ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ

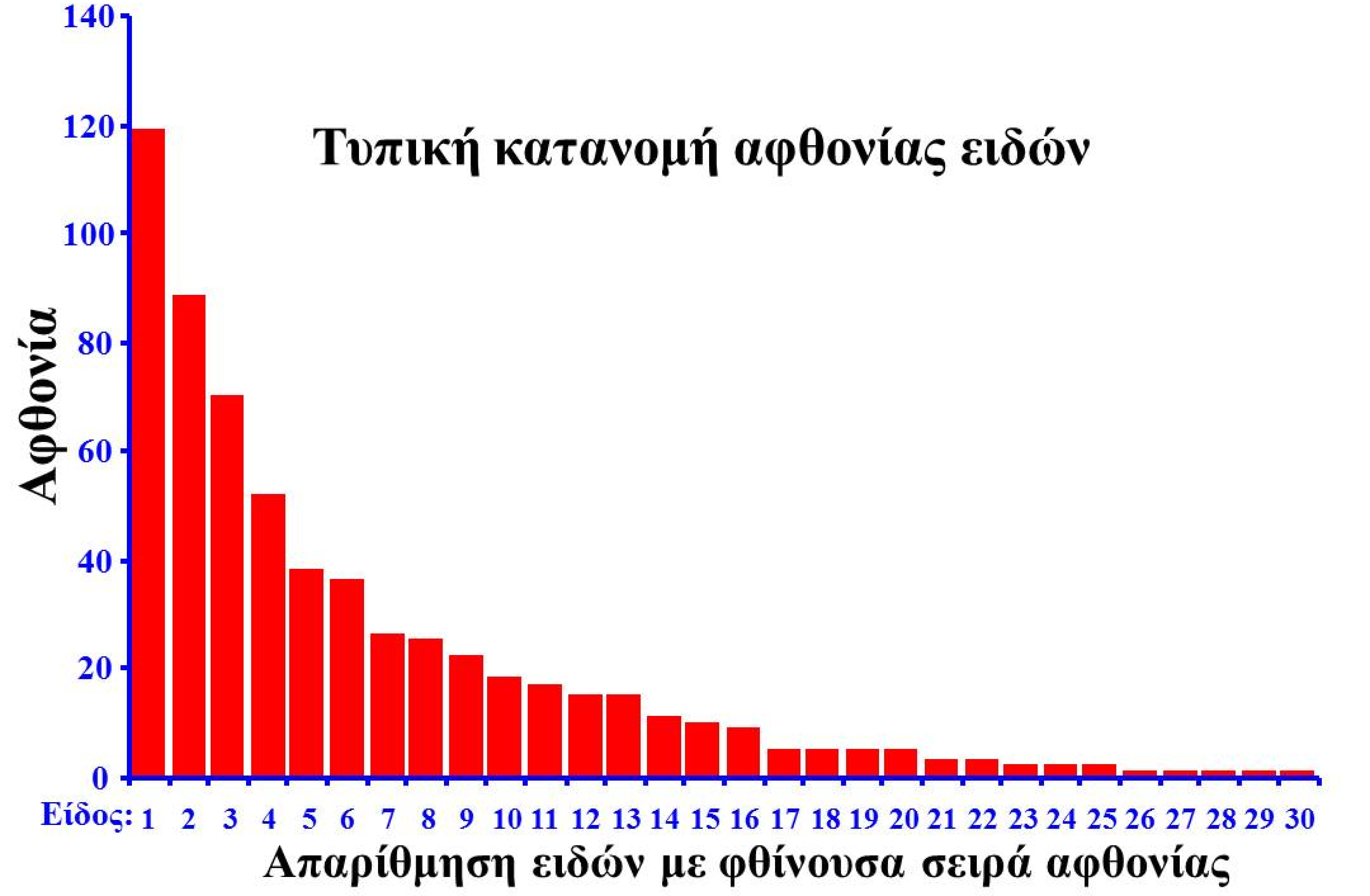
Πλούτος ειδών **(species richness)**

ο αριθμός ειδών στην βιοκοινότητα

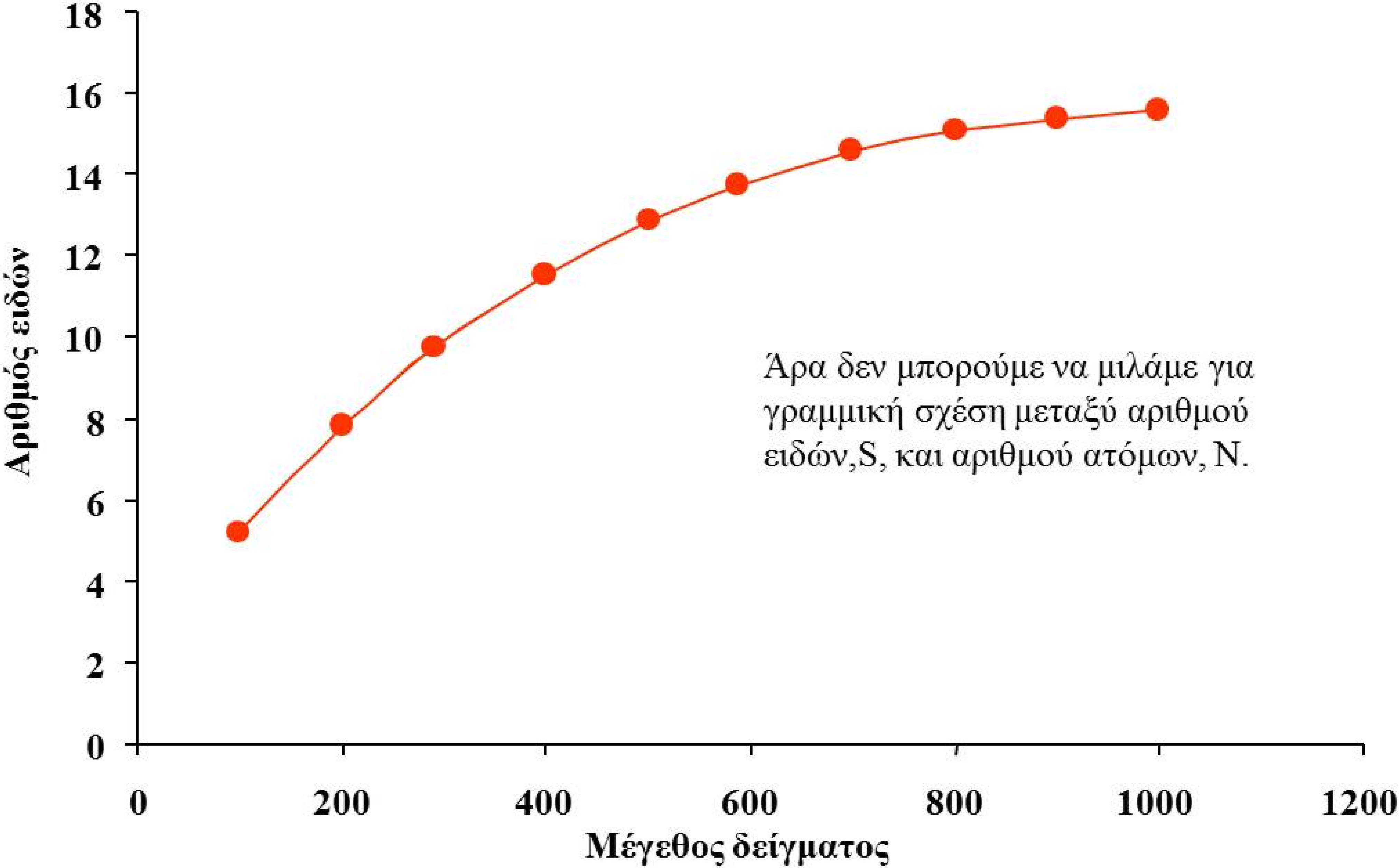
Αφθονία ή πυκνότητα των ειδών **(species abundance ή species density)**

Ο αριθμός ατόμων ανά είδος

Ισομέρεια **(evenness)**


Τυπική κατανομή αφθονίας ειδών
Αφθονία
140
120
100
80
60
40
20
0
Είδος: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
Απαρίθμηση ειδών με φθίνουσα σειρά αφθονίας

ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΛΟΥΤΟΥ ΕΙΔΩΝ



Άρα δεν μπορούμε να μιλάμε για γραμμική σχέση μεταξύ αριθμού ειδών,S, και αριθμού ατόμων, N.

Εκτιμητές συνολικού αριθμού ειδών

Δείκτες πλούτου ειδών

Δείκτες ποικιλότητας

Δείκτες Ισομέρειας

Εκτιμητές Πλούτου Ειδών

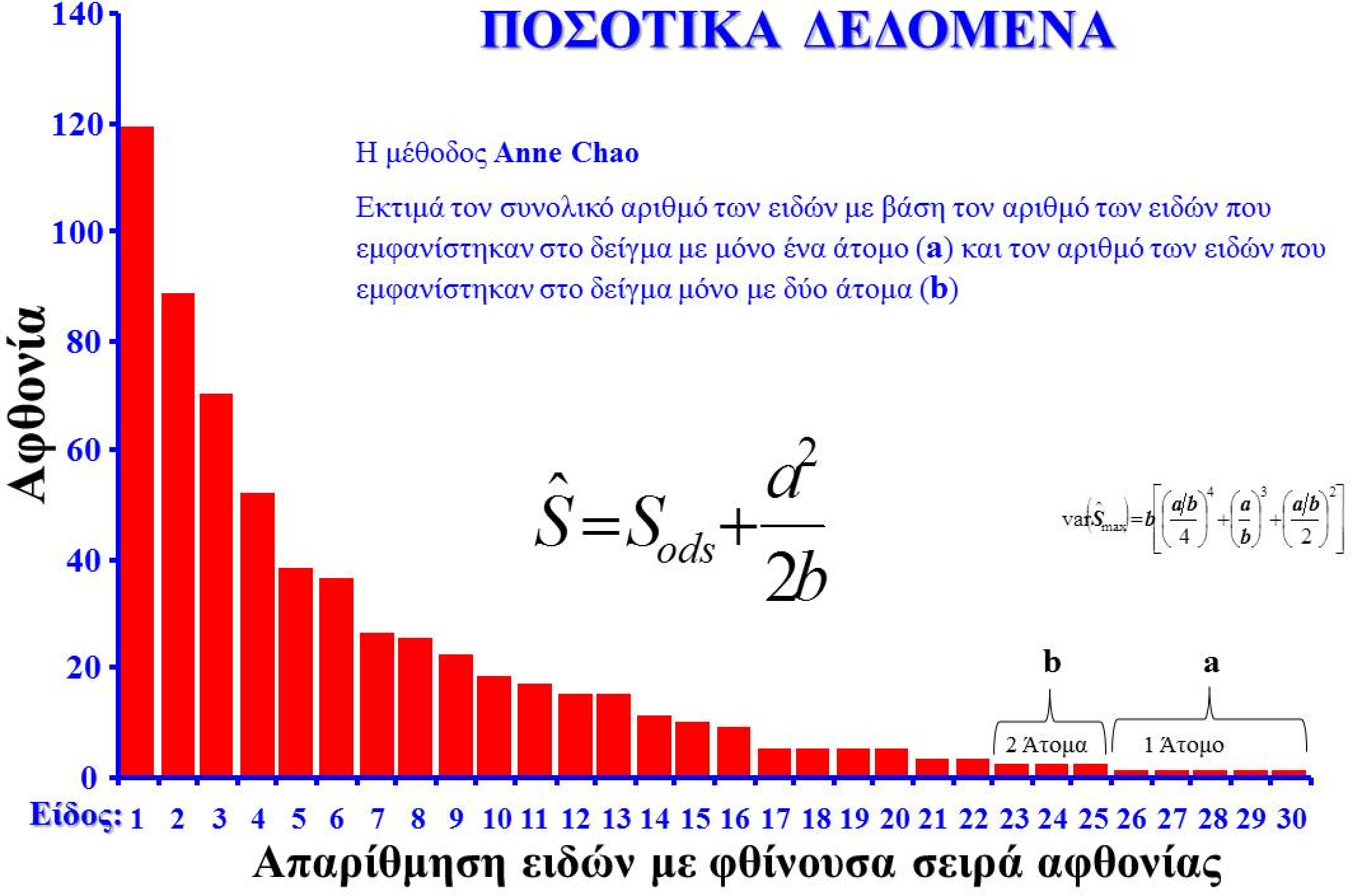
ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Η μέθοδος **Anne Chao**

Εκτιμά 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 στο δείγμα μόνο με δύο άτομα (**b**)

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

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



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 εκτιμούμενος 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:

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

όπου:

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

n είναι ο αριθμός των δειγμάτων (δειγματοληπτικών μονάδων)

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

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

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

Δείκτες Πλούτου Ειδών

ΔΕΙΚΤΕΣ <u>ΠΛΟΥΤΟΥ</u> ΕΙΔΩΝ

Species richness

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

R.Margalef (1958)

S = l + 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

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

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

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

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

Δείκτες Ποικιλότητας

(ή ετερογένειας)

Δείκτης Ποικιλότητας Simpson (1949)

Αφορά άπειρο πληθυσμό

εκφράζει την πιθανότητα δύο άτομα που θα παρθούν τυχαία με επανατοποθέτηση να ανήκουν σε διαφορετικό είδος

εκφράζει την πιθανότητα δύο άτομα που θα παρθούν τυχαία να ανήκουν σε οποιοδήποτε είδος αλλά στο ίδιο είδος

$$\lambda = \sum P_i^2$$

Μετρά την κυριαρχία

$$D = 1 - \sum P_i^2$$

Μετρά την ποικιλότητα

Ο δείκτης Simpson είναι ***ευαίσθητος στα άφθονα*** *είδη - όχι στα σπάνια - Αυτό σημαίνει ότι η καταγραφή ή μη ενός σπάνιου είδους δεν θα επηρεάσει σημαντικά την τιμή D*

Για το λ και για το D ισχύει: $0 \leq \lambda, D \leq 1$

Άλλοι μετασχηματισμοί

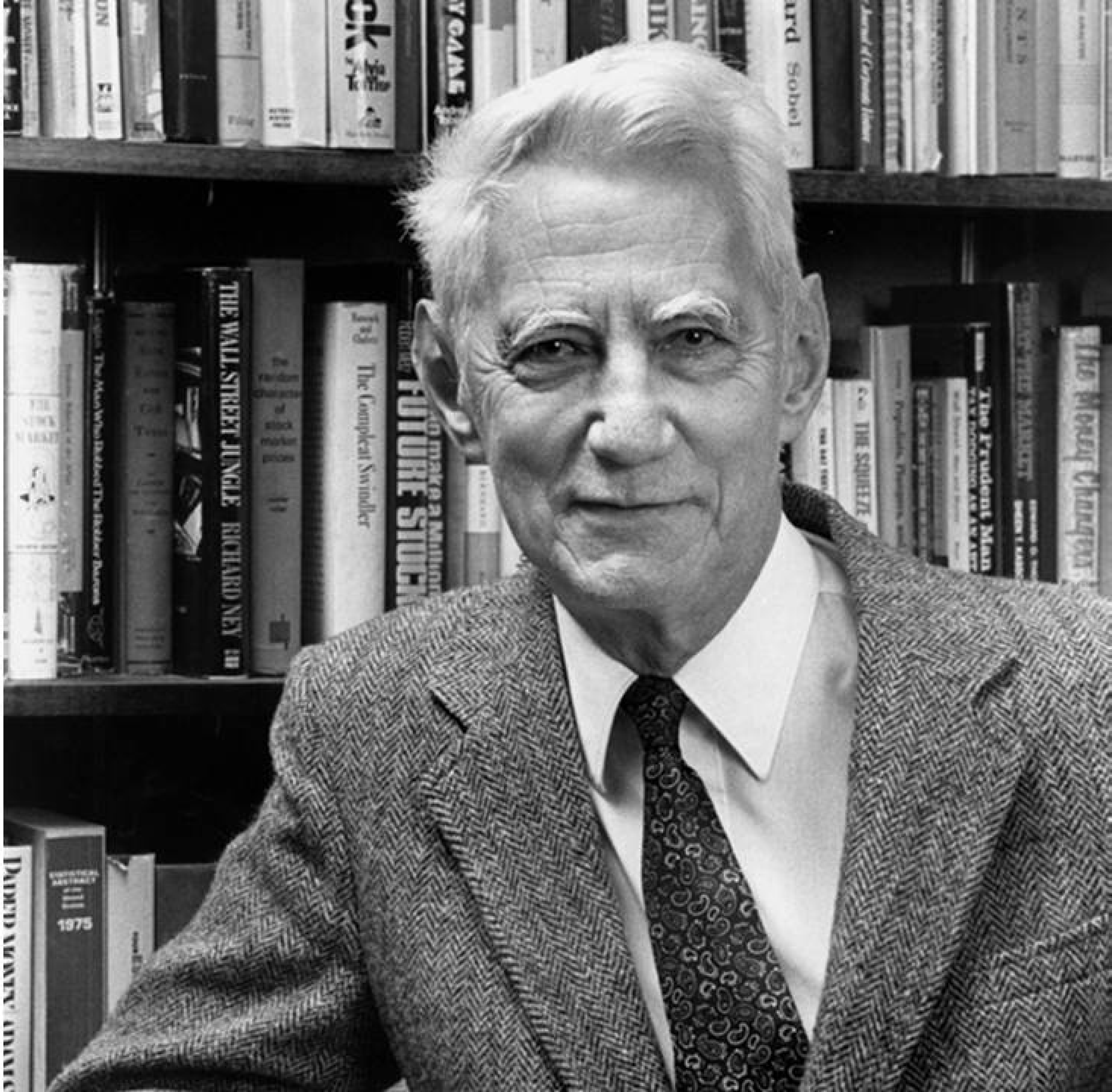
$H_2 = -\log \lambda$

$$\frac{1}{D} = \frac{1}{1 - \sum P_i^2} = N_2 (Hill's)$$

Εναλλακτικά: $D = 1/\sum P^2$

Claude Shannon
(1916-2001)

Πτυχιούχος μαθηματικός και ηλεκτρολόγος μηχανικός από το Πανεπιστήμιο του Michigan.
Θεωρείτε ο πατέρας της «θεωρίας των πληροφοριών» και έγινε γνωστός για την άρθρο του "A mathematical theory of communication".



Δείκτης Ποικιλότητας των Shannon-Wiener

$$H' = -\sum_{i}^{S} P_i \ln P_i$$

Λογάριθμος σε οποιαδήποτε βάση

μετρά το βαθμό "αβεβαιότητας" στην πρόβλεψη της ομάδας (είδους) στην οποία ανήκει ένα στοιχείο (άτομο)

*Είναι **εναίσθητος στα σπάνια** είδη*

Το H΄ θεωρητικά κυμαίνεται από:

Ελάχιστη τιμή: Log[N/N(N-S)

Μέγιστη τιμή: Ln(S)

Πρακτικά δεν ξεπερνάει το 5

Για τη μετατροπή λογαρίθμων από μια βάση σε μια άλλη χρησιμοποιούμε τους παρακάτω τύπους:

H΄(base 2 logs) = 3.321928 H΄(base 10 logs)

H΄(base e logs) = 2.302585 H΄(base 10 logs)

Όταν η βάση είναι *2* οι μονάδες του H΄ είναι *bits per individual*

Όταν η βάση είναι *e* οι μονάδες του H΄ είναι *nits per individual*

Όταν η βάση είναι *10* οι μονάδες του H΄ είναι *decits per individual*

Με βάση τα παρακάτω δεδομένα αφθονίας ειδών αφίδων (Si) σε δείγμα από μία περιοχή υπολογίστε τους δείκτες ποικιλότητας Simpson και Shannon-Wiener της αφιδοκοινότητας.

Aphids gossypii	**50**
Aploneura lentisci	**40**
Hyalopterus pruni	**22**
Myzus persicae	**18**
Sitobion avenae	**16**
Rhopalosiphum maidis	**14**

ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ SIMPSON

$$\hat{D} = 1 - \sum_{i=1}^{s} \frac{n_i(n_i - 1)}{n(n-1)}$$

Είδος	A		
Aphids gossypii	**50**	(50*49)/(160*159)	**0.0963**
Aploneura lentisci	**40**	(40*39)/(160*159)	**0.0613**
Hyalopterus pruni	**22**	....	**0.0182**
Myzus persicae	**18**	....	**0.0120**
Sitobion avenae	**16**	....	**0.0094**
Rhopalosiphum maidis	**14**	....	**0.0072**
TOTAL	**160**		Άθροισμα **0.204**

D = 1-0.204 = 0.796

ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ Shannon - Wiener

$$\hat{H} = -\sum_{i=1}^{s} \frac{N_i}{N} \ln \frac{N_i}{N}$$

Είδος	Α		Α
Aphids gossypii	50	(50/160)*ln(50/160)	-0.3635
Aploneura lentisci	40	(40/160)*ln(40/160)	-0.3466
Hyalopterus pruni	22	....	-0.2728
Myzus persicae	18	....	-0.2458
Sitobion avenae	16	....	-0.2303
Rhopalosiphum maidis	14	....	-0.2132
TOTAL	160		Άθροισμα -1.672

H΄= 1.672
bits per individual

Πλεονεκτήματα του δείκτη του Shannon:

1. Για δεδομένο S, το H' γίνεται μέγιστο όταν $P_i=1/S$ για όλα τα i. Τέτοια βιοκοινότητα ονομάζεται *πλήρως ισομερής*.
2. Δεδομένων δύο πλήρως ισομερών βιοκοινοτήτων, εκείνη με το μεγαλύτερο S έχει μεγαλύτερο H'.
3. Επιτρέπει τη μέτρηση της ποικιλότητας και στις περιπτώσεις που τα άτομα της βιοκοινότητας ταξινομούνται κατά δύο ή περισσότερους τρόπους.
4. Επίσης ο δείκτης H' μπορεί να χωριστεί σε προσθετικά συνθετικά, όπως δηλαδή στην γνωστή μας ανάλυσης της διασποράς.

Ποικιλότητα σε Σύστημα δύο Ταξινομήσεων

Έστω ότι τα άτομα μιας βιοκοινότητας ταξινομούνται με δύο τρόπους, π.χ.

Ταξινόμηση Α: κατά είδος
Ταξινόμηση Β: κατά βιοκατοικία

Διακρίνομε τις παρακάτω ποικιλότητες Shannon-Wiener

Ποικιλότητα του πληθυσμού ως προς την ταξινόμηση A:

ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ **A**

$$H'(A) = -\sum_{j=1}^{s} P_j \ln P_j$$

S ομάδες

Ποικιλότητα του πληθυσμού ως προς την ταξινόμηση B:

ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ **B**

$$H'(B) = -\sum_{k=1}^{t} Q_k \ln Q_k$$

t ομάδες

Ποικιλότητα του πληθυσμού ως προς την διπλή ταξινόμηση AB:

ΣΥΝΔΙΑΣΜΕΝΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ **AB**

$$H'(AB) = -\sum_{j=1}^{s}\sum_{k=1}^{t} \Pi_{jk} \ln \Pi_{jk}$$

St ομάδες

Ποικιλότητα υπό την ταξινόμηση B εντός της ομάδας A_j :

ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ **B εντός της A**

$$H'_j(B) = -\sum_{k=1}^{t} Q_{jk} \ln Q_{jk}$$

Μέση **<u>σταθμισμένη</u>** ποικιλότητα υπό την ταξινόμηση B εντός όλων των ομάδων A :

$$H'_A(B) = \sum_{j=1}^{s} P_j . H'_j(B)$$

Η ουσιαστική ιδιότητα του δείκτη Shannon-Wiener είναι

$$H'(AB) = H'(A) + H'_A(B)$$

ποικιλότητα υπό την ταξινόμηση *A*

Μέση σταθμισμένη ποικιλότητα υπό την ταξινόμηση B εντός όλων των αμάδων της ταξινόμησης A

Εάν οι ταξινομήσεις είναι ανεξάρτητες ισχύει:

$$H'(AB) = H'(A) + H'(B)$$

Τα άτομα ταξινομούνται κατά δύο τρόπους, κατά είδος (ταξινόμηση Β) και κατά βιοκατοικία (ταξινόμηση Α)

		Είδος				
		$B_{k=1}$	$B_{k=2}$	$B_{k=3}$	$B_{k=4}$	**Σύνολο**
Βιοκατοικία	$A_{j=1}$	15 **0.15**	20 **0.20**	2 **0.02**	13 **0.13**	**50**
	$A_{j=2}$	10 **0.10**	10 **0.10**	8 **0.08**	2 **0.02**	**30**
	$A_{j=3}$	10 **0.10**	0 **0.00**	10 **0.10**	0 **0.00**	**20**
Σύνολο		**35**	**30**	**20**	**15**	**100** **1**

$$H'(AB) = -\sum_{j=1}^{s}\sum_{k=1}^{t}\Pi_{jk}\ln\Pi_{jk}$$

	$B_{k=1}$	$B_{k=2}$	$B_{k=3}$	$B_{k=4}$
$A_{j=1}$	0.15 ln(0.15) **-0.2846**	0.20 ln(0.20) **-0.3219**	0.02 ln(0.02) **-0.0782**	0.13 ln(0.13) **-0.2652**
$A_{j=2}$	0.10 ln(0.10) **-0.2303**	0.10 ln(0.10) **-0.2303**	0.08 ln(0.08) **-0.2021**	0.02 ln(0.02) **-0.0782**
$A_{j=3}$	0.10 ln(0.10) **-0.2303**	0 ln(0) **0.0000**	0.10 ln(0.10) **-0.2303**	0 ln(0) **0.0000**
				2.151

$$H'(A) = -\sum_{j=1}^{s} P_j \ln P_j$$

	$B_{k=1}$	$B_{k=2}$	$B_{k=3}$	$B_{k=4}$	Σύνολο	P_j	$P_j \ln P_j$
$A_{j=1}$	15 0.15ln0.15	20 0.20ln0.20	2 0.02ln0.02	13 0.13ln0.13	**50**	**0.50**	0.50 x ln(0.50) **-0.347**
$A_{j=2}$	10 0.10ln0.10	10 0.10ln0.10	8 0.08ln0.08	2 0.02ln0.02	**30**	**0.30**	0.30 x ln(0.30) **-0.361**
$A_{j=3}$	10 0.10ln0.10	0 0.00ln0.00	10 0.10ln0.10	0 0.00ln0.00	**20**	**0.20**	0.20 x ln(0.20) **-0.322**
Σύνολο Q_k	**35** **0.35**	**30** **0.30**	**20** **0.20**	**15** **0.15**	**100**	1.00	***H'(A)*** **1.031**
$Q_k \ln Q_k$	0.35xln(0.35) **-0.37**	0.3xln(0.3) **-0.36**	0.2xln(0.2) **-0.32**	0.15xln(0.15) **-0.28**	***H'(B)***	**1.335**	***H'(A)+H'(B)*** ***= 1.031+1.335*** **2.366**

$$H'(B) = -\sum_{k=1}^{t} Q_k \ln Q_k$$

$$H'(AB) = -\sum_{j=1}^{s}\sum_{k=1}^{t} \Pi_{jk} \ln \Pi_{jk} = 2.151$$

Βλέπουμε ότι *H'(AB)= 2.151* $\neq$ *H'(A)+H'(B) = 1.031+2.151=2.366*

ένδειξη ότι οι δύο ταξινομήσεις δεν είναι ανεξάρτητες

Μέση σταθμισμένη ποικιλότητα υπό την ταξινόμηση B εντός όλων των ομάδων της ταξινόμησης A

	$B_{k=1}$	$B_{k=2}$	$B_{k=3}$	$B_{k=4}$	Σύνολο	P_j	$H'_j(B) = -\Sigma Q_{jk} \ln Q_{jk}$	$P_j H'_j(B) =$
$A_{j=1}$	15	20	2	13	50	0.50	x 1.207	= 0.603
	0.30ln0.30 +	0.40ln0.40 +	0.04ln0.04 +	0.26ln0.26	1			
$A_{j=2}$	10	10	8	2	30	0.30	x 1.265	= 0.380
	0.33ln0.33 +	0.33ln0.33 +	0.27ln0.27 +	0.07ln0.07	1			
$A_{j=3}$	10	0	10	0	20	0.20	x 0.693	= 0.139
	0.50ln0.50 +	0.00ln0.00 +	0.20ln0.20 +	0.00ln0.00	1			
					100			$H'_A(B)$ 1.122

$$H'_j(B) = -\Sigma Q_{jk} \ln Q_{jk}$$

$$H'(AB) = 2.151$$
$$H'(A) = 1.031$$
$$H'_A(B) = 1.122$$

Πράγματι όπως βλέπουμε ισχύει η σχέση $H'(AB) = H'(A) + H'_A(B)$.

Εφαρμογή των παραπάνω τύπων στον υπολογισμό της **ταξονομικής** ποικιλότητας

$$H'(GS) = H'(G) + H'_G(S)$$

$$H'(FGS) = H'(F) + H'_F(G) + H'_{FG}(S)$$

Ανάλυση της συνολικής ποικιλότητας στα συστατικά της

	gossypii $S_{k=1}$	*fabae* $S_{k=2}$	*certus* $S_{k=3}$	*persicae* $S_{k=4}$	*avenae* $S_{k=5}$	
$G_{j=1}$ *(Aphid)*	10 **0.10**	20 **0.20**				
$G_{j=2}$ *(Myzus)*			25 **0.25**	30 **0.30**		
$G_{j=3}$ *(Sitobion)*					15 **0.15**	**100** **1**

H'(GS)

	gossypii $S_{k=1}$	*fabae* $S_{k=2}$	*certus* $S_{k=3}$	*persicae* $S_{k=4}$	*avenae* $S_{k=4}$
$G_{j=1}$ *(Aphid)*	0.10 ln(0.10) **-0.2303**	0.20 ln(0.20) **-0.3219**			
$G_{j=2}$ *(Myzus)*			0.25 ln(0.25) **-0.3466**	0.30 ln(0.30) **-0.3612**	
$G_{j=3}$ *(Sitobion)*					15 ln(15) **-0.2846**

ΣΥΝΟΛΟ= 100

***H'(GS)* =** **1.5445**

H'(G)

	gossypii $S_{k=1}$	*fabae* $S_{k=2}$	*certus* $S_{k=3}$	*persicae* $S_{k=4}$	*avenae* $S_{k=4}$	**Σύνολο** **και** P_j	$P_j lnP_j$
$G_{j=1}$ *(Aphid)*	10 **0.10**	20 **0.20**				**30** **0.30**	0.30 ln(0.30) **-0.361**
$G_{j=2}$ *(Myzus)*			25 **0.25**	30 **0.30**		**55** **0.55**	0.55 ln(0.55) **-0.329**
$G_{j=3}$ *(Sitobion)*					15 **0.15**	**15** **0.15**	0.15 ln(0.15) **-0.285**

ΣΥΝΟΛΟ= 100

H'(G) = **0.975**

$H'_G(S)$

Το $H_j'(B)$ επί το ποσοστό P_j του κάθε γένους από προηγούμενο slide

	gossypii $S_{k=1}$	*fabae* $S_{k=2}$	*certus* $S_{k=3}$	*persicae* $S_{k=4}$	*avenae* $S_{k=4}$	Σύνολο και P_j	$H_j'(B)$	$H_A'(B)$
$G_{j=1}$ (*Aphid*)	10 10/30=0.33	20 20/30=0.67				30 0.30	0.33*ln0.33+ 0.67*ln0.67 0.637	0.30X0.637 0.191
$G_{j=2}$ (*Myzus*)			25 25/55=0.45	30 30/55=0.55		55 0.55	0.689	0.55X0.689 0.379
$G_{j=3}$ (*Sitobion*)					15 1.00	15 0.15	0.000	0.15X0.000 0.000
							$H'_G(S)=$	0.5699

Παρατηρούμε ότι ισχύει:

$$H^{/}(GS) = H^{/}(G) + H_{G}^{/}(S) = 0,9746 + 0,5698 = 1,5445$$

Αυτό δείχνει ότι δεν χρειάζεται να υπολογίσουμε το $H'_G(S)$

αλλά ότι μπορούμε να το πάρουμε ως διαφορά $H'(GS)-H'(G)$

Οικογένειες Δεικτών Ποικιλότητας του Μ.Ο. Hill

[Πρόκειται για Δείκτες πλούτου (αριθμού) ειδών]

$$N_A = \left[\sum_{i=1}^{s} P_i^A \right]^{\frac{1}{1-A}}$$

Είναι μια γενική μορφή του δείκτη λ του **Simpson**:

$$\lambda = \sum_{i=1}^{s} P_i^2$$

Έτσι για διάφορες τιμές του A παίρνουμε διάφορους δείκτες ποικιλότητας.

Πλεονέκτημα έναντι άλλων δεικτών το φυσικό τους νόημα:

Για $A=0$: $No=S$ = Αριθμός <u>συνόλου</u> ειδών

Για $A=1$: $N_1=e^{H'}$ = Αριθμός <u>άφθονων</u> ειδών

Για $A=2$: $N_2 = \frac{1}{\sum_{i-1}^{s} P_i^2} = \frac{1}{\lambda}$ = Αριθμός των <u>πολύ-άφθονων</u> ειδών

$N_0 > N_1 > N_2$.

Είδος	N	P	P^2
S1	119	119/608= 0.195724	0.038308
S2	88	88/608= 0.144737	0.020949
S3	70	70/608= 0.115132	0.013255
S4	52		
S5	38		
S6	36		
S7	26		
S8	25		
S9	22		
S10	18		
S11	17		
S12	15		
S13	15		
S14	11		
S15	10		

Είδος	N
S16	9
S17	5
S18	5
S19	5
S20	5
S21	3
S22	3
S23	2
S24	2
S25	2
S26	1
S27	1
S28	1
S29	1
S30	1
SUM	608

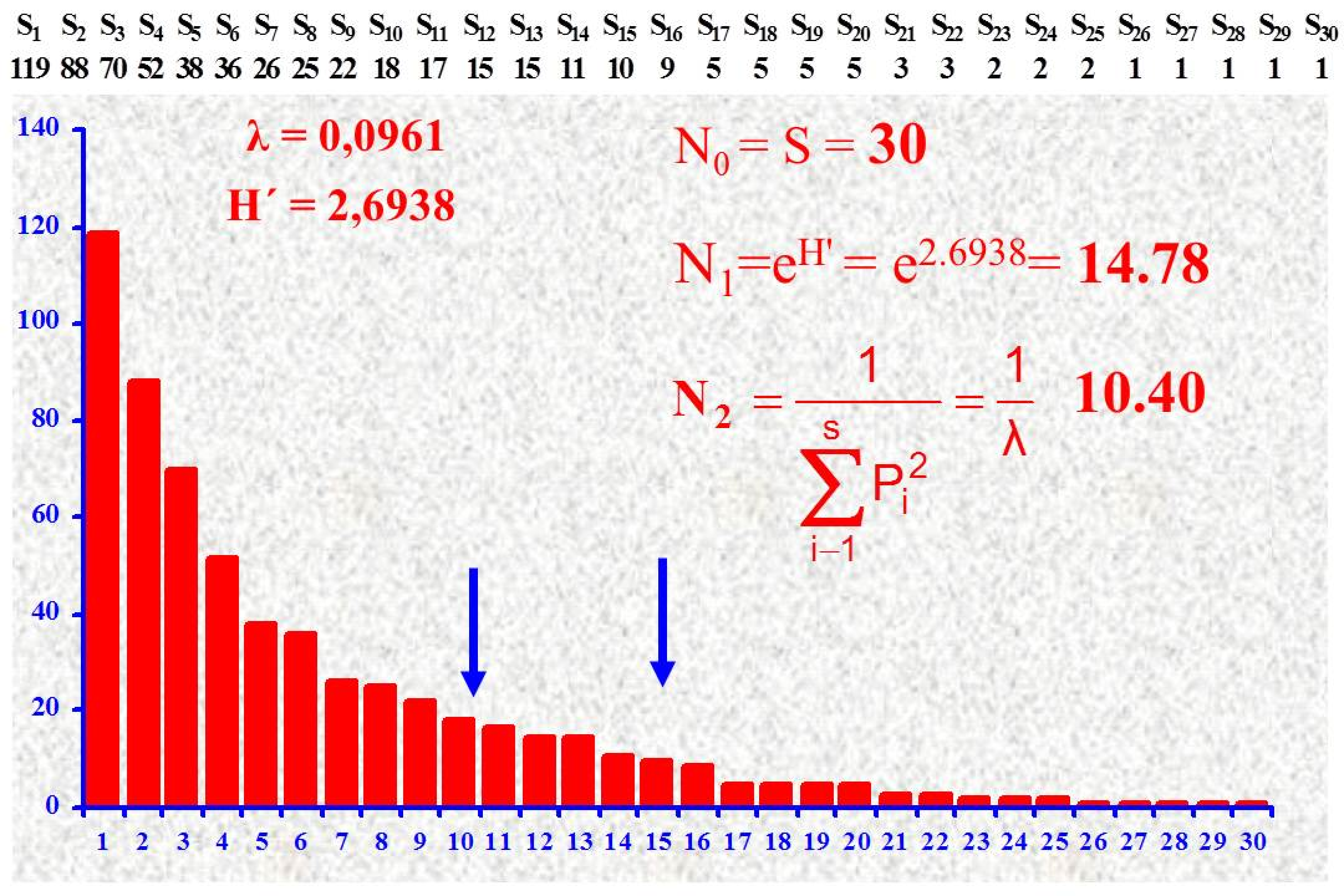
Είδος	N	P	P^2
S1	119	0.195724	0.038308
S2	88	0.144737	0.020949
S3	70	0.115132	0.013255
S4	52	0.085526	0.007315
S5	38	0.062500	0.003906
S6	36	0.059211	0.003506
S7	26	0.042763	0.001829
S8	25	0.041118	0.001691
S9	22	0.036184	0.001309
S10	18	0.029605	0.000876
S11	17	0.027961	0.000782
S12	15	0.024671	0.000609
S13	15	0.024671	0.000609
S14	11	0.018092	0.000327
S15	10	0.016447	0.000271

Simpson: $\lambda = 0{,}0961$ $D = 1-\lambda = 0{,}9039$

Είδος	N	P	P^2
S16	9	0.014803	0.000219
S17	5	0.008224	0.000068
S18	5	0.008224	0.000068
S19	5	0.008224	0.000068
S20	5	0.008224	0.000068
S21	3	0.004934	0.000024
S22	3	0.004934	0.000024
S23	2	0.003289	0.000011
S24	2	0.003289	0.000011
S25	2	0.003289	0.000011
S26	1	0.001645	0.000003
S27	1	0.001645	0.000003
S28	1	0.001645	0.000003
S29	1	0.001645	0.000003
S30	1	0.001645	0.000003
SUM	**608**	**1.00000**	**0.09613**

Είδος	N	P	Pi *LnPi
S1	119	0.195724	-0.319235
S2	88	0.144737	-0.279753
S3	70	0.115132	-0.248878
S4	52	0.085526	-0.210303
S5	38	0.062500	-0.173287
S6	36	0.059211	-0.167368
S7	26	0.042763	-0.134793
S8	25	0.041118	-0.131221
S9	22	0.036184	-0.120100
S10	18	0.029605	-0.104205
S11	17	0.027961	-0.100014
S12	15	0.024671	-0.091335
S13	15	0.024671	-0.091335
S14	11	0.018092	-0.072591
S15	10	0.016447	-0.067559
S16	9	0.014803	-0.062363
S17	5	0.008224	-0.039480
S18	5	0.008224	-0.039480
S19	5	0.008224	-0.039480
S20	5	0.008224	-0.039480
S21	3	0.004934	-0.026208
S22	3	0.004934	-0.026208
S23	2	0.003289	-0.018806
S24	2	0.003289	-0.018806
S25	2	0.003289	-0.018806
S26	1	0.001645	-0.010543
S27	1	0.001645	-0.010543
S28	1	0.001645	-0.010543
S29	1	0.001645	-0.010543
S30	1	0.001645	-0.010543
SUM	**608**	**1.00000**	**-2.69381**

Shannon-Wiener: H΄ = 2,69381



S_1 S_2 S_3 S_4 S_5 S_6 S_7 S_8 S_9 S_{10} S_{11} S_{12} S_{13} S_{14} S_{15} S_{16} S_{17} S_{18} S_{19} S_{20} S_{21} S_{22} S_{23} S_{24} S_{25} S_{26} S_{27} S_{28} S_{29} S_{30}
119 88 70 52 38 36 26 25 22 18 17 15 15 11 10 9 5 5 5 5 3 3 2 2 2 1 1 1 1 1
$\lambda = 0{,}0961$
$H' = 2{,}6938$
$N_0 = S = 30$
$N_1 = e^{H'} = e^{2.6938} = 14.78$
$N_2 = \frac{1}{\sum_{i-1}^{s} P_i^2} = \frac{1}{\lambda}$ 10.40
140
120
100
80
60
40
20
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

Δείκτες Ισομέρειας (Evenness)

Η ισομέρεια αντανακλά τις λειτουργικές σχέσεις μεταξύ των ειδών (π.χ. ανταγωνισμός) ή τη συγκριτική ικανότητα αναπαραγωγής των διαφόρων ειδών κλπ.

Η ισομέρεια εκφράζεται συνήθως ως ο λόγος της εκάστοτε ποικιλότητας προς την μεγίστη δυνατή ποικιλότητα που η βιοκοινότητα θα μπορούσε να έχει με τον ίδιο αριθμό ειδών, δηλ.

$$J = \frac{H'}{H'\max} = \frac{H'}{\ln S}$$

N_0 = όλα τα είδη,
N_1= τα άφθονα είδη και
N_2 = τα πολύ άφθονα είδη

$$J = E_1 = \frac{\ln N_1}{\ln N_0}$$

$$E_4 = \frac{N_2}{N_1}$$

$$E_3 = \frac{N_1 - 1}{N_0 - 1}$$

$$E_2 = \frac{N_1}{N_0}$$

$$E_5 = \frac{N_2 - 1}{N_1 - 1}$$

Οι δείκτες αυτοί έχουν διαφορετικό βαθμό ευαισθησίας στην μεταβολή της κατανομής των ατόμων στα είδη αλλά και στη μεταβολή του αριθμού των ειδών, όπως φαίνεται και στο παρακάτω αριθμητικό παράδειγμα: