ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.
ΕΘΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

DeSurvey-IP

A Surveillance System for Assessing and Monitoring Desertification

www.desurvey.net

European Commission 6th Framework Programme:
Global Change & Ecosystems.Integrated Project Contract No.003950

Ημερίδα παρουσίασης των αποτελεσμάτων του χρηματοδοτούμενου από το 6^{ο} Πρόγραμμα Πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Ευρωπαϊκού Ολοκληρωμένου Έργου DESURVEY

"Κατανόηση, Αποτίμηση και Παρακολούθηση της Ερημοποίησης"

ΒΙΒΛΙΟ ΠΕΡΙΛΗΨΕΩΝ

19 Μαΐου, 2010

Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων

Λεωφ. Υμηττού και Ν. Χλωρού 1, Ιλίσια,11528, Αθήνα

Πρόγραμμα

Ημερίδας παρουσίασης των αποτελεσμάτων του έργου DESURVEY

"Κατανόηση, Αποτίμηση και Παρακολούθηση της Ερημοποίησης"

19 Μαΐου, 2010

Ώρα	Ομιλητές	Τίτλοι εργασιών
09:00-09:30	Εγγραφή	
09:30-09:45	Κωνσταντίνος Τσιμπούκας, πρόεδρος ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.	Χαιρετισμός
09:45-10:00	Νικόλαος Γιάσογλου, τέως πρόεδρος Εθνικής Επιτροπής κατά της Ερημοποίησης	Ερημοποίηση: Από τις μελέτες στις εφαρμογές
10:00-11:00	Juan Puigdefábregas Tomás (συντονιστής του έργου DESURVEY)	Πρόοδος στην αποτίμηση της ερημοποίησης: Το έργο DESURVEY
11:00-11:30	Διάλειμμα για καφέ	
11:30-11:45	Χρήστος Γιαννακόπουλος Έφη Κωστοπούλου, Κωνσταντίνος Βαρώτσος, Αχιλλέας Πληθάρας	Επιπτώσεις της αλλαγής κλίματος στις αγροτικές και δασικές περιφέρειες της Ελλάδας
11:45-12:00	Κωνσταντίνος. Σούλης, Μανώλης Ψωμιάδης, Πέτρος Κερκίδης	Δημιουργία και δοκιμή ενός χωρικά κατανεμημένου συνεχούς υδρολογικού μοντέλου για την εκτίμηση της ερημοποίησης
12:00-12:15	Γεώργιος Τσιουρλής	Τάσεις ερημοποίησης στην κεντρική Κρήτη
12:15-12:30	Βασίλειος Παπαναστάσης	Κτηνοτροφία και ερημοποίηση: Η περίπτωση της επαρχίας Λαγκαδά, Θεσσαλονίκης
12:30-12:45	Χριστάκης Ευαγγέλου	Σύστημα βόσκησης και ερημοποίηση στα μεσογειακά λιβάδια
12:45-13:00	Γαβριήλ Ξανθόπουλος, Μιχάλης Ξανθάκης	Ένα μοντέλο πυρκαγιών-βόσκησης-ερημοποίησης για την περιοχή της Μεσογείου
13:00-13:15	Δημήτρης Χουβαρδάς, Χριστάκης Ευαγγέλου, Ulf Helldén, Βασίλειος Παπαναστάσης	Προσομοίωση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ του κτηνοτροφικού κεφαλαίου και της λιβαδικής παραγωγής σε Μεσογειακά λιβάδια
13:15-13:30	Γαβριήλ Ξανθόπουλος, Μιχάλης Ξανθάκης, Χρήστος Βονιτσάνος	Εξέλιξη της δασικής κάλυψης στην Αττική και εκτίμηση των τάσεων ερημοποίησης εξ' αιτίας ανθρώπινων δραστηριοτήτων, βόσκησης και πυρκαγιών.
13:30-14:15	Συζήτηση στρογγυλής τραπέζης & Συμπεράσματα	Σχέδιο δράσης για την αξιοποίηση νέων προσεγγίσεων, μεθόδων και εργαλείων για την Κατανόηση, Αποτίμηση και Παρακολούθηση της Ερημοποίησης στην Ελλάδα
14:15-15:00	Ελαφρύ γεύμα (μπουφές)	

Ερημοποίηση: Από τις Μελέτες στις Εφαρμογές

Νικόλαος Γιάσογλου
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ειδικές μελέτες, έρευνες και απογραφές αποτελούν απαραίτητο υπόβαθρο για τον σχεδιασμό και εφαρμογή προγραμμάτων αντιμετώπισης της ερημοποίησης, τόσο σε ευρέα όσο και σε στενά γεωγραφικά πλαίσια. Συνήθως το φαινόμενο δεν γίνεται αντιληπτό από τους μη ειδικούς μέχρις ότου φθάσει στο απροχώρητο.

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχουν ολοκληρωθεί πολλές έρευνες, χαρτογραφήσεις και μελέτες, τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο. Σημαντικό μέρος αυτών έχει χρηματοδοτηθεί από την Ε.Ε. το πλείστο όμως εξ αυτών παραμένει αχρησιμοποίητο ενώ η ερημοποίηση επεκτείνεται. Μέχρι προσφάτως οι έρευνες και μελέτες είχαν τομεακό χαρακτήρα και αφορούσαν φυσικές παραμέτρους. Η αξιοποίηση τους όμως απαιτεί σύνθετα προσαρμοστικά συστήματα με ίση βαρύτητα σε κοινονωνικο-οικονομικές παραμέτρους.

Κύριοι στόχοι των διαδικασιών αντιμετώπισης του φαινομένου είναι **α.** η πρόληψη και επέκτασή του και **β.** η αναβάθμιση των περιοχών που το έχουν υποστεί. Οι δε αποτελεσματικότεροι τρόποι καταπολέμησης του είναι η αποτροπή και η αναστροφή των συνεπειών του. Απαιτείται η στροφή από τις μη αειφορικές προς αειφορικές πρακτικές αξιοποίησης των κοινωνικο-οικονομικών, εδαφικών, υδατικών, φυτικών και ζωικών πόρων. Οι πόροι αυτοί τελούν, σε ευαίσθητες περιοχές, υπό καθεστώς αστάθειας και υποβαθμίζονται σχετικά εύκολα

Η διαχείριση των ανωτέρω περιοχών πρέπει να σχεδιάζεται και να εφαρμόζεται στα πλαίσια σχεδίων δράσεως κατά της ερημοποίησης. Επίσης να διέπεται από τις ακόλουθες αρχές:

- Ικανοποίηση των κοινωνικών αναγκών τηρουμένων των κανόνων της αειφορίας. Εφαρμογή ολοκληρωμένων συστημάτων χωρίς διάσπαση σε επί μέρους τομείς.
- Προσαρμογή διαχειριστικών προγραμμάτων στις τοπικές συνθήκες.
- Αξιοποίηση συγχρόνων γνώσεων και μέσων.
- Εξασφάλιση οικονομικών μέσων, θεσμικών και διοικητικών υποδομών.
- Καθορισμό χρονικών και γεωγραφικών προτεραιοτήτων.
- Ανταλλαγή γνώσεων και εμπειριών.
- Αποδοχή των μέσων και θεσμικών προσαρμογών από όλους τους εμπλεκομένους.
- Διαμόρφωση και πιστή μακροχρόνια εφαρμογή πολιτικής.

Οι βασικές διαδικασίες που πρέπει να ακολουθηθούν είναι:

- Εφαρμογή σχεδίων δράσεως κατά της ερημοποίησης στα πλαίσια γενικού καθορισμού χρήσεων γης και ολοκληρωμένων αναπτυξιακών προγραμμάτων.
- Προσαρμογή των δράσεων προς συγκεκριμένους εύκολα προσδιορίσιμους φυσικούς και κοινωνικο-οικονομικούς δείκτες.
- Θεσμοθέτηση και ενεργοποίηση οργάνων παρακολούθησης και εφαρμογής των μέτρων και σχετικών φαινομένων.

Πρόοδος στην αποτίμηση της ερημοποίησης: Το έργο DESURVEY

Juan Puigdefαbregas Tomαs
Estacisn Experimental Zonas Aridas.
Avda. Sacramento, s/n. La Capada de San Urbano. 04120 Almeria (Spain).
Tel. +34 950 281045. Fax : +34 950 277100

Το DeSurvey είναι ένα ερευνητικό πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης που προσφέρει μια παγκόσμια λύση στην διάγνωση και καταγραφή της εξέλιξης του φαινομένου της ερημοποίησης. Ενσωματώνει μια ευέλικτη ομάδα εργαλείων λογισμικού (suite of tools) που άρχισαν να εφαρμόζονται σε αρκετές χώρες για να αυξήσουν την ικανότητά τους για την αντιμετώπιση της επιτήρησης της ερημοποίησης σε πρωτοφανή επίπεδα απόδοσης, αξιοπιστίας και οικονομικής αποτελεσματικότητας.

Η ερημοποίηση είναι ένα παγκόσμιο φαινόμενο που επηρεάζει περισσότερες από 100 χώρες και 2.6 δισεκατομμύρια ανθρώπους. Ο σχεδιασμός αποτελεσματικών δράσεων για τον μετριασμό της ερημοποίησης απαιτεί αξιόπιστα εργαλεία για την παροχή πληροφοριών σχετικά με τους παράγοντες ενεργοποίησής της, την κατάσταση των πόρων και τη βιωσιμότητα των απειλούμενων συστημάτων χρήσης της γης.

Το DeSurvey είναι ένα ερευνητικό πρόγραμμα που χρηματοδοτεί η Ευρωπαϊκή Ένωση με 7,8 εκατομμύρια €, διάρκειας από τις 11 Μαρτίου 2005 έως τις 10 Οκτωβρίου 2010. Ενσωματώνει μια κοινοπραξία από 37 επιστημονικές και τεχνικές οργανώσεις από 10 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και 6 άλλες χώρες. Στόχος του είναι να αναπτύξει ένα πρωτότυπο, ευέλικτο, χαμηλού κόστους και πολλαπλής κλίμακας (multi-scale) σύστημα επιτήρησης της ερημοποίησης.

Το **Σύστημα Επιτήρησης** έχει σαν στόχο να βοηθήσει στους διαχειριστές της γης και τους φορείς που χαράζουν πολιτική, με την παροχή έγκαιρης προειδοποίησης και ικανότητας παρακολούθησης πράγμα που θα επιτρέψει την λήψη διορθωτικών αποφάσεων πριν επέλθουν ανεπανόρθωτες συνέπειες εξ αιτίας της ερημοποίησης. Για το σκοπό αυτό, αναπτύσσονται εργαλεία και προσαρμόζονται στις απαιτήσεις των μελλοντικών χρηστών που είναι Οργανισμοί όπως η Ευρωπαϊκή Ένωση, ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) του ΟΗΕ, οι αρχές για τα Εθνικά Σχέδια της Σύμβασης για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης και της Ξηρασίας των Ηνωμένων Εθνών (UNCCD) και οι τοπικές κοινοπραξίες ενδιαφερόμενων φορέων σε περιοχές που έχουν υψηλό κίνδυνο να πληγούν στην Νότια Ευρώπη, τις χώρες της Μαγκρέμπ, τη Σενεγάλη, την ΒΑ Κίνα και την Κεντρική Χιλή.

Πρόοδος του σχεδιασμού και της εφαρμογής του Συστήματος Επιτήρησης DeSurvey

Ένας βρόγχος ανάδρασης μεταξύ των βιοφυσικών και κοινωνικο-οικονομικών δραστηριοτήτων είναι ο ακρογωνιαίος λίθος για την ολοκλήρωση του συστήματος επιτήρησης με δυναμικό τρόπο στα τρία κύρια εργαλεία του, της παρακολούθησης των επιπτώσεων της διαταραχής και τα αποτελέσματα των προγραμμάτων μετριασμού της, της πρόβλεψης της υποβάθμισης του εδάφους στο χώρο κάτω από διάφορα κλιματικά/οικονομικά σενάρια και της εκτίμησης της βιωσιμότητας των απειλούμενων συστημάτων χρήσης γης. Τα ανωτέρω τρία εργαλεία είναι αυτοδύναμα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανεξάρτητα για να συγκεντρωθούν πληροφορίες είτε για μία μόνο

πτυχή της παρούσας και της μελλοντικής κατάστασης της ερημοποίησης ή για δύο ή τρεις πτυχές από κοινού, ώστε να επιτευχθεί μια συνολική προοπτική του φαινομένου.

Η **Εκτίμηση Βιωσιμότητας** είναι η χαμηλότερη σε απαιτήσεις δεδομένων και η υψηλότερη στην ευελιξία αντιμετώπισης των τοπικών συνθηκών. Η δύναμή της βρίσκεται στην μακροπρόθεσμη χρονική κλίμακα. Μπορεί να θεωρηθεί ως προκαταρκτικό εργαλείο για τον προσδιορισμό των πλέον επικίνδυνων και μη αειφόρων γήινων συστημάτων χρήσης γης. Έχει εφαρμοστεί στην πράξη σε εσωτερικές αρδευόμενες γεωργικές εκτάσεις στην Κεντρική Ισπανία, σε συστήματα βόσκησης στη Βόρεια Ελλάδα και σε κάποιες οάσεις στο Νότιο Μαρόκο.

Στις τρεις περιπτώσεις τονίστηκε η σημασία του κόστους ευκαιρίας σαν εναλλακτική λύση έναντι των μη αειφόρων χρήσεων γης. Στην Κεντρική Ισπανία, το εύρος διακύμανσης του υδροφόρου ορίζοντα εξαιτίας της υπεράντλησης θα είναι μετά βίας ανεκτό τόσο από τον ανθρώπινο πληθυσμό όσο και από τους φυσικούς υγρότοπους και ποτάμια. Στις οάσεις της Μαγκρέμπ, η δημογραφική αύξηση σε συνδυασμό με την επενδυτική ικανότητα που αυξάνεται εξ αιτίας της εισροής χρημάτων από τους μετανάστες διαταράσσουν τους πόρους των υπόγειων υδάτων, αυξάνουν την αλατότητα του εδάφους και ο υπερπληθυσμός απλώνει την υποβάθμιση στις γύρω στέπες λόγω εξάπλωσης της γεωργίας. Η σταθερότητα των συστημάτων ελεύθερης βοσκής της Βόρειας Ελλάδας εμφανίζεται σφιχτά δεμένη με την πολιτική επιδοτήσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης και την ισορροπία χόρτων και θάμνων. Άλλες εφαρμογές υλοποιούνται στη Σενεγάλη, τη Χιλή και την Κίνα.

Το **εργαλείο παρακολούθησης** έχει ήδη εφαρμοστεί στην Ιβηρική χερσόνησο και εφαρμόζεται στις χώρες της Μαγκρέμπ, στη Βόρεια Σενεγάλη, στη Βόρεια Κίνα και στην Κεντρική Χιλή (La Serena). Συνδυάζει την ταυτοποίηση και χαρτογράφηση συνδρόμων ερημοποίησης με την εκτίμηση της υποβάθμισης του εδάφους στο χώρο συμπεριλαμβανομένης της παρούσας κατάστασης του και της άμεσης μελλοντικής τάσης. Η πρώτη εμπειρία εφαρμογής στην Ιβηρική σκιαγραφεί την έκταση της γεωλογικής και κληρονομικής υποβάθμισης της γης από παρελθόντα επεισόδια ερημοποίησης, καθώς και το «πρασίνισμα» σαν αποτέλεσμα της εγκατάλειψη των γεωργικών εκμεταλλεύσεων στο υγρό βορειοδυτικό ήμισυ της χερσονήσου. Στο νοτιοανατολικό τομέα, έχει εντοπιστεί ανθεκτικότητα με τη βιομάζα της βλάστησης να παρακολουθεί διαχρονικά τη βροχόπτωση, ενώ η πραγματική τρέχουσα υποβάθμιση έχει αποδειχθεί αραιή και λιγότερο εκτεταμένη από ό,τι εθεωρείτο μέχρι σήμερα.

Στο νοτιοανατολικό τομέα, ανθεκτικότητα έχει εντοπιστεί από βιομάζα βλάστησης παρακολουθώντας βροχόπτωση μέσα στο χρόνο, ενώ η πραγματική τρέχουσα υποβάθμιση έχει αποδειχθεί αραιή και λιγότερο εκτεταμένη από ό,τι εθεωρείτο μέχρι σήμερα. Ο αντίκτυπος των δυνάμεων που μπορούν να οδηγήσουν σε ερημοποίηση στην μέχρι σήμερα υποβάθμιση της γης είναι ακόμα μικρός και εμφανίζεται περισσότερο ως ένας κίνδυνος παρά ως ένα σύμπτωμα. Ο αντίκτυπος των τρεχουσών οδηγών ερημοποίησης για την υποβάθμιση του εδάφους είναι ακόμα μικρός και εμφανίζεται ως κίνδυνος παρά σαν ένα σύμπτωμα.

Μεσοπρόθεσμη **πρόβλεψη** της ερημοποίησης εφαρμόζεται στην Ιβηρική Χερσόνησο, την Ιταλία και την Τυνησία. Παρέχει μια χωρική απεικόνιση, σε μικρή κλίμακα, των οικονομικών και κλιματικών οδηγών της απερήμωσης, καθώς και των συνδυασμένων αποτελεσμάτων τους όσον αφορά επιλεγμένους δείκτες, όπως ο ρυθμός διάβρωσης του

εδάφους, οι δημογραφικές παραμέτρους, οι αλλαγές χρήσης γης ή το υδατικό ισοζύγιο. Με αυτό τον τρόπο είναι δυνατόν να διερευνηθεί η πορεία της ερημοποίησης στο χώρο σε τρέχουσες ή υποθετικές συνθήκες. Στο πλαίσιο αυτό, έχει αποδειχθεί ότι οι επιπτώσεις των αλλαγών στην περιφερειακών και εθνικών γεωργικών πολιτικών ή η εισβολή νέων απαιτήσεων για γεωργικά προϊόντα, όπως στην περίπτωση αύξησης της ζήτησης των βιοκαυσίμων, είναι ζωτικής σημασίας σαν μηχανισμοί ξεκινήματος υποβάθμισης της γης.

Όροι χρήσης και εφαρμογής

Το σύστημα επιτήρησης έχει ολοκληρωθεί επιστημονικούς και τεχνικούς όρους, και έχει εφαρμοστεί σε διάφορες χώρες με τη εκπαιδευτική βοήθεια των ομάδων του DeSurvey που ήσαν υπεύθυνες για καθεμία από τις τρεις προαναφερθείσες διαδικασίες που περιγράφηκαν παραπάνω. Οι ενδιαφερόμενοι χρήστες μπορούν να επικοινωνήσουν με το Συντονιστή του έργου για το σκοπό αυτό. Από τον Οκτώβριο του 2009, εκδόσεις του συστήματος προσανατολισμένες στο χρήστη είναι διαθέσιμες και ειδικά μαθήματα κατάρτισης οργανώθηκαν σε δύο κύκλους σεμιναρίων στην Σαραγόσα της Ισπανίας ω΄στε να βελτιωθεί η δυνατότητα εφαρμογής του συστήματος. Μάλιστα σχεδιάζονται επιλογές που θα διατηρήσουν την εκπαιδευτική αυτή δραστηριότητα πέρα από τη διάρκεια του έργου DeSurvey.

Λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τους όρους χρήσης και εφαρμογής του Συστήματος Επιτήρησης της Ερημοποίησης DeSurvey θα δημοσιευθούν πριν την ολοκλήρωση του έργου στο δικτυακό του τόπο www.desurvey.net.

Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις αγροτικές και δασικές περιφέρειες της Ελλάδας κατά το άμεσο μέλλον

Χρ. Γιαννακόπουλος[1], Ε. Κωστοπούλου[1],Κ. Βαρώτσος[1] και Α. Πληθάρας[2]
[1] Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης,
Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών
[2] WWF Ελλάς

Εισαγωγή

Σε αυτή τη μελέτη επιχειρείται η πρόβλεψη επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στο άμεσο μέλλον (2021-2050) για τις δασικές και αγροτικές περιοχές του ελλαδικού χώρου. Για κάθε περιοχή εξετάζονται σχετικοί κλιματικοί δείκτες. Έτσι, για παράδειγμα, οι δείκτες για τις δασικές περιοχές είναι σχετικά διαφορετικοί από τους δείκτες για τις αγροτικές. Για κάθε μια από τις κατηγορίες προεπιλέγονται 10 αντιπροσωπευτικές περιοχές με συγκεκριμένα κριτήρια που βασίστηκαν στα στοιχεία της απογραφής του 2001 της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας:

1. Αγροτικές περιοχές, βάσει του αριθμού απασχολούμενων στον πρωτογενή τομέα.
2. Δασικές περιοχές, βάσει του μεγέθους, της σπουδαιότητάς τους και του καθεστώτος προστασίας. Εν προκειμένω, επιχειρείται εξέταση των κλιματικών συνθηκών του μέλλοντος στους δέκα εθνικούς δρυμούς.

Στη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα του περιοχικού κλιματικού μοντέλου RACMO2, που αναπτύχθηκε στο Βασιλικό Μετεωρολογικό Ινστιτούτο της Ολλανδίας (KNMI), με διακριτική ικανότητα 0.25 μοιρών (25 χιλιομέτρων περίπου). Τα δεδομένα του μοντέλου δημιουργήθηκαν στα πλαίσια του κοινοτικού προγράμματος ENSEMBLES (www.ensembles-eu.org), όπου συμμετέχει και το Εθνικό Αστεροσκοπείο, και έχει σαν αντικείμενο τη μοντελοποίηση ακραίων κλιματικών φαινομένων και τη μελέτη αβεβαιότητάς τους. Τα δεδομένα καλύπτουν μία χρονική περίοδο 30 ετών 1961-1990 για το παρόν κλίμα, και μια μελλοντική χρονική περίοδο 2021-2050 για τη μελέτη της κλιματικής αλλαγής βασισμένο στο σενάριο A1B της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την αλλαγή του κλίματος (IPCC). Σε καθεμία από τις δασικές και αγροτικές επιλεγμένες περιοχές, υπολογίζονται οι αλλαγές σε σχετικούς κλιματικούς δείκτες μεταξύ της μελλοντικής (2021-2050) και της περιόδου αναφοράς (1961-1990).

1. Γεωργικές περιοχές

Μια εκτεταμένη ανάλυση των κλιματικών παραμέτρων που σχετίζονται με τις γεωργικές ανάγκες και τις απαιτήσεις σε νερό, όπως είναι ο μέσος όρος βοχοπτώσεων και η διάρκεια ξηρασίας πραγματοποιήθηκε για τις πιο σημαντικές γεωργικές περιοχές της Ελλάδας. Διερευνήθηκαν οι μεταβολές στον αριθμό εμφάνισης ακολουθιών υγρών και ξηρών ημερών, καθώς και στη διάρκεια των επεισοδίων ξηρασίας. Ουσιαστικές αλλαγές σε κάποιους από αυτούς τους δείκτες αναδεικνύουν σοβαρές περιβαλλοντικές συνέπειες στις περιοχές της παρούσας μελέτης. Για παράδειγμα, αυξητικές τάσεις όσον αφορά τον αριθμό των συνεχόμενων ξηρών ημερών, μπορεί να υποδεικνύουν την ενίσχυση του προβλήματος της ξηρασίας και της ερημοποίησης. Η ερημοποίηση συνεπάγεται υποβάθμιση της γης σε άνυδρες, ημι-άνυδρες και ξηρές με χαμηλή υγρασία περιοχές, η οποία προκαλείται από ένα συνδυασμό κλιματολογικών επιδράσεων (επίμονες συνθήκες ζέστης και ξηρασίας) και

ανθρωπογενών δραστηριοτήτων (όπως η εντατική καλλιέργεια, η υπερβόσκηση, η αποψίλωση και οι κακές πρακτικές άρδευσης). Η μελέτη παρουσιάζει τις διαφοροποιήσεις μεταξύ της μελλοντικής (2021-2050) και της παρούσας (1961-1990) περιόδου.

Πιο συγκεκριμένα, αρχικά υπολογίστηκαν οι αλλαγές στην διάρκεια των περιόδων ξηρασίας στις επιλεγμένες γεωργικές περιοχές της Ελλάδας, δηλαδή τις αλλαγές στην διάρκεια των περιόδων όπου οι βροχοπτώσεις είναι λιγότερες από 1mm την ημέρα. Η διάρκεια των ξηρών περιόδων αυξάνεται. Η μικρότερη διακύμανση, λιγότερο από 10 ημέρες αύξηση, παρατηρείται στις γεωργικές περιοχές της δυτικής Ελλάδας (Αχαΐα, Ηλεία, Μεσσηνία, Αιτωλοακαρνανία). Στην Λάρισα και στο νότιο Ηράκλειο παρουσιάζεται μια αύξηση της τάξης των 10 ημερών, ενώ στις Σέρρες, στην Πέλλα και στο βόρειο Ηράκλειο η αύξηση είναι της τάξης των 15-20 ημερών. Οι μεγαλύτερες αυξήσεις παρατηρήθηκαν στην Φθιώτιδα και στην Εύβοια, κυρίως στις βόρειες περιοχές, όπου αναμένονται περισσότερες από 25 επιπλέον ξηρές ημέρες.

Επίσης υπολογίστηκαν οι αλλαγές στον αριθμό των ημερών με αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιάς, μια παράμετρος που είναι σημαντική για γεωργικές περιοχές με δέντρα (όπως ελιές, πορτοκαλιές, αχλαδιές). Είναι γεγονός ότι ο κίνδυνος για φωτιά αυξάνεται ουσιαστικά παντού.

Παρόλα αυτά, η πιο σημαντική αύξηση του κινδύνου πυρκαγιάς προβλέπεται να εμφανιστεί στις γεωργικές περιοχές των Σερρών, της Πέλλας, της Φθιώτιδας και της Λάρισας, όπου αναμένονται πάνω από 20 επιπλέον μέρες το χρόνο με αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιάς. Μια παράταση της περιόδου με αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιάς κατά 15 ημέρες είναι εμφανής στις περιοχές της Εύβοιας και του Ηρακλείου, ενώ μέτριες αυξήσεις της τάξης των 10 ημερών παρουσιάζονται στις δυτικές περιοχές της χώρας: Αχαΐα, Ηλεία, Μεσσηνία, Αιτωλοακαρνανία.

Στη συνέχεια, μελετήθηκαν οι αλλαγές όσον αφορά τον αριθμό των ημερών κατά τις οποίες η θερμοκρασία βρίσκεται πάνω από τους 35°C, κάτι που επίσης αναμένεται να έχει επίδραση στην παραγωγικότητα των καλλιεργειών. Είναι φανερό ότι αυτή η παράμετρος αυξάνεται σε όλες τις επιλεγμένες γεωργικές περιοχές. Όπως αναμενόταν, οι περιοχές των Σερρών και της Λάρισας παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες αυξήσεις που φτάνουν μέχρι και τις 20 περισσότερες μέρες το χρόνο. Μετριότερες διαφοροποιήσεις της τάξης των 15 ημερών παρατηρούνται στις υπόλοιπες περιοχές.

Κατόπιν υπολογίστηκαν οι αλλαγές στον αριθμό των νυχτερινών παγετών ανά έτος. Η παράμετρος αυτή είναι πολύ σημαντική για τις αγροτικές περιοχές, ειδικότερα σε περιοχές που υπάρχουν ευαίσθητες καλλιέργειες, όπως είναι τα εσπεριδοειδή (πορτοκαλιές και λεμονιές). Μείωση της τάξης των 15 ημερών και άνω είναι εμφανείς στην Πέλλα, ακολουθούμενες από μειώσεις κατά 10-15 ημέρες στις Σέρρες, τη Λάρισα και τη Φθιώτιδα. Μικρότερες μειώσεις παρατηρήθηκαν στις υπόλοιπες εξεταζόμενες περιοχές, κυρίως γιατί αυτές χαρακτηρίζονται ούτως η άλλως από μικρό αριθμό νυχτερινών παγετών.

Τέλος, μελετήθηκαν οι ποσοστιαίες μεταβολές των εποχιακών βροχοπτώσεων για τις επιλεγμένες γεωργικές περιοχές της Ελλάδας. Οι απεικονίσεις είναι διαφορετικές για κάθε εποχή. Μειώσεις παρατηρούνται σχεδόν σε κάθε εποχή, εκτός από το φθινόπωρο, όπου υπάρχουν εμφανείς αυξήσεις. Επιλέχθηκε η παρουσίαση των αλλαγών που αναμένονται στις βροχοπτώσεις του χειμώνα και του φθινοπώρου, διότι οι μεταβολές είναι αντιφατικές σε αυτές τις εποχές και επιπλέον διότι η ελληνική γεωργία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις φθινοπωρινές και τις χειμωνιάτικες βροχοπτώσεις. Οι χειμερινές βροχοπτώσεις μειώνονται στις μελετούμενες γεωργικές περιοχές, με πιο σημαντικές μειώσεις κατά 15% στις περιοχές των Σερρών, της Πέλλας και του Ηρακλείου. Οι άλλες περιοχές

παρουσιάζουν μειώσεις της τάξης του 5-10%. Οι ποσοστιαίες μεταβολές των φθινοπωρινών βροχοπτώσεων είναι διαφορετικές από αυτές των χειμερινών. Στις περισσότερες αγροτικές περιοχές παρουσιάζεται μια αύξηση των βροχοπτώσεων. Πιο συγκεκριμένα, στις περιοχές της Λάρισας και της Εύβοιας θα αυξηθούν κατά 20%, ενώ στις περιοχές της Πέλλας και του Ηρακλείου κατά 15%, ακολουθούμενες από την Φθιώτιδα με μια αύξηση της τάξης του 10%. Στις περιοχές των Σερρών, της Αχαΐας, της Ηλείας, της Μεσσηνίας και της Αιτωλοακαρνανίας δεν παρουσιάζονται μεταβολές όσον αφορά τις φθινοπωρινές βροχοπτώσεις. Κατά την διάρκεια των άλλων εποχών παρατηρούνται μειώσεις παρόμοιες με αυτές του χειμώνα, αλλά σε μικρότερο βαθμό. Η συνολική εικόνα καταλήγει σε μικρές συνολικές μειώσεις των ετήσιων βροχοπτώσεων σε όλες τις περιοχές.

Πίνακας 1. Συμπεράσματα για την γεωργία (κόκκινο: αύξηση, μπλε: μείωση)

	Διάρκεια ξηρής περιόδου (μέρες)	Κίνδυνος πυρκαγιάς (μέρες)	Μέρες >35° C	Νυχτερινοί παγετοί (μέρες)	Χειμερινές βροχοπτώσεις (%)	Φθινοπωρινές βροχοπτώσεις (%)
Ηράκλειο	10-20	15	15	-	15	15
Αιτωλοακαρνανία	10	10	15	-	5-10	-
Μεσσηνία	10	10	15	-	5-10	-
Λάρισα	10-15	20	20	10-15	5-10	20
Ηλεία	10	10	15	-	5-10	-
Αχαΐα	10	10	15	-	5-10	-
Εύβοια	>25	15	15	-	5-10	20
Σέρρες	15-20	20	20	10-15	15	-
Φθιώτιδα	20	20	15	10-15	5-10	10
Πέλλα	15-20	20	15	15	15	15

2. Δασικές περιοχές

Τα δάση της Μεσογείου πλήττονται σε σταθερή βάση από μεγάλο αριθμό πυρκαγιών. Περίπου 50.000 πυρκαγιές καταστρέφουν από 700.000 έως 1.000.000 εκτάρια (7-10 εκ. στρέμματα) δασικών εκτάσεων ετησίως, προκαλώντας τεράστιες οικονομικές και οικολογικές καταστροφές. Η καταστροφή των δασών αποτελεί μείζον θέμα καθώς ως συνέπειες αυτού παρατηρούνται φαινόμενα όπως πλημμύρες, διάβρωση του εδάφους και επακόλουθη μείωση της γονιμότητας του. Οι δασικές πυρκαγιές όπως κάθε άλλη φυσική διαδικασία ενός οικοσυστήματος, επηρεάζονται πολύ εύκολα από την κλιματική αλλαγή καθώς η εξάπλωση της φωτιάς εξαρτάται άμεσα από την υγρασία της καύσιμης ύλης, που με τη σειρά της καθορίζεται από τη βροχόπτωση, τη σχετική υγρασία και θερμοκρασία του αέρα και την ταχύτητα του ανέμου. Παράλληλα η αύξηση της συχνότητας εμφάνισης ακραίων καιρικών συνθηκών αναμένεται να έχει μεγάλη επίπτωση στην τρωτότητα των δασών από πυρκαγιές.

Μία εκτενής ανάλυση των κλιματικών παραμέτρων που έχουν άμεσες ή έμμεσες επιπτώσεις στις δασικές περιοχές παρατίθεται στις επόμενες σελίδες, για τις

σημαντικότερες προστατευόμενες δασικές περιοχές στην Ελλάδα, τους 10 εθνικούς δρυμούς της χώρας.

Υπολογίστηκαν οι αλλαγές στη μέση ελάχιστη χειμερινή θερμοκρασία. Η άνοδος αυτής μπορεί να επηρεάσει τα δάση που είναι συνηθισμένα σε ψυχρότερες συνθήκες. Αν οι συνθήκες γίνουν απαγορευτικές για ορισμένες κατηγορίες δασών (π.χ. δάση ελάτης), ενδέχεται αυτά να εξαφανιστούν από συγκεκριμένο υψόμετρο και να αρχίσουν να αναπτύσσονται σε μεγαλύτερα υψόμετρα. Οι Εθνικοί Δρυμοί θα έχουν περίπου κατά 1°C θερμότερες ελάχιστες θερμοκρασίες το χειμώνα. Αυτή η άνοδος της θερμοκρασίας θα είναι μεγαλύτερη στους δρυμούς Βίκου-Αώου, Πίνδου, Πρεσπών, Παρνασσού και Όλυμπου όπου η αύξηση θα φτάσει τους 1,3^{o}C.

Οι μέσες μέγιστες θερινές θερμοκρασίες αυξάνονται περισσότερο από τις αντίστοιχες ελάχιστες χειμερινές. Αυτή η αύξηση ξεπερνά τους 1,5^{o}C φτάνοντας σε μερικές περιπτώσεις τους 2°C. Οι περιοχές που επηρεάζονται περισσότερο είναι οι εθνικοί δρυμοί Βίκου-Αώου, Πίνδου, Ολύμπου, Οίτης, Πρεσπών, δηλαδή οι δρυμοί που βρίσκονται στο εσωτερικό της χώρας μακριά από την επίδραση της θάλασσας. Αντίθετα, περιοχές που επηρεάζονται από τη θαλάσσια αύρα παρουσιάζουν σημαντικά μικρότερες μεταβολές στις αντίστοιχες θερμοκρασίες. Τέτοιες περιοχές είναι τα Λευκά Όρη στην Κρήτη, ο Αίνος στην Κεφαλονιά και οι δρυμοί Σούνιο και Πάρνηθα στην Αττική.

Πίνακας 2. Συμπεράσματα για τους Εθνικούς Δρυμούς (κόκκινο : αύξηση , μπλε : μείωση)

Εθνικός Δρυμός	Μεταβολή της μέσης ελάχιστης χειμερινής θερμοκρασίας (^{o}C)	Μεταβολή της μέσης μέγιστης θερινής θερμοκρασίας (^{o}C)	Χειμερινή Βροχόπτωση (%)	Φθινοπωρινή Βροχόπτωση (%)	Κίνδυνος εμφάνισης πυρκαγιάς (ημέρες)	Διάρκεια περιόδων ανομβρίας (ημέρες)
Αίνος	1	1.5	15	-	5	15
Βίκος - Αώος	1.3	2	-	10	10	7
Πίνδος	1.3	2	-	10	10	7
Όλυμπος	1.3	2	15	15	10	7
Οίτη	1	2	10	15	15	7
Παρνασσός	1.3	1.5	10	15	10	15
Πάρνηθα	1	1.5	10	15	15	15
Σούνιο	1	1	10	15	10	7
Πρέσπες	1.3	2	15	15	10	15
Λευκά Όρη	1	1.5	15	10	10	15

Οποιαδήποτε αλλαγή του υδρολογικού κύκλου που αφορά τη βροχόπτωση μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις για την επιβίωση των δασών. Οι περισσότερες περιοχές των εθνικών δρυμών παρουσιάζουν μείωση στη χειμερινή βροχόπτωση. Πιο συγκεκριμένα, η μείωση των βροχοπτώσεων φτάνει το 15% για τους δρυμούς Ολύμπου, Λευκών Ορέων, Αίνου και

Πρεσπών. Μικρότερη μείωση βροχοπτώσεων που δε ξεπερνά το 10% παρατηρείται στους δρυμούς της Αττικής και σε αυτούς της Οίτης και του Παρνασσού. Οι δρυμοί Βίκου-Αώου και Πίνδου είναι οι μόνες περιοχές όπου δεν παρουσιάζονται αλλαγές στα πρότυπα των χειμερινών βροχοπτώσεων. Όσον αφορά στη φθινοπωρινή βροχόπτωση το πρότυπο βροχόπτωσης ακολουθεί αντίστροφη μεταβολή σε σχέση με αυτό του χειμώνα. Οι περιοχές που παρουσιάζουν μείωση τον χειμώνα εμφανίζουν αύξηση στη φθινοπωρινή βροχόπτωση. Πιο συγκεκριμένα, αύξηση κατά 15% των φθινοπωρινών βροχοπτώσεων είναι εμφανής σε Πρέσπες, Όλυμπο, Σούνιο, Πάρνηθα, Παρνασσό και Οίτη. Τα Λευκά Όρη στην Κρήτη εμφανίζουν αύξηση κατά 10%. Αντίθετα οι δρυμοί Βίκου-Αώου και Πίνδου θα εμφανίσουν μείωση της τάξης του 5%. Για τον δρυμό του Αίνου στην Κεφαλονιά δεν προβλέπονται αλλαγές στη βροχόπτωση.

Σχετικά με τον κίνδυνο πυρκαγιάς, οι περισσότερες περιοχές εμφανίζουν τάση αύξησης κατά 10 ημέρες στον αριθμό ημερών με εξαιρετικά μεγάλο κίνδυνο εμφάνισης πυρκαγιάς (Πρέσπες, Βίκος-Αώος, Πίνδος, Όλυμπος, Παρνασσός, Σούνιο, Λευκά Όρη). Μεγαλύτερη αύξηση της τάξεως των 15 ημερών ή και περισσοτέρων, αναμένεται στην Οίτη και στην Πάρνηθα ενώ ο Αίνος στην Κεφαλονιά έχει αμελητέα (αύξηση κατά 5 ημέρες) μεταβολή του κινδύνου εμφάνισης πυρκαγιών.

Σχετικά με τη διάρκεια των περιόδων ανομβρίας, οι ορεινοί δρυμοί σε μεγάλο ύψος στο εσωτερικό της χώρας όπως ο Όλυμπος, η Οίτη, ο Βίκος-Αώος, η Πίνδος παρουσιάζουν μικρή αύξηση περίπου 7 ημερών. Στους υπόλοιπους δρυμούς (Πάρνηθα, Πρέσπες, Παρνασσός, Αίνος, Λευκά Όρη) η αύξηση των περιόδων ανομβρίας είναι μεγαλύτερη φτάνοντας τις 15 ή και περισσότερες ημέρες. Ο δρυμός του Σουνίου εμφανίζει αύξηση της τάξης των 7 ημερών.

Συμπεράσματα

Η παρούσα έκθεση παρουσιάζει μια εικόνα του μέλλοντος της Ελλάδας, αναφορικά με τις προβλέψεις των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Ένα μέλλον διόλου μακρινό και δυστυχώς όχι τόσο ευοίωνο. Στο προσεχές μέλλον, δηλαδή την περίοδο 2020-2050 οι κλιματικές συνθήκες εμφανίζονται μεταβαλλόμενες στην συντριπτική πλειονότητα προς το χειρότερο, σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1961-1990.

Οι προβλέψεις των κλιματικών μοντέλων δείχνουν πως σε όλες τις υπό εξέταση και ιδίως στις βόρειες αγροτικές περιοχές αναμένονται αλλαγές στα κλιματικά δεδομένα της περιόδου 2020-2050. Έτσι, η διάρκεια των ξηρών ημερών αναμένεται να αυξηθεί σε όλες τις περιοχές, ενώ στην Εύβοια και στις βορειότερες από αυτές αναμένονται είκοσι ή και παραπάνω περισσότερες ξηρές ημέρες, πράγμα που προστάζει τη λήψη μέτρων για ορθή διαχείριση των υδάτων και πρόληψη της ερημοποίησης. Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο σχετίζεται με τον κίνδυνο πυρκαγιάς που φαίνεται πως μεγαλώνει σχεδόν παντού, και ιδιαίτερα σε Σέρρες, Πέλλα, Φθιώτιδα και Λάρισα. Επιπλέον, η αναμενόμενη αύξηση των ημερών με θερμοκρασίες καύσωνα κατά 15-20 ημέρες σε όλες τις περιοχές είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα επιφέρει συνέπειες στην παραγωγικότητα ορισμένων καλλιεργειών. Μια αντιφατική εικόνα δίνεται από τις προβλέψεις για τις βροχοπτώσεις το φθινόπωρο και το χειμώνα. Ενώ, λοιπόν, το χειμώνα προβλέπεται μείωση των βροχοπτώσεων, ενδέχεται να παρατηρηθεί αύξηση στις φθινοπωρινές βροχές.

Εξετάστηκαν επίσης οι δέκα εθνικοί δρυμοί της χώρας, δηλαδή τα σημαντικότερα δασικά οικοσυστήματα. Το σημαντικότερο εύρημα της μελέτης είναι ότι θα αυξηθούν σε όλους τους εθνικούς δρυμούς οι ημέρες με υψηλό ρίσκο εμφάνισης πυρκαγιάς, από 5 ημέρες στον Αίνο της Κεφαλλονιάς, έως 15 ημέρες σε Οίτη και Πάρνηθα. Οι δασικές πυρκαγιές,

όμως, και γενικότερα η υγεία των δασικών οικοσυστημάτων δεν επηρεάζονται μόνο από τις υψηλές θερμοκρασίες, αλλά και από τις ελάχιστες θερμοκρασίες, τις βροχοπτώσεις, τη σχετική υγρασία και τη διάρκεια περιόδων ανομβρίας. Και αυτές οι παράμετροι θα διαφοροποιηθούν στο εγγύς μέλλον. Για παράδειγμα, η μέση μέγιστη ελάχιστη θερμοκρασία θα αυξηθεί κατά σχεδόν 1,3^{o}C στους δρυμούς Βίκου-Αώου, Πίνδου, Ολύμπου, Παρνασσού και Πρεσπών, η χειμερινή βροχόπτωση θα μειωθεί σχεδόν σε όλους τους δρυμούς έως και 15%, η φθινοπωρινή βροχόπτωση θα μειωθεί σε κάποιες περιπτώσεις (Βίκος-Αώος και Πίνδος) αλλά θα αυξηθεί στις υπόλοιπες κατά 10-15%, ενώ γενικά αναμένεται αύξηση των περιόδων ανομβρίας κατά μία έως δυο εβδομάδες. Όπως όλα δείχνουν οι κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας την περίοδο 2020-2050 θα επηρεάσουν καθοριστικά τα δασικά συστήματα.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε το WWF Ελλάς για τη χρηματοδότηση αυτής της μελέτης που ολοκληρωμένη μπορεί να βρεθεί στην ιστοσελίδα http://www.wwf.gr/images/pdfs/wwf-to_avrio_tis_elladas.pdf καθώς και το ευρωπαϊκό πρόγραμμα DeSurvey (www.desurvey.net) για επιπλέον χρηματοδότηση. Ευχαριστίες επίσης πηγαίνουν στο ευρωπαϊκό πρόγραμμα ENSEMBLES (www.ensembles-eu.org) για την παροχή δεδομένων από περιοχικά κλιματικά μοντέλα.

Δημιουργία και δοκιμή ενός χωρικά κατανεμημένου συνεχούς υδρολογικού μοντέλου για την εκτίμηση της ερημοποίησης.

Κωνσταντίνος Σούλης, Μανώλης Ψωμιάδης, Πέτρος Κερκίδης
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών,
Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής,
Τομέας Διαχείρισης Υδατικών Πόρων.
email: soco@aua.gr, mpsomiadis@aua.gr, lhyd2kep@aua.gr

Σύμφωνα με τη σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών κατά της Ερημοποίησης, αυτή ορίζεται ως η υποβάθμιση των γαιών από διάφορους φυσικούς παράγοντες και ανθρώπινες δραστηριότητες σε τέτοιο βαθμό ώστε να μην μπορούν πλέον να υποστηρίξουν την ανάπτυξη της γεωργίας της κτηνοτροφίας ή των δασών, επηρεάζοντας τα φυσικά οικοσυστήματα, την οικονομία και τη ζωή των τοπικών κοινωνιών. Από την ερημοποίηση απειλούνται περίπου το 47% της στερεάς επιφάνειας της γης και το 35% της έκτασης της Ελλάδας. Η ερημοποίηση συνδέεται άμεσα με τους υδατικούς πόρους, αφού η έλλειψη νερού και η έντονη διάβρωση των εδαφών είναι σημαντικοί παράγοντες εμφάνισης της ερημοποίησης ενώ η ερημοποίηση συνδέεται με την περεταίρω μείωση των υδατικών πόρων.

Η Ελλάδα, παρότι χαρακτηρίζεται από άφθονους υδατικούς πόρους, αντιμετωπίζει σημαντικά προβλήματα έλλειψης νερού και σημαντικό κίνδυνο ερημοποίησης, λόγω της μεγάλης ανομοιομορφίας στη χωρική και χρονική κατανομή των υδατικών της πόρων και της γεωμορφολογίας της η οποία χαρακτηρίζεται από έντονο ανάγλυφο και μεγάλες κλίσεις.

Οξύτερα προβλήματα αντιμετωπίζουν περιοχές της ανατολικής Ελλάδας και κυρίως γεωγραφικά απομονωμένες περιοχές, στις οποίες είναι εξαιρετικά δύσκολη η μεταφορά νερού από περιοχές με πλουσιότερους υδατικούς πόρους. Παράδειγμα τέτοιων περιοχών είναι τα Ελληνικά Νησιά, στα οποία το πρόβλημα έλλειψης νερού επιδεινώνεται σημαντικά λόγω της αυξημένης τουριστικής δραστηριότητας, η οποία μάλιστα κορυφώνεται κατά την ξηρή περίοδο του έτους. Επιπρόσθετα, οι κακές πρακτικές χρήσης των διαθέσιμων υδατικών πόρων που ακολουθούνται τα τελευταία χρόνια έχουν προκαλέσει τη σημαντική υποβάθμιση ακόμα και των λιγοστών διαθέσιμων υδατικών αποθεμάτων στις περιοχές αυτές, κυρίως μέσω του φαινομένου της υφαλμύρινσης των παράκτιων υδροφορέων. Λόγω της κακής διαχείρισης των εδαφών τους, οι περιοχές αυτές απειλούνται επίσης ιδιαιτέρα από το φαινόμενο της ερημοποίησης. Τα προβλήματα που περιγράφονται παραπάνω αναμένεται να επιδεινωθούν στο άμεσο μέλλον λόγω της έντονης οικονομικής ανάπτυξης, ενώ η επίλυσή τους θα γίνεται ολοένα και δυσχερέστερη υπό το καθεστώς αυξημένης αβεβαιότητας που προκαλεί το φαινόμενο της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής.

Γίνεται λοιπόν ολοφάνερη η ανάγκη ορθής διαχείρισης των υδατικών πόρων και των γαιών στην Ελλάδα και ιδιαίτερα στις περιοχές που παρουσιάζουν εντονότερα προβλήματα. Ποιά είναι όμως τα προαπαιτούμενα για την ορθή διαχείριση εκτός από την πολιτική βούληση, η οποία είναι πάντα η βασική προϋπόθεση; Τα προαπαιτούμενα αυτά είναι η ύπαρξη εκτεταμένης γνώσης και εμπειρίας στη διαχείριση των υδατικών πόρων και των γαιών και η χρήση κατάλληλων εργαλείων προσαρμοσμένων στις συνθήκες της χώρας. Όλα αυτά ωστόσο βασίζονται στη χρήση επαρκών και αξιόπιστων μετεωρολογικών και υδρολογικών δεδομένων, καθώς και στην ύπαρξη αξιόπιστων

χωρικών δεδομένων, όπως είναι για παράδειγμα οι Εδαφολογικοί και οι Γεωλογικοί χάρτες.

Στην Ελλάδα, παρά τα οξύτατα προβλήματα, οι παραπάνω προϋποθέσεις ικανοποιούνται σε ελάχιστο βαθμό. Σημαντικότερη έλλειψη είναι αυτή των υδρολογικών δεδομένων, ενώ σημαντικές ελλείψεις παρατηρούνται ακόμα στα διαθέσιμα μετεωρολογικά και χωρικά δεδομένα (κυρίως εδαφολογικά). Και αν η έλλειψη διαθέσιμων χωρικών δεδομένων μπορεί εν μέρη να αντιμετωπιστεί με επιτόπιες παρατηρήσεις, η αβεβαιότητα που προκαλεί η έλλειψη υδρολογικών και μετεωρολογικών παρατηρήσεων είναι πολύ δύσκολο να αντιμετωπιστεί.

Γίνεται λοιπόν φανερή η ανάγκη ανάπτυξης εξειδικευμένων εργαλείων, προσαρμοσμένων στις τοπικές συνθήκες και στις ανάγκες που καλούνται να καλύψουν, τα οποία να παρέχουν όσο το δυνατό πιο αξιόπιστα αποτελέσματα βασιζόμενα στα περιορισμένα διαθέσιμα δεδομένα εισόδου. Απαραίτητη προϋπόθεση για το σκοπό αυτό είναι η συστηματική ανάλυση των υδρολογικών διεργασιών που καθορίζουν το υδατικό ισοζύγιο στις ιδιαίτερες τοπικές συνθήκες. Είναι άρα εξίσου σημαντική η οργάνωση πλήρως εξοπλισμένων αντιπροσωπευτικών πειραματικών υδρολογικών λεκανών, με τα δεδομένα των οποίων θα γίνει εφικτή η διερεύνηση των υδρολογικών διεργασιών και η προσαρμογή των προαναφερόμενων εργαλείων στις τοπικές συνθήκες.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η ανάπτυξη ενός κατανεμημένου, συνεχούς, υδρολογικού μοντέλου, στο πλαίσιο ενός Γεωγραφικού Πληροφοριακού Συστήματος (GIS). Η ανάπτυξη του μοντέλου πραγματοποιήθηκε σαν επέκταση των δυνατοτήτων (extension) του λογισμικού Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων ArcGIS, ώστε να επιτευχθεί ο πλήρης κατανεμημένος υπολογισμός των συνιστωσών του υδρολογικού ισοζυγίου. Παράλληλα, παρέχεται η δυνατότητα χρήσης των εξελιγμένων δυνατοτήτων των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων στην εισαγωγή, επεξεργασία, αποθήκευση, διαχείριση και απεικόνιση χωρικών δεδομένων με γεωγραφική αναφορά. Η ανάπτυξη έγινε με τη χρήση τεχνικών αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού ώστε να διευκολυνθεί η μελλοντική εξέλιξη του υδρολογικού μοντέλου και ταυτόχρονα να εξασφαλιστεί η δυνατότητα σύνδεσής του με άλλες εφαρμογές ή η χρήση των επιμέρους δυνατοτήτων του στην ανάπτυξη νέων εφαρμογών.

Η λειτουργικότητα του υδρολογικού μοντέλου εξασφαλίστηκε με τη δημιουργία ενός εύχρηστου και απλού γραφικού περιβάλλοντος διεπαφής με το χρήστη. Το γραφικό περιβάλλον διεπαφής (GUI) του λογισμικού είναι ιδιαίτερα απλό και ακολουθεί το πρότυπο των επεκτάσεων (extentions) του ArcGIS (Σχήμα 1). Με αυτό τον τρόπο ο χρήστης αντιμετωπίζει ένα γνώριμο περιβάλλον και μπορεί να εξοικειωθεί με αυτό πολύ γρήγορα.

Απαραίτητο υπόβαθρο για την ανάπτυξη και τη δοκιμή του υδρολογικού μοντέλου αποτέλεσε η συστηματική οργάνωση, μελέτη και παρακολούθηση μιας πειραματικής υδρολογικής λεκάνης. Για το σκοπό αυτό, οργανώθηκε μια πειραματική υδρολογική λεκάνη στον χείμαρρο Λυκόρρεμα, στην Ανατολική πλευρά του όρους Πεντέλη του νομού Αττικής με έκταση 7,8Km^2, η οποία εξοπλίστηκε και μελετήθηκε αναλυτικά σε ό,τι αφορά στα χαρακτηριστικά της και στην υδρολογική της συμπεριφορά.

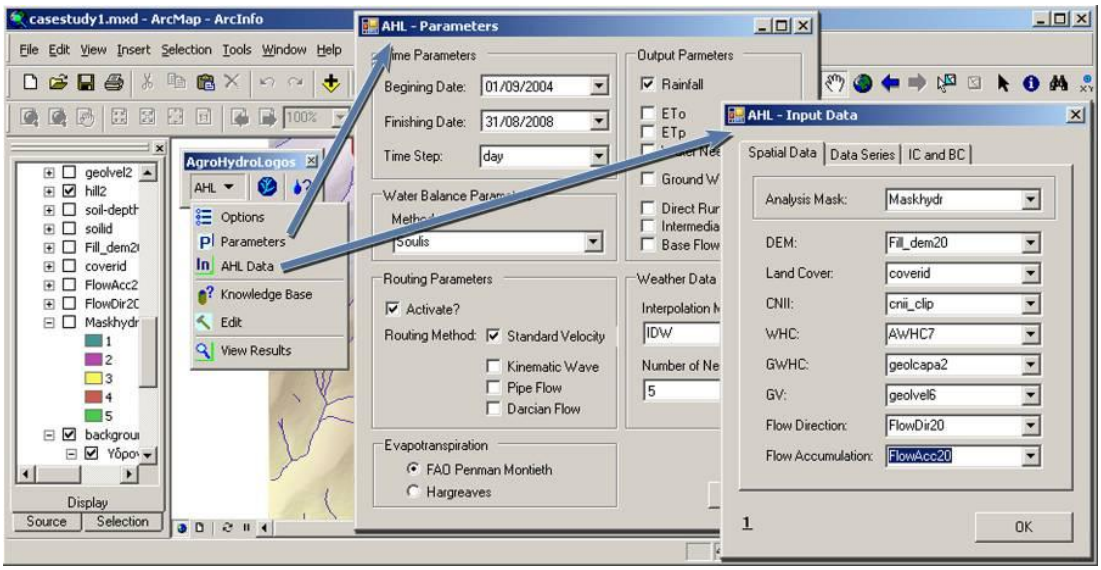
Σημαντικό χαρακτηριστικό του μοντέλου που αναπτύχθηκε είναι η προσαρμογή του στις ελληνικές συνθήκες, η οποία επιτεύχθηκε με την επιλογή και ανάλυση των κατάλληλων μεθόδων προσομοίωσης των διεργασιών του υδρολογικού κύκλου. Επιπρόσθετα, το εννοιολογικό σχήμα του μοντέλου σχεδιάστηκε κατάλληλα ώστε να επιτυγχάνει την εκτίμηση των απαιτούμενων αποτελεσμάτων σε χωρικά κατανεμημένη μορφή με τη χρήση απλοποιημένων αλλά τεκμηριωμένων μεθόδων, οι οποίες να βασίζονται σε όσο το δυνατό

λιγότερες παραμέτρους και σε ευρέως διαθέσιμα δεδομένα εισόδου ή δεδομένα εισόδου που να είναι εύκολο να εκτιμηθούν.

Σε αυτή τη διαδικασία μελετήθηκε διεξοδικά η διεργασία σχηματισμού της επιφανειακής απορροής, η οποία έχει καθοριστική επίδραση στο υδρολογικό ισοζύγιο των ξηρών και ημίξηρων περιοχών. Εκτενέστερα, μελετήθηκε η μέθοδος του Αριθμού Καμπύλης (SCS-CN), η οποία επιλέχθηκε ως η καταλληλότερη κατά την ανάπτυξη του υδρολογικού μοντέλου.

Κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του υδρολογικού μοντέλου, πραγματοποιήθηκαν δοκιμαστικές εφαρμογές με σκοπό την αξιολόγηση των δυνατοτήτων του, της λειτουργικότητάς του, της καταλληλότητας του εννοιολογικού σχήματος που χρησιμοποιήθηκε και την αποσφαλμάτωσή του. Οι κυριότερες εφαρμογές πραγματοποιήθηκαν στην πειραματική υδρολογική λεκάνη, στη νήσο Νάξο, και σε όλη την έκταση της Ελλάδας. Στις εφαρμογές αυτές το υδρολογικό μοντέλο έδειξε να προσαρμόζεται ικανοποιητικά στις ελληνικές συνθήκες και να εκτιμά με ικανοποιητική ακρίβεια τις συνιστώσες του υδρολογικού ισοζυγίου, ενώ ανταποκρίνεται ικανοποιητικά σε περιπτώσεις έλλειψης των απαιτούμενων δεδομένων για τη συστηματική του ρύθμιση.

Το τελικό συμπέρασμα είναι ότι η εφαρμογή του υδρολογικού μοντέλου μπορεί να προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για την διαχείριση των υδατικών πόρων και την εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης. Επιπρόσθετα, η περαιτέρω ανάπτυξή του μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία ενός σημαντικού εργαλείου για την εκτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και την αξιολόγηση προτεινόμενων στρατηγικών αντιμετώπισης και προσαρμογής.



Σχήμα 1. Απεικόνιση του γραφικού περιβάλλοντος διεπαφής της εφαρμογής.

Τάσεις ερημοποίησης στην Κεντρική Κρήτη

Γεώργιος Τσιουρλής
Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας

Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών,
57 06 Βασιλικά, Θεσ/νίκη
e-mail: gmtsiou@fria.gr

Η υπερβόσκηση και περιστασιακά οι φωτιές παραμένουν οι κύριες δυνάμεις που διαμορφώνουν το τοπίο των Αστερουσίων και έχουν οδηγήσει στην επικράτηση υποβαθμισμένων οικοσυστημάτων ή ακόμη επιτρέψει την εγκατάσταση της ερημοποίησης. Η υποβαθμιστική - ερημοποιητική πορεία εκφράζεται από τη βαθμιαία αντικατάσταση της φυσικής δενδρώδους αείφυλλης - σκληρόφυλλης βλάστησης από χαμηλότερες φυτικές διαπλάσεις, συνήθως αραιές και αγκαθωτές, όπως είναι τα φρύγανα. Η εναλλαγή μεταξύ των διαφορετικών σταδίων, ιδιαίτερα μεταξύ των φρυγάνων, μπορεί να γίνει μετά από διαφοροποίηση των διαχειριστικών πρακτικών που δέχονται τα οικοσυστήματα.

Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι φρυγάνων (από πυκνά με υψηλή ποικιλότητα έως αραιά με χαμηλή ποικιλότητα) που αντανακλούν διαφορετικές διαχειριστικές πρακτικές (τη βοσκητική πίεση και τη συχνότητα φωτιάς) σε συνδυασμό με τις επιδράσεις του αβιοτικού περιβάλλοντος. Ο κίνδυνος ερημοποίησης είναι αντιστρόφως ανάλογος της φυτοκάλυψής τους. Τα πολύ αραιά φρύγανα θεωρούνται ένα υποβαθμιστικό στάδιο πριν το γυμνό - ερημοποιημένο έδαφος. Τα πυκνά φρύγανα προστατεύουν επαρκώς το έδαφος από τη διάβρωση.

Ο αριθμός αιγοπροβάτων είναι πολύ μεγαλύτερος της ήδη χαμηλής βοσκοϊκανότητας των φυσικών μεσογειακών οικοσυστημάτων και είναι επιτακτική η αλλαγή των κτηνοτροφικών διαχειριστικών πρακτικών ώστε να αποφευχθεί η περαιτέρω υποβάθμιση των οικοσυστημάτων και η αποκατάσταση των υποβαθμισμένων περιοχών. Η προτεινόμενη διαχείριση βασίζεται: α) Στην αναστολή ή μείωση της βόσκησης στα επίπεδα της βοσκοϊκανότητας στις περιοχές όπου επικρατούν τα αραιά ή μεσαία - πυκνά φρύγανα αντίστοιχα, β) Στη ξαναχρησιμοποίηση του παραδοσιακού συστήματος εκ περιτροπής βοσκούμενων ζωνών και εκείνων που δεν βόσκονται και γ) Στην απαγόρευση της βόσκησης σε μερικά πυκνά φρύγανα ώστε να μπορέσουν να εξελιχθούν σε μακί ή δάση.

Λέξεις κλειδιά: Ερημοποίηση, υποβάθμιση γης, βόσκηση, δυναμική μεσογειακών οικοσυστημάτων, φρύγανα, Αστερούσια, Κρήτη.

Κτηνοτροφία και ερημοποίηση:
Η περίπτωση της επαρχίας Λαγκαδά Θεσσαλονίκης

Βασίλειος Π. Παπαναστάσης
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Εισαγωγή

Ως ερημοποίηση ορίζεται η υποβάθμιση της γης σε ξηρές, ημίξηρες και ξηρές ύφυγρες περιοχές, η οποία προκαλείται από διάφορους παράγοντες συμπεριλαμβανόμενων των κλιματικών μεταβολών και των ανθρώπινων δραστηριοτήτων (UNCED 1992). Στις τελευταίες υπάγεται και η κτηνοτροφία, η οποία αποτελεί πολύπλοκη δραστηριότητα γιατί περιλαμβάνει τουλάχιστον τέσσερις έννοιες: τον αριθμό των ζώων, το είδος του ζώου, το σύστημα βόσκησης και το σύστημα παραγωγής.

Διεθνώς, εκείνος ο παράγοντας που θεωρείται ότι συνδέεται στενά με την ερημοποίηση είναι ο αριθμός των ζώων και, ιδιαίτερα, ο υπερβολικός αριθμός που είναι γνωστός και ως υπερβόσκηση. Τούτο διότι η υπερβόσκηση απομακρύνει τη βλάστηση και οδηγεί στη απογύμνωση και διάβρωση του εδάφους. Οι επιπτώσεις της είναι μεγαλύτερες, όταν συνδυαστεί με ξηρασία ή πυρκαγιές. Τα τελευταία χρόνια, όμως, αμφισβητείται αν και κατά πόσο η υπερβόσκηση προκαλεί πάντοτε ερημοποίηση, ενώ υπάρχουν έρευνες που δείχνουν, ότι μπορεί να έχει και ευεργετική επίδραση στα οικοσυστήματα. Αντίθετα, ως παράγοντας υποβάθμισης έχει αναγνωριστεί τελευταία και η υποβόσκηση, επειδή καταλήγει στη συσσώρευση καύσιμης ύλης, η οποία οδηγεί στη συνέχεια σε καταστρεπτικές πυρκαγιές με τις συνεπακόλουθες επιπτώσεις τους στη βλάστηση και το έδαφος.

Υποβάθμιση προκαλεί και το είδος του ζώου. Ιστορικά, η αίγα θεωρείται ως το κατ' εξοχήν υπεύθυνο ζώο για την καταστροφή των δασών της Μεσογείου. Η άποψη αυτή όμως είναι υπερβολική, γιατί οι όποιες αρνητικές επιδράσεις των αιγών στο περιβάλλον συνδέονται με τη διαχείριση μάλλον, παρά με το είδος του ζώου αυτό κάθε αυτό.

Υποβάθμιση και ερημοποίηση όμως προκαλούν τόσο το σύστημα παραγωγής, όσο και το σύστημα βόσκησης. Εντούτοις, οι δύο αυτοί παράγοντες δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς. Το ερευνητικό πρόγραμμα DeSurvey επικεντρώθηκε στους δύο αυτούς παράγοντες κυρίως και υλοποιήθηκε στην επαρχία Λαγκαδά Θεσσαλονίκης.

Περιοχή μελέτης

Τα λιβάδια αποτελούν την κυρίαρχη χρήση γης στην επαρχία καλύπτοντας μιαν έκταση 850100 στρεμμάτων ή το 41,3% ολόκληρης της Επαρχίας. Περιλαμβάνουν ποολίβαδα, θαμνολίβαδα, και δασολίβαδα, τα οποία είναι στην πλειονότητά τους υποβαθμισμένα είτε εξαιτίας της υπερβόσκησης (κοντά στους στάβλους και στα έργα ποτισμού) ή της υποβόσκησης (σε απομακρυσμένες από τους στάβλους περιοχές). Τα βόσκοντα αγροτικά ζώα περιλαμβάνουν κυρίως αίγες και πρόβατα και σε μικρότερο βαθμό βοοειδή.

Σύστημα παραγωγής

Το σύστημα παραγωγής κτηνοτροφικών προϊόντων επηρεάζονται από βιοφυσικούς και κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες. Σε σχετική έρευνα που έγινε στην περιοχή της Βόλβης της επαρχίας, μελετήθηκε ο ρόλος των επιδοτήσεων στην υποβάθμιση του

περιβάλλοντος. Οι βιοφυσικές συνθήκες εκφράστηκαν με τη μέση διάβρωση του εδάφους, η οποία εκτιμήθηκε από την εγκάρσια κλίση για τα χωράφια και από την κάλυψη του εδάφους με βλάστηση για τα λιβάδια. Οι κοινωνικοοικονομικές συνθήκες εκφράστηκαν με το τυπικό ακαθάριστο κέρδος (ΤΑΚ). Για τα 51 νοικοκυριά (γεωργοί και κτηνοτρόφοι) που μελετήθηκαν προσδιορίστηκαν τα κρίσιμα κατώφλια των παραπάνω συνθηκών για το καθένα από αυτά. Διαπιστώθηκε ότι τα νοικοκυριά με υψηλό ΤΑΚ βρίσκονται σε περιοχές με μικρή βιοφυσική υποβάθμιση. Σε ό,τι αφορά τις επιδοτήσεις βρέθηκε, ότι ναι μεν εξασφαλίζουν εισόδημα στους παραγωγούς, συγχρόνως όμως αποτελούν και κίνητρα υποβάθμισης της γης, ιδιαίτερα στα χέρια των φτωχών παραγωγών, οι οποίοι ωθούνται στη χρήση οριακής απόδοσης γαιών, ενώ οι πλούσιοι παραγωγοί επενδύουν περισσότερο σε εισροές από την αγορά, οπότε έχουν μικρότερη επίδραση στην υποβάθμιση της γης (Lorent et al. 2008).

Το σύστημα παραγωγής μπορεί να εκφραστεί με ένα δυναμικό μοντέλο βασισμένο στο γενικό μοντέλο ερημοποίησης (Ibanez et al. 2008). Στο μοντέλο αυτό συνδυάζονται τέσσερις εξωγενείς παράγοντες (βροχόπτωση, διάβρωση του εδάφους, τιμές προϊόντων και τιμές ζωοτροφών) με ενδογενείς παράγοντες του συστήματος (βοσκήσιμη ύλη – θάμνοι και πόες, έδαφος, βοσκοφόρτωση και συμπληρωματική διατροφή) δια μέσου διαφόρων παραμέτρων που εκφράζουν σταθερές τιμές των εξωγενών παραγόντων. Από το μοντέλο αυτό διαπιστώθηκε ότι το σύστημα της επαρχίας Λαγκαδά είναι ισορροπημένο με τις σημερινές κλιματικές συνθήκες και δεν κινδυνεύει με ερημοποίηση (Ibanez et al. 2009).

Σύστημα βόσκησης

Σε ό,τι αφορά το σύστημα βόσκησης, επιχειρήθηκε η δημιουργία ενός ψηφιακού μοντέλου προσομοίωση της βόσκησης (Grazer) με βάση τις εξής μεταβλητές: υδρολογία του εδάφους, αύξηση του φυτού, βόσκηση και διαχείριση. Οι παραδοχές που έγιναν ήταν ότι η βόσκηση, η οποία προκαλεί διάβρωση, επηρεάζεται από τον βοσκό, το ανάγλυφο του εδάφους και τα έργα υποδομής. Αυτό σημαίνει, ότι η βόσκηση επηρεάζει ανομοιόμορφα το σύστημα. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η βροχόπτωση, τα εδαφικά χαρακτηριστικά, η αύξηση της βιομάζας και η συμπεριφορά των ζώων (Thornes et al 2008). Το μοντέλο αυτό όμως δεν ολοκληρώθηκε ακόμα.

Προς την ίδια κατεύθυνση του συστήματος βόσκησης μελετήθηκαν και οι σχέσεις μεταξύ κίνησης των ζώων και υποβάθμισης της γης. Ύστερα από καταγραφή των δραστηριοτήτων των ζώων (προβάτων και αιγών) σε διάφορες εποχές του έτους θα γίνει αποτίμηση των επιπτώσεων αυτών των δραστηριοτήτων στη βλάστηση και στην υποβάθμιση των λιβαδιών με τη βοήθεια της τηλεπισκόπησης και των Γ.Σ.Π.

Τέλος, εφαρμόστηκε στην περιοχή μελέτης κι ένα μοντέλο ερημοποίησης γενικής χρήσης που συσχετίζει τον πληθυσμό της επαρχίας με τους διαθέσιμους φυσικούς πόρους με τη μορφή της βιομάζας (Hellden 2008). Το μοντέλο αυτό εξειδικεύτηκε στη συνέχεια με τη μελέτη των σχέσεων ζωικού κεφαλαίου και λιβαδικής παραγωγής (Χουβαρδάς και άλλοι 2010).

Συμπεράσματα

Από τις παραπάνω έρευνες προέκυψε ότι το σύστημα στον Λαγκαδά είναι περισσότερο ευάλωτο στις κοινωνικοοικονομικές παρά τις βιοφυσικές συνθήκες. Γενικά, δεν κινδυνεύει με υποβάθμιση με τις παρούσες κλιματικές συνθήκες. Υπάρχει όμως κίνδυνος σημειακής

υποβάθμισης στις περιοχές συγκέντρωσης και έντονης κυκλοφορίας των βοσκόντων ζώων.

Βιβλιογραφία

Ibanez, J., J. Martinez Valderrama and J. Puigdefabregas 2008. Assessing desertification risk using system stability condition analysis. Ecological modelling, 213: 180 – 190.

Ibanez, J., J. Martinez Valderrama, V.P. Papanastasis, Ch. Evangelou and J. Puigdefabregas 2009. Assessing degradation in Mediterranean rangelands with a multidisciplinary dynamic model (Submitted for puplication to Ecological Modeling).

Lorrent, H., Ch. Evangelou, M. Stellmes, J. Hill, V. Papanastasis, G. Tsiourlis, A. Roeder, E.F. Lambin. 2008. Land degradation and economic conditions of agricultural households in a marginal region of northern Greece. Global and Planetary Change, 64:198–209.

Thornes, J.B., I Fonseca, A. Yonnas, Ch. Evangelou, V.P. Papanastasis. 2008. A model for testing the impact of grazing on soil erosion and its calibration. Ecophysical Research Abstracts, Vol. 10, EGU 2008-A-00067.

Χουβαρδάς, Δ., Χ. Ευαγγέλου, U. Helldιn και Β.Π. Παπαναστάσης. 2010. Μοντέλο προσομοίωσης των σχέσεων βόσκησης και λιβαδικής παραγωγής στην επαρχία Λαγκαδά Θεσσαλονίκης (Υποβλήθηκε για παρουσίαση στο 7^{ο} Λιβαδοπονικό συνέδριο που θα πραγματοποιηθεί στην Ξάνθη από 14 έως 16 Οκτωβρίου 2010).

UNECED. 1992. Report of the United Nations Conference on Environmental Development, Chapter 12 (Rio de Janeiro). General A/CONF. 151/26 (Vol. II).

Σύστημα βόσκησης και ερημοποίηση στα Μεσογειακά λιβάδια

Χριστάκης Ευαγγέλου
Εργαστήριο Λιβαδικής Οικολογίας (286)
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη,
e-mail: katydata@for.auth.gr

Εισαγωγή

Η ερημοποίηση των γαιών και κατ' επέκταση των οικοσυστημάτων είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο, το οποίο συνδέεται με την υποβάθμιση του εδάφους και προκαλείται από φυσικούς παράγοντες, αλλά και από την άμεση ή έμμεση επίδραση του ανθρώπου (Dregne 1978). Η επαρχία Λαγκαδά είναι μια κατεξοχήν κτηνοτροφική περιοχή με ιδιαίτερα ανεπτυγμένη αιγοπροβατοτροφία με τα ζώα να βόσκουν στις κοινοτικές λιβαδικές εκτάσεις αλλά και σε τεχνητά λειβάδια. Δεδομένης της μεγάλης ευαισθησίας που εμφανίζουν οι εκτάσεις αυτές στην ερημοποίηση, κρίθηκε σκόπιμο να μελετηθεί η επίδραση των ζώων που βόσκουν στις εκτάσεις αυτές.

Μεθοδολογία

Στα πλαίσια του προγράμματος DeSurvey, μελετήθηκαν σε πρώτη φάση οι παράγοντες που επηρεάζουν την ερημοποίηση και στη συνέχεια διερευνήθηκε το σύστημα εκτροφής που εφαρμόζεται στην περιοχή (εκμεταλλεύσεις αιγοπροβατοτροφίας, υπάρχουσες υποδομές, επιδοτήσεις) και το σύστημα βόσκησης (κίνηση κοπαδιών και οι δραστηριότητες ζώων). Η λιβαδική χρήση εξαρτάται σημαντικά από τις κινήσεις των ζώων που βόσκουν στα λιβάδια και οι οποίες επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τον ίδιο το βοσκό αλλά και από την εποχή βόσκησης και το είδος του ζώου. Συγκεκριμένα, για τον καθορισμό των ευαίσθητων περιοχών στην ερημοποίηση έγινε διάκριση τους με την εφαρμογή του δείκτη ESAI (Environmentally Sensitive Areas index), ο οποίος συνδυάζει διάφορες μεταβλητές με σταθμικά βάρη, που αφορούν το έδαφος, τη βλάστηση, το κλίμα και τη διαχείριση. Όσον αφορά το σύστημα βόσκησης, καταγράφηκαν οι διαδρομές και οι δραστηριότητες των ζώων (η βόσκηση, η κίνηση, η στάση, η ανάπαυση και ο μηρυκασμός) σε αντιπροσωπευτικά αμιγή κοπάδια αιγών και προβάτων σε διαφορετικές εποχές του έτους (άνοιξη, καλοκαίρι και χειμώνας).

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της πρώτης φάσης της παραπάνω έρευνας ήταν η δημιουργία τεσσάρων ποιοτικών χαρτών, ένας για κάθε παράγοντας, με τους οποίους καθορίστηκαν οι Περιβαλλοντικά Ευαίσθητες Περιοχές (ΠΕΠ) στην ερημοποίηση. Η πλειονότητα της περιοχής έρευνας ταξινομείται στη κρίσιμη και ευαίσθητη κατηγορία ΠΕΠ με ποσοστό 71,32% και 23,20% της έκτασης αντίστοιχα. Αυτό οφειλόταν κυρίως στο συνδυασμό της χαμηλής ποιότητας εδάφους, κλίματος και βλάστησης. Οι δυνητικές και οι μη απειλούμενες περιοχές κάλυπταν μικρό ποσοστό, το οποίο ανέρχεται στο 2,71% και 2,77% της συνολικής έκτασης αντίστοιχα (Ευαγγέλου και συν. 2006).

Όσον αφορά το σύστημα εκτροφής στην περιοχή, βρέθηκαν συνολικά 24 εκμεταλλεύσεις αιγών και προβάτων με περισσότερα από 10.000 ζώα. Το μεγαλύτερο μέρος των κοπαδιών είχε σταθερή βάση και δεν μετακινούνταν κατά τη διάρκεια του έτους. Εντούτοις, τα μισά κοπάδια αιγών μετακινούνταν εντός των ορίων του Δ.Δ. σε υψηλότερες θέσεις κατά την

καλοκαιρινή περίοδο. Στην περιοχή εφαρμόζονταν το σύστημα της ποιμενικής εκτροφής αιγοπροβάτων (κοπαδιάρικη μη νομαδική). Η εκτροφή βασίζονταν στη βόσκηση των λιβαδιών, των αγρών (χασίλια), των εποχιακών υπολειμμάτων σιτηρών (καλαμιές) και στην εκτεταμένη χορήγηση ζωοτροφών (0,5-1,9 χλγ./ζώο/ημέρα). Τα κοπάδια των αιγών για να καλύψουν τις διατροφικές τους ανάγκες διένυαν την άνοιξη και το καλοκαίρι μεγαλύτερες αποστάσεις (10,1 και 12,7 χλμ., αντίστοιχα) απ' ότι τα πρόβατα (6,1 και 8,5 χλμ., αντίστοιχα). Η εκτεταμένη χορήγηση ζωοτροφών συνέβαλε σε σχετικά υψηλή γαλακτοπαραγωγή, η οποία ανήλθε κατά μέσο όρο σε 0,6 χλγ./αίγα/ημέρα και 0,5 χλγ./προβατίνα/ημέρα. Οι κτηνοτρόφοι έλαβαν δύο ειδών επιδοτήσεις, την εξισωτική αποζημίωση και την κατά κεφαλή πριμοδότηση, το ύψος των οποίων συνολικά ανήλθε σε 30,7 € ανά ζώο (Ευαγγέλου και συν. 2008).

Από την επεξεργασία των στοιχείων των δραστηριοτήτων, βρέθηκε ότι ο χρόνος που αφιέρωσαν τα ζώα για βόσκηση παρουσίασε εποχιακή μεταβολή με στατιστικώς σημαντικές διαφορές (55,0% το χειμώνα, 46,1% την άνοιξη και 34,5% το καλοκαίρι, $P \leq 0.05$). Στη διάρκεια του έτους, οι αίγες αφιέρωσαν 11,2%, 2,3% και 1,1% περισσότερο χρόνο ($P \leq 0.05$) για κίνηση, μηρυκασμό και ανάπαυση αντίστοιχα, σε σύγκριση με τα πρόβατα. Τα πρόβατα αφιέρωσαν περισσότερο χρόνο για στάση και βόσκηση (11,3% και 3,4% αντίστοιχα).

Συμπεράσματα

Οι βοσκόμενες δασικές εκτάσεις στην επαρχία Λαγκαδά ταξινομούνται στην κρίσιμη κατηγορία των Περιβαλλοντικά Ευαίσθητων Περιοχών στην ερημοποίηση. Αν και το κλίμα και το έδαφος παίζουν σημαντικό ρόλο στην ευαισθησία αυτή, εντούτοις η ποιότητα της βλάστησης και της διαχείρισης, που έχουν άμεσα σχέση με την ανθρώπινη δραστηριότητα, είναι οι παράγοντες στους οποίους θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση προκειμένου να αποτραπεί η ερημοποίηση. Στο Δ.Δ Ασκού εφαρμόζεται το σύστημα της ποιμενικής εκτροφής αιγοπροβάτων (κοπαδιάρικη μη νομαδική) το οποίο βασίζεται στη βόσκηση των ζώων στα φυσικά λιβάδια της περιοχής, στους αγρούς (καλαμιές και χασίλια) και στην εκτεταμένη χορήγηση χονδροειδών και συμπυκνωμένων ζωοτροφών. Κρίνεται απαραίτητη η αναδιάρθρωση του συστήματος εκτροφής των αιγοπροβάτων, έτσι ώστε να χρησιμοποιούνται σε μεγαλύτερο βαθμό οι λιβαδικές εκτάσεις στη διάρκεια του έτους και τα ζώα να διανύουν μικρότερες αποστάσεις για την ανεύρεση τροφής. Τέλος, τα πρόβατα και οι αίγες κατά τη διάρκεια της παραμονής τους στα λιβάδια αφιέρωσαν περισσότερο χρόνο για τη δραστηριότητα της βόσκησης και της κίνησης σε σχέση με τη στάση, το μηρυκασμό και την ανάπαυση. Τα ζώα προσαρμόζουν τις δραστηριότητες τους κατά τη βόσκηση ανάλογα με την τρέχουσα εποχή και ότι οι αίγες μετακινούνται περισσότερο σε σχέση με τα πρόβατα.

Βιβλιογραφία

Ευαγγέλου Χ.Κ. και Παπαναστάσης Β.Π., 2006. Εκτίμηση του κίνδυνου ερημοποίησης σε λιβαδικές εκτάσεις με βάση το δείκτη ESAI. Πρακτικά 5ου Λιβαδοπονικού Συνέδριου «Λιβαδοπονία Ξηροθερμικών Περιοχών». Ηράκλειο Κρήτης, 1-3 Νοεμβρίου, 2006. Σελ. 347-352.

Ευαγγέλου Χ.Κ. Γιακουλάκη Μ.Δ. και Παπαναστάσης Β.Π., 2008. Διερεύνηση του συστήματος εκτροφής μηρυκαστικών ζώων στο δημοτικό διαμέρισμα Ασκού του Ν. Θεσσαλονίκης. Έγινε αποδεκτή η περίληψη μέχρι σήμερα για παρουσίαση στο 6ο

Πανελλήνιο Λιβαδοπονικό Συνέδριο που θα γίνει στις 2-4 Οκτωβρίου 2008 στο Λεωνίδιο Αρκαδίας.

Ευαγγέλου Χ.Κ. Γιακουλάκη Μ.Δ. και Παπαναστάσης Β.Π., 2010. Εποχιακές μεταβολές των δραστηριοτήτων αιγών και προβάτων σε κοινόχρηστα μεσογειακά λιβαδικά οικοσυστήματα της βόρειας Ελλάδας. Έγινε αποδεκτή η περίληψη μέχρι σήμερα για παρουσίαση στο 7^{ο} Πανελλήνιο Λιβαδοπονικό Συνέδριο που θα γίνει στις 14-16 Οκτωβρίου 2010 στη Ξάνθη (Υπό δημοσίευση).

Dregne, H.E. 1978. Desertification: Man's abuse of the land. J. of Soil and Water Cons, 33: 11-14.

Ένα μοντέλο πυρκαγιών-βόσκησης-ερημοποίησης για την περιοχή της Μεσογείου.

Γαβριήλ Ξανθόπουλος, Μιχάλης Ξανθάκης
Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας
Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών
Προϊόντων 11528 Ιλίσια, Αθήνα
Τηλ.: 210 7793142, e-mail: gxnrtc@fria.gr

Στα Μεσογειακά δασικά οικοσυστήματα ο ρόλος της εκτατικής κτηνοτροφίας είναι ιδιαίτερα σημαντικός. Η σημασία αυτή δεν είναι μόνο σημερινή αλλά έχει αποτυπωθεί δια μέσου των αιώνων. Η βόσκηση, κυρίως των προβάτων και των αιγών, έχει εμφανή επίδραση στο περιβάλλον αλλά και μεγάλο κοινωνικό και οικονομικό ρόλο στις ορεινές και ημιορεινές κυρίως περιοχές. Τα αποτελέσματα της εκτατικής κτηνοτροφίας μπορούν να είναι από πολύ θετικά για το περιβάλλον και την οικονομία των περιοχών αυτών, εφόσον η βόσκηση γίνεται με σωστό τρόπο, έως καταστροφικά για την οικολογική ισορροπία των εκτάσεων που βόσκονται εφόσον δεν τηρούνται οι αρχές της λιβαδοπονίας που στοχεύουν στην επίτευξη αειφόρου διαχείρισης των λιβαδικών εκτάσεων.

Το βασικότερο στοιχείο που χαρακτηρίζει μία λανθασμένη και καταστροφική εφαρμογή της βόσκησης είναι η προσπάθεια των κτηνοτρόφων να βοσκήσουν σε μία περιοχή μεγαλύτερο αριθμό ζώων από εκείνον που μπορεί να θρέψει αυτή χωρίς να οδηγηθεί σε υποβάθμιση και ο οποίος εξαρτάται κυρίως από την παραγωγικότητά της. Η υπερβόσκηση αυτή, ιδίως όταν συνδυάζεται με πυρκαγιές, οδηγεί στην εξαφάνιση της βλάστησης, τη διάβρωση και τελικά την ερημοποίηση των βοσκοτόπων.

Στην Ελλάδα, ένα ποσοστό 10% περίπου των πυρκαγιών στα λιβάδια οφείλεται διαπιστωμένα στους κτηνοτρόφους. Το ποσοστό αυτό μάλιστα μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερο καθώς τα αίτια μεγάλου μέρους των πυρκαγιών παραμένουν ανεξακρίβωτα (Ξανθόπουλος 1996). Η ένταση του προβλήματος διαφέρει σημαντικά μεταξύ περιοχών και αντίστοιχα διαφέρουν και τα οικολογικά αποτελέσματα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ο κύκλος υπερβόσκηση-πυρκαγιά έχει ήδη οδηγήσει μεγάλες εκτάσεις σε πλήρη υποβάθμιση, ενώ σε άλλες τα πράγματα είναι πολύ καλύτερα. Είναι προφανές ότι οι διαφορές αυτές οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στις επιλογές των κτηνοτρόφων. Η παρούσα εργασία αφορά τη δημιουργία ενός μοντέλου προσομοίωσης του κύκλου καύσης – βοσκής στους βοσκότοπους της Ελλάδας το οποίο ονομάστηκε FIGSIS (**FI**re-**G**razing-**SI**mulation **S**ystem). επικεντρωμένου στη συμπεριφορά των κτηνοτρόφων, με στόχο την εξέταση της σημασίας των παραγόντων που επιδρούν σε αυτόν και την ποσοτικοποίηση των επιπτώσεών τους.

Το μοντέλο αποτελείται από επί μέρους υπο-μοντέλα που αφορούν: (i) την παραγωγή βοσκήσιμης ύλης σε μία υπό εξέταση περιοχή ανάλογα με τον τύπο και την κατάσταση του βοσκοτόπου, τη βροχόπτωση και το χρόνο μετά την πυρκαγιά, (ii) την απόληψη της βοσκήσιμης ύλης μέσω της βόσκησης αιγοπροβάτων, (iii) την επίδραση αυτής της απόληψης στην κατάσταση της βλάστησης που απομένει και την κατάσταση του βοσκοτόπου, και (iv) το οικονομικό αποτέλεσμα για τον κτηνοτρόφο που εξαρτάται τόσο από την ίδια του την εκμετάλλευση όσο και από εξωγενείς παράγοντες (τιμές κρέατος, γάλακτος και ζωοτροφών, καθώς και επιδοτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης) και το οποίο θεωρείται ότι συσχετίζεται με το κίνητρό του να χρησιμοποιήσει τη φωτιά για τη διαχείριση της περιοχής του.

Το πρώτο υπο-μοντέλο αφορά την εκτίμηση της παραγωγής βοσκήσιμης ύλης σε μία περιοχή με δεδομένο ότι αυτή επηρεάζεται από τον τύπο της βλάστησης, το κλίμα, τη

βόσκηση και τη φωτιά. Ως προς τη βλάστηση, η παραγωγή υπολογίζεται διαφορετικά για τα χορτολίβαδα, τα φρυγανικά οικοσυστήματα και τους θαμνώνες αειφύλλων πλατυφύλλων. Για τον υπολογισμό χρησιμοποιούνται εξισώσεις και πληροφορίες από τη βιβλιογραφία που συνδέουν την ετήσια παραγωγή βοσκήσιμης ύλης (kg/ha) με την ετήσια βροχόπτωση υπό κανονικές συνθήκες, αλλά και με τον χρόνο μετά από πυρκαγιά (Le Houerou και Hoste 1977, Papanastasis 1982, Arianoutsou-Faraggitaki 1984, Papanastasis 1988). Σε ορισμένες περιπτώσεις για τις ανάγκες του μοντέλου έγινε συνδυασμός εξισώσεων για το ομαλό πέρασμα από τη μεταπυρική περίοδο στην περίοδο ωριμότητας της βλάστησης. Η παραγωγή ανά εκτάριο πολλαπλασιαζόμενη με την έκταση της περιοχής δίδει τη συνολική ετήσια παραγωγή βοσκήσιμης ύλης.

Η συνολική κατανάλωση βοσκήσιμης ύλης υπολογίζεται με βάση τον αριθμό των ζώων, τη μέση μηνιαία κατανάλωση κάθε ζώου και τον αριθμό των μηνών βόσκησης. Ως αποδεκτή απολαβή βοσκήσιμης ύλης χωρίς υποβάθμιση της βλάστησης θεωρείται το 50% της παραγωγής και με βάση αυτή υπολογίζεται ο αποδεκτός αριθμός ζώων προς βόσκηση. Εφόσον ο αριθμός των ζώων είναι μεγαλύτερος η βλάστηση θεωρείται ότι υφίσταται υποβάθμιση και η μελλοντική παραγωγή μειώνεται.

Ιδιαίτερη προσοχή δίδεται στον εμπρησμό από βοσκούς οι οποίοι χρησιμοποιούν τη φωτιά για να «βελτιώσουν» το λιβάδι. Με τον όρο βελτίωση εννοείται η καταστροφή των ανεπιθύμητων φυτικών ειδών για τα ζώα καθώς και των ξυλωδών φυτών μεγάλης ηλικίας που έχει μειωθεί η παραγωγικότητά τους, ώστε να εγκατασταθούν πιο εύγευστα ποώδη φυτά μετά την πυρκαγιά και οι νέοι θάμνοι να παράγουν πολλούς τρυφερούς βλαστούς. Αυτό αποτελεί και το κίνητρο των κτηνοτρόφων. Όμως, ταυτόχρονα, άμεσο αποτέλεσμα των πυρκαγιών είναι η διάβρωση του εδάφους με τις φθινοπωρινές βροχές και η μακρόχρονη υποβάθμιση της παραγωγικότητας του λιβαδιού.

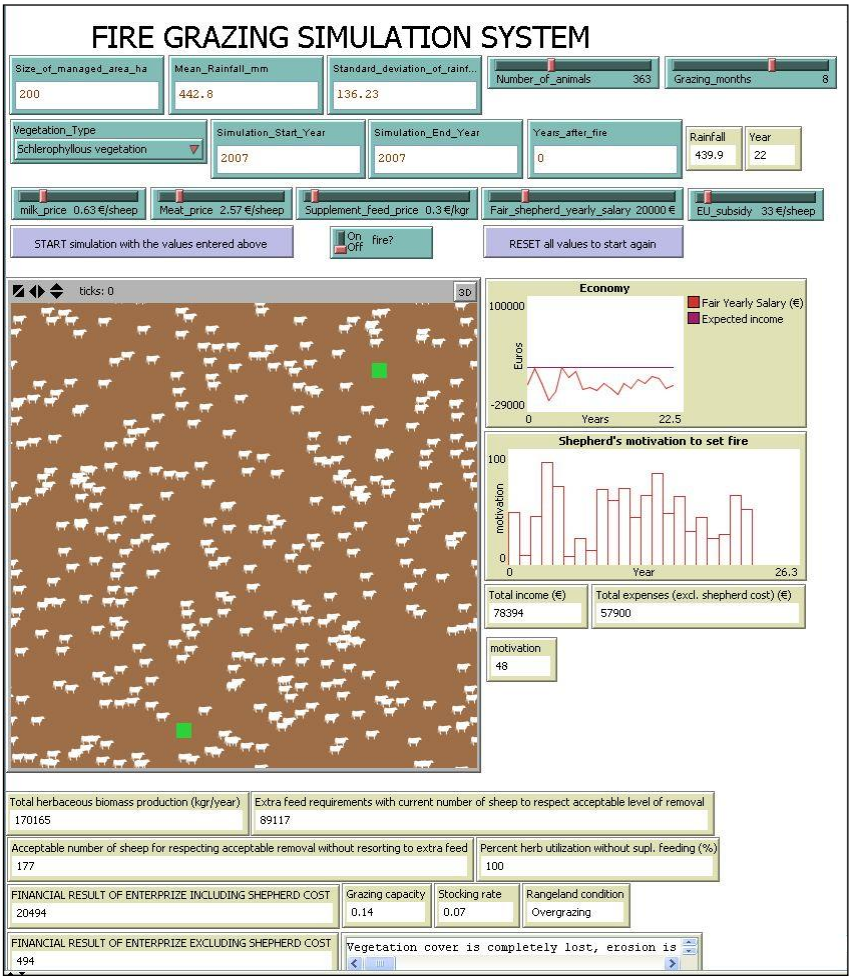
Η σημαντικότερη πτυχή που πραγματεύεται το μοντέλο είναι η προσπάθειά του να εκτιμήσει την πιθανότητα της χρήσης της φωτιάς από τους κτηνοτρόφους, δηλαδή το «κίνητρο» που έχουν να χρησιμοποιήσουν τη φωτιά ως διαχειριστικό μέσο. Το οικονομικό αποτέλεσμα, συγκρινόμενο με το ύψος της ετησίας προσόδου που γενικά θεωρείται ως αποδεκτό, μπορεί να αποτελέσει κίνητρο αύξησης της πιθανότητας ο βοσκός να χρησιμοποιήσει τη φωτιά ως μέσο προσωρινής αύξησης της παραγωγής βοσκήσιμης ύλης, όταν δεν επιτυγχάνει τον κοινωνικά «αποδεκτό» μισθό.

Εφόσον η χρήση της φωτιάς είναι παράνομη και σχετίζεται με την αποδοχή του ρίσκου της προσωποκράτησης του κτηνοτρόφου, θεωρείται ότι ο κτηνοτρόφος θα κάνει χρήση της φωτιάς, μόνο αν είναι σίγουρος ότι το εισόδημα του θα αυξηθεί σημαντικά με τη χρήση της φωτιάς σε σχέση με ένα προσδοκώμενο «φυσιολογικό» εισόδημα που καθορίζει ο χρήστης (YSALARY). Βασιζόμενο το μοντέλο σε αυτήν την θεώρηση, το οικονομικό αποτέλεσμα της κτηνοτροφικής εκμετάλλευσης χρησιμοποιείται ως δεδομένο σε μία εμπειρική σχέση που υπολογίζει την ανάγκη του κτηνοτρόφου να πάρει «μέτρα» ώστε να αυξήσει το εισόδημά του. Η εξίσωση δίνει μία τιμή που εκφράζει αυτήν την ανάγκη με ένα εύρος 0-100, με ένα συνεχή μη-γραμμικό τρόπο και έχει την παρακάτω μορφή:

NEED = 100 – (100 / 1 + e(-(FR – YSALARY) / RC))

όπου: το RC, εκφράζει το εύρος εισοδήματος μέσα στο οποίο αλλάζει η «ανάγκη» του κτηνοτρόφου, το YSALARY είναι το ετήσιο «φυσιολογικό» εισόδημα του κτηνοτρόφου, το οποίο καθορίζεται από το χρήστη και το FR προκύπτει από την αφαίρεση εξόδων και εσόδων. Η εικόνα 1 δείχνει την συμπεριφορά της εξίσωσης κάτω από συγκεκριμένες προϋποθέσεις: YSALARY=18000€ και RC=8000€.

Εικόνα 1. Παράδειγμα υπολογισμού την ανάγκης (NEED) του κτηνοτρόφου να χρησιμοποιήσει τη προδιαγεγραμμένη καύση, ώστε να αυξήσει το εισόδημά του. YSALARY=18000€ και RC=8000€.



Εικόνα 2. Στιγμιότυπο του μοντέλου που υπολογίζει και απεικονίζει γραφικά με ετήσιο βήμα, το κίνητρο του κτηνοτρόφου να βάλει φωτιά σε βοσκότοπο

Το FIGSIS έχει υλοποιηθεί σε Η/Υ σε προγραμματιστικό περιβάλλον Netlogo το οποίο διατίθεται δωρεάν μέσω διαδικτύου στην διεύθυνση: http://ccl.northwestern.edu/netlogo/ (Wilensky 1999). Το μοντέλο επιτρέπει την προσομοίωση της βόσκησης για σειρά ετών όπως ορίζει ο χρήστης. Η βροχόπτωση για κάθε προσομοιούμενο έτος υπολογίζεται αυτόματα μέσω ενός τυχαίου υπολογισμού, έτσι ώστε οι λαμβανόμενες τιμές να έχουν μακροπρόθεσμα μορφή καμπύλης με μέσο όρο και τυπική απόκλιση όμοια με τα βροχομετρικά δεδομένα της περιοχής. Επίσης, η χρήση φωτιάς από τον κτηνοτρόφο αποφασίζεται από το μοντέλο με βάση τις πιθανότητες που προκύπτουν από το κίνητρο που υπολογίζεται ότι έχει βάσει των οικονομικών επιδόσεων της εκμετάλλευσής του.

Η χρήση του FIGSIS επιτρέπει την εξέταση διάφορων συνδυασμών έντασης-βοσκής, εξωγενών παραγόντων και χρήσης της φωτιάς σε μακρόχρονη βάση με στόχο να υπολογιστούν οι τιμές βοσκοφόρτωσης που εξασφαλίζουν αειφόρο διαχείριση αλλά και τα όρια που μπορούν να οδηγήσουν σε έντονη υποβάθμιση του βοσκοτόπου και τελικά σε ερημοποίηση. Μελλοντικές βελτιώσεις στα επί μέρους υπο-μοντέλα θα αυξήσουν την πολυπλοκότητα και αντιπροσωπευτικότητά τους ώστε το μοντέλο να αποτελέσει ένα σύγχρονο εργαλείο υποβοήθησης της διαχείρισης των βοσκοτόπων της χώρας μας.

Βιβλιογραφία

Arianoutsou-Faraggitaki M. 1984. Post fire successional recovery of a phryganic (East Mediterranean) ecosystem. Acta Oecologica / Oecologia Plantarum, 5: 378-394.

Le Houerou, H.N. and C.H. Hoste. 1977. Rangeland production and annual rainfall relations in the Mediterranean basin and in the African Sahelo – Sudanian zone. J. Range Manage., 30:181-189.

Ξανθόπουλος, Γ. 1996. Πυρκαγιές και κτηνοτροφία στα δάση. Σελ. 30-39. Στα πρακτικά της Επιστημονικής Ημερίδας της Ελληνικής Λιβαδοπονικής Εταιρείας με θέμα “Κτηνοτροφία Πυρκαγιές και Περιβάλλον”. 2 Φεβρουαρίου 1996, Θεσσαλονίκη. 119 σελ.

Papanastasis, V. 1982. Production of grasslands in relation to air temperature and rainfall in North Greece. Forest Research III-appendix (in Greek).

Papanastasis, V. 1988. Restoration and management of vegetation after fire in maqquis vegetation. Forest Research, IX(2):77-90 (in Greek)..

Wilensky, U. 1999. Netlogo. http://ccl.northwestern.edu/netlogo/. Center for Connected Learning and Computer –Based Modeling. Northwestern University. Evanston, IL.

Προσομοίωση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ του κτηνοτροφικού κεφαλαίου και της λιβαδικής παραγωγής σε Μεσογειακά λιβάδια

Δ. Χουβαρδάς, Χ. Ευαγγέλου, Ulf Helldιn και Β.Π. Παπαναστάσης
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Εισαγωγή

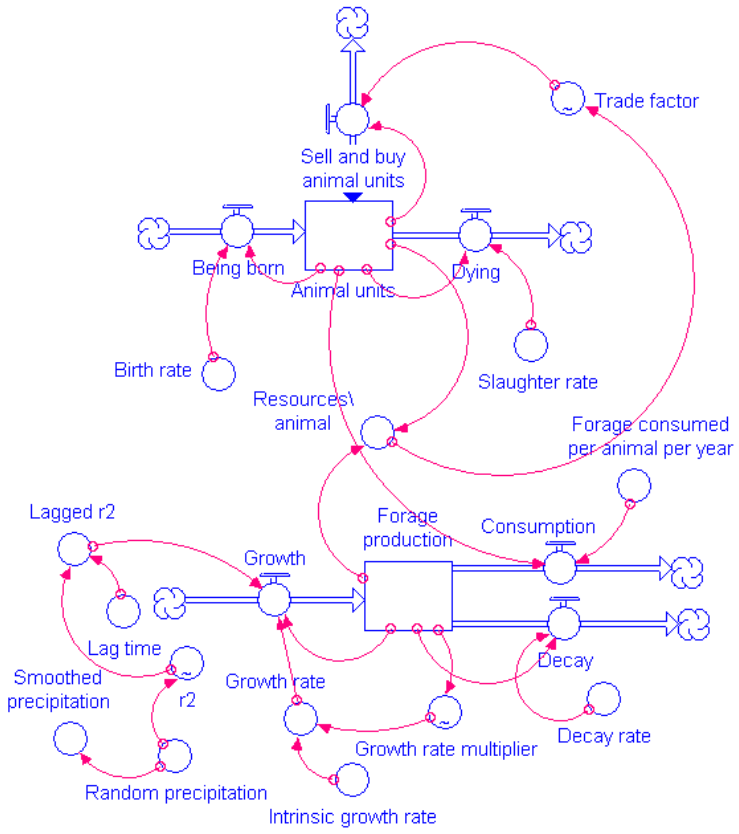
Τα δυναμικά μοντέλα προσομοίωσης (systems dynamics) έχουν αποκτήσει τα τελευταία χρόνια όλο και μεγαλύτερες εφαρμογές στη διερεύνηση αειφορικών λύσεων σε περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα (Costanza and Voinov 2001). Τέτοιου είδους αναλύσεις των πολύπλοκων σχέσεων, οικονομικών και περιβαλλοντικών, που αναπτύσσονται κατά τη εφαρμογή της βόσκησης στα λιβάδια της χώρας μας δεν έχουν μέχρι σήμερα επαρκώς μελετηθεί. Οι Lorent et al. (2008) διερεύνησαν την επίδραση των κτηνοτροφικών επιδοτήσεων στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος της Επαρχίας Λαγκαδά Θεσσαλονίκης. Οι Roeder et al. (2009), διερεύνησαν τις επιδράσεις της βόσκησης στα χωρικά και διαχρονικά χαρακτηριστικά των μεσογειακών λιβαδιών, δημιουργώντας ένα μοντέλο επιφανειακού κόστους. Σε όλες τις προσπάθειες αυτές, όμως, δεν έγινε χρήση των δυναμικών μοντέλων προσομοίωσης με στόχο την εκτίμηση της επίδρασης της βόσκησης στη λιβαδική παραγωγή. Ένα δυναμικό μοντέλο, βασισμένο στο αρχικό μοντέλο του Lotka – Volterra για τη σχέση μεταξύ θηρευτή και θηράματος και δομημένο στο πρόγραμμα STELLA εφαρμόστηκε στην περιοχή της Sahel στην Αφρική προκειμένου να μελετηθεί η ερημοποίηση για μια χρονική περίοδο 150 ετών (Hellden 2008). Η παρούσα έρευνα χρησιμοποίησε το ίδιο δυναμικό μοντέλο με στόχο τη διερεύνηση των διαχρονικών σχέσεων μεταξύ του αριθμού των βοσκόντων ζώων και της λιβαδικής παραγωγής.

Μεθοδολογία

Το πρόγραμμα STELLA αποτελεί ένα σύγχρονο λογισμικό κατάλληλο για την κατασκευή δυναμικών μοντέλων προσομοίωσης και περιλαμβάνει 3 κύρια χαρακτηριστικά, τα αποθέματα (stocks), τις ροές (flows) και τις βοηθητικές μεταβλητές (auxiliary variables) (Costanza and Voinov 2001). Με βάση το πρόγραμμα αυτό διαμορφώθηκε ένα δυναμικό μοντέλο για τις σχέσεις βόσκησης αγροτικών ζώων και λιβαδικής παραγωγής για την επαρχία Λαγκαδά Θεσσαλονίκης. Ως πρώτο έτος εφαρμογής του μοντέλου ελήφθη το 1961, έτος κατά το οποίο υπήρχαν διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία για το ζωικό κεφάλαιο και τις χρήσεις γης (λιβαδικές εκτάσεις) της χώρας από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος (Ε.Σ.Υ.Ε.). Από τα στοιχεία αυτά υπολογίστηκε ο αριθμός των βοσκόντων ζώων εκφρασμένος σε ισοδύναμα αιγοπροβάτου. Συμπληρωματικά με τα στοιχεία του ζωικού κεφαλαίου χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και λιβαδικής παραγωγής. Ως συνολικό χρονικό διάστημα για την εφαρμογή του νέου μοντέλου ορίστηκε μια περίοδος 140 ετών, από το 1961 έως το 2100.

Αναλυτική παρουσίαση της δομής του μοντέλου βόσκησης - λιβαδικής παραγωγής για την Επαρχία Λαγκαδά εμφανίζεται στο παρακάτω σχήμα 1. Το μοντέλο περιλαμβάνει δύο αποθέματα, των ζωικών μονάδων (Animal units) και της λιβαδικής παραγωγής (Forage production). Στο απόθεμα της λιβαδικής παραγωγής χρησιμοποιήθηκαν οι βοηθητικές μεταβλητές του συντελεστή αύξησης (Growth rate), των προσαρμοσμένων κατακρημνισμάτων (Random and Smoothed precipitation), της ετήσιας κατανάλωσης της βιομάζας από τα ζώα (Forage consumed per animal per year) και του ποσοστού αποσύνθεσης της βλάστησης (Decay rate). Στο απόθεμα των ζωικών μονάδων

χρησιμοποιήθηκαν οι βοηθητικές μεταβλητές του συντελεστή αυξομείωσης των ζωικών μονάδων (Trade factor) και του ποσοστού γέννησης (Birth rate) και σφαγής (Slaughter rate) των αγροτικών ζώων.



Σχήμα 1. Δυναμικό μοντέλο προσομοίωσης των σχέσεων βόσκησης και λιβαδικής παραγωγής για την επαρχία Λαγκαδά.

Αποτελέσματα

Από την λειτουργία του μοντέλου προκύπτει ότι ο αρχικός αριθμός των 254 ζωικών μονάδων/ km^2 για το 1961 πέφτει γρήγορα σε μια τιμή κοντά στις 140 με 150 ζωικές μονάδες/ km^2 ισορροπώντας με βάση τη διαθέσιμη λιβαδική παραγωγή και τη μέση ετήσια βροχόπτωση. Η τιμή των 150 ζωικών μονάδων/ km^2 αντιστοιχεί σε 1,5 ζωικές μονάδες ανά εκτάριο, η οποία αποτελεί μια βοσκοφόρτωση για μέτρια και αειφορική χρήση για τα περισσότερα φυσικά λιβάδια της χώρας μας. Η παραπάνω σχέση μεταξύ λιβαδικής παραγωγής, βόσκησης και βροχόπτωσης υποδηλώνει μια ισορροπία μεταξύ του παραγωγικού δυναμικού των λιβαδιών και της κατανάλωσης των ζώων στην επαρχία Λαγκαδά, πράγμα που σημαίνει αειφορική χρήση χωρίς υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Από την μελέτη της σημερινής διαχείρισης των λιβαδιών στην Επαρχία, διαπιστώθηκε ότι, ιδιαίτερα μετά την δεκαετία του 1980 και την είσοδο της χώρας στην Ευρωπαϊκή κοινότητα, υπήρξε αύξηση του ζωικού κεφαλαίου και του αριθμού των ζωικών μονάδων σε επίπεδα μεγαλύτερα από αυτά που δίνει το μοντέλο (Chouvardas and Papanastasis 2004, Ευαγγέλου και συν. 2008). Από την άλλη μεριά, ο χρόνος διατροφής στα λιβάδια μειώθηκε σημαντικά στα περισσότερα Δημοτικά Διαμερίσματα και οι ημερήσιες ανάγκες των ζώων σε τροφή καλύπτονται σε μεγάλο βαθμό με έτοιμες ζωοτροφές (συμπυκνωμένες και χονδροειδείς) (Ευαγγέλου και συν. 2008). Αποτέλεσμα της πρακτικής αυτής είναι η αλλοίωση του παραδοσιακού τρόπου εκτροφής των ζώων με βάση μόνο ή κατά το

πλείστον από τα λιβάδια. Παράλληλα παρατηρήθηκε και το φαινόμενο της διάβρωσης του εδάφους γύρω από θέσεις συγκέντρωσης των αγροτικών ζώων στα λιβάδια (ποτίστρες, θέσεις ανάπαυσης, αλαταριές, στάνες κ.λπ.) (Ghossoub 2003), λόγω της υπερβόσκησης και της συνεπακόλουθης υποβόσκησης των θέσεων και περιοχών πέραν των σημείων συγκέντρωσης (οικοσφαίρια) Η υποχρησιμοποίηση μεγάλου μέρους των φυσικών λιβαδιών συνέβαλε στην πύκνωση των θαμνολίβαδων και δασών στην επαρχία (Papanastasis and Chouvardas 2005), αυξάνοντας τον κίνδυνο της συσσώρευσης βιομάζας που μπορεί να οδηγήσει στο μέλλον στην υποβάθμιση λόγω εκδήλωσης καταστροφικών πυρκαγιών.

Βιβλιογραφία

Castanza, R. and A. Voinov. 2001. Modeling ecological and economic systems with STELLA: Part III. Ecol. Model., 143:1 – 7.

Chouvardas, D. and V. P. Papanastasis. 2004. Stocking rate evolution in Lagadas County. Unpublished Presentation at the Georange Science Meeting, March 11th-12th, 2004, Ispra, Italy.

Ευαγγέλου, Χ.Κ. Γιακουλάκη, Μ.Δ. και Παπαναστάσης. 2008. Διερευνηση του συστήματος εκτροφής αιγοπροβάτων και των χορηγήσεων επιδοτήσεων στο Δ.Δ. Ασκού της Επαρχείας Λαγκαδά Θεσσαλονίκης, σελ 317 – 322. Λιβαδοπονία και προστατευόμενες περιοχές (Μαντζανάς και Παπαναστάσης εκδότες). Πρακτικά του 6ου Πανελλήνιου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου 'Λιβαδοπονία και προστατευόμενες περιοχές', 2 - 4 Οκτωβρίου 2008, Λεωνίδιο Αρκαδίας. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία. Δημ No. 14.

Ghossoub, S.R. 2003. Impact of piospheric points on Mediterranean rangelands. Master Thesis of Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Crete, Greece.

Hellden, U. 2008. A coupled human–environment model for desertification simulation and impact studies. Global and Planetart Change, 64(3-4): 158-168.

Lorent H., Evangelou Ch., Stelmes M., Hill J., Papanastasis V.P, Tsiourlis G., Roeder A. and Lampin E.F. 2008. Land degradation and economic conditions of agricultural households in a marginal region of northern Greece. Global and Planetary Change, 64 (2008) 198-209.

Papanastasis, V.P. and Chouvardas, D. 2005. The state-and-transition approach to conservation management of Mediterranean rangelands and landscapes. Israel J. Plant Sci., 53: 191–202.

Roeder, A., Hill, J., Kuemmerle, T., del Barrio G., Papanastasis V.P. and G.M. Tsiourlis. 2009. Geomatics-based characterization of spatial and temporal trends in heterogeneous Mediterranean rangelands of Northern Greece, p. 281-299. In: Recent Advances in Remote Sensing and Geoinformation Processing for Land Degradation Assessment (Roeder, A. and J. Hill, eds). Taylor and Francis Group, London.

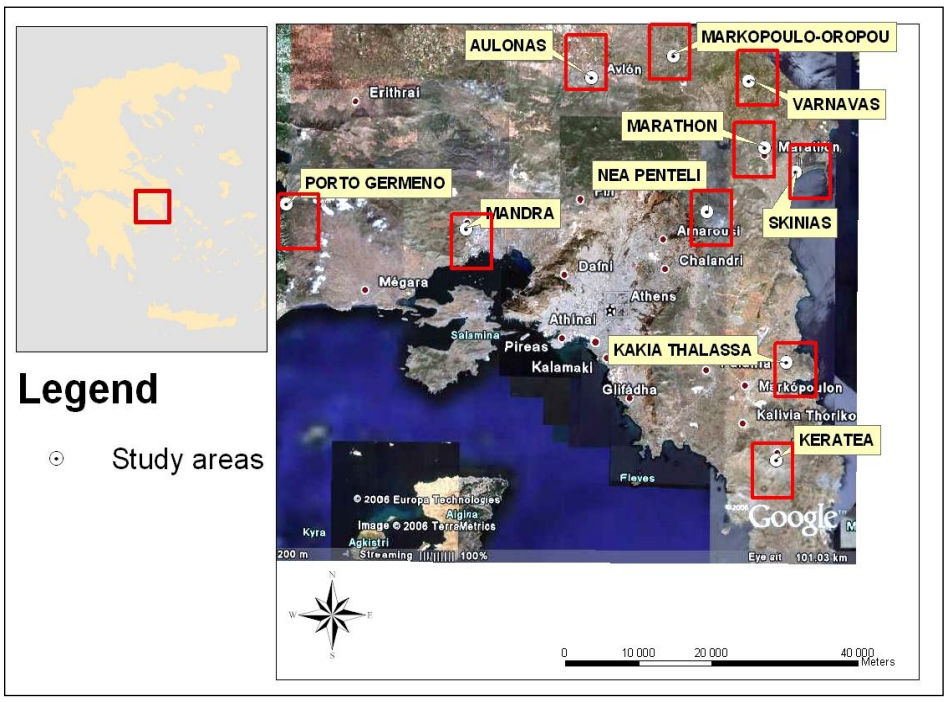
Εξέλιξη της δασικής κάλυψης στην Αττική και εκτίμηση των τάσεων ερημοποίησης εξαιτίας ανθρώπινων δραστηριοτήτων, βόσκησης και πυρκαγιών

Γαβριήλ Ξανθόπουλος, Μιχάλης Ξανθάκης, Χρήστος Βονιτσάνος
Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας
Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών
Προϊόντων 11528 Ιλίσια, Αθήνα
Τηλ.: 210 7793142, e-mail: gxnrtc@fria.gr

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα της διερεύνησης κοινωνικοοικονομικών και φυσιογραφικών παραγόντων σε σχέση με την υποβάθμιση της βλάστησης και την εμφάνιση τάσεων ερημοποίησης σε δέκα περιοχές του Νομού Αττικής. Σε αυτές τις περιοχές εμφανίζονται τάσεις ερημοποίησης που πιστεύεται ότι προκλήθηκαν από ανθρωπογενείς επιδράσεις όπως πυρκαγιές, υπερβόσκηση και αλλαγές χρήσεων γης οι οποίες οδήγησαν μεταξύ άλλων στη δραματική μείωση της δασοκάλυψης της Αττικής. Χαρακτηριστικό πρόσφατο παράδειγμα της καταστροφής του δάσους και των δασικών εκτάσεων αποτέλεσαν δύο μεγάλες πυρκαγιές που εκδηλώθηκαν τα τελευταία χρόνια, η πυρκαγιά της Πάρνηθας τον Ιούνιο του 2007 και η πυρκαγιά της Βορειανατολικής Αττικής τον Αύγουστο του 2009 που κατέστρεψαν ένα μεγάλο ποσοστό των δασών του Νομού.

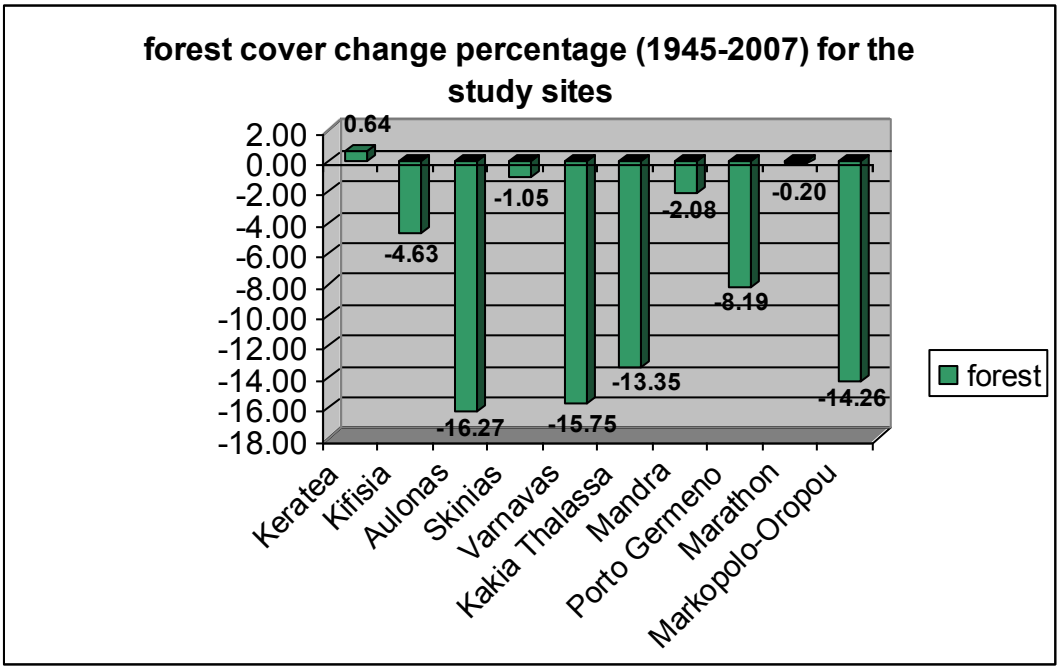
Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε αρχικά επικεντρώθηκε στη διερεύνηση της ύπαρξης φαινομένων υποβάθμισης της δασικής βλάστησης και γενικότερα ερημοποίησης στην Αττική. Στη συνέχεια έγινε προσπάθεια να εξηγηθούν τα ευρήματα συνδέοντας τις αλλαγές μέσω στατιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης με παράγοντες που γενικά θεωρούνται ότι οδηγούν στη μείωση της δασοκάλυψης και την ερημοποίηση.

Πρώτα έγινε μια σύντομη αρχική έρευνα χρησιμοποιώντας το χάρτη αλλαγών χρήσεων γης κατά CORINE για τη δεκαετία 1990-2000 μια κρίσιμη δεκαετία για την Αττική αφού παρατηρήθηκε η τάση ανάπτυξης του αστικού ιστού της Αθήνας προς τα παράλια του Νομού και μία μείωση σημαντική των δασικών εκτάσεων. Στη συνέχεια έγινε μία έρευνα για την εκτίμηση των αλλαγών χρήσεων γης σε περιοχές της Αττικής με πολύ μεγαλύτερο χρονικό βάθος. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές εικόνες από το Google Earth του 2007 που συγκρίθηκαν αεροφωτογραφίες από το 1945 και το 1960 για δέκα περιοχές (Μαραθώνας, Κακιά θάλασσα, Μάνδρα, Μαρκόπουλο-Ωρωπού, Πόρτο Γερμενό, Κερατέα, Βαρνάβα, Αυλώνα, Σχινιάς, και Νέα Πεντέλη). Για να αποφευχθούν λάθη γεωαναφοράς στις εικόνες έγινε επίθεση ενός κανάβου σημείων οπότε οι αλλαγές μελετήθηκαν στα ίδια σημεία και στις δύο εικόνες. Οι έρευνα κατέδειξε μία μείωση της δασοκάλυψης σε όλες σχεδόν τις υπό μελέτη περιοχές καθώς και μια τάση εμφάνισης φαινομένων ερημοποίησης. Στην συνέχεια για να εξηγηθούν οι τάσεις αυτές χρησιμοποιήθηκαν στατιστικά δεδομένα από δημόσιους και άλλους φορείς (Πυροσβεστικό Σώμα, ΕΣΥΕ, Δασική Υπηρεσία) όπου μελετήθηκαν διεξοδικά αρχεία πυρκαγιών, πληθυσμιακά στοιχεία και κτηνοτροφικά δεδομένα των υπό μελέτη περιοχών. Δημιουργήθηκαν νέες στατιστικές μεταβλητές όπως π.χ. ποσοστό καμένης έκτασης, πυκνότητα πληθυσμού και πυκνότητα κτηνοτροφικών ζώων, οι οποίες συσχετίστηκαν χρησιμοποιώντας στατιστικούς δείκτες (Pearson correlation) με τις αλλαγές χρήσεων γης από τη σύγκριση των εικόνων του 1945 και του 2007. Στη συνέχεια έγινε ανάλυση παλινδρόμησης μεταξύ των στατιστικών δεδομένων και των αλλαγών χρήσεων γης.



Εικόνα 1. Οι δέκα περιοχές στις οποίες διερευνήθηκαν δειγματοληπτικά οι αλλαγές χρήσης γης.

Μια τελευταία ανάλυση δεδομένων για πέντε υπό μελέτη περιοχές (Νέα Πεντέλη, Σχινιάς, Βαρνάβας, Αυλώνας και Κερατέα) λόγω διαθεσιμότητας δεδομένων έγινε μεταξύ φυσιογραφικών παραμέτρων (κλίση, πτυχή) και των αλλαγών χρήσεων γης ώστε να εξετασθεί η σπουδαιότητα των δύο αυτών παραμέτρων στις αλλαγές των χρήσεων γης των περιοχών και η συμβολή τους στην εμφάνιση τάσεων ερημοποίησης.



Εικόνα 2. Ποσοστιαία αλλαγή δασοκάλυψης (υψηλού δάσους) στις δέκα περιοχές της Αττικής που μελετήθηκαν.

Γενικά συμπεράσματα της μελέτης είναι:

a. Σε όλες σχεδόν τις περιοχές εμφανίζεται μείωση της δασοκάλυψης, με αρκετές αυξομειώσεις του ποσοστού μείωσης από περιοχή σε περιοχή (μεγαλύτερο ποσοστό στο Βαρνάβα και στον Αυλώνα πάνω από 15%).

b. Εμφανίζεται μία αύξηση των άγονων και υποβαθμισμένων περιοχών στις υπό μελέτη περιοχές, όπως και μία μείωση στις γεωργικές εκτάσεις,

c. Οι αστικές εκτάσεις έχουν αυξηθεί σημαντικά σε όλες τις περιοχές μελέτης,

d. Οι στατιστικές συσχετίσεις δεν είναι γενικά ισχυρές, ως αποτέλεσμα του πλήθους των παραγόντων από τις οποίες εξαρτώνται οι παρατηρηθείσες μεταβολές στις 10 περιοχές. Οι σημαντικότερες στατιστικές συσχετίσεις εμφανίστηκαν μεταξύ του ποσοστού αλλαγής της δασοκάλυψης κατά την περίοδο (1945-2007) και του ποσοστού αλλαγής των αιγοπροβάτων (1961-2001) (R^2=0,321), καθώς και του ποσοστού αλλαγής δασοκάλυψης και θαμνοκάλυψης (1945-2007) με την αλλαγή

e. Για κάποιες από τις πέντε υπό μελέτη περιοχές (Κερατέα, Βαρνάβας) η πλειοψηφία των αλλαγών συνέβη σε κλίσεις 20-35%, πιθανή ένδειξη της συμβολής της εδαφικής διάβρωσης στην υποβάθμιση. Η εξέταση της έκθεσης έδειξε ότι σε τρεις από τις πέντε περιοχές (Κερατέα, Κηφισιά, Σχινιάς) η πλειοψηφία των αλλαγών συνέβη σε νότιες και δυτικές εκθέσεις στις οποίες περιβαλλοντικές συνθήκες είναι δυσμενέστερες για τη βλάστηση σε μία περιοχή με περιορισμένο ετήσιο ύψος βροχοπτώσεων όπως η Αττική.

f. Τέλος, η ερευνά κατέδειξε ότι σύγχρονα δορυφορικά δεμένα που παρουσιάζουν διαχρονική πληροφορία για τις αλλαγές χρήσεων γης ενός τόπου μπορεί να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά ώστε να μελετήσουν και να εξηγήσουν τις αλλαγές χρήσεων γης και τάσεων ερημοποίησης σε μία περιοχή.