποτύπωση ατόμου αρκούδας ανά δειγματοληπτική περίοδο.

Κάποιες χαρακτηριστικά στιγμιότυπα από φωτο και βίντεο από την πρώτη δειγματοληπτική περίοδο απεικονίζονται στις φωτο 34, 35, 36, 37, 38, & 39.



Εικόνα : Ενήλικη αρκούδα, καταγραφικό CAM-E8
11/8/2017 στις 22:35:23



Εικόνα : Ενήλικη αρκούδα, καταγραφικό CAM-F8
1/8/2017 στις 00:04:27



Εικόνα : Ανήλικη αρκούδα, καταγραφικό CAM-06-
D8 14/8/2017 στις 07:05:35



Εικόνα : Ενήλικη αρκούδα, καταγραφικό CAM-08-
D7 18/8/2017 στις 07:27:10



Εικόνα : Ενήλικη αρκούδα, καταγραφικό CAM-06-
D8 19/7/2017 στις 6:47:47



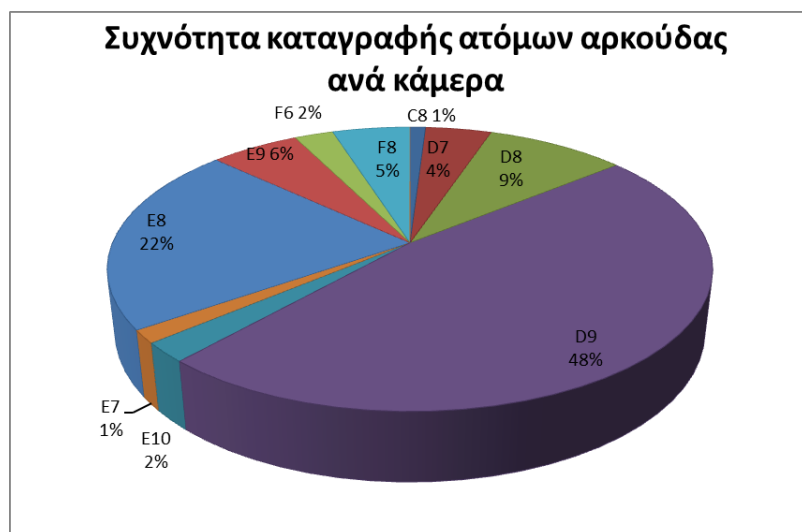
Εικόνα : Ενήλικη αρκούδα, καταγραφικό CAM-02-
D9 11/8/2017 στις 03:35:58

Φωτο 34-39: διαφορετικά άτομα αρκούδας («bear events» – «individual bears») όπως αποτυπώθηκαν από διαφορετικά καταγραφικά κατά την 1^η δειγματοληπτική περίοδο (περίοδος αναφοράς: 11/7-22/08/2017)

Μερτζάνης Γ. και συνεργάτες, 2018 – έργο LIFE15NAT/GR/001108 – τεχνική αναφορά δράσης A2.



Στο παρακάτω διάγραμμα (2) απεικονίζεται η συχνότητα καταγραφής ατόμων αρκούδας (ανεξαρτήτως «συμβάντων») ανά καταγραφικό, από το σύνολο των καταγραφικών (10) που κατέγραψαν άτομο/-α αρκούδας κατά την πρώτη δειγματοληπτική περίοδο και η οποία

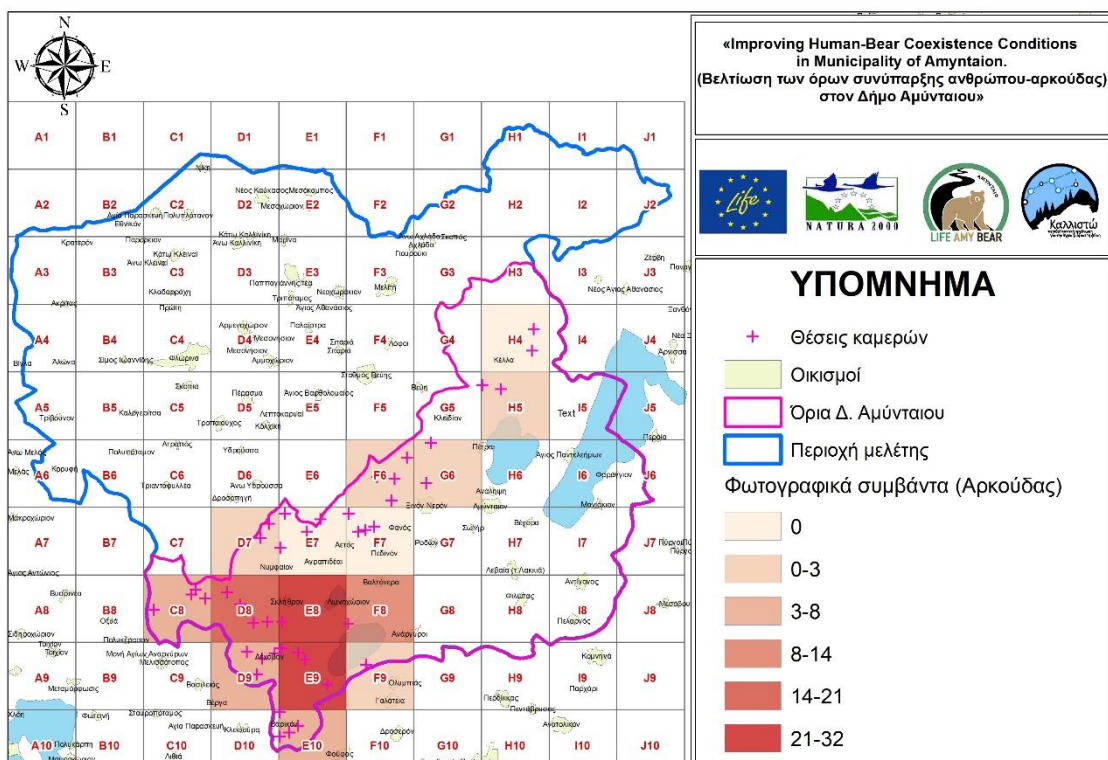


χρησιμοποιήθηκε και ως περίοδος αναφοράς.

Διάγραμμα (2) : Συχνότητα καταγραφής ατόμων αρκούδας ανά φωτοπαγίδα κατά την πρώτη δειγματοληπτική φάση

Τα πολύ υψηλά ποσοστά στην κάμερα του δειγματοληπτικού κελιού D9 (αντιπροσωπεύει το 48% των συνολικών

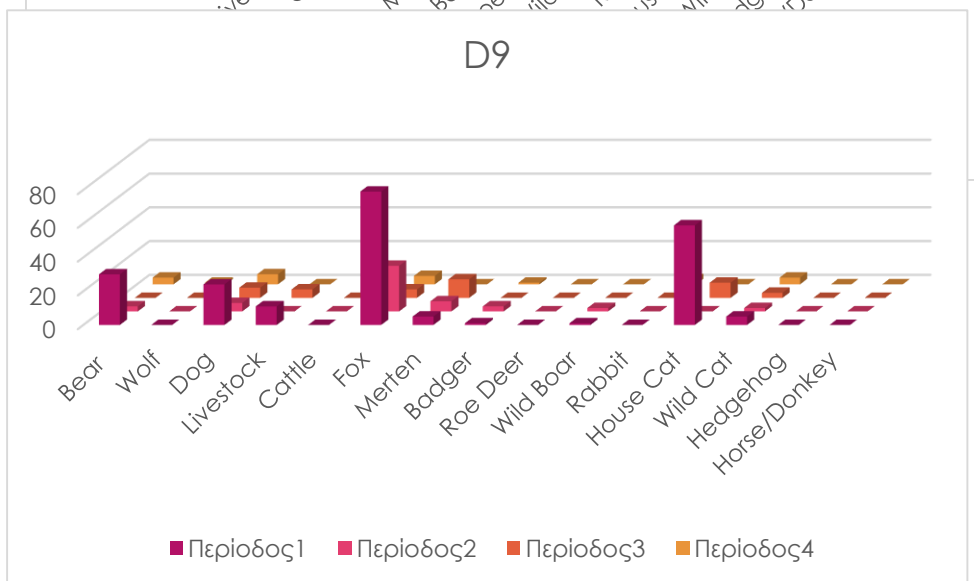
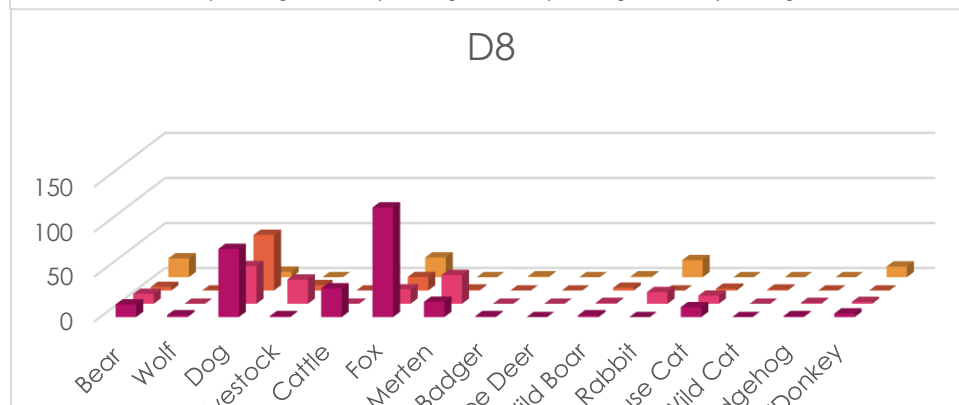
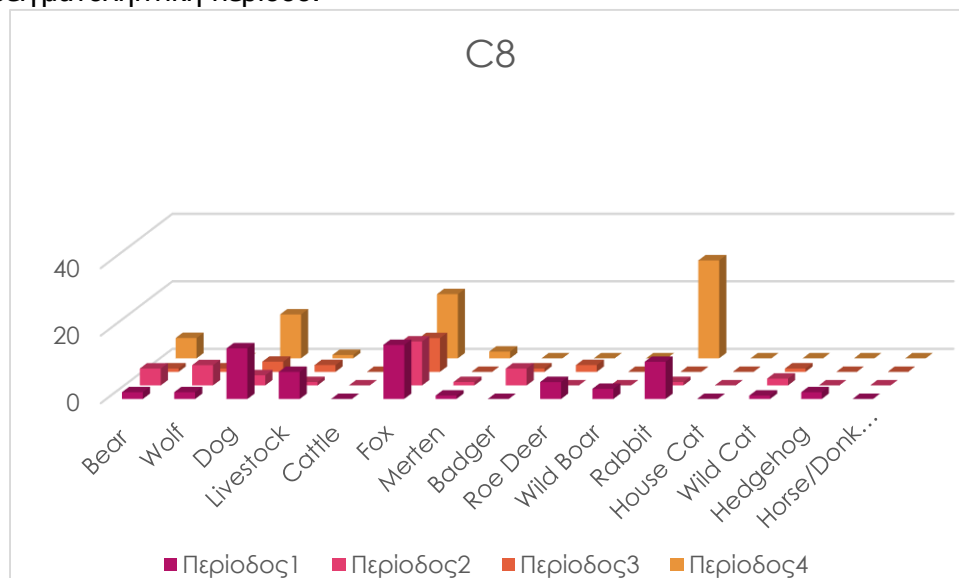
καταγραφών) οφείλονται στα πολλαπλά καθημερινά περάσματα μιας αρκούδας και στάσης της για αρκετή ώρα μπροστά από την κάμερα. Το επίσης υψηλό ποσοστό στο E8 οφείλεται σε κάποιο βαθμό σε ένα άτομο αρκούδας που παρέμεινε στο οπτικό πεδίο της κάμερας σε θέση ανάπαυσης υπερβαίνοντας τον καθορισμένο χρόνο ενός «συμβάντος» καθώς και στις πολλαπλές, σχεδόν σε καθημερινή βάση, διελεύσεις του στο ίδιο καταγραφικό. Η συχνότητα φωτογραφικών «συμβάντων» με άτομα αρκούδας ανά δειγματοληπτική επιφάνεια απεικονίζονται στον χάρτη (12).

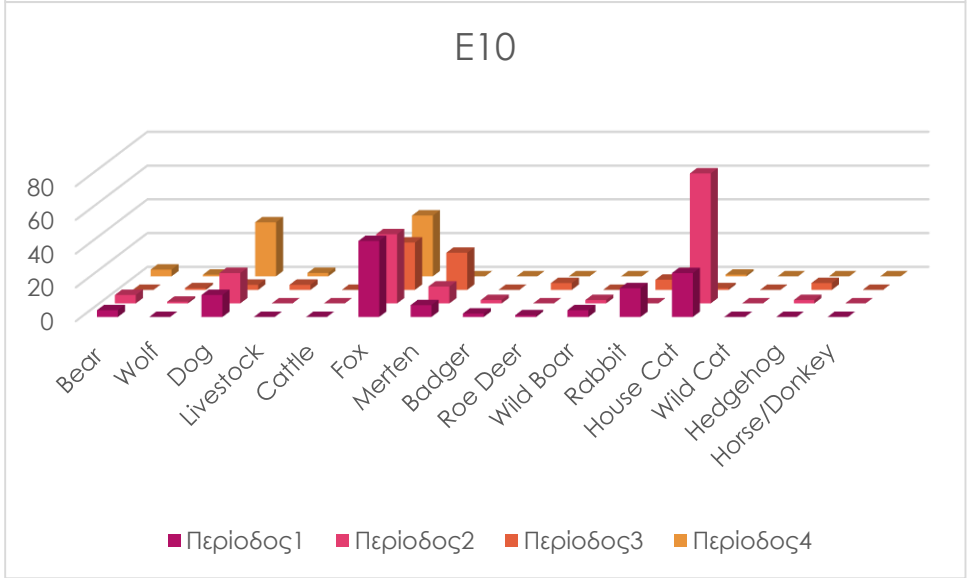
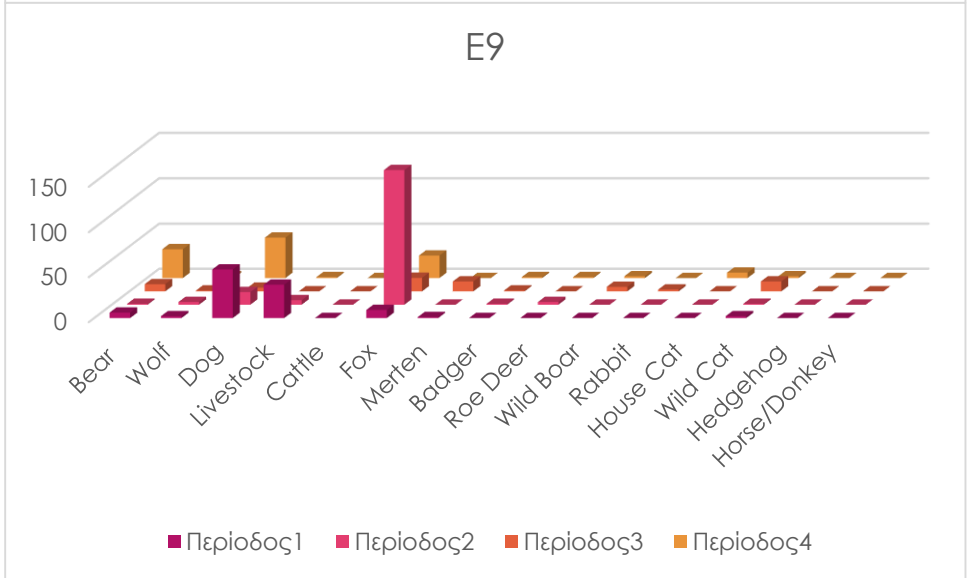
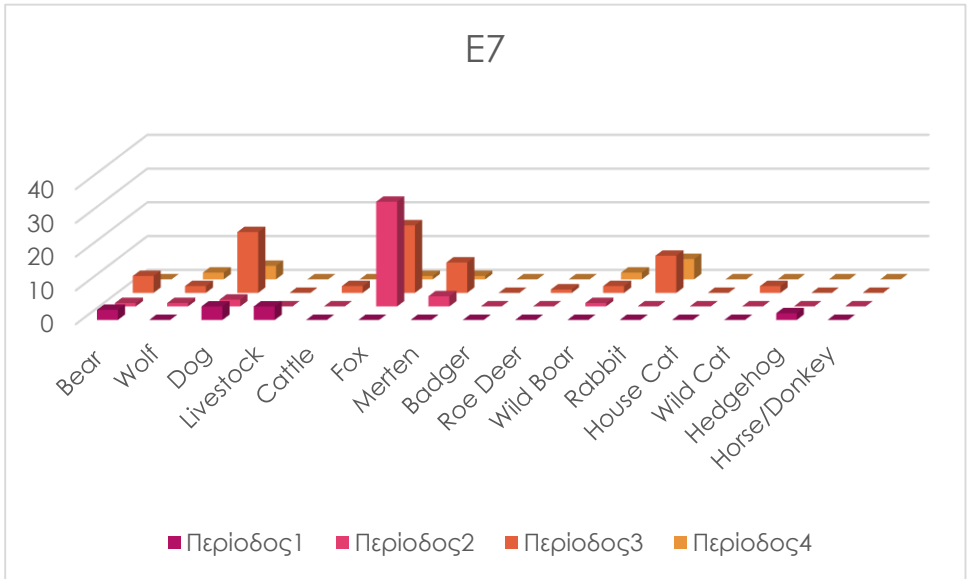


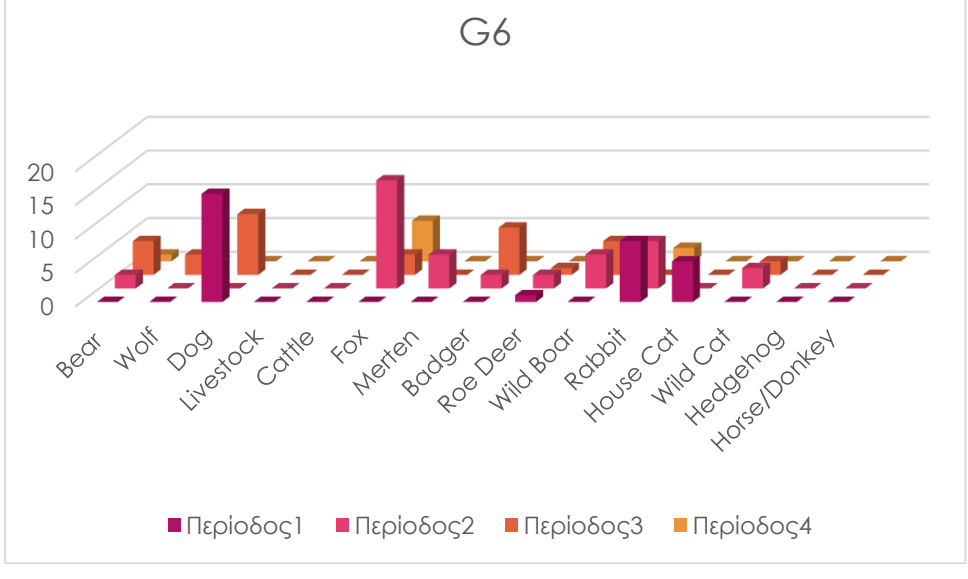
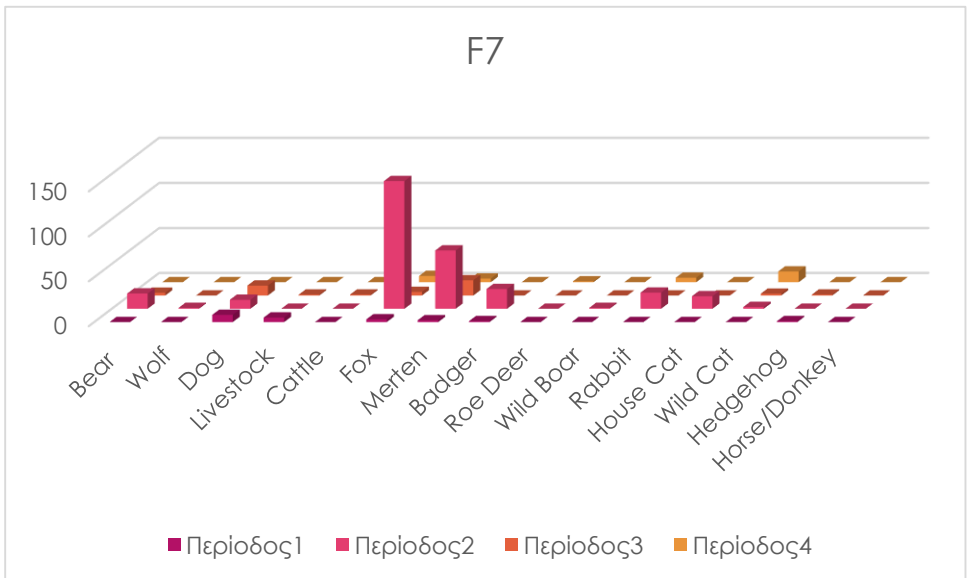
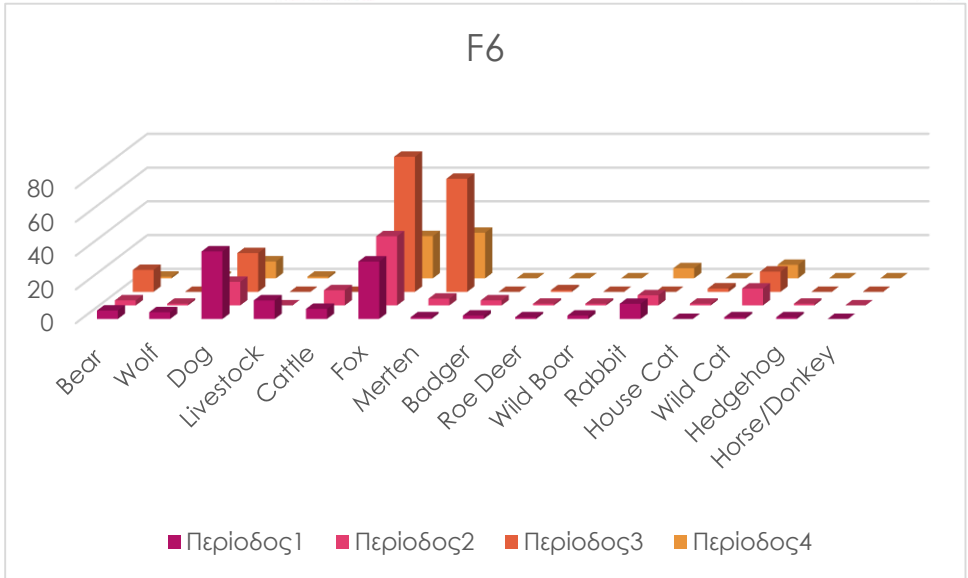
Χάρτης 12: Συχνότητα συνολικών «συμβάντων» με άτομα αρκούδας ανά δειγματοληπτικό κελί στην περιοχή μελέτης.

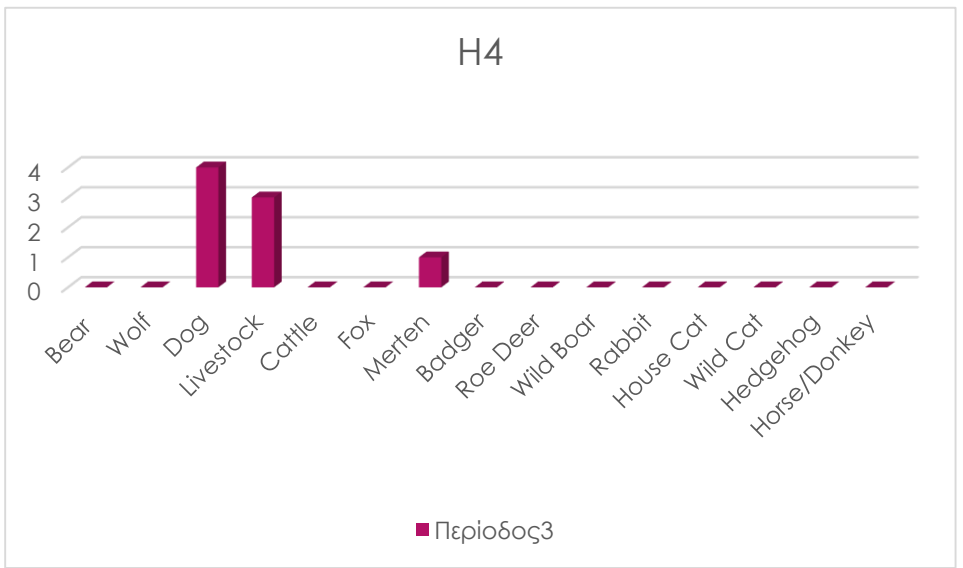
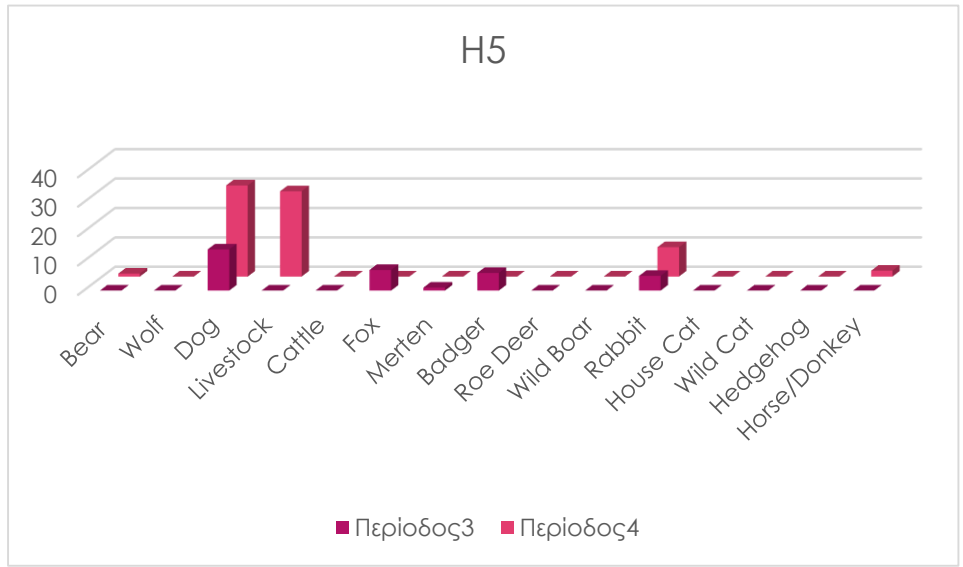
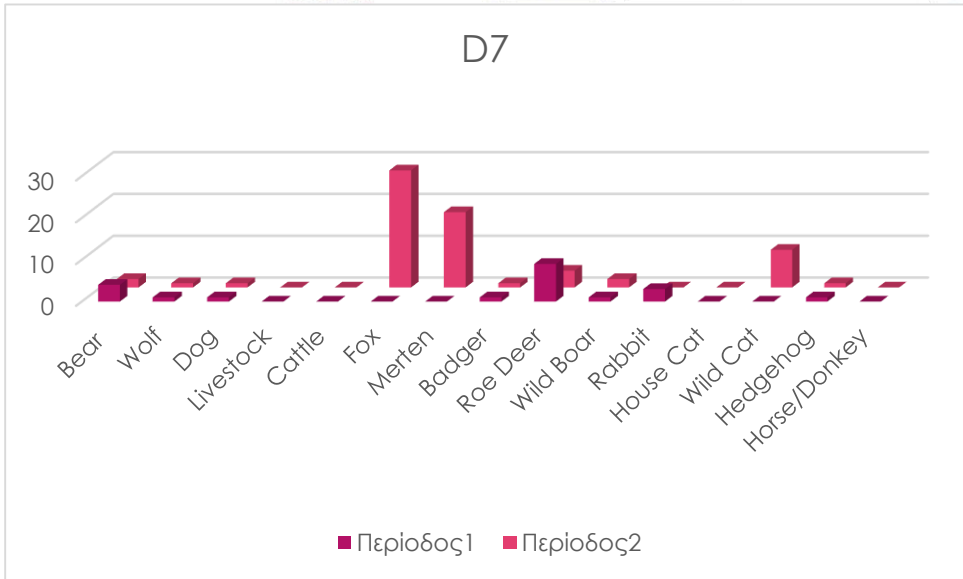


Η συνολική συχνότητα απεικόνισης (σε απόλυτους αριθμούς «συμβάντων») όλων **των ειδών πανίδας** κατά τη διάρκεια των τεσσάρων (4) δειγματοληπτικών περιόδων ανά καταγραφικό (και δειγματοληπτικό κελί) για τα εννέα (9) καταγραφικά και των δύο και μιας περιόδων αντίστοιχα για τα υπόλοιπα τρία (3) καταγραφικά (και για τα αντίστοιχα δειγματοληπτικά κελιά) παρατίθενται στα παρακάτω διαγράμματα 3-14). Στα διαγράμματα 15-18 απεικονίζεται το σύνολο των συμβάντων για όλα τα είδη από το σύνολο των καταγραφικών ανά δειγματοληπτική περίοδο.



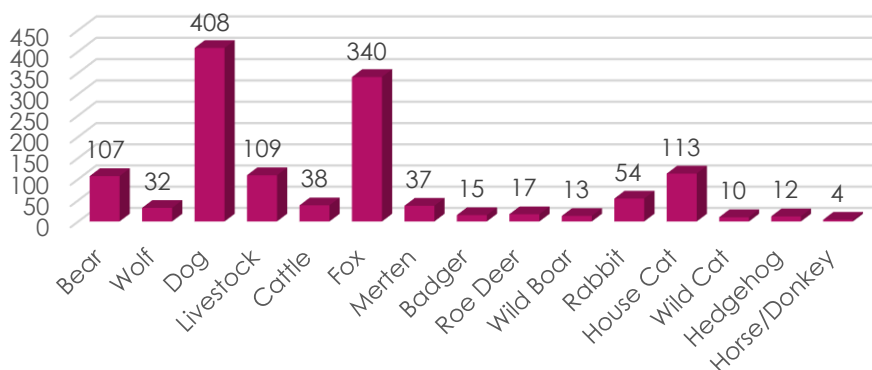




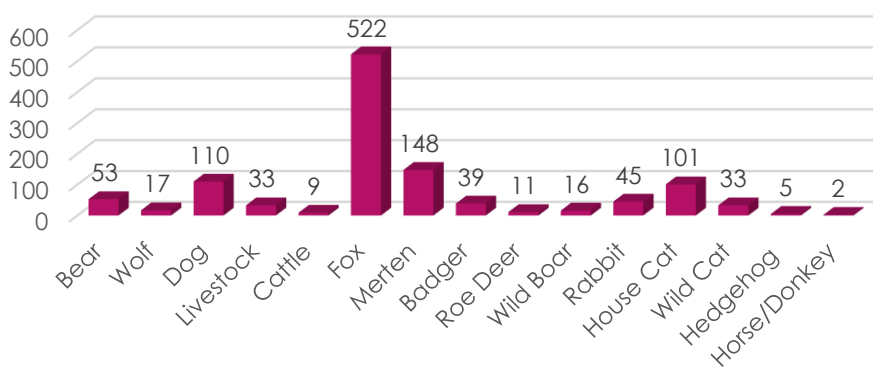


Διαγράμματα 3-14: συνολική συχνότητα απεικόνισης (σε απόλυτους αριθμούς «συμβάντων») όλων των ειδών πανίδας κατά τη διάρκεια των τεσσάρων 4 δειγματοληπτικών περιόδων ανά καταγραφικό (και δειγματοληπτικό κελί)

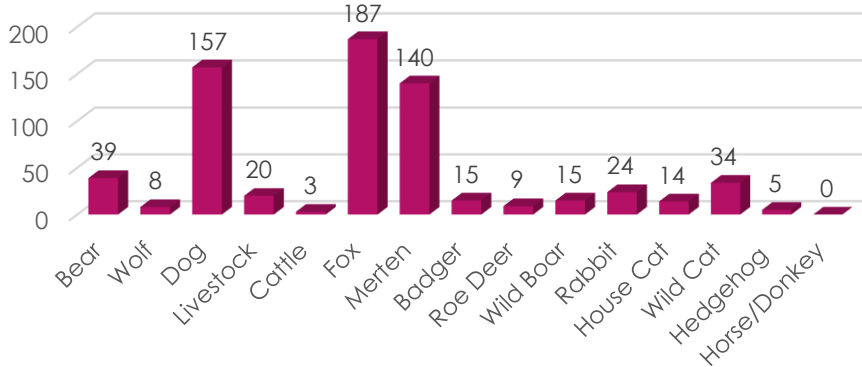
Περίοδος 1



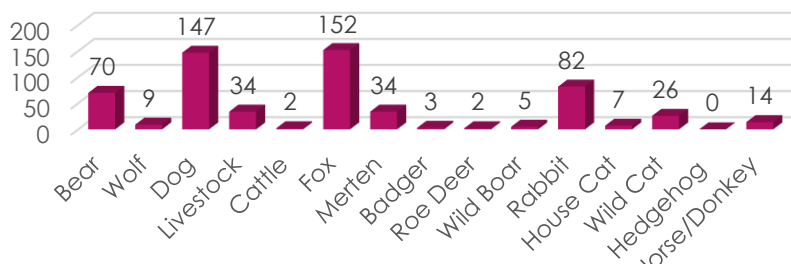
Περίοδος 2



Περίοδος 3



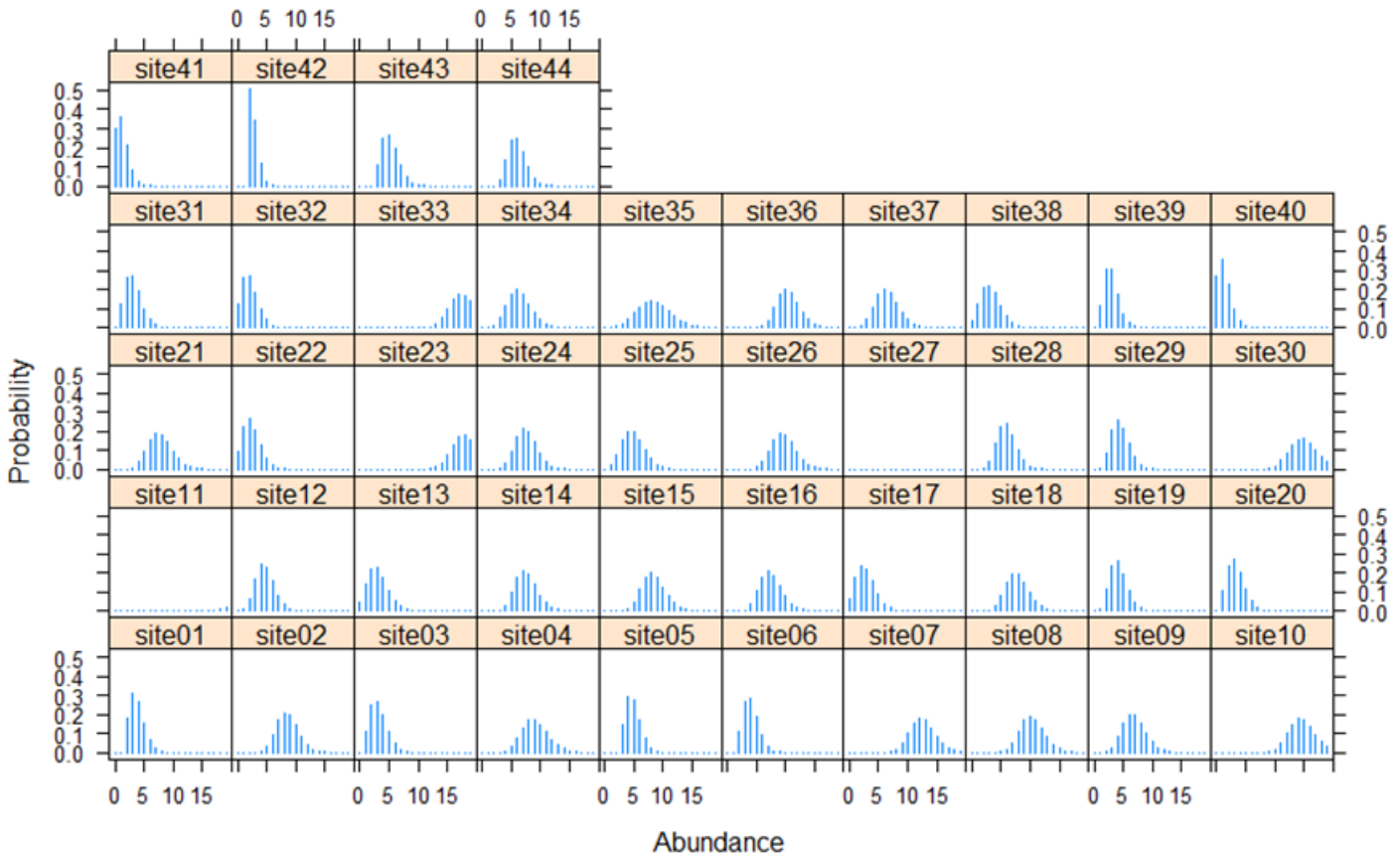
Περίοδος 4



Διαγράμματα 15-18: σύνολο των συμβάντων για όλα τα είδη πανίδας από το σύνολο των καταγραφικών ανά δειγματοληπτική περίοδο.

4.1.2. Σχετική αφθονία παρουσίας αρκούδας:

Τα αποτελέσματα από την χρήση του μοντέλου **MuMIn** (Multimodel Inference) στο R για την πρόβλεψη της σχετικής αφθονίας παρουσίας αρκούδας στην περιοχή μελέτης ανά δειγματοληπτικό κελί απεικονίζονται στο παρακάτω σύνθετο διάγραμμα (19):



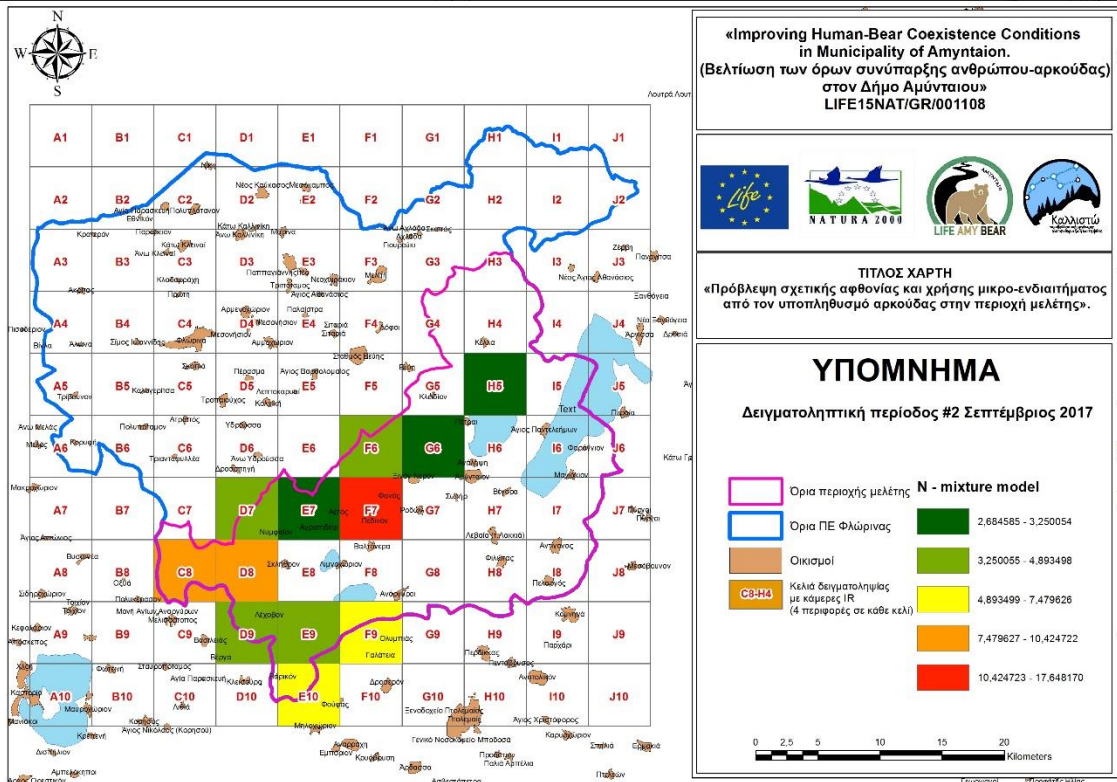
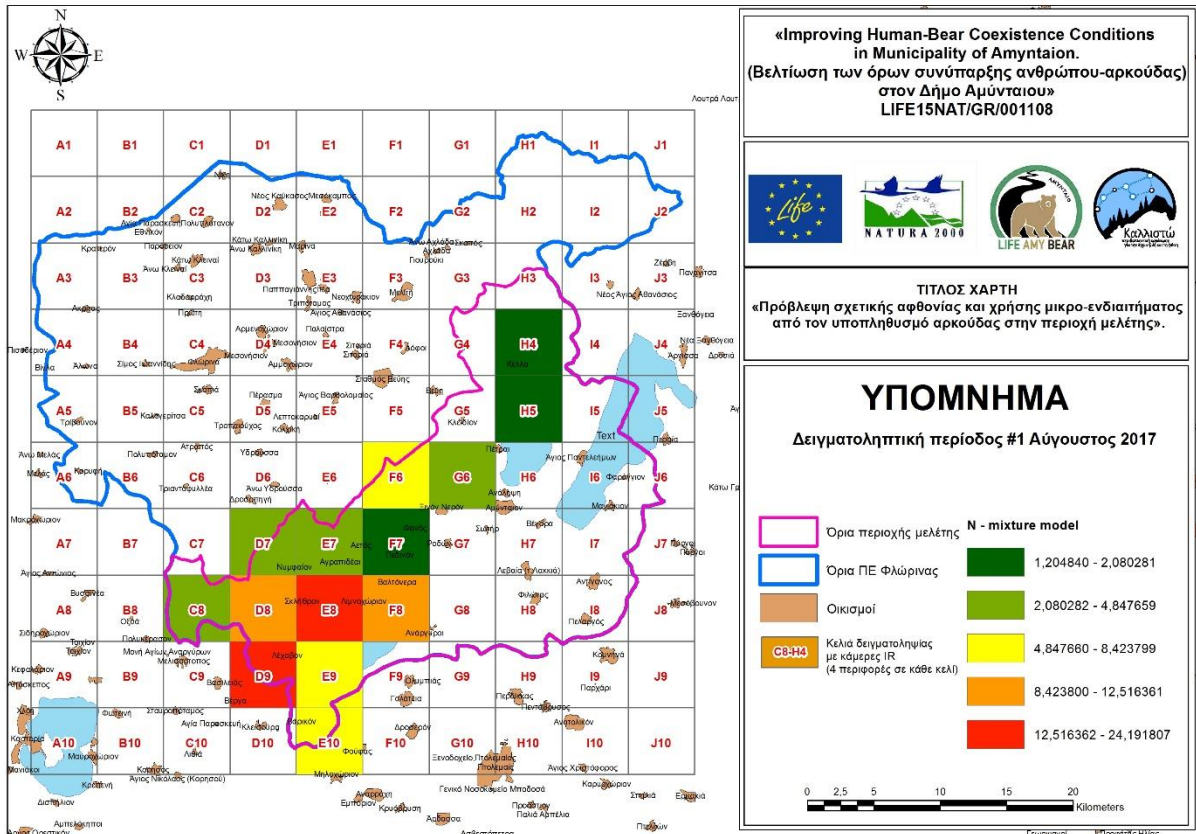
Διάγραμμα (19): Πρόβλεψη (με διαβάθμιση πιθανότητας) σχετικής αφθονίας* ως προς την παρουσία αρκούδας ανά δειγματοληπτικό κελί (επί συνόλου τεσσάρων δειγματοληπτικών περιόδων για κάθε δειγματοληπτικό κελί) στο σύνολο της περιοχής μελέτης (Δ. Αμυνταίου).

Από τους συντελεστές beta («*beta coefficients*») του μοντέλου, παρατηρούμε ότι η σχετική αφθονία παρουσίας αρκούδας **αυξάνει** σε συνάρτηση με την εν γένει ανθρώπινη δραστηριότητα (φαινόμενο σχετικά αναμενόμενο καθότι η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από σχετικά υψηλή πυκνότητα οικισμών που διαμορφώνουν και ένα ανθρωπογενές περιβάλλον στο ενδιαίτημα). Παράλληλα οι συντελεστές του μοντέλου μας δείχνουν ότι η σχετική αφθονία παρουσίας αρκούδας **μειώνεται** όσο απομακρυνόμαστε από τον δασικό οικότονο («forest edge») και τα επιφανειακά ρέοντα εσωτερικά ύδατα (ποτάμια, ρυάκια) που συνδέονται με την ύπαρξη ευνοϊκού ανάγλυφου (μικρές κοιλάδες/ρεματιές) για τις μετακινήσεις του ζώου στο μικρο-μακρο ενδιαίτημα. [(*): Το γεγονός ότι δεν ταυτοποιήθηκαν διακριτά άτομα αρκούδας (διαδικασία πολύ δύσκολη και με υψηλό δείκτη αβεβαιότητας), αλλά γενικά ένας δείκτης αφθονίας ατόμων, δεν μας επιτρέπει σε αυτό το στάδιο να αποδώσουμε την απόλυτη αφθονία σε απόλυτο αριθμό ατόμων = «absolute abundance». Άλλωστε αυτή η εκτίμηση γίνεται με μεγάλη ακρίβεια από την γενετική ανάλυση του πληθυσμού που παρουσιάζεται πιο κάτω).]

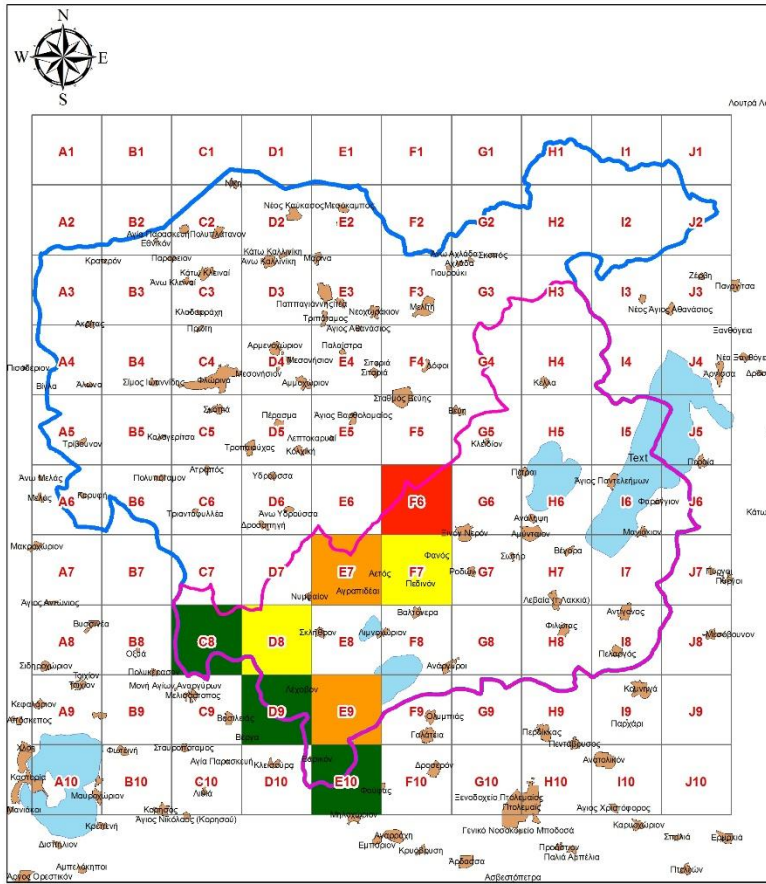
Μερτζάνης Γ. και συνεργάτες, 2018 – έργο LIFE15NAT/GR/001108 – τεχνική αναφορά δράσης A2.



Στους παρακάτω χάρτες (13,14,15 &16) απεικονίζεται χαρτογραφικά ο δείκτης σχετικής αφθονίας παρουσίας αρκούδας στην περιοχή μελέτης με βάση τα αποτελέσματα του μοντέλου πρόβλεψης **MuMin** (Multimodel Inference) για τις τέσσερις (4) δειγματοληπτικές περιόδους.



Μερτζάνης Γ. και συνεργάτες, 2018 – έργο LIFE15NAT/GR/001108 – τεχνική αναφορά δράσης A2.



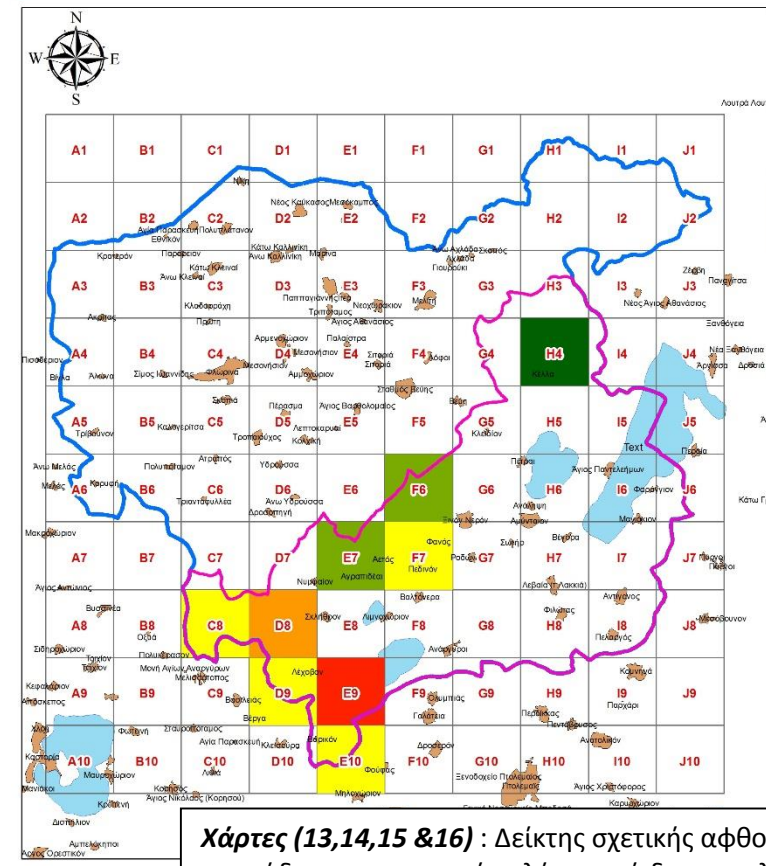
«Improving Human-Bear Coexistence Conditions in Municipality of Amyntaion. (Βελτίωση των όρων συνύπαρξης ανθρώπου-αρκούδας) στον Δήμο Αμύνταιου» LIFE15NAT/GR/001108

ΤΙΤΛΟΣ ΧΑΡΤΗ
«Πρόβλεψη σχετικής αφθονίας και χρήσης μικρο-ενδιαίτηματος από τον υποπληθυσμό αρκούδας στην περιοχή μελέτης».

ΥΠΟΜΝΗΜΑ
Δειγματοληπτική περίοδος #3 Οκτώβριος 2017

	Όρια περιοχής μελέτης	N - mixture model
	Όρια ΠΕ Φλώρινας	
	Οικισμοί	2,684585 - 3,250054
	Κελιά δειγματοληψίας με κάμερες IR (4 περιφορές σε κάθε κελί)	3,250055 - 4,893498
		4,893499 - 7,479626
		7,479627 - 10,424722
		10,424723 - 17,648170

0 2.5 5 10 15 20 Kilometers



«Improving Human-Bear Coexistence Conditions in Municipality of Amyntaion. (Βελτίωση των όρων συνύπαρξης ανθρώπου-αρκούδας) στον Δήμο Αμύνταιου» LIFE15NAT/GR/001108

ΤΙΤΛΟΣ ΧΑΡΤΗ
«Πρόβλεψη σχετικής αφθονίας και χρήσης μικρο-ενδιαίτηματος από τον υποπληθυσμό αρκούδας στην περιοχή μελέτης».

ΥΠΟΜΝΗΜΑ
Δειγματοληπτική περίοδος #4 Νοέμβριος 2017

	Όρια περιοχής μελέτης	N - mixture model
	Όρια ΠΕ Φλώρινας	
	Οικισμοί	0,000000
	Κελιά δειγματοληψίας με κάμερες IR (4 περιφορές σε κάθε κελί)	0,000001 - 3,095267
		3,095268 - 9,080033
		9,080034 - 14,633429
		14,633430 - 40,772264

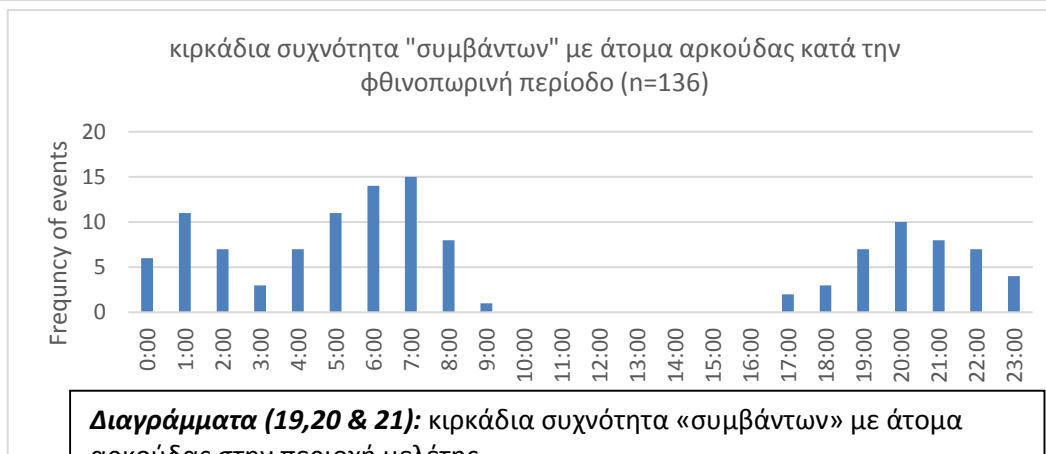
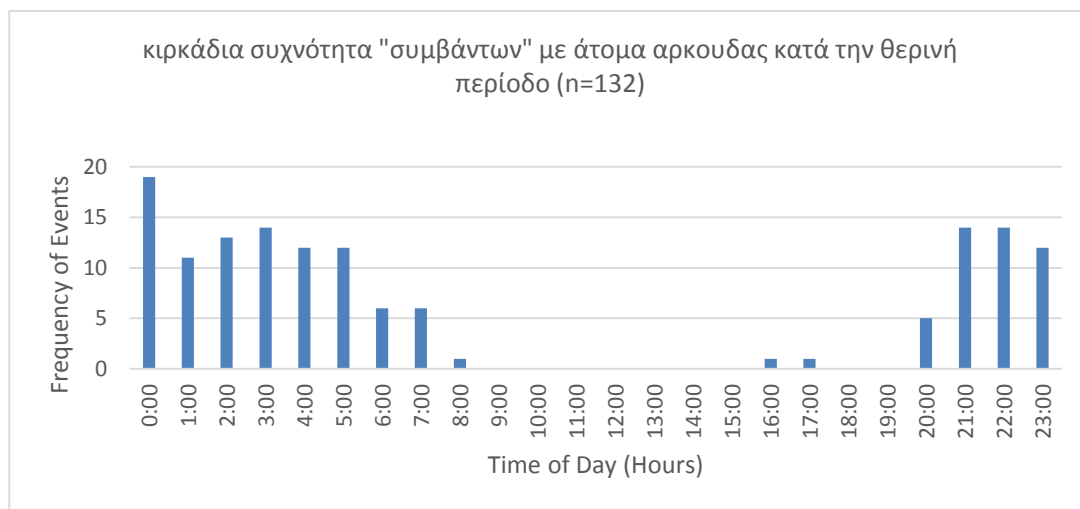
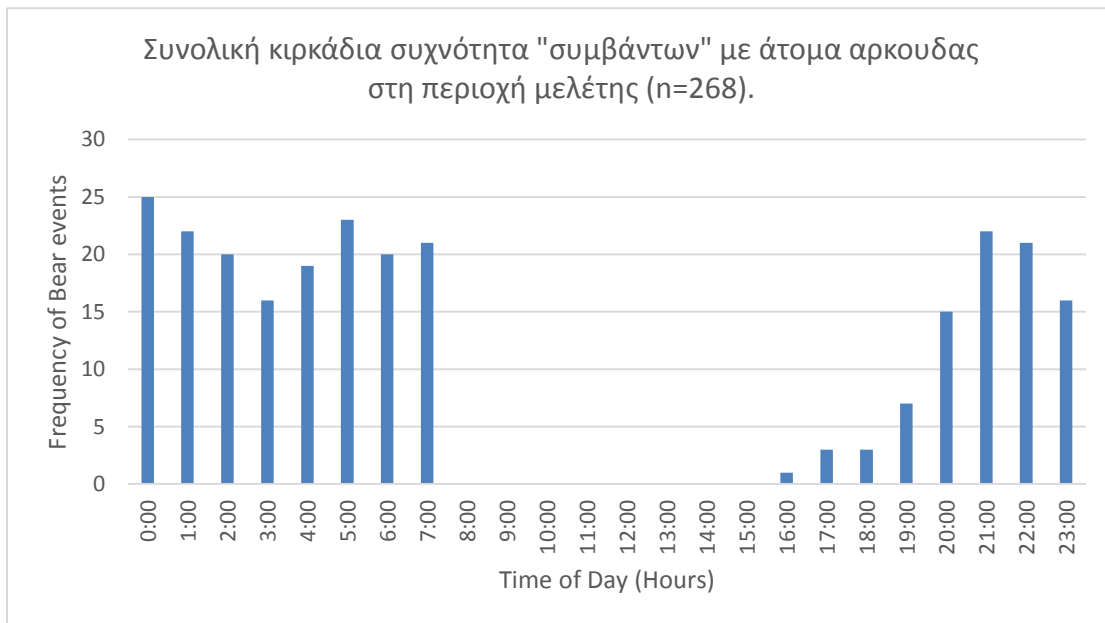
0 20 Kilometers

Χάρτες (13,14,15 &16) : Δείκτης σχετικής αφθονίας παρουσίας αρκούδας στην περιοχή μελέτης ανά δειγματοληπτική περίοδο



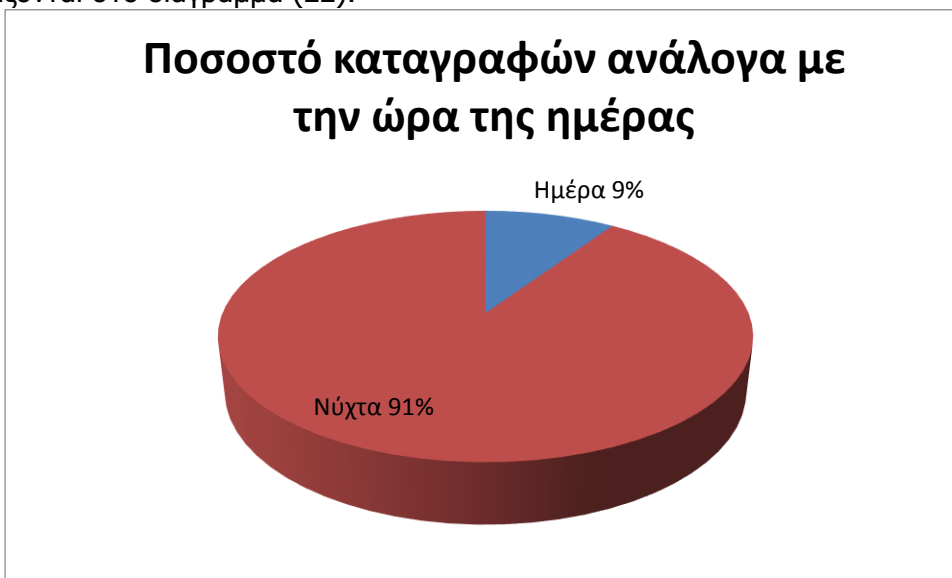
4.1.3. Αποτελέσματα σχετικά με την κirkάδια συχνότητα παρουσίας της αρκούδας στη περιοχή μελέτης:

Σε ένα πρώτο στάδιο επεξεργασίας η κirkάδια συχνότητα «συμβάντων» με άτομα αρκούδας στην περιοχή μελέτης αποτυπώνεται στα παρακάτω διαγράμματα (19,20 & 21).



Διαγράμματα (19,20 & 21): κirkάδια συχνότητα «συμβάντων» με άτομα αρκούδας στην περιοχή μελέτης.

Από τις **404** καταγραφές (σε απόλυτο αριθμό- ανεξαρτήτως «συμβάντων») οι 38 έγιναν ημέρα (από τις 6:00πμ έως 21:00μμ) και οι υπόλοιπες 366 τη νύχτα (21:00-6:00). Οι συχνότητες απεικονίζονται στο διάγραμμα (22).



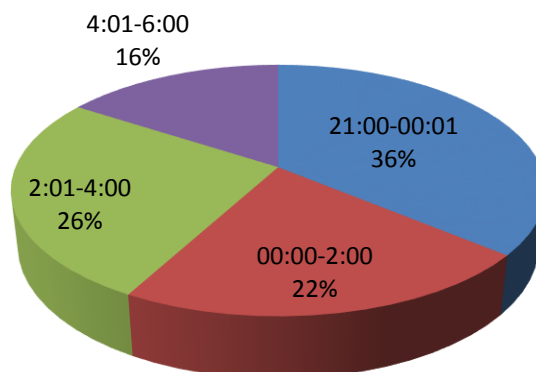
Διάγραμμα (22): Συχνότητα καταγραφών ατόμων αρκούδας επι συνόλου καταγραφικών και δειγματοληπτικών περιόδων ανάλογα με τις 2 φάσεις του 24ωρου.

Οι 366 νυχτερινές καταγραφές χωρίστηκαν σε 4 κλάσεις (21:00-00:00, 00:01-02:00, 02:01-4:00 και 04:01-06:00) για να παρατηρηθεί καλύτερα η συχνότητα απεικόνισης και κατ'επέκταση η δραστηριότητα των αρκούδων κατά τις νυχτερινές ώρες. Από τον πίνακα (7) και το διάγραμμα (23) παρατηρούμε πως η μέγιστη δραστηριότητα καταγράφηκε τις ώρες 21:00-00:00 (36% της νυχτερινής δραστηριότητας) ακολουθούμενο από τις ώρες 02:01-4:00 (26%), ενώ η χαμηλότερη συχνότητα συμβάντων άρα και δραστηριότητας καταγράφηκε από τις 04:01-06:00 (16%). Από τις 38 καταγραφές την ημέρα οι 36 ήταν τις πρωινές ώρες 06:01-9:00 και μονάχα 2 στις 16:38μμ (διάγραμμα 23, πίνακας (8)). Αξίζει να σημειωθεί πως οι 2 αυτές καταγραφές ελήφθησαν από την φωτοπαγίδα Cam08-D7-A, η οποία βρίσκεται μακριά από ανθρώπινες δραστηριότητες (η απόστασή της από τον πλησιέστερο οικισμό είναι 2.420m) υποδεικνύοντας ότι η αρκούδα δείχνει μεγαλύτερη κινητικότητα σε πιο ασφαλή κατατμήματα του ενδιαίτηματος με την χαμηλότερη ανθρωπογενή όχληση.

Πίνακας (7) : Αριθμός νυχτερινών καταγραφών αρκούδας ανά κλάση νυχτερινών ωρών

Ώρες νυχτερινής δραστηριότητας	Αριθμός νυχτερινών καταγραφών ατόμων αρκούδας
21:00-00:00	132
00:01-2:00	80
2:01-4:00	96
4:01-6:00	58
Σύνολο νυχτερινών καταγραφών αρκούδας	366

Συχνότητα νυχτερινών καταγραφών ατόμων αρκούδας

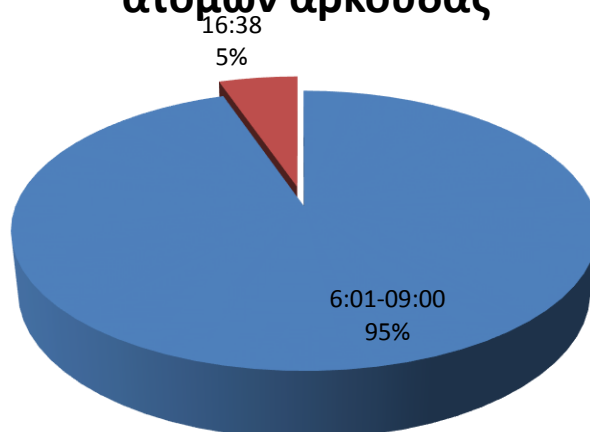


Διάγραμμα (23): Συνολική συχνότητα νυχτερινής αποτύπωσης αρκούδων από τα καταγραφικά επι συνόλου δειγματοληψίας και καταγραφικών.

Πίνακας (8): Αριθμός ημερήσιων καταγραφών αρκούδας ανά κλάση των ωρών της ημέρας

Ώρες ημερόβιας δραστηριότητας	Αριθμός ημερόβιων καταγραφών
6:01-09:00	36
16:38 μμ	2
Σύνολο ημερόβιων καταγραφών	38

Αριθμός ημερόβιων καταγραφών ατόμων αρκούδας

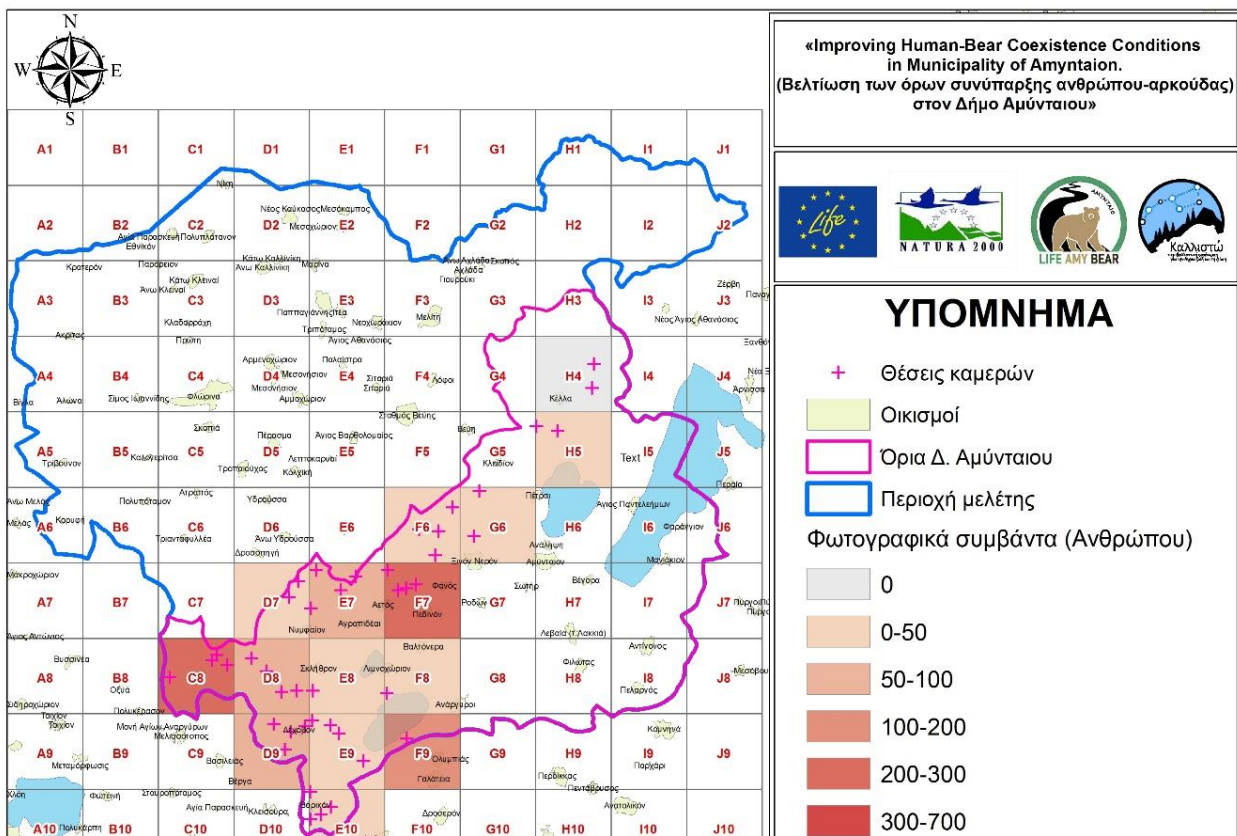


Διάγραμμα (24): Συχνότητα αποτύπωσης από τα καταγραφικά ημερόβιων συμβάντων με άτομα αρκούδας στην περιοχή μελέτης.

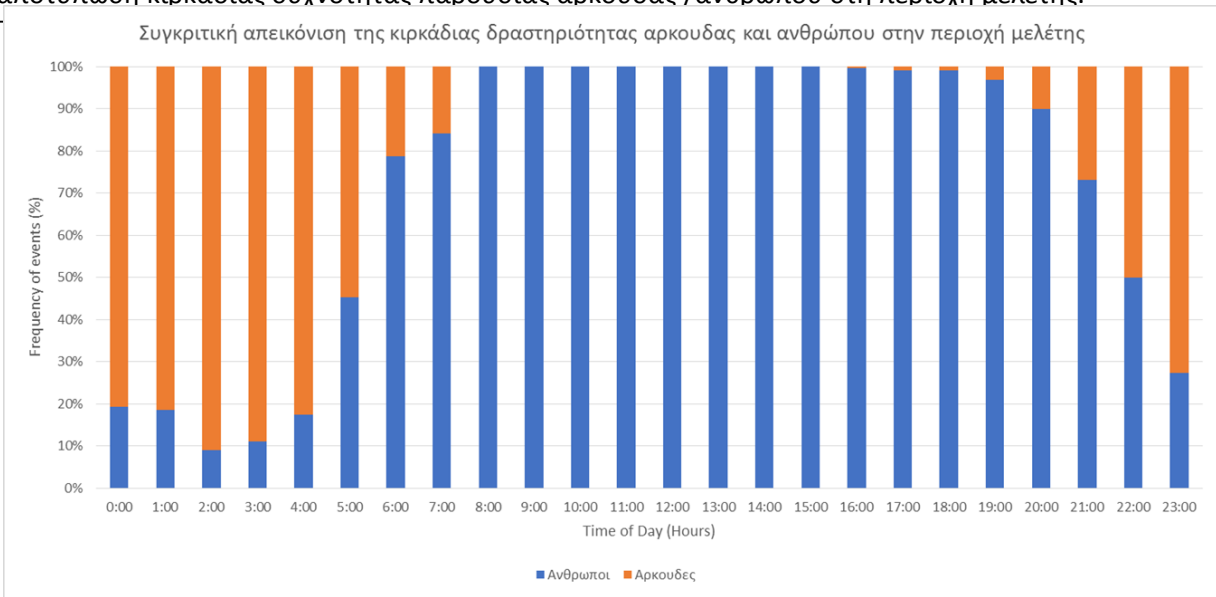


4.1.4. Αποτελέσματα σχετικά με την κερκάρια δραστηριότητα της αρκούδας σε συνάρτηση με τη δραστηριότητα του ανθρώπινου παράγοντα στη περιοχή μελέτης:

Από ένα πρώτο στάδιο ανάλυσης των πρωτογενών δεδομένων από τα καταγραφικά προκύπτει η συχνότητα καταγραφής «συμβάντων» σχετικών με την ανθρώπινη παρουσία και δραστηριότητα καθώς και η συναρμογή της στον κερκάρδιο κύκλο σε σχέση με την παρουσία της αρκούδας στην περιοχή μελέτης (χάρτης 17 και διάγραμμα 24).



Χάρτης (17): Κατανομή συχνότητας συνολικών συμβάντων (σε απόλυτους αριθμούς, n = 2.859) με ανθρώπινη παρουσία και δραστηριότητα επί συνόλου δειγματοληψίας. **Διάγραμμα (24):** Συγκριτική αποτύπωση κερκάριας συχνότητας παρουσίας αρκούδας /ανθρώπου στη περιοχή μελέτης.





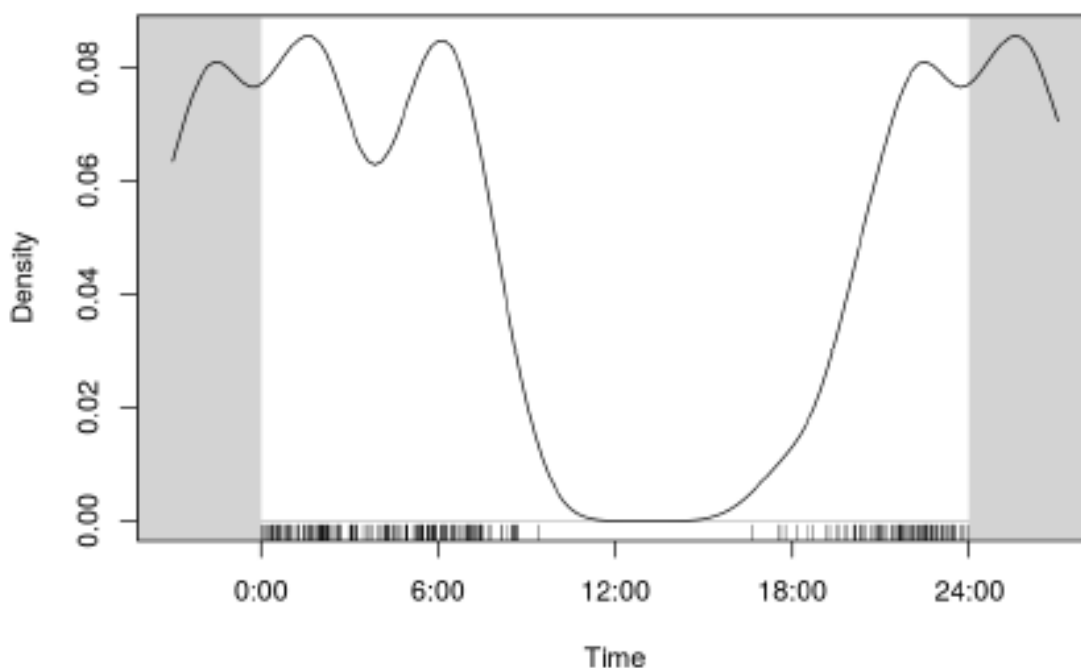
Μια πιο ενδελεχής στατιστική ανάλυση της κερκάδιας δραστηριότητας της αρκούδας με βάση τα «συμβάντα» έδωσε τα ακόλουθα αποτελέσματα (*Blankenheim 2018*):

Και με αυτή την αναγωγή (σε «συμβάντα») οι αρκούδες εμφάνισαν κυρίως νυκτόβια δραστηριότητα. Μόνο το 20% του συνόλου των παρατηρήσεων («συμβάντων», $n=268$) έγιναν μεταξύ 06:00 and 18:00 (διάγραμμα 25). (*Blankenheim 2018*).

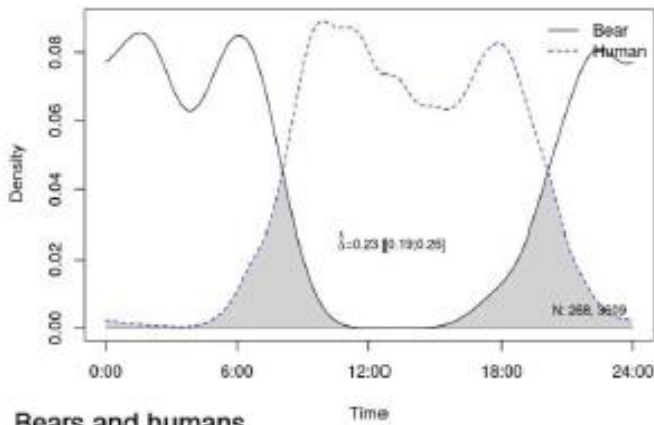
Σε αντιδιαστολή, τα «συμβάντα» ($n= 2.859$) ανθρώπινης παρουσίας και δραστηριότητας καταγράφηκαν μεταξύ 06:00 and 18:00 αντιστοιχώντας στο 79% του συνόλου των «συμβάντων» (εκτός από την παρουσία κυνηγών). Οι κυνηγοί και οι κτηνοτρόφοι έδειξαν να έχουν ημερόβια δραστηριότητα (249 από 261 συμβάντα) μεταξύ 06:00 και 18:00 (95%) και 208 από 267 (78%) αντίστοιχα. (*Blankenheim 2018*).

Άνθρωποι και αρκούδες έδειξαν να έχουν χαμηλό βαθμό επικάλυψης παρουσίας/δραστηριότητας ($\Delta=0,23:0,19-0,26$; διάγραμμα 26), ειδικά δε στην περίπτωση κτηνοτρόφων και αρκούδας ($\Delta=0,14: 0,11-0,18$, διάγραμμα 27) όπως και οι αρκούδες με τους κυνηγούς ($\Delta=0,18: 0,14-0,22$; Διάγραμμα 26), όπου ο δείκτης επικάλυψης ήταν ακόμη χαμηλότερος.

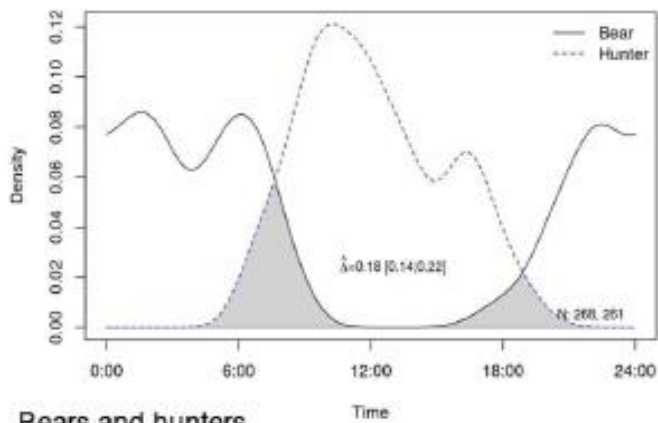
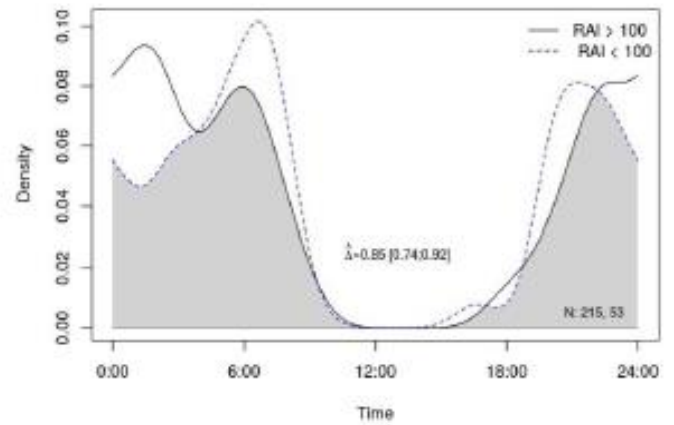
Οι αρκούδες έδειξαν πιο νυκτόβια παρουσία και δραστηριότητα όταν η ανθρώπινη παρουσία ήταν υψηλότερη ($RAI > 100$; Διάγραμμα 26). Στο διάγραμμα αυτό παρατηρείται μια αντιστροφή των κορυφώσεων παρουσίας αρκούδας όταν υπάρχει παρουσία κυνηγών. Σε αυτή τη περίπτωση οι αρκούδες τείνουν να γίνουν πιο δραστήριες νωρίτερα τις απογευματινές ώρες (*Blankenheim 2018*).



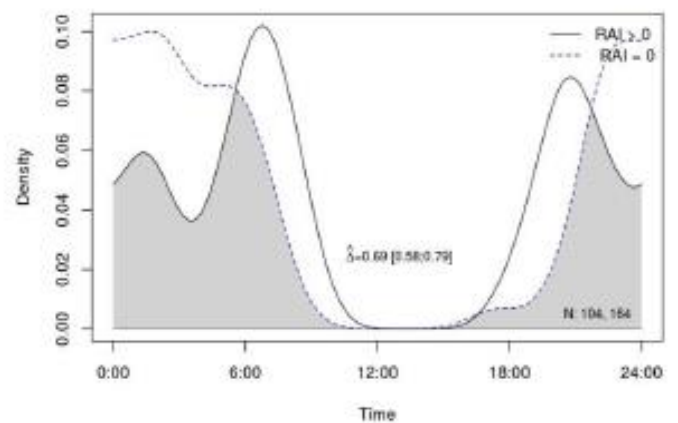
Διάγραμμα 25: Κερκάδια δραστηριότητα της αρκούδας στην περιοχή μελέτης. Οι κάθετες γραμμές στον άξονα των «x» υποδεικνύουν καταγραφές κατ'άτομο. (*Blankenheim 2018*).



Bears and humans

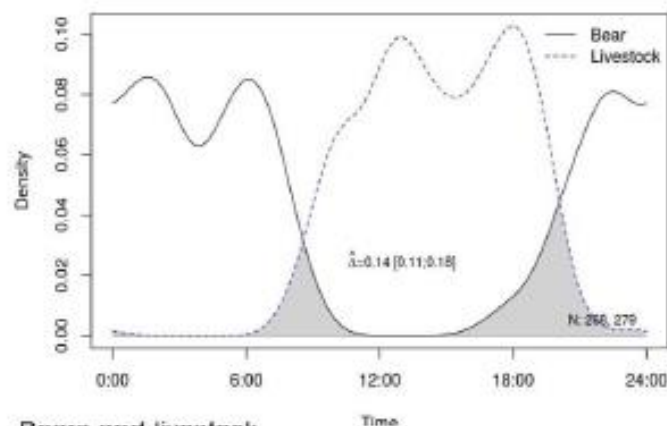


Bears and hunters



Διάγραμμα 26: Βαθμός επικάλυψης μεταξύ κερκάδιας δραστηριότητας αρκούδας και ανθρώπινου παράγοντα (συνολικά) στην περιοχή μελέτης επί του συνόλου των συμβάντων (n=268 & n=2.859 αντίστοιχα) (άνω σειρά διαγραμμάτων). Στην κάτω σειρά διαγραμμάτων απεικονίζεται ο βαθμός επικάλυψης μεταξύ κερκάδιας δραστηριότητας αρκούδας και ειδικότερης κατηγορίας ανθρώπινου παράγοντα (κυνηγοί) στην περιοχή μελέτης επί συνόλου των συμβάντων (n=268 & n=261 αντίστοιχα). Ο συντελεστής επικάλυψης (Δ) απεικονίζεται στις σκιασμένες περιοχές (με 95% CI). Οι απεικονίσεις και οι συσχετισμοί γίνονται σε απόλυτες τιμές και σε τιμές δεικτών σχετικής αφθονίας (RAI).

Διάγραμμα 27: βαθμός επικάλυψης με κτηνοτροφική δραστηριότητα. (Blankenheim 2018).



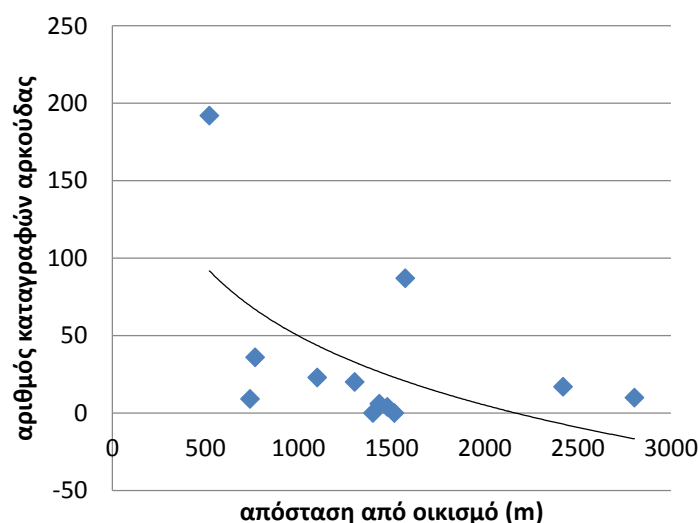


4.1.5. Συχνότητα παρουσίας αρκούδας σε σχέση με τους οικισμούς:

Στον πίνακα (9) αποτυπώνονται οι ευκλείδειες αποστάσεις των θέσεων των καταγραφικών από τους πλησιέστερους οικισμούς τους και ο αριθμός των καταγραφών αρκούδων ανά κάμερα, κατά την πρώτη δειγματοληπτική περίοδο (που αποτελεί και περίοδο αναφοράς). Αξίζει να σημειωθεί ότι στο πλησιέστερο καταγραφικό από οικισμό (521m), (δειγματοληπτικό κελί η D9) παρατηρήθηκε (κατά την 1^η δειγματοληπτική περίοδο) και η υψηλότερη συχνότητα αποτύπωσης αρκούδας (192 καταγραφές). Στο διάγραμμα (28) φαίνεται πως η συχνότητα καταγραφής ατόμων αρκούδας από το σύνολο των καταγραφικών της 1^{ης} περιόδου δείχνει να αυξάνει όσο μικρότερη είναι η απόσταση μεταξύ καταγραφικού και οικισμού.

Πίνακας (9): Αποστάσεις των Φ/Π από οικισμούς και καταγραφές αρκούδας ανά κάμερα (1^η περίοδος)

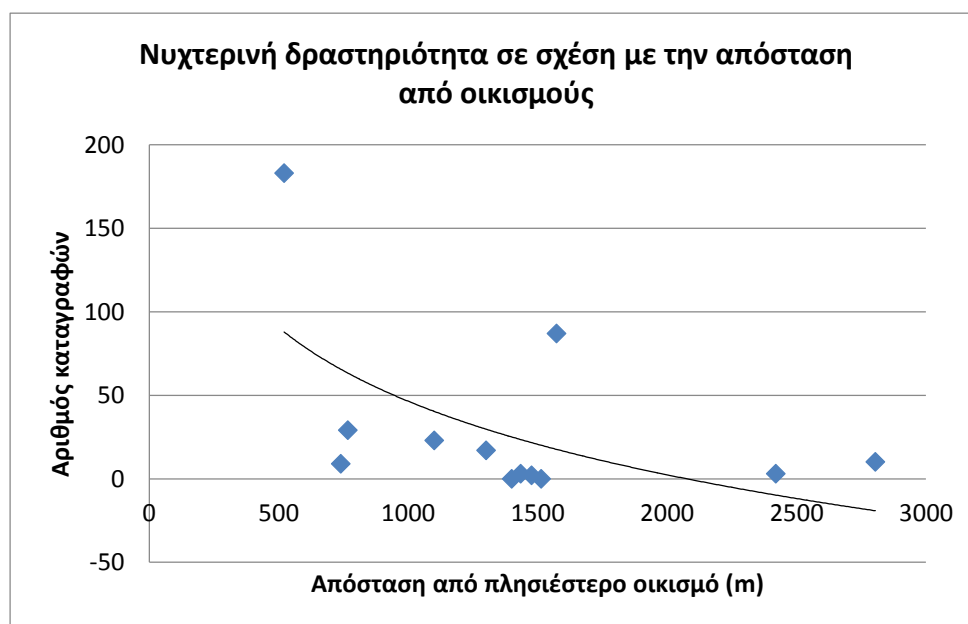
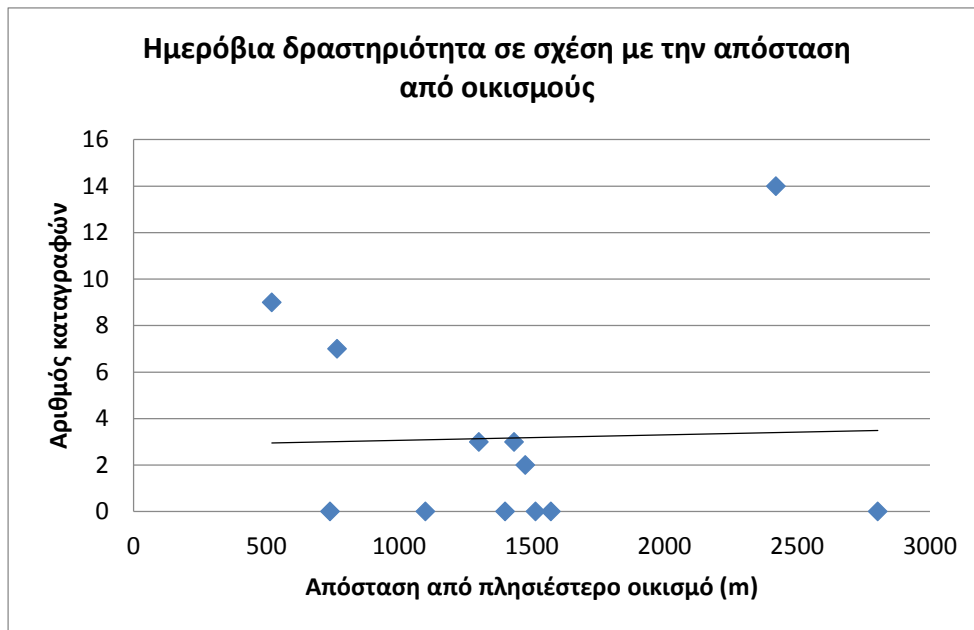
Όνομα κάμερας	Πλησιέστερος οικισμός	Απόσταση από οικισμό (m)	Αριθμός καταγραφών αρκούδας
Cam01-E9-A	Λέχοβο	1100	23
Cam02-D9-A	Λέχοβο	521	192
Cam03-E10-A	Βαρικό	740	9
Cam04-F8-A	Λιμνοχώρι	1301	20
Cam05-E8-A	Σκλήθρο	1573	87
Cam06-D8-A	Ασπρόγεια	767	36
Cam07-C8-A	Περικοπή	1476	4
Cam08-D7-A	Νυμφαίο	2420	17
Cam_Aetos_F7_A	Αετός	1514	0
Cam_F6_A	Ξινό νερό	2804	10
Cam_Xino Nero_G6_A	Ξινό νερό	1400	0
Cam_Nymf_E7_A	Νυμφαίο	1434	6



Διάγραμμα 28. Σχέση αριθμού καταγραφών αρκούδας με την απόσταση από οικισμούς και λογαριθμική γραμμική τάση.



Συγκρίνοντας τις συχνότητες περιστατικών (σε απόλυτους αριθμούς) καταγραφής ατόμων αρκούδας με την απόσταση των καταγραφικών από τους οικισμούς, παρατηρούμε κάποιες διαφοροποιήσεις σε ότι αφορά τις τάσεις μεταξύ ημερόβιας και νυκτόβιας ζώνης. Σε ότι αφορά την ημερόβια ζώνη, η γραμμή τάσης δεν υποδεικνύει κάποια διαφορά μεταξύ συχνότητας απεικόνισης ατόμων αρκούδας και αποστάσεων των καταγραφικών από τους οικισμούς, ενώ στην νυκτόβια ζώνη αντιθέτως παρατηρείται μια διαφοροποίηση που δείχνει συσχέτιση μεταξύ υψηλότερης συχνότητας καταγραφής ατόμων αρκούδας και μικρότερων αποστάσεων των καταγραφικών από οικισμούς. Πιθανόν λόγω έλξης από ανθρωπογενείς πηγές τροφής που συνδέονται με οικισμούς (οπωροφόρα, απορρίμματα) ειδικά κατά την θερινή περίοδο.



Διαγράμματα (29 & 30): Αποτύπωση της συχνότητας καταγραφής ατόμων αρκούδας από τα καταγραφικά σε ημερόβια και νυκτόβια ζώνη σε σχέση με τις αποστάσεις των καταγραφικών από τους οικισμούς της περιοχής μελέτης.



5. Αποτελέσματα γενετικών αναλύσεων:

5.1. Δείγματα που αναλύθηκαν

Συνολικά, κατά την διάρκεια των δυο περιόδων δειγματοληψίας συλλέχθηκαν 208 δείγματα τριχών. Έγινε προσπάθεια απομόνωσης DNA και από τα **208** δείγματα. Ωστόσο, το DNA απομονώθηκε επιτυχώς από 175 δείγματα (84%). Επιτυχής απομόνωση DNA θεωρήθηκε η επιτυχής ενίσχυση τουλάχιστον ενός μικροδορυφορικού τόπου με την αντίδραση της PCR. Ο αριθμός των ριζών που βρέθηκαν σε κάθε δείγμα και η ποιότητα τους, ήταν ιδιαίτερα σημαντικοί παράγοντες για μια επιτυχημένη απομόνωση DNA και ενίσχυση των μικροδορυφορικών τόπων. Έγινε προσπάθεια ενίσχυσης των **10** μικροδορυφορικών τόπων με πολλαπλές αντιδράσεις PCR (Multiplex PCR) και για τα **175** δείγματα. Στο Panel A ενισχύθηκαν επιτυχώς **155** δείγματα, στο Panel B 188 δείγματα και στο Panel C 166. Η επιτυχία της αντίδρασης ελέγχθηκε σε πηκτή αгарόζης και θεωρήθηκε επιτυχημένη η αντίδραση όταν υπήρξε ενίσχυση τουλάχιστον ενός μικροδορυφορικού τόπου σε κάθε Panel.

Δυστυχώς η ποιότητα των τριχών επηρέασε πολύ το αποτέλεσμα της PCR και επηρέασε το ποσοστό των ατόμων που κατάφεραν να έχουν επιτυχή ενίσχυση σε τουλάχιστον 6 τόπους. Έτσι, συνολικά, γενοτυπήθηκαν επιτυχώς **75** δείγματα σε έξι μικροδορυφορικούς τόπους ενώ ο αριθμός των ατόμων που είχαμε συνολική ενίσχυση σε 10 μικροδορυφορικούς τόπους είναι χαμηλότερη του 30% για αυτό και οι περαιτέρω αναλύσεις γίνανε για τα 75 άτομα. Πραγματοποιήθηκε μοριακή ταυτοποίηση του φύλου και για τα 208 δείγματα αλλά ήταν επιτυχής η ταυτοποίηση του φύλου σε 84 δείγματα.

5.2. Μοναδικοί γενότυποι και αναλογία φύλου (Sex ratio)

Από τα 75 δείγματα που γενοτυπήθηκαν επιτυχώς στους 6 μικροδορυφορικούς τόπους, αναγνωρίστηκαν 56 μοναδικοί γενότυποι. Τα 19 από τα 75 δείγματα είχαν πανομοιότυπους γενότυπους. Σχετικά με το φύλο από τα 84 δείγματα που ταυτοποιήθηκαν επιτυχώς, τα 66 ήταν αρσενικά και τα 18 θηλυκά. Η αναλογία φύλου αρσενικά: θηλυκά είναι 3,66.

5.3. Γενετική ποικιλότητα

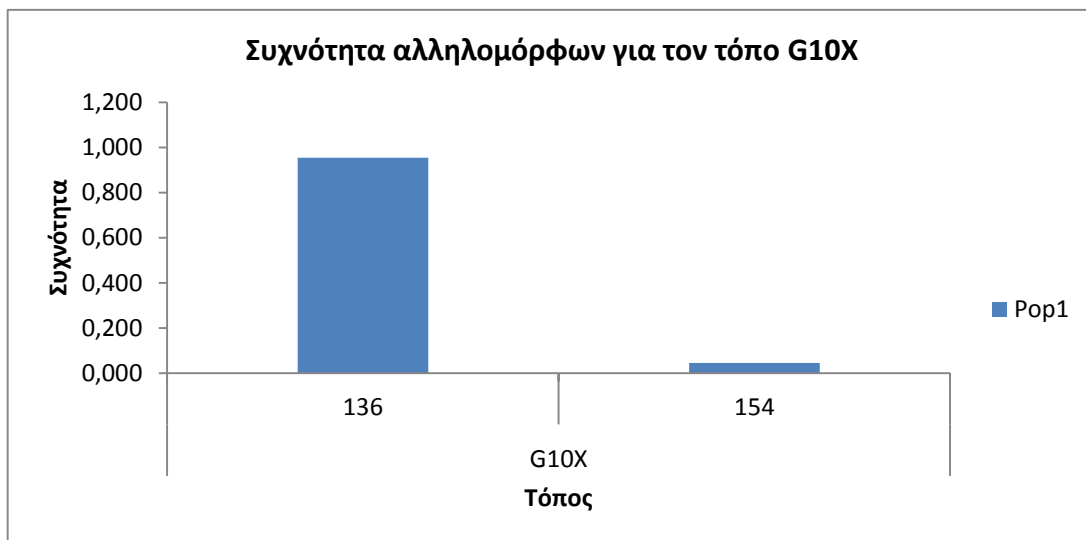
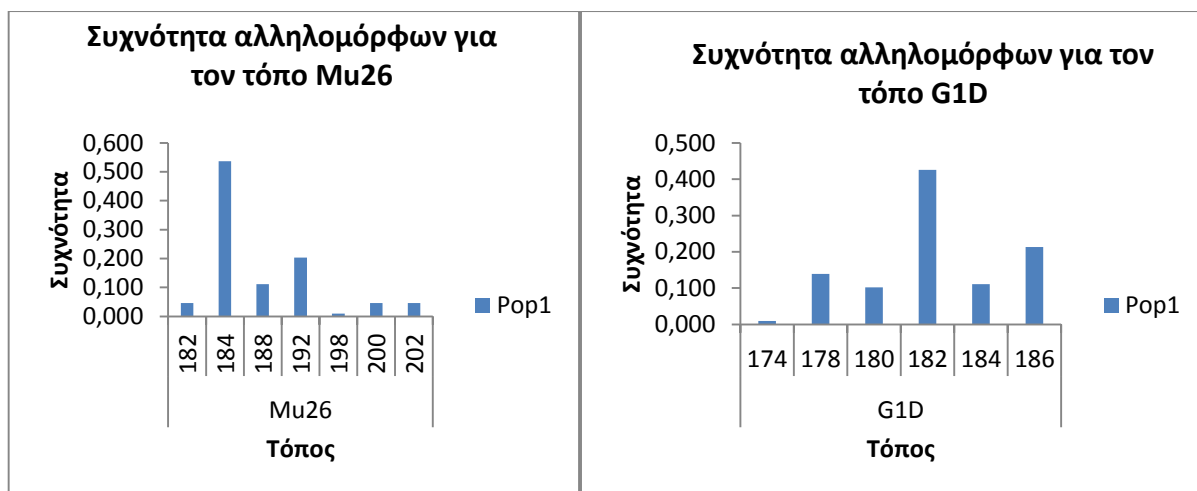
Όλοι οι μικροδορυφορικοί τόποι που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα ήταν πολυμορφικοί, με των αριθμό των αλληλομόρφων να κυμαίνεται από 2 έως 9 με μέσο όρο 6,8 αλληλόμορφα ανά τόπο (Πίνακας 10). Οι δύο τόποι που εμφάνισαν τον μεγαλύτερο αριθμό αλληλομόρφων ήταν ο G1A και ο G10P με εννέα αλληλόμορφα ενώ, ο τόπος με τον μικρότερο αριθμό αλληλομόρφων ήταν ο G10X με μόνο δύο αλληλόμορφα.

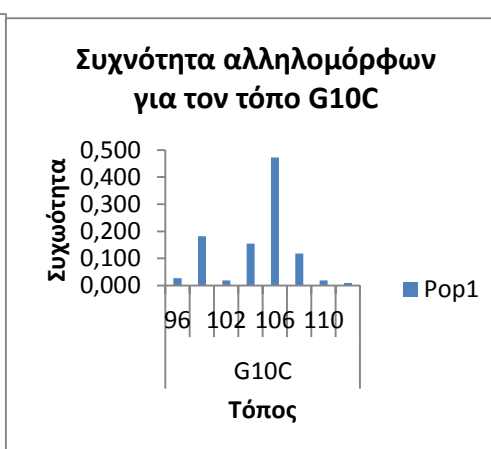
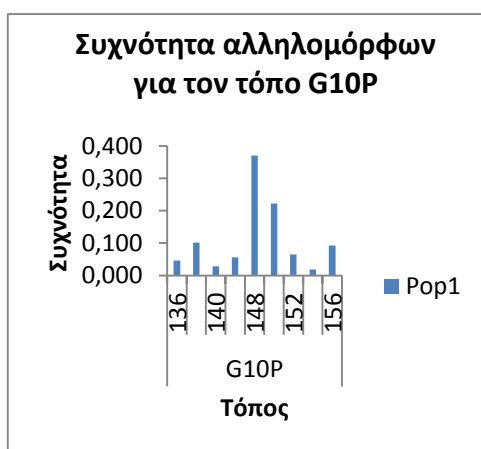
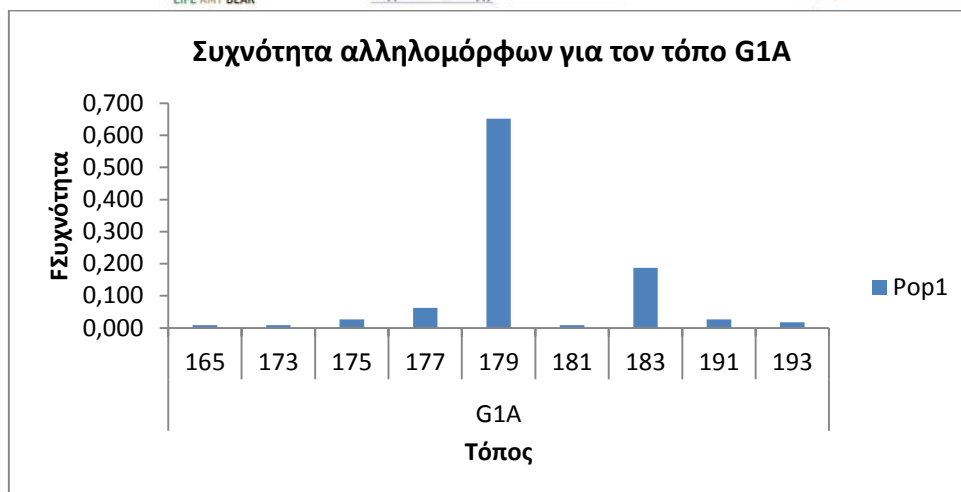
Το αλληλόμορφο με την μεγαλύτερη συχνότητα στον τόπο Mu26 είναι το 184, στον τόπο G1D το αλληλόμορφο 182, στον τόπο G10X το αλληλόμορφο 136, στον τόπο G1A το αλληλόμορφο 179, στο τόπο G10P το αλληλόμορφο 148 και στον τόπο G10C το αλληλόμορφο 106 (διαγράμματα 31-36). Ο τόπος με την μεγαλύτερη παρατηρούμενη ετεροζυγωτία (Ho) ήταν ο



G10C με τιμή 0,818 και με την μικρότερη όπως ήταν αναμενόμενο ο G10X, καθώς εμφάνισε μόνο δύο αλληλόμορφα.

Η τιμή της μέσης παρατηρούμενης ετεροζυγωτίας ήταν 0,412 και η τιμή της μέσης αναμενόμενης ετεροζυγωτίας (H_e) 0,582. Όλοι οι τόποι, εκτός του G10X, εμφάνισαν τιμές $PIC > 0,5$ με μέση τιμή 0,552, το οποίο δείχνει ότι οι τόποι είναι πληροφοριακοί για την αξιολόγηση της γενετικής ποικιλότητας (Tessier *et al*, 1999). Οι τιμές της πιθανότητας ταυτοποίησης μεταξύ αδελφών P_{ID-sib} για όλους του τόπους είναι μικρότερες του 0,01 και δείχνουν ότι τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό του μεγέθους του πληθυσμού (Waits *et al*, 2001).





Διαγράμματα 31-36: Γραφήματα με την συχνότητα των αλληλομόρφων για κάθε τόπο.

Πίνακας 10. Αριθμός αλληλομόρφων (A), Μέγεθος αλληλομόρφων σε bp (R), Παρατηρούμενη ετεροζυγωτία (H_o), Αναμενόμενη ετεροζυγωτία (H_e), Τιμή πιθανότητας για το τεστ Hardy–Weinberg (p_{HW}), δείκτης ενδογαμίας (F_{is}), Πιθανότητα μηδενικών αλληλομόρφων (null alleles) (F(null)), πιθανότητα ταυτοποίησης μεταξύ αδελφών (P_{ID-Sib}), πληροφορία που περιέχεται στους πολυμορφισμούς τον τόπων (polymorphic information content (PIC)) για τον πληθυσμό της καφέ αρκούδας στην περιοχή του Αμυνταίου.

Τόπος	A	R	H _o	H _e	p _{HW}	F _{is}	F(null)	P _{ID-Sib}	PIC
Mu26	7	182-202	0,278	0,651	0,000	0,573	0,401	4,64E-01	0,615
G1D	6	174-186	0,500	0,731	0,005	0,316	0,189	1,91E-01	0,694
G10X	2	136-154	0,089	0,085	0,727	-0,047	-0,013	1,75E-01	0,082
G1A	9	165-193	0,304	0,534	0,000	0,432	0,285	9,57E-02	0,499
G10P	9	136-156	0,481	0,784	0,000	0,386	0,249	3,60E-02	0,759



G10C

8

96-112

0,818

0,704

0,027

-0,162

-0,097

1,54E-02

0,668

62

Μέσος όρος

6,8

0,412

0,582

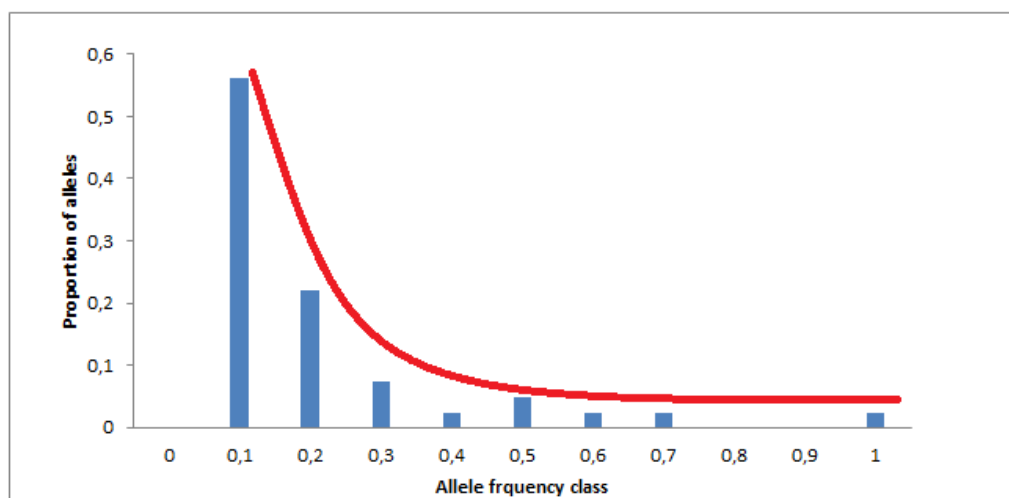
0,250

0,552

Το τεστ απόκλισης από την ισορροπία Hardy-Weinberg έδειξε ότι οι τόποι G1D, και G10X βρίσκονται σε ισορροπία Hardy-Weinberg ενώ οι τόποι Mu26, G1A, G10C και G10P παρουσιάζουν σημαντική απόκλιση από την ισορροπία Hardy-Weinberg ($p_{HW} < 0,05$). Οι τόποι που δεν βρίσκονται σε ισορροπία Hardy-Weinber παρουσιάζουν και την μεγαλύτερη απόκλιση μεταξύ παρατηρούμενης και αναμενόμενης ετεροζυγωτίας, όπως και οι τιμές Fis και $F(\text{null})$ είναι αρκετά μεγαλύτερες σε σχέση με τους υπόλοιπους τόπους. Η τιμή του δείκτη ενδογαμίας (Fis) που αφορά όλους τους τόπους είναι αρκετά υψηλή (Fis=0,250), υποδεικνύοντας ότι υπάρχει έλλειψη ετεροζυγωτίας και πιθανότητα ενδογαμίας στον πληθυσμό. Επίσης, οι τιμές της πιθανότητας των μηδενικών αλληλομόρφων ($F(\text{null})$) για τους τόπους Mu26, G1A και G10P υποδεικνύουν την ύπαρξη μηδενικών αλληλομόρφων που δεν μπόρεσαν να ανιχνευτούν κατά την γενοτύπηση των δειγμάτων. Η ύπαρξη μηδενικών αλληλομόρφων επηρεάζει την τιμή του δείκτη ενδογαμίας και την απόκλιση των τόπων από την ισορροπία Hardy-Weinberg. Γι' αυτό οι τιμές Fis και p_{HW} δεν μπορούν να είναι αξιόπιστες για τους τόπους που εμφανίζουν υψηλές πιθανότητες μηδενικών αλληλομόρφων.

5.4. Έλεγχος για ύπαρξη του φαινομένου γενετικού στενωπού

Ο έλεγχος για την ύπαρξη πρόσφατου φαινομένου γενετικού στενωπού με τη χρήση δυο διαφορετικών μοντέλων (stepwise mutation model και two-phase model), δεν έδειξε την ύπαρξη πρόσφατης μείωσης του πληθυσμού της καφέ αρκούδας στην περιοχή του Αμυνταίου. Το Wilcoxon test και για τα δύο μοντέλα δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντική απόκλιση ($P=0,92$ και $P=0,99$ αντίστοιχα) της παρατηρούμενης ετεροζυγωτίας από την αναμενόμενη. Επίσης, η κατανομή των συχνοτήτων των αλληλομόρφων εμφανίζει την κανονική L-shaped κατανομή όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.



Διάγραμμα 37. Κατανομή των συχνοτήτων των αλληλομόρφων για τους έξι μικροδορυφορικούς τόπους που μελετηθήκαν. Η κατανομή των συχνοτήτων είναι L-shaped.

Μερτζάνης Γ. και συνεργάτες, 2018 – έργο LIFE15NAT/GR/001108 – τεχνική αναφορά δράσης A2.



5.5. Μέγεθος του πληθυσμού (Nc) και δραστικό μέγεθος του πληθυσμού (Ne)

Συνολικά, ταυτοποιήθηκαν 56 μοναδικά άτομα έπειτα από την σύνθεση των γενοτύπων όλων των δειγμάτων. Όλα τα άτομα αναγνωρίστηκαν από τα δείγματα τριχών που συλλεχτήκαν. Ως εκ τούτου, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας ο πληθυσμός της καφέ αρκούδας στην περιοχή του Αμυνταίου για το 2017 (περίοδος διεξαγωγής της δειγματοληψίας) είναι τουλάχιστον 56 άτομα.

Τα περισσότερα άτομα συλλήφθηκαν μόνο μία φορά (41 άτομα) ενώ τα υπόλοιπα 15 άτομα συλλήφθηκαν από 2 έως 3 φορές κατά την περίοδο της δειγματοληψίας (Πίνακας 11). Η αναλογία του φύλου αρσενικών: θηλυκών για τα 12 άτομα που επανασυλλήφθηκαν ήταν 2, δηλαδή τα αρσενικά ήταν διπλάσια από τα θηλυκά, για τα υπόλοιπα 3 άτομα δεν ήταν δυνατή η ταυτοποίηση του φύλου. Η απόσταση μεταξύ των επανασυλλήψεων ποικίλει από 0 km έως και 24 km και εξαρτάται από το χρονικό διάστημα που μεσολάβησε μεταξύ των επανασυλλήψεων. Ειδικότερα, το άτομο με τον αριθμό 6 συλλήφθηκε 3 φορές και το χρονικό διάστημα μεταξύ της πρώτης και της τρίτης σύλληψης ήταν σχεδόν ένας μήνας. Οι θέσεις επανασύλληψης του ατόμου με τον αριθμό 49 απέιχαν 22km και το χρονικό διάστημα μεταξύ της πρώτης και της τρίτης δειγματοληψίας ήταν 5 μέρες.

Πίνακας 11. Τα στοιχεία των ατόμων με πολλαπλές συλλήψεις, ημερομηνία συλλήψεων, το φύλο ατόμου, ο τύπος του δείγματος και η μέγιστη απόσταση μεταξύ των σημείων επανασύλληψης.

Αριθμός δείγματος	Πρώτη σύλληψη	Δεύτερη σύλληψη	Τρίτη σύλληψη	Φύλο	Τύπος δείγματος	Μέγιστη απόσταση μεταξύ επανασυλλήψεων (Km)
6	8/6	8/6	4/7	-	Τρίχες	24
49	8/6	9/6	12/6	Θηλυκό	Τρίχες	22
21	8/6	8/6	-	Θηλυκό	Τρίχες	1,7
24	7/6	8/6	-	-	Τρίχες	2
36	7/6	8/6	-	Αρσενικ ό	Τρίχες	3
199	12/6	16/6	-	Θηλυκό	Τρίχες	10
110	8/6	8/6	-	Θηλυκό	Τρίχες	6
116	4/7	12/7	-	Αρσενικ ό	Τρίχες	8



172	1/7	4/7	-	Αρσενικ ό	Τρίχες	11
160	1/7	5/7	-	Αρσενικ ό	Τρίχες	11
167	5/7	5/7	-	Αρσενικ ό	Τρίχες	0
169	4/7	7/7	-	Αρσενικ ό	Τρίχες	12
178	7/7	7/7	-	Αρσενικ ό	Τρίχες	0
181	7/7	7/7	-	Αρσενικ ό	Τρίχες	1
201	16/6	16/6	-	-	Τρίχες	0

Το μέγεθος του πληθυσμού (Nc) υπολογίστηκε με το πρόγραμμα CAPWIRE που χρησιμοποιεί τον αριθμό των συλλήψεων και επανασυλλήψεων κάθε ατόμου υποθέτοντας ότι όλα τα δείγματα προέρχονται από μία μόνο δειγματοληψία (Πίνακας 5). Μετά από την ανάλυση, ο πληθυσμός της καφέ αρκούδας στην περιοχή του Αμυνταίου με βάση τα δεδομένα των συλλήψεων υπολογίστηκε ότι είναι 154 άτομα. Το διάστημα εμπιστοσύνης 95% ήταν 163-264 άτομα.

Ο υπολογισμός του δραστικού μεγέθους (Ne) έγινε με το πρόγραμμα NeEstimator. Το δραστικό μέγεθος του πληθυσμού της καφέ αρκούδας στην περιοχή του Αμυνταίου για το 2017 με βάση τα δεδομένα της παρούσας έρευνας υπολογίστηκε σε 44,4 άτομα. Ο υπολογισμός του δραστικού μεγέθους με διάστημα εμπιστοσύνης 95% έδειξε ότι το δραστικό μέγεθος είναι μεταξύ 26,1 και 94,4. Με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης περίπου 44 άτομα συμβάλλουν στην αναπαραγωγική διαδικασία και διαιώνιση του είδους στην περιοχή.



5.6 Αξιοπιστία των δεδομένων που προέρχονται από μη επεμβατική γενετική δειγματοληψία (NGS)

Η μη επεμβατική δειγματοληψία παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα για την συλλογή γενετικού υλικού κρυπτικών και σπάνιων ειδών. Η χρήση άλλων μεθόδων, όπως η απευθείας δειγματοληψία από το ζώο, μπορεί να είναι επικίνδυνη, χρονοβόρα, με μεγαλύτερο οικονομικό κόστος και το βασικότερο μπορεί να τραυματίσει και να ταράξει το ζώο.

Στην παρούσα έρευνα έγινε χρήση της μη επεμβατικής γενετικής δειγματοληψίας με σκοπό να συλλεχθούν δείγματα καφέ αρκούδας στην περιοχή του Αμύνταιου, χωρίς να είναι απαραίτητος ο χειρισμός τους. Συνολικά, συλλέχθηκαν 208 δείγματα τριχών. Επιτυχής απομόνωση DNA έγινε από τα 175 (84%) δείγματα και γενοτυπήθηκαν σε έξι μικροδορυφορικούς τόπους 75 (42%) δείγματα. Το χαμηλό ποσοστό δειγμάτων που γενοτυπήθηκαν σε σχέση με αυτά που έγινε επιτυχή απομόνωση DNA οφείλεται κυρίως στην ποιότητα του απομονωμένου DNA. Η επιτυχία της απομόνωσης του DNA ελέγχθηκε με PCR και ένα δείγμα θεωρήθηκε ότι απομονώθηκε επιτυχώς όταν υπήρχε ενίσχυση σε τουλάχιστον έναν μικροδορυφορικό τόπο. Το πρόβλημα που προκύπτει από τα δείγματα της μη επεμβατικής δειγματοληψίας είναι το υλικό (τρίχες, περιπτώματα κ.α.) που δεν φέρει μεγάλη ποσότητα γενετικού υλικού και μπορεί να έχει αλλοιωθεί και επιμολυνθεί από το περιβάλλον που βρίσκεται. Η χαμηλή ποσότητα ο κατακερματισμός και η επιμόλυνση του γενετικού υλικού από το περιβάλλον με πιθανούς αναστολείς της αντίδρασης της PCR, δυσχεραίνουν την επιτυχή ενίσχυση των γενετικών δεικτών και πολλές φορές υπάρχει ανομοιομορφία στην ενίσχυση τους. Με τον όρο ανομοιομορφία εννοείται ότι συγκεκριμένοι γενετικοί δείκτες, στην παρούσα έρευνα μικροδορυφορικοί τόποι, μπορεί να ενισχύονται ευκολότερα σε σχέση με άλλους. Επίσης σε κάθε δείγμα μπορεί να γίνεται ενίσχυση διαφορετικού μικροδορυφορικού τόπου ανάλογα με την κατάσταση του DNA. Είναι πολύ πιθανό το ίδιο φαινόμενο να ισχύει και στην περίπτωση της παρούσας έρευνας και εκεί να οφείλεται η γενοτύπηση μόνο των 6 από τους 10 μικροδορυφορικούς τόπους καθώς και το χαμηλό ποσοστό δειγμάτων που γενοτυπήθηκαν. Το ποσοστό των δειγμάτων που γενοτυπήθηκαν επιτυχώς σε παρόμοιες έρευνες ανέρχονται περίπου στο 50% (Pérez *et al*, 2009; Sawaya *et al*, 2012; Tsarparis *et al*, 2014).

Ένα ακόμη βασικό πρόβλημα που προκύπτει από την μη επεμβατική δειγματοληψία είναι τα γενοτυπικά λάθη που οφείλονται και πάλι στην ποιότητα του απομονωμένου DNA. Τα βασικά γενοτυπικά λάθη που προκύπτουν είναι η ύπαρξη μηδενικών και ψευδών αλληλομόρφων (Waits και Paetkau 2005). Τα συγκεκριμένα λάθη είναι δυνατόν να μειωθούν με την χρήση της τεχνικής των πολλαπλών σωλήνων (Multi-tube approach), κατά την οποία τα δείγματα χωρίζονται σε διαφορετικούς σωλήνες και κάθε δείγμα ενισχύεται και ελέγχεται ο γενότυπος του τουλάχιστον 2 φορές. Σε περίπτωση που τα αποτελέσματα των δύο γενοτυπήσεων του ίδιου δείγματος δεν συμφωνούν η διαδικασία επαναλαμβάνεται και τρίτη φορά (Rompanon *et al*, 2005). Στην παρούσα έρευνα έγινε προσπάθεια χρήσης της τεχνικής των πολλαπλών σωλήνων με σκοπό να μειωθούν τα γενοτυπικά λάθη αλλά μόνο ένας μικρός αριθμός δειγμάτων ενισχύθηκε και γενοτυπήθηκε επιτυχώς για δεύτερη φορά, έπειτα από επανειλημμένες προσπάθειες ενίσχυσης των δειγμάτων. Η αποτυχία γενοτύπησης των ίδιων δειγμάτων για δεύτερη φορά μπορεί να οφείλεται σε διαφόρους παράγοντες όπως χαμηλή ποσότητα Μερτζάνης Γ. και συνεργάτες, 2018 – έργο LIFE15NAT/GR/001108 – τεχνική αναφορά δράσης Α2.



απομονωμένου DNA και αποτυχία της αντίδρασης PCR λόγω χαμηλής δραστηριότητας των εκκινητών που χρησιμοποιήθηκαν. Η αποτυχία της πολλαπλής γενотύπησης των δειγμάτων οδήγησε σε αυξημένες τιμές $F(\text{null})$ για τους τόπους Mu26, G10P και G1A το οποίο σημαίνει ότι υπήρξαν αλληλόμορφα για τους συγκεκριμένους τόπους τα οποία δεν βρέθηκαν κατά την διαδικασία της γενотύπησης. Η αυξημένη πιθανότητα των μηδενικών αλληλομόρφων επηρέασε και τον δείκτη ενδογαμίας (F_{is}) των συγκεκριμένων τόπων παρουσιάζοντας αρκετά υψηλές τιμές.

5.7. Γενετική ποικιλότητα του πληθυσμού

Ο πληθυσμός της καφέ αρκούδας στην περιοχή του Αμύνταιου παρουσιάζει μέτρια επίπεδα γενετικής ποικιλομορφίας με την μέση παρατηρούμενη ετεροζυγωτία (H_o) να είναι 0,412 και ο μέσος αριθμός αλληλομόρφων (A) όλων των μικροδορυφορικών τόπων που μελετήθηκαν να είναι 6,8. Παρόμοιες έρευνες που έγιναν στην περιοχή των Γρεβενών, της Καστοριάς, της Ροδόπης, του Περιστερίου και της ευρύτερης περιοχής της Πίνδου βρήκαν ότι οι πληθυσμοί παρουσιάζουν λίγο μεγαλύτερη μέση παρατηρούμενη ετεροζυγωτία (H_o) με τιμές από 0,58 και 0,65 αντίστοιχα (Πίνακας 6). Ο μέσος αριθμός αλληλομόρφων (A) για τον πληθυσμό των Γρεβενών ήταν 5,6, για τον πληθυσμό της Καστοριάς και της Ροδόπης 5,8, για τον πληθυσμό του Περιστερίου 5,4 και της Πίνδου 4,5 (Πίνακας 12) (Tsaparis *et al.*, 2014; Karamanlidis *et al.*, 2011, Pilidis *et al.*, 2018). Η χαμηλή τιμή της παρατηρούμενης ετεροζυγωτίας που βρέθηκε στον πληθυσμό του Αμύνταιου σε σχέση με τους υπόλοιπους πληθυσμούς οφείλεται κυρίως στον χαμηλότερο αριθμό μικροδορυφορικών τόπων που χρησιμοποιήθηκαν 6 και 10 αντίστοιχα καθώς και στην αυξημένη πιθανότητα ύπαρξης μηδενικών αλληλομόρφων. Ο πληθυσμός του Αμύνταιου παρουσιάζει μεγαλύτερη γενετική ποικιλότητα σε σύγκριση με πληθυσμούς που υπέστησαν μεγάλες δημογραφικές μειώσεις τα προηγούμενα χρόνια, όπως μικροί πληθυσμοί της Ισπανίας και της Ιταλίας όπου η παρατηρούμενη ετεροζυγωτία κυμαίνονταν μεταξύ 0,28 και 0,44 και ο μέσος αριθμός αλληλομόρφων μεταξύ 1,7 και 3,3 (Lorenzini *et al.*, 2004; Pérez *et al.*, 2009). Αν και δεν υπάρχουν πρόσφατα δημογραφικά στοιχεία για τον πληθυσμό του Αμύνταιου, στην παρούσα έρευνα δε ανιχνεύτηκε κανένα φαινόμενο γενετικού στενωπού που να υποδεικνύει δραστηκή μείωση του πληθυσμού. Αυτό όμως δεν μπορεί να αποκλείσει κάποια μείωση του πληθυσμού που έγινε παρελθοντικά με μια μετέπειτα ανάκαμψη του τοπικού πληθυσμού.

Έχει παρατηρηθεί κίνηση ατόμων μεταξύ των πληθυσμών που εδρεύουν στην νότια πλευρά των Σκοπίων και των πληθυσμών της Ελλάδας που βρίσκονται στην οροσειρά της Πίνδου. Οι πληθυσμοί των Σκοπίων παρουσιάζουν υψηλή γενετική ποικιλότητα με την τιμή της μέσης παρατηρούμενης ετεροζυγωτίας (H_o) να είναι 0,721 και τον μέσο αριθμό αλληλομόρφων (A) να είναι 5,7 (Karamanlidis *et al.*, 2012). Συνεπώς πιθανές κινήσεις μεταξύ των δύο πληθυσμών συμβάλουν στην διατήρηση της γενετικής ποικιλομορφίας και γενικότερα της καλής γενετικής σύστασης των πληθυσμών των δύο χωρών.

Σχετικά με την ισορροπία Hardy-Weinberg 4 από τους 6 μικροδορυφορικούς τόπους δεν βρίσκονται σε ισορροπία καθώς η παρατηρούμενη ετεροζυγωτία (H_o) είναι αρκετά μικρότερη από την αναμενόμενη (H_e).



Πίνακας 12. Συγκριτικός πίνακας μεταξύ των πληθυσμών των Γρεβενών, της Καστοριάς, της Ροδόπης και του Αμύνταιου για το μέσο αριθμό των αλληλομόρφων (A), την μέση παρατηρούμενη ετεροζυγωτία (Ho), το πληθυσμιακό μέγεθος (Nc) και το δραστικό μέγεθος (Ne).

67

Πληθυσμός	Αριθμός δειγμάτων	A	Ho	Nc	Ne	Βιβλιογραφία
Γρεβενά	131	5,6	0,65	51	29	Karamanlidis <i>et al</i> , 2011
Καστοριά	140	5,8	0,58	219	49	Tsaparis <i>et al</i> , 2014
Ροδόπη	26	5,8	0,63			Αδημοσίευτο
Περιστέρι	30	5,4	0,65	109	59,1	Pilidis <i>et al.</i> , 2018
Πίνδος	97	4,5	0,61	299	97,4	Pilidis <i>et al.</i> , 2018
Αμύνταιο	75	6,8	0,41	154	44	

5.8. Μέγεθος του πληθυσμού (Nc) και δραστικό μέγεθος του πληθυσμού (Ne)

Ένας από τους βασικούς σκοπούς της συγκεκριμένης έρευνας ήταν ο υπολογισμός του πληθυσμιακού μεγέθους της καφέ αρκούδας στην περιοχή του Αμύνταιου με την χρήση μη επεμβατικών μεθόδων γενετικής δειγματοληψίας. Μετά από την γενοτύπηση των δειγμάτων ήταν δυνατή η ταυτοποίηση 56 διαφορετικών ατόμων στην περιοχή της έρευνας. Συνεπώς, ο πληθυσμός στην περιοχή αποτελείται από τουλάχιστον 56 άτομα.

Τα περισσότερα ταυτοποιημένα άτομα ήταν αρσενικά, ειδικότερα ο αριθμός των αρσενικών ατόμων ήταν τριπλάσιος των θηλυκών, υποδεικνύοντας ότι υπήρξε ετερογένεια στην πιθανότητα σύλληψης τους. Τα αρσενικά άτομα παρουσιάζουν σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό την συμπεριφορά κατά την οποία τρίβονται πάνω σε στύλους της Δ.Ε.Η για να σημαδέψουν την περιοχή τους. Η συγκεκριμένη συμπεριφορά οδηγεί σε άνιση δειγματοληψία των τριχών μεταξύ των δυο φύλων (Green και Mattson 2003; Tsaparis *et al.*, 2014). Ο συνδυασμός της χρήσης τριχών μαζί με άλλου τύπου δείγματος, όπως περιπτώματα, μπορεί να αποτελέσει μια λύση για να αντιμετωπιστεί η πιθανή υποτίμηση του αριθμού των θηλυκών σε παρόμοιες έρευνες.

Ο υπολογισμός του πληθυσμιακού μεγέθους (Nc) έγινε από το πρόγραμμα CAPWIRE με βάση τα δεδομένα σύλληψης και επανασύλληψης των ατόμων τα οποία συλλέχθηκαν στην διάρκεια μιας δειγματοληψίας. Η απόσταση μεταξύ των σημείων που συλλήφθηκαν τα άτομα συμφωνεί με τον μέσο όρο των 5 km, που διανύουν οι καφέ αρκούδες σε δασώδεις περιοχές όμοιες με της Ελλάδος (Gavrilov, 2015). Υπολογίστηκε ότι το πληθυσμιακό μέγεθος (Nc) είναι 154 άτομα, αριθμός που είναι περίπου 3 φορές μεγαλύτερος από τον ελάχιστο αριθμό ατόμων που ταυτοποιήθηκαν στην έρευνα. Μία από τις βασικές παραδοχές του προγράμματος CAPWIRE είναι ότι ο υπό μελέτη πληθυσμός είναι κλειστός, δηλαδή δεν υπάρχει καμία μετανάστευση ατόμων, γέννηση ή θάνατος κατά την διάρκεια της δειγματοληψίας. Αν και κατά την διάρκεια



της δειγματοληψίας δεν υπάρχουν γεννήσεις ατόμων καθώς η καφέ αρκούδα γεννάει τους τελευταίους μήνες του χειμώνα, ο θάνατος των ατόμων από παράνομες δραστηριότητες, όπως κυνήγι και δηλητηρίαση καθώς και θάνατοι από φυσικά αίτια δεν μπορούν να αποκλειστούν (Boulangier και McLellan 2001; Miller *et al*, 2005). Επίσης, η πιθανή μετακίνηση ατόμων μεταξύ Ελλάδας και Σκοπίων μπορεί να είναι ακόμη μια παραβίαση της παραδοχής του κλειστού πληθυσμού. Ψευδώς μεγαλύτερη εκτίμηση του πληθυσμιακού μεγέθους μπορεί να γίνει από το πρόγραμμα και όταν η έκταση που διαβιώνουν οι οργανισμοί είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από την περιοχή της έρευνας (Boulangier και McLellan, 2001). Η μετακίνηση ατόμων μέσα και έξω από την περιοχή της έρευνας μπορεί να επηρεάσει θετικά τον αριθμό των μοναδικών συλλήψεων των ατόμων και αρνητικά αντίστοιχα τον αριθμό των επανασυλλήψεων. Σε τέτοιες περιπτώσεις το πληθυσμιακό μέγεθος που εκτιμάται δεν αφορά μόνο την περιοχή της έρευνας αλλά μία ευρύτερη περιοχή που καλύπτουν τα είδη (Kendall, 1999). Έρευνα που έγινε το 2011 στην περιοχή της Καστοριάς και αφορούσε την ραδιοπαρακολουθούση 6 καφέ αρκούδων με κολάρο, έδειξε ότι τα "σπίτια" των αρσενικών καλύπτουν πολύ μεγάλες εκτάσεις (165-226 km²) σε αντίθεση με τα θηλυκά που καλύπτουν 10-91 km² (Mertzanis και Ιλιόπουλος 2011). Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, ο αριθμός του πληθυσμιακού μεγέθους από το πρόγραμμα CAPWIRE δεν αφορά μόνο την περιοχή της έρευνας αλλά πιθανόν αναφέρεται περισσότερο σε έναν υπερπληθυσμό, ο οποίος κατοικεί και πέρα από την περιοχή του Αμυνταίου. Το ίδιο φαινόμενο παρατηρήθηκε και στην έρευνα που αφορούσε τον πληθυσμό της καφέ αρκούδας στην Καστοριά, όπου και εκεί η εκτίμηση του πληθυσμιακού μεγέθους από το πρόγραμμα CAPWIRE ήταν περίπου τρεις φορές μεγαλύτερο, από τον ελάχιστο αριθμό των ατόμων που ταυτοποιήθηκαν (Tsararis *et al*, 2014).

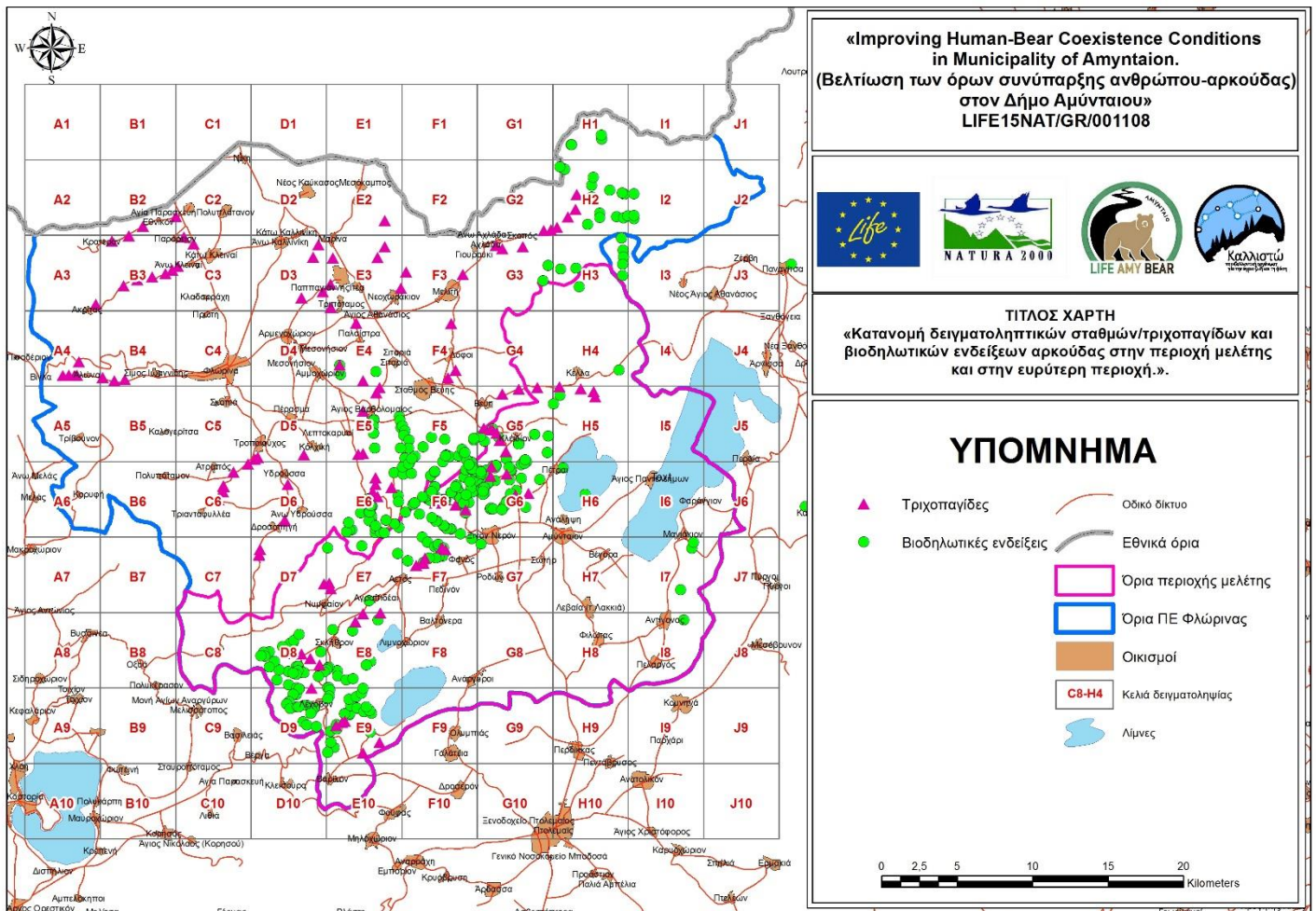
Το δραστικό μέγεθος του πληθυσμού (Ne) υπολογίστηκε στα 44 άτομα, το οποίο είναι χαμηλότερο από το όριο των 50 ατόμων που υποτίθεται ότι είναι επαρκή για την αποφυγή της ενδογαμίας στον πληθυσμό (Frankham *et al*, 2002). Επίσης είναι χαμηλότερο και από το δραστικό μέγεθος που υπολογίστηκε για τον πληθυσμό της Καστοριάς (49 άτομα).

Η μέτρια γενετική ποικιλότητα και η χαμηλή τιμή του δραστικού μεγέθους του πληθυσμού δείχνουν ότι ο πληθυσμός της καφέ αρκούδας στην περιοχή είναι σε μέτρια γενετική κατάσταση και μπορεί να κινδυνέψει στο μέλλον από μείωση της γενετικής του ποικιλότητας. Ο υποπληθυσμός του Αμυνταίου ανήκει στον μεγαλύτερο πληθυσμό της οροσειράς της Πίνδου, όπου υπάρχει πιθανή μετακίνηση ατόμων και γονιδιακή ροή από τους πληθυσμούς της Καστοριάς και των Γρεβενών που παρουσιάζουν υψηλή γενετική ποικιλότητα (Tsararis *et al*, 2014 ; Karamanlidis *et al*, 2011), αυτό μπορεί να έχει μια θετική επίδραση στην γενετική σύσταση του πληθυσμού. Επίσης, η γενετική σύσταση του πληθυσμού μπορεί να ενισχυθεί ακόμη περισσότερο με πιθανές μετακινήσεις ατόμων από τους πληθυσμούς της νότιας Αλβανίας και των Σκοπίων.



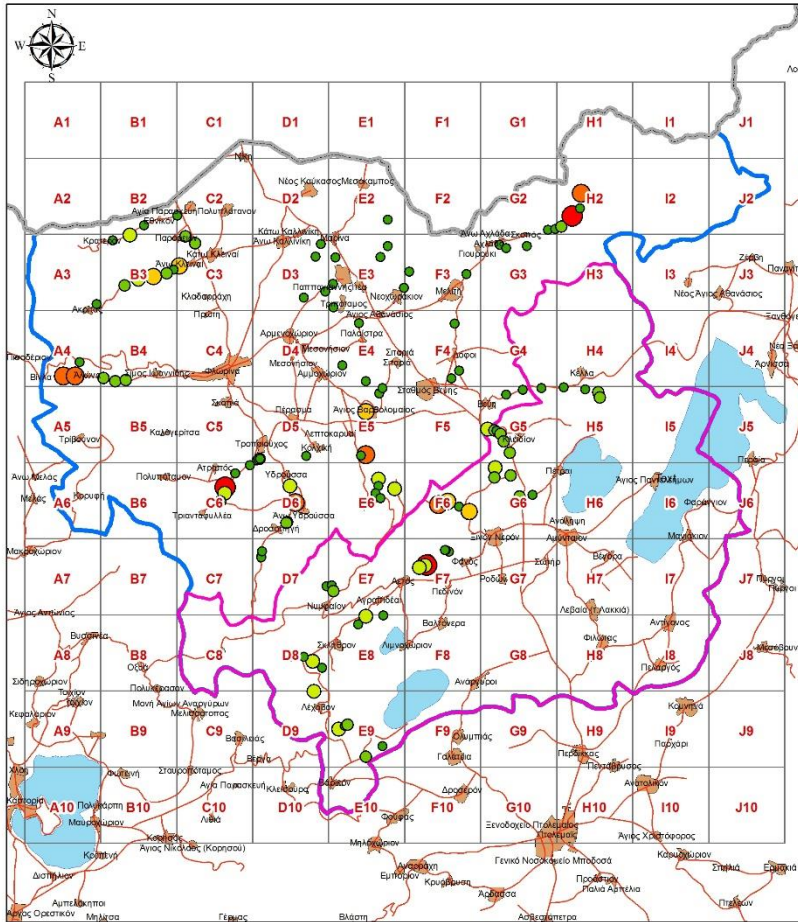
6. Αποτελέσματα παρουσίας αρκούδας με βάση τις βιοδηλωτικές ενδείξεις.

Κατά την εφαρμογή αυτής της συμπληρωματικής μεθόδου για την διαμόρφωση μιας εικόνας ως προς την κατανομή και παρουσία της αρκούδας στη περιοχή του έργου αλλά και στην ευρύτερη περιοχή, έγινε σάρωση δειγματοληπτικού δικτύου διαδρομών στο δασικό οδικό δίκτυο συνολικού μήκους **747** χλμ. Η διάρκεια της σάρωσης ήταν περίπου **15** ημέρες και ο συνολικός αριθμός βιοδηλωτικών ενδείξεων αρκούδας που καταγράφηκαν ήταν **n= 355**. Δηλ μια πυκνότητα καταγραφής **1 βιοδηλωτική ένδειξη/2.1 χλμ**. Τα σημεία ανίχνευσης και καταγραφής των βιοδηλωτικών ενδείξεων παρουσιάζονται στον χάρτη (18). Στον ίδιο χάρτη απεικονίζονται και οι σταθμοί δειγματοληψίας βιολογικού υλικού αρκούδας στο βαθμό που όταν έχουν θετικό εύρημα συγκαταλέγονται σε ειδική κατηγορία βιοδηλωτικών που έχει να κάνει με την σήμανση/σημάδεμα της επικράτειας. Η κατανομή των ευρημάτων των θετικών δειγματοληπτικών σταθμών (τριχοπαγίδων) απεικονίζονται στους χάρτες (19 & 20).



Χάρτης (18): Θέσεις εύρεσης βιοδηλωτικών ενδείξεων αρκούδας στην περιοχή του έργου και στην ευρύτερη περιοχή της Φλώρινας

Μερτζάνης Γ. και συνεργάτες, 2018 – έργο LIFE15NAT/GR/001108 – τεχνική αναφορά δράσης A2.



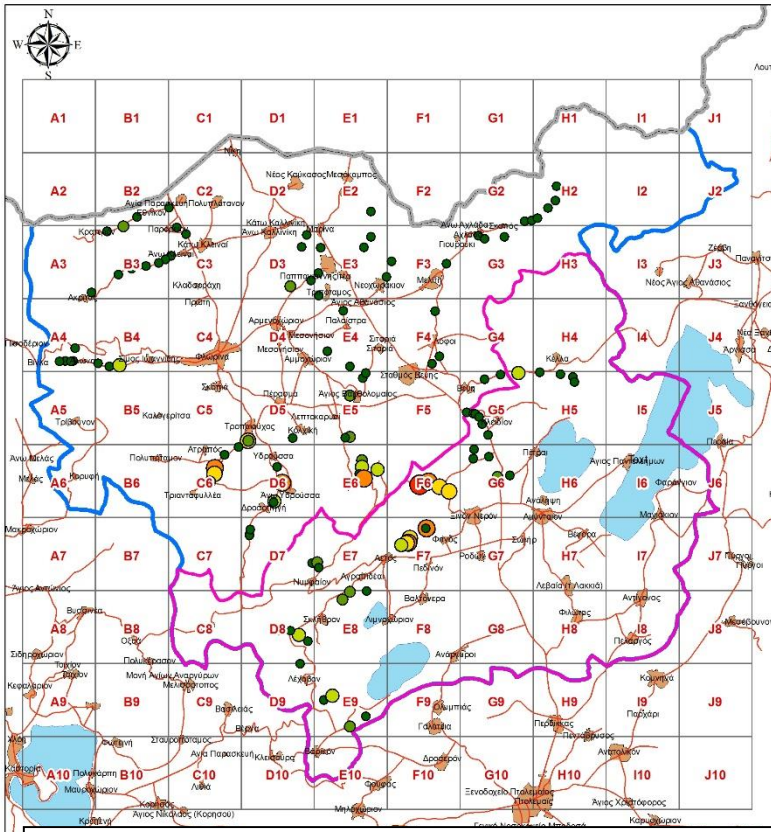
«Improving Human-Bear Coexistence Conditions in Municipality of Amyntaion. (Βελτίωση των όρων συνύπαρξης ανθρώπου-αρκούδας) στον Δήμο Αμύνταιου» LIFE15NAT/GR/001108



ΤΙΤΛΟΣ ΧΑΡΤΗ «Κατανομή συχνότητας δειγματοληπτικών ευρημάτων στο δίκτυο τριχοπαγίδων (n=121) στην περιοχή μελέτης και στην ευρύτερη περιοχή».

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Αριθμός δειγμάτων/δειγματοληπτικό σταθμό
- 0
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- 1η Δειγματοληψία
- Οδικό δίκτυο
 - Εθνικά όρια
 - Όρια περιοχής μελέτης
 - Όρια ΠΕ Φλώρινας
 - Οικισμοί
 - C8-H4 Κελιά δειγματοληψίας
 - Λίμνες
- 0 2.5 5 10 15 20 Kilometers



«Improving Human-Bear Coexistence Conditions in Municipality of Amyntaion. (Βελτίωση των όρων συνύπαρξης ανθρώπου-αρκούδας) στον Δήμο Αμύνταιου» LIFE15NAT/GR/001108



ΤΙΤΛΟΣ ΧΑΡΤΗ «Κατανομή συχνότητας δειγματοληπτικών ευρημάτων στο δίκτυο τριχοπαγίδων (n=121) στην περιοχή μελέτης και στην ευρύτερη περιοχή».

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

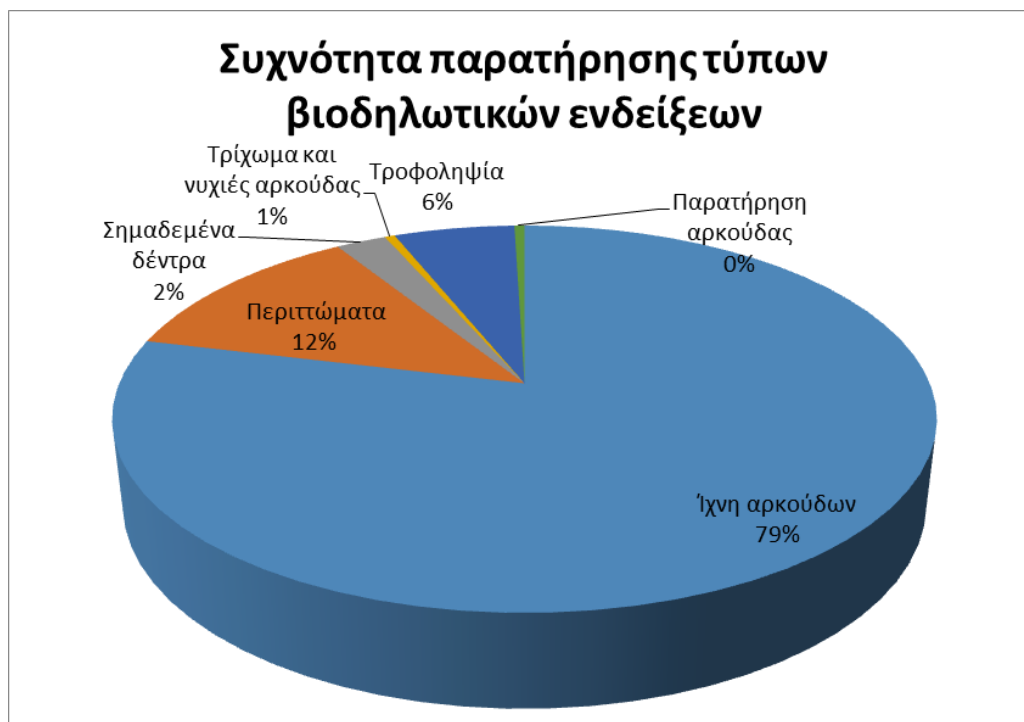
- Αριθμός δειγμάτων/δειγματοληπτικό σταθμό
- 0
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- 2η Δειγματοληψία
- Οδικό δίκτυο
 - Εθνικά όρια
 - Όρια περιοχής μελέτης
 - Όρια ΠΕ Φλώρινας
 - Οικισμοί
 - C8-H4 Κελιά δειγματοληψίας
 - Λίμνες

Χάρτης (19 & 20): Συχνότητα ανίχνευσης ευρημάτων σήμανσης χωροκράτειας στους δειγματοληπτικούς σταθμούς συλλογής βιολογικού υλικού αρκούδας. (n=121).

Οι διαφορετικές κατηγορίες βιοδηλωτικών ενδείξεων αρκούδας (πλην της ειδικής κατηγορίας ευρημάτων που ανιχνεύθηκαν στις τριχοπαγίδες) στην περιοχή του έργου παρατίθενται στον πίνακα (13) και στο διάγραμμα (38). Όπως φαίνεται, η πλειοψηφία των ενδείξεων αποτελούνταν από ίχνη αρκούδας (307 καταγραφές σε σύνολο 355 καταγραφών) επειδή αυτά είναι ευκολότερα ανιχνεύσιμα λόγω φύσης και καταλληλότητας υποστρώματος (δασικοί δρόμοι με χώμα και λάσπη) αλλά και λόγω της εποχής που πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία (τέλη άνοιξης) οπότε και ευνοούνται οι συνθήκες καταλληλότητας του υποστρώματος.

Πίνακας (13) : Κατηγορίες βιοδηλωτικών ενδείξεων αρκούδας που ανιχνεύθηκαν στην περιοχή του έργου καθώς και στην ευρύτερη περιοχή.

Τύπος ένδειξης	Συχνότητα καταγραφής βιοδηλωτικών ενδείξεων
Ίχνη αποτυπώματα πελμάτων	307
Περιττώματα	26
Τροφοληψία	12
Σημαδεμένα δέντρα	8
Τρίχωμα και νυχιές αρκούδας	1
Παρατήρηση αρκούδας	1
Σύνολο	355

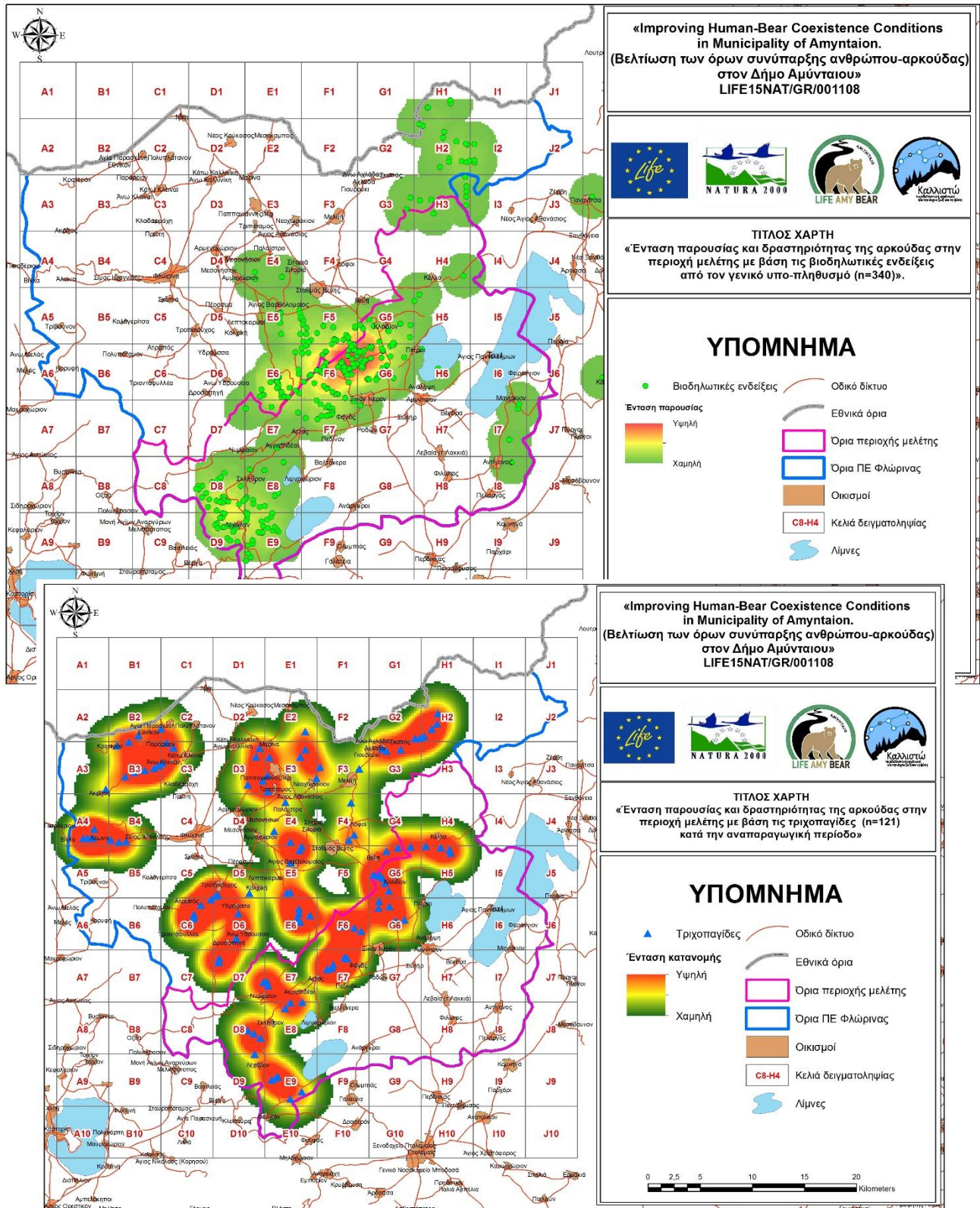


Διάγραμμα (38) : Συχνότητα παρατήρησης τύπων βιοδηλωτικών ενδείξεων αρκούδας που καταγράφηκαν στην περιοχή της Φλώρινας



Χρησιμοποιώντας του δείκτη σχετικής αφθονίας «Kernel density estimator» απεικονίσαμε χαρτογραφικά τους βασικούς πυρήνες παρουσίας και δραστηριότητας της αρκούδας στη περιοχή του έργου με βάση αφενός τις κατηγορίες βιοδηλωτικών του πίνακα (13) και αφετέρου τα ευρήματα των σημειακών/σταθερών σταθμών δειγματοληψίας. (χάρτες 21 & 22).

Χάρτες 21 & 22: Πυρήνες παρουσίας και δραστηριότητας της αρκούδας στη περιοχή του έργου.



Μερτζάνης Γ. και συνεργάτες, 2018 – έργο LIFE15NAT/GR/001108 – τεχνική αναφορά δράσης Α2.



7. Συμπεράσματα:

Από τα αποτελέσματα που εξάγονται στις τρεις (3) βασικές ενότητες και μεθοδολογίες προσέγγισης των βασικών ερευνητικών ερωτημάτων της παρούσας αναφοράς και τα οποία βρίσκει πεδίο εφαρμογής σε ότι αφορά τις διαχειριστικές δράσεις που προβλέπονται στο πλαίσιο του συγκεκριμένου έργου, μπορούμε να συνάγουμε τα εξής συμπεράσματα ανά ενότητα:

(1) Σε ότι αφορά την προσέγγιση με την χρήση φωτοπαγίδων και βιοδηλωτικών ενδείξεων:

- η σχετική αφθονία παρουσίας αρκούδας εμφανίζεται πιο έντονη σε ορισμένα κατατμήματα του ενδιαίτηματος της περιοχής του έργου (σε αυτό συνηγορούν και τα ευρήματα από την καταγραφή βιοδηλωτικών ενδείξεων). Η σχετική αφθονία φαίνεται να **αυξάνει** σε συνάρτηση με την εν γένει ανθρώπινη δραστηριότητα (φαινόμενο σχετικά αναμενόμενο καθότι η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από σχετικά υψηλή πυκνότητα οικισμών που διαμορφώνουν και ένα ανθρωπογενές περιβάλλον στο ενδιαίτημα με τροφική ελκτικότητα).

- Παράλληλα η σχετική αφθονία παρουσίας αρκούδας **μειώνεται** όσο απομακρυνόμαστε από τον δασικό οικότονο («forest edge») και τα επιφανειακά ρέοντα εσωτερικά ύδατα (ποτάμια, ρυάκια) που συνδέονται με την ύπαρξη ευνοϊκού ανάγλυφου και συνθηκών ενδιαίτηματος (μικρές κοιλάδες/ρεματιές) που χρησιμεύουν στις μετακινήσεις του ζώου στο μικρο-μακρο ενδιαίτημα.

- Οι αρκούδες εμφάνισαν εν γένει νυκτόβια δραστηριότητα σε σχέση με την ανθρώπινη παρουσία και δραστηριότητα στην περιοχή του έργου.

- Άνθρωποι και αρκούδες έδειξαν να έχουν χαμηλό βαθμό επικάλυψης παρουσίας/δραστηριότητας. ειδικά στην περίπτωση των κτηνοτρόφων,

- το ίδιο φαινόμενο παρατηρήθηκε και στην περίπτωση επικάλυψης παρουσίας και δραστηριότητας με τους κυνηγούς όπου η αποφυγή λόγω όχλησης είναι το βασικό κίνητρο. Μάλιστα, παρατηρείται μια αντιστροφή των κορυφώσεων παρουσίας αρκούδας όταν υπάρχει παρουσία κυνηγών. Σε αυτή τη περίπτωση οι αρκούδες τείνουν να γίνουν πιο δραστήριες νωρίτερα τις απογευματινές ώρες

- Γενικά οι αρκούδες έδειξαν πιο νυκτόβια παρουσία και δραστηριότητα όταν η ανθρώπινη παρουσία ήταν εντονότερη

- Τα αποτελέσματα συμβαδίζουν και με τα αποτελέσματα των τηλεμετρικών δεδομένων (δράση A3 στο ίδιο έργο) δείχνουν πως η δραστηριότητα των αρκούδων είναι κατά κύριο λόγο



νυχτόβια, με σχεδόν τα 2/3 της (64%) να καταγράφονται τις ώρες μεταξύ 22:00μμ έως 4:00πμ και με μια κορύφωση τις ώρες γύρω απ' τα μεσάνυχτα. Η δεύτερη πιο δραστήρια περίοδος της ημέρας ήταν το ξημέρωμα (5:00-8:00πμ) και η δύση του ήλιου (19:00-21:00μμ) (20% της δραστηριότητας). (Riegler, 2012).

-Τα αποτελέσματα των φωτοπαγίδων δείχνουν επίσης μια τάση διαφοροποίησης ως προς την δραστηριοποίηση των αρκούδων σε σχέση με τις αποστάσεις από τους οικισμούς αλλά και τις ώρες του 24ωρου, τεινοντας να προσεγγίζουν τους οικισμούς κατά τις νυχτερινές ώρες.

(2) Σε ότι αφορά την γενετική προσέγγιση:

Συμπερασματικά, ο πληθυσμός της καφέ αρκούδας στην περιοχή του Αμυνταίου παρουσιάζει μέτρια επίπεδα γενετικής ποικιλότητας και είναι ελαφρώς χαμηλότερη σε σχέση με αυτή που έχει αναφερθεί για άλλους ελληνικούς πληθυσμούς (Tsaparis *et al*, 2014; Karamanlidis *et al*, 2011, Pilidis *et al.*, 2018) αλλά υψηλότερη από αυτή μερικών άλλων πληθυσμών της Ευρώπης (Lorenzini *et al*, 2004; Pérez *et al*, 2009). Οι αυξημένες τιμές ενδογαμίας σε συνδυασμό με το χαμηλό δραστικό μέγεθος καθιστούν τον πληθυσμό ευάλωτο στο χρόνο και η σωστή διαχείριση και προστασία του πληθυσμού κρίνονται απαραίτητα για την βιωσιμότητα του είδους στην περιοχή. Ωστόσο αύξηση του πληθυσμιακού μεγέθους και ανάλυση μεγαλύτερου αριθμού τόπων κρίνεται απαραίτητο προκειμένου να υπάρχει μια πιο ασφαλή εκτίμηση της κατάστασης του πληθυσμού.

Ο σημαντικότερος στόχος της μελέτης υπήρξε η αποτίμηση του πληθυσμιακού μεγέθους. Ο ελάχιστος πληθυσμός, όπως προέκυψε από τη γενετική ταυτοποίηση, ανέρχεται σε **54** άτομα. Η αναλογία των δύο φύλων στα γονοτυπημένα άτομα, ωστόσο, (αρσενικά : θηλυκά = **3:1**) φαίνεται να επιβεβαιώνει μια σημαντική πτυχή συστηματικού σφάλματος της δειγματοληψίας τριχών από στύλους. Έχει αναφερθεί ότι η συμπεριφορά ξυσίματος πάνω στους στύλους εμφανίζεται σε μεγαλύτερο βαθμό στα αρσενικά άτομα παρά στα θηλυκά (Green and Mattson 2003, Karamanlidis *et al.* 2010), γεγονός που επηρεάζει την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος. Η δειγματοληψία των περιττωμάτων δεν υπόκειται σε τέτοιους περιορισμούς και είναι πιο αντιπροσωπευτική. Το σημαντικότερο όμως πρόβλημα με την αξιοποίηση των περιττωμάτων είναι η δυσκολία απομόνωσης DNA

Υπολογίστηκε ότι το πληθυσμιακό μέγεθος (N_c) είναι 154 άτομα, αριθμός που είναι περίπου 3 φορές μεγαλύτερος από τον ελάχιστο αριθμό ατόμων που ταυτοποιήθηκαν στην έρευνα. Όπως όμως αναφέρθηκε το συγκεκριμένο αποτέλεσμα ωστόσο θα πρέπει να αντιμετωπιστεί μάλλον με επιφυλακτικότητα ως προς την αξιοπιστία του. Οι δημιουργοί του προγράμματος υποστηρίζουν ότι ακριβείς εκτιμήσεις προκύπτουν με τιμές σύλληψης/άτομο της τάξης του 2 ή περισσότερο (βλ. Miller *et al.* 2005). Στην παρούσα μελέτη η πλειοψηφία των ατόμων συνελήφθη μόλις μία φορά και ο δείκτης μέσης σύλληψης/άτομο ήταν 1,36. Εντατικότερη δειγματοληψία (αύξηση του αριθμού των δειγμάτων)



θα μπορούσε μελλοντικά να επιβεβαιώσει το ακριβές μέγεθος του πληθυσμού. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει στο σημείο αυτό να τονιστεί ότι οι σημειακές εκτιμήσεις του πληθυσμιακού μεγέθους που λαμβάνονται με μόλις μία έρευνα έχουν χαμηλή διαχειριστική αξία αφού αποτελούν ουσιαστικά μια στιγμιαία απεικόνιση του πληθυσμού (snapshot). Συστηματικά και σε βάθος χρόνου προγράμματα παρακολούθησης (monitoring) μπορούν με ασφάλεια να δώσουν απαντήσεις σε θέματα όπως η διακύμανση της πληθυσμιακής πυκνότητας, η επιλογή βιοτόπου, το εύρος και η κατανομή των περιοχών επικράτειας ή η χωρική συμπεριφορά. Η μεθοδολογία γενετικής ταυτοποίησης δειγμάτων που συλλέγονται με μη παρεμβατική δειγματοληψία αποτελεί μια αρκετά αξιόπιστη και αποδοτική προσέγγιση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε τέτοια προγράμματα στην περιοχή του Αμύνταιου προκειμένου να μελετηθεί ο πληθυσμός της αρκούδας.

Τα ανωτέρω συμπεράσματα-αποτελέσματα εντάσσονται σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο μεθοδολογικών κανόνων, παραδοχών και περιορισμών που οριοθετούν ένα συγκεκριμένο βαθμό βεβαιότητας καθώς και το εύρος ισχύος των συμπερασμάτων. Ωστόσο έχουν μια διαχειριστική αξία γιατί αποτυπώνουν κάποιες τάσεις και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βάση εκκίνησης για την εφαρμογή ειδικών και στοχευμένων διαχειριστικών μέτρων .



Βιβλιογραφία

- Ancrenaz, Marc. *Handbook for wildlife monitoring using camera-traps*. BBEC II Secretariat, 2012.
- Andelman, S.J., Fagan, W.F., 2000. Umbrellas and flagships: efficient conservation surrogates or expensive mistakes? *Proc. Natl. Acad. Sci.* 97, 5954–5959.
- Barrett, Mark A., et al. "Testing bear-resistant trash cans in residential areas of Florida." *Southeastern Naturalist* 13.1 (2014): 26-39.
- Bellemain, E. V. A., et al. "Estimating population size of elusive animals with DNA from hunter-collected feces: four methods for brown bears." *Conservation Biology* 19.1 (2005): 150-161.
- Bellemain, E., and P. Taberlet. "Improved noninvasive genotyping method: application to brown bear (*Ursus arctos*) faeces." *Molecular Ecology Resources* 4.3 (2004): 519-522.
- Blankenheim D. (2018): A camera trapping study about the seasonal habitat use and circadian activity of brown bears (*Ursus arctos*) regarding the human factor in northern Pindos, Greece. Master Thesis dissertation, Science in Wildlife Ecology and Wildlife Management, Institute of Wildlife Biology and Game Management (IWJ) Department for Integrative Biology and Biodiversity Research, 51 pp.
- Boulanger, John, and Bruce McLellan. "Closure violation in DNA-based mark-recapture estimation of grizzly bear populations." *Canadian Journal of Zoology* 79.4 (2001): 642-651
- Bridges, A. S., M. R. Vaughan, and S. Klenzendorf. 2004b. Seasonal variation in American black bear *Ursus americanus* activity patterns: quantification via remote photography. *Wildlife Biology* 10:277–284
- Burton, A.C., Neilson, E., Moreira, D., Ladle, A., Steenweg, R., Fisher, J.T., Bayne, E., Boutin, S., 2015. Wildlife camera trapping: a review and recommendations for linking surveys to ecological processes. *J. Appl. Ecol.* 52, 675–685.
- Can, Özgün Emre, et al. "Resolving Human-Bear Conflict: A Global Survey of Countries, Experts, and Key Factors." *Conservation Letters* 7.6 (2014): 501-513.
- Chao, A. and R. M. Huggins. 2005b. Modern closed-populations capture-recapture models. Pages 58–87 in S. C. Amstrup, T. L. McDonald, and B. F. J. Manly, editors. *Handbook of capture–recapture analysis*. Princeton University Press, Princeton, NJ
- Chao, A. and R. M. Huggins. 2005a. Classical closed-populations capture–recapture models. Pages 22–35 in S. C. Amstrup, T. L. McDonald, and B. F. J. Manly, editors. *Handbook of capture–recapture analysis*. Princeton University Press, Princeton, NJ
- Cornuet, Jean Marie, and Gordon Luikart. "Description and power analysis of two tests for detecting recent population bottlenecks from allele frequency data." *Genetics* 144.4 (1996): 2001-2014.
- Cochran, W. G. 1997. *Sampling techniques*. Wiley, New York
- Frey, S., Fisher, J. T., Burton, A. C., Volpe, J. P. & Rowcliffe, M. (2017). Investigating animal activity patterns and temporal niche partitioning using camera-trap data: challenges and opportunities. *Remote Sens Ecol Conserv*, 3: 123-132.



- Frankham, Richard, David A. Briscoe, and Jonathan D. Ballou. *Introduction to conservation genetics*. Cambridge university press, 2002.
- Gervasi, V., Ciucci, P., Boulanger, J., Randi, E., Boitani, L., 2012. A multiple data source approach to improve abundance estimates of small populations: the brown bear in the Apennines, Italy. *Biol. Conserv.* 152, 10–20.
- Gómez, and G. Ayala. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx* 38:148–154.
- Green, Gerald I., and David J. Mattson. "Tree rubbing by Yellowstone grizzly bears *Ursus arctos*." *Wildlife Biology* 9.1 (2003): 1-10.
- Harris, G., Pimm, S.L., 2008. Range size and extinction risk in forest birds. *Conserv. Biol.* 22,163–171
- IUCN red list <http://www.iucnredlist.org/details/41688/0 2/9/2017>
- Kaczensky, Petra, Adamec, Michal, et al. "Status, management and distribution of large carnivores—bear, lynx, wolf & wolverine—in Europe." (2012).
- Kalinowski, Steven T., Mark L. Taper, and Tristan C. Marshall. "Revising how the computer program CERVUS accommodates genotyping error increases success in paternity assignment." *Molecular ecology* 16.5 (2007): 1099-1106.
- Karamanlidis, A. "First Genetic Census of brown bear (*Ursus arctos*) population in Greece." *Final Report* (2011): 1-87.
- Karamanlidis, Alexandros A., et al. "Genetic diversity, structure, and size of an endangered brown bear population threatened by highway construction in the Pindos Mountains, Greece." *European journal of wildlife research* 58.3 (2012): 511-522.
- Karamanlidis, Alexandros A., et al. "Noninvasive genetic studies of brown bears using power poles." *European journal of wildlife research* 56.5 (2010): 693-702.
- Karamanlidis, Alexandros A., et al. "Using sign at power poles to document presence of bears in Greece." *Ursus* 18.1 (2007): 54-61.
- Karamanlidis, Alexandros A., et al. "Distribution and genetic status of brown bears in FYR Macedonia: implications for conservation." *Acta theriologica* 59.1 (2014): 119-128.
- Karanth, K. U. 1995. Estimating tiger *Panthera tigris* populations from camera trap data using capture-recapture models. *Biological Conservation* 71:333–338
- Karanth, K. U. and J. D. Nichols. 2000. Ecological status and conservation of tigers in India. Final technical report to the Division of International Conservation, US Fish and Wildlife Service and Wildlife Conservation Society, Washington, DC
- Karanth. 2002. Statistical concepts: assessing spatial distributions. Pages 29–38 in K. U. Karanth and J. D. Nichols, editors. *Monitoring tigers and their prey. A manual for wildlife managers, researchers, and conservationists*. Centre for Wildlife Studies, Bangalore.
- Karanth, K. U., J. D. Nichols, N. S. Kumar, and J. E. Hines. 2006. Assessing tiger population dynamics using photographic capture–recapture sampling. *Ecology* 87:2925–2937



- Kendall, William L. "Robustness of closed capture–recapture methods to violations of the closure assumption." *Ecology* 80.8 (1999): 2517-2525.
- Kimura, Motoo, and Tomoko Ohta. "Stepwise mutation model and distribution of allelic frequencies in a finite population." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 75.6 (1978): 2868-2872.
- Kohn, Michel H., and Robert K. Wayne. "Facts from feces revisited." *Trends in ecology & evolution* 12.6 (1997): 223-227.
- Λεγάκις, Α. & Μαραγκού, Π. 2009. Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας. Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία, Αθήνα, 528 σελ.
- Linkie, M. & Ridout, M. S. (2011). Assessing tiger–prey interactions in Sumatran rainforests. *Journal of Zoology*, 284: 224-229.
- Lathuillière, Marjorie, et al. "Testing the reliability of noninvasive genetic sampling by comparing analyses of blood and fecal samples in Barbary macaques (*Macaca sylvanus*)."
American Journal of Primatology 55.3 (2001): 151-158.
- Lorenzini, Rita, et al. "Non-invasive genotyping of the endangered Apennine brown bear: a case study not to let one's hair down." *Animal Conservation forum*. Vol. 7. No. 2. Cambridge University Press, 2004.
- Luikart, Gordon, et al. "Estimation of census and effective population sizes: the increasing usefulness of DNA-based approaches." *Conservation Genetics* 11.2 (2010): 355-373.
- McCarthy, Thomas M., and Roger J. Seavoy. "Reducing nonsport losses attributable to food conditioning: human and bear behavior modification in an urban environment." *Bears: Their Biology and Management* (1994): 75-84.
- Mace, G.M., Collar, N.J., Gaston, K.J., Hilton-Taylor, C., Akçakaya, H.R., Leader-Williams, N., Milner-Gulland, E.J., Stuart, S.N., 2008. Quantification of extinction risk: IUCN's system for classifying threatened species. *Conserv. Biol.* 22, 1424–1442
- MacKenzie, D. I., J. D. Nichols, J. A. Royle, K. H. Pollock, L. A. Bailey, and J. E. Hines. 2006. *Occupancy modeling and estimation*. Academic, San Diego, CA.
- McKelvey, K. S., and M. K. Schwartz. "Dropout: a program to identify problem loci and samples for noninvasive genetic samples in a capture-mark-recapture framework." *Molecular Ecology Resources* 5.3 (2005): 716-718.
- Meredith, M. & Ridout, M. (2016). Overview of the Overlap Package Nichols, J. D. and K. U.
- Mertzanis G., Korakis G., Tsiokanos K., Aravidis Il. (2009): Expansion of brown bear range in the course of rural abandonment during the 20th century - a case study from the Pindos mountain range. Pp 330-337 in: "Woodland Cultures in Time and Space - Tales from the past, messages for the future". (Saratsi E., Burgi Mat., Johann El., Kirby K., Moreno D., Watkins Ch.eds.); Embryo Publ. 2009, ISBN 978-960-8002-53-1., 400 p.



- Mertzanis, G., Mazaris Ant., Sgardelis St., Aravidis El., Giannakopoulos Al., Godes C., Riegler S., Riegler A. and Tragos Ath "Telemetry as a Tool to Study Spatial Behaviour and Patterns of Brown Bears as Affected by the Newly Constructed Egnatia Highway–N. Pindos-Greece." *Modern Telemetry*. InTech, 2011.
- Mertzanis G, Giannakopoulos A, Pilides C. "Status of the brown bear *Ursus arctos* (Linnaeus, 1758) in Greece" (2009): p. 385–387 In: Legakis & Maragou P, editors. Red data book of threatened vertebrates of Greece. Athens: Hellenic Zoological Society. 525 pp
- Mertzanis, G., and G. Iliopoulos. *Identification and effective delineation of sectors over the main road and highway network with high risk of bear (Ursus arctos) traffic accidents for minimization of bear related mortality. Callisto NGO, Thessaloniki. Project LIFE09NAT/GR/00333*, 2011.
 - Noon, B.R., Bailey, L.L., Sisk, T.D., McKelvey, K.S., 2012. Efficient species-level monitoring at the landscape scale. *Conserv. Biol.* 26, 432–441.
 - Otis, D. L., K. P Burnham, G. C. White, and D. R. Anderson. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monographs* 62:1–135
 - O'Connell, A., Nichols, J. D. & Karanth, K. U. (2011). Camera traps in animal ecology: Methods and analyses. 10.1007/978-4-431-99495-4.
 - Paetkau, D., et al. "Microsatellite analysis of population structure in Canadian polar bears." *Molecular ecology* 4.3 (1995): 347-354.
 - Paetkau, David, Gerald F. Shields, and Curtis Strobeck. "Gene flow between insular, coastal and interior populations of brown bears in Alaska." *Molecular Ecology* 7.10 (1998): 1283-1292.
 - Pages, Marie, et al. "A system for sex determination from degraded DNA: a useful tool for palaeogenetics and conservation genetics of ursids." *Conservation Genetics* 10.4 (2009): 897-907.
 - Peel, D., J. R. Oviden, and S. L. Peel. "NeEstimator: Software for Estimating Effective Population Size, Version 1. 3. Department of Primary Industries and Fisheries, Queensland Government." *City East, Queensland, Australia* (2004).
 - Pérez, Trinidad, et al. "Non-invasive genetic study of the endangered Cantabrian brown bear (*Ursus arctos*)." *Conservation genetics* 10.2 (2009): 291-301.
 - Pilidis, C., Anijal P., et al. "The genetics of the brown bears (*Ursus arctos*) in Greece display signature patterns of rear-edge populations". 2018 (Submitted).
 - Piry, S., G. Luikart, and J. M. Cornuet. "BOTTLENECK: a computer program for detecting recent reductions in the effective population size using allele frequency data." *Journal of heredity* 90 (1999): 502-503.
 - Pompanon, François, et al. "Genotyping errors: causes, consequences and solutions." *Nature Reviews Genetics* 6.11 (2005): 847.
 - Riegler, Armin et al. "Combining telemetry to field observations in order to investigate brown bears (*Ursus arctos* L.) resource selection in proximity to human settlements in NW Greece" in A. Legakis, C. Georgiadis & P. Pafilis (eds.) (2012). Abstracts of the International Congress on the Zoogeography, Ecology and Evolution of Southeastern Europe and the Eastern Mediterranean, 18-22 June 2012, Athens, Greece. Hellenic Zoological Society, 230 pp.



- Ridout, M. & Linkie, M. (2009). Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 14(3): 322-337.
- Rousset, Francois. "genepop'007: a complete re- implementation of the genepop software for Windows and Linux." *Molecular ecology resources* 8.1 (2008): 103-106.
- Royle A. (2004): N-Mixture Models for Estimating Population Size from Spatially Replicated Counts J. Division of Migratory Bird Management, U.S. Fish and Wildlife Service, *BIOMETRICS* 60, 108-115.
- Sawaya, Michael A., et al. "Estimating grizzly and black bear population abundance and trend in Banff National Park using noninvasive genetic sampling." *PloS one* 7.5 (2012): e34777.
- Seber, G. A. F. 1982. The estimation of animal abundance and related parameters. Second edition. Macmillan, New York
- Silver, S. C., L. E. T. Ostro, L. K. Marsh, L. Maffei, A. J. Noss, M. J. Kelly, R. B. Wallace, H.
- Steenweg, R., et al. "Camera-based occupancy monitoring at large scales: Power to detect trends in grizzly bears across the Canadian Rockies." *Biological Conservation* 201 (2016): 192-200.
- Steenweg, R., Hebblewhite, M., Kays, R., Ahumada, J., Fisher, J.T., Burton, A.C., Townsend, S.E., Carbone, C., Rowcliffe, J.M., Whittington, J., Switalski, A., Clevenger, A.P., Heim, N., Rich, L.N., 2016. Scaling up camera traps — monitoring the planet's biodiversity with networks of remote sensors. *Front. Ecol. Environ.* (In Revision).
- Thompson, S. K. 1992. *Sampling*. Wiley, New York
- Taberlet, Pierre, et al. "Noninvasive genetic tracking of the endangered Pyrenean brown bear population." *Molecular ecology* 6.9 (1997): 869-876.
- Tessier, Cécile, et al. "Optimization of the choice of molecular markers for varietal identification in *Vitis vinifera* L." *Theoretical and Applied Genetics* 98.1 (1999): 171-177.
- Tsaparis, Dimitris, et al. "Non-invasive genetic study and population monitoring of the brown bear (*Ursus arctos*)(Mammalia: Ursidae) in Kastoria region–Greece." *Journal of natural history* 49.5-8 (2014): 393-410.
- Valière, Nathaniel. "GIMLET: a computer program for analysing genetic individual identification data." *Molecular Ecology Resources* 2.3 (2002): 377-379.
- Waits, Lisette P., and David Paetkau. "Noninvasive genetic sampling tools for wildlife biologists: a review of applications and recommendations for accurate data collection." *Journal of wildlife management* 69.4 (2005): 1419-
- Williams, B. K., J. D. Nichols, and M. J. Conroy. 2002. Analysis and management of animal populations. Academic, San Diego

