

ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗΣ ΤΟΥ ΝΗΣΙΩΤΙΚΟΥ ΜΕΣΟΓΕΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ

Κεφαλάς Γεώργιος,

Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο,

Ποϊραζίδης Κωνσταντίνος,

Τμήμα Περιβάλλοντος, Ιόνιο Πανεπιστήμιο,

Ξόφης Παντελεήμων

Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος

Εισαγωγή

- Η αυξανόμενη ένταση αλλαγών των χρήσεων/καλύψεων γης, είναι αποτέλεσμα της μεταβολής των κοινωνικό-οικονομικών χαρακτηριστικών και της αλληλεπίδρασής τους με τις περιβαλλοντικές διαδικασίες.
- Τι συμβαίνει στα νησιά της Μεσογείου..?
Εγκατάλειψη και Εντατικοποίηση των αγρών...?
Υποβάθμιση της φυσικής βλάστησης....?
Αστικοποίηση της παράκτιας ζώνης...?

Εισαγωγή

- Στα Ιόνια νησιά, προηγούμενες μελέτες έδειξαν ότι οι μεταβολές της σύστασης και δομής του τοπίου μπορεί να προκαλέσουν σοβαρές βλάβες στα τοπικά οικοσυστήματα και στην παροχή τους σε σημαντικές υπηρεσίες (*Kefalas et al., 2018 & 2019, Lorilla et al., 2018 & 2019*), δημιουργώντας την ανάγκη για τη διερεύνηση των μελλοντικών χαρακτηριστικών του τοπίου.

Εισαγωγή

- Για την συστηματική παρακολούθηση και την πρόβλεψη των χρήσεων/καλύψεων γης, έχουν αναπτυχθεί διάφορα μοντέλα, ωστόσο λόγω της φύσης της μεταβολής της κάλυψης γης και της σχέσης της με τους κινητήριους παράγοντες, η διαδικασία της πρόβλεψης είναι αρκετά δύσκολη με αμφισβητήσιμα αποτελέσματα.
- Τα μοντέλα κυψελοειδών αυτομάτων είναι τα συχνότερα εφαρμοσμένα χωρικά μοντέλα για την μελλοντική προσομοίωση των χρήσεων/καλύψεων γης, καθώς έχουν καλή υπολογιστική ικανότητα, η εφαρμογή τους είναι σχετικά απλή, ενώ παράλληλα εξάγουν ακριβή αποτελέσματα.

Εισαγωγή

- Διάφορα μοντέλα Κ.Α. έχουν αναπτυχθεί με ιδιαίτερες απαιτήσεις και προαπαιτούμενα που καθορίζουν την επιτυχή εφαρμογή της μοντελοποίησης.
- Ακόμα μία πρόκληση, είναι και η ενσωμάτωση της μελλοντικής ζήτησης χρήσεων/καλύψεων στη διαδικασία προσομοίωσης. Για το λόγο αυτό, έχουν προταθεί διάφοροι τρόποι ενσωμάτωσης αυτής της πληροφορίας, αλλά τις περισσότερες φορές η ενσωμάτωση/σύνδεση γίνεται κατά το τελικό στάδιο χωροθέτησης των μελλοντικών χρήσεων/καλύψεων γης.
- Το Future Land Use Simulation Model - FLUS (*Li et al. 2017*).

Εισαγωγή

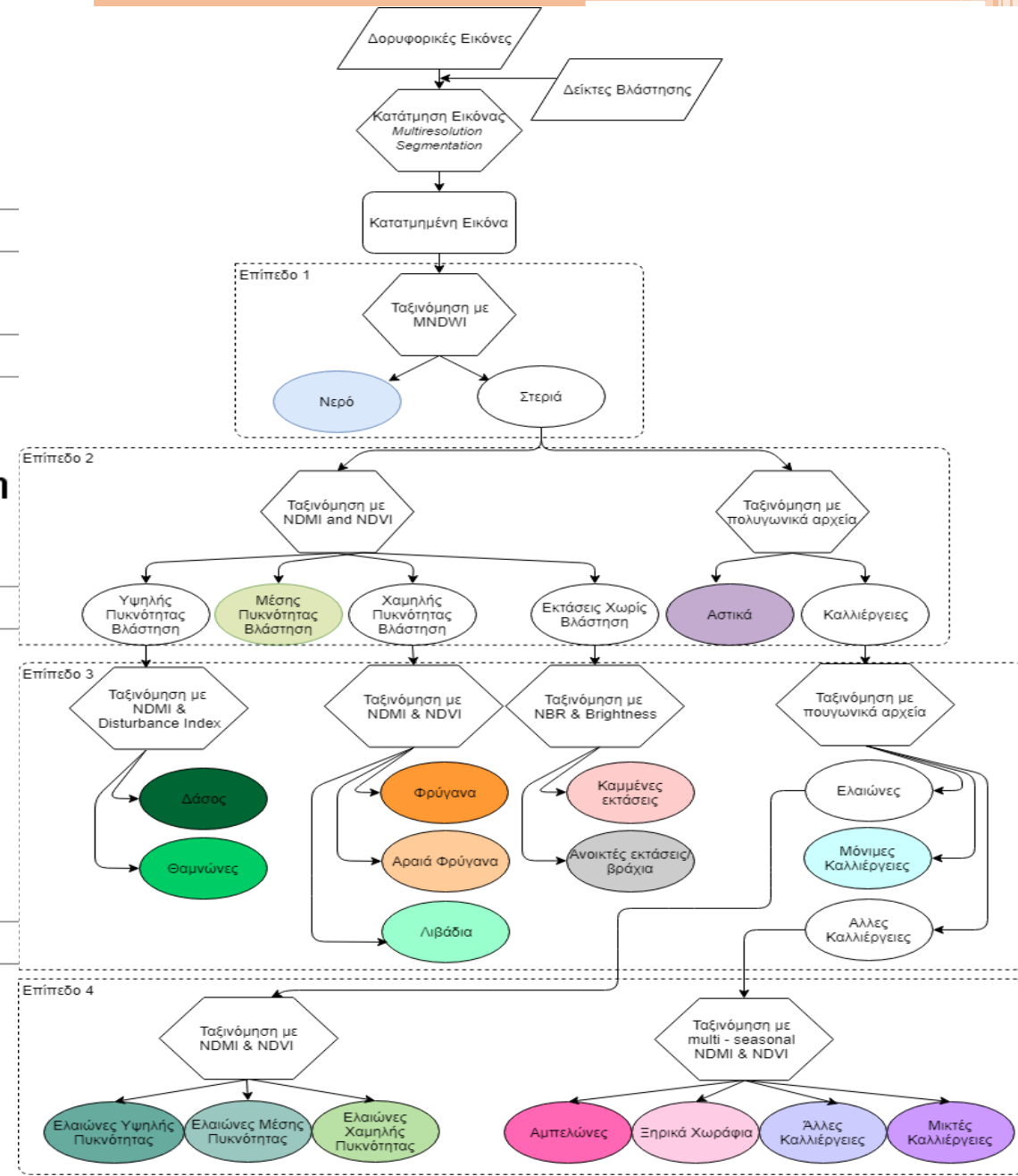
- Η μελλοντική σύσταση του τοπίου εξαρτάται κυρίως από το καθεστώς διαχείρισης μίας περιοχής καθώς και από άλλα τυχαία γεγονότα, όπως είναι οι φυσικές καταστροφές. Οι συνέπειες των διαφορετικών καθεστώτων διαχείρισης μπορούν να διερευνηθούν μέσω της ανάλυσης διαφόρων σεναρίων.
- Ιδιαίτερα σε περιοχές που παρουσιάζουν υψηλή δυναμική όταν η πρόβλεψη των μελλοντικών χρήσεων/καλύψεων γης γίνεται για ένα σενάριο, τότε η αβεβαιότητα του τελικού αποτελέσματος αυξάνεται.
- Η μείωση της αβεβαιότητας μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση πολλαπλών σεναρίων, τα οποία λαμβάνουν υπόψη τις ιστορικές τάσεις μεταβολής των χρήσεων/καλύψεων γης.

Στόχος μελέτης

- Πρόβλεψη της μελλοντικής σύστασης και δομής του τοπίου των Ιονίων νήσων, κάτω από διαφορετικά σενάρια.
- Συνδυασμός δύο διαφορετικών μοντέλων πρόβλεψης: το μοντέλο FLUS για την προσομοίωση των χρήσεων/καλύψεων γης και το Μαρκοβιανό μοντέλο για τον υπολογισμό της μελλοντικής ζήτησης.

Μεθοδολογία (Δεδομένα)

Κατηγορίες Χρήσεων/Καλύψεων γης	
Δάσος	Υψηλής Πυκνότητα Φυσική Βλάστηση
Θάμνωνες	Μέσης Πυκνότητας Φυσική Βλάστηση
Μεταβατική Βλάστηση	Χαμηλής Πυκνότητας Φυσική Βλάστηση
Φρύγανα	
Αραιά Φρύγανα	
Λιβάδια	
Ανοικτές Εκτάσεις/Βράχια	Υψηλής Πυκνότητας Ελαιώνες
Καμένες Εκτάσεις	
Υψηλής Πυκνότητας Ελαιώνες	
Μέσης Πυκνότητας Ελαιώνες	Μέσης Πυκνότητας Ελαιώνες
Χαμηλής Πυκνότητας Ελαιώνες	
Αμπελώνες	
Ξερικά Χωράφια	Αστικές/Δομημένες Περιοχές
Μόνιμες Καλλιέργειες	
Μικτές Καλλιέργειες	
Άλλες Καλλιέργειες	
Αστικές Εκτάσεις	



Μεθοδολογία (Δεδομένα)

Περιβαλλοντικοί Παράγοντες

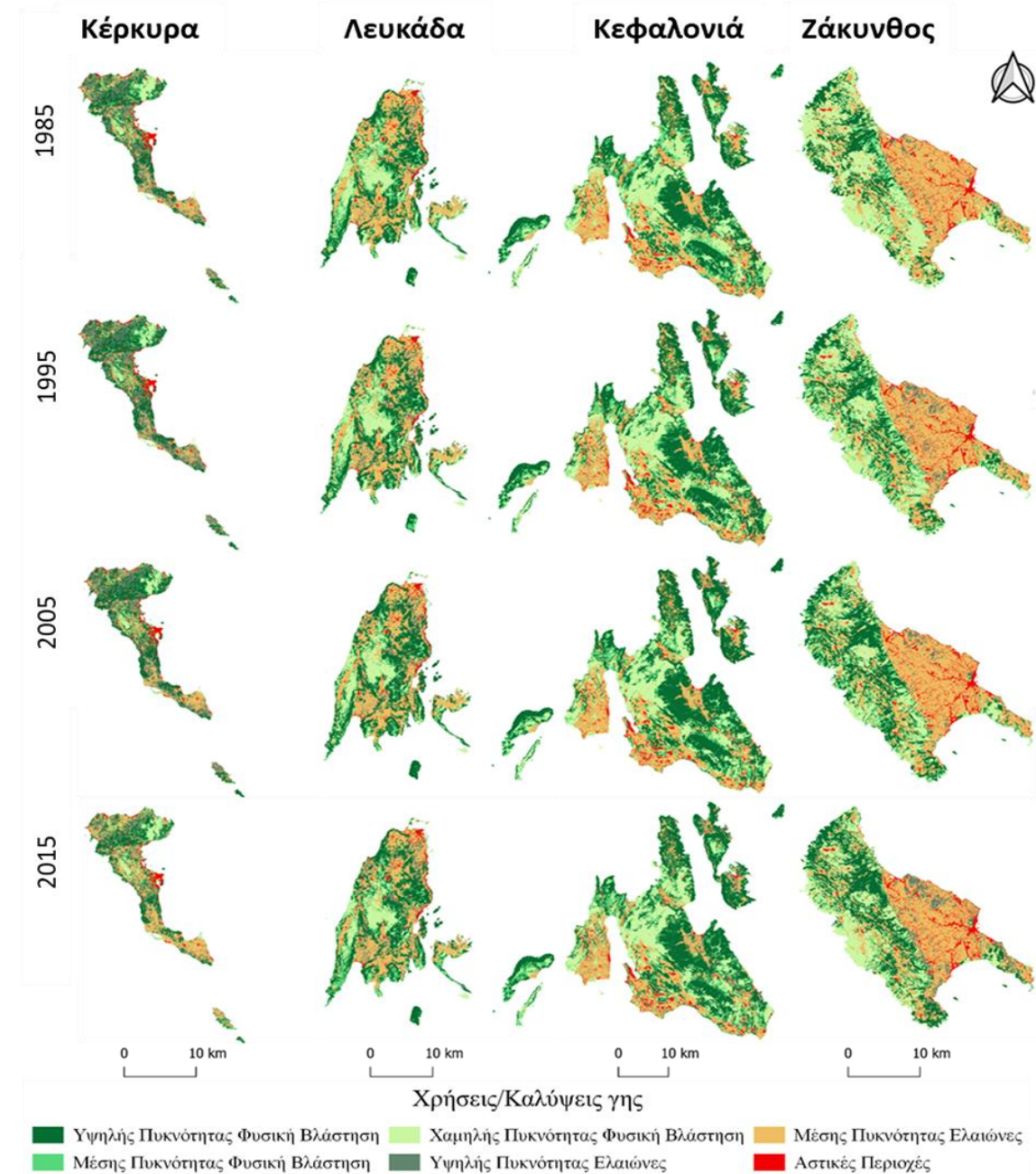
- Βροχόπτωση
- Θερμοκρασία
- Υψόμετρο
- Κλίσης
- Απόσταση από την ακτή
- Απόσταση από προστατευόμενες περιοχές

Κοινωνικό-οικονομικοί Παράγοντες

- Απόσταση από το οδικό δίκτυο
- Απόσταση από τουριστικά θέρετρα
- Πληθυσμιακή πυκνότητα
- Ποσοστό εργαζομένων
- Πυκνότητα τουριστικών καταλυμάτων
- Πυκνότητα κτηνοτροφικών ζώων

Παράγοντες Φυσικών Καταστροφών

- Περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές σε ερημοποίηση
- Συχνότητα και έκταση καμένων εκτάσεων



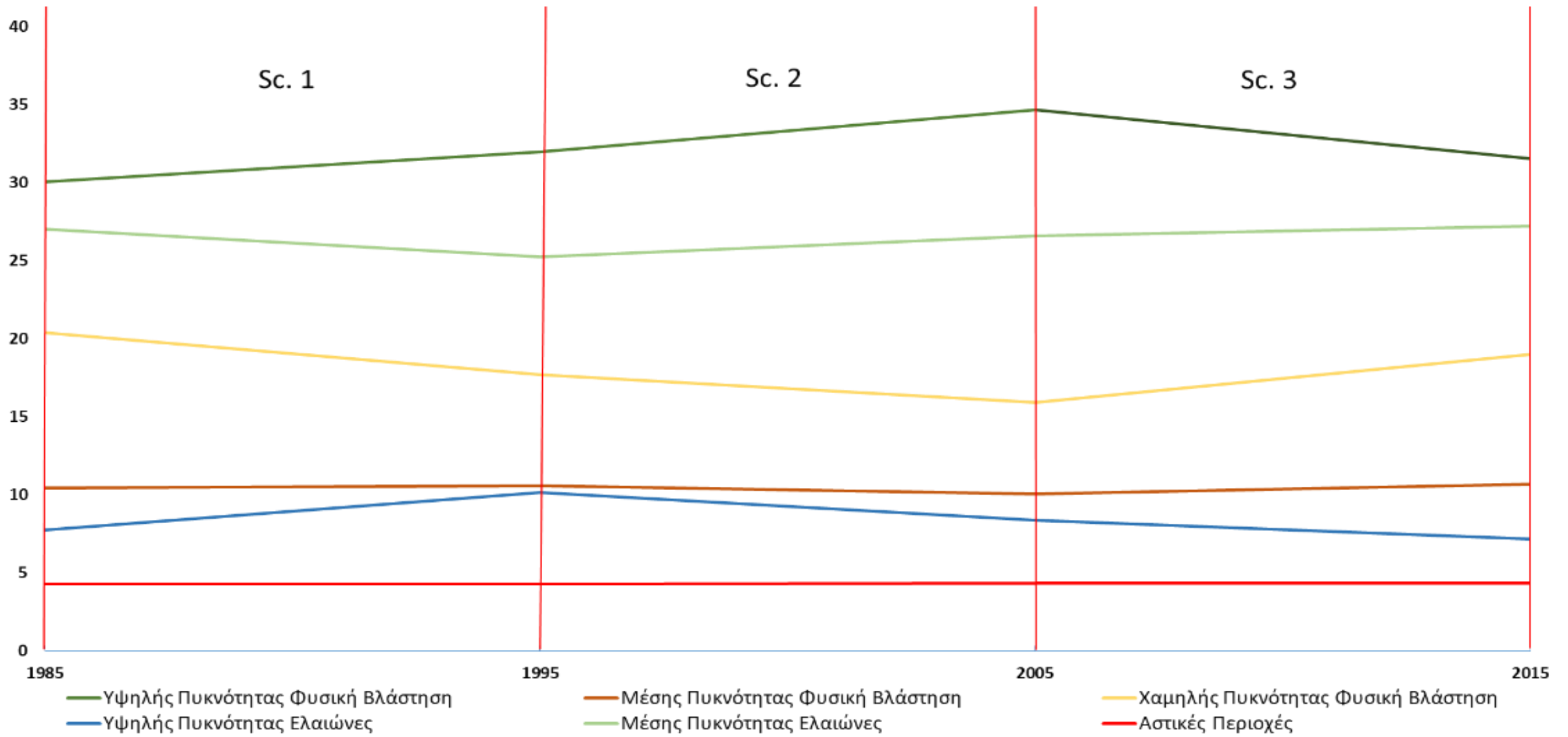
Μεθοδολογία (*Future Land Use Simulation Model*)

- Το FLUS είναι ένα μοντέλο προσομοίωσης χρήσεων/καλύψεων γης βασισμένο στα Κυψελοειδή Αυτόματα, το οποίο έχει εφαρμοστεί με επιτυχία σε μελέτες προσομοίωσης πολλαπλών χρήσεων/καλύψεων γης λαμβάνοντας υπόψη κοινωνικό-περιβαλλοντικές παραμέτρους.
- Δύο διακριτές διαδικασίες:
 - α) εύρεση της μελλοντικής ζήτησης κάθε χρήσης/κάλυψης γης (*SD models και Markov Chain Analysis*)
 - β) χρήση των Κ.Α για την χωρική κατανομή των μελλοντικών χρήσεων/καλύψεων γης

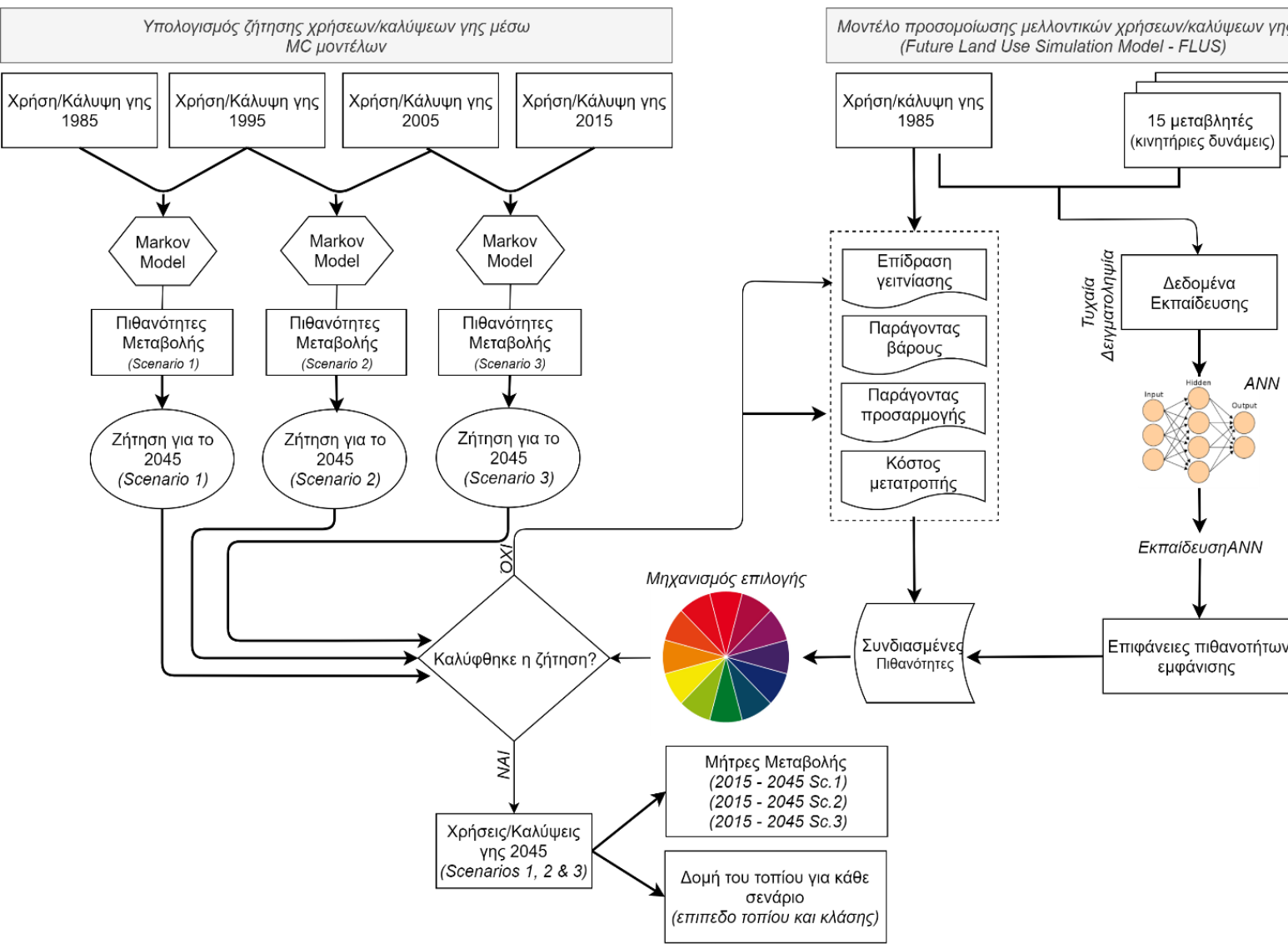
Μεθοδολογία (*Markov Chain Analysis*)

- Η ζήτηση των μελλοντικών εκτάσεων χρήσεων/καλύψεων γης υπολογίστηκε μέσω της *Markov Chain Analysis*, η οποία υπολογίζει τις μελλοντικές χρήσεις/καλύψεις γη λαμβάνοντας υπόψη την πιθανότητα μεταβολής αυτών σε δύο καθορισμένες χρονικές στιγμές
- Σενάρια:
 - α) Αύξηση των δασών (Sc.1)
 - β) Αύξηση των δασών και των καλλιεργειών (Sc.2)
 - γ) υποβάθμιση της φυσικής βλάστησης (Sc.3)

Μεθοδολογία (Markov Chain Analysis & Σενάρια)



Μεθοδολογία (Future Land Use Simulation Model)



- A) Probability-of-occurrence
- B) Self-adaptive inertia & competition mechanism

Κλάσεις	ΥΠ ΦΒ	ΜΠ ΦΒ	ΧΠ ΦΒ	ΥΠ ΕΛ	ΜΠ ΕΛ	ΑΠ
ΥΠ ΦΒ	0	0,3	0,6	1	0,9	0,8
ΜΠ ΦΒ	0,3	0	0,7	1	0,8	0,7
ΧΠ ΦΒ	0,5	0,3	0	1	0,7	0,6
ΥΠ ΕΛ	0,4	0,6	0,8	0	0,2	0,8
ΜΠ ΕΛ	0,8	0,7	0,7	0,3	0	0,6
ΑΠ	1	1	1	1	1	0

- Γ) Combined probability-of-occurrence
- Δ) Έλεγχος ακρίβειας μοντέλου
Ζήτηση 1995-2005,
Error Matrix, Overall Accuracy, Kappa

Μεθοδολογία (Δομή του τοπίου)

Επίπεδο τοπίου (*Landscape Level*):

Number of Patches (NP)

Total Edge (TE)

Edge Density (ED)

Mean Proximity index (MEAN.PROX)

Shannon's Diversity Index (SHDI)

Shannon's Evenness Index (SHEI)

Επίπεδο κλάσης (*Class Level*):

Number of Patches (NP)

Total Edge (TE)

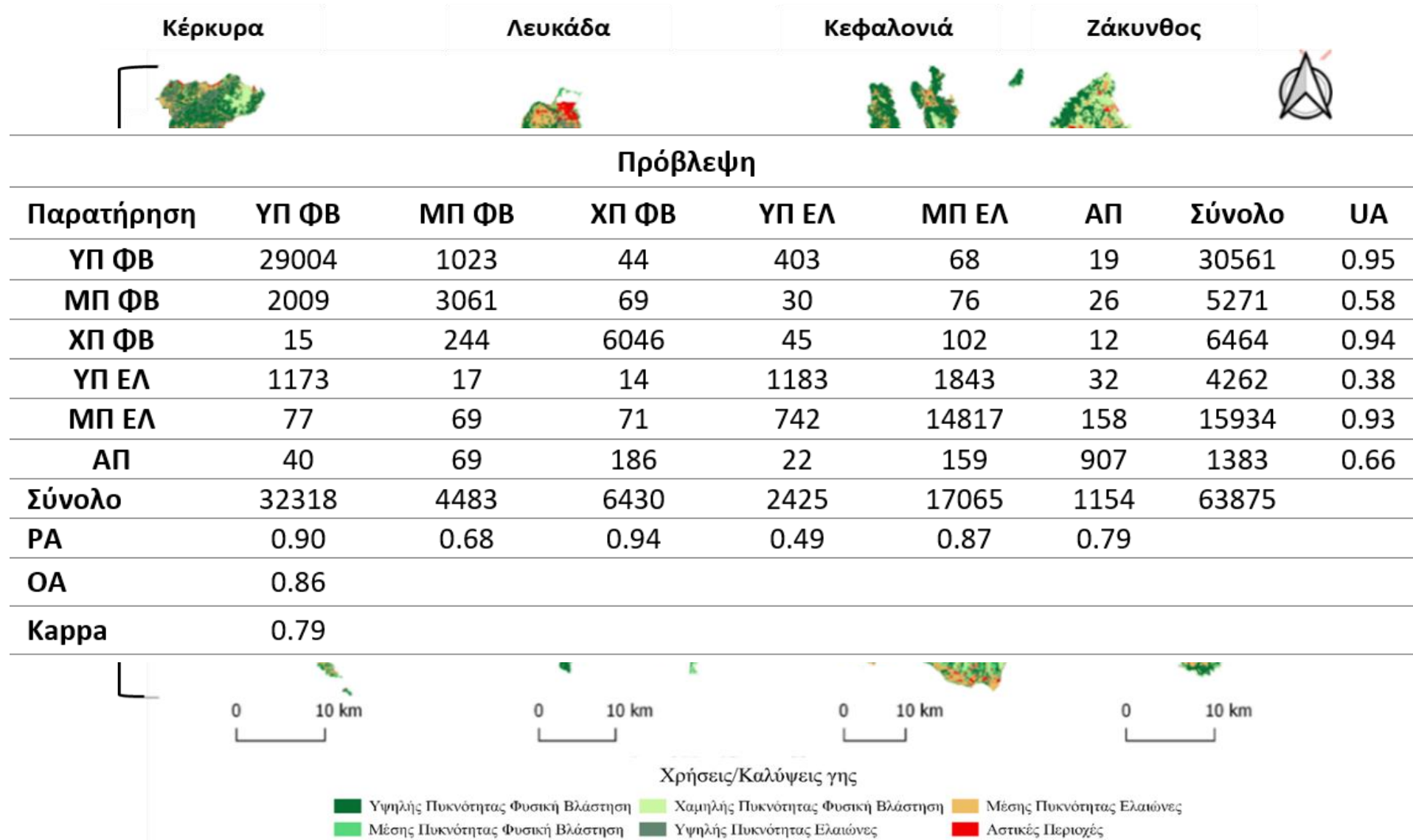
Edge Density (ED)

Mean Patch Area (AREA_MN)

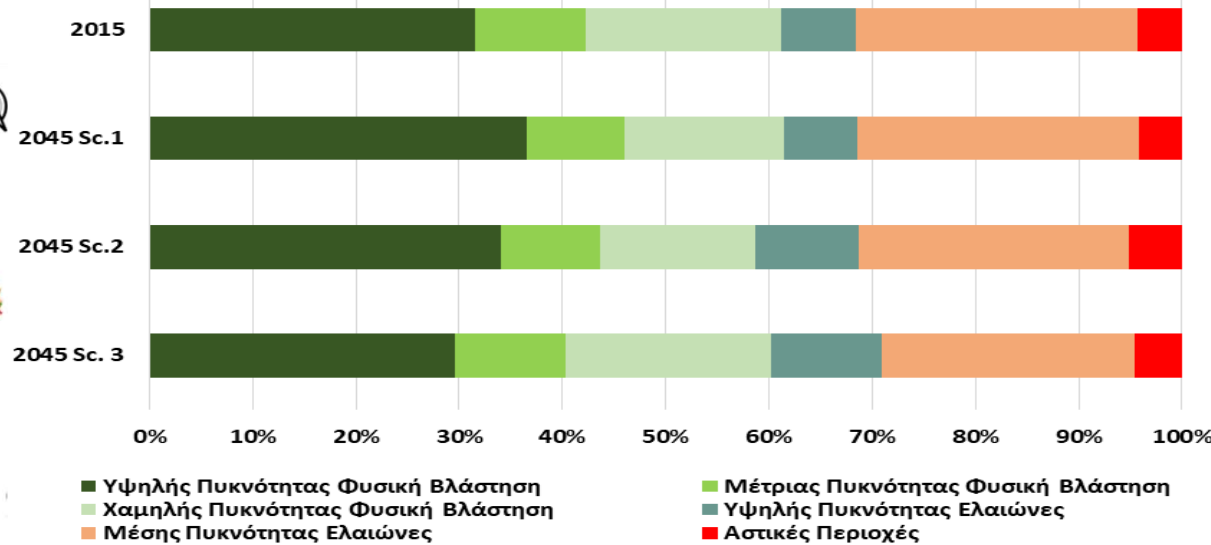
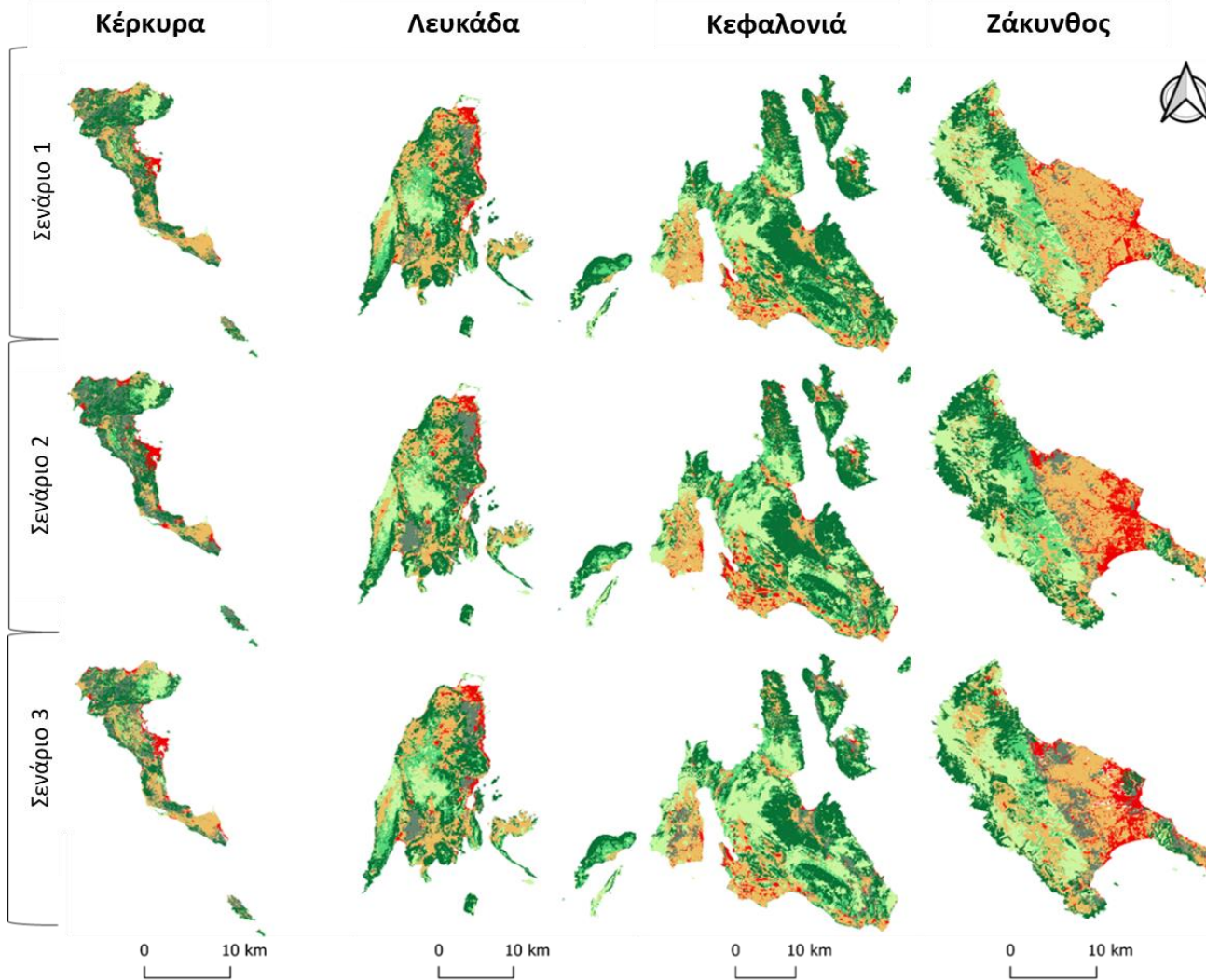
Shape Index Area-Weighed Mean (SHAPE_MN)

Euclidian Nearest-Neighbor Distance (ENN)

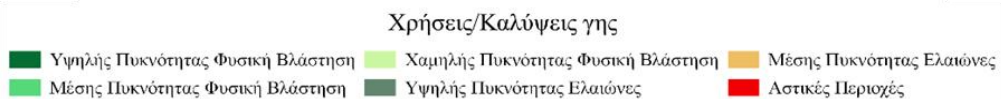
Αποτελέσματα (Απόδοση μοντέλου προσομοίωσης)



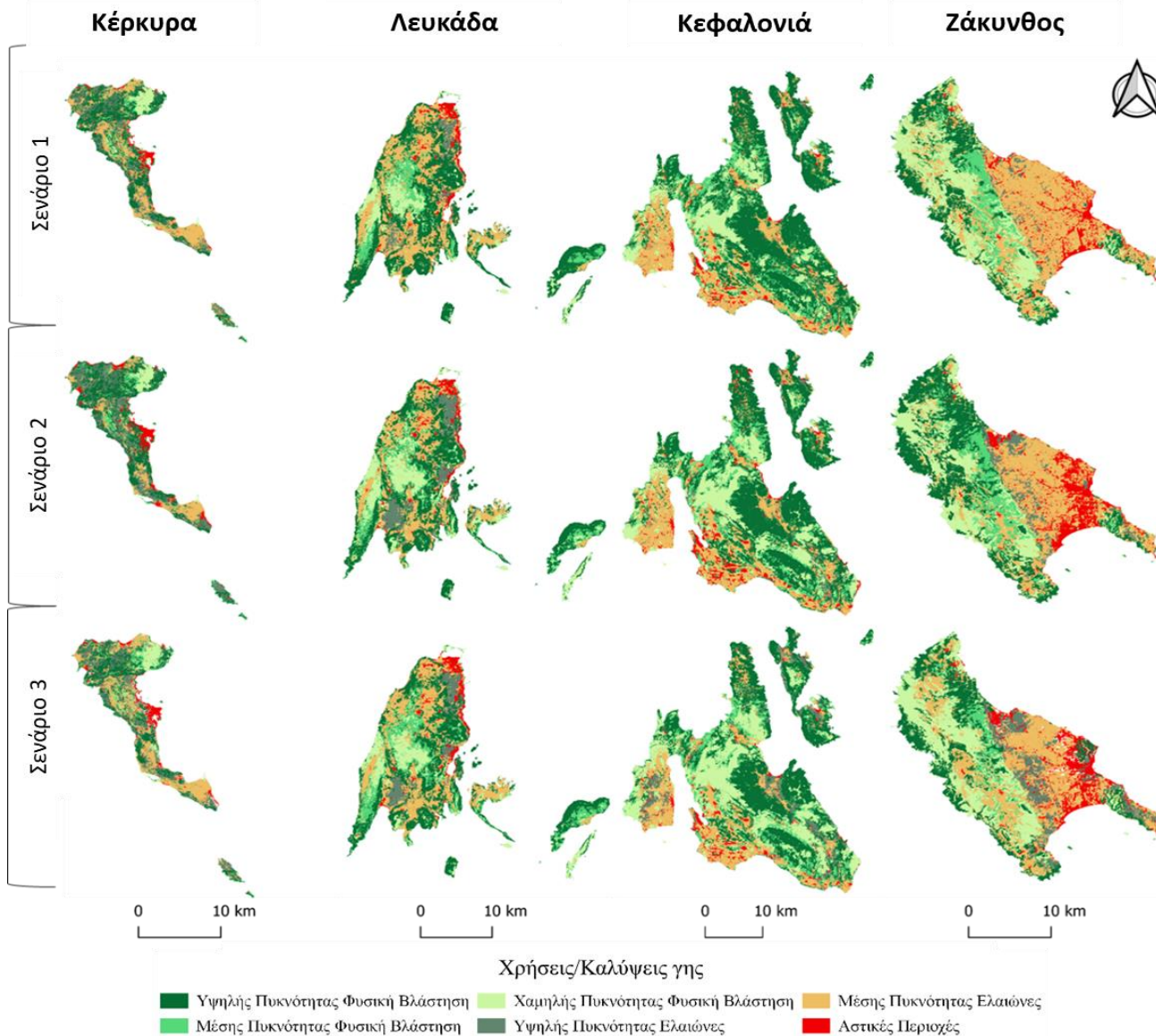
Αποτελέσματα (Μελλοντική σύσταση του τοπίου)



- Sc.1 & Sc.2: Αύξηση της ΥΠ.ΦΒ (>35%) και μείωση της ΧΠ.ΦΒ (<15%)
- Sc.3: Αύξηση της ΧΠ.ΦΒ (20%) και μείωση της ΥΠ.ΦΒ (<30%)
- Αστικές περιοχές μικρή αύξηση (1%)



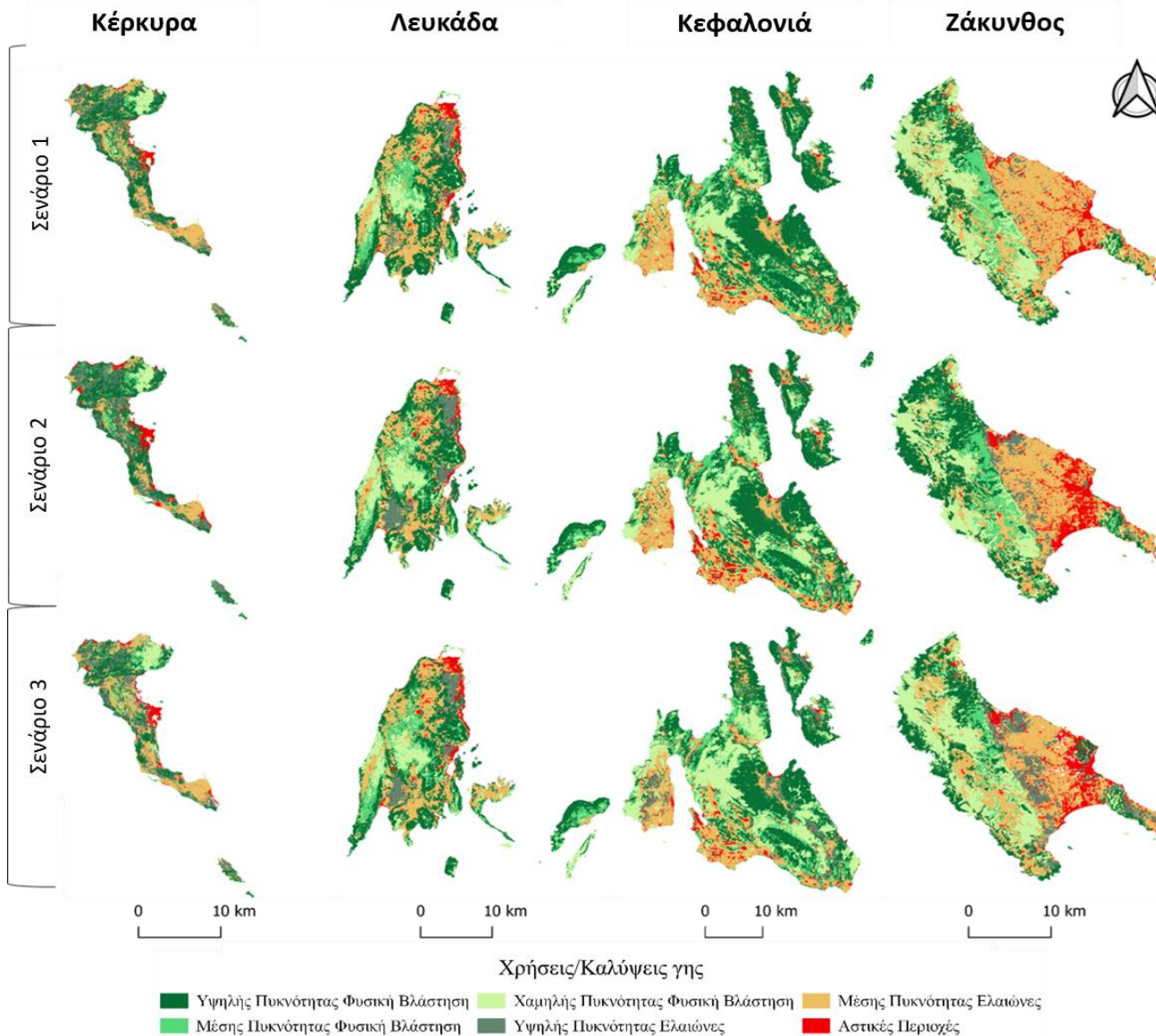
Αποτελέσματα (Μελλοντική δομή του τοπίου)



	NP	TE	ED	Mean. Prox	SHDI	SHEI
2045 (Sc.1)	34558	190164	84,28	587,22	1,55	0,86
2045 (Sc. 2)	31397	178972	79,32	777,45	1,61	0,90
2045 (Sc. 3)	34894	196388	87,04	576,66	1,64	0,92

- Υψηλή ετερογένεια/διάσπασης Sc.3
- Μικρότερη διάσπαση Sc.1
- Όμοιο επίπεδο ποικιλότητας

Αποτελέσματα (Μελλοντική δομή του τοπίου)



Κλάσεις	NP	TE	ED	AREA_MN	SHAPE_AM	MPAR	ENN
ΥΠ ΦΒ	2045 (Sc. 1)	7462	52811	23,41	6,27	5,61	922,76
	2045 (Sc. 2)	7798	59721	26,47	6,23	6,92	922,45
	2045 (Sc. 3)	8146	64795	30,05	4,03	8,11	898,09
ΜΠ ΦΒ	2045 (Sc. 1)	5137	79488	35,23	11,56	10,91	877,51
	2045 (Sc. 2)	5633	90325	40,03	10,44	10,22	850,67
	2045 (Sc. 3)	6407	85856	38,05	8,65	12,43	896,99
ΧΠ ΦΒ	2045 (Sc. 1)	3548	44253	19,61	4,14	5,34	723,41
	2045 (Sc. 2)	3745	36748	16,29	6,89	5,07	737,75
	2045 (Sc. 3)	3061	37009	15,84	7,15	6,34	833,31
ΥΠ ΕΛ	2045 (Sc. 1)	8196	6077	26,93	2,62	4,63	900,19
	2045 (Sc. 2)	8833	6214	27,55	2,39	4,43	881,81
	2045 (Sc. 3)	9005	7173	31,79	2,66	4,41	824,75
ΜΠ ΕΛ	2045 (Sc. 1)	4461	9732	41,13	17,01	10,95	798,75
	2045 (Sc. 2)	4533	10716	47,67	18,61	16,52	786,78
	2045 (Sc. 3)	6305	9942	44,06	10,63	8,78	873,62

- Sc.1 & Sc2
Αύξηση της ομοιογένεια ΥΠ.ΦΒ
Αύξηση της διάσπασης ΧΠ.ΦΒ
- Sc.3
Αύξηση της ομοιογένεια ΧΠ.ΦΒ
Αύξηση της διάσπασης ΥΠ.ΦΒ

Συζήτηση – Συμπεράσματα

- Συνδυαζόμενη εφαρμογή του μοντέλου FLUS με την Μαρκοβιανή ανάλυση και τη χρήση των συγκεκριμένων κοινωνικό-περιβαλλοντικών μεταβλητών ήταν αρκετά αποτελεσματική. Η ακρίβεια του αποτελέσματος ήταν όμοια με άλλων μελετών στη Μεσόγειο.
- Λαμβάνοντας υπόψη ότι η περιοχή μελέτης καλύπτει μία ολόκληρη περιφέρεια με ποικίλο τοπίο, βιοφυσικές συνθήκες με υψηλή χωρική διαφοροποίηση και σημαντική παρουσία τυχαίων γεγονότων (όπως η εκδήλωση πυρκαγιών), η ακρίβεια του αποτελέσματος μπορεί να θεωρηθεί αποδεκτή.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

- Τα σενάρια σχεδιάστηκαν μέσω των ιστορικών μεταβολών των χρήσεων/καλύψεων γης της περιόδου 1985-2015, το οποίο βοηθά στη μείωση της αβεβαιότητας, αλλά δεν εξαλείφεται πλήρως καθώς στηρίζονται στην παραδοχή «αν η τάση μεταβολής συνεχιστεί έως το 2045 τότε....».
- Η καθαρή μεταβολή της κάλυψης γης προβλέπεται να είναι σχετικά χαμηλή, όμοια με τις παρατηρούμενες μεταβολές της περιόδου 1985-2015.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

- Αύξηση των δασών:

+++Συνδυασμός των βιοφυσικών χαρακτηριστικών με την δύσκολη προσβασιμότητα (αραιό οδικό δίκτυο) συντελούν στην αύξηση των δασών.

- Μείωση των δασών:

+++Πυρκαγιές (συχνότερα συμβάντα κατά την περίοδο 2005-2015).

!!!!Καθώς η σφοδρότητα και συχνότητα των πυρκαγιών αναμένεται να αυξηθεί τα επόμενα έτη, κυρίως λόγω της κλιματικής αλλαγής και της αύξησης της ανθρωπογενούς πίεσης, η υποβάθμιση της βλάστησης μπορεί να είναι ακόμα πιο εκτεταμένη!!!

Συζήτηση – Συμπεράσματα

- Αγροτική ζώνη:

Δεν προβλέπεται να μεταβληθεί κατά το επόμενο διάστημα, αντίθετα με ότι υπολογίζεται να συμβεί σε άλλες περιοχές της Μεσογείου.

!!!!Οι μεταβολές των αγροτικών περιοχών οδηγούνται κυρίως από την τεχνολογική εξέλιξη και την εφαρμοζόμενη πολιτική. Έτσι η προσομοίωση των μελλοντικών μεταβολών είναι πολύ αμφίβολη!!!

(ΚΑΠ & Τουρισμός στα νησιά της Μεσογείου και στα Ιόνια)

!!!Καθώς αναμένεται αύξηση των τουριστικών ροών στα Μεσογειακά νησιά τα επόμενα χρόνια, η διατήρηση τόσο της αγροτικής δραστηριότητας όσο και των δραστηριοτήτων στον τουριστικό τομέα θεωρείται ιδιαιτέρως σημαντική για τη βιωσιμότητα της τοπικής οικονομίας!!!

Συζήτηση – Συμπεράσματα

- Δομημένες Εκτάσεις:

Αύξηση των δομημένων περιοχών, η οποία προβλέπεται και σε άλλες Μεσογειακές περιοχές, πρόκειται να συμβεί στις περιοχές με χαμηλό υψόμετρο και κοντά στις ακτές και στα τουριστικά θέρετρα.

!!!Η αυξητική τάση των αστικών περιοχών στα Ιόνια νησιά είναι πολύ μικρότερη απ' ότι σε άλλες περιοχές, ακολουθούμενη την τάση των τελευταίων τριάντα χρόνων όπου νέες οικίες και τουριστικές υποδομές δημιουργήθηκαν εντός της υπάρχουσας αστικής και περι-αστικής ζώνης!!!

Συζήτηση – Συμπεράσματα

- Δομή του τοπίου:

Η αύξηση των εκτάσεων με υψηλής πυκνότητας φυσική βλάστηση, καθώς και η αύξηση των εγκαταλελειμμένων αγρών (Sc.1 & 2), θα δημιουργήσει ένα περισσότερο ομοιογενές τοπίο.

Η μείωση των δασών και των θαμνώνων (Sc.3), προβλέπεται να οδηγήσει σε αύξηση του βαθμού διάσπασης του τοπίου.

!!!Οι αρνητικές επιπτώσεις ενός διασπασμένου ή ομογενοποιημένου τοπίου στα φυσικά οικοσυστήματα έχει συζητηθεί από πολλούς ερευνητές και συμπεριλαμβάνουν τη μείωση της ποικιλότητας του τοπίου (τόσο πολιτισμικής όσο και οικολογικής), τη μείωση της αφθονίας των ειδών, καθώς και τη μείωση της παροχής σε σημαντικές οικοσυστημικές υπηρεσίες!!!

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η χρήση σύγχρονων μεθόδων προσομοίωσης μπορούν με αποτελεσματικό τρόπο να προβλέψουν τη μελλοντική σύσταση και δομή του τοπίου. Η γνώση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική για τους λήπτες αποφάσεων και τους διαχειριστές του φυσικού περιβάλλοντος για να εξετάσουν τις συνέπειες των εφαρμοζόμενων πολιτικών και για τον επιτυχή σχεδιασμό μελλοντικών τοπιακών στρατηγικών.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΠΟΛΥ

Κεφαλάς Γεώργιος, gkefalas@hua.gr



Η μελέτη χρηματοδοτήθηκε από τη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας (ΓΓΕΤ) και το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛΙΔΕΚ) στο πλαίσιο της 1ης Προκήρυξης Υποτροφιών Υποψηφίων Διδακτόρων ΕΛΙΔΕΚ (Αρ. Υπ.:62)