

# Διαχείριση Άγριας Πανίδας

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ**



Διαχείριση Άγριας Πανίδας

**ΒΙΟΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ**

# Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση

- Για να προβλέψουμε τη μελλοντική πορεία του πληθυσμού ενός είδους, θα πρέπει να
  1. μετρήσουμε τα άτομα που αποτελούν σήμερα τον πληθυσμό
  2. και να παρακολουθούμε την εξέλιξη του πληθυσμιακού του μεγέθους στο μέλλον.

# Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση

- Η βιοπαρακολούθηση (biomonitoring) είναι εξαιρετικά απαραίτητη για την προστασία διαχείριση απειλούμενων ειδών.
- Ανάμεσα στα βασικά ερωτήματα που θα πρέπει να απαντήσουμε είναι:
  - **Με ποιες μεθόδους οι επιστήμονες υπολογίζουν το μέγεθος του πληθυσμού των άγριων ζώων;**
  - **Πώς ερμηνεύουν τα αποτελέσματά τους;**
  - **Πώς διαχειρίζονται το πρόβλημα της ανακρίβειας των δεδομένων τους;**
  - **Τι είναι τα σχέδια δράσης (action plans) των ειδών της άγριας πανίδας ;**

# Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση

## Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης

- Οι βιολόγοι διατήρησης (*conservation biologists*) που εργάζονται για την διατήρηση των πληθυσμών ενός απειλούμενου είδους, πρέπει να γνωρίζουν
- εάν ο πληθυσμός του είδους αυξάνεται, μειώνεται, ή παραμένει σταθερός.

# Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση

## Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης

- Χωρίς αυτές τις πληροφορίες, δεν μπορούμε να προγραμματίσουμε με σωστό τρόπο τη διαχείριση του πληθυσμού, ώστε να αυξήσουμε σταδιακά το πληθυσμιακό του μέγεθος σε τέτοια επίπεδα ώστε να μην απειλείται πια με εξαφάνιση.
- Για τα πλέον απειλούμενα είδη συντάσσονται εθνικά ή και διεθνή σχέδια δράσης (*international action plans*).

# Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση

## Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης

- Πως καθορίζουμε το πληθυσμιακό μέγεθος ενός είδους σε μια ορισμένη περιοχή μελέτης;
- Ανάλογα με την ευκολία παρατήρησης των ατόμων ενός πληθυσμού ή τη δυνατότητα εφαρμογής σε ολόκληρο τον πληθυσμό ή σε τμήμα του, οι μέθοδοι απογραφής διακρίνονται
  1. στις απογραφικές μεθόδους (όπου καταγράφεται ολόκληρος ο πληθυσμός) και
  2. στις δειγματοληπτικές μεθόδους.

# Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση

## Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης

- Πως καθορίζουμε το πληθυσμιακό μέγεθος ενός είδους σε μια ορισμένη περιοχή μελέτης;
- Οι τελευταίες (δειγματοληπτικές μέθοδοι) διαχωρίζονται στις:
  1. άμεσες μέθοδοι, όπου καταγράφεται τμήμα του πληθυσμού σε καθορισμένη χωρική επιφάνεια και
  2. στις έμμεσες δειγματοληπτικές μέθοδοι, όπου αναφέρονται σε ενδείξεις παρουσίας των ατόμων της άγριας πανίδας και όχι στα άτομα του ίδιου πληθυσμού.



# Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση

## Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης

### 1. Απογραφικές μέθοδοι πληθυσμών

(α) Αναγνώριση των ατόμων

Οπτική



Ακουστική



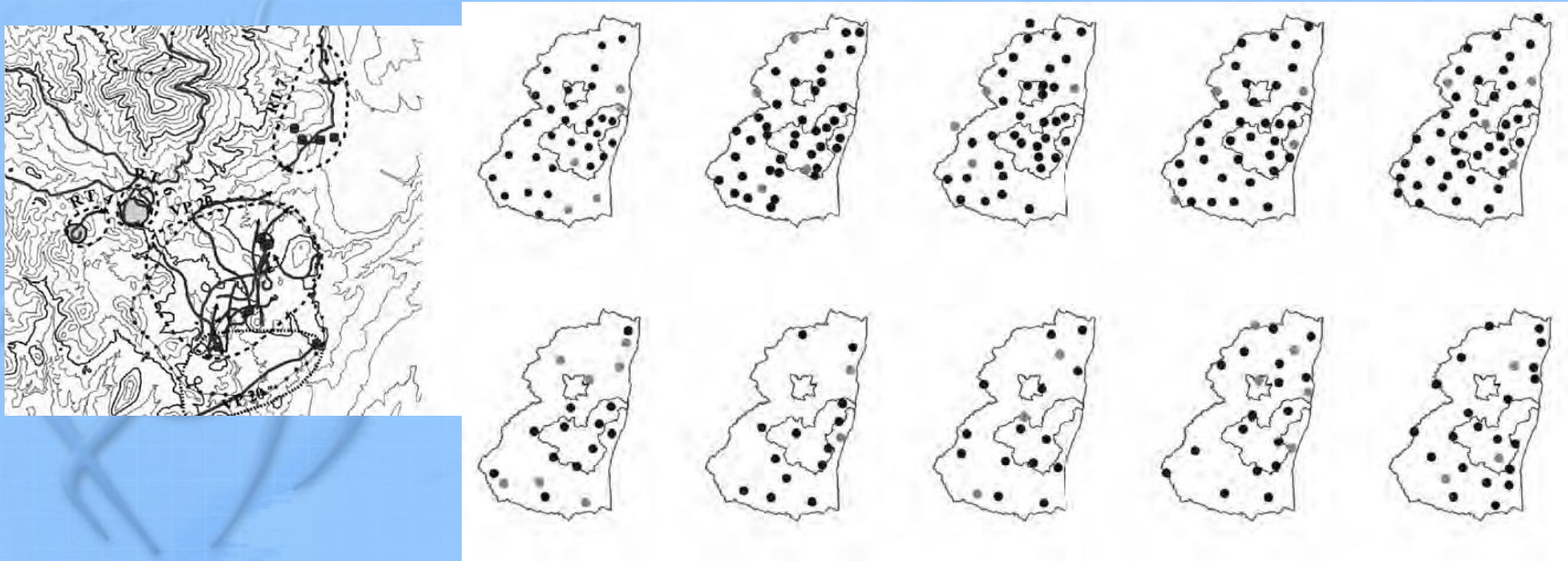
# Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση

## Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης

### 1. Απογραφικές μέθοδοι πληθυσμών

#### (α) Αναγνώριση των ατόμων

Μια παραλλαγή = η χαρτογράφηση χωροκρατειών



# Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση

## Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης

### 1. Απογραφικές μέθοδοι πληθυσμών

#### (β) Εναέρια καταμέτρηση



# *Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση*

## **Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης**

### **1. Απογραφικές μέθοδοι πληθυσμών**

**(γ) Σάρωση βιοτόπου & επί τόπου καταμέτρηση**



# *Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση*

## **Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης**

### **1. Απογραφικές μέθοδοι πληθυσμών**

#### **(γ) Σάρωση βιοτόπου & επί τόπου καταμέτρηση**

- Είναι η συνηθέστερη και απλούστερη μέθοδος με την οποία μπορούμε να συλλέξουμε συγκρίσιμα δεδομένα στο χρόνο με τρόπο γρήγορο, απλό και όχι ιδιαίτερα δαπανηρό.

# *Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση*

## **Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης**

### **1. Απογραφικές μέθοδοι πληθυσμών**

**(γ) Σάρωση βιοτόπου & επί τόπου καταμέτρηση**

- **Αλλά:**
  - πολλοί ερευνητές σαρώνουν οπτικά ταυτόχρονα το βιότοπο του είδους, και καταγράφουν τα άτομα του πληθυσμού σημειώνοντας τις μετακινήσεις τους και την ώρα καταγραφής, ώστε να αποφεύγονται οι διπλομετρήσεις.

# Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση

## Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης

### 1. Απογραφικές μέθοδοι πληθυσμών

(γ) Σάρωση βιοτόπου & επί τόπου καταμέτρηση



- Αλλά:
  - πολλοί ερευνητές σαρώνουν οπτικά ταυτόχρονα το βιότοπο του είδους, και καταγράφουν τα άτομα του πληθυσμού σημειώνοντας τις μετακινήσεις τους και την ώρα καταγραφής, ώστε να αποφεύγονται οι διπλομετρήσεις.



# *Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση*

## **Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης**

### **1. Απογραφικές μέθοδοι πληθυσμών**

**(γ) Σάρωση βιοτόπου & επί τόπου καταμέτρηση**

#### **Παραδείγματα στην Ελλάδα:**

- Μεσοχειμωνιάτικες καταμετρήσεις υδροβίων πουλιών
- Καταμέτρηση πελαργών και ερωδιών
- Καταμέτρηση αγριόγιδων



# Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση

## Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης

- **2. Δειγματοληπτικές μέθοδοι**

- Από τη στιγμή που δεν είναι δυνατόν να μετρηθεί το σύνολο ενός πληθυσμού (και αυτό είναι η συνηθέστερη περίπτωση, ιδιαίτερα σε κοινότερα είδη ή σε είδη που έχουν μεγάλες περιοχές ενδημίας), εφαρμόζουμε δειγματοληπτικές τεχνικές
- Σε καθορισμένες χωρικές ενότητες ακολουθώντας κάποια στατιστική ανάλυση στα αποτελέσματα των δειγματοληψιών υπολογίζεται η αφθονία.

# Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση

## Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης

- 2. Δειγματοληπτικές μέθοδοι
- Μια πληθώρα άμεσων και έμμεσων δειγματοληπτικών μεθόδων έχουν αναπτυχθεί για τον υπολογισμό του πληθυσμού όλων των ζωϊκών ταξινομικών μονάδων



# *Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση*

## **Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης**

### **2. Δειγματοληπτικές μέθοδοι**

- **2.1 Άμεσες δειγματοληπτικές μέθοδοι**

- (α) **Σύλληψη – επανασύλληψη (capture-recapture)**

- Η μέθοδος στηρίζεται στη συλλογή, σήμανση και επανασυλλογή των ατόμων.
    - Η μέθοδος στοχεύει στο να συλληφθούν όσον το δυνατόν περισσότερα άτομα του είδους με τοποθέτηση παγίδων, πραγματοποίηση διαδρομών κτλ.

# *Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση*

## **Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης**

### **2. Δειγματοληπτικές μέθοδοι**

- **2.1 Άμεσες δειγματοληπτικές μέθοδοι**

- (α) Σύλληψη – επανασύλληψη (capture-recapture)

- Ο ερευνητής συλλαμβάνει, μαρκάρει και μετά απελευθερώνει το κάθε ζώο.
    - Με βάση το ποσοστό των μαρκαρισμένων ατόμων που συλλαμβάνονται για δεύτερη φορά εκτιμάται το πραγματικό μέγεθος του πληθυσμού με τη βοήθεια ενός μαθηματικού τύπου.

# *Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση*

## Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης

### 2. Δειγματοληπτικές μέθοδοι

- **2.1 Άμεσες δειγματοληπτικές μέθοδοι**

- (α) Σύλληψη – επανασύλληψη (capture-recapture)

- Είναι διαθέσιμοι δύο γενικοί τύποι των μεθόδων σύλληψης-επανασύλληψης, ανάλογα εάν
- ο πληθυσμός είναι **κλειστός** ή **ανοικτός**.

# *Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση*

## **Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης**

### **2. Δειγματοληπτικές μέθοδοι**

- **2.1 Άμεσες δειγματοληπτικές μέθοδοι**

- (α) Σύλληψη – επανασύλληψη (capture-recapture)

- Οι κλειστοί πληθυσμοί δεν αλλάζουν κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών,
    - δηλαδή τα φαινόμενα των γεννήσεων, των θανάτων και της μετανάστευσης έχουν μικρή επίδραση και έτσι η δειγματοληψία μπορεί να γίνει μέσα σε μία μικρή χρονική περίοδο.

# Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση

## Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης

### 2. Δειγματοληπτικές μέθοδοι

- **2.1 Άμεσες δειγματοληπτικές μέθοδοι**

- (α) Σύλληψη – επανασύλληψη (capture-recapture)

- Όταν μόνο μια περίοδος σήμανσης και επανασύλληψης είναι διαθέσιμη,
- η μέθοδος του *Lincoln -Petersen* είναι συνήθως η πιο κατάλληλη.

- **$N = (n1*n2)/m,$**

(N= το εκτιμώμενο πληθυσμιακό μέγεθος, n1= αρ. συλληφθέντων ατόμων την πρώτη φορά n2= αρ. συλληφθέντων ατόμων τη δεύτερη φορά m = αρ. μαρκαρισμένων επανασυλληφθέντων ατόμων).

# *Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση*

## **Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης**

### **2. Δειγματοληπτικές μέθοδοι**

#### *2.1 Άμεσες δειγματοληπτικές μέθοδοι*

#### **ΕΦΑΡΜΟΓΗ:**

**Σε μια περιοχή μελέτης με τυχαίο τρόπο έχουμε επιλέξει 100 επιφάνειες και έχουμε συλλάβει και μαρκάρει με ανεξίτηλο χρώμα 50 χελώνες.**

**Μετά από μια εβδομάδα, σε μια δεύτερη δειγματοληψία, στην ίδια περιοχή έχουμε επιλέξει άλλες 100 τυχαίες επιφάνειες και έχουμε συλλάβει 30 χελώνες από τις οποίες οι 10 ήταν μαρκαρισμένες από την πρώτη σύλληψη.**

**Πόσες χελώνες βρίσκονται στην περιοχή δειγματοληψίας;**



# Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση

## Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης

### 2. Δειγματοληπτικές μέθοδοι

#### 2.1 Άμεσες δειγματοληπτικές μέθοδοι

#### **ΕΦΑΡΜΟΓΗ:**

Σε μια περιοχή μελέτης με τυχαίο τρόπο έχουμε επιλέξει 100 επιφάνειες και έχουμε συλλάβει και μαρκάρει με ανεξίτηλο χρώμα 50 χελώνες.

Μετά από μια εβδομάδα, σε μια δεύτερη δειγματοληψία, στην ίδια περιοχή έχουμε επιλέξει άλλες 100 τυχαίες επιφάνειες και έχουμε συλλάβει 30 χελώνες από τις οποίες οι 10 ήταν μαρκαρισμένες από την πρώτη σύλληψη.

**Πόσες χελώνες βρίσκονται στην περιοχή δειγματοληψίας;**

#### Μέθοδος Lincoln -Petersen

- $N = (n1 \cdot n2) / m,$

(N= το εκτιμώμενο πληθυσμιακό μέγεθος, n1= αρ. συλληφθέντων ατόμων την πρώτη φορά n2= αρ. συλληφθέντων ατόμων τη δεύτερη φορά m = αρ. μαρκαρισμένων επανασυλληφθέντων ατόμων).

# Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση

## Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης

### 2. Δειγματοληπτικές μέθοδοι

- **2.1 Άμεσες δειγματοληπτικές μέθοδοι**

- (α) Σύλληψη – επανασύλληψη (capture-recapture)

- Οι ανοιχτοί πληθυσμοί αλλάζουν σε μέγεθος συνεχώς, εξαιτίας γεννήσεων, θανάτων και μετανάστευσης,
    - και το καλύτερο μοντέλο για την ανάλυσή τους είναι αυτό των **Jolly-Seber**.

-

# *Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση*

## **Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης**

### **2. Δειγματοληπτικές μέθοδοι**

#### **(α) Jolly-Seber.**

- ***Σε κάθε δειγματοληψία συλλαμβάνονται άτομα. Από αυτά τα άτομα, όσα δεν είναι ήδη σημασμένα σημαίνονται.***
- ***Επίσης καταγράφονται όσα άτομα είναι είδη σημασμένα από προηγούμενη δειγματοληψία.***
- ***Στο τέλος όλα τα άτομα απελευθερώνονται.***
- ***Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για τη χρονική διάρκεια της μελέτης.***

# *Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση*

## **Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης**

### **2. Δειγματοληπτικές μέθοδοι**

- **2.1 Άμεσες δειγματοληπτικές μέθοδοι**

- (α) Σύλληψη – επανασύλληψη (capture-recapture)

- **Jolly-Seber.**

- **Η κρίσιμη ερώτηση, σε αυτή τη μέθοδο, για κάθε** σημασμένο άτομο που συλλαμβάνεται είναι: πότε αυτό το άτομο συλλήφθηκε τελευταία φορά;

# *Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση*

## **Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης**

### **2. Δειγματοληπτικές μέθοδοι**

- **2.1 Άμεσες δειγματοληπτικές μέθοδοι**

- (α) **Σύλληψη – επανασύλληψη (capture-recapture)**

- Με αυτή την προσέγγιση οι πληθυσμοί μπορούν να δειγματοληπτούνται για αρκετά χρόνια
    - και επιπροσθέτως στους εκτιμητές του πληθυσμού, το μοντέλο Jolly-Seber παρέχει εκτιμήσεις της πιθανότητας επιβίωσης καθώς και των ρυθμών "στρατολόγησης" και αραίωσης του πληθυσμού μεταξύ των χρόνων δειγματοληψίας.

# *Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση*

## **Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης**

### **2. Δειγματοληπτικές μέθοδοι**

#### **(α) Jolly-Seber.**

***Τα μοντέλα Jolly-Seber έχουν τις ακόλουθες παραδοχές:***

- όλα τα άτομα που βρίσκονται στον πληθυσμό στη δειγματοληπτική περίοδο  $j$  έχουν την ίδια πιθανότητα  $p_j$  να επανασυλληφθούν, ανεξάρτητα από το αν είναι σημασμένα ή όχι***

# *Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση*

## **Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης**

### **2. Δειγματοληπτικές μέθοδοι**

#### **(α) Jolly-Seber.**

***Τα μοντέλα Jolly-Seber έχουν τις ακόλουθες παραδοχές:***

- όλα τα άτομα που βρίσκονται στον πληθυσμό αμέσως μετά το πέρας της δειγματοληπτικής περιόδου  $j$  έχουν την ίδια πιθανότητα  $\phi_j$  να επιβιώσουν μέχρι την δειγματοληπτική περίοδο  $j+1$ , ανεξάρτητα από το αν είναι σημασμένα ή όχι***

# *Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση*

## **Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης**

### **2. Δειγματοληπτικές μέθοδοι**

#### **(α) Jolly-Seber.**

***Τα μοντέλα Jolly-Seber έχουν τις ακόλουθες παραδοχές:***

- τα σημάδια που χρησιμοποιούνται για τη σήμανση των ατόμων δεν χάνονται ή παραβλέπονται και κατά την επανασύλληψη διαβάζονται σωστά***



# Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση

## Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης

### 2. Δειγματοληπτικές μέθοδοι

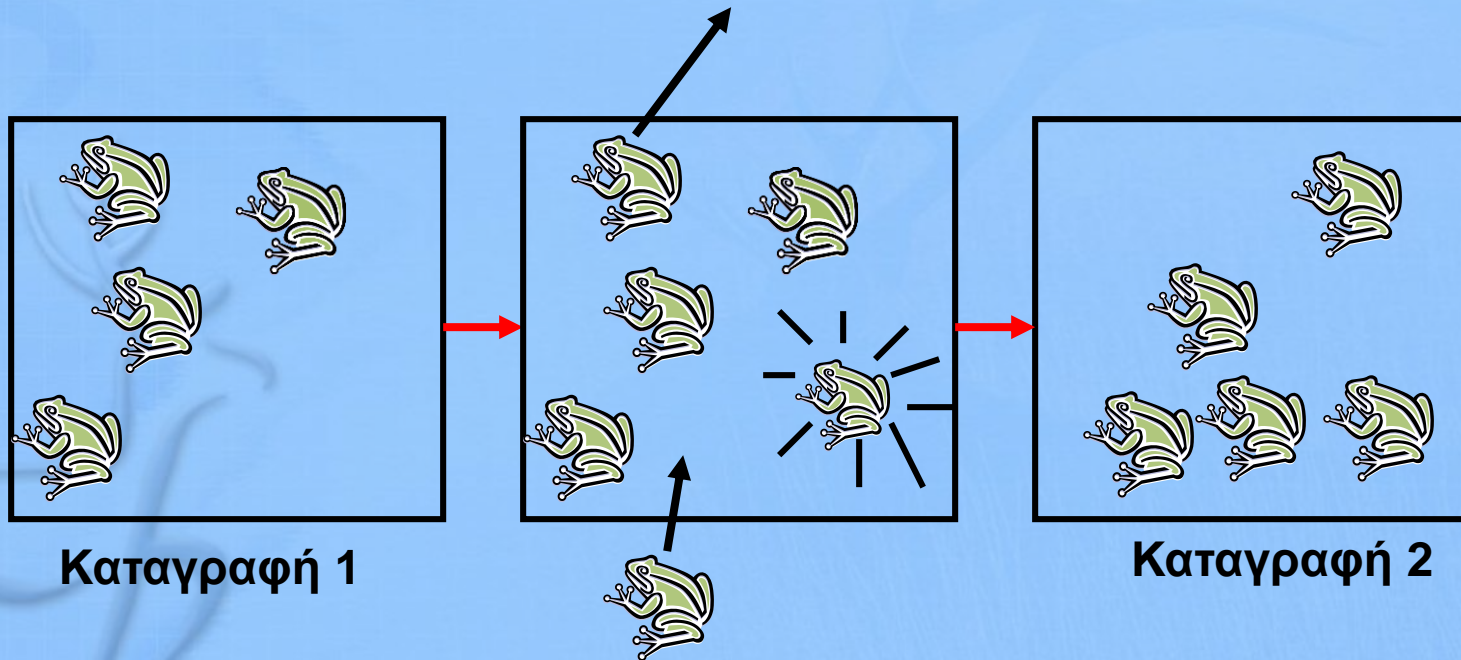
#### (α) Jolly-Seber.

**Τα μοντέλα Jolly-Seber έχουν τις ακόλουθες παραδοχές:**

- **οι δειγματοληπτικές περιόδους είναι πολύ μικρές σε διάρκεια (σε σχέση με την περίοδο μεταξύ των δειγματοληψιών) και τα άτομα που επανασυλλαμβάνονται απελευθερώνονται αμέσως**
- **η μετανάστευση από την περιοχή μελέτης είναι μόνιμη**

# Ανοιχτοί πληθυσμοί

Άτομα εισέρχονται ή αφήνουν τον πληθυσμό ανάμεσα στις καταγραφές



Σύλληψη  $n_t$  ζώων

Έλεγχος αν κάθε ζώο είναι μαρκαρισμένο

OXI

NAI

Σύνολο αρμακάριστων ( $u_t$ )

Σύνολο μαρκαρισμένων ( $m_t$ )

Μαρκάρισμα όλων

Με ειδική σήμανση για την περίοδο αυτή

Απελευθέρωση  $S_t$  (ίσο με  $n_t$  αν δεν έχουμε θνησιμότητα)

**Πρόβλημα: Δεν ξέρουμε πόσα ζώα  
έχουμε μαρκαρισμένα στον  
πληθυσμό (M)**

**Δειγματοληψία 1: μαρκάρισμα 21 ζώα**

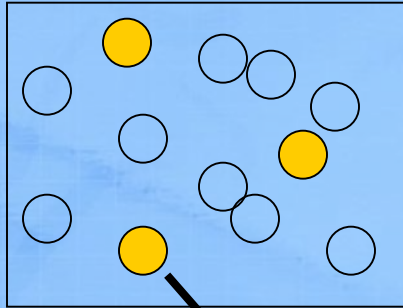
**Δειγματοληψία 2: μαρκάρισμα 41 ζώα**

**Δειγματοληψία 3 μαρκάρισμα 46 ζώα**

**Πόσα ζώα μαρκαρισμένα στο ξεκίνημα  
της περιόδου 4;**

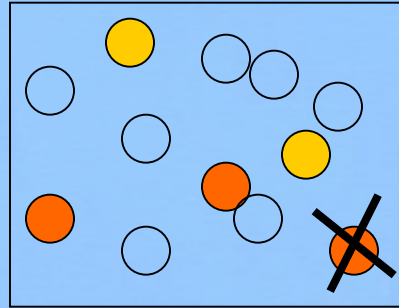
**ΌΧΙ  $21+41+46=108$ , καθώς κάποια έχουν πεθάνει ή μετακινηθεί έξω από τον  
Πληθυσμό.**

### Περίοδος 1



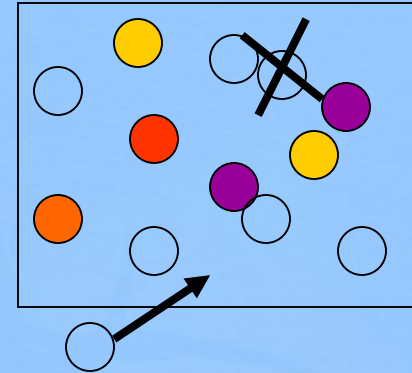
Μαρκάρισμα 3,  
αλλά 1 από  
αυτά  
μετανάστευσε  
έξω

### Περίοδος 2



Μαρκάρισμα 3  
επιπλέον αλλά 1  
από τα  
μαρκαρισμένα  
ζώα πέθανε

### Περίοδος 3



Μαρκάρισμα 2  
επιπλέον χωρίς  
απώλεια  
μαρκαρισμένων  
ατόμων

## Ένα παράδειγμα

Διαμορφώνουμε έναν πίνακα με βάση τις συλλήψεις σε κάθε δειγματοληψία

Όπου  $n_i$  = αριθμός συλληφθέντων στην  $i$ th δειγματοληψία και  $R_i$  = αριθμός που απελευθερώθηκαν μετά το νέο μαρκάρισμα

☺  $n_i = R_i$  όταν ...

Αριθμός δειγματοληψιών					
$i$	1	2	3	4	5
$n_i$	54	146	169	209	220
$R_i$	54	143	164	202	214

## Ένα παράδειγμα

Διαμορφώνουμε έναν πίνακα με βάση τις συλλήψεις σε κάθε δειγματοληψία

Μετά από κάθε δειγματοληψία σημειώνουμε τον αριθμό των μαρκαρισμένων από κάθε προηγούμενη δειγματοληψία.

Αριθμός δειγματοληψιών					
<i>i</i>	1	2	3	4	5
<i>n<sub>i</sub></i>	54	146	169	209	220
<i>R<sub>i</sub></i>	54	143	164	202	214
<i>h</i>					
1	0	10			
2					
3					
4					

## Ένα παράδειγμα

Διαμορφώνουμε έναν πίνακα με βάση τις συλλήψεις σε κάθε δειγματοληψία

Μετά από κάθε δειγματοληψία σημειώνουμε τον αριθμό των μαρκαρισμένων από κάθε προηγούμενη δειγματοληψία.

Αριθμός δειγματοληψιών					
<i>i</i>	1	2	3	4	5
<i>n<sub>i</sub></i>	54	146	169	209	220
<i>R<sub>i</sub></i>	54	143	164	202	214
<i>h</i>					
1	0	10	3		
2			34		
3					
4					



## Ένα παράδειγμα

Διαμορφώνουμε έναν πίνακα με βάση τις συλλήψεις σε κάθε δειγματοληψία

Μετά από κάθε δειγματοληψία σημειώνουμε τον αριθμό των μαρκαρισμένων από κάθε προηγούμενη δειγματοληψία.

Αριθμός δειγματοληψιών					
<i>i</i>	1	2	3	4	5
<i>n<sub>i</sub></i>	54	146	169	209	220
<i>R<sub>i</sub></i>	54	143	164	202	214
<i>h</i>					
1	0	10	3	5	
2			34	18	
3				33	
4					

## Ένα παράδειγμα

Διαμορφώνουμε έναν πίνακα με βάση τις συλλήψεις σε κάθε δειγματοληψία

Μετά από κάθε δειγματοληψία σημειώνουμε τον αριθμό των μαρκαρισμένων από κάθε προηγούμενη δειγματοληψία.

Αριθμός δειγματοληψιών					
<i>i</i>	1	2	3	4	5
<i>ni</i>	54	146	169	209	220
<i>Ri</i>	54	143	164	202	214
<i>h</i>					
1	0	10	3	5	2
2			34	18	8
3				33	13
4					30

## Ένα παράδειγμα

Διαμορφώνουμε έναν πίνακα με βάση τις συλλήψεις σε κάθε δειγματοληψία

Υπολογίζουμε τα αθροίσματα της κάθε σειράς ( $rh$ )

Αριθμός δειγματοληψιών						
$i$	1	2	3	4	5	
$ni$	54	146	169	209	220	
$Ri$	54	143	164	202	214	
$h$						$rh$
1	0	10	3	5	2	
2			34	18	8	
3				33	13	
4					30	

## Ένα παράδειγμα

Διαμορφώνουμε έναν πίνακα με βάση τις συλλήψεις σε κάθε δειγματοληψία

Υπολογίζουμε τα αθροίσματα της κάθε σειράς ( $rh$ )

Αριθμός δειγματοληψιών						
$i$	1	2	3	4	5	
$ni$	54	146	169	209	220	
$Ri$	54	143	164	202	214	
$h$						$rh$
1	0	10	3	5	2	20
2			34	18	8	60
3				33	13	46
4					30	30

## Ένα παράδειγμα

Διαμορφώνουμε έναν πίνακα με βάση τις συλλήψεις σε κάθε δειγματοληψία

Υπολογίζουμε τα αθροίσματα της κάθε στήλης ( $m_i$ ) = ο συνολικός αριθμός ατόμων σημασμένων την ημέρα  $i$

Αριθμός δειγματοληψιών						
$i$	1	2	3	4	5	
$ni$	54	146	169	209	220	
$Ri$	54	143	164	202	214	
$h$						$rh$
1	0	10	3	5	2	20
2			34	18	8	60
3				33	13	46
4					30	30
$m_i$						

## Ένα παράδειγμα

Διαμορφώνουμε έναν πίνακα με βάση τις συλλήψεις σε κάθε δειγματοληψία

Υπολογίζουμε τα αθροίσματα της κάθε στήλης ( $m_i$ ) = ο συνολικός αριθμός ατόμων σημασμένων την ημέρα  $i$

Αριθμός δειγματοληψιών						
$i$	1	2	3	4	5	
$n_i$	54	146	169	209	220	
$R_i$	54	143	164	202	214	
$h$						$rh$
1	0	10	3	5	2	20
2			34	18	8	60
3				33	13	46
4					30	30
$m_i$	0	10	37	56	53	156

## Ένα παράδειγμα

Διαμορφώνουμε έναν πίνακα με βάση τις συλλήψεις σε κάθε δειγματοληψία

Την ημέρα  $i$  ο λόγος των σημασμένων προς τα μη σημασμένα στο δείγμα είναι....

$m_i / n_i$

Εάν το μέγεθος του πληθυσμού την ίδια ημέρα  $i$  είναι  $N_i$  και ο αριθμός των σημασμένων στον πληθυσμό είναι  $M_i$ , τότε ο αντίστοιχος λόγος στον πληθυσμό είναι

$m_i / n_i = M_i / N_i$

Αριθμός δειγματοληψιών						
$i$	1	2	3	4	5	
$n_i$	54	146	169	209	220	
$R_i$	54	143	164	202	214	
$h$						$rh$
1	0	10	3	5	2	20
2			34	18	8	60
3				33	13	46
4					30	30
$m_i$	0	10	37	56	53	156

## Ένα παράδειγμα

Διαμορφώνουμε έναν πίνακα με βάση τις συλλήψεις σε κάθε δειγματοληψία

$$m_i / n_i = M_i / N_i$$

$$\text{Επομένως } N_i = (M_i * n_i) / m_i$$

Αν έχουμε μια εκτίμηση του  $M_i$  (αριθμός των σημασμένων στον πληθυσμό) μπορούμε να εκτιμήσουμε το μέγεθος του πληθυσμού

Αριθμός δειγματοληψιών						
<i>i</i>	1	2	3	4	5	
<i>n<sub>i</sub></i>	54	146	169	209	220	
<i>R<sub>i</sub></i>	54	143	164	202	214	
<i>h</i>						<i>rh</i>
1	0	10	3	5	2	20
2			34	18	8	60
3				33	13	46
4					30	30
<i>m<sub>i</sub></i>	0	10	37	56	53	156



## Ένα παράδειγμα

Διαμορφώνουμε έναν πίνακα με βάση τις συλλήψεις σε κάθε δειγματοληψία

Για να γίνει αυτό διαμορφώνουμε ένα δεύτερο πίνακα (ή σε συνέχεια του πρώτου, όπου οι στήλες του σώματος είναι οι αθροιστικές του προηγούμενου πίνακα).

Αριθμός δειγματοληψιών						
<i>i</i>	1	2	3	4	5	
<i>ni</i>	54	146	169	209	220	
<i>Ri</i>	54	143	164	202	214	
<i>h</i>						<i>rh</i>
1	0	10	3	5	2	20
2			34	18	8	60
3				33	13	46
4					30	30
<i>mi</i>	0	10	37	56	53	156
αθροιστικός πίνακας						
1	0	10	3	5	2	
2			37			
3						
4						

## Ένα παράδειγμα

Διαμορφώνουμε έναν πίνακα με βάση τις συλλήψεις σε κάθε δειγματοληψία

Για να γίνει αυτό διαμορφώνουμε ένα δεύτερο πίνακα (ή σε συνέχεια του πρώτου, όπου οι στήλες του σώματος είναι οι αθροιστικές του προηγούμενου πίνακα).

Αριθμός δειγματοληψιών						
<i>i</i>	1	2	3	4	5	
<i>n<sub>i</sub></i>	54	146	169	209	220	
<i>R<sub>i</sub></i>	54	143	164	202	214	
<i>h</i>						<i>rh</i>
1	0	10	3	5	2	20
2			34	18	8	60
3				33	13	46
4					30	30
<i>m<sub>i</sub></i>	0	10	37	56	53	156
αθροιστικός πίνακας						
1	0	10	3	5	2	
2			37	23	10	
3				56	23	
4					53	

## Ένα παράδειγμα

Διαμορφώνουμε έναν πίνακα με βάση τις συλλήψεις σε κάθε δειγματοληψία

Υπολογίζουμε τα  $z_i$  = αριθμός των ατόμων που συνελήφθη πριν και μετά την  $i$ th δειγματοληψία χωρίς να υπολογίζονται τα άτομα της  $i$ th δειγματοληψίας

Αριθμός δειγματοληψιών								
<i>i</i>	1	2	3	4	5			
<i>ni</i>	54	146	169	209	220			
<i>Ri</i>	54	143	164	202	214			
<i>h</i>						<i>rh</i>		
1	0	10	3	5	2	20		
2			34	18	8	60		
3				33	13	46		
4					30	30		
<i>mi</i>	0	10	37	56	53	156		
αθροιστικός πίνακας						<i>Zi</i>		
1	0	10	3	5	2	10	<i>Z2</i>	
2			37	23	10		<i>Z3</i>	
3				56	23		<i>Z4</i>	
4					53			

## Ένα παράδειγμα

Διαμορφώνουμε έναν πίνακα με βάση τις συλλήψεις σε κάθε δειγματοληψία

Υπολογίζουμε τα  $z_i$  = αριθμός των ατόμων που συνελήφθη πριν και μετά την  $i$ th δειγματοληψία χωρίς να υπολογίζονται τα άτομα της  $i$ th δειγματοληψίας

Αριθμός δειγματοληψιών							
<i>i</i>	1	2	3	4	5		
<i>ni</i>	54	146	169	209	220		
<i>Ri</i>	54	143	164	202	214		
<i>h</i>						<i>rh</i>	
1	0	10	3	5	2	20	
2			34	18	8	60	
3				33	13	46	
4					30	30	
<i>mi</i>	0	10	37	56	53	156	
αθροιστικός πίνακας						<i>Zi</i>	
1	0	10	3	5	2	10	<i>Z2</i>
2			37	23	10	33	<i>Z3</i>
3				56	23	23	<i>Z4</i>
4					53		

## Ένα παράδειγμα

Διαμορφώνουμε έναν πίνακα με βάση τις συλλήψεις σε κάθε δειγματοληψία

Με τα στοιχεία του πίνακα υπολογίζουμε τις εκτιμήσεις των παραμέτρων του πληθυσμού

$$M_i = \{(R_i * Z_i) / r_i\} + m_i$$

Και το  $N_i = ???$

$$N_i = (M_i * n_i) / m_i$$



## Ένα παράδειγμα

Διαμορφώνουμε έναν πίνακα με βάση τις συλλήψεις σε κάθε δειγματοληψία

Με τα στοιχεία του πίνακα υπολογίζουμε τις εκτιμήσεις των παραμέτρων του πληθυσμού

$$M_i = \{(R_i * Z_i) / r_i\} + m_i \quad M_2 = \{(143 * 10) / 60\} + 10 = 33,8$$

Και το  $N_i = ???$

$$N_i = (M_i * n_i) / m_i \quad N_2 = (33,8 * 146) / 10 = 494 \text{ άτομα}$$

Αριθμός δειγματοληψιών								
<i>i</i>	1	2	3	4	5			
<i>n<sub>i</sub></i>	54	146	169	209	220			
<i>R<sub>i</sub></i>	54	143	164	202	214			
<i>h</i>						<i>rh</i>		
1	0	10	3	5	2	20		
2			34	18	8	60		
3				33	13	46		
4					30	30		
<i>m<sub>i</sub></i>	0	10	37	56	53	156		
αθροιστικός πίνακας						<i>Z<sub>i</sub></i>		
1	0	10	3	5	2	10	<i>Z<sub>2</sub></i>	
2			37	23	10	33	<i>Z<sub>3</sub></i>	
3				56	23	23	<i>Z<sub>4</sub></i>	
4					53			

## Ένα παράδειγμα

Διαμορφώνουμε έναν πίνακα με βάση τις συλλήψεις σε κάθε δειγματοληψία

Η πιθανότητα επιβίωσης  $\Phi$  μεταξύ διαδοχικών δειγματοληψιών δίνεται από τη σχέση

$$\Phi_i = M(i+1) / R_i$$

Με το σύμβολο  $\Phi_i$  εκφράζεται το ποσοστό του πληθυσμού που επιβιώνει μεταξύ της  $i$ th δειγματοληψίας και της  $i+1$ th δειγματοληψίας (και παραμένει στον πληθυσμό).

Και  $B_i$  ο αριθμός των νέων ζώων που προστίθενται στον πληθυσμό στο διάστημα από  $i$  έως  $i+1$  και που είναι ζώντα στον χρόνο  $i+1$

$$B_i = N(i+1) - \Phi_i (N_i - n_i + R_i)$$

## Ένα παράδειγμα

Διαμορφώνουμε έναν πίνακα με βάση τις συλλήψεις σε κάθε δειγματοληψία

Με τα στοιχεία του πίνακα υπολογίζουμε τις εκτιμήσεις των παραμέτρων του πληθυσμού

$$M_i = \{(R_i * Z_i) / r_i\} + m_i \quad M_2 = \{(143 * 10) / 60\} + 10 = 33,8$$

$$\Phi_1 = M_2 / R_1 \quad \Phi_1 = 33,8 / 54 = 0,62, \quad \Phi_2 = M_3 / R_2 = 154,6 / 143 = 1,081$$

$$N_i = (M_i * n_i) / m_i \quad N_2 = (33,8 * 146) / 10 = 494 \text{ άτομα}, \quad N_3 = (154,6 * 169) / 37 = 706 \text{ άτομα}$$

$$B_i = N(i+1) - \Phi_i (N_i - n_i + R_i) \quad B_2 = N_3 - \Phi_2 (N_2 - n_2 + R_2) = 706 - 1,081(494 - 146 + 143) = 706 - 530 = 176 \text{ άτομα}$$

Αριθμός δειγματοληψιών							
<i>i</i>	1	2	3	4	5		
<i>n<sub>i</sub></i>	54	146	169	209	220		
<i>R<sub>i</sub></i>	54	143	164	202	214		
<i>h</i>						<i>rh</i>	
1	0	10	3	5	2	20	
2			34	18	8	60	
3				33	13	46	
4					30	30	
<i>m<sub>i</sub></i>	0	10	37	56	53	156	
αθροιστικός πίνακας						<i>Z<sub>i</sub></i>	
1	0	10	3	5	2	10	<i>Z<sub>2</sub></i>
2			37	23	10	33	<i>Z<sub>3</sub></i>
3				56	23	23	<i>Z<sub>4</sub></i>
4					53		



Πίνακας 2.2

Δεδομένα διαδοχικής σύλληψης-επανασύλληψης ατόμων ανοικτού πληθυσμού (από Jolly 1965).

		Αριθμός δειγματοληψιών														
$i$		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
$n_i$		54	146	169	209	220	209	250	176	172	127	123	120	142		
$R_i$		54	143	164	202	214	207	243	175	169	126	120	120	-		
$h$															$r_h$	$z_i$
1			10	3	5	2	2	1	0	0	0	1	0	0	24	-
2				34	18	8	4	6	4	2	0	2	1	1	80	14
3					33	13	8	5	0	4	1	3	3	0	70	57
4						30	20	10	3	2	2	1	1	2	71	71
5							43	34	14	11	3	0	1	3	109	89
6								56	19	12	5	4	2	3	101	121
7									46	28	17	8	7	2	108	110
8										51	22	12	4	10	99	132
9											34	16	11	9	70	121
10												30	16	12	58	107
11													26	18	44	88
12														35	35	60
$m_i$		0	10	37	56	53	77	112	86	110	84	77	72	95		

# Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση

## Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης

### 2. Δειγματοληπτικές μέθοδοι

- **2.1 Άμεσες δειγματοληπτικές μέθοδοι**

- (α) Σύλληψη – επανασύλληψη (capture-recapture)

- Βασική προϋπόθεση για όλα τα μοντέλα σύλληψης-επανασύλληψης, είναι ότι

- όλα τα άτομα έχουν την ίδια πιθανότητα να συλληφθούν, έτσι ώστε τα σημασμένα άτομα, σε οποιοδήποτε δειγματοληπτικό χρόνο, να έχουν τις ίδιες πιθανότητες σύλληψης με τα μη σημασμένα.

# *Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση*

## **Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης**

### **2. Δειγματοληπτικές μέθοδοι**

- **2.1 Άμεσες δειγματοληπτικές μέθοδοι**

- (α) Σύλληψη – επανασύλληψη (capture-recapture)

- Άλλες προϋποθέσεις

- 1. Διατήρηση αναλογίας σημαδεμένων και μη σημαδεμένων ατόμων, χωρίς μεταβολές εξαιτίας επιλεκτικής θνησιμότητας, γέννησης ή διασποράς.

- 2. Ομογενή κατανομή σημαδεμένων στο σύνολο του πληθυσμού

# Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση

## Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης

### (α) Σύλληψη – επανασύλληψη (capture-recapture)

- Υπάρχουν και άλλοι τρόποι
- 1) R

## Package ‘Rcapture’

February 19, 2015

**Type** Package

**Title** Loglinear Models for Capture-Recapture Experiments

**Version** 1.4-2

**Date** 2014-08-28

# Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση

## Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης

### (α) Σύλληψη – επανασύλληψη (capture-recapture)

- Υπάρχουν και άλλοι τρόποι

- 1) R

```
> head(period3)
      c11 c12 c13 c14 c15 c21 c22 c23 c24 c25
[1,]  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0
[2,]  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
[3,]  1  1  0  1  1  1  1  1  0  0
[4,]  1  1  1  1  0  0  0  0  0  0
[5,]  1  1  1  1  1  0  0  1  1  0
[6,]  1  1  1  1  1  1  1  1  0  1
> |
```

```
[158,]  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
[159,]  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0
[160,]  1  1  1  1  1  1  1  1  0  0
[161,]  1  1  1  1  1  0  1  1  0  0
[162,]  1  1  1  1  1  1  1  1  0  1
[163,]  1  1  1  1  0  1  1  1  0  0
[164,]  1  1  1  1  1  1  0  1  0  0
[165,]  1  1  1  0  1  1  1  0  0  0
[166,]  1  1  1  1  0  1  1  1  0  0
[167,]  1  1  1  1  1  1  1  1  1  0
[168,]  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0
[169,]  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
[170,]  1  1  1  1  1  0  1  1  1  0
[171,]  1  1  1  1  1  1  0  1  0  0
```

# Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση

## Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης

- 1) R (μια απλή εντολή = openr(x)

### Abundances:

	estimate	stderr
period 1	--	--
period 2	48.2	2.5
period 3	49.6	1.5
period 4	55.0	3.2
period 5	51.2	2.4
period 6	57.9	3.1
period 7	63.0	1.7
period 8	66.0	8.4
period 9	91.8	15.9
period 10	--	--

### Number of new arrivals:

	estimate	stderr
period 1 -> 2	--	--
period 2 -> 3	2.1	3.0
period 3 -> 4	5.6	3.5
period 4 -> 5	0.7	2.6
period 5 -> 6	12.4	4.7
period 6 -> 7	5.2	4.0
period 7 -> 8	5.3	3.2
period 8 -> 9	25.8	13.2
period 9 -> 10	--	--

### Total number of units who ever inhabited the survey area:

	estimate	stderr
all periods	104.8	11.7

### Survival probabilities:

	estimate	stderr
period 1 -> 2	0.9745	0.0304
period 2 -> 3	0.9851	0.0269
period 3 -> 4	0.9971	0.0462
period 4 -> 5	0.9183	0.0636
period 5 -> 6	0.8889	0.0577
period 6 -> 7	1.0000	0.0000
period 7 -> 8	0.9631	0.1236
period 8 -> 9	1.0000	0.0000
period 9 -> 10	--	--

# Program capture



**CAPTURE** - Computes estimates of capture probability and population size for "closed" population capture-recapture data.

White, G.C., K.P. Burnham, D.L. Otis, and D.R. Anderson. 1978. User's Manual for Program CAPTURE, Utah State Univ. Press, Logan, Utah.

Rexstad, E., and K.P. Burnham. 1991. User's Guide for Interactive Program CAPTURE. Colorado Cooperative Fish & Wildlife Research Unit, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.

- <http://www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/capture.html>

<http://www.phidot.org/software/mark/index.html>

# program MARK

[Home](#) [About](#) [Downloads](#) [Documentation](#) [Support Forum](#) [Training](#)

## quick links

- [Home](#)
- [download MARK](#)
- [CSU MARK Page](#)

## Wise Words

*"Beware of bugs in the above code; I have only proved it correct, not tried it."*

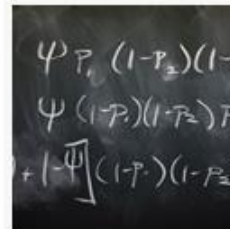
– Donald E. Knuth

*"I think it's a new feature. Don't tell anyone it was an accident."*

– Larry Wall

## Welcome

Welcome to the program **MARK** website. Program **MARK**, developed and maintained by Gary White (Colorado State University) is the most flexible, widely used application currently available for parameter estimation using data from marked individuals. This website is intended to serve as a portal for various things related to **MARK**: updated software, documentation, support, training opportunities, and so on.





<http://www.phidot.org/software/mark/index.html>

Program MARK Interface

File Window Help

### Enter Specifications for MARK Analysis

Select Data Type

- Recaptures only
- Recoveries only
- Both (Burnham)
- Known Fates
- Closed Captures
- BTD Ring Recoveries
- Robust Design
- Both (Barker)
- Multi-state Recaptures only
- Brownie et al. Recoveries
- Jolly-Seber
- Pradel Models Including Robust Designs
- Barker Robust Design
- POPAN
- VPA -- Virtual Population Analysis
- Multi-state -- Live and Dead Enc.
- Nest Survival
- Occupancy Estimation
- 2 Species Occupancy Estimation
- Robust Design Occupancy
- Open Robust Design Multi-state
- Closed Robust Design Multi-state
- Robust Design Multi-state with Mis-Classification
- Lukacs Young Survival from Marked Adults
- Mark-Resight
- Density Using Telemetry

Title for this set of data:

Encounter Histories File Name:

Results File Name:

Encounter occasions:   Default Time Intervals Used

Attribute groups:   Default Group Labels Used

Individual covariates:   Default Ind. Cov. Names Used

States:   Default State Names Used

Mixtures:

# *Εργαστήριο 1: Βιοπαρακολούθηση*

## **Μέθοδοι βιοπαρακολούθησης**

### **2. Δειγματοληπτικές μέθοδοι**

- **2.1 Άμεσες δειγματοληπτικές μέθοδοι**

**Στο επόμενο**

**Μέθοδος με λωρίδες δειγματοληψίας**

**ΕΜΜΕΣΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ**