

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΠΡΟΤΑΣΗ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

**“Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΣΤΗΝ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΧΩΡΙΚΑ
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΜΕΤΑΠΛΗΘΥΣΜΩΝ : ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ
ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ”**

Ρουβέλας Ελευθέριος - Δημήτριος

Επιβλέπων Καθηγητής: Ιωάννης Γ. Ματσίνος

Αναπληρωτής Καθηγητής

Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Αύγουστος 2011

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα έχει ως στόχο την μελέτη, ανάλυση και κατανόηση των μηχανισμών μέσα από τους οποίους επιδρά η παράμετρος της κλίμακας στην δυναμική του πληθυσμού του *Gypaetus barbatus* που ενδημεί στο νησί της Κρήτης. Ο στόχος αυτός θα επιτευχθεί μέσω της μαθηματικής μοντελοποίησης της δυναμικής του εν λόγω πληθυσμού. Κατά την διάρκεια της έρευνας θα πραγματοποιηθεί συλλογή, ανάλυση και ποσοτικοποίηση των περιβαλλοντικών παραγόντων που επηρεάζουν την επιβιωσιμότητα του πληθυσμού. Επίσης θα μελετηθεί η επίδραση της υποβάθμισης του ενδιαίτηματος (μέσω απώλειας ή κατακερματισμού αυτού) στο οποίο ζει και αναπαράγεται το συγκεκριμένο είδος μέσα από ένα ευρύ φάσμα κλιμάκων.

Αναλυτική περιγραφή πρότασης

Η συγκεκριμένη έρευνα ανήκει θεματικά στην «Ανάλυση Βιωσιμότητας Πληθυσμού» (Population Viability Analysis), τομέας ο οποίος αποτελεί αναπτυσσόμενο κλάδο στον τομέα της διαχείρισης της βιοποικιλότητας και έχει εφαρμογή στην επιλογή και ανάπτυξη πολιτικών για την διατήρησή της. Λόγω της καινοτομίας του κλάδου, καθώς και του γεγονότος ότι η μελέτη της επίδρασης που έχει η κλίμακα και οι μη γραμμικές σχέσεις που αναπτύσσονται στα διάφορα επίπεδά της είναι σχετικά πρόσφατο επιστημονικό πεδίο, θα αναπτυχθεί νέα μεθοδολογία με τελικό στόχο την ανάπτυξη σύνθετου στοχαστικού μοντέλου με εστίαση στην χωρική πληροφωρία.

Η ανάπτυξη του μοντέλου ανάλυσης της βιωσιμότητας θα έχει ως στόχο την πρόβλεψη των μελλοντικών τάσεων του πληθυσμού του γυπαετού με έμφαση στην καταγραφή και ανάλυση των σχέσεων που αναπτύσσονται ανάμεσα στις οικοσυστημικές διεργασίες λόγω διαφόρων πιέσεων (ανθρωπογενών και φυσικών) που δέχονται οι βιότοποι στους οποίους κατοικεί το υπό μελέτη είδος.

- Θα μελετηθεί και θα ποσοτικοποιηθεί η επίδραση των πιέσεων αυτών στις οικοσυστημικές παραμέτρους ανάλογα με το επίπεδο της κλίμακας στην οποία παρουσιάζονται, καθώς και
- η συνολική επίπτωση που έχουν στην επιβιωσιμότητα του είδους.

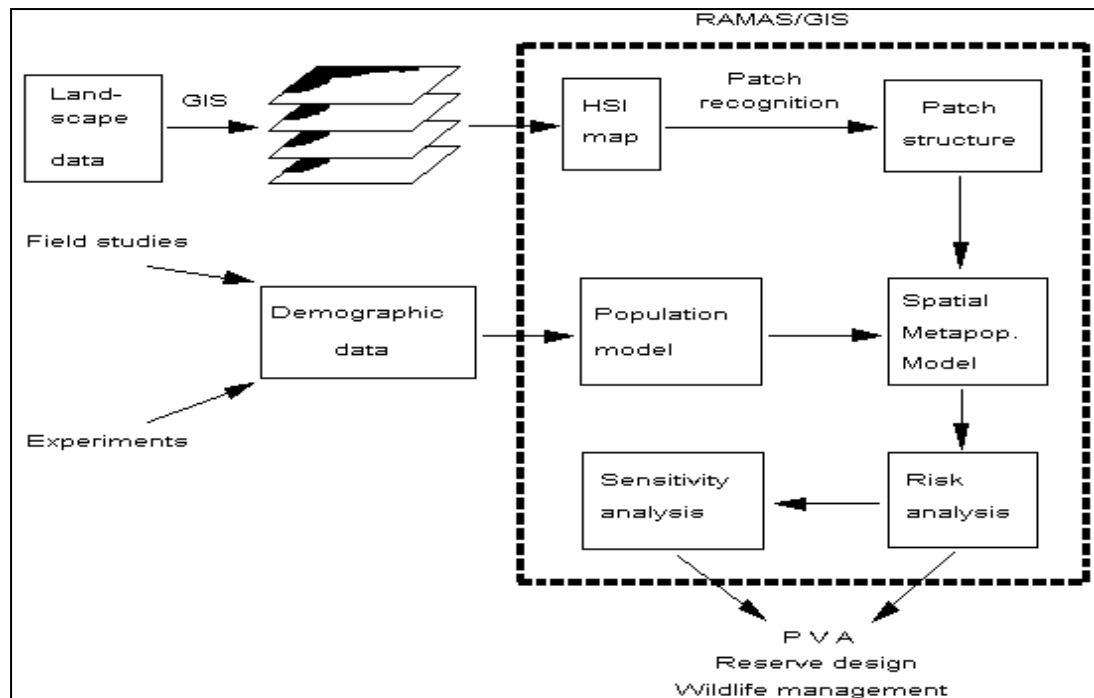
Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής θα έχουν ισχυρή διαχειριστική αξία τόσο για την βελτιστοποίηση στην χάραξη πολιτικής για την προστασία του είδους, όσο και για την ανάπτυξη της τοπικής κοινωνίας οδηγώντας σε αειφορικά πρότυπα ανάπτυξης.

Η προτεινόμενη έρευνα υπάγεται στον τομέα της πληθυσμιακής οικολογίας και χαρακτηρίζεται διεθνώς ως Ανάλυση Βιωσιμότητας Πληθυσμών. Ο όρος «Ανάλυση Βιωσιμότητας Πληθυσμών» (Population Viability Analysis) αναφέρεται στην διαδικασία προσδιορισμού της πιθανότητας εξαφάνισης ενός συγκεκριμένου πληθυσμού. (Beissinger et al, 2002, Possingham and Davies, 1995). Με τον όρο μεταπληθυσμό (metapopulation) εννοούμε το σύνολο ενός πληθυσμού, ατόμων του ίδιου είδους τα οποία μπορεί να βρίσκονται σε διαφορετικά χωρικά σημεία, (Akçakaya et al, 1999). Το σύνολο των μεταπληθυσμών επιτρέπει εναλλαγές και μετακινήσεις ατόμων μεταξύ αυτών. Τα μοντέλα πρόβλεψης της επικινδυνότητας, μας προσφέρουν μια ποσοτική εκτίμηση του κίνδυνου που αντιμετωπίζει ένας πληθυσμός για να εξαφανιστεί (Brook et al, 2000).

Σχετικά με την μελέτη των επιπτώσεων που έχουν στην βιοποικιλότητα περιβαλλοντικές πιέσεις μέσα από το πρίσμα της κλίμακας, ένα σημαντικό πλεονέκτημα αυτής της μεθοδολογίας είναι η σαφής σύνδεση κοινωνικών και φυσικών επιστημών για την ανάλυση των αλληλεπιδράσεων των ανθρωπογενών διαδικασιών σε διάφορα επίπεδα κλίμακας. Σε αντίθεση με την πλειοψηφία των μελετών, οι ανθρωπογενείς διαδικασίες και οι περιβαλλοντικές πιέσεις θα εκτιμούνται σε πολλαπλά οργανωτικά επίπεδα.

Η προσέγγιση αυτή θα ειδικευτεί σε τρεις κύριους παράγοντες πίεσης:

- Απώλεια και κατακερματισμός του ενδιαιτήματος
- Διαταραχές
- Κλιματική αλλαγή



Σχήμα 1 ενδεικτικό σχεδιάγραμμα ροής για PVA

Απώλεια και κατακερματισμός του ενδιαιτήματος : Η απώλεια και κατακερματισμός του ενδιαιτήματος επηρεάζει την βιοποικιλότητα σε ένα ευρύ φάσμα βιολογικής οργάνωσης. Ενδεικτικά η πίεση που ασκείται από την συγκεκριμένη παρέμβαση στα οικοσυστήματα μπορεί να έχει αρνητικές συνέπειες στην γενετική ποικιλότητα, στην προσαρμογή, στην διασπορά, στην βιωσιμότητα του πληθυσμού, στην σύνθεση της κοινότητας ενός ή περισσότερων ειδών και γενικότερα στις οικοσυστημικές λειτουργίες.

Ένας από τους στόχους στην έρευνας είναι η καλύτερη κατανόηση των μηχανισμών μέσα από τους οποίους ο κατακερματισμός και η απώλεια ενδιαιτήματος επηρεάζει την βιοποικιλότητα, καθώς και η επιτυχής πρόβλεψη των αλλαγών που θα προκύψουν σε αυτή. Ειδικά στην περίπτωση που υπάρχει δίκτυο προστατευόμενων περιοχών στόχος είναι η πρόβλεψη των οριακών ανταποκρίσεων του είδους σε ενδεχόμενη μείωση της έκτασης της περιοχής του βιοτόπου και αύξηση του κατακερματισμού του σε διαφορετικές κλίμακες.

Διαταραχές : Οι διαταραχές αποτελούν μια συχνή διεργασία των οικοσυστημάτων η οποία μπορεί να οφείλεται σε φωτιά, πλημμύρα και πολλούς άλλους μηχανισμούς. Έχει ερευνηθεί εδώ και αρκετά χρόνια η υπόθεση ότι μέτρια επίπεδα διαταραχών δρουν θετικά ως προς την αύξηση της βιοποικιλότητας του οικοσυστήματος το οποίο επηρεάζουν. Από την άλλη έχει παρατηρηθεί ότι η υποβάθμιση ενός ενδιαιτήματος δρα συνεργατικά όσον αφορά την συχνότητα και την

ένταση των διαταραχών που το επηρεάζουν. Οι λειτουργίες μίας διαταραχής σε ένα οικοσύστημα είναι άμεσα συνυφασμένες με την έννοια της κλίμακας, ενώ πρόσφατες θεωρητικές και εμπειρικές έρευνες έχουν δείξει ότι μια διαταραχή που σχετίζεται χωρικά έχουν πολύ πιο έντονο χαρακτήρα από διαταραχές που εμφανίζονται με τυχαίο τρόπο. Έχει επίσης παρατηρηθεί ότι οι διαμάχες αυτές μπορεί να επηρεάσουν και την διασπορά και επιβιωσιμότητα ενός είδους σε ένα κατακερματισμένο βιότοπο. Το φαινόμενο αυτό όμως δεν έχει μελετηθεί σε επίπεδο κοινότητας.

Μέσα από την οπτική της κλίμακας μπορούν να παραχθούν συμπεράσματα για το πώς τοπικές εξαφανίσεις πληθυσμών σχετίζονται μέσω μιας χώρο-χρονικής κλίμακας καθώς και τις επιπτώσεις που έχει σε πληθυσμιακά χαρακτηριστικά ενός είδους, όπως και στην συνοχή και οικολογική επάρκεια σε ένα δίκτυο προστατευόμενων περιοχών.

Κλιματική αλλαγή : Η κλιματική αλλαγή είναι ένα φαινόμενο που δρα σε παγκόσμιο επίπεδο. Όμως πολλές από τις επιπτώσεις που έχει το φαινόμενο αυτό, σε ένα οικοσύστημα προκύπτουν μέσα από περίπλοκους μηχανισμούς. Τα περισσότερα μοντέλα που μελετούν την κλιματική αλλαγή είναι δομημένα να λειτουργούν σε μεγάλες κλίμακες, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει ικανοποιητική πρόβλεψη για αλλαγές του μικροκλίματος και μπορεί να έχουν σημαντικό αντίκτυπο σε πληθυσμούς που δραστηριοποιούνται σε αυτά τα επίπεδα. Ένα παράδειγμα τέτοιας αλλαγής στα χαρακτηριστικά ενός πληθυσμού που επηρεάζεται από αλλαγές στο μικροκλίμα είναι η μετανάστευση των ατόμων σε γειτονικές περιοχές για την εύρεση καλύτερων συνθηκών..

Η μετανάστευση αυτή μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις όσον αφορά την επιβιωσιμότητα ενός συγκεκριμένου πληθυσμού ο οποίος είτε δεν έχει την δυνατότητα για εύκολη μετακίνηση, είτε είναι εξειδικευμένος στο συγκεκριμένο ενδιαίτημα. Σε συνδυασμό με τον κατακερματισμό το τοπίου μία αλλαγή στο μικροκλίμα μιας περιοχής μπορεί να οδηγήσει σε δραστική μείωση του πληθυσμού με κίνδυνο την τοπική εξάλειψή του είδους από το συγκεκριμένο οικοσύστημα.

Μελετώντας το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής σε ένα ευρύ φάσμα από διαφορετικά επίπεδα χώρο-χρονικών κλιμάκων μπορεί να σχηματιστεί μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για τους μηχανισμούς που διέπουν αυτό το σύγχρονο περιβαλλοντικό πρόβλημα. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να επιτευχθεί μια ακριβής πρόβλεψη (μέσω ανάπτυξης στοχαστικών μοντέλων) των επιπτώσεων που θα έχουν διάφορα σενάρια κλιματικής αλλαγής σε ένα οικοσύστημα

Επίσης θα εξετασθεί η συσχέτιση που υπάρχει ανάμεσα σε παρατηρήσεις ή προβλέψεις που προκύπτουν από μελέτες του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής που αφορούν μεγαλύτερες κλίμακες. Αυτό είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την χάραξη πολιτικών με στόχο την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος στα οικοσυστήματα.

Η βιοποικιλότητα και η αποτελεσματική διαχείρισή της συσχετίζονται άμεσα με την έννοια της κλίμακας. Οι κύριες πιέσεις στην βιοποικιλότητα (π.χ. απώλεια και τεμαχισμός βιότοπων, διαταραχή, και αλλαγή κλίματος) και οι κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες που υπάρχουν πίσω από αυτές τις πιέσεις ενεργούν με διαφορετικό τρόπο ανάλογα με την κλίμακα στην οποία παρουσιάζονται. Τα αποτελεσματικά μέτρα διαχείρισης της βιοποικιλότητας πρέπει αναγκαστικά να εξετάσουν την παράμετρο της κλίμακας :

- Στην οποία εμφανίζονται οι εν λόγω πιέσεις

- Στην οποία αναπτύσσονται αλληλεπιδράσεις μεταξύ των πιέσεων που προκαλούν τις μη γραμμικότητες μέσα από διαφορετικά επίπεδα κλιμάκων.

Συνεπώς, οι αποτελεσματικές πολιτικές επεμβάσεις να πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τον παράγοντα της κλίμακας, χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα κυβερνητικά επίπεδα για τον προγραμματισμό, τη λήψη αποφάσεων, και τη διαχείριση.

Η μελέτη της επίδρασης της κλίμακας θα αναβαθμίσει την κατανόηση που έχουμε όσον αφορά τις φυσικές και ανθρωπογενείς διαδικασίες και τις επιπτώσεις αυτών σε διαφορετικές κλίμακες, εφαρμόζοντας πρόσφατες εξελίξεις στην μεθοδολογία σε καινούριες αλλά και υπάρχουσες βάσεις δεδομένων και με την ανάπτυξη νέων μεθόδων για την ανάλυση των διεργασιών της βιοποικιλότητας και πώς αυτή η πληροφορία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον ορθότερο σχεδιασμό πολιτικών διατήρησης στα πλαίσια της αειφορίας.

Το είδος του γυπαετού που θα μελετηθεί στην παρούσα έρευνα έχει αρκετά ικανοποιητικά χαρακτηριστικά για να εφαρμοστεί η παραπάνω μεθοδολογία.

Πρόκειται για τον μεγαλύτερο νησιωτικό πληθυσμό στην Ευρώπη και υπήρξε θύμα έντονων ανθρωπογενών πιέσεων τις τελευταίες δεκαετίες με αποτέλεσμα την δραματική μείωση του μεγέθους του που οδήγησε στον χαρακτηρισμό του ως προστατευόμενο.

Πρόκειται για ένα είδος το οποίο είναι αρκετά ευαίσθητο σε περιβαλλοντικές πιέσεις έχοντας ταυτόχρονα αρκετά μεγάλο πεδίο δράσης το οποίο εμπεριέχει πολλαπλά επίπεδα κλίμακας.

Επίσης η στενή σχέση του είδους με ανθρωπογενείς διαδικασίες (εποχιακή μετανάστευση κατά την διάρκεια του έτους λόγω της κίνησης των εκτρεφόμενων πληθυσμών οπληφόρων) σημαίνει ότι υπάρχει έντονη συσχέτιση μεταξύ ανθρωπογενών και οικοσυστημικών διεργασιών. Από την μελέτη και ανάλυση της αλληλεπίδρασης αυτών των διεργασιών μπορούν να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για την οργάνωση και διαχείριση των τοπικών αγροτικών κοινωνιών.

Αρκετά πλούσιο είναι το ερευνητικό υπόβαθρο όσον αφορά τον συγκεκριμένο πληθυσμό καθώς οι πρώτες προσπάθειες για την διατήρηση και προστασία του πληθυσμού του γυπαετού στην Κρήτη ξεκίνησαν κατά τα μέσα τις δεκαετίας του 90' από την Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρία όταν και ορισμένες περιοχές που υπήρχε η παρουσία του γυπαετού χαρακτηρίστηκαν ως περιοχές ειδικής προστασίας.

Το 1998 ξεκίνησε μία νέα προσπάθεια με το πρόγραμμα LIFE (LIFE98 NAT/GR/005276 : Conservation of Gypaetus barbatus in Greece) το οποίο διάρκεσε 41 μήνες και συνεχίστηκε το 2002 με την έγκριση νέου προγράμματος LIFE (LIFE02 NAT/GR/008492 : Conservation actions for Gypaetus barbatus and biodiversity in Crete) το 2002 . Στο πρόγραμμα αυτό συμμετείχαν το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας του Πανεπιστημίου της Κρήτης και η Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρία. Στόχος του προγράμματος ήταν η διατήρηση του πληθυσμού του γυπαετού σε εθνική κλίμακα, η αντιμετώπιση των παραγόντων που ευθύνονταν για την μείωση του πληθυσμού και η ενίσχυση του υπάρχοντος πληθυσμού.

Ως περιοριστικοί παράγοντες και απειλές για την βιωσιμότητα του είδους κατά την διάρκεια του προγράμματος LIFE θεωρήθηκαν :

- Ελλιπής προστασία της περιοχής όπου ζουν και αναπαράγονται οι γυπαετοί
- Η χρήση δηλητηριασμένων δολωμάτων
- Όχληση στην περιοχή όπου υπάρχουν φωλιές, και
- Χαμηλή διαθεσιμότητα τροφής

Άλλοι παράγοντες που επιδρούν αρνητικά στην βιωσιμότητα του πληθυσμού είναι :

- Δηλητηρίαση από μόλυβδο
- Παράνομοι πυροβολισμοί
- Απώλεια και εκφυλισμός βιοτόπων
- Διαταραχές
- Υπερυψωμένα καλώδια

Παρατηρούμε ότι η περιοριστικοί παράγοντες δρουν σε ένα ευρύ φάσμα κλιμάκων. Ο τρόπος προσέγγισης για την μελέτη αυτών των παραγόντων που θα εφαρμοστεί στην συγκεκριμένη έρευνα θα επιφέρει μια νέα ματιά στους μηχανισμούς μέσα από τους οποίους οι παράγοντες αυτοί επιδρούν στον πληθυσμό του γυπαετού. Η γνώση που θα προκύψει από την συγκεκριμένη διαδικασία μπορεί να συμβάλει στην αποτελεσματικότερη διαχείριση των περιοριστικών αυτών παραγόντων.

Κρίνοντας από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι το συγκεκριμένο είδος μπορεί να αποτελέσει ένα καλό case study για την έρευνά μας.

Δομή πρότασης – πακέτα εργασίας

Η έρευνα κατανέμεται στα επόμενα πακέτα εργασίας.

Π.Ε. 1 : Εντοπισμός και ανάλυση κύριων διεργασιών (drivers) για την βιωσιμότητα του *Gypaetus barbatus*

Θα μελετηθούν οι κύριες ανθρωπογενείς και φυσικές κινητήριες δυνάμεις που επηρεάζουν το περιβάλλον αλλάζοντας το τοπίο, υποβαθμίζοντας την ποιότητα του ενδιαιτήματος του υπό μελέτη είδους, κάτω από το φάσμα πολλαπλών κλιμάκων.

Οι κινητήριες δυνάμεις που επηρεάζουν τις οικοσυστημικές αλλαγές παρουσιάζονται μέσα από ένα ευρύ φάσμα κοινωνικό-πολιτικών, οικονομικών αλλά και φυσικών διεργασιών.

Οι κύριες βιοφυσικές δυνάμεις που παρατηρούνται συχνότερα παγκοσμίως είναι οι αλλαγή χρήσεων γης, η αλλαγή του κλίματος, η ρύπανση και η εισβολή εξωτικών ειδών. Ενώ οι πιο έμμεσες κινητήριες δυνάμεις για την αλλαγή του οικοσυστήματος είναι οι οικονομική ανάπτυξη σε συνδυασμό με την παγκοσμιοποίηση της οικονομίας. Οι δυνάμεις αυτές λειτουργούν σε διαφορετικές χωρικές αλλά και χρονικές κλίμακες και πολλές φορές αναπτύσσουν συνεργατικές διαδράσεις μεταξύ τους.

Είναι κρίσιμη η ανάγκη για κατανόηση των μηχανισμών, μέσα από τους οποίους, εκδηλώνονται οι κινητήριες δυνάμεις στην υπό έρευνα περιοχή για τον σχεδιασμό κατάλληλων πολιτικών διαχείρισης.

Π.Ε. 1.1 : Αφορά την καταγραφή και ανάλυση των κύριων κινητήριων δυνάμεων (driving forces) που επιδρούν στην περιοχή (π.χ. βόσκηση, οδικό δίκτυο κτλ.) σε 3 στάδια.

- Σε μεγάλες κλίμακες (Ελλάδα, Κρήτη)
- Σε τοπικές κλίμακες (ενδιαίτημα του είδους)
- Ανάλυση των δύο προηγούμενων σταδίων για την εξακρίβωση μη γραμμικών συσχετίσεων ανάμεσα σε κινητήριες δυνάμεις και περιβαλλοντικών πιέσεων που παρουσιάζονται.

Αεδομένα : Από Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρία, προγράμματα LIFE, Μουσείο Φυσικής Ιστορίας του Πανεπιστημίου της Κρήτης, τοπικοί παράγοντες.

Μεθοδολογία : Ανάλυση δικτύων, Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (ΓΣΠ), Graph theory.

Παραδοτέα : Γραφική αναπαράσταση των γραμμικών και μη-γραμμικών συσχετίσεων ανάμεσα σε κινητήριες δυνάμεις και περιβαλλοντικές πιέσεις.

Π.Ε. 1.2 : Αφορά την μοντελοποίηση επιλεγμένων κινητήριων δυνάμεων για την καλύτερη κατανόηση των μηχανισμών που μεταφράζουν τις δυνάμεις αυτές σε περιβαλλοντικές πιέσεις. Στις δυνάμεις αυτές θα συμπεριληφθούν και η αλλαγή του κλίματος, οι χρήσεις γης και φυσικές διαταραχές (π.χ. συχνότητα πυρκαγιών)

Δεδομένα : δεδομένα από Π.Ε. 1.1, Χάρτες από ΓΥΣ, αεροφωτογραφίες, δορυφορικές εικόνες, κλιματολογικά δεδομένα, ιστορικό διαταραχών.

Παραδοτέα : Θεματικοί χάρτες (π.χ. χρήσεων γης) σε γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών

Π.Ε. 1.3 : Αφορά την ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων των κινητήριων δυνάμεων στο τοπίο μέσω κατακερματισμού, υποβάθμισης της ποιότητας του ενδιαιτήματος ή απώλεια αυτού, σε διάφορα επίπεδα κλίμακας.

Δεδομένα : Παραδοτέα από Π.Ε. 1.2

Μεθοδολογία : Χωρική ανάλυση μέσω ΓΣΠ, συστηματική σύγκριση landscape metrics.

Παραδοτέα : Χάρτες κερματισμού και απώλειας ενδιαιτήματος, Γραπτή αναφορά της τεχνικής έκθεσης σχετικά με hot spots και ιεράρχηση περιοχών με βάση την υποβάθμιση του ενδιαιτήματος.

Π.Ε. 2 : Ανάλυση Δυναμικής πληθυσμού

Θα πραγματοποιηθεί η καταγραφή και ανάλυση των πληθυσμιακών χαρακτηριστικών του γυπαετού (*Gypaetus barbatus*), της δομής των μεταπληθυσμών που υπάρχουν στην υπό μελέτη περιοχή και στον τρόπο με τον οποίο επηρεάζεται το είδος από τις περιβαλλοντικές πιέσεις που δημιουργούνται.

Επίσης θα δημιουργηθεί μοντέλο καταλληλότητας ενδιαιτήματος (habitat suitability model) το οποίο θα λαμβάνει υπόψη του την διαθεσιμότητα, προσβασιμότητα και διατροφική αξία της τροφής του είδους.

Τέλος θα μελετηθεί και η γονιδιακή ποικιλότητα του είδους και οι διακυμάνσεις που έχει αυτή στην πορεία του χρόνου.

Π.Ε. 2.1 : Αφορά την δημιουργία βάσης δεδομένων των διαφόρων χαρακτηριστικών που θα είναι απαραίτητα για την δημιουργία του τελικού μοντέλου. Τα δεδομένα αυτά θα περιλαμβάνουν :

- Χαρακτηριστικά διασποράς (π.χ. κατανομή αποστάσεων των μετακινήσεων του είδους)
- Ατομικές απαιτήσεις περιοχής (individual area requirements) (π.χ. βάρος, ακτίνα δράσης, κοινωνική δομή)
- Λειτουργικά χαρακτηριστικά (π.χ. διατροφική εξειδίκευση, τύπος φωλιάσματος)
- Πληθυσμιακά χαρακτηριστικά (π.χ. Θνησιμότητα, ρυθμοί αναπαραγωγής, αναλογία αρσενικών θηλυκών, ηλικιακή κατανομή)

Επιλεκτικότητα και κατανομή ενδιαιτήματος

Δεδομένα : Υπάρχουσα βιβλιογραφία, προγράμματα LIFE, Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρία, Μουσείο Φυσικής Ιστορίας του Πανεπιστημίου της Κρήτης.

Παραδοτέα : Βάση δεδομένων χαρακτηριστικών του είδους.

Π.Ε. 2.2 : Αφορά την δημιουργία μοντέλου καταλληλότητας ενδιαιτήματος για το υπό μελέτη είδος (Habitat suitability modeling).

Δεδομένα : Παραδοτέα από Π.Ε. 1, Π.Ε. 2.1

Μεθοδολογία : Linear Models, Wavelet Revised Methods, Generalized Additive Models, Boosted Regression Trees

Παραδοτέα : Μοντέλο καταλληλότητας ενδιαιτήματος.

Π.Ε. 3 : Ανάπτυξη και εφαρμογή ατομοστραφούς μοντέλου (IBM)

Θα πραγματοποιηθεί η ανάπτυξη ατομοστραφούς πληθυσμιακού μοντέλου (individual based model ή IBM) με χωρική δομή για το γυπαετό συνυπολογίζοντας τις αλληλεπιδράσεις του είδους με το περιβάλλον σε ένα ευρύ φάσμα κλιμάκων. Επίσης θα γίνει ανάπτυξη στατιστικού μοντέλου για την εκτίμηση της αβεβαιότητας των υπολογισμών στην παρούσα έρευνα.

Τα μοντέλα αυτά αποτελούν ένα πρόσφατο αλλά ευρέως διαδεδομένο εργαλείο για την μελέτη των μηχανισμών που αποτελούν την οικολογία πληθυσμών μέσα από την προσομοίωση της αλληλεπίδρασης των ατόμων με το περιβάλλον τους. Ο τρόπος αυτός προσέγγισης ερωτημάτων που απασχολούν την οικολογία πληθυσμών, ακολουθεί μία bottom up διαδρομή σε αντίθεση με τα stage variable models.

Ένα ατομοστραφές πληθυσμιακό μοντέλο μπορεί να επικεντρωθεί ,για να εξάγει τα συμπεράσματά του για τα ερωτήματα που είναι προς μελέτη, είτε στην προσαρμοστική συμπεριφορά των ατόμων ενός πληθυσμού, είτε στις συστημικές διεργασίες.

Π.Ε. 3.1 : Αφορά την ανάπτυξη του ατομοστραφούς μοντέλου με χωρική δομή συμπεριλαμβάνοντας υπόψη την γονιδιακή ποικιλότητα, την συνδεσιμότητα του τοπίου σε διάφορες κλίμακες.

Δεδομένα : Π.Ε. 1, Π.Ε. 2

Παραδοτέα : τελικό μοντέλο, αναφορά με τα όρια υποβάθμισης του ενδιαιτήματος στα οποία είναι δυνατή η επιβίωση του είδους.

Π.Ε. 3.2 : Αφορά την δημιουργία στατιστικού μοντέλου για την εκτίμηση της αβεβαιότητας των αποτελεσμάτων της έρευνας.

Δεδομένα : Π.Ε. 3.1

Μεθοδολογία : Bayesian model averaging, Monte Carlo Markov Chain models, stochastic dynamic programming, elasticity analyses, sensitivity analysis.

Παραδοτέα : Γραπτή αναφορά της τεχνικής έκθεσης για την εκτίμηση της αβεβαιότητας στην μεθοδολογία που θα εφαρμοστεί στην έρευνα.

Π.Ε. 4 : Διάχυση αποτελεσμάτων

Παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας καθώς και διάφορες διαχειριστικές εφαρμογές βασιζόμενες σε εύρος σεναρίων.

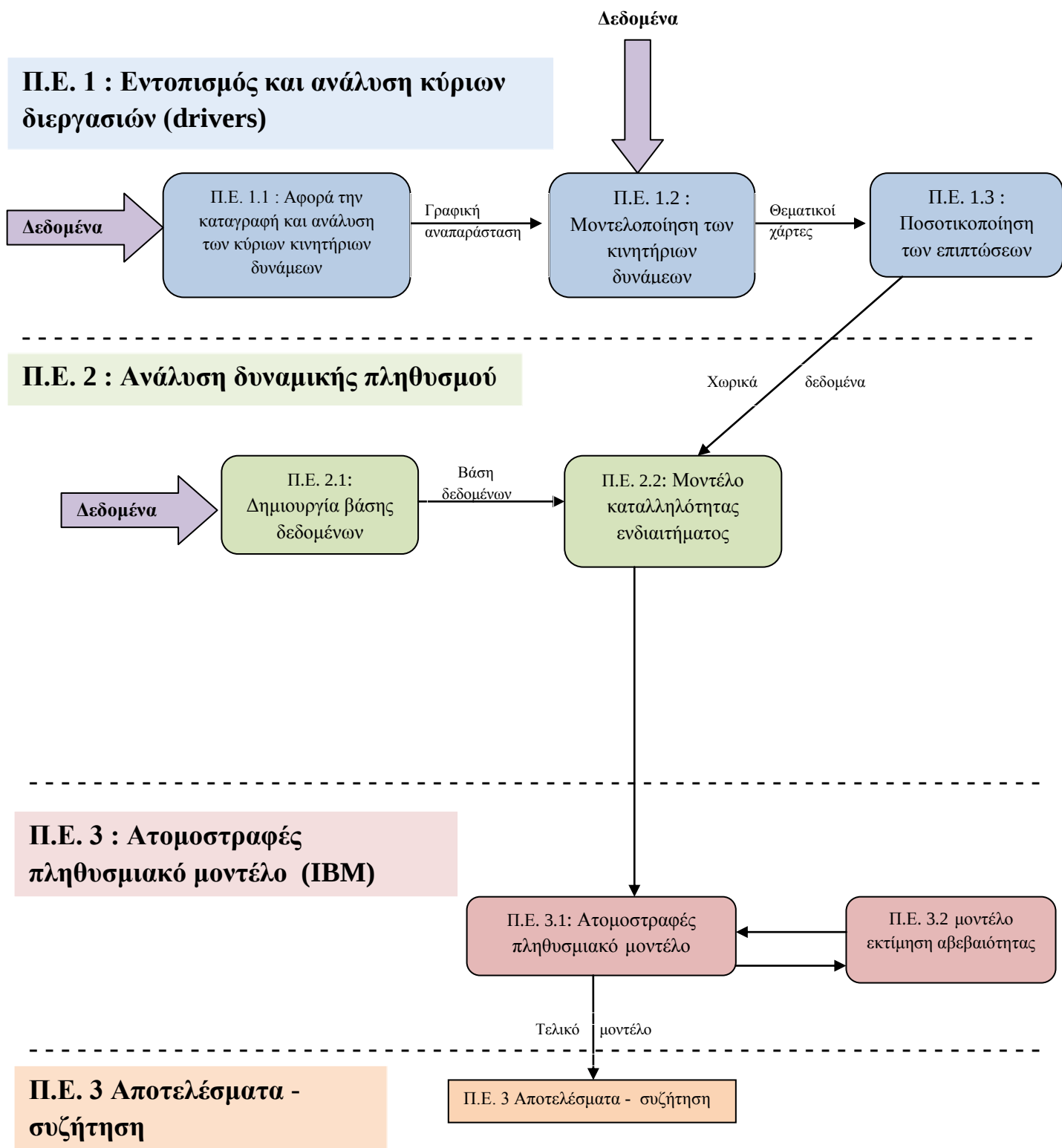
Στα πλαίσια της έρευνας θα εκτιμηθεί η επίδραση που έχουν ανθρωπογενείς καθώς και φυσικές διεργασίες στην επιβιωσιμότητα του πληθυσμού μέσω ανάλυσης διαφορετικών σεναρίων.

Μερικά ενδεικτικά σενάρια που μπορούμε να μελετήσουμε είναι :

- Επίδραση που μπορεί να έχει στον πληθυσμό ενδεχόμενη αλλαγή βόσκησης των οπληφόρων
- Μεταβολή στις παραμέτρους που αφορούν δημογραφικούς ρυθμούς (π.χ. αύξηση θνησιμότητας λόγω παράνομου κυνηγιού)
- Επίδραση της αλλαγής του κλίματος στα πλαίσια της κλιματικής αλλαγής στην ποιότητα του ενδιαιτήματος
- Επίδραση του κατακερματισμού του ενδιαιτήματος (π.χ. λόγω επαρχιακού δρόμου)
- Επίδραση διαταραχών (π.χ. φωτιά) στην ποιότητα του ενδιαιτήματος

Ανακεφαλαιώνοντας αναφέρουμε ότι η ανάπτυξη της προαναφερθείσας μεθοδολογίας καθώς και ο υπό μελέτη πληθυσμός καθιστούν την έρευνα αυτή πρωτότυπη τόσο στην Ελλάδα όσο και σε διεθνές επίπεδο , ενώ τα συμπεράσματα που θα βγουν από αυτή την διαδικασία θα μπορούν να εφαρμοστούν για την χάραξη πολιτικών διατήρησης της ποικιλότητας στα πλαίσια της βιώσιμης ανάπτυξης.

Το πρόβλημα το οποίο αντιμετωπίζεται με την υλοποίηση της προτεινόμενης έρευνας αφορά την προστασία και ολοκληρωμένη διαχείριση πληθυσμών απειλούμενων ειδών. Τα αίτια που προκαλούν την μείωση της βιοποικιλότητας είναι κατά κύριο λόγο ανθρωπογενή και οι επιπτώσεις του φαινομένου αυτού είναι αρκετά σοβαρές τόσο στις οικοσυστημικές όσο και στις ανθρωπογενείς διεργασίες (KJ Gaston Biological Sciences, 2003, S Díaz et. al. PLoS Biology, 2006). Οι μηχανισμοί όμως που προκαλούν αυτό το φαινόμενο αποτελεί ένα από τα βασικά ερωτήματα της οικολογίας. Η έρευνα αυτή έχει ως κύριο στόχο, μέσα από την εφαρμογή καινοτόμου μεθοδολογίας και νέων τεχνικών, την διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο οι ανθρωπογενείς διεργασίες μεταφράζονται ως περιβαλλοντικές πιέσεις. Τέτοιες πιέσεις οδήγησαν την δραματική μείωση του πληθυσμού του Γυπαετού στην Ελλάδα αλλά και στην γενικότερη περιοχή της Ευρώπης με αποτέλεσμα την εξαφάνιση του είδους από αρκετές περιοχές στις οποίες κάποτε ευημερούσε. Η μελέτη αυτή θα προσφέρει μία νέα προσέγγιση στο θέμα αυτό καθώς και ένα ισχυρό διαχειριστικό εργαλείο για την ολοκληρωμένη διαχείριση του πληθυσμού του Γυπαετού στην Κρήτη στα πρότυπα της αειφόρου ανάπτυξης ωφελώντας έτσι τόσο την βιοποικιλότητα του οικοσυστήματος όσο και την ανάπτυξη των τοπικών κοινωνιών.



Βιβλιογραφία

- Beissinger, S. R., and D. R. McCullough. 2002. *Population Viability Analysis*, University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Possingham, H.P.Davies, I. 1995. *ALEX: a model for the viability analysis of spatially structured populations*, *Biological Conservation*. 73: 143-150.
- Akçakaya H.R. and P. Sjögren-Gulve. 2000. *Population viability analysis in conservation planning: an overview*, *Ecological Bulletins* 48:9-21.
- Brook, B. W., J. J. O'Grady, A. P. Chapman, M. A. Burgman, H. R. Akçakaya, and R. Frankham. 2000. *Predictive accuracy of population viability analysis in conservation biology*, *Nature* 404:385-387.
- Wilson, K. A., M. McBride, M. Bode, and H. P. Possingham. (2006) *Prioritising global conservation efforts*, *Nature* 40:337-340.
- Andrew M. Sugden, *ECOLOGY/EVOLUTION: Contributions Large and Small*, *Science* Aug 10 2001: 1017.
- Gaston Kevin J, Blackburn Tim M, Klein Goldewijk Kees, *Habitat conversion and global avian biodiversity loss*, *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society* 2003;270(1521):1293-300.
- Díaz S, Fargione J, Chapin FS, Tilman D, *Biodiversity Loss Threatens Human Well-Being*, *PLoS Biology* Vol. 4, No. 8.