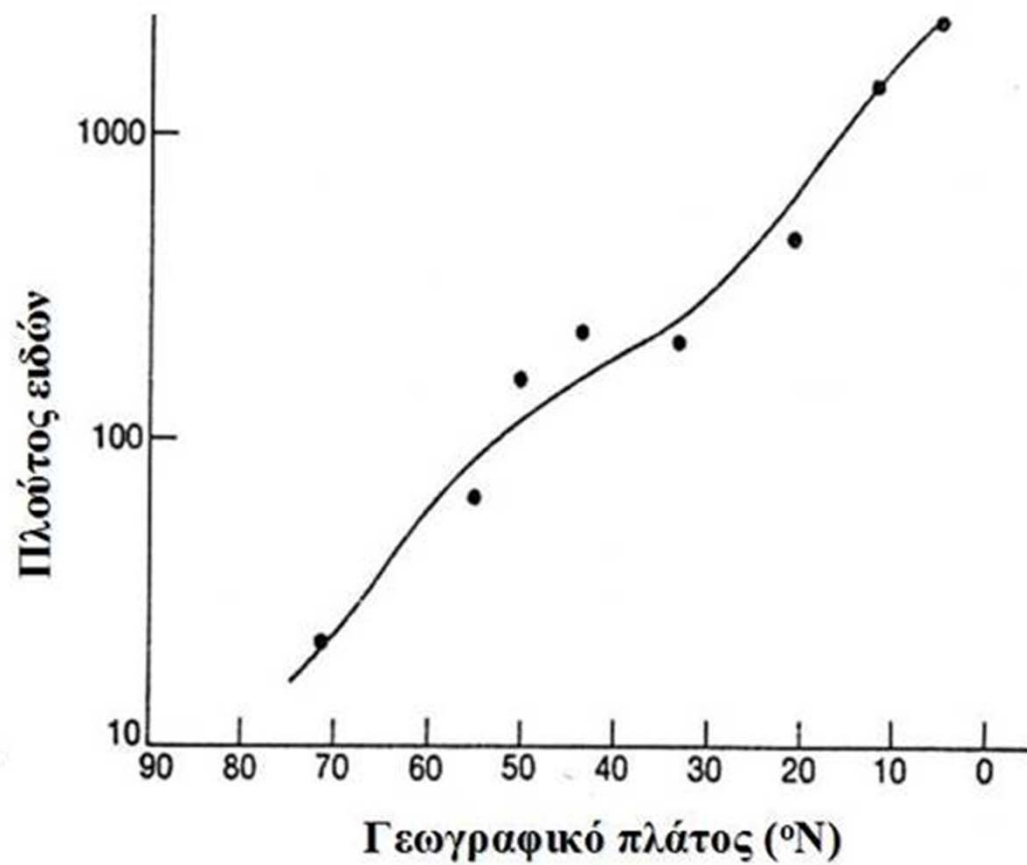
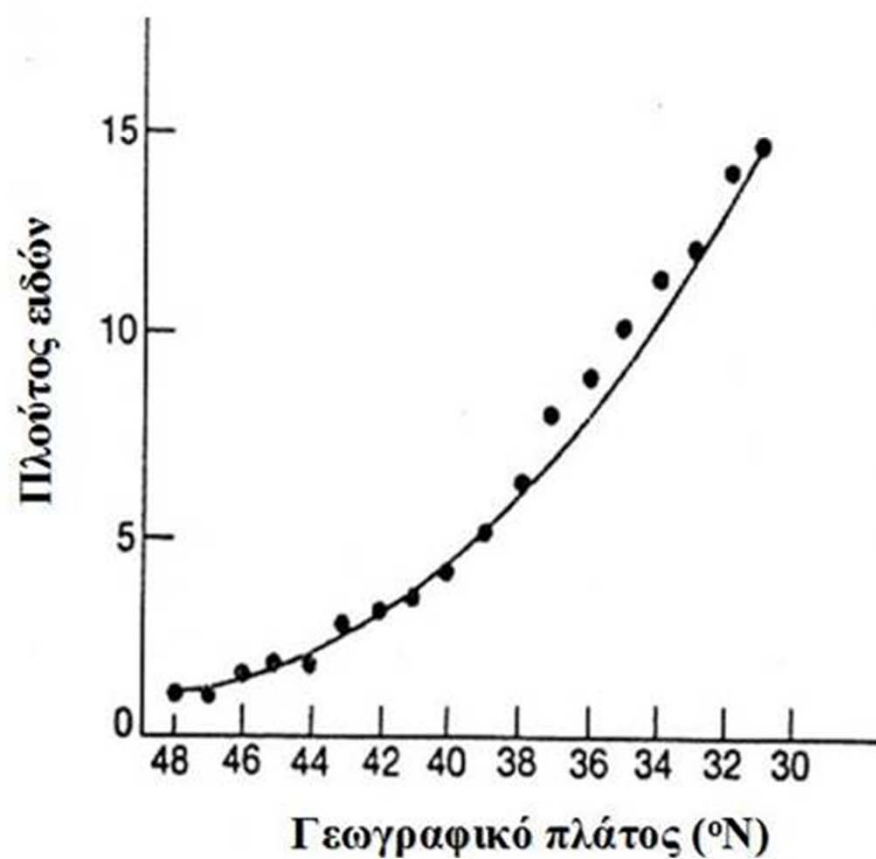
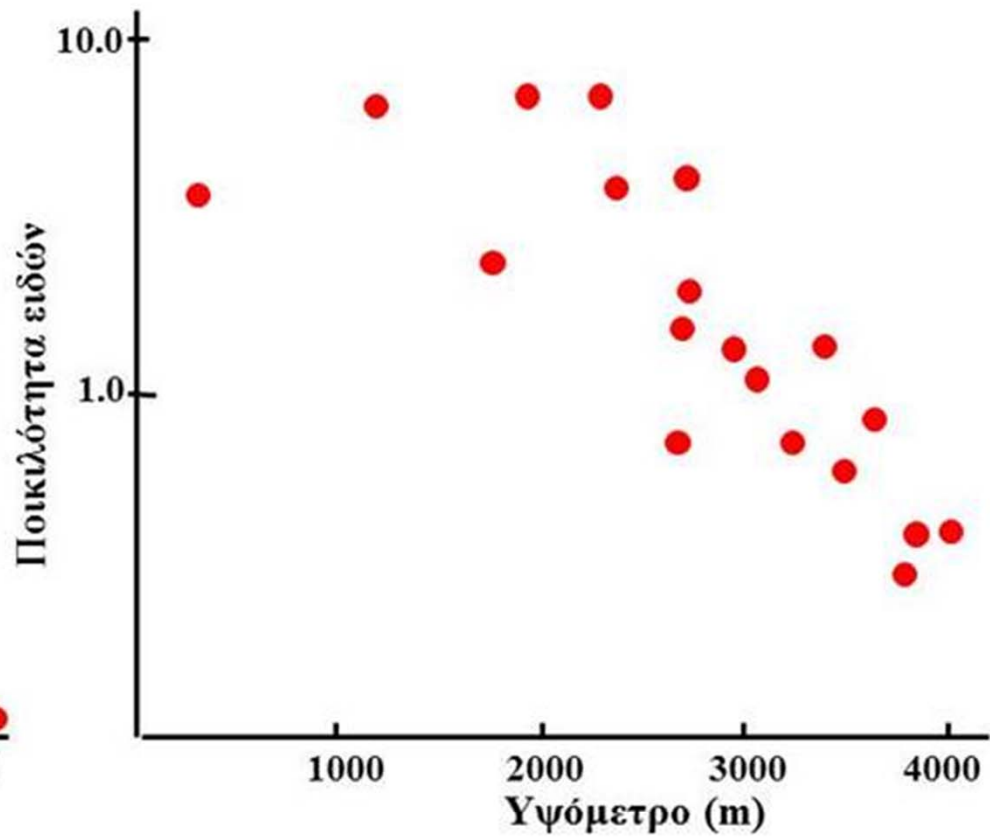
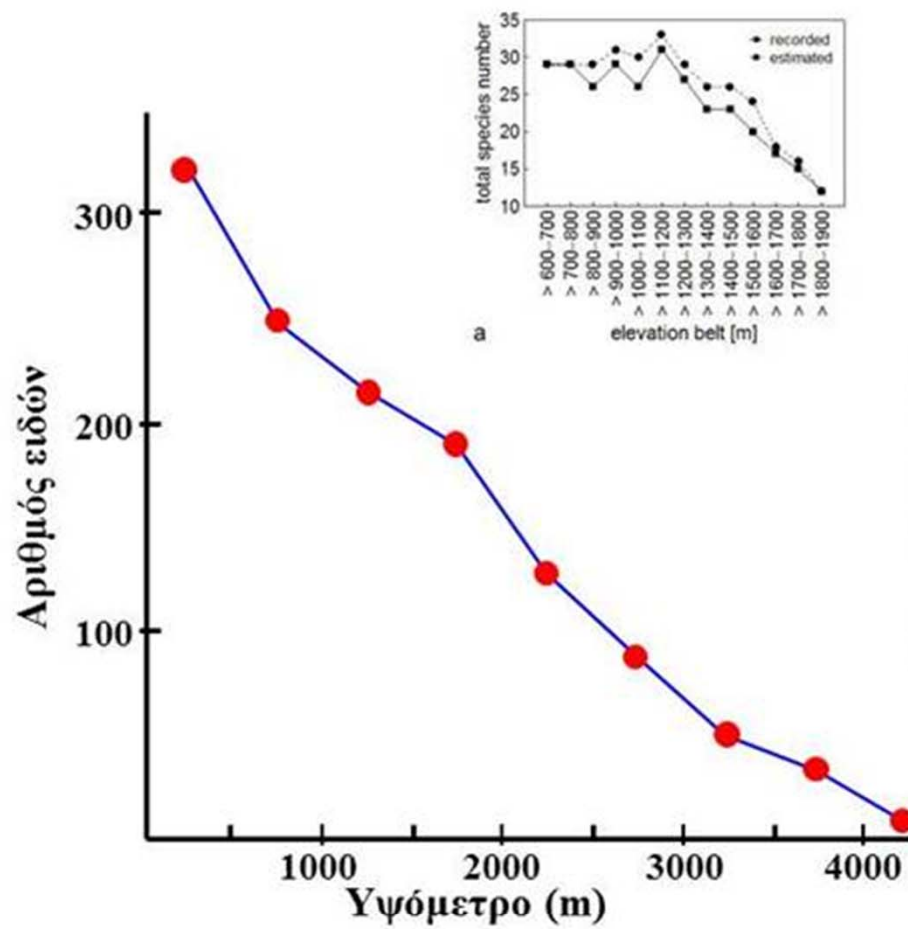
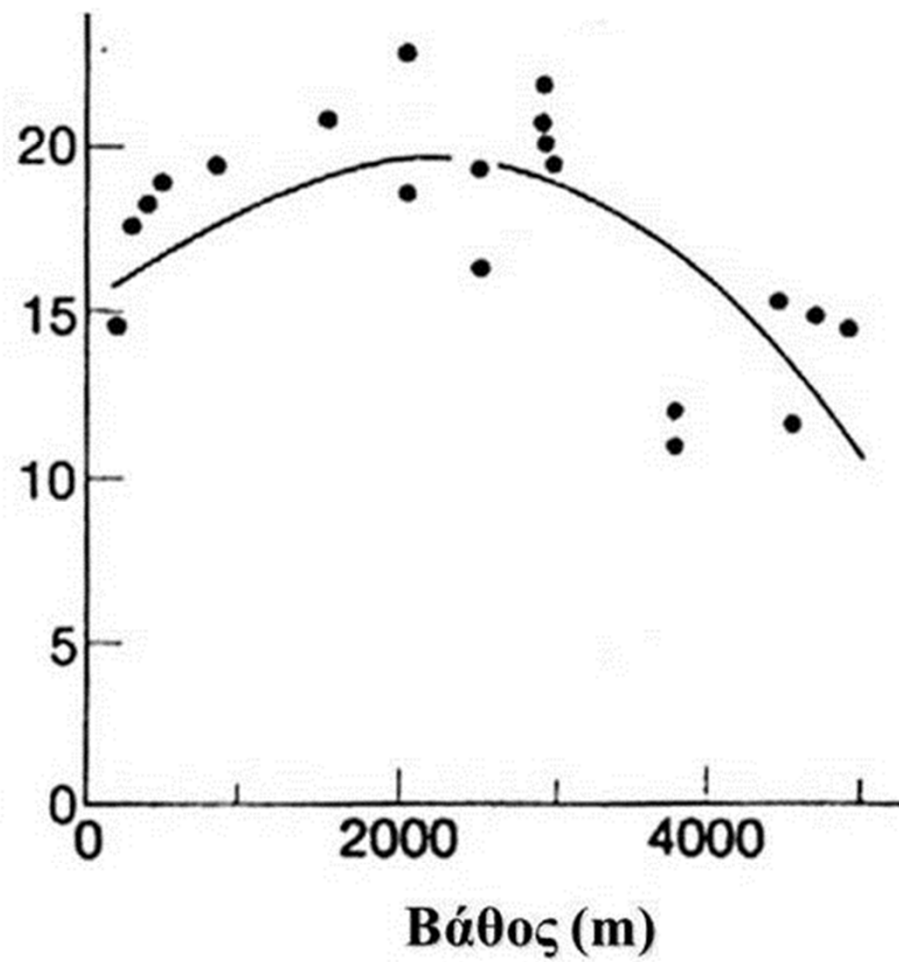
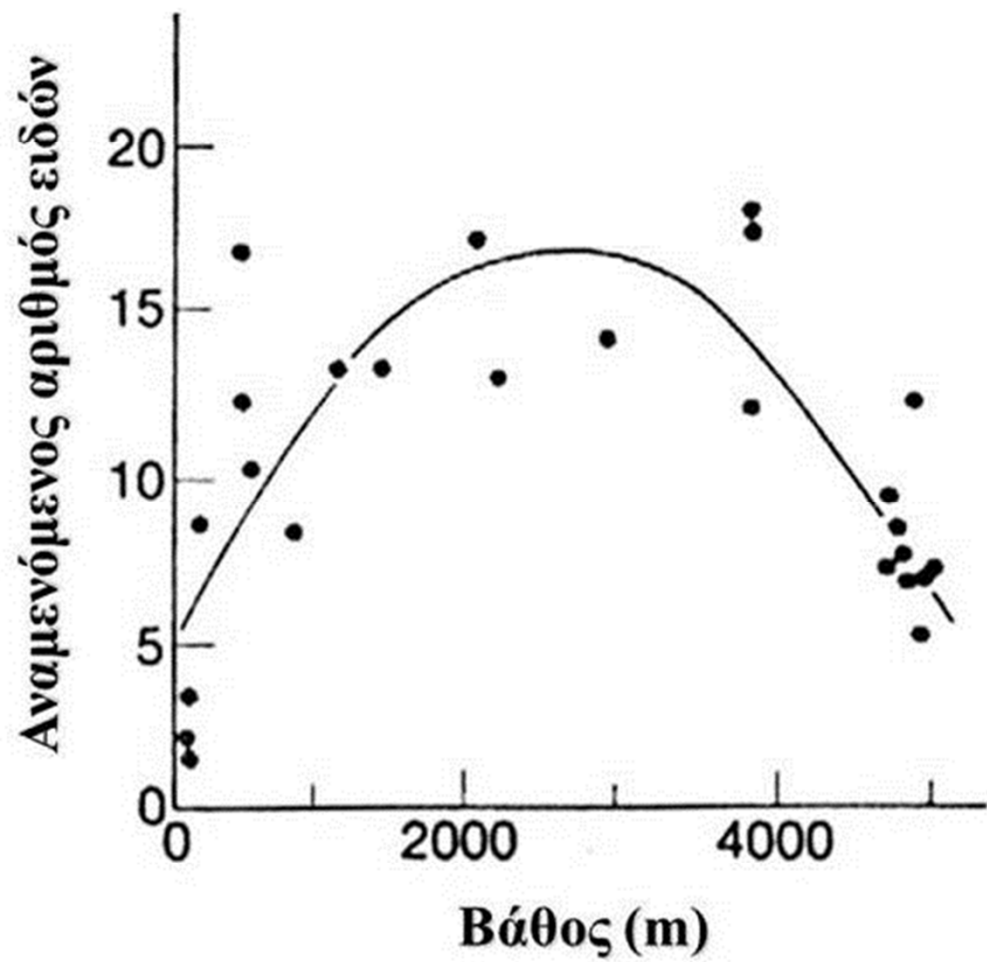


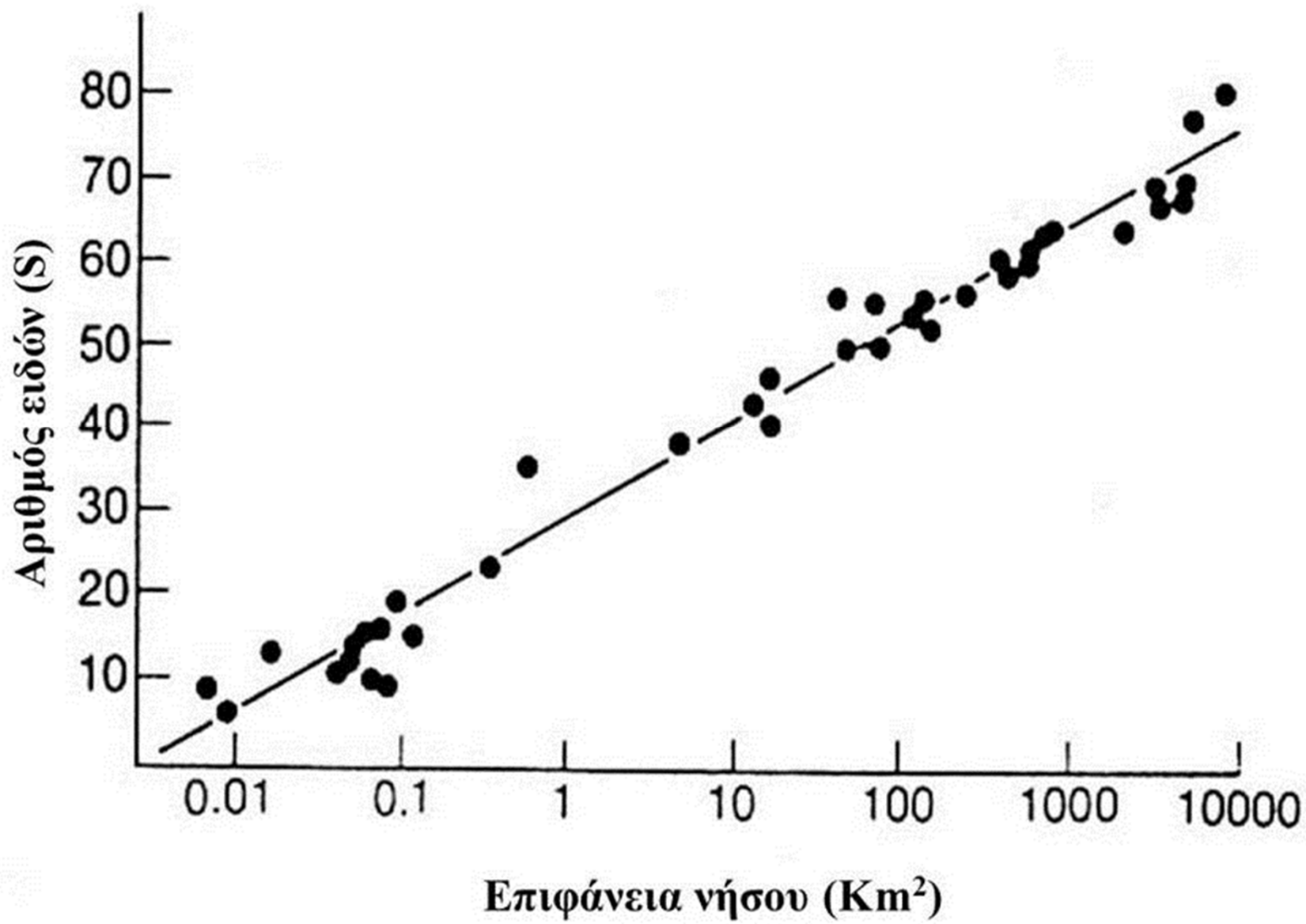


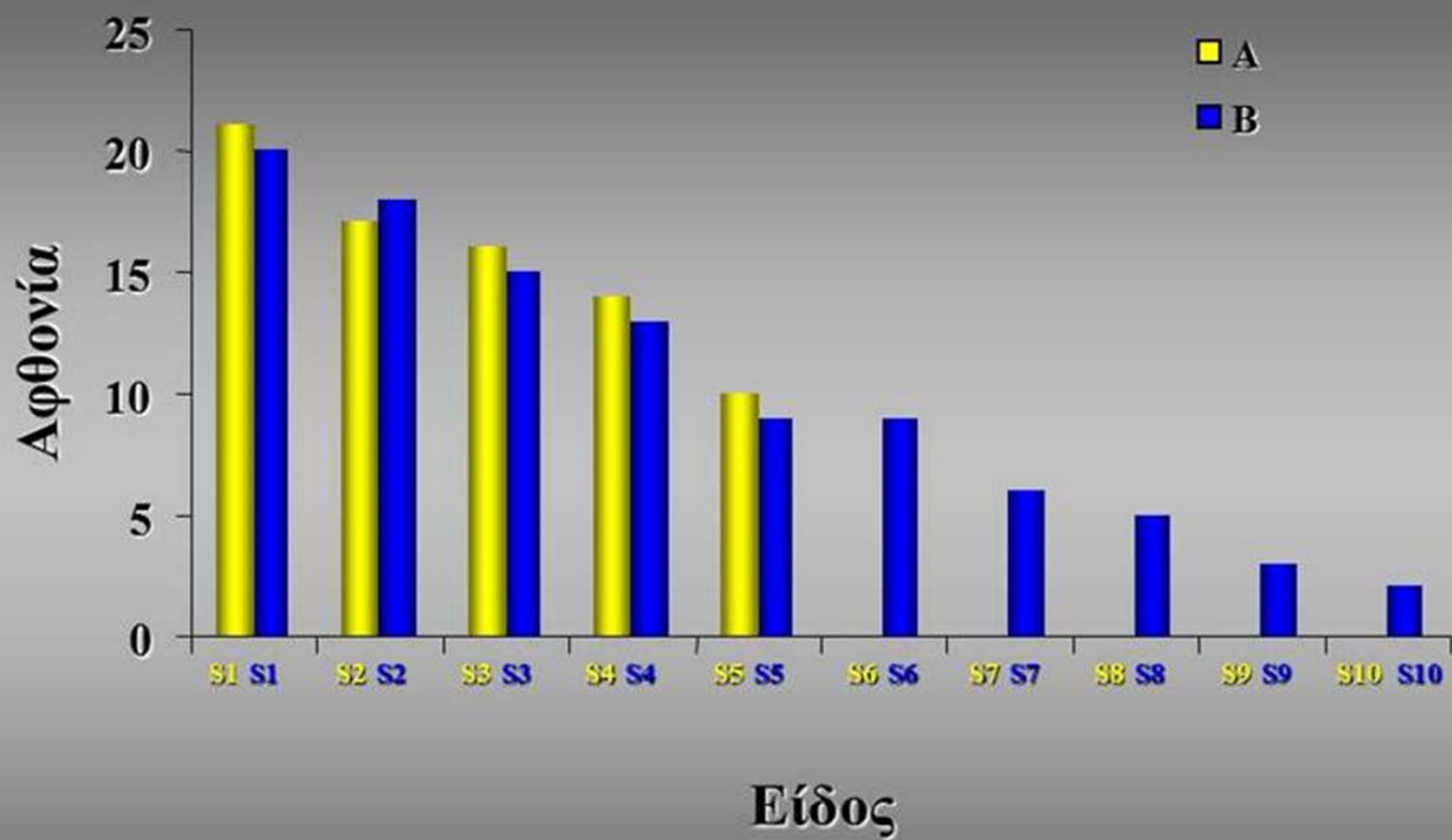
**ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ**  
**Ποικιλότητα ειδών...**



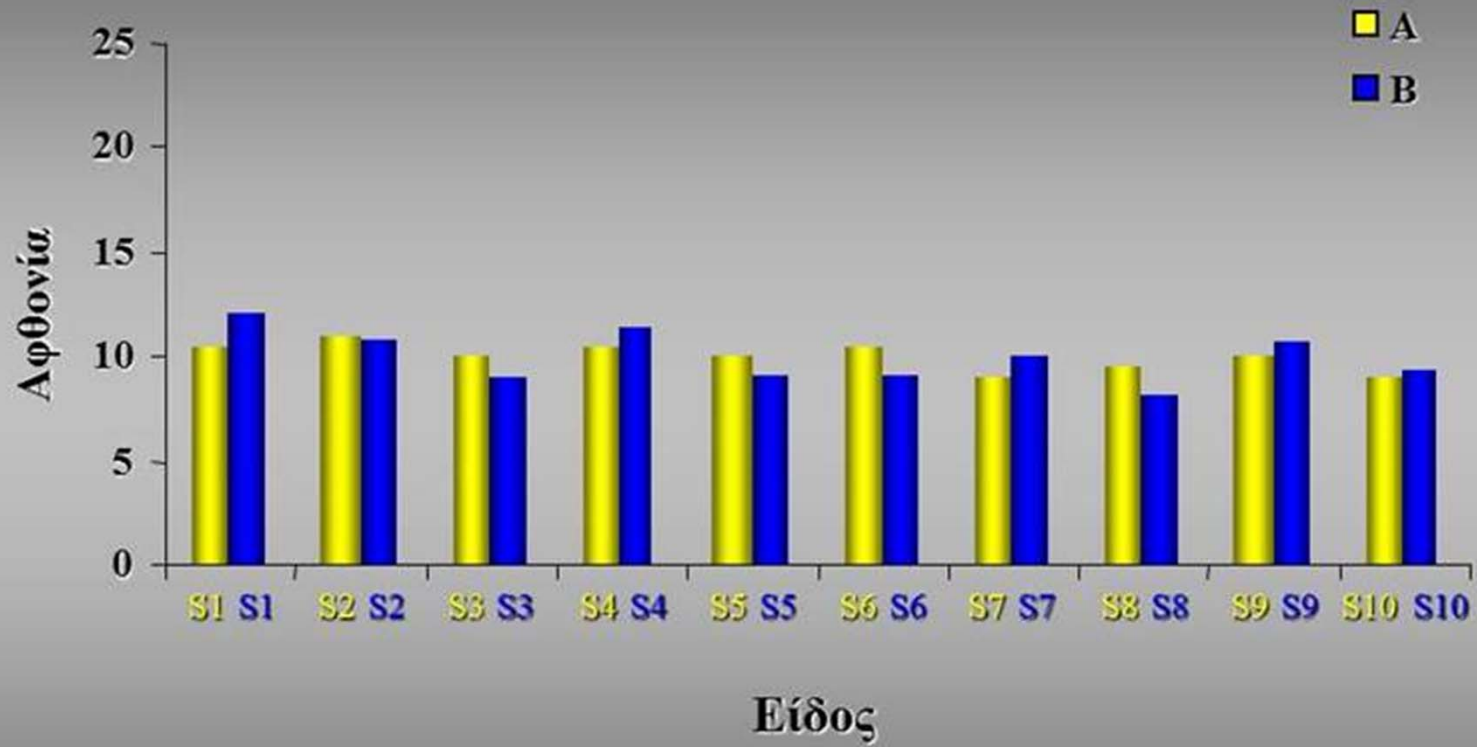


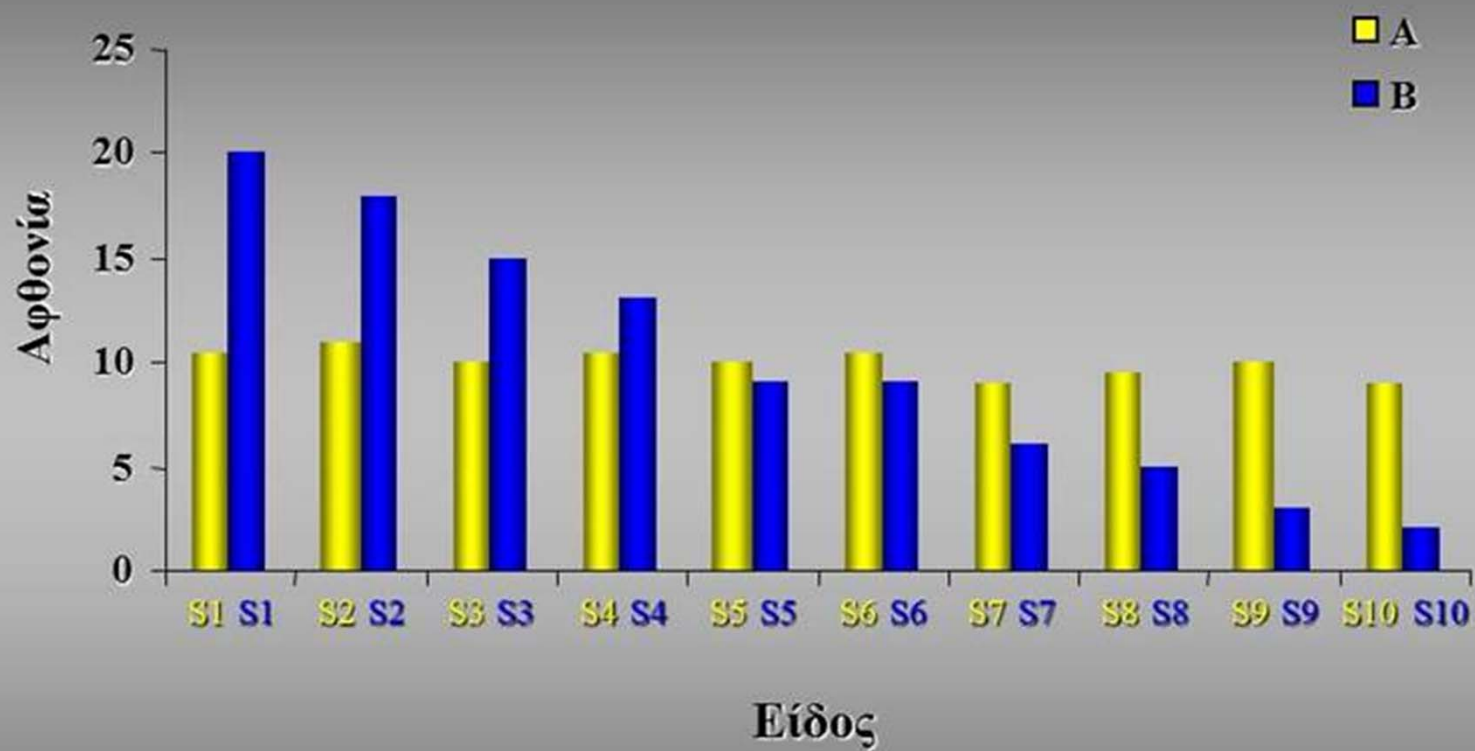






## Ισομέρεια (evenness)







## ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ

**Πλούτος ειδών** (*species richness*)

ο αριθμός ειδών στην βιοκοινότητα

**Αφθονία** ή πυκνότητα των ειδών (*species abundance ή species density*)

Ο αριθμός ατόμων ανά είδος

**Ισομέρεια** (*evenness*)

Δείκτες πλούτου ειδών

**Εκτιμητές** συνολικού αριθμού ειδών

Δείκτες ποικιλότητας

Δείκτες Ισομέρειας

## ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΛΟΥΤΟΥ ΕΙΔΩΝ

*Species richness*

$$R_1 = \frac{S - 1}{\ln N}$$

R.Margalef (1958)

$$S = 1 + K \ln(N)$$

$$R_2 = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

E.F.Menhinich (1964)

$$S = K \sqrt{N}$$

Είδος $i$	Παγίδα $A$	Παγίδα $B$
1	9	1
2	3	0
3	0	1
4	4	0
5	2	0
6	1	0
7	1	1
8	0	2
9	1	0
10	0	5
11	1	3
12	1	0
Αριθμός ειδών ( $S$ )	9	6
Αριθμός ατόμων ( $N$ )	23	13
$R_1$	2,55	1,95
$R_2$	1,87	1,66
$E(S_{13})$	6,56	6,00

$$R_1 = \frac{S-1}{\ln N}$$

$$R_1 = \frac{9-1}{\ln 23} = 2.55$$

$$R_2 = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

$$R_2 = \frac{9}{\sqrt{23}} = 1.87$$

## ΕΚΤΙΜΗΤΕΣ ΠΛΟΥΤΟΥ ΕΙΔΩΝ

Εκτιμούν τον αναμενόμενο αριθμό των ειδών (συνυπολογίζοντας και αυτά τα οποία δεν έχουν συλληφθεί λόγω σπανιότητας)

## ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Η μέθοδος **Anne Chao**

Εκτιμούν τον συνολικό αριθμό των ειδών με βάση  
τον αριθμό των ειδών που εμφανίστηκαν στο δείγμα με μόνο ένα άτομο (**a**) και  
τον αριθμό των ειδών που εμφανίστηκαν μόνο με δύο άτομα (**b**)

$$\hat{S} = S_{ods} + \frac{a^2}{2b}$$

$$\text{var}(\hat{S}_{\max}) = b \left[ \left( \frac{a/b}{4} \right)^4 + \left( \frac{a}{b} \right)^3 + \left( \frac{a/b}{2} \right)^2 \right]$$



# ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

## *Αριθμητικό παράδειγμα*

Σε μια περιοχή καταγράφηκαν

$S_{obs} = 100$  είδη αφίδων, εκ των οποίων

$a = 15$  είδη είχαν από ένα άτομο και

$b = 10$  είδη είχαν από δύο άτομα

Σύμφωνα με την μέθοδο Chao, ο εκτιμώμενος αριθμός ειδών είναι:

$$\hat{S}_{max} = 100 + \left(15^2 / (2 * 10)\right) = 111,25$$

# ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ-ΑΠΟΥΣΙΑΣ

## Η Μέθοδος Jack-knife

Αν έχουμε δεδομένα παρουσίας-απουσίας ειδών σε μια σειρά δειγμάτων (π.χ. τετράγωνα δειγματοληψίας) που πήραμε από μια περιοχή για να εκτιμήσουμε την ποικιλότητα των ειδών:

$$\hat{S}_{\max} = S_{obs} + \left( \frac{n-1}{n} \right) \cdot k$$

όπου:

$S_{obs}$  είναι ο παρατηρηθείς συνολικός αριθμός ειδών στο σύνολο των δειγμάτων

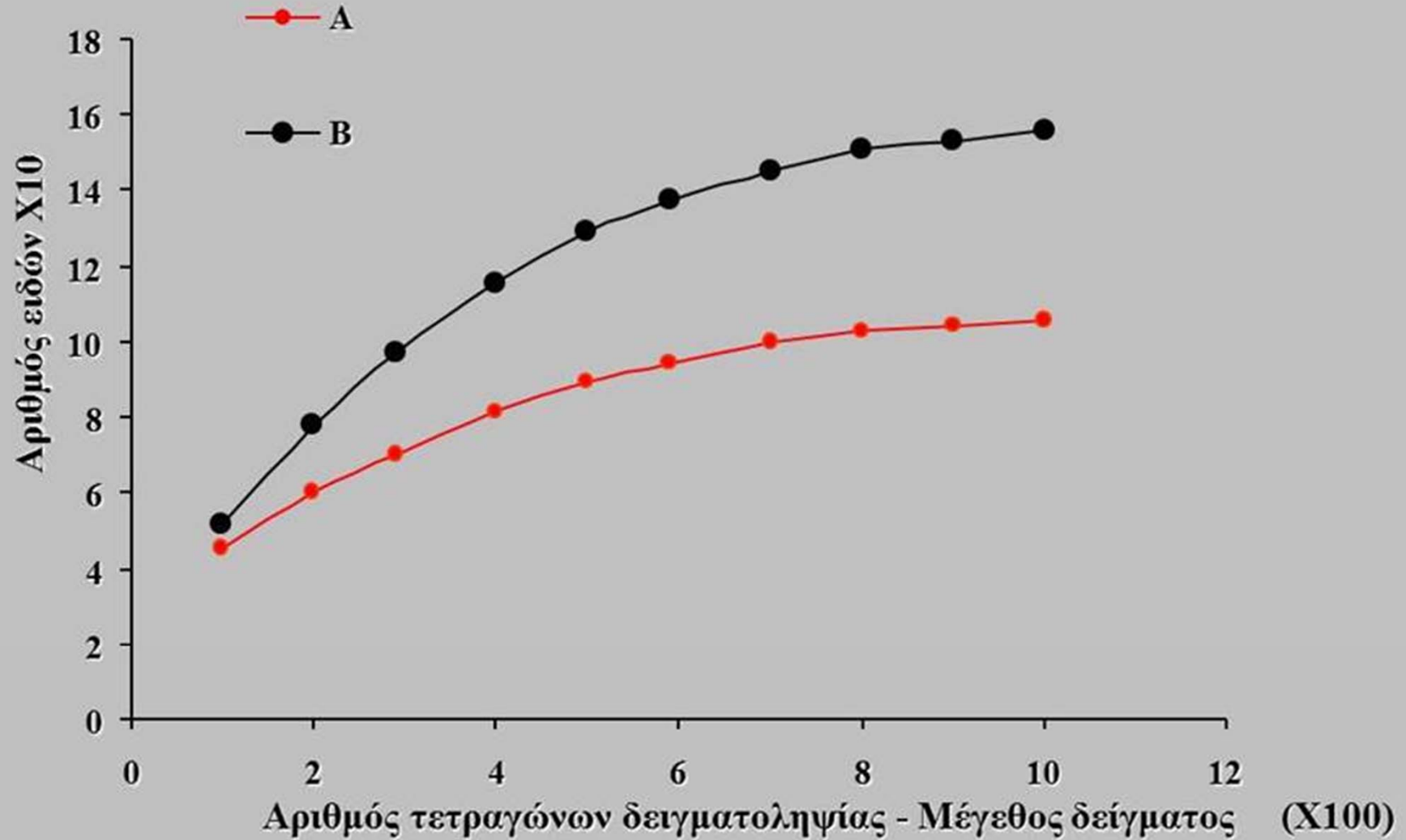
$n$  είναι ο αριθμός των δειγματοληπτικών μονάδων (δειγμάτων)

$k$  είναι ο αριθμός των ειδών που βρέθηκαν σε ένα μόνο δείγμα (μοναδικά)

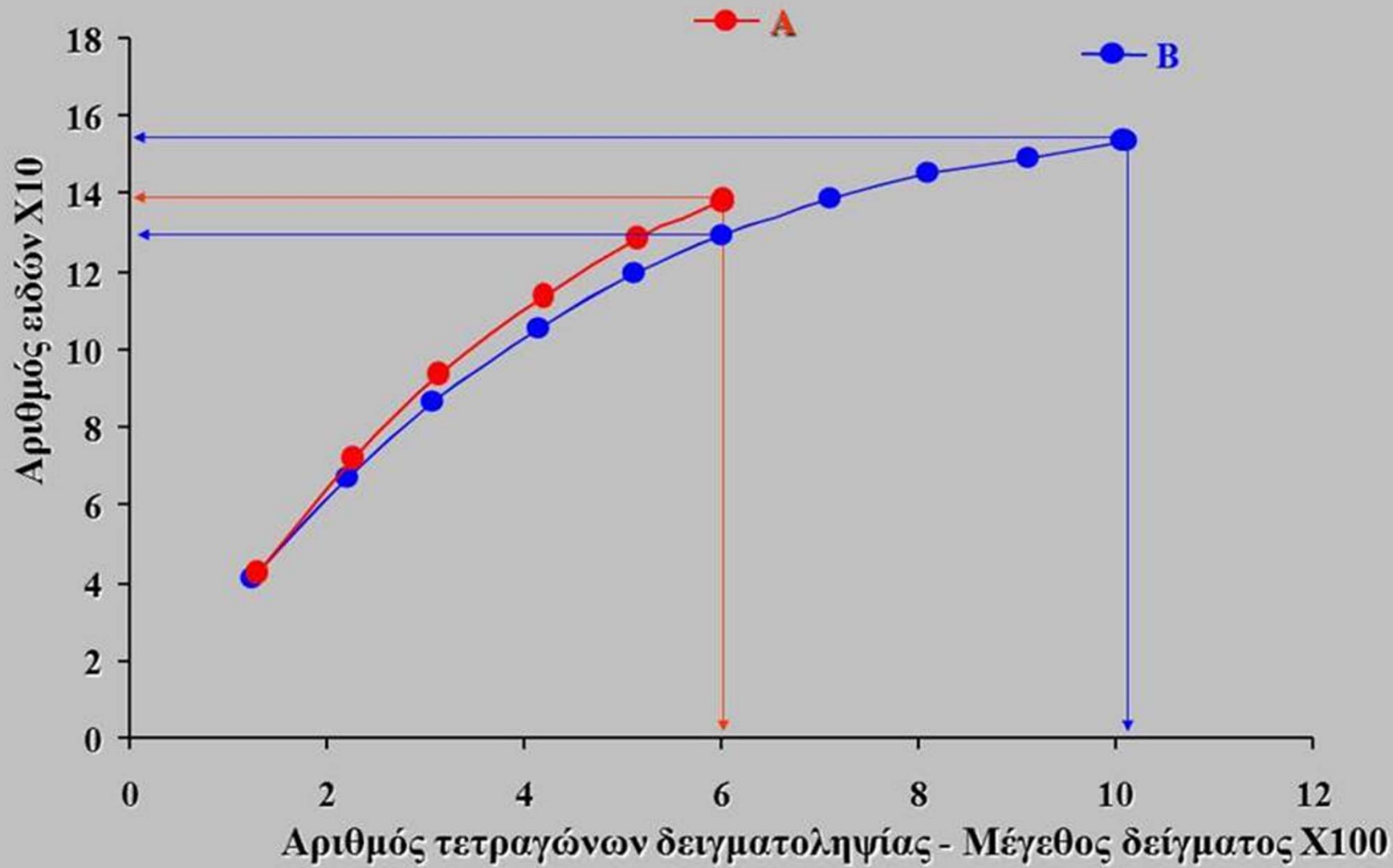
Η διακύμανση της εκτίμησης δίδεται από τον τύπο: 
$$\text{var}(\hat{S}_{\max}) = \left( \frac{n-1}{n} \right) \cdot \left( \sum_{j=1}^{S_{obs}} j^2 f_j - \frac{k^2}{n} \right)$$

όπου:  $f_j$  είναι ο αριθμός των δειγμάτων που περιέχουν  $j$  μοναδικά είδη.

## Rarefaction (αραιώση)







$$E(S_n) = \sum_{i=1}^S \left[ 1 - \frac{\binom{N-n_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

## Rarefaction (αραιώση)

*διορθώνει τον αριθμό ειδών  
σε σχέση με το μέγεθος του δείγματος*

### ΕΡΩΤΗΣΗ:

Πόσα είδη θα είχα αν το μέγεθος του δείγματος μου ήταν μικρότερο δηλαδή αντί για  $N$  ήταν  $n$

$$\binom{N}{n} = \frac{N!}{n!(N-n)!}$$

$$N! = 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times \dots \times (N-1) \times N$$

$N$  Total sample size

$S$  Number of Species

$n$  standard sample size  
used for comparison

$n_i$  number of individuals  
in the  $i^{\text{th}}$  species

$N \gg n$

Η αγκύλη μας δίνει την πιθανότητα να συλλάβουμε το είδος,  
η οποία ισούται με 1 μείον την πιθανότητα να μην συλλάβουμε το είδος.

Η πιθανότητα να μην συλλάβουμε το είδος δίδεται από το ποσοστό όλων των δυνατών δειγμάτων  
τα οποία δεν περιλαμβάνουν το είδος προς το συνολικό αριθμό όλων των δυνατών δειγμάτων.

Αριθμητής: ο αριθμός όλων των συνδυασμών ανά  $n$  οι οποίοι δεν περιέχουν το είδος

Παρανομαστής: ο αριθμός όλων των δυνατών συνδυασμών

$$E(S_n) = \sum_{i=1}^s \left[ 1 - \frac{\binom{N - n_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

$$\binom{N}{n} = \frac{N!}{n!(N-n)!}$$

$$N! = 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times \dots \times (N-1) \times N$$

$$\binom{N-n_i}{n} = \binom{132-33}{25} = \binom{99}{25} = \frac{99!}{25!(74)!} = 1.82 \times 10^{23}$$

$$\binom{N}{n} = \binom{132}{25} = \frac{132!}{25!(107)!} = 6 \times 10^{26}$$



Τι είναι τα παραγοντικά και τι οι συνδυασμοί και πως υπολογίζονται στο EXCEL

<b>A</b>	<b>B</b>
<b>1 Formula</b>	<b>Description (Result)</b>
<b>2</b> =FACT(5)	Factorial of 5, or $(1*2*3*4*5 = 120)$
<b>3</b> =FACT(3.9)	Factorial of the integer of 3.9 $(1*2*3=6)$
<b>4</b> =FACT(0)	Factorial of 0 (=1)
<b>5</b> =FACT(-1)	Negative numbers cause an error value (#NUM!)
<b>6</b> =FACT(1)	Factorial of 1 (=1)

<b>A</b>	<b>B</b>
<b>1 Formula</b>	<b>Description (Result)</b>
<b>2</b> =COMBIN(8,2)	Possible two-person teams that can be formed from 8 candidates (28)

# Αφθονία ψαριών σε δείγματα από τρεις λίμνες

<http://www.tnstate.edu/ganter/B412%20ExtraRarefaction.html>

Είδος $S_i$	Β. ΑΜΕΡΙΚΗ	Κεντρ. ΑΜΕΡΙΚΗ	ΑΡΓΕΝΤΙΝΗ
$S_1$	12		
$S_2$	5		
$S_3$	4	33	
$S_4$	3	32	
$S_5$	1	34	
$S_6$		33	
$S_7$			42
$S_8$			23
$S_9$			16
$S_{10}$			14
$S_{11}$			6
$S_{12}$			5
Σύνολο			
Άτομα N	25	132	106
Είδη S	5	4	6

$$E(S_n) = \sum_{i=1}^S \left[ 1 - \frac{\binom{N-n_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

Αυτή η στήλη μας δίνει, για κάθε είδος χωριστά, την πιθανότητα συμμετοχής του είδους στο δείγμα αν το δείγμα ήταν μικρότερο, αν δηλαδή αντί για N άτομα είχαμε συλλάβει n άτομα

### ΑΡΑΙΩΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΛΙΜΝΗΣ ΤΗΣ Κ. ΑΜΕΡΙΚΗΣ

A	B	C	D	E	F	G	H
Species	N	n	n <sub>i</sub>	N- n <sub>i</sub>	EXCEL formula	Fraction	1-Fraction
S3	132	25	33	99	= COMBIN(E2;C2)/COMBIN(B2;C2)	0,0003	0,9997
S4	132	25	32	100	= COMBIN(E4;C4)/COMBIN(B4;C4)	0,0004	0,9996
S5	132	25	34	98	= COMBIN(E5;C5)/COMBIN(B5;C5)	0,0002	0,9998
S6	132	25	33	99	= COMBIN(E6;C6)/COMBIN(B6;C6)	0,0003	0,9997
4 είδη			132			ΣΥΝΟΛΟ	3,999



## ΑΡΑΙΩΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΛΙΜΝΗΣ ΑΡΓΕΝΤΙΝΗΣ

A	B	C	D	E	F	G	
Species	N	n	$n_i$	$N - n_i$	Fraction	ΑΡΧΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΤΟ ΔΕΙΓΜΑ	1-Fraction
<i>S7</i>	106	25	42	64	0,0000	1 (100%)	1,0000
<i>S8</i>	106	25	23	83	0,0008	1 (100%)	0,9992
<i>S9</i>	106	25	16	90	0,0091	1 (100%)	0,9909
<i>S10</i>	106	25	14	92	0,0172	1 (100%)	0,9828
<i>S11</i>	106	25	6	100	0,1902	1 (100%)	0,8098
<i>S12</i>	106	25	5	101	0,2528	1 (100%)	0,7472
6 Είδη			106		ΣΥΝΟΛΟ	6	5,53

1-fraction δείχνει την ΤΕΛΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΟΥ ΚΑΘΕ ΕΙΔΟΥΣ ΣΤΟ ΔΕΙΓΜΑ ως την πιθανότητα του να είχε συλληφθεί αν το δείγμα ήταν μικρότερο. Το άθροισμα αυτών των πιθανοτήτων μας αποτελεί τον εκτιμώμενο αριθμό ειδών που θα πιάναμε αν το δείγμα ήταν μικρότερο.

**Παρατηρούμε μείωση της παρουσίας των σπάνιων ειδών *S11* και *S12* στο τελικό μικρότερο δείγμα.**



## ΑΡΑΙΩΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΑΡΓΕΝΤΙΝΗΣ

A	B	C	D	E	G	H
Species	N	n	ni	N-ni	Fraction	1-Fraction
<i>S7</i>	106	25	82	24	0	1
<i>S8</i>	106	25	9	97	0,0794	0,9206
<i>S9</i>	106	25	7	99	0,1427	0,8573
<i>S10</i>	106	25	5	101	0,2528	0,7472
<i>S11</i>	106	25	2	104	0,5822	0,4178
<i>S12</i>	106	25	1	105	0,7642	0,2358
					<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>4,18</b>

Αν αλλάξουμε την  
σχετική αφθονία  
των ειδών της  
λίμνης της  
Αργεντινής

Παρατηρούμε  
μείωση της  
παρουσίας για τα  
περισσότερα είδη

$$\binom{N-n_i}{n} = \binom{106-82}{25} = \binom{24}{25} = \frac{24!}{25!(-1)!} = 0$$

Για το είδος *S7* προκύπτει  
απροσδιοριστία και  
δίνουμε την τιμή μηδέν