



# Εκτίμηση της πυκνότητας και του μεγέθους ενός πληθυσμού ζαρκαδιών (*Capreolus capreolus*) με τη χρήση της μεθόδου καταμέτρησης κοπρανοσωρών (Faecal standing crop-FSC)

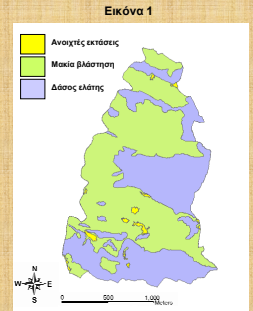
ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΤΣΑΠΑΡΗΣ<sup>1</sup>, ΣΤΕΛΙΟΣ ΚΑΤΣΑΝΕΒΑΚΗΣ<sup>2</sup>, ΕΙΡΗΝΗ ΝΤΟΛΚΑ<sup>1</sup>, ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΛΕΓΑΚΙΣ<sup>3</sup>

## Εισαγωγή

Το ζαρκάδι (*Capreolus capreolus*) είναι ο μοναδικός εκπρόσωπος της οικογένειας των ελαφοειδών (Cervidae) που εξακολουθεί να διατηρεί σημαντικούς πληθυσμούς σε ορεινές και ημιορεινές περιοχές της κεντρικής και βόρειας ηπειρωτικής Ελλάδας. Παρά την απαγόρευση του κυνηγιού του από το 1969, οι πληθυσμοί του εμφανίζουν χαμηλές πυκνότητες σε σχέση με ευρωπαϊκούς ή και βαλκανικούς πληθυσμούς. Η διατήρηση και η αποτελεσματική διαχείριση του είδους απαιτούν την ανάπτυξη μιας ικανοποιητικής μεθοδολογίας για την εκτίμηση της πυκνότητας και της αφθονίας του, που θα επιτρέψει τη συστηματική παρακολούθηση των πληθυσμών του στο χρόνο (monitoring). Στην παρούσα μελέτη εφαρμόσαμε τη μέθοδο καταμέτρησης κοπρανοσωρών (Faecal standing crop-FSC) με δειγματοληψία αποστάσεων σε ευθείες διαδρομές (line transects) προκειμένου να εκτιμήσουμε την πυκνότητα και το μέγεθος ενός κλειστού πληθυσμού ζαρκαδιών.

## Περιοχή και πληθυσμός μελέτης

Ο υπό μελέτη πληθυσμός ζει σε μια ορεινή (750-1200m) περιφραγμένη περιοχή έκτασης 3,18 km<sup>2</sup> περίπου, στις βόρειες πλαγιές του Χελμού. Δημιουργήθηκε τεχνητά με την εισαγωγή στην περιοχή ατόμων από εκτροφεία της Βόρειας Ελλάδας. Η περιοχή υπάγεται στο Δασαρχείο Καλαβρύτων, το οποίο τη διαχειρίζεται ως Εκτροφείο Θηραμάτων και περιλαμβάνει ποικιλία ενδιαιτημάτων: δάσος ελάτης (43,2%), μακία βλάστηση (55,6%), εγκαταλελειμμένες καλλιέργειες και ξέφωτα (1,2%) (Εικόνα 1).



## Μεθοδολογία



Στις έμμεσες μεθόδους εκτίμησης πληθυσμών η βασική «ιδέα» είναι να συνδεθεί η εκτίμηση της πυκνότητας βιοδηλωτικών ιχνών με την πυκνότητα των ζώων που τα παράγουν. Στα σπληφόρα ως τέτοια ίχνη χρησιμοποιούνται κυρίως τα κόπρανα, που συγκροτούν σαφώς καθορισμένους σωρούς (pellet groups). Για τη μετατροπή της πυκνότητας των κοπρανοσωρών σε πυκνότητα ατόμων ενός πληθυσμού απαιτείται η γνώση δυο συγκεκριμένων ρυθμών: του ρυθμού αφόδευσης (defecation rate) που αντιστοιχεί στον αριθμό κοπρανοσωρών που παράγει ένα άτομο στη μονάδα του χρόνου και του ρυθμού αποικοδόμησης (decay rate) που αντιστοιχεί στο χρόνο που απαιτείται ώστε ο κοπρανοσωρός να εξαφανιστεί από το πεδίο.

Για την εκτίμηση της πυκνότητας των κοπρανοσωρών των ζαρκαδιών στην περιοχή μελέτης επιλέχθηκε η μέθοδος δειγματοληψίας αποστάσεων (distance sampling) σε ευθείες διαδρομές (line transects) (Buckland *et al.* 2001, Marques *et al.* 2001). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή ο ερευνητής διατρέχει προκαθορισμένες ευθείες διαδρομές και καταγράφει τον αριθμό και την κάθετη απόσταση (perpendicular distance) των κοπρανοσωρών που εντοπίζει εκατέρωθεν της γραμμής (Εικόνα 2).

Η πυκνότητα των κοπρανοσωρών για κάθε βιότοπο  $j$  ( $j=1-3$ ) δίνεται από τον τύπο:  $D_{kj} = n(2wLP)^{-1}$

όπου  $n$  είναι ο αριθμός των κοπρανοσωρών που καταμετρήθηκαν,  $2w$  είναι το πλάτος των διαδρομών το οποίο καθορίζεται από τις μετρούμενες κάθετες αποστάσεις,  $L$  είναι το συνολικό μήκος όλων των διαδρομών στο συγκεκριμένο βιότοπο και  $P$  η πιθανότητα να εντοπιστεί ένας κοπρανοσωρός εντός της επιφάνειας  $2wL$ .

Ο υπολογισμός του  $P$  γίνεται με μοντελοποίηση της συνάρτησης ανίχνευσιμότητας (detection function)  $g(y)$  με βάση τις μετρούμενες κάθετες αποστάσεις  $y$  (Buckland *et al.* 2001). Βασική προϋπόθεση για την ορθότητα της μεθόδου είναι ο απόλυτος εντοπισμός επάνω στη γραμμή, δηλαδή  $g(0)=1$ . Επειδή η ικανότητα εντοπισμού των κοπρανοσωρών μεταβάλλεται από βιότοπο σε βιότοπο, επιλέξαμε μια στρωματοποιημένη δειγματοληψία. Συγκεκριμένα, σε καθένα από τους τρεις βασικούς βιότοπους της περιοχής μελέτης ορίστηκε ένα πλέγμα ευθύγραμμων διατομών που χωροθετήθηκε με τυχαίο τρόπο (συστηματικά τυχαία δειγματοληψία). Στις περιοχές με δάσος ελάτης και στη μακία οι ευθείες διαδρομές είχαν μήκος 200 m και απέχον μεταξύ τους 200 m, ενώ στις ανοιχτές εκτάσεις το μήκος τους κυμαινόταν ανάλογα με τις διαστάσεις του ξέφωτου και απέχον μεταξύ τους 30m.

Η πυκνότητα των ζαρκαδιών υπολογίστηκε ανά βιότοπο σύμφωνα με τον τύπο:  $D_j = D_{kj} (f \cdot c)^{-1}$  όπου  $f$  είναι ο ρυθμός αφόδευσης και  $c$  ο ρυθμός αποικοδόμησης. Για το ρυθμό αφόδευσης χρησιμοποιήθηκε η δημοσιευμένη τιμή 20 κοπρανοσωροί/άτομο/ημέρα (Mayle *et al.* 1999), ενώ για το ρυθμό αποικοδόμησης χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές τιμές ανά βιότοπο οι οποίες είχαν υπολογιστεί από ανεξάρτητο πείραμα που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή μελέτης το προηγούμενο χρονικό διάστημα (Tsaparis *et al.* in press).

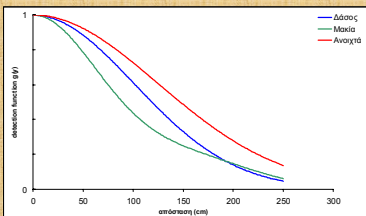
Η στατιστική επεξεργασία και η μοντελοποίηση της συνάρτησης ανίχνευσιμότητας πραγματοποιήθηκαν με το πρόγραμμα Distance 5.0 (Thomas *et al.* 2006). Η επιλογή μοντέλου μεταξύ ενός συνόλου υποψήφιων μοντέλων, που προτείνονται από τους Buckland *et al.* (2001), έγινε με βάση το κριτήριο του Akaike.

Η εκτίμηση της αφθονίας στην περιοχή μελέτης δίνεται από τη σχέση:  $N = \sum (D_j A_j)$  όπου  $A_j$  είναι η συνολική επιφάνεια κάθε βιότοπου.

## Αποτελέσματα

Για κάθε βιότοπο υπολογίστηκε η συνάρτηση ανίχνευσιμότητας (Διάγραμμα), η πιθανότητα ανίχνευσης  $P$  ενός κοπρανοσωρού εντός της επιφάνειας  $2wL$ , καθώς και το ενεργό ημι-πλάτος της διαδρομής  $ESW$ , που εκφράζει το ημι-πλάτος μιας λωρίδας όπου το πλήθος των κοπρανοσωρών που δεν ανιχνεύονται εντός της είναι ίσο με το πλήθος των κοπρανοσωρών που ανιχνεύονται εκτός της (Πίνακας 1).

Διάγραμμα συνάρτησης ανίχνευσιμότητας



Πίνακας 1

Βιότοπος	συνολικό μήκος transects (m)	αριθμός κοπρανοσωρών	Μοντέλο detection function	αριθμός παραμέτρων	P	ESW
Δάσος ελάτης	3328,0	251	Half normal	1	0,49851 (0,45225-0,54950)	124,63 (113,06-137,37)
Μακία βλάστηση	4122,0	197	Half normal/Cosine	2	0,43112 (0,36680-0,50701)	107,78 (91,648-126,75)
Ανοιχτές εκτάσεις	1386,5	122	Half normal	1	0,59804 (0,51200-0,69556)	149,51 (128,00-174,64)
<b>Συνολικά</b>	<b>8836,5</b>	<b>570</b>				

Πίνακας 2

Βιότοπος	Ρυθμός αφόδευσης (defecation rate)	Ρυθμός αποικοδόμησης (decay rate) σε ημέρες	SE για το ρυθμό αποικοδόμησης	Πυκνότητα ζαρκαδιών (D)	95%CI για την πυκνότητα
Δάσος ελάτης	20	154,8	13,8	9,7735	6,9884-13,669
Μακία βλάστηση	20	143,9	19,5	7,7937	5,1915-11,431
Ανοιχτές εκτάσεις	20	126,4	23	11,640	7,2229-18,759

Από τις επιμέρους πυκνότητες σε κάθε βιότοπο (Πίνακας 2) εκτιμήθηκε η συνολική αφθονία  $N$  των ζαρκαδιών στην περιοχή μελέτης

$N=28$  άτομα με 95% όρια εμπιστοσύνης (5000 bootstraps) 20-35 άτομα 95% CI (bootstrap)

## Συζήτηση

Οι έμμεσες μέθοδοι καταμέτρησης μπορούν να αποτελέσουν ένα χρήσιμο εργαλείο για τη διαχείριση και διατήρηση των σπληφόρων, αλλά και όσον ειδήν ο ακριβής προσδιορισμός των ρυθμών παραγωγής και εξαφάνισης των βιοδηλωτικών τους ιχνών είναι επικτό. Η παρούσα μελέτη έδειξε ότι τέτοιου είδους μεθοδολογικές προσεγγίσεις θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν όχι μόνο για πληθυσμιακές μετρήσεις αλλά και για την εξακρίβωση της επιλογής βιοτόπου, αφού γίνονται σε βάθος χρόνου (ίσου με το χρόνο αποικοδόμησης των κοπρανοσωρών).

## Βιβλιογραφία

- Buckland S.T., Anderson D.R., Burnham K.P., Laake J.L., Borchers D.L., Thomas L. (2001) *Introduction to distance sampling: Estimating abundance of biological populations*. Oxford University Press, London.
- Marques F. F. C., Buckland S. T., Goffin D., Dixon C. E., Borchers D. L., Mayle B. A. and Peace A. J. (2001) Estimating deer abundance from line transect surveys of dung: sika deer in southern Scotland. *Journal of Applied Ecology* 38: 349–363.
- Mayle B. A., Peace A. J. and Gill R. M. A. (1999) *How many deer? A field guide to estimating deer population size*. Forestry Commission, Edinburgh: 1–96.
- Thomas L., Laake J.L., Strindberg S., Marques F.F.C., Buckland S.T., Borchers D.L., Anderson D.R., Burnham K.P., Hedley S.L., Pollard J.H., Bishop J.R.B. and Marques T.A. (2006) Distance 5.0. Release "2". Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK. <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>
- Tsaparis D., Katsanevakis S., Ntolka E. and Legakis A. (in press) Estimating dung decay rates of roe deer (*Capreolus capreolus*) in different habitat types of a Mediterranean ecosystem: an information theory approach. *European Journal of Wildlife Research*, (doi: 10.1007/s10344-008-0233-4).

Η έρευνα εντάσσεται στα πλαίσια του προγράμματος ΠΕΝΕΔ 2003, που συγχρηματοδοτείται κατά: 75% της Δημόσιας Δαπάνης από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο), 25% της Δημόσιας Δαπάνης από το Ελληνικό Δημόσιο – Υπουργείο Ανάπτυξης (Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας) και από τον Ιδιωτικό Τομέα, στο πλαίσιο του Μέτρου 8.3 του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα (Γ' Κοινωνικό Πλαίσιο Στήριξης).

Ευχαριστούμε το Δασαρχείο Καλαβρύτων για την υποστήριξη και την άδεια διενέργειας της παρούσας μελέτης.

- [1] Τομέας Ζωολογίας-Θαλάσσιας Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών
- [2] Ινστιτούτο Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων, Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών
- [3] Ζωολογικό Μουσείο, Πανεπιστήμιο Αθηνών

