

Διασυνοριακό Πρόγραμμα Ευρωπαϊκής Εδαφικής Συνεργασίας «Ελλάδα-Ιταλία 2007-2013»

The project is co-funded by the European Union
and by National Funds of Greece & Italy



Άξονας Προτεραιότητας 3: «Βελτίωση της ποιότητας ζωής, προστασία του περιβάλλοντος και ενίσχυση της κοινωνικής και πολιτιστικής συνοχής»

**Τίτλος έργου “Strategic plans for restoration, protection & eco tourism promotion in Natura 2000 sites devastated by natural disasters”
(NAT-PRO)**



ΦΑΣΗ Α' (Δράση 3.1.)

Μελέτη Αξιολόγησης της διατήρησης της βιοποικιλότητας των δασικών/χερσαίων οικοσυστημάτων στις περιοχές μελέτης του προγράμματος

**ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΥΠΟΟΜΑΔΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ:
«ΝΥΧΤΕΡΙΔΕΣ ΣΕ ΚΑΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΑΚΑΥΤΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ»**



Ερευνήτρια: Έλενα Παπαδάτου, Δρ Οικολογίας

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	3
3. ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΝΥΧΤΕΡΙΔΩΝ ΚΑΙ ΕΙΔΗ	6
4. ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΑΝΑ ΣΤΡΩΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ.....	8
5. ΑΡΙΘΜΟΣ, ΣΥΝΘΕΣΗ ΕΙΔΩΝ ΚΑΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΣΤΡΩΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	10
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	11
7. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΕΤΑΙΡΩ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ	12
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	14

Ευχαριστίες

Θερμά ευχαριστώ στον Γιάννη Θεοδωρόπουλο και την Αθηνά Δήμτσα για την πολύτιμη βοήθειά τους στις δειγματοληψίες. Επίσης θερμά ευχαριστώ στον Γιώργο Φωτιάδη, Δρ. Δασολογίας, για τις επικοινωνητικές συζητήσεις σε σχέση με τα αποτελέσματα της μελέτης.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα νησιωτικά συστήματα, ορισμένοι τύποι ενδιαιτημάτων κυνηγιού είναι πιο περιορισμένοι σε σχέση με την ηπειρωτική χώρα και φαίνεται ότι οι νυχτερίδες προσαρμόζουν ανάλογα τις επιλογές και τις προτιμήσεις τους. Μια τέτοια περίπτωση είναι αυτή της Ζακύνθου, όπου προηγούμενη μελέτη έδειξε ότι τα πευκοδάση ήταν το προτιμώμενο ενδιαίτημα κυνηγιού για τα περισσότερα είδη νυχτερίδων σε σχέση με τους ελαιώνες (Davy *et al* 2007).

Η φωτιά, ως φυσική διεργασία, μπορεί να ευνοήσει την αναγέννηση των δασών και να δημιουργήσει μωσαϊκά ενδιαιτημάτων που ενισχύουν τη βιοποικιλότητα. Ωστόσο οι πολύ συχνές και εκτεταμένες πυρκαγιές μπορεί να οδηγήσουν σε υποβάθμιση του δάσους και να επιδράσουν αρνητικά στη βιοποικιλότητα συμπεριλαμβανομένων και των νυχτερίδων, π.χ. μέσω της άμεσης υποβάθμισης ή καταστροφής των χώρων καταφυγίου και κυνηγιού τους. Επιπλέον οι νυχτερίδες βρίσκονται ψηλά στην τροφική πυραμίδα (καταναλώνουν έντομα και άλλα αρθρόποδα). Επομένως χρονικές μεταβολές ή χωρικές διαφοροποιήσεις στην αφθονία και την ποικιλότητά των πληθυσμών τους μπορεί να αντανακλούν αντίστοιχες μεταβολές ή διαφοροποιήσεις στη δομή της πανίδας αρθροπόδων και κατ' επέκταση της βλάστησης, των οικοτόπων κλπ (Jones *et al* 2009).

Στα πλαίσια της αξιολόγησης των μεταπυρικών επιπτώσεων στη βιοποικιλότητα και στην οικολογική συνοχή των οικοσυστημάτων (Φάση Α', δράση 3.1) του προγράμματος "Nat-Pro" στη Ζάκυνθο, διερευνήθηκε και αξιολογήθηκε η επίδραση της φωτιάς στην αφθονία και την ποικιλότητα των νυχτερίδων και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται κατωτέρω.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Περιοχή μελέτης και δειγματοληψία

Τον Ιούλιο του 2012 πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες σε 6 στρώματα σε πευκοδάση με διαφορετική επίδραση τις φωτιές: K2011A = καμένο το 2011 με κορμούς (θέση 6) ή κορμίδια (θέση 3), K2011B = καμένο το 2011 με βραχώδες έδαφος και πολύ αραιά κυρίως χαμηλά δέντρα (θέσεις 4 και 5), K3 = καμένο 3 τουλάχιστον φορές με τελευταία φορά τη δεκαετία 2000-2010 (θέσεις 7-10), K2 = καμένο 2 φορές με τελευταία φορά τη δεκαετία 2000-2010 (θέσεις 11-14), K1975-1985 = καμένο την περίοδο 1975-1985 (θέσεις 15-18), και A = άκαφτο πευκοδάσος (θέσεις 19-22) (Πίνακας 1, Παραρτήματα I και II). Το στρώμα των καμένων το 2011 χωρίστηκε σε δυο στρώματα διότι θεωρήθηκαν ως δυο τελείως διαφορετικοί τύποι οικοτόπων σε σχέση με τα είδη και τη δραστηριότητα των νυχτερίδων (κάτι που έγινε εμφανές και από τα αποτελέσματα, βλ. κατωτέρω). Σε κάθε στρώμα δειγματοληψίας αντιστοιχούν 4 δειγματοληπτικές θέσεις με την εξαίρεση των K2011A και K2011B, στα οποία αντιστοιχούν από 2 δειγματοληπτικές θέσεις (Πίνακας 1 και Παράρτημα I). Επίσης εξετάστηκε και μια επιπρόσθετη θέση με ώριμο δάσος πουργαριών (στρώμα Q, Πίνακας 1). Μια δεύτερη θέση (επίσημος κωδικός θέσης: 2) με πολύ μικρής έκτασης ώριμο δάσος πουργαριών δεν εξετάστηκε διότι η έκτασή της κρίθηκε πολύ μικρή για να έχει νόημα η δειγματοληψία και για λόγους ασφάλειας (παρουσία ανθρώπων τη νύχτα). Συνολικά εξετάστηκαν 21 δειγματοληπτικές θέσεις (Πίνακας 1, Παραρτήματα I και II).

Πριν την έναρξη των δειγματοληψιών πραγματοποιήθηκε επίσκεψη σε όλες τις θέσεις στη διάρκεια μιας ημέρας ώστε να υπάρξει μια πρώτη εξοικείωση του ερευνητή με τις θέσεις.

Πίνακας 1. Στρώματα δειγματοληψίας, δειγματοληπτικές θέσεις, ημερομηνίες, ώρες έναρξης και λήξης και διάρκεια δειγματοληψιών για τις νυχτερίδες. Βλ. κείμενο για επεξηγήσεις κωδικών στρωμάτων δειγματοληψίας.

Στρώμα	Θέση	Ημ/νία	Ώρα έναρξης	Ώρα λήξης	Διάρκεια
Q	1	18/07/2012	21:27	22:20	00:53
K2011A	3	19/07/2012	22:43	00:02	01:19
K2011B	4	21/07/2012	22:39	23:34	00:55
K2011B	5	21/07/2012	21:27	22:25	00:58
K2011A	6	19/07/2012	21:30	22:24	00:54
K3	7	14/07/2012	21:32	22:30	00:58
K3	8	15/07/2012	21:30	22:30	01:00
K3	9	18/07/2012	23:06	00:06	01:00
K3	10	22/07/2012	22:32	23:19	00:47
K2	11	20/07/2012	22:50	23:45	00:55
K2	12	22/07/2012	21:30	22:26	00:56
K2	13	22/07/2012	23:47	00:42	00:55
K2	14	23/07/2012	21:30	22:25	00:55
K1975-1985	15	15/07/2012	22:58	00:16	01:18
K1975-1985	16	20/07/2012	21:30	22:28	00:58
K1975-1985	17	17/07/2012	21:30	22:40	01:10
K1975-1985	18	13/07/2012	23:17	00:27	01:10
A	19	17/07/2012	22:55	23:55	01:00
A	20	14/07/2012	22:52	23:50	00:58
A	21	23/07/2012	23:15	00:24	01:09
A	22	13/07/2012	21:35	22:58	01:23

Σε κάθε δειγματοληπτική θέση πραγματοποιήθηκε μια δειγματοληψία. Κάθε νύχτα πραγματοποιούνταν δύο δειγματοληψίες σε δύο δειγματοληπτικές θέσεις αντίστοιχα ξεκινώντας περίπου 45 λεπτά μετά τη δύση του ήλιου και ολοκληρώνοντας γύρω στα μεσάνυχτα, με την εξαίρεση των θέσεων 10, 12 και 13 στις οποίες έγιναν δειγματοληψίες σε μια νύχτα λόγω εγγύτητας (Πίνακας 1). Οι ώρες έναρξης σε θέσεις στο ίδιο στρώμα δειγματοληψίας εναλλάσσονταν ώστε να ελαττωθεί η επίδραση του χρόνου δειγματοληψίας στο αποτέλεσμα. Σε κάθε θέση επιλέγονταν 4 σημεία με απόσταση τουλάχιστον 30 μ μεταξύ τους (Παράρτημα Ι) για να ληφθούν υπόψη χωρικές διακυμάνσεις εντός της θέσης. Σε κάθε σημείο γινόταν ηχογράφηση των υπέρηχων που εξέπεμπαν οι περαστικές νυχτερίδες για 10 λεπτά. Συνολικά η διάρκεια της δειγματοληψίας σε κάθε θέση ήταν κατά μέσο όρο 1 ώρα (Πίνακας 1) και περιλάμβανε τις 4 δεκάλεπτες ηχογραφήσεις και τις μετακινήσεις από σημείο σε σημείο.

Η επιλογή των σημείων ήταν τυχαία αλλά και με τρόπο που να επιτρέπει την ομαλή και ασφαλή πρόσβαση στον ερευνητή στη διάρκεια της νύχτας. Στο στρώμα K1975-1985 (και λιγότερο στο A) επιπλέον επιλέχθηκαν σημεία κυρίως κοντά σε ανοίγματα, στις παρυφές ή εκεί όπου τα δέντρα ήταν αραιωμένα διότι οι νυχτερίδες δεν πετούν σε πολύ πυκνά κι αδιαπέραστα μέρη (στα οποία συχνά ο ερευνητής είχε πολύ δύσκολη ή καθόλου πρόσβαση, πχ στη θέση 16, Παράρτημα Ι). Τα σημεία επιλέγονταν στη διάρκεια της ημέρας ώστε να υπάρχει επαρκές φως και σηματοδύνονταν με πέτρες, ξύλα κι άλλα αντικείμενα ώστε να εντοπίζονται εύκολα τη νύχτα.

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν με ανιχνευτή υπερήχων τύπου time expansion (μοντέλο D240x, Pettersson Elektronik) που χρησιμοποιείται ευρέως σε τέτοιου τύπου δειγματοληψίες διεθνώς (π.χ. Russo & Jones 2003, Davy *et al* 2007) και συσκευή ψηφιακών ηχογραφήσεων (Roland R05). Σε σημεία κοντά ή επάνω σε δασικούς δρόμους (π.χ. στη θέση 11), ο ανιχνευτής γενικά ήταν στραμμένος προς την κατεύθυνση του ενδιαφέροντος και όχι προς το δρόμο. Λόγω των τεχνικών προδιαγραφών του συγκεκριμένου τύπου ανιχνευτή, ο πραγματικός χρόνος ηχογράφησης ανά δειγματοληπτικό σημείο σε κάθε θέση ήταν περίπου 65 δευτερόλεπτα ή 260 δευτερόλεπτα (4μιση λεπτά περίπου) ανά δειγματοληπτική θέση ή 18 λεπτά ανά στρώμα. Στη διάρκεια της αναπαραγωγής των καταγεγραμμένων υπέρηχων και αντίστοιχων ηχογραφήσεων ο ανιχνευτής time expansion δεν καταγράφει τυχόν άλλες νυχτερίδες που περνούν από την περιοχή. Έτσι παράλληλα με την αναπαραγωγή σαρώνονταν συχνότητες σε εύρος 20-60 kHz με τον τύπο heterodyne που διαθέτει το συγκεκριμένο μοντέλο και έτσι καταγράφονταν επιπλέον περαστικές νυχτερίδες οι οποίες όμως έτσι δεν αναγνωρίζονταν και καταγράφονταν ως άγνωστα είδη.

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιούνταν κατά τις νύχτες με παρόμοιες καιρικές συνθήκες, κάτι που διευκολύνθηκε από την εποχή που έγιναν και τη συνολική τους διάρκεια. Μόνο μια φορά ακυρώθηκε δειγματοληψία λόγω ισχυρών ανέμων και επαναλήφθηκε αργότερα.

Τέλος, στήθηκαν δίχτυα παρεμβολής για παγιδεύσεις στη θέση 6 (K2011A), στις 24 Ιουλίου, μετά το πέρας των δειγματοληψιών μέσω ηχογραφήσεων. Η απόπειρα παγιδεύσεων δεν έφερε αποτέλεσμα και δεν περιγράφεται περαιτέρω.

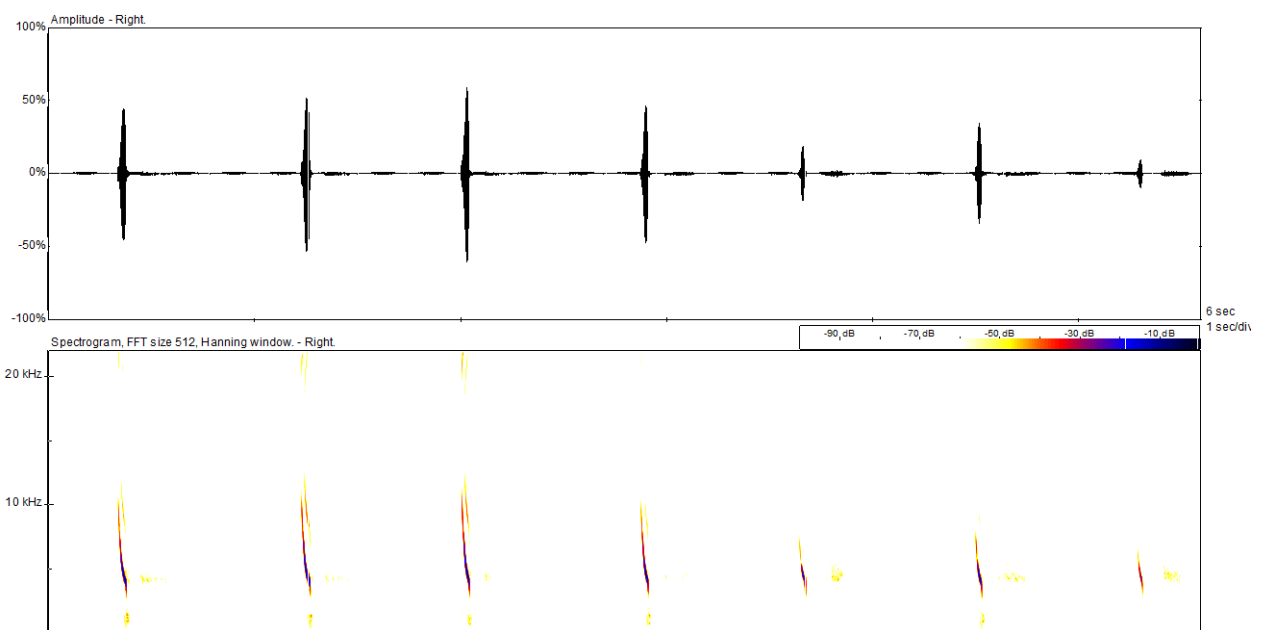
Ανάλυση ηχητικών δεδομένων

Κατά τις ακουστικές καταγραφές, ο ακριβής αριθμός των νυχτερίδων δε μπορεί να προσδιοριστεί. Έτσι γίνεται ποσοτική εκτίμηση της δραστηριότητας των νυχτερίδων που αποτελεί μέτρο της σχετικής αφθονίας τους. Εδώ ορίσαμε ως μέτρο της δραστηριότητάς τους τον μέσο αριθμό των ηχητικών περασμάτων (ΗΠ) τους ανά στρώμα δειγματοληψίας. Ως ηχητικό πέρασμα (bat pass) ορίζεται μια σειρά από ηχητικά καλέσματα στην εκάστοτε ηχογράφηση τα οποία ανήκουν σε ένα άτομο (Σχήμα 1). Επίσης έγινε ποιοτική καταγραφή των «τροφικών βόμβων» (feeding buzzes) που είναι ένας ειδικός τύπος ΗΠ χαρακτηριστικός της τροφικής δραστηριότητάς τους σε μια περιοχή.

Η ανάλυση των ηχητικών δεδομένων έγινε με τη χρήση του ειδικού λογισμικού πακέτου BatSoundPro (Pettersson Elektronik). Η αναγνώριση των υπέρηχων σε επίπεδο γένους ή είδους βασίστηκε σε μετρήσεις παραμέτρων συχνοτήτων και χρόνου και με βάση τη βιβλιογραφία

(Russo & Jones 1999, 2002, Davy *et al* 2007, Papadatou *et al* 2008) και την προσωπική εμπειρία του ερευνητή. Η δραστηριότητα των νυχτερίδων, συνολική και ανά είδος, εκτιμήθηκε μετρώντας τον αριθμό των ΗΠ που ηχογραφήθηκαν σε κάθε αρχείο ήχου. Ειδικά στη συνολική δραστηριότητα, προσμετρήθηκαν και τα ΗΠ που αποδόθηκαν σε άγνωστα είδη (βλ. ανωτέρω).

Τέλος, πραγματοποιήθηκε στατιστική σύγκριση της συνολικής μέσης δραστηριότητας ανάμεσα στα διαφορετικά στρώματα δειγματοληψίας. Μετά από λογαριθμική μετατροπή των δεδομένων λόγω μη κανονικής κατανομής τους, εφαρμόστηκε ανάλυση της διασποράς με έναν παράγοντα (one-way ANOVA).



Σχήμα 1. Ηχητικό πέρασμα νυχτερίδας του γένους *Myotis*.

3. ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΝΥΧΤΕΡΙΔΩΝ ΚΑΙ ΕΙΔΗ

Στις συνολικά 10 νύχτες δειγματοληψιών ηχογραφήθηκαν 1017 ηχητικά περάσματα από τα οποία αναγνωρίστηκαν τα 783 σε επίπεδο ειδών ή γενών: συνολικά αναγνωρίστηκαν 5 είδη και 2 γένη (Πίνακας 2). Στον Πίνακα 2 δίδεται επίσης το καθεστώς προστασίας τους σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Αναγνώριση ηχητικών περασμάτων που ανήκουν στα γένη *Myotis* και *Plecotus* δεν επιχειρήθηκε σε επίπεδο είδους λόγω δυσκολίας που έγκειται στην ευρεία αλληλεπικάλυψη των ηχητικών παραμέτρων τους. Για την αναγνώρισή τους απαιτούνται συνδυαστικές μέθοδοι (συστηματικές παγιδεύσεις στην περιοχή μελέτης, πολυπαραγοντικές στατιστικές μέθοδοι κλπ) που ήταν πέρα από τις δυνατότητες αυτής της μελέτης. Όσον αφορά το γένος *Plecotus*, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Davy *et al* 2007, Dietz *et al* 2009) πρόκειται πιθανότατα για κάποιο ή κάποια από τα είδη *Plecotus kolombatovici* και *P. macrobullaris*.

Τα περισσότερα ηχητικά περάσματα που αναγνωρίστηκαν σε επίπεδο είδους αποδόθηκαν στο είδος *Pipistrellus kuhlii* (Πίνακας 2), αποτέλεσμα που συμφωνεί με τα ευρήματα των Davy *et al* (2007). Ακολουθούν τα είδη *Tadarida teniotis*, *Hypsugo savii* και τα γένη *Myotis* και *Plecotus* (Πίνακας 2). Το είδος *Tadarida teniotis* είναι περισσότερο κοινό εδώ (18.14%) συγκριτικά με το εύρημα των Davy *et al* (4.01%). Ευχάριστη έκπληξη αποτέλεσαν οι ηχογραφήσεις του γένους *Plecotus*, καθώς η χαμηλή ένταση των εκπεμπόμενων καλεσμάτων τους συνήθως περιορίζει πολύ την ηχογράφησή τους. Λιγότερο κοινά στις ηχογραφήσεις ήταν τα είδη *Rhinolophus ferrumequinum* και *Pipistrellus pipistrellus* (Πίνακας 2). Όσον αφορά το είδος *R. ferrumequinum*, πρόκειται μάλλον για υποεκτίμηση λόγω της χαμηλής έντασης των καλεσμάτων του σε συνδυασμό με τη μεθοδολογία ηχογραφήσεων που ακολουθήθηκε εδώ (σάρωμα συχνοτήτων εντός του εύρους 20-60 kHz που είναι χαμηλότερες από τις συχνότητες που εκπέμπει το είδος, δηλ. περίπου 75-85 kHz. Η παρουσία του έγινε γνωστή λόγω των δευτερευόντων αρμονικών του είδους που βρίσκονται στο εύρος σαρώματος). Το είδος *P. pipistrellus* κατεγράφη στο νησί για πρώτη φορά και όπως φαίνεται δεν είναι πολύ κοινό, τουλάχιστον όχι στις περιοχές που εξετάστηκαν (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Συνολική (αριθμός ηχητικών περασμάτων) και ποσοστιαία (% ηχητικών περασμάτων επί του συνόλου) δραστηριότητα ανά είδος και γένος νυχτερίδας που αναγνωρίστηκε. Δίνεται επίσης και το εθνικό και διεθνές καθεστώς προστασίας τους (για τα γένη δίνεται μόνο ότι ισχύει για όλα τα είδη).

Είδος	Αρ. ΗΠ	% ΗΠ	Κόκκινο Βιβλίο IUCN 2009	Κόκκινο Βιβλίο Ελλάδα 2009	92/43/ΕΟΚ	Συνθήκη Βέρνης	Συνθήκη Βόννης	Π.Δ. 67/1981
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	498	63.60	LC	LC	IV	II	II	+
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	4	0.51	LC	DD	IV	III	II	+
<i>Hypsugo savii</i>	100	12.77	LC	LC	IV	II	II	+
Γένος <i>Myotis</i>	15	1.92	-	-	IV	II	II	+
Γένος <i>Plecotus</i>	19	2.43	-	-	IV	II	II	+
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	5	0.64	LC	LC	II, IV	II	II	+
<i>Tadarida teniotis</i>	142	18.14	LC	LC	IV	II	II	+
Σύνολο	783	100.00						

Επεξηγηματικές σημειώσεις :

Κόκκινο Βιβλίο IUCN και Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας 2009

LC = Μειωμένου Ενδιαφέροντος; DD = Ανεπαρκή Δεδομένα

Οδηγία 92/43/ΕΟΚ Παραρτήματα II και IV

Συνθήκη της Βέρνης: «Συνθήκη για τη Διατήρηση της Ευρωπαϊκής Άγριας Ζωής και των Φυσικών Οικοτόπων»

Παράρτημα II: Αυστηρά προστατευόμενα είδη πανίδας. Παράρτημα III: Προστατευόμενα είδη πανίδας

Συνθήκη της Βόννης: «Συνθήκη για τη Διατήρηση των Μεταναστευτικών Ειδών Άγριων Ζώων (CMS)»

Παράρτημα II: Μεταναστευτικά είδη των οποίων η διατήρηση εξασφαλίζεται μέσω Συμφωνιών

Π.Δ. 67/1981: Προεδρικό Διάταγμα 67/1981

4. ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΑΝΑ ΣΤΡΩΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

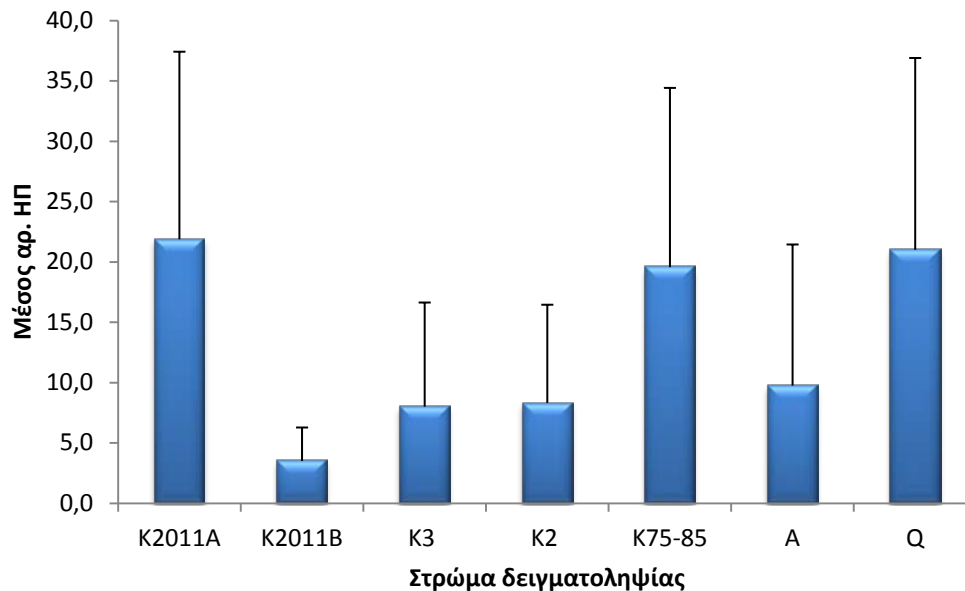
Η δραστηριότητα ήταν γενικά πολύ χαμηλή έως μηδενική κατά το πρώτο δεκάλεπτο των ηχογραφήσεων ανεξάρτητα από το στρώμα δειγματοληψίας. Μόνο στο ώριμο δάσος πουρναριών ήταν σχετικά υψηλότερη (N=9 ΗΠ) κι αυτό πιθανά επειδή εκεί βρίσκονται καταφύγια μέσα στα ώριμα δέντρα και η έξοδος των νυχτερίδων από αυτά γίνεται κατά το σούρουπο. Στα άκαφτα επίσης είναι πολύ πιθανό να υπάρχουν καταφύγια πχ κάτω από τον φλοιό των ώριμων πεύκων, αν και εδώ δεν είχαμε ανάλογες ενδείξεις. Η δραστηριότητα αυξανόταν από το δεύτερο δεκάλεπτο και μετά, και σε μερικές θέσεις συνεχιζόταν αμείωτη ακόμα και μετά το πέρας των δειγματοληψιών ειδικά εκεί όπου υπήρχε έντονη τροφική δραστηριότητα (π.χ. θέσεις 3, 16, 17). Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τους Davy *et al* (2007) που αναφέρουν ότι η δραστηριότητα των νυχτερίδων γενικά άρχιζε να μειώνεται μετά την παρέλευση μιας ώρας μετά το σούρουπο στις περιοχές της Ζακύνθου που μελέτησαν.

Η υψηλότερη συνολική μέση δραστηριότητα κατεγράφη στα καμένα το 2011 με κορμούς ή κορμίδια (K2011A) και στα καμένα την περίοδο 1975-1985 (K1975-1985) (Σχήμα 2). Ακολούθησαν τα καμένα 3 και 2 φορές (K3 και K2 αντίστοιχα) και τα άκαφτα (A), με παρόμοια μέση δραστηριότητα, ενώ η χαμηλότερη μέση δραστηριότητα κατεγράφη στα καμένα το 2011 με αραιή βλάστηση, πολύ αραιά χαμηλά καμένα δέντρα και αρκετό γυμνό βραχώδες έδαφος (K2011B). Οι παρατηρούμενες διαφορές στη μέση δραστηριότητα των νυχτερίδων συνολικά ανάμεσα στα στρώματα ήταν στατιστικά σημαντικές ($F = 4.264$, β.ε.=5, $P < 0.01$). Όταν εξετάστηκαν τα ζεύγη των στρωμάτων μεταξύ τους, στατιστικά σημαντικές ήταν οι διαφορές ανάμεσα στα K2011A και K2011B, καθώς και ανάμεσα στα K1975-1985 και K2011B (Bonferroni, $P < 0.05$).

Στα στρώματα K75-85 και A, αλλά και στα K2011A, η υψηλότερη δραστηριότητα, τόσο μετακινήσεις όσο και κυνήγι, κατεγράφη στα ανοίγματα/ξέφωτα, στις παρυφές των δασών και όπου είχαν αραιωθεί τα δέντρα. Στο στρώμα K2011A, η επίδραση της φωτιάς ευνοεί τη δημιουργία ανοιγμάτων λόγω της ελάττωσης της κομοστέγης. Ειδικά στη θέση 3, το κυνήγι παρατηρήθηκε κυρίως κοντά σε ξέφωτο (σημεία 3-3, 3-4, Παράρτημα Ι) ενώ στα άλλα σημεία παρατηρήθηκαν κυρίως μετακινήσεις. Στα ανοίγματα φτάνει το φως και άρα ευνοείται η ανάπτυξη της χλωριδικής ποικιλότητας με πολλά ποώδη φυτά, τα οποία προσελκύουν πλούσια πανίδα αρθροπόδων, τόσο όσον αφορά τα είδη όσο και τους πληθυσμούς τους. Τα γύρω δέντρα δρουν ως ανεμοφράχτες προστατεύοντας τα φυτά και τα έντομα από τον άνεμο.

Στο στρώμα A η πυκνή κομοστέγη δεν επιτρέπει να φτάσει το φως μέχρι το έδαφος σε αρκετά σημεία σε όλη τη διάρκεια του χρόνου (σε αντίθεση με τα φυλλοβόλα δάση) και άρα ο υπόροφος είναι λιγότερο πλούσιος, πιθανότατα συγκεντρώνοντας λιγότερα έντομα. Αυτό πιθανά εξηγεί γιατί η δραστηριότητα ήταν χαμηλότερη σε γενικές γραμμές στο στρώμα A συγκριτικά με τα K2011A και K75-85. Αντίστοιχα, στο ώριμο δάσος πουρναριών Q (Σχήμα 2) παρατηρήθηκε πολύ χαμηλή έως καθόλου τροφική δραστηριότητα. Η υψηλή δραστηριότητα που φαίνεται στο Σχήμα 2 οφείλεται κατά κύριο λόγο σε μετακινήσεις: ειδικά σε ένα από τα 4 δειγματοληπτικά σημεία της θέσης, η δραστηριότητα περιορίστηκε σε λίγα λεπτά εντός του

δειγματοληπτικού 10λεπτου, φανερώνοντας πιθανότατα την έξοδο μιας αποικίας από κάποιο ή κάποια από τα παλαιά δέντρα δίπλα στο σημείο, τα οποία ευνοούν την ύπαρξη αποικιών σε ώριμα δάση (η μέση τιμή στο Q προέρχεται από μια μόνο δειγματοληπτική θέση, Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Μέσος αριθμός ηχητικών περασμάτων (ΗΠ) συνολικά όλων των νυχτερίδων που κατεγράφησαν ανά στρώμα δειγματοληψίας: K2001A=καμένα το 2011 με κορμούς ή κορμίδια, K2011B=καμένα το 2001 με πολύ αραιά κυρίως χαμηλά καμένα δέντρα και αρκετό γυμνό βραχώδες έδαφος, K3=καμένα 3 φορές με μια τουλάχιστον εντός της δεκαετίας 2000-2010, K2=καμένα 2 φορές, K75-85=καμένα το 1975-1985, A=άκαφτα, Q=ώριμο δάσος πουρναριών. Στο σχήμα φαίνεται και η τυπική απόκλιση των μέσων τιμών.

Το στρώμα K2011B έχει πολλά γυμνά βράχια και αραιή σχετικά χαμηλή βλάστηση, γενικά φτωχότερη αναγέννηση, είναι δε περισσότερο ξηρό και εκτεθειμένο στον άνεμο και τον ήλιο (κυρίως η θέση 5), και πιθανά είχε καεί ξανά σχετικά πρόσφατα ευνοώντας την απόπλυση του εδάφους. Επομένως στηρίζει φτωχότερη εντομοπανίδα (και ποιοτικά, οπτική παρατήρηση).

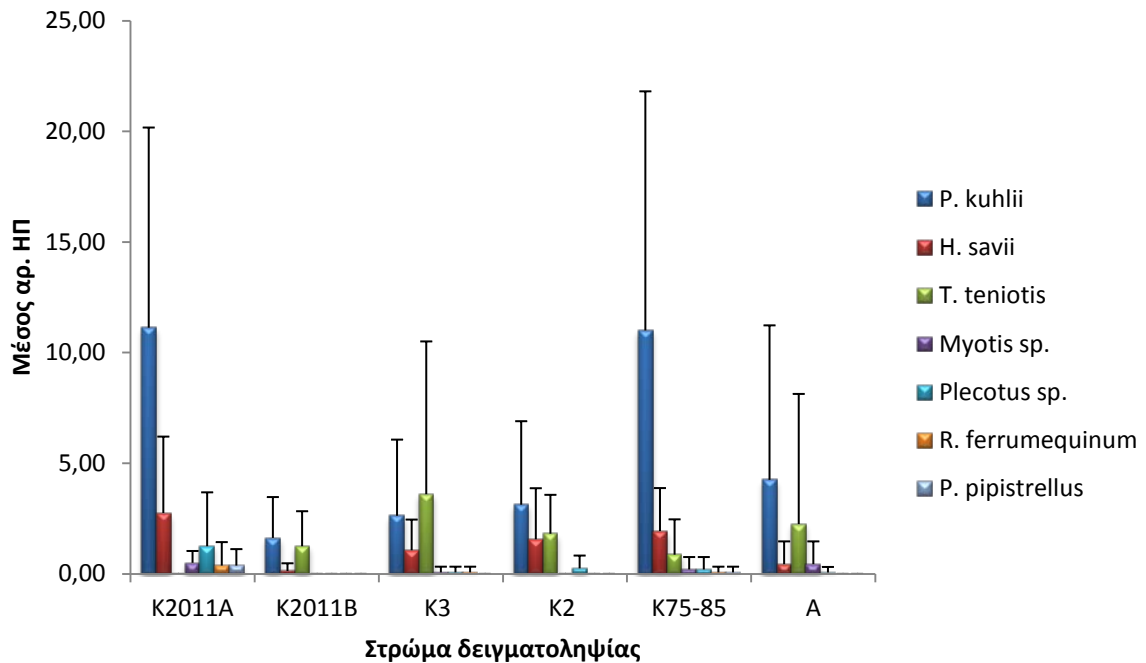
Στα K2 και K3 η υψηλότερη μέση δραστηριότητα και δει τροφική παρατηρήθηκε κοντά ή μέσα σε μισγάγγειες, δηλαδή σε κοίλα σημεία του ανάγλυφου (ή ρεματιές) που είναι κατά κανόνα προστατευμένα από τον άνεμο και εν μέρει από τον ήλιο, ενώ συγκεντρώνουν νερό κι επομένως διατηρούν υγρασία. Εδώ επομένως η βλάστηση είναι πιο πλούσια και καθώς είναι σημεία πιο προστατευμένα, φιλοξενούν πιθανότατα πλουσιότερη και περισσότερη πανίδα αρθροπόδων. Εδώ οι συνθήκες είναι ενδιάμεσες των K75-85 και K2011A, δηλαδή προσομοιάζουν τα ανοίγματα σε αυτά τα στρώματα. Στα K2 και K3 επίσης υψηλότερη δραστηριότητα κατεγράφη σε σημεία κοντά σε εναπομείναντες συστάδες πεύκων που δεν είχαν

καί με τις φωτιές, όπως για παράδειγμα τα *Plecotus* στις θέσεις 8 και 13 (Παράρτημα Ι). Πολύ χαμηλή (μετακινήσεις μόνο) ή καθόλου δραστηριότητα παρατηρήθηκε σε ράχες (αντερείσματα) που είναι πιο εκτεθειμένες στον ήλιο και τον άνεμο, και είναι πιο ξηρές. Η θέση 14 για παράδειγμα είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένη στον άνεμο και ήταν η θέση στην οποία παρατηρήθηκε συνολικά η χαμηλότερη δραστηριότητα.

5. ΑΡΙΘΜΟΣ, ΣΥΝΘΕΣΗ ΕΙΔΩΝ ΚΑΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΣΤΡΩΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Τα τρία είδη με την υψηλότερη συνολικά δραστηριότητα (*P. kuhlii*, *T. teniotis*, *H. savii*) εμφανίστηκαν σε όλα τα στρώματα δειγματοληψίας, με την εξαίρεση μόνο του *T. teniotis* το οποίο δεν κατεγράφη στο K2011A (Σχήμα 3). Με τη σειρά τους, τα πιο πλούσια στρώματα σε αριθμό ειδών και αντίστοιχη μέση δραστηριότητα ανά είδος ήταν τα K2011A και K75-85 ακολουθούμενα από τα K3, K2 και A. Το φτωχότερο στρώμα σε αριθμό και σύνθεση ειδών ήταν το K2011B (Σχήμα 3).

Τα δύο πιο κοινά είδη, *P. kuhlii* και *T. teniotis*, χαρακτηρίζονται ως «habitat generalists» (πχ Russo & Jones 2003). Το *P. kuhlii* κυριάρχησε σε όλα τα στρώματα εκτός από το K3 όπου ήταν περισσότερα τα *T. teniotis* (Σχήμα 3). Το είδος τρέφεται με ένα ευρύ φάσμα εντόμων σε ποικιλία ενδιαιτημάτων με διαφορετική δομή. Το *T. teniotis* τρέφεται κατά κανόνα σε ανοιχτά μέρη και σε μεγάλα ύψη, πχ αρκετά επάνω από την κομοστέγη αν πρόκειται για δάση. Δεδομένων των υψών που μπορεί να τρέφεται, είναι πιθανό ότι η ακριβής σύνθεση του ενδιαιτήματος κάτω δεν επηρεάζει σημαντικά την επιλογή των περιοχών κυνηγιού του. Αυτές οι στρατηγικές πιθανά κάνουν και τα δύο αυτά είδη λιγότερο τρωτά και σχετικά πιο εύκολα προσαρμόσιμα στις αλλαγές του τοπίου. Ωστόσο, και για τα δύο είδη ισχύει ότι στις περιοχές κυνηγιού τους θα πρέπει να υπάρχουν επαρκείς ποσότητες εντόμων (Davy *et al* 2007). Τα υπόλοιπα είδη, και περισσότερο εκείνα των γενών *Myotis* και *Plecotus*, καθώς και το *Rhinolophus ferrumequinum* έχουν πιο εξειδικευμένες τροφικές ανάγκες.



Σχήμα 3. Μέσος αριθμός ηχητικών περασμάτων (ΗΠ) ανά είδος νυχτερίδας και στρώμα δειγματοληψίας (για επεξηγήσεις των όρων στον οριζόντιο άξονα βλ. Σχήμα 2). Στο σχήμα φαίνεται και η τυπική απόκλιση των μέσων τιμών.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσης μελέτης, η υψηλότερη σχετική αφθονία και ποικιλότητα ειδών εντοπίστηκε στα πρόσφατα (2011) καμένα κατατμήματα πευκοδάσους με κορμούς (λιγότερο στα κορμίδια), καθώς και σε εκείνα που κάηκαν την περίοδο 1975-1985. Στα δεύτερα ωστόσο οι νυχτερίδες κυνηγούσαν κατά βάση εκεί όπου τα δέντρα ήταν αραιά ή αραιωμένα μέσω υλοτόμησης ή υπήρχαν ανοίγματα με χαμηλό πλούσιο σε είδη υπόροφο ή στις παρυφές του δάσους. Στα τουλάχιστον 2 και 3 φορές σε πιο πρόσφατες περιόδους καμένα στρώματα, η σχετική αφθονία και ποικιλότητα ήταν ενδιάμεση και περιορίστηκε κυρίως στα σημεία που προστατεύονται από τον άνεμο και διατηρούν υγρασία και άρα πλουσιότερη βλάστηση και εντομοπανίδα ή κοντά σε μικρές συστάδες πεύκων που δεν είχαν καεί. Στα άκαφτα κατατμήματα η σχετική αφθονία ήταν επίσης ενδιάμεση και περιορίστηκε κυρίως σε ανοίγματα και στις παρυφές. Τέλος, στα πρόσφατα (2011) και ενδεχομένως πολλαπλά καμένα στρώματα με σχετικά φτωχή βλάστηση, πολλά γυμνά βράχια και περισσότερη έκθεση, η σχετική αφθονία και ποικιλότητα των νυχτερίδων ήταν πολύ περιορισμένη.

Επομένως η φωτιά αυτή καθαυτή δεν φαίνεται να αποτελεί απειλή για τις νυχτερίδες. Σε άλλες μελέτες εκτός Ευρώπης έχει βρεθεί ότι υλοτομία ή φωτιά κάτω από

ελεγχόμενες συνθήκες ως εργαλείο ελέγχου των φυσικών πυρκαγιών κλπ σε μεγάλης έκτασης δασικά συστήματα (prescribed fire) μπορεί να ευνοήσει την αναγέννηση του δάσους, να αυξήσει τη διαθεσιμότητα του φωτός ελαττώνοντας την πυκνότητα της κομοστέγης, να ανανεώσει την ποικιλότητα και αφθονία των εντόμων και να επιτρέψει την πρόσβαση και σε βαθύτερα σημεία του δάσους, δημιουργώντας ευνοϊκά ενδιαιτήματα τόσο κυνηγιού όσο και καταφυγίου (Boyles & Aubrey 2006, Loeb & Waldrop 2008, Lacki *et al* 2009, Smith & Gehrt 2010).

Ωστόσο οι ανεξέλεγκτα συχνές πυρκαγιές αποτελούν πρόβλημα, καθώς δεν ευνοούν την αναγέννηση της βλάστησης, οδηγούν σε έκθεση των εδαφών στον ήλιο και τον άνεμο, στην απόπλυσή τους και κατ' επέκταση σε φτωχότερη βλάστηση και εντομοπανίδα, ενώ καταστρέφουν και δυνητικά καταφύγια σε κορμούς δέντρων (κοιλότητες, κάτω από τον φλοιό). Οι περισσότερο εκτεθειμένες και καμένες περιοχές στη μελέτη μας εμφάνισαν και τη χαμηλότερη σχετική αφθονία και ποικιλότητα νυχτερίδων. Επίσης όπως φάνηκε από τα αποτελέσματά μας, η παρουσία κορμών στα πρόσφατα καμένα κατατμήματα είναι απαραίτητη, πιθανά γιατί προστατεύουν τα νέα φυτά και τα έντομα από τον άνεμο, και προσφέρουν τροφή κι ενδεχομένως καταφύγιο στις νυχτερίδες (π.χ. Boyles & Aubrey 2006, Lacki *et al* 2009).

Αν και οι δασικές περιοχές που εξετάστηκαν έχουν μορφή κατατμημάτων, η ευρύτερη περιοχή διατηρεί ως ένα σημαντικό βαθμό τη φυσικότητά της κι ένα μωσαϊκό χαρακτήρα ενδιαιτημάτων που προς το παρόν φαίνεται ότι ευνοεί την παρουσία των νυχτερίδων, τουλάχιστον των περισσότερο κοινών ειδών. Είναι άγνωστο πώς αυτό έχει επηρεάσει είδη με περισσότερο εξειδικευμένες τροφικές ανάγκες και των οποίων η παρουσία ήταν πιο περιορισμένη τόσο στη μελέτη μας όσο και στη μελέτη των Davy *et al* (2007). Είναι γνωστό ότι η οριστική απώλεια και η κατάτμηση (fragmentation) των δασών επηρεάζει τους πληθυσμούς των νυχτερίδων. Επίσης, αν τα καλύτερης ποιότητας ενδιαιτήματα είναι περιορισμένα σε έκταση, μπορεί να δημιουργείται ανταγωνισμός ανάμεσα στα είδη και κάποια από αυτά να κυριαρχούν εις βάρος των άλλων (Jones *et al* 2009). Είναι επομένως σημαντικό να διατηρηθούν ευρύτερες εκτάσεις πευκοδάσους, καθώς όπως φαίνεται αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα ενδιαιτήματα κυνηγιού για τις νυχτερίδες στο νησί (Davy *et al* 2007).

7. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΕΤΑΙΡΩ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσης μελέτης, προτείνονται τα ακόλουθα:

- Χωρικές αναλύσεις: οι τοπικές διαφοροποιήσεις ανάμεσα σε θέσεις στο ίδιο δειγματοληπτικό στρώμα ή ακόμα και σε σημεία στην ίδια θέση θα πρέπει να εξεταστούν κατά περίπτωση μέσω χωρικών αναλύσεων λαμβάνοντας υπόψη παραμέτρους όπως απόσταση από συστάδες δέντρων (στα καμένα 2 και 3 φορές),

απόσταση από μισγάγγειες, από δασικούς και μη δρόμους, κλίση εδάφους, ποσοτική παρουσία βραχώδους εδάφους, κλπ.

- Αραιώσεις δέντρων με κοπή και δημιουργία ανοιγμάτων: διάσπαση κομοστέγης με αύξηση φωτός που φτάνει στο έδαφος ευνοεί την αναγέννηση της βλάστησης και οδηγεί σε υψηλότερη χλωριδική ποικιλότητα, περισσότερα ποώδη φυτά, υψηλότερη αφθονία και ποικιλότητα εντόμων. Ταυτόχρονα αραιώνεται η βιομάζα και αποφεύγονται οι συχνές πυρκαγιές. Ωστόσο, επειδή είναι πιθανό να υπάρχουν αποικίες σε παλαιά δέντρα με χοντρούς κορμούς ή όπου έχει ξεκολλήσει ο φλοιός, θα πρέπει πρώτα να γίνεται σχετική μελέτη ώστε να αποκλείονται δέντρα από την κοπή ή η κοπή να μη γίνεται την εποχή της αναπαραγωγής (Μάιος – Σεπτέμβριος).
- Φυσική αναγέννηση του δάσους όπου είναι δυνατό. Τεχνητή ενίσχυση της αναγέννησης μόνον εκεί όπου θα κριθεί απαραίτητο.
- Στις πρόσφατα καμένες περιοχές θα πρέπει να παραμένει ποσότητα κορμών χωρίς κοπή. Αραιώσεις και εδώ θα πρέπει να γίνονται διότι τα μεγαλύτερα ανοίγματα ευνοούν την παρουσία των νυχτερίδων με τρόπους που έχει ήδη αναφερθεί ανωτέρω. Οι ποσότητες που θα κόβονται θα καθορίζονται έπειτα από σχετική μελέτη.
- Τεχνητές αποθέσεις γλυκού νερού που τυχόν προταθούν στα πλαίσια του προγράμματος για την ενίσχυση της βιοποικιλότητας στην περιοχή μελέτης θα ευνοήσουν και την αφθονία και ποικιλότητα των νυχτερίδων, τόσο παρέχοντας νερό όσο και προσελκύοντας έντομα, ειδικά σε ένα νησί όπου η παρουσία φυσικών αποθέσεων νερού κατά τους θερμούς και ξηρούς μήνες του χρόνου είναι εξαιρετικά περιορισμένη ως ανύπαρκτη. Σε τέτοιες αποθέσεις, είναι σημαντικό να σχηματιστεί και διατηρηθεί παρόχθια βλάστηση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Boyles JG, Aubrey DP. 2006. Managing forests with prescribed fire: implications for a cavity-dwelling bat species. *Forest Ecology and Management* 222: 108-115.

Davy CM, Russo D, Fenton MB (2007) Use of native woodlands and traditional olive groves by foraging bats on a Mediterranean island: consequences for conservation. *Journal of Zoology* 273: 397-405

Dietz C, Nill D, von Helversen O (2009) *Bats of Britain, Europe and Northwest Africa*. A & C Black, London, pp 400

Jones G, Jacobs DS, Kunz TH, Willig MR, Racey PA. 2009. Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered Species Research*. 8: 93-115.

Lacki MJ, Cox DR, Dodd LE, Dickinson MB. 2009. Response of northern bats (*Myotis septentrionalis*) to prescribed fires in eastern Kentucky forests. *Journal of Mammalogy* 90: 1165-1175.

Loeb SC, Waldrop TA. 2008. Bat activity in relation to fire and fire surrogate treatments in southern pine stands. *Forest Ecology and Management* 255: 3185-3192.

Papadatou E, Butlin RK, Altringham JD (2008a) Identification of bat species in Greece from their echolocation calls. *Acta Chiropterologica* 10: 127-143.

Russo D, Jones G. 1999. The social calls of Kuhl's pipistrelles *Pipistrellus kuhlii* (Kuhl, 1819): structure and variation (Chiroptera: Vespertilionidae). *Journal of Zoology* 249, 476-481.

Russo D, Jones G. 2002. Identification of twenty-two bat species (Mammalia: Chiroptera) from Italy by analysis of time-expanded recordings of echolocation calls. *Journal of Zoology* 258, 91-103.

Russo D, Jones G. 2003. Use of foraging habitats by bats in a Mediterranean area determined by acoustic surveys: conservation implications. *Ecography* 26: 197-209

Smith DA, Gehrt SD. 2010. Bat response to woodland restoration within urban forest fragments. *Restoration Ecology* 18: 914-923.

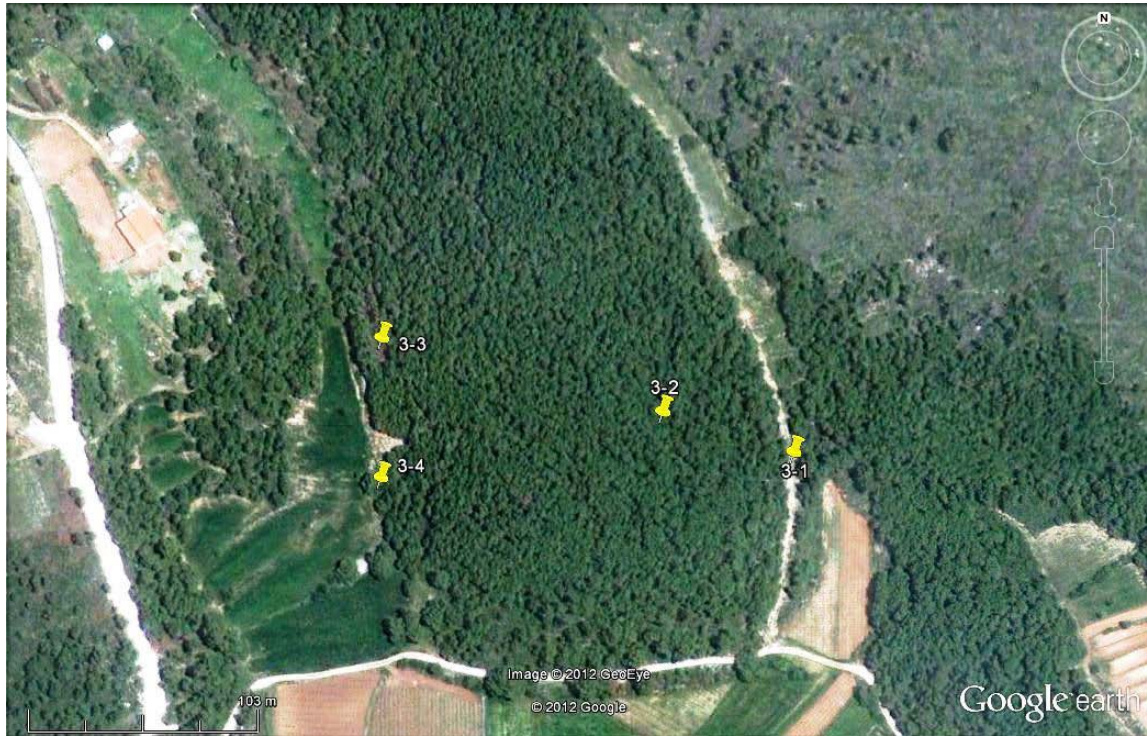
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Δειγματοληπτικές θέσεις και σημεία ανά στρώμα δειγματοληψίας

Σημείωση: οι φωτογραφίες προέρχονται από το Google Earth και μπορεί να έχουν τραβηχτεί πριν την τελευταία πυρκαγιά. Επομένως μπορεί να μην αντιπροσωπεύουν τη σημερινή εικόνα (π.χ. θέσεις 3-6)

Στρώμα Κ2011Α

Θέση 3

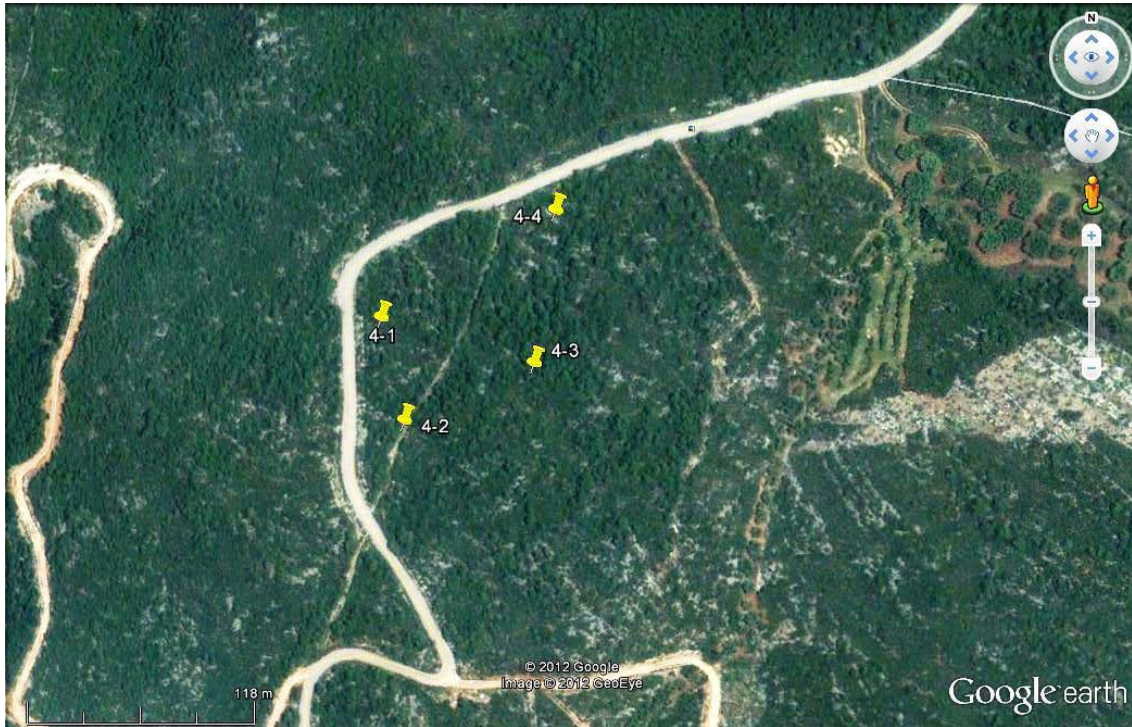


Θέση 6

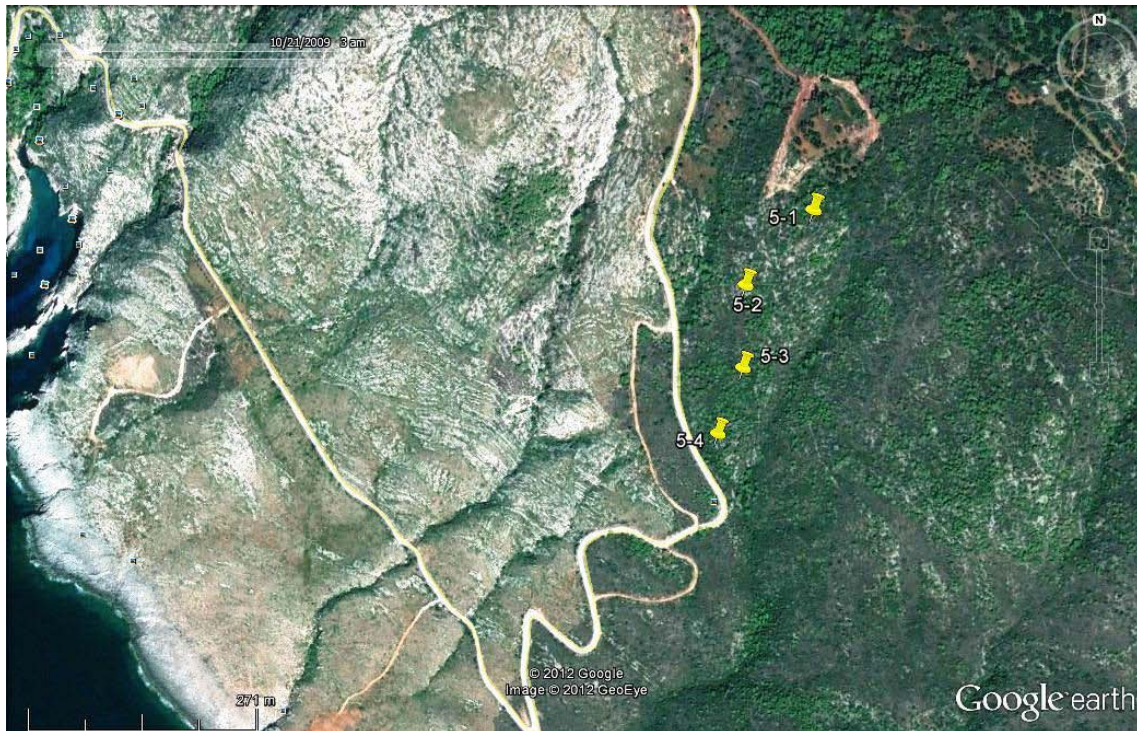


Στρώμα K2011B

Θέση 4

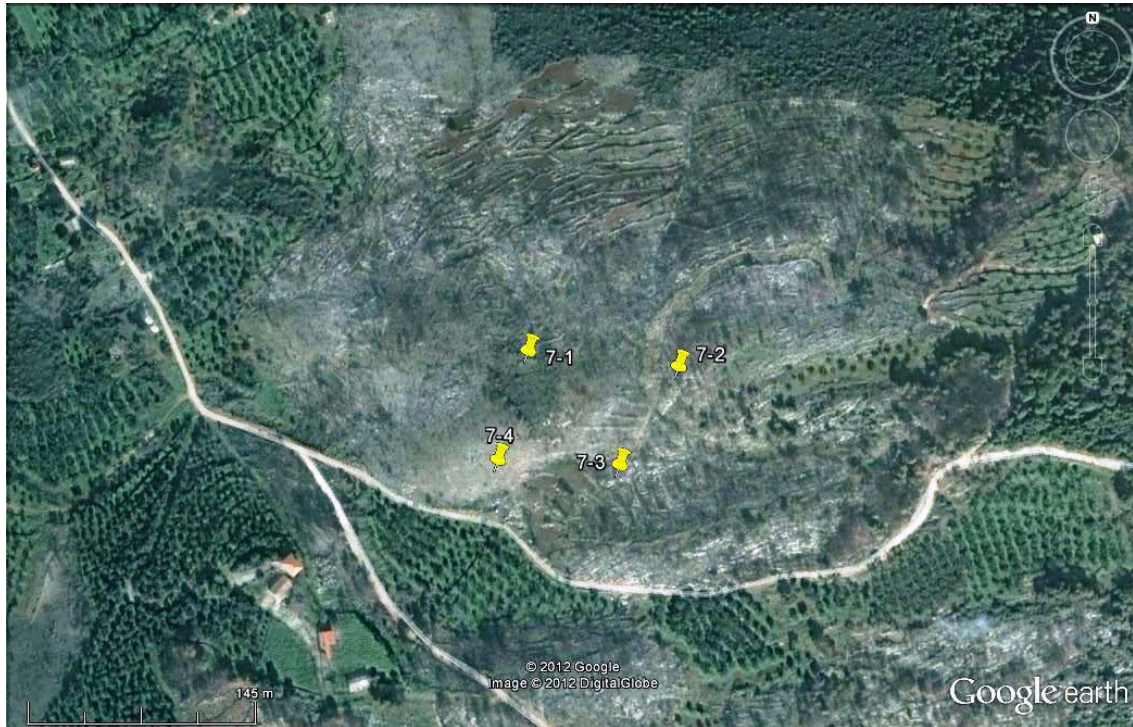


Θέση 5



Στρώμα Κ3

Θέση 7



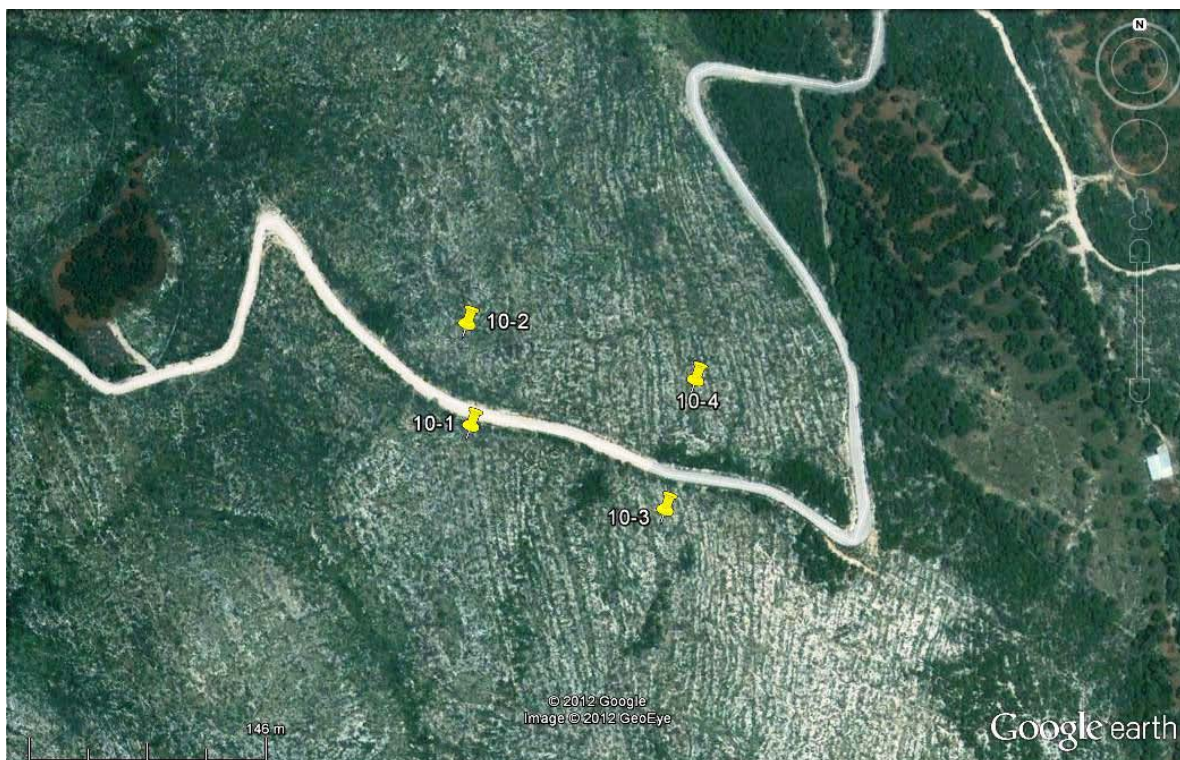
Θέση 8



Θέση 9

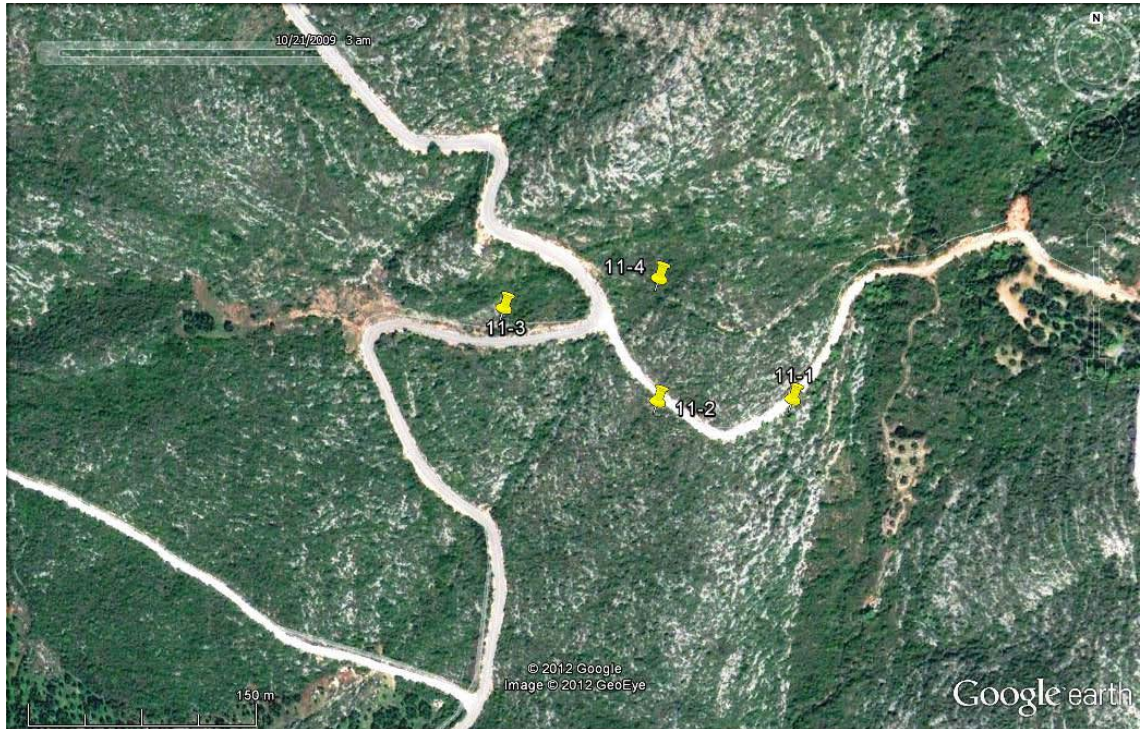


Θεση 10



Στρώμα Κ2

Θέση 11



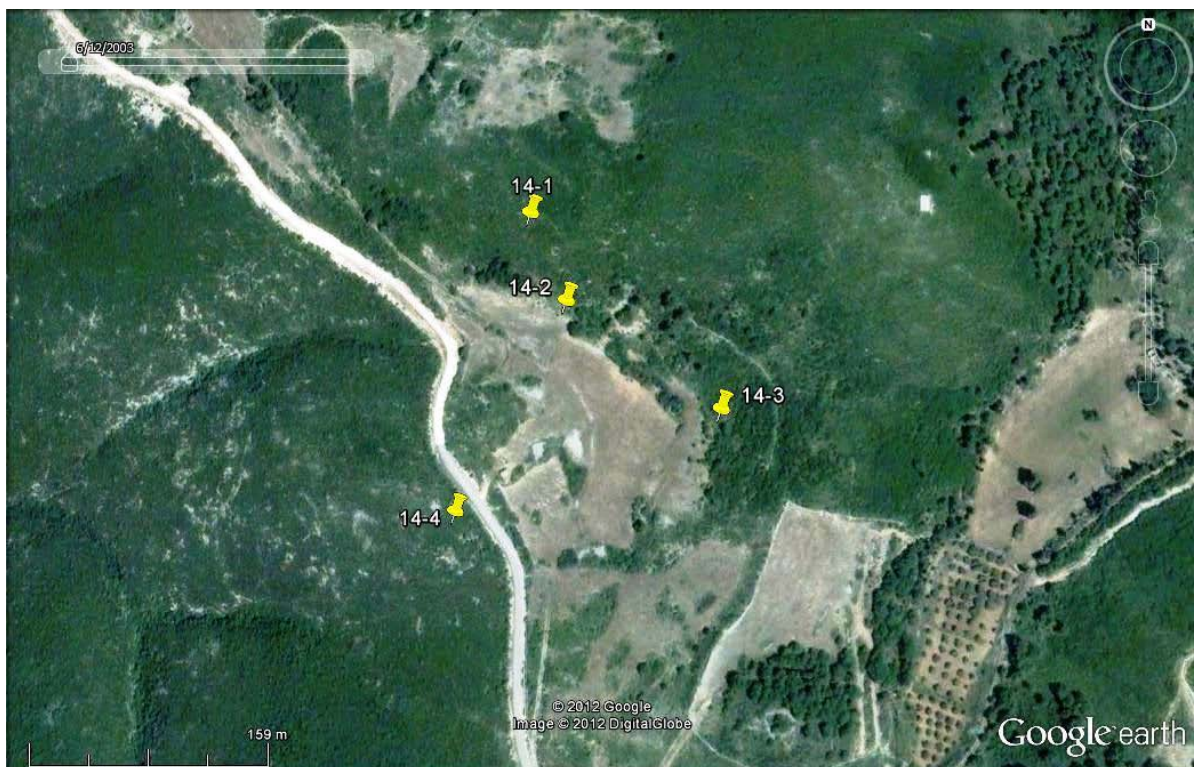
Θέση 12



Θέση 13



Θέση 14

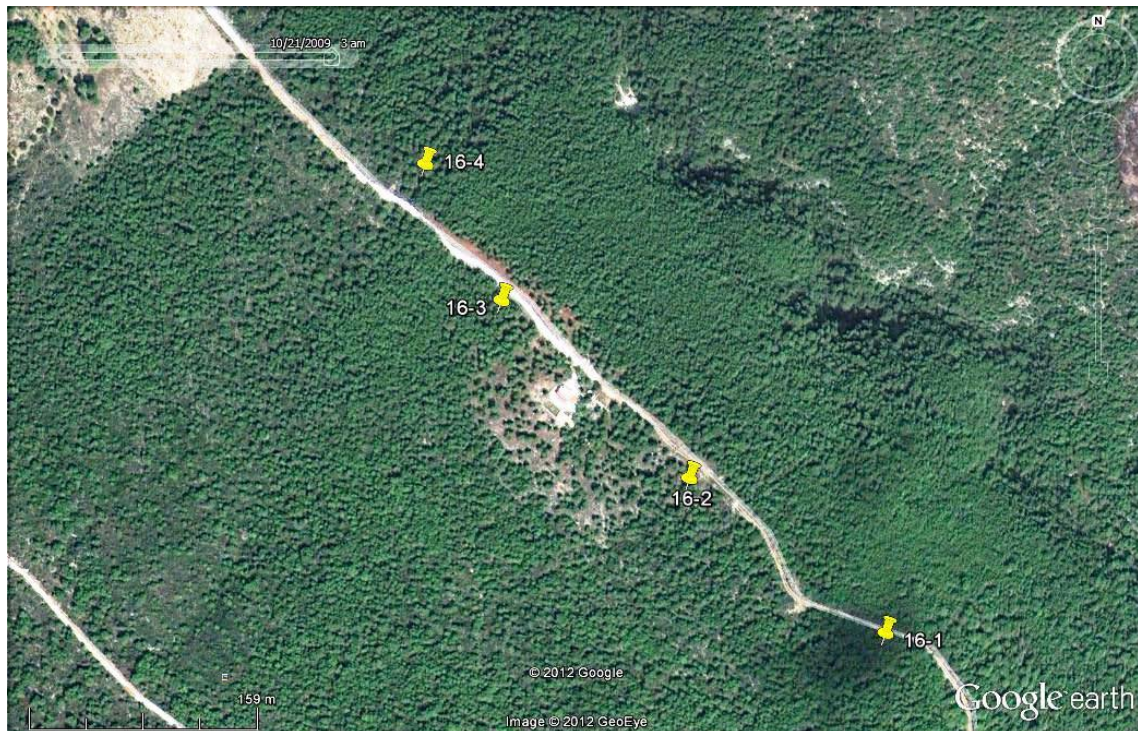


Στρώμα Κ1975-1985

Θέση 15



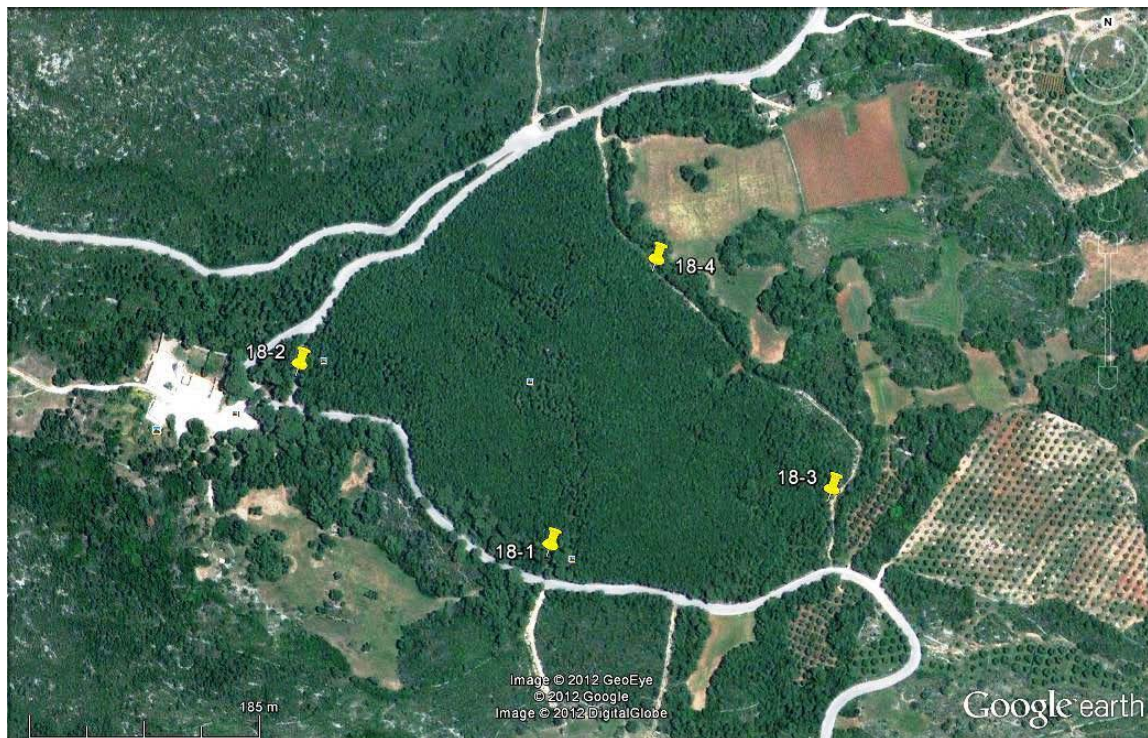
Θέση 16



Θέση 17



Θέση 18

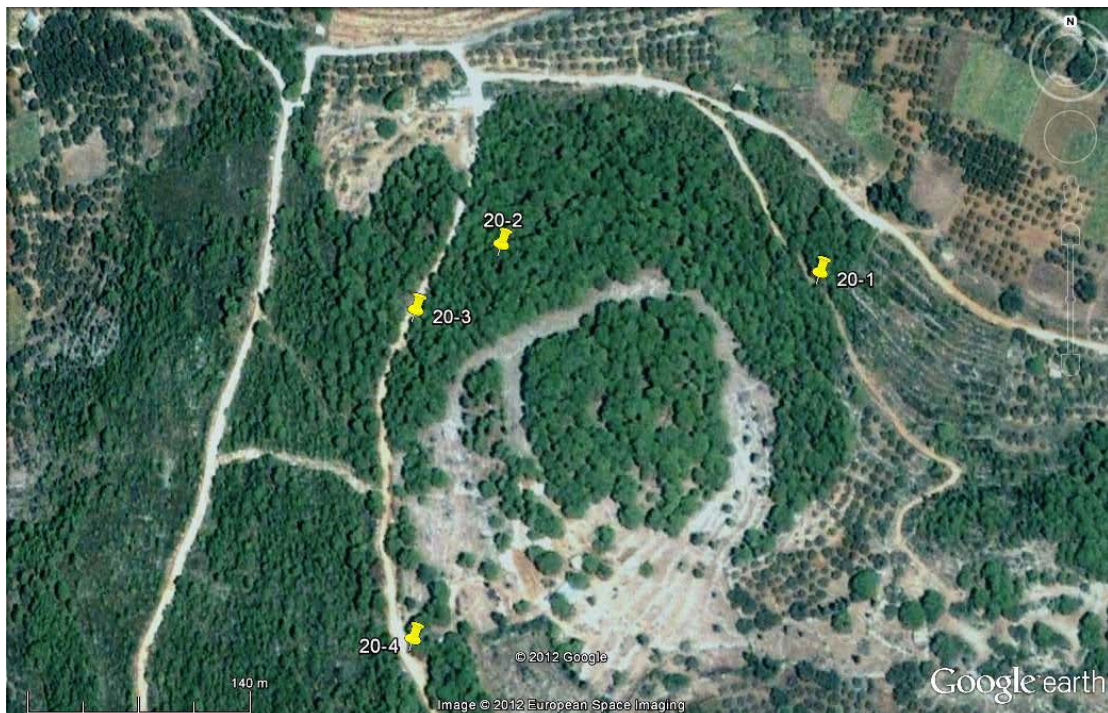


Στρώμα Α

Θέση 19



Θέση 20



Θέση 21



Θέση 22



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Ενδεικτικές φωτογραφίες από δειγματοληπτικές θέσεις και σημεία



Κ2011Α, θέση 3: άνοιγμα ανάμεσα σε καμένα κορμίδα



Κ2011B, θέση 5



Κ2011A, θέση 6, προς σημείο 6-3: καμένοι κορμοί



Κ3, θέση 7: προς σημείο κοντά σε συστάδα πεύκων



Κ3, θέση 10



Κ2, θέση 12: σημείο κοντά σε μισγάγγεια (ρεματιά)



Κ2, θέση 12: σημείο κοντά σε αντέρεισμα (ράχη)



Κ2, θέση 14



Κ2, θέση 13, σημείο 13-1 (πλησίον της συστάδας πεύκων)



Κ2, θέση 13 (δίπλα στο σημείο 13-1)



Κ1975-1985, θέση 17, σημείο 17-3



Α, θέση 21, σημείο 21-1: άνοιγμα από υλοτόμηση