

## Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

Κωνσταντίνος Ποϊραζίδης

### Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

- ▶ Η μοντελοποίηση της κατανομής των ειδών αποσκοπεί στην αναγνώριση κατάλληλων περιοχών εμφάνισης των ειδών βασιζόμενη στην γνωστή θέση παρουσίας αυτών των ειδών.
- ▶ Στη βιβλιογραφία θα το συναντήσουμε επίσης και με παρόμοιες ονομασίες, όπως μοντελοποίηση του βιοτόπου ή οικολογική μοντελοποίηση της οικοθέσης (*ecological niche-modelling*).

### Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

- ▶ Η βασική φιλοσοφία αυτών των προσεγγίσεων είναι **η εκτίμηση της ομοιότητας** των γνωστών θέσεων παρουσίας ενός είδους σε σχέση με μια ομάδα περιβαλλοντικών παραμέτρων
- ▶ και στη συνέχεια αυτό το διάνυσμα τιμών να συγκριθεί μέσω μαθηματικών αλγόριθμων - είτε με αντίστοιχες θέσεις απουσίας είτε με σύγκριση του διανύσματος της συνολικής περιοχής (συνήθως με χρήση σημείων ψευδο-απουσιών).

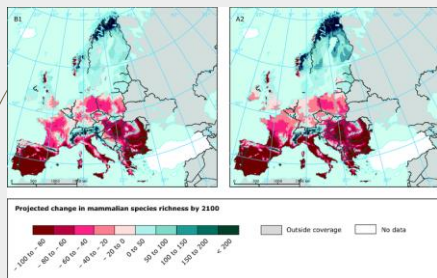
### Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

Πρακτικά σε κάθε SDM, τα βασικά βήματα είναι:

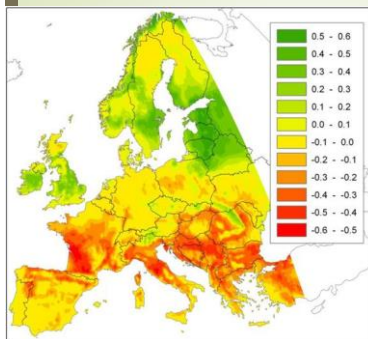
- ▶ (1) οι θέσεις παρουσίας των ειδών
- ▶ (2) η αναγνώριση και καταγραφή των περιβαλλοντικών παραμέτρων
- ▶ (3) η χρήση αυτών των παραμέτρων για τον προσδιορισμό ενός μοντέλου για την εκτίμηση της ομοιότητας των θέσεων παρουσίας
- ▶ Και (4) το μοντέλο χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής (π.χ. παρουσία ενός είδους) σε μια περιοχή ενδιαφέροντος.

### Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

- Μια κοινή πρακτική αυτών των μεθόδων είναι η πρόβλεψη του εύρους των ειδών χρησιμοποιώντας κλιματικές μεταβλητές ως παράγοντες πρόβλεψης



### Μοντελοποίηση κατανομής ειδών



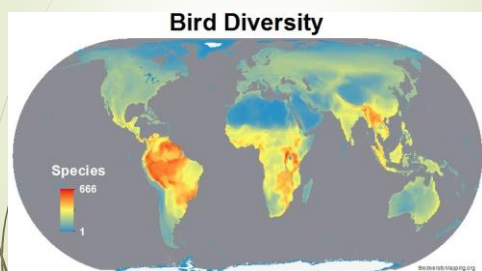
Διαφορά στην πιθανότητα εμφάνισης της Ευρωπαϊκής οξιάς σύμφωνα με το σενάριο της κλιματικής αλλαγής A2 με εκείνη του σημερινού κλίματος με βάση προβολή των στατιστικών μοντέλων φακέλου (BIOMOD).

Ο χάρτης αντιπροσωπεύει την αλλαγή στο βιότοπο καταλληλότητας λόγω της κλιματικής αλλαγής για την ευρωπαϊκή οξιά.

Το πράσινο υποδεικνύει μια αύξηση, το κόκκινο μείωση των οικοτόπων καταλληλότητας, σε σχέση με το σημερινό κλίμα.

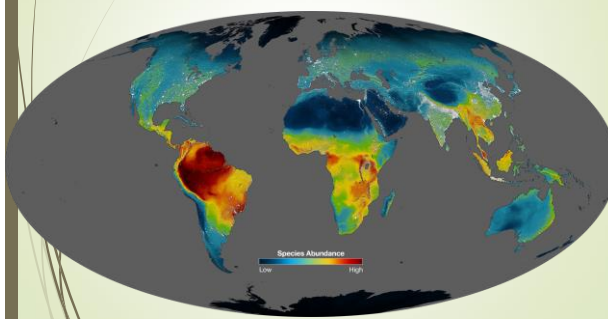
### Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

- Τι καθοδηγεί όμως την κατανομή των ειδών;



### Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

- Τι καθοδηγεί όμως την κατανομή των ειδών;

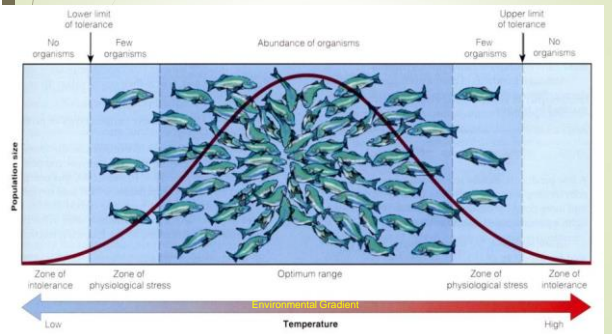


## Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

- Τι καθοδηγεί όμως την κατανομή των ειδών;
- Ποιο τεχνικά...
  - Όλα τα είδη έχουν όρια ανοχής για περιβαλλοντικούς παράγοντες
  - πέρα από τα οποία τα άτομα δεν μπορούν να επιβιώσουν, αναπτυχθούν ή να αναπαραχθούν.
- Και αυτό είναι το κλειδί που χρησιμοποιούν οι μεθοδολογίες πρόβλεψης της κατανομής των ειδών.

## Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

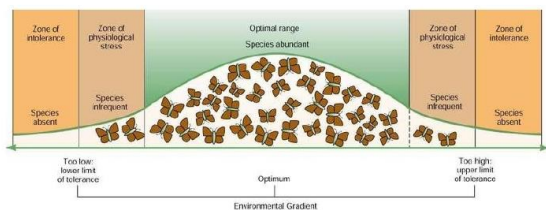
### • Όρια ανοχής



## Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

- Όρια ανοχής (υπάρχουν για όλους τους σημαντικούς παράγοντες)

### Tolerance Limits



## Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

- Η επιλογή των κατάλληλων περιβαλλοντικών μεταβλητών είναι πολύ ουσιαστική στη διαμόρφωση του κατάλληλου μοντέλου πρόβλεψης κατανομής.
- Ουσιαστικά η παρουσία των ειδών που θέλουμε να μοντελοποιήσουμε εξαρτάται από μια μεγάλη και δυναμική ενότητα παραγόντων που αλληλεπιδρούν.

## Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

- Για ορισμένα είδη, ένας παράγοντας μπορεί να είναι πιο σημαντικός για τη ρύθμιση της κατανομής ειδών και της αφθονίας.
- Αλλά, συνήθως, πολλοί παράγοντες αλληλεπιδρούν για τον περιορισμό της κατανομής των ειδών

## Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

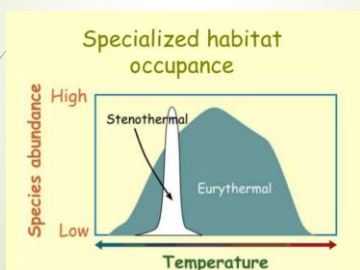
- Το σημαντικό είναι να εντοπιστούν οι

Κρίσιμοι παράγοντες και τα Όρια ανοχής

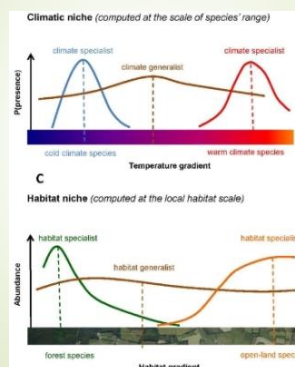
- ΤΙ ΘΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΞΕΡΟΥΜΕ

## Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

Οι οργανισμοί μπορεί να έχουν ένα μεγάλο εύρος ανοχής για κάποιους παράγοντες και ένα στενό εύρος για άλλους παράγοντες



Οι οργανισμοί μπορεί να έχουν ένα μεγάλο εύρος ανοχής για κάποιους παράγοντες και ένα στενό εύρος για άλλους παράγοντες

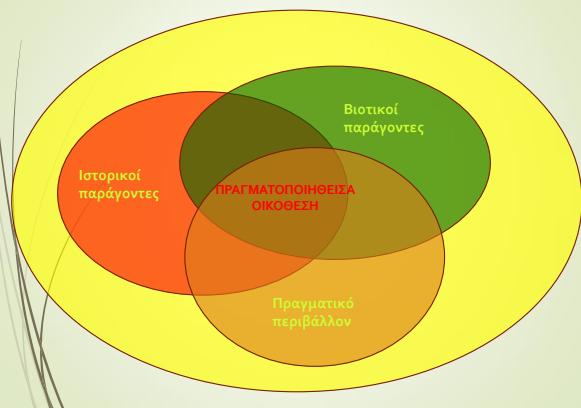


## Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

Η κατάληψη μιας θέσης παρουσίας (habitat occupancy) είναι αποτέλεσμα της οικοθέσης του είδους, που είναι δυναμική εξαιτίας πολλών παραγόντων.

### Θεμελιώδης vs Πραγματικής Οικοθέσης

## Θεμελιώδης vs Πραγματικής Οικοθέσης



## Θεμελιώδης vs Πραγματικής Οικοθέσης

### ► Θεμελιώδη (θεωρητική) οικοθέση

- Είναι το πλήρες φάσμα των περιβαλλοντικών παραγόντων που μπορούν δυναμικά να χρησιμοποιηθούν από έναν οργανισμό

### ► Πραγματοποιηθέν (πραγματική) οικοθέση

- Αποτελεί ένα υποσύνολο μιας θεμελιώδους οικοθέσης όπου ο οργανισμός μπορεί να χρησιμοποιήσει η οποία περιορίζεται από:

- Ιστορικούς παράγοντες (περιορισμοί διασποράς)
- Βιοτικούς παράγοντες (ανταγωνιστές, εχθροί)
- Πραγματικό περιβάλλον (υπαρκτές συνθήκες)

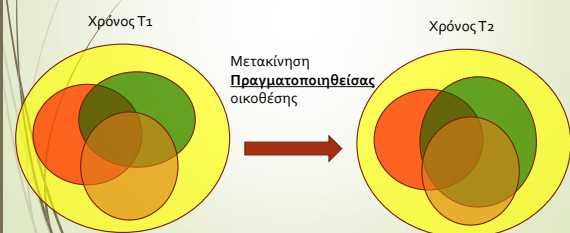
## Μετακίνηση οικοθέσης

Είναι οι οικοθέσεις σταθερές?

**ΟΧΙ!**

Οι πραγματοποιήσιμες οικοθέσεις μετακινούνται στο χρόνο εξαιτίας:

- αλλαγές στις βιοτικές αλληλεπιδράσεις
- Πραγματικό περιβάλλον
- Χρόνος διασποράς



• Η Θεμελιώδης οικοθέση αλλάζει όταν αλλάζουν τα όρια ανοχής → ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΤΗΝ ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ

Χρόνος T1

Χρόνος T2

Μετακίνηση Θεμελιώδους οικοθέσης

Αλλά αυτό δεν έχει σχέση με τη δική μας χρονική διάρκεια ζωής!!!

### Διαχωρισμός των πόρων

- **Νόμος του Ανταγωνιστικού αποκλεισμού**
  - Δεν μπορεί να υπάρχουν δύο είδη που θα καταλάβουν την ίδια θέση και θα ανταγωνίζονται για ακριβώς τους ίδιους πόρους
- Εξαφάνιση ενός από αυτούς
- Διαχωρισμός θέσεων (χωρικές, χρονικές)
- Η αιτία άλλωστε και για την ποικιλία ζωής!!!

### Διαχωρισμός των πόρων

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

#### Feeding ecological niches for wading birds

Flamingos

Dabbling ducks

Avocets

Oystercatchers

Plovers

Chthamalus

Balanus

High tide

Low tide

Ocean

Chthamalus realized niche

Balanus realized niche

Chthamalus are removed

Balanus are removed

Chthamalus fundamental niche

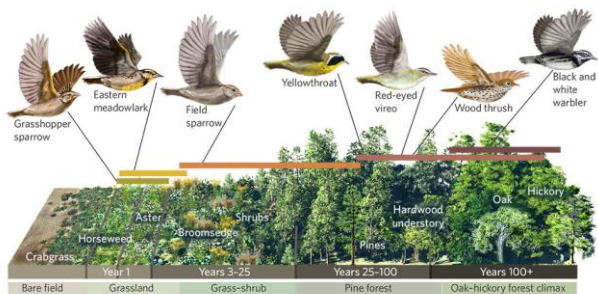
Balanus fundamental niche

Chthamalus

Balanus

## Διαχωρισμός των πόρων

Πως σχετίζεται αυτό με τη δυναμική της μοντελοποίησης;

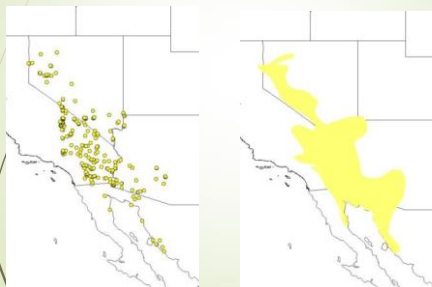


## Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

- Τι έχουμε καταλάβει μέχρι τώρα σχετικά με το θέμα μας (μοντελοποίηση κατανομής).
- Η επιλογή των μεταβλητών που καθορίζουν την οικοθέση του κάθε είδους είναι αποτέλεσμα
  - Συνύπαρξης με ανταγωνιστικά είδη (άρα ίσως διαφοροποιημένη από περιοχή σε περιοχή)
  - Οι οικοθέσεις δεν έχουν χωρική σταθερότητα.

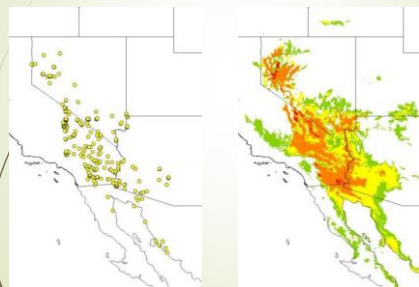
## Μοντελοποίηση της οικοθέσης

Στόχος 1: Προσδιορισμός της κατανομής των ειδών



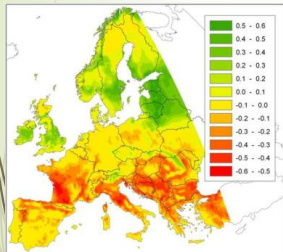
## Μοντελοποίηση της οικοθέσης

Στόχος 2: Ανάλυση καταλληλότητας



### Μοντελοποίηση της οικοθέσης

Στόχος 3: - Δυνητική μοντελοποίηση της οικοθέσης (Σπάνια είδη, είδη εισβολής, ασθένειες, κλιματική αλλαγή)



Difference in probability of occurrence of European beech under the A2 climate change scenario with that of the current climate,

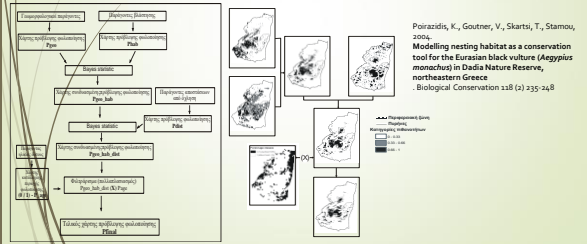
based on an ensemble projection of statistical envelope models (BIOMOD).

Why Would Plant Species Become Extinct Locally if Growing Conditions Improve? International Journal of Biological Sciences 2012, 8(8):1121-1129

### Μοντελοποίηση της οικοθέσης

Στόχος 3: - Δυνητική μοντελοποίηση της οικοθέσης (Σπάνια είδη, είδη εισβολής, ασθένειες, κλιματική αλλαγή)

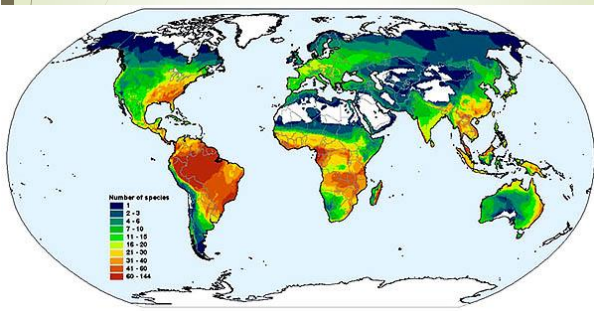
Μοντελοποίηση της καταλληλότητας θέσεων φωλιάσματος του Μαυρόγυπα (*Aegypius monachus*) στο ΕΠ Δαδιάς ως εργαλείο διατήρησης του είδους



Papadimitriou, K., Goutner, V., Skarzi, T., Stamos, 2006. Modelling nesting habitat as a conservation tool for the Eurasian black vulture (*Aegypius monachus*) in Dadia Nature Reserve, northeastern Greece - Biological Conservation 128 (2): 235-248

### Μοντελοποίηση της οικοθέσης

Στόχος 4: - Ανάλυση αφθονίας ειδών



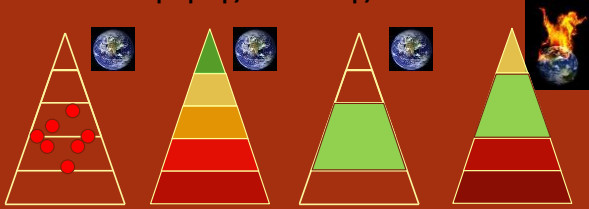
### Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

ΜΙΑ ΣΥΝΟΨΗ: Τι είναι η Μοντελοποίηση κατανομής ειδών (SDM) με δύο γραμμές;

- Η SDM αξιολογεί τη σχέση ανάμεσα σε περιβαλλοντικές παραμέτρους και γνωστές θέσεις παρουσίας
- και χρησιμοποιεί αυτή την πληροφορία για να προσδιορίσει περιοχές όπου τα είδη δυνητικά μπορεί να υπάρχουν.

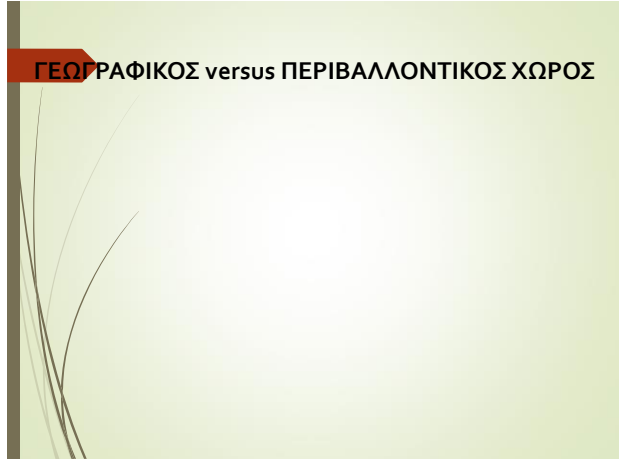


### Μοντελοποίηση της οικοθέσης

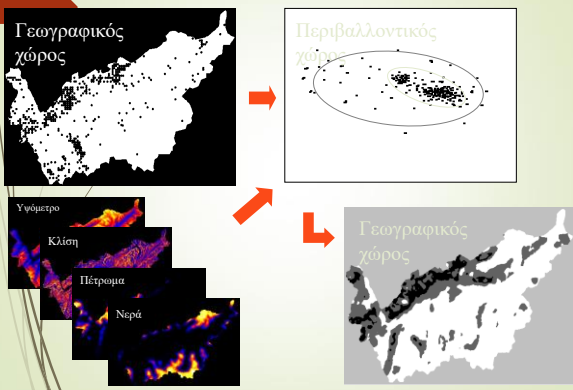


- Βήμα 1: Καταγραφές εμφάνισης
- Βήμα 2: Περιβαλλοντικοί παράγοντες
- Βήμα 3: Τρέχουσα οικοθέση
- Βήμα 4: Προβλεπόμενη οικοθέση (με βάση κλιματική αλλαγή)

### ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΣ versus ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ



### ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΣ versus ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ



### Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

Υπάρχουν πολλοί αλγόριθμοι για την μοντελοποίηση της οικοθέσης

**Profile Techniques:**

- BIOCLIM
- DOMAIN
- Ecological Niche Factor Analysis (ENFA)
- Mahalanobis distance

**Regression-based Techniques:**

- Generalized linear model (GLM)
- Generalized Additive Model (GAM)
- Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS)

**Machine Learning Techniques:**

- MAXENT
- Artificial Neural Networks (ANN)
- Genetic Algorithm for Rule Set Production (GARP)
- Boosted Regression Trees (BRT)/Gradient Boosting Machines (GBM)
- Random Forest (RF)
- Support Vector Machines (SVM)

## ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

- Μοντέλα Παρουσίας
- Μοντέλα Παρουσίας – Απουσίας
- Μοντέλα πολυ-κριτηρίων
  - χρησιμοποιώντας οικολογικά κριτήρια χωρίς στατιστικούς υπολογισμούς.

## Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

Table 3. Some published methods for species' distribution modeling.

Method(s) <sup>1</sup>	Model/software name <sup>2</sup>	Species data type <sup>3</sup>	Key Reference/URL
Gower Metric	DOMAIN*	presence-only	Carpenter et al. 1993 <a href="http://www.cifor.cesar.org/">http://www.cifor.cesar.org/</a> <a href="http://diva-gis.org">http://diva-gis.org</a>
Ecological Niche Factor Analysis (ENFA)	BIOMAPPER*	presence and background	Hirzel et al. 2002 <a href="http://www2.urli.ch/biomapper/">http://www2.urli.ch/biomapper/</a>
Maximum Entropy	MAXENT*	presence and background	Phillips et al. 2006 <a href="http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent">www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent</a>
Genetic algorithm (GA)	GARP <sup>2</sup> *	pseudo-absence <sup>4</sup>	Stockwell and Peters 1999 <a href="http://www.lifemapper.org/desktopgarp/">http://www.lifemapper.org/desktopgarp/</a>
Artificial Neural Network (ANN)	SPECIES	presence and absence (or pseudo-absence)	Pearson et al. 2002
Regression: generalized linear model (GLM), generalized additive model (GAM), boosted regression trees (BRT), multivariate adaptive regression splines (MARS)	Implemented in R <sup>5</sup>	presence and absence (or pseudo-absence)	Lehman et al. 2002 Elith et al. 2006 Leathwick et al. 2006 Elith et al. 2007
Multiple methods	BIOMOD	presence and absence (or pseudo-absence)	Thuiller 2003
Multiple methods	OpenModeller	depends on method implemented	<a href="http://openmodeller.sourceforge.net/">http://openmodeller.sourceforge.net/</a>

## SDM και R

- Το **biomod2** είναι η ενημερωμένη αντικειμενοστραφής έκδοση του πακέτου BIOMOD.
- Το biomod2 προσφέρει τη δυνατότητα να τρέξει **10 state-of - the-art** τεχνικές μοντελοποίησης για να περιγράψει και μοντελοποιήσει τη σχέση μεταξύ δεδομένου είδος και του περιβάλλον του.
- Αν και έχει κυρίως αναπτυχθεί για τους οικολόγους που στοχεύουν στην πρόβλεψη της κατανομής των ειδών , μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη μοντελοποίηση κάθε διωνυμικών δεδομένων (**από γονίδια ως οικοσυστήματα** ...) σε συνάρτηση με τις επεξηγηματικές μεταβλητές.

## SDM και R (biomod2)

- GLM : Generalized Linear Model (glm)
- GAM : Generalized Additive Model (gam, gam or bam)
- GBM : Generalized Boosting Model or usually called Boosted Regression Trees (gbm)
- CTA: Classification Tree Analysis (rpart)
- ANN: Artificial Neural Network (nnet)
- SRE: Surface Range Envelop or usually called BIOCLIM
- FDA: Flexible Discriminant Analysis (fda)
- MARS: Multiple Adaptive Regression Splines (earth)
- RF: Random Forest (randomForest)
- **MAXENT, Phillips: Maximum Entropy** (<http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>)

## Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

- ▶ Αν και οι αλγόριθμοι που διαφοροποιούν τα δείγματα σε παρουσία – απουσία έχουν ισχυρότερη μαθηματική υποστήριξη, κυριαρχούν οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν μόνο δεδομένα παρουσίας (συγκρίνοντας τη μεταβλητότητα αυτών των δεδομένων με τη συνολική μεταβλητότητα της περιοχής μελέτης).
- ▶ **Καμία ιδέα γιατί;**

## Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

### Absences

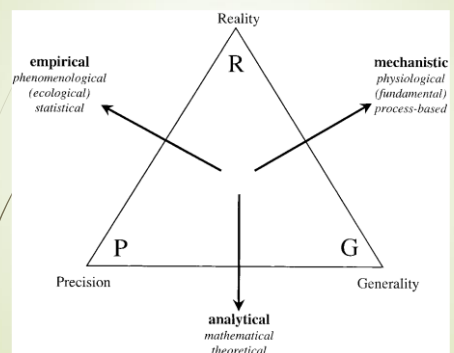
Μια «απουσία» (=όχι παρατήρηση) μπορεί να οφείλεται σε:

- ▶ Το είδος δεν ανακαλύφτηκε ⇒ **ΨΕΥΔΗ ΑΠΟΥΣΙΑ**
- ▶ Εμπόδια διασποράς ⇒ **ΨΕΥΔΗ ΑΠΟΥΣΙΑ**
- ▶ Τοπικά πρόσκαιρη εξαφάνιση ⇒ **ΨΕΥΔΗ ΑΠΟΥΣΙΑ**
- ▶ Πολύ μικρή επικράτεια ⇒ **ΨΕΥΔΗ ΑΠΟΥΣΙΑ**
- ▶ Ακατάλληλος βιότοπος ⇒ **ΑΛΗΘΙΝΗ ΑΠΟΥΣΙΑ**

## Μοντελοποίηση κατανομής ειδών

- ▶ Υπάρχουν δύο γενικές τάσεις στην κατασκευή των μοντέλων που αφορούν σχέση ειδών και βιοτόπων.
  - ▶ Η πρώτη (*deductive modeling*), βασίζεται σε προϋπάρχουσα γνώση για το είδος που μελετείται.
  - ▶ ενώ η δεύτερη (*inductive modeling*), ακολουθεί εμπειρικές μεθόδους.
    - ▶ Στη δεύτερη περίπτωση, οι σημαντικές περιβαλλοντικές παράμετροι που αναγνωρίζονται από τις αναλύσεις δεν είναι απαραίτητα σημαντικές για το μελετούμενο είδος, αλλά απλώς σχετίζονται περισσότερο με την παρουσία του είδους στη συγκεκριμένη περιοχή.

## Μοντελοποίηση κατανομής ειδών



## ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

- Τα στατιστικά μοντέλα δεν αναγνωρίζουν τους σημαντικούς παράγοντες που καθορίζουν οικολογικά την παρουσία ενός είδους.
- Αυτό που προσπαθούν να κάνουν είναι ο καλύτερος δυνατός συσχετισμός των παραγόντων με την παρουσία ή απουσία του είδους, μέσα από τη δημιουργία ενός κατάλληλου συντελεστή για κάθε παράγοντα.

## ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

- Εάν ακατάλληλοι παράγοντες συμμετέχουν στα μοντέλα, είναι πιθανό να βγει ένα καλό αριθμητικά αποτέλεσμα (π.χ. πολύ καλή σωστή ταξινόμηση της παρουσίας του είδους),
- αλλά η οικολογική και διαχειριστική σημασία του να είναι μικρή ή ανύπαρκτη.

## ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Προσοχή! Σχετικά με τη χρήση και την κατάχρηση των μοντέλων

### Σκουπίδια, σκουπίδια έξω:

Αυτό το παλιό γνωμικό είναι τόσο σχετικό με τη μοντελοποίηση των κατανομών όσο και για άλλους τομείς.

Με απλά λόγια, ένα μοντέλο είναι τόσο καλό όσο και η δεδομένα που περιέχει.

Αν βάλετε τα σκουπίδια στο μοντέλο, θα πάρετε σκουπίδια έξω

Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners Richard G. Pearson  
Center for Biodiversity and Conservation & Department of Herpetology American Museum of Natural History

## ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Προσοχή! Σχετικά με τη χρήση και την κατάχρηση των μοντέλων

### Παρέκταση Μοντέλου (Model extrapolation):

«Η παρέκταση» αναφέρεται στη χρήση ενός μοντέλου για να κάνει προβλέψεις για περιοχές με περιβαλλοντικές τιμές που είναι πέρα από το φάσμα των δεδομένων που χρησιμοποιούνται για τη βαθμονόμηση (δηλαδή την ανάπτυξη) του μοντέλου.

Σε αυτές τις περιπτώσεις, η πρόβλεψη μπορεί να είναι εξαιρετικά αβέβαιη

Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners Richard G. Pearson  
Center for Biodiversity and Conservation & Department of Herpetology American Museum of Natural History

## ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Προσοχή! Σχετικά με τη χρήση και την κατάχρηση των μοντέλων

### Το δέλεαρ της πολύπλοκης τεχνολογίας:

Πολλές προσεγγίσεις για την μοντελοποίηση κατανομής ειδών χρησιμοποιούν πολύπλοκες υπολογιστικά τεχνολογίες.

Ωστόσο, υπάρχει ένας κίνδυνος ότι οι χρήστες του μοντέλου να επηρεάζονται από την προφανή πολυπλοκότητα της τεχνολογίας: «είναι τόσο περίπλοκη, άρα θα πρέπει να είναι σωστό!

Να θυμάστε πάντα ότι ένα μοντέλο μπορεί να είναι χρήσιμη μόνο εάν οι θεωρητικές βάσεις επί των οποίων στηρίζεται είναι υγιείς.

*Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners* Richard G. Pearson  
Center for Biodiversity and Conservation & Department of Herpetology American Museum of Natural History

## ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ - ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

### 1. ΠΑΡΟΥΣΙΕΣ:

- Δύο σημαντικοί παράγοντες για αξιολόγηση της καταλληλότητας των παρουσιών για κατασκευή μοντέλου εκτίμησης της κατανομής:

## ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ - ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

- Ο βαθμός στον οποίο το είδος είναι σε «ισορροπία» με τις τρέχουσα περιβαλλοντικές συνθήκες
  - Κατά τη χρήση της έννοιας της «ισορροπίας», θα πρέπει να θυμόμαστε ότι οι κατανομές των ειδών αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου
- Ο βαθμός στον οποίο οι παρουσίες, παρέχουν ένα καλό δείγμα του περιβαλλοντικού χώρου που καταλαμβάνεται από τα είδη
  - Το Maxent έχει βρεθεί να αποδίδει καλά και με λίγες παρουσίες (όχι πάντα).

## ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ - ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

### 2. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

<b>Climate</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Interpolated climate surfaces for the globe at 1km resolution</li> <li>- Scenarios of future climate change for the globe</li> <li>- Reconstructed palaeoclimates</li> </ul>	WorldClim: <a href="http://www.worldclim.org/">http://www.worldclim.org/</a> Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): <a href="http://www.ipcc-data.org/">http://www.ipcc-data.org/</a> NOAA: <a href="http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/paleo.html">http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/paleo.html</a>
<b>Topography</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevation and related variables for the globe at 1km resolution</li> </ul>	USGS: <a href="http://edc.usgs.gov/products/elevation/gtopo30/hydro/index.html">http://edc.usgs.gov/products/elevation/gtopo30/hydro/index.html</a>
<b>Remote sensing (satellite)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Various land cover datasets</li> <li>- Various atmospheric and land products from the MODIS instrument</li> </ul>	Global Landcover Facility: <a href="http://glcf.umiacs.umd.edu/data/">http://glcf.umiacs.umd.edu/data/</a> NASA: <a href="http://modis.gsfc.nasa.gov/data/">http://modis.gsfc.nasa.gov/data/</a>
<b>Soils</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Global soil types</li> </ul>	UNEP: <a href="http://www.grid.unep.ch/data/data.php?category=lithosphere">http://www.grid.unep.ch/data/data.php?category=lithosphere</a>
<b>Marine</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Various datasets describing the world's oceans</li> </ul>	NOAA: <a href="http://www.nodc.noaa.gov">www.nodc.noaa.gov</a>

## ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

- Η επιλογή των παραμέτρων για τη μελέτη και ανάλυση της καταλληλότητας βιοτόπου είναι ιδιαίτερα σημαντική στη σωστή εφαρμογή εμπειρικών μοντέλων.
- Γ' αυτό, αν στόχος είναι η εξαγωγή οικολογικών συμπερασμάτων από τις αναλύσεις αυτές, η επιλογή πρέπει να ακολουθεί ορισμένα κριτήρια.

## ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

### Τα βασικότερα κριτήρια είναι τα εξής:

- Η ύπαρξη διαθέσιμων πληροφοριών στο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφόρησης (GIS) σχετικές με την περιοχή.
- Η οικολογική σημασία των παραμέτρων για το είδος.
- Η ύπαρξη στατιστικά σημαντικής σχέσης των παραμέτρων με την παρουσία του είδους.