



Πανεπιστήμιο
Αιγαίου

Ανοικτά
Ακαδημαϊκά
Μαθήματα



Απώτερες αιτίες εξαφανίσεων

2. Κλιματική αλλαγή

Κώστας Θεοδώρου, Επίκουρος Καθηγητής
Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Άδειες Χρήσης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, διαγράμματα, κείμενα, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα. Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.



Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Συνέπειες της κλιματικής αλλαγής πάνω στη βιοποικιλότητα

Η απόκριση των ειδών στην κλιματική αλλαγή ποικίλει:

- *Φαινολογικές αλλαγές*
- *Μεταβολή της κατανομής των ειδών*
- *Μείωση της κατανομής*
- *Ολική εξαφάνιση*

Συνέπειες της κλιματικής αλλαγής πάνω στη βιοποικιλότητα

Η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στη φαινολογία και την κατανομή (παρατηρήσεις):

Φαινολογικές αλλαγές:

- Αναπαραγωγή στους βατράχους
- Φωλεοποίηση στα πουλιά
- Ανθοφορία στα φυτά
- Νέο φύλλωμα στα φυλλοβόλα δέντρα
- Άφιξη των αποδημητικών πουλιών και πεταλούδων

Αλλαγές στην κατανομή:

- Δέντρα
- Ποώδη και θαμνώδη
- Πουλιά
- Θηλαστικά
- Έντομα
- Ερπετά και αμφίβια
- Ψάρια
- Θαλάσσια ασπόνδυλα
- Ζωοπλαγκτόν

Συνέπειες της κλιματικής αλλαγής πάνω στη βιοποικιλότητα

Η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στη φαινολογία και την κατανομή:

Table 2 **Summary statistics and synthetic analyses derived from Table 1**

Type of change	Changed as predicted	Changed opposite to prediction	P-value
Phenological (N = 484/(678))	87% (n = 423)	13% (n = 61)	<0.1 × 10 ⁻¹²
Distributional changes			
At poleward/upper range boundaries	81%	19%	–
At equatorial/lower range boundaries	75%	25%	–
Community (abundance) changes			
Cold-adapted species	74%	26%	–
Warm-adapted species	91%	9%	–
N = 460/(920)	81% (n = 372)	19% (n = 88)	<0.1 × 10 ⁻¹²
Meta-analyses			
Range-boundaries (N = 99)	6.1 km m ⁻¹ per decade northward/upward shift*		0.013
Phenologies (N = 172)	2.3 days per decade advancement*		<0.05

Data points represent species, functional groups or biogeographic groups. N, number of statistically or biologically significant changes/(total number species with data reported for boundary, timing, or abundance processes). The no prediction category is not included here.

*Bootstrap 95% confidence limits for mean range boundary change are 1.26, 10.87; for mean phenological shift the limits are -1.74, -3.23.

**6km (m) βορειότερα (ψηλότερα) / δεκαετία
2,3 ημέρες πιο πρώιμα / δεκαετία**

Κλιματική αλλαγή και φαινολογία

Η περίπτωση του μυγοχάφτη (*Ficedula hypoleuca*)

Αναπαραγόμενο



Περαστικό

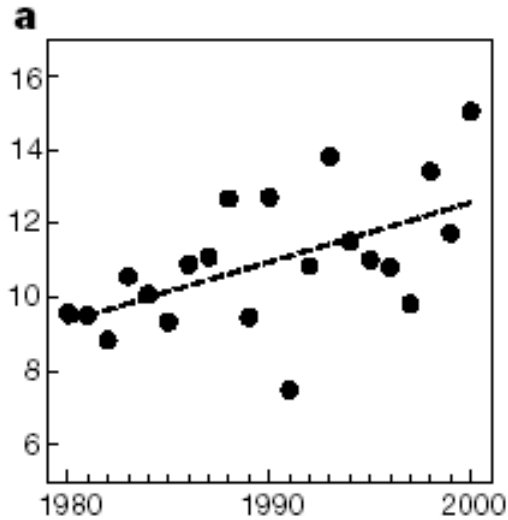
Διαχείμαση: δυτική υποσαχάρια Αφρική



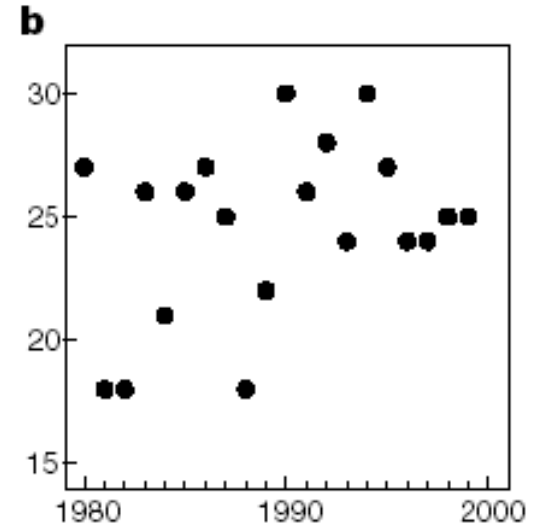
Both & Visser (Nature 2001)

Κλιματική αλλαγή και φαινολογία

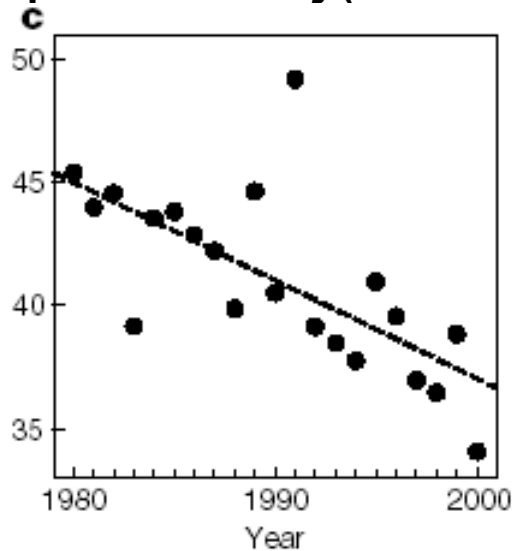
Μέση θερμοκρασία (°C) (16/4 – 15/5)



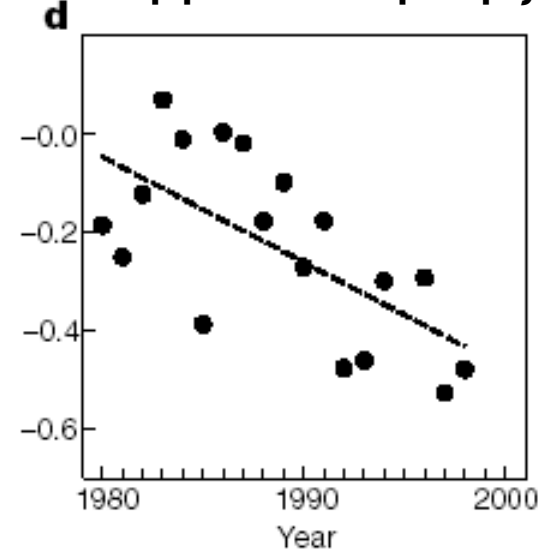
Ημ/νία άφιξης (από 31/3)



Ημ/νία ωτοκίας (από 31/3)



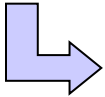
Επιλογή πάνω στην άφιξη



Κλιματική αλλαγή και φαινολογία

Αποτελέσματα (1980 – 2000):

- Οι μυγοχάφτες ωτοκοούν πιο πρώιμα...
- ...αλλά φτάνουν την ίδια ημερομηνία...
- αν και υπάρχει πιο ισχυρή επιλογή για πρώιμη άφιξη



Η απόκριση του είδους στην κλιματική αλλαγή
δεν είναι επαρκής

- Γενετική προσαρμογή ή φαινοτυπική πλαστικότητα;

Με άλλα λόγια: Η άφιξη στα ενδαιτήματα φωλεοποίησης είναι
Ένα κληρονομήσιμο χαρακτηριστικό;

Κλιματική αλλαγή και μετατόπιση της κατανομής

- Εκτίμηση των νέων κλιματικών συνθηκών
- Αναγνώριση των περιοχών με ευνοϊκές μελλοντικά συνθήκες
- Το παράδειγμα του Χρυσοσίχλου (*Emberiza citrinella*) στη Γαλλία



Σήμερα



+5° C

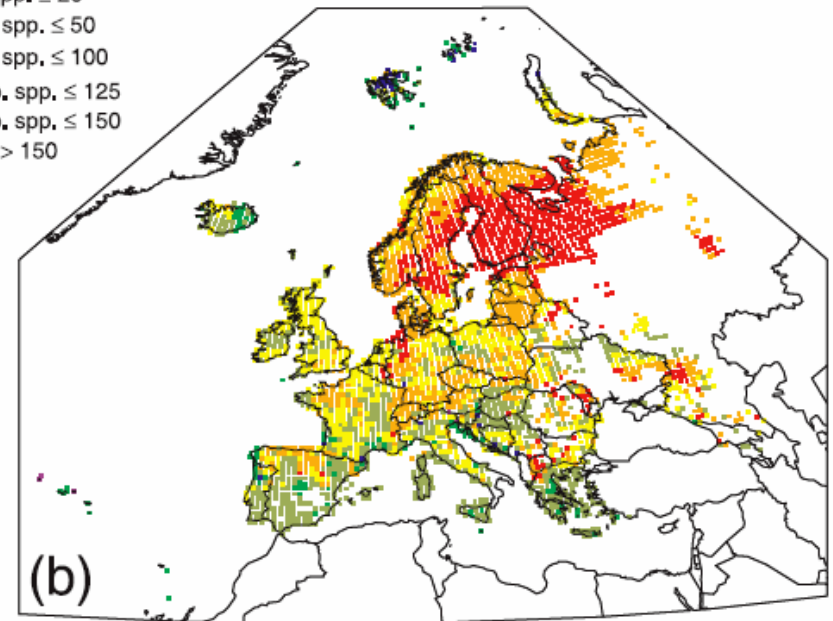
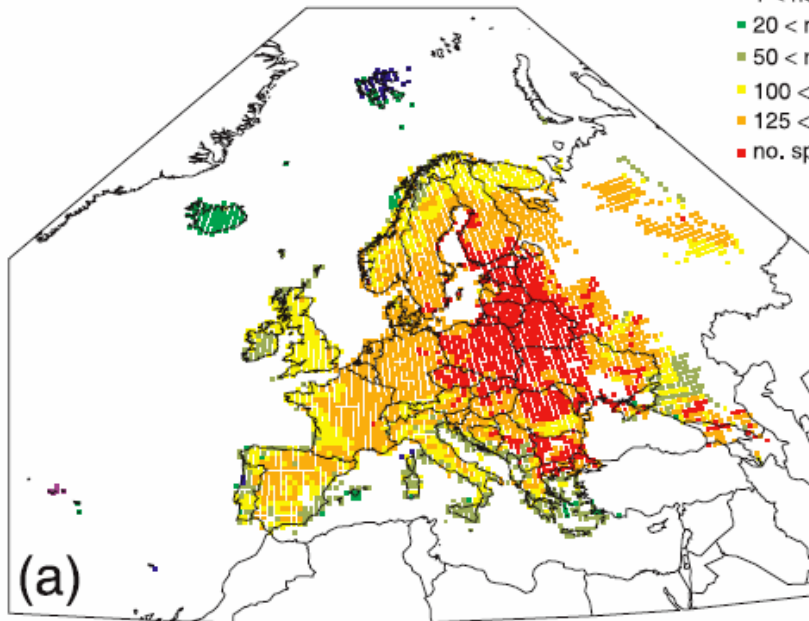
Κλιματική αλλαγή και μετατόπιση της κατανομής

Κατανομή της ορνιθοπανίδας:

Σήμερα:

Πρόβλεψη για το 2100:

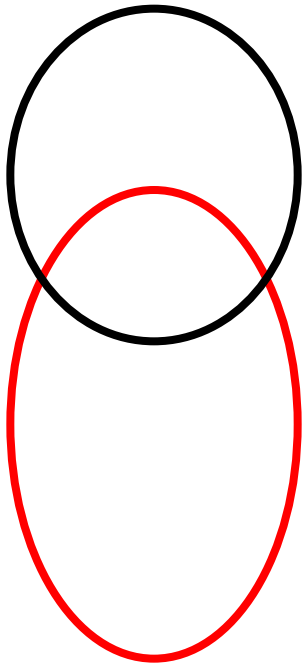
- 1 sp.
- 1 < no. spp. ≤ 20
- 20 < no. spp. ≤ 50
- 50 < no. spp. ≤ 100
- 100 < no. spp. ≤ 125
- 125 < no. spp. ≤ 150
- no. spp. > 150



Κλιματική αλλαγή και μετατόπιση των ειδών ως το 2050

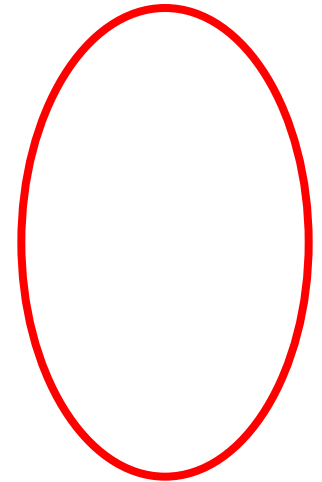
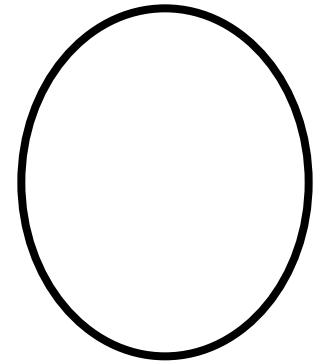
Δύο αρνητικές συνέπειες:

- Δυσκολία μετατόπισης της κατανομής
- Μείωση της επιφάνειας κατανομής



Νέα κατανομή

Παλιά κατανομή



Κλιματική αλλαγή και μετατόπιση των ειδών ως το 2050

Αύξηση των εξαφανίσεων λόγω της κλιματικής αλλαγής
(απουσία προσαρμογής):

	Με διασπορά	Χωρίς δυνατότητα διασποράς	Προβλεπόμενη αύξηση της θερμοκρασίας το 2050
Ευρώπη	4-6 %	13-38 %	>2°C
Νότια Αφρική	28-32 %	33-40 %	1.8-2°C

Κλιματική αλλαγή και μετατόπιση των ειδών ως το 2050

Η υποθετική διασπορά των ειδών στη Νότια Αφρική:



Κλιματική αλλαγή και μετατόπιση της κατανομής των ειδών

Ταχύτητα μετατόπισης κοινοτήτων των πτηνών:

Δείκτης θερμοκρασίας του είδους (STI)

- Μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια της κατανομής του είδους



Επιφάνεια
κατανομής
του είδους

Δείκτης θερμοκρασίας της κοινότητας (CTI)

- Μέση τιμή των δεικτών θερμοκρασίας των ειδών, παίρνοντας υπόψη την αφθονία τους (σημείωση: ο δείκτης μειώνεται με το γεωγραφικό πλάτος)

Κλιματική αλλαγή και μετατόπιση της κατανομής των ειδών

Ταχύτητα μετατόπισης κοινοτήτων των πτηνών:

Εποχιακή παρακολούθηση κοινών ειδών της ορνιθοπανίδας (STOC) :

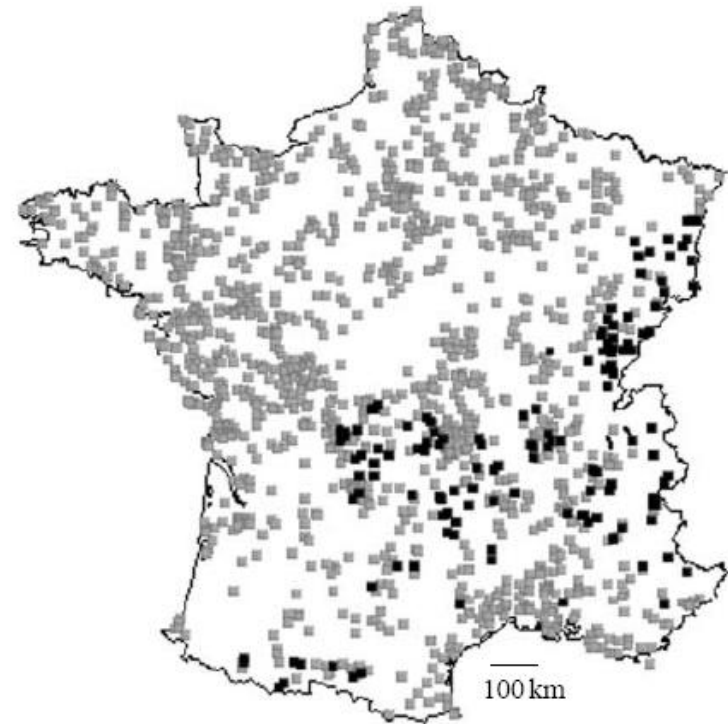
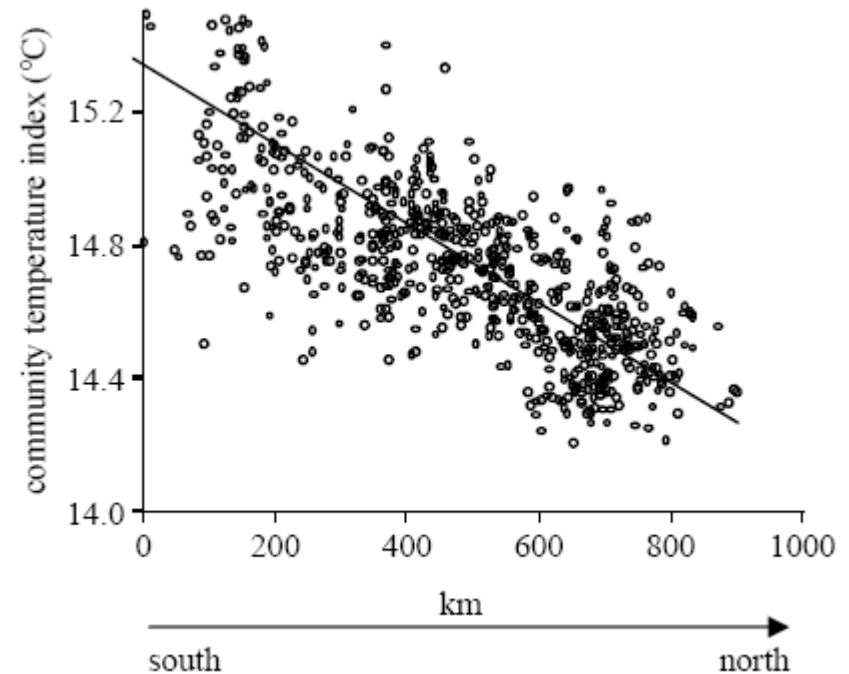
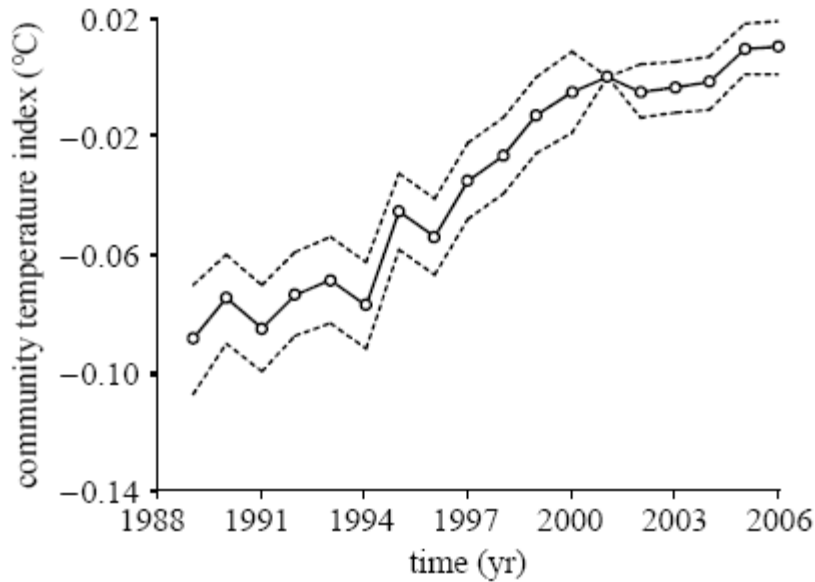


Figure 1. Spatial distribution of breeding bird survey plots. Each grey plot is a 2×2 km square (surveyed at least 2 years during 1989–2006 in which 10 point counts were evenly distributed). The CTI was calculated on each point count during the surveyed period. To estimate the south–north gradient in CTI, squares located above 800 m (in black) were excluded.

Κλιματική αλλαγή και μετατόπιση της κατανομής των ειδών

Ταχύτητα μετατόπισης κοινοτήτων των πτηνών:



Ρυθμός αλλαγής του CTI : 0.006 μονάδες / έτος

➔ Σε 18 χρόνια: 0.108 μονάδες

Κλίση του CTI από το νότο προς το βορρά:
-0.119 μονάδες / 100 km



Μετατόπιση των κοινοτήτων: 91 km σε 18 χρόνια

Κλιματική αλλαγή και μετατόπιση της κατανομής των ειδών

Ταχύτητα μετατόπισης κοινοτήτων των πτηνών:

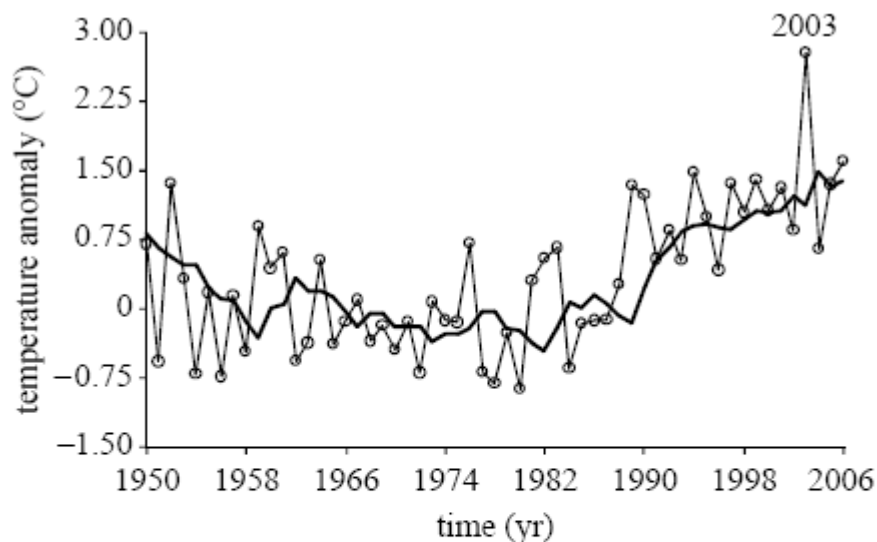


Figure 4. Temporal trend of the average March–August temperature anomaly in France from 1950 to 2006. For each year, the anomaly is calculated from the base period 1961–1990. The thick curve represents a 5 years moving window (the average temperature anomaly of the 5 preceding years). The year 2003 was the greatest anomaly for the period considered.

Η θερμοκρασία από το 1989 ως το 2006
αυξήθηκε: $0.068 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{έτος}$

Κλίση της θερμοκρασίας από το νότο προς
το βορρά από το 1986 ως το 2006:
 $-0.45 \text{ μονάδες} / 100 \text{ km}$



Ισοδύναμο με μετατόπιση προς τα βόρεια:
 $273 \text{ km σε } 18 \text{ χρόνια}$

Κλιματική αλλαγή και εξαφανίσεις

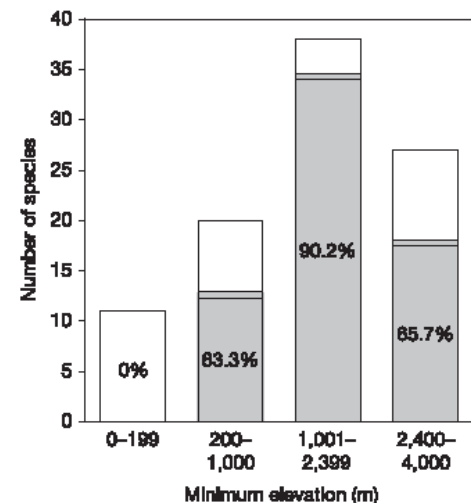
Η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στην εξαφάνιση των ειδών:

- Τα είδη στους πόλους και σε μεγάλα υψόμετρα εμφανίζουν την πιο μεγάλη συρρίκνωση της κατανομής τους
- +
• Ολική εξαφάνιση ειδών
- Σύνδεση ανάμεσα στην κλιματική αλλαγή και την εξαφάνιση 67 από τα 110 είδη *Atelopus* στους τροπικούς



Η αύξηση της θερμοκρασίας προκάλεσε μια πολύ μεγάλη αύξηση του παθογόνου μύκητα *Batrachochytrium dendrobatidis*

Ποσοστό εξαφανισμένων ειδών σε σχέση με το υψόμετρο



Κλιματική αλλαγή και εξαφανίσεις

Η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στην εξαφάνιση των ειδών:

- Η αύξηση της θερμοκρασίας της θάλασσας και των ακραίων φαινομένων οδηγούν στον αποχρωματισμό των κοραλλιογεννών υφάλων (απώλεια της συμβιωτικής άλγης).
- 16% των κοραλλιογεννών υφάλων έχει εξαφανιστεί εξαιτίας αυτού του φαινομένου

Πάντως, η άμεση επίδραση του CO₂ (που οδηγεί σε μείωση του pH) είναι, ίσως, πιο αποφασιστικός παράγοντας για τη βιωσιμότητα των κοραλλιών



Αλλαγή στην ημερομηνία της ωτοκίας στους πελεκάνους

Η αλληλεπίδραση δύο συμπάτριων ειδών πελεκάνων



Ροδοπελεκάνος



**Μεταναστευτικό
μεγάλων αποστάσεων**

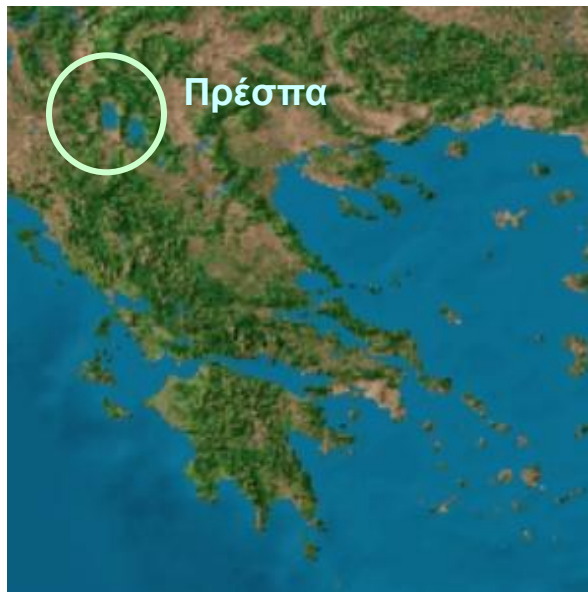
Αργυροπελεκάνος



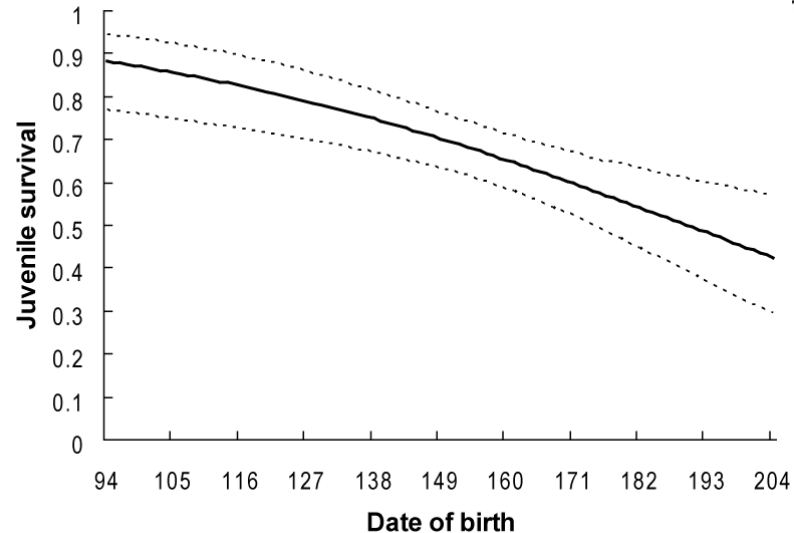
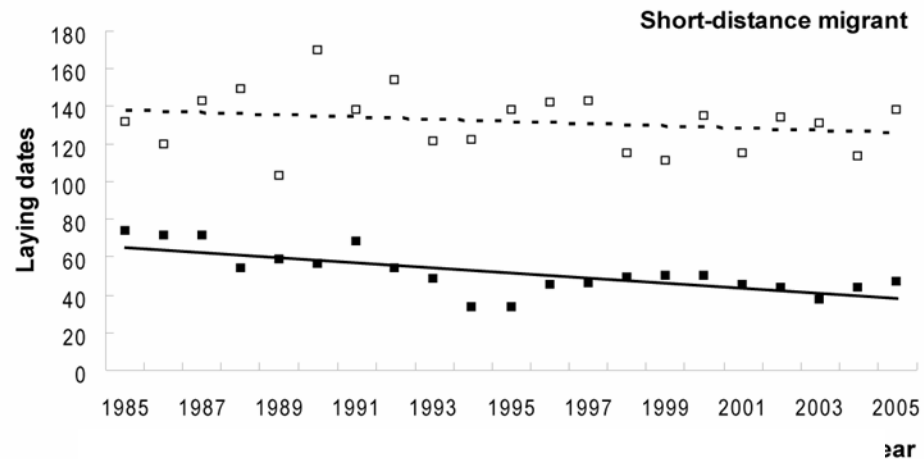
**Μεταναστευτικό
μικρών αποστάσεων**

Αλλαγή στην ημερομηνία της ωοτοκίας στους πελεκάνους

Η αλληλεπίδραση δύο συμπάτριων ειδών πελεκάνων



Αργυροπελεκάνος



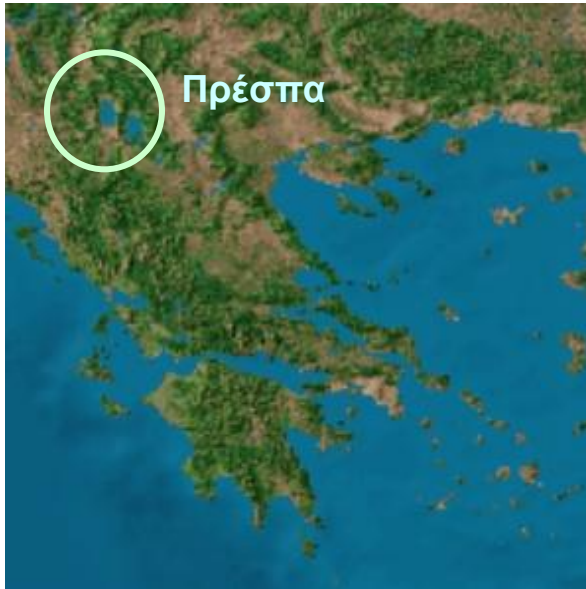
Ρυθμός επιβίωσης των
ανήλικων ατόμων

Σε σχέση με την
ημερομηνία γέννησής τους

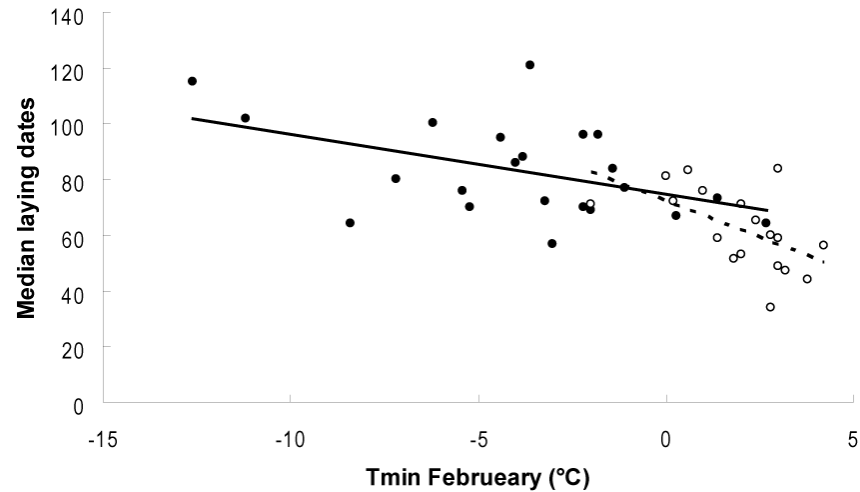
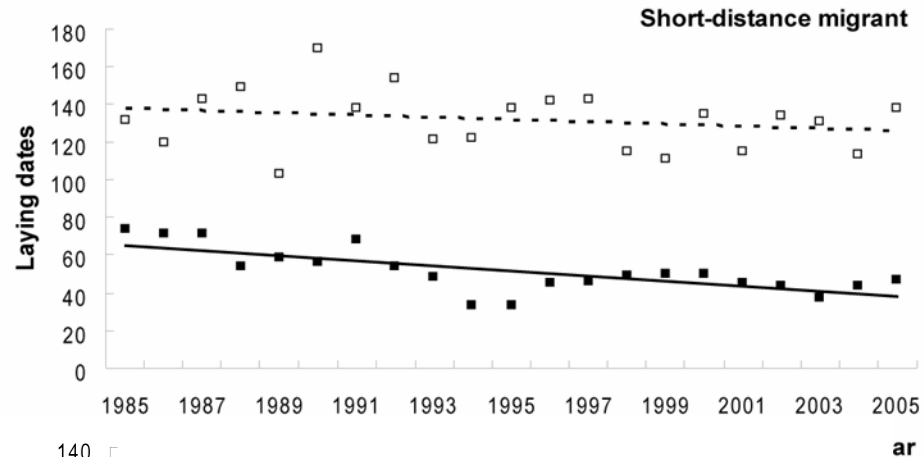
Αλλαγή στην ημερομηνία της ωοτοκίας στους πελεκάνους

Η αλληλεπίδραση δύο συμπάτριων ειδών πελεκάνων

Αργυροπελεκάνος



Ημ/νία ωοτοκίας (διάμεσος)

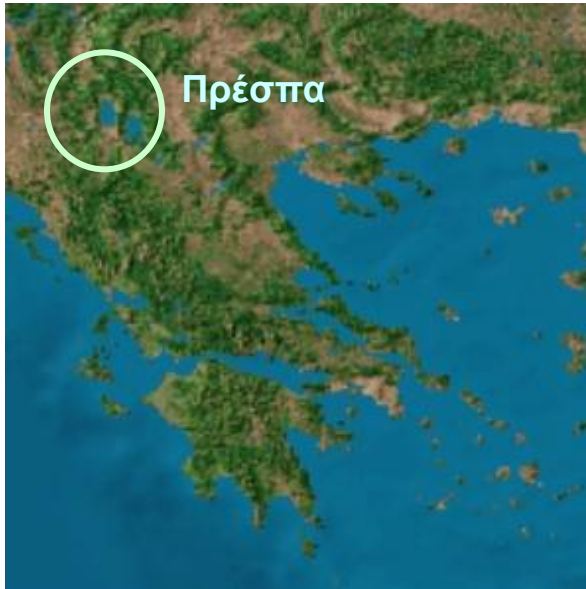


Ελάχιστη θερμοκρασία Φεβρουαρίου

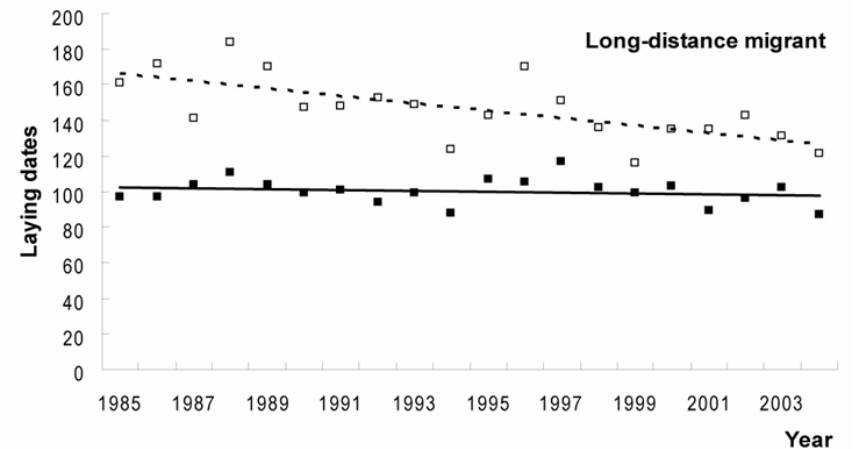
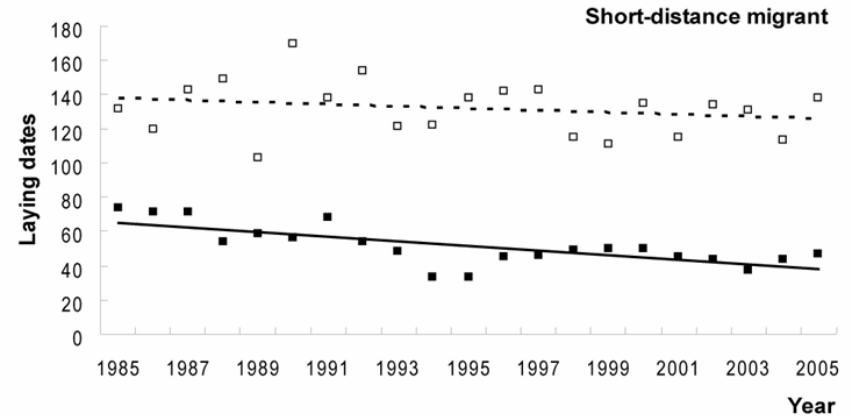
Αλλαγή στην ημερομηνία της ωοτοκίας στους πελεκάνους

Η αλληλεπίδραση δύο συμπάτριων ειδών πελεκάνων

Αργυροπελεκάνος

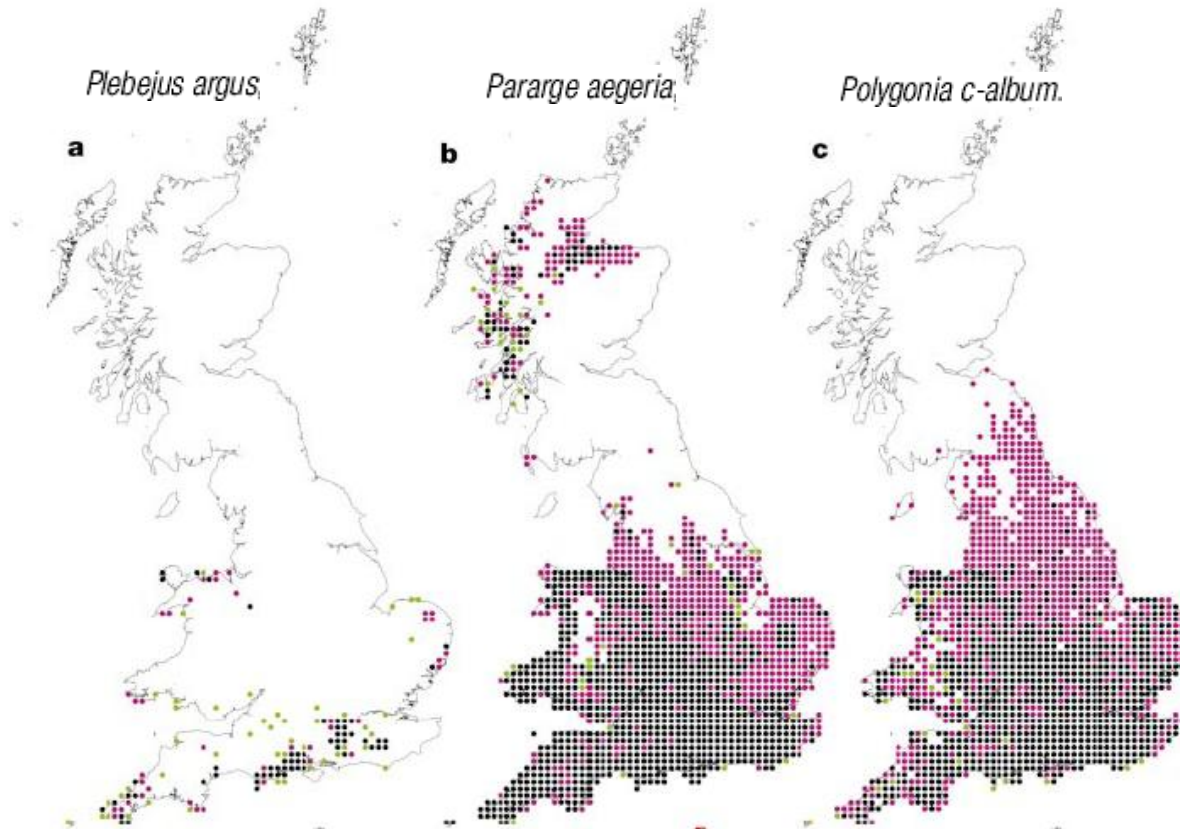


Ροδοπελεκάνος



Κλιματική αλλαγή

Η απόκριση των ειδών στην κλιματική αλλαγή : η κατανομή 3 ειδών πεταλούδων



Μαύροι κύκλοι: κατανομή κατά το χρονικό διάστημα 1970-82

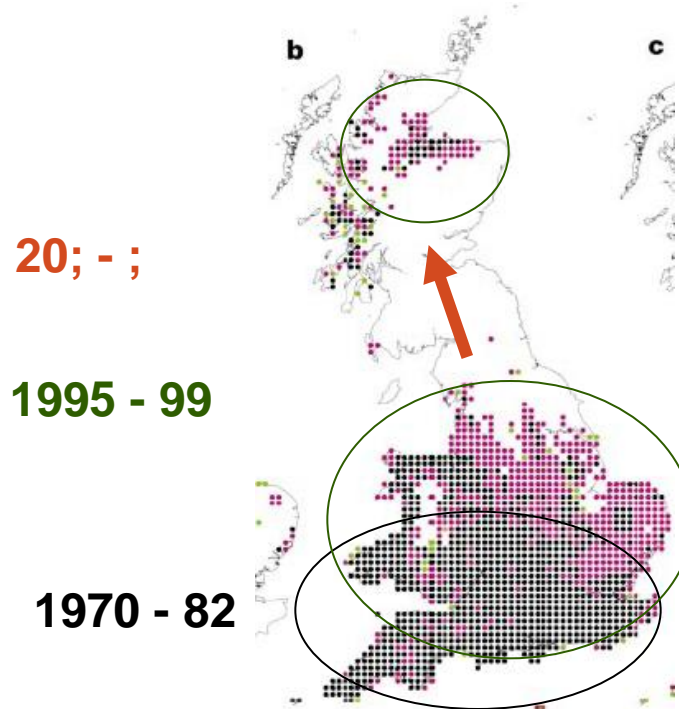
Ροζ κύκλοι: περιοχές εποίκισης καταγεγραμμένες την περίοδο 1995-99

Πράσινοι κύκλοι: εξαφάνιση ανάμεσα στο 1970-82 και 1995-99

Κλιματική αλλαγή

Ενδιαφέροντα ερωτήματα:

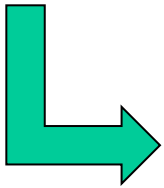
- Μπορούν τα είδη να προσαρμοστούν στις αλλαγές;
- Κλιματική αλλαγή και αλληλεπίδραση των ειδών
- Κλιματική αλλαγή και προστατευόμενες περιοχές



Κλιματική αλλαγή

□ Αξιολόγηση των περιοχών Natura 2000 σε καθεστώς κλιματικής αλλαγής

Μελέτη σε - 75% των χερσαίων σπονδυλωτών
- 10% της χλωρίδας



Έως το 2080

- 58% των ειδών δεν θα βρίσκουν πλέον κατάλληλες κλιματικές συνθήκες στο εσωτερικό των προστατευομένων περιοχών
- 63% για τις περιοχές Natura 2000

Κλιματική αλλαγή

□ Αξιολόγηση των περιοχών Natura 2000 σε καθεστώς κλιματικής αλλαγής

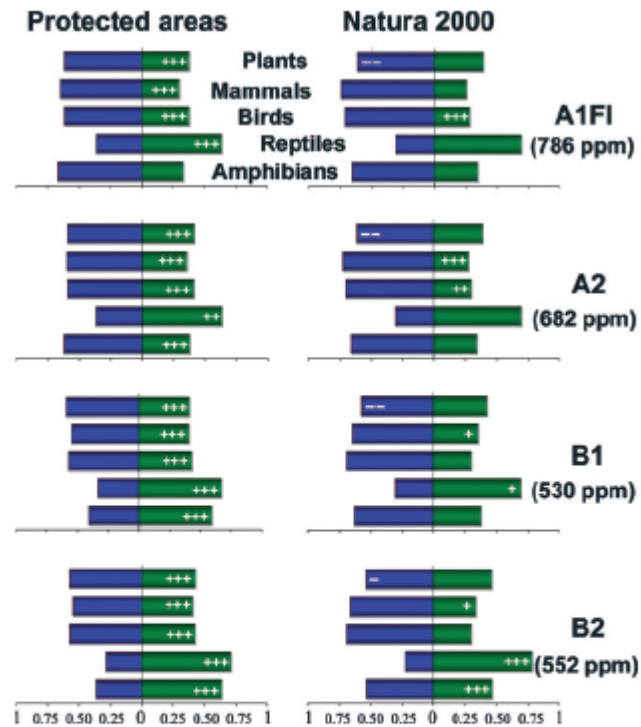


Figure 1 Proportion of species projected to gain (winners; green) or lose (losers; blue) climatic suitability in European conservation areas under four emission scenarios by 2080 (ppm are 'part per million' concentrations of CO₂eq). Projections are provided for all modelled species in protected areas and for EU Bird & Habitat Directive species occurring in the Natura 2000. Conservation areas retaining more climatic suitability for species than expected in randomly selected unprotected areas are marked with +++ ($P < 0.001$), ++ ($P < 0.01$), + ($P < 0.05$), whereas conservation areas retaining less climatic suitability for species than expected in randomly selected unprotected areas are marked with -- ($P < 0.01$) and - ($P < 0.05$).