

## **ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΒΑΣΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΟΥ ΔΑΚΟΥ (*Dacus oleae*). Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ Ν. ΛΕΣΒΟΥ.**

**Σηφακάκη, Φωτεινή<sup>1,\*</sup>, Βαϊτίης, Μιχαήλ<sup>2</sup> και Σουλακέλλης Νικόλαος<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Π.Μ.Σ. "ΓΕΩΡΓΙΑ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ", Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος,  
Λόφος Πανεπιστημίου, 811 00 Μυτιλήνη, Email: f.sifakaki@yahoo.gr

<sup>2</sup>Επίκουρος Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Γεωγραφίας

<sup>3</sup>Αναπληρωτής Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Γεωγραφίας

### **Περίληψη**

Η καταπολέμηση του εντόμου του δάκου (*Dacus oleae*) μέσω του προγράμματος της δακοκτονίας είναι μια σύνθετη διαδικασία, στην οποία εμπλέκονται πολλοί φορείς (Δ/ση Αγροτικής Ανάπτυξης, ελαιοπαραγωγοί, γεωπόνοι, συνεργεία ψεκασμών-καθαρισμού) και πρέπει να ληφθούν υπόψη πολλοί παράμετροι (έκταση και πυκνότητα ελαιώνων, γεωμορφολογία εδάφους, καταμετρήσεις δακοπληθυσμού, κλιματικές συνθήκες κ.ά.). Εντούτοις, απουσιάζει ένα πληροφοριακό σύστημα για την υποστήριξή του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αποσπασματική και πλημμελή συγκέντρωση δεδομένων, την αδυναμία συσχέτισής τους και τον κίνδυνο λανθασμένης εκτίμησής τους. Έτσι, πολλές φορές η καταπολέμηση του δάκου δεν είναι επιτυχής, με δυσμενείς επιπτώσεις στην οικονομία (λόγω της υποβαθμισμένης ποιότητας του ελαιολάδου) και στο περιβάλλον (λόγω της συνεχούς εφαρμογής δολωματικών παγίδων – ψεκασμών).

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη μιας βάσης γεωγραφικών δεδομένων (spatial database), με στόχο την κεντρική, δομημένη και συνεπή διαχείριση όλων των δεδομένων που σχετίζονται με τη δακοκτονία στο νησί της Λέσβου. Η ύπαρξη ενός ενιαίου χώρου διαχείρισης των δεδομένων και των μεταξύ τους συσχετίσεων επιτρέπει την εξαγωγή σύνθετων πληροφοριών, με τη δυνατότητα περαιτέρω επεξεργασίας τους για τη δημιουργία θεματικών χαρτών και γραφημάτων, ή την εφαρμογή τεχνικών χωρικής ανάλυσης. Τα αποτελέσματα των παραπάνω διαδικασιών μπορούν να υποστηρίξουν τους υπεύθυνους γεωπόνους στην εξειδίκευση του προγράμματος δακοκτονίας για κάθε περιοχή, τόσο πριν την έναρξή του (π.χ. στον ακριβέστερο καθορισμό των θέσεων των παγίδων), όσο και κατά τη διάρκεια αυτού (π.χ. στη εφαρμογή προληπτικών μέτρων ανάλογα με τον πληθυσμό του εντόμου), ή ακόμα και σε μακροπρόθεσμο επίπεδο (π.χ. στην εκτίμηση της συμπεριφοράς του δάκου ανάλογα με τις γεωμορφολογικές και κλιματολογικές συνθήκες).

## **DESIGNING, DEVELOPMENT AND GEO-VISUALIZATION OF A SPATIAL DATABASE FOR THE (*Dacus oleae*) CONTROL. THE CASE OF THE LESVOS ISLAND.**

**Sifakaki Fotini<sup>1,\*</sup>, Vaitis Michail<sup>2</sup> and Soulakellis Nikolaos<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Postgraduate Studies Programme in "Agriculture and Environment",  
University of the Aegean, Department of Environment,  
University Hill, GR-811 00 Mytilene, Greece, Email: f.sifakaki@yahoo.gr

<sup>2</sup>Assistant Professor, University of the Aegean, Department of Geography, Greece

<sup>3</sup>Associate Professor, University of the Aegean, Department of Geography, Greece

### **Abstract**

Limiting the spreading of the wild population of olive fly *Bactrocera (Dacus) oleae* through a trapping program, is a complex process, in which various services and people are involved (local

rural offices, agronomists, producers of olive oil) and many parameters (such as soil and geographical factors, density of olive groves, the fluctuation of dacus population, weather conditions etc.) should be taken into account. Nevertheless, a proper information system to support the trapping program is missing. This causes insufficient data acquisition, absence of data inter-relationships and incorrect assessments. As a result, the management of olive pest control is not always successful, with important implications to the economy (because of a reduction of the quality of olive oil) and the environment (due to an extensive use of pesticides).

For this purpose, a spatial database was designed and developed, in order to store and manipulate all geographic data related to the olive pest control in the island of Lesvos, in a unified, structured and consistent manner. The database provides the means for the extraction of complex information, which in turn supports the creation of thematic maps and gives the possibility of a further spatial data analysis. For example, the determination of the mean population of olive fly per trap in a specific area is possible (providing a long-term study on the behavior of the insect), or the identification of areas with high or low insect density (enabling decisions in pesticides applications). Conclusively, spatial databases and GIS are considered as essential tools for the investigation and analysis of olive oil pest management scenarios.

**Λέξεις Κλειδιά:** Δάκος, πληθυσμός δάκου, βάση γεωγραφικών δεδομένων, θεματική χαρτογραφία, ν. Λέσβος

**Key words:** *Bactrocera (Dacus) oleae*, olive fly population, spatial database, thematic cartography, Lesvos Island

## 1. Εισαγωγή

Από τα αρχαία χρόνια μέχρι τη σύγχρονη εποχή, ο δάκος της ελιάς (*Bactrocera oleae*, *Dacus oleae*) αποτελούσε και αποτελεί ένα μεγάλο πρόβλημα στην καλλιέργεια των ελαιώνων και στην παραγωγή του ελαιόλαδου. Η ζημιά προέρχεται από την προνύμφη του δάκου, η οποία αναπτύσσεται μέσα στον ελαιόκαρπο. Στα νύγματα της αναπτύσσονται σήψεις που προκαλούν πτώση τόσο σε άγουρους, όσο και σε ώριμους καρπούς (Μπρούμας, 2002). Σύμφωνα με τους Ζερβούδη & Συγγελάκη (1986), το μέγεθος του προβλήματος πηγάζει από το γεγονός ότι ο δάκος διατηρεί το χαρακτηριστικό της προσβολής καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, σε αντίθεση με άλλους εχθρούς της ελιάς που παρουσιάζουν τοπικό χαρακτήρα και συχνά χρονικό περιορισμό στην περίοδο της εμφάνισής τους. Για αυτό το λόγο, ο δάκος θεωρείται ο σοβαρότερος εχθρός της ελιάς, ο οποίος προκαλεί κάθε χρόνο σημαντική ποσοτική και ποιοτική ζημιά στην ελαιοπαραγωγή της χώρας, ενώ επιβαρύνει σημαντικά το κόστος παραγωγής, λόγω των απαραίτητων επεμβάσεων για την καταπολέμησή του (Michellakis, 1990).

Το νησί της Λέσβου είναι μία από τις σημαντικότερες ελαιοκομικές περιοχές της χώρας, με μέση ετήσια παραγωγή ελαιόλαδου περί τους 25-30 χιλιάδες τόνους. Το ελαιόλαδο της Λέσβου έχει αναγνωριστεί από την Ε.Ε. ως προϊόν Προστατευόμενης Γεωγραφικής Ένδειξης με την ονομασία «ΛΕΣΒΟΣ Ή ΜΥΤΙΛΗΝΗ ΠΓΕ». Ο ελαιώνας της Λέσβου περιλαμβάνει περίπου 10 εκατομμύρια δέντρα, τα οποία εκτείνονται σε έκταση 450.000 στρεμμάτων, κυρίως στο νότιο και νοτιοανατολικό τμήμα, καλύπτοντας το 27% της συνολικής έκτασης του νησιού (Τζαννή, 2000) (βλ. και Χάρτη 1).

Στη Λέσβο, όπως άλλωστε και σε όλες τις ελαιοπαραγωγικές περιοχές της Ελλάδας, για την καταπολέμηση του δάκου εφαρμόζεται πρόγραμμα δακοκτονίας, το οποίο στηρίζεται σε δολωματικούς ψεκασμούς, οι οποίοι πραγματοποιούνται με εγκεκριμένα από την Ε.Ε. οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα. Για την παρακολούθηση του πληθυσμού του δάκου αναρτώνται γυάλινες δακοπαγίδες τύπου McPhail σε ολόκληρο τον ελαιώνα του νησιού, με ελκυστικό περιεχόμενο υδατικό διάλυμα θειικής αμμωνίας σε περιεκτικότητα 2%. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές της δακοκτονίας, οι δακοπαγίδες πρέπει να τοποθετούνται με πυκνότητα μια ανά 1000 δέντρα, πρέπει να ελέγχονται και να αλλάζονται το περιεχόμενό τους κάθε 5 ημέρες, με ταυτόχρονη καταμέτρηση των συλληφθέντων δάκων. Από την παρακολούθηση αυτή θεωρητικά εξαρτάται η συχνότητα, ο χρόνος και ο τρόπος εφαρμογής των δολωματικών ψεκασμών κατά τη διάρκεια της περιόδου δακοκτονίας.

Αν και στο πρόγραμμα δακοκτονίας εμπλέκονται πολλοί φορείς (Δ/ση Αγροτικής Ανάπτυξης, ελαιοπαραγωγοί, γεωπόνοι, συνεργεία ψεκασμών-καθαρισμού) και πρέπει να ληφθούν υπόψη πολλοί παράμετροι (έκταση και πυκνότητα ελαιώνων, γεωμορφολογία εδάφους, καταμετρήσεις δακοπληθυσμού, κλιματικές συνθήκες κ.ά.), απουσιάζει ένα πληροφοριακό σύστημα για την υποστήριξή του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αποσπασματική και πλημμελή συγκέντρωση

δεδομένων, την αδυναμία συσχέτισής τους και τον κίνδυνο λανθασμένης εκτίμησής τους. Έτσι, πολλές φορές η καταπολέμηση του δάκου δεν είναι επιτυχής, με προφανείς οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Για τους λόγους αυτούς κρίθηκε αναγκαία η δημιουργία μιας βάσης γεωγραφικών δεδομένων, με στόχο την κεντρική, δομημένη και συνεπή διαχείριση όλων των δεδομένων που σχετίζονται με τη δακοκτονία (Σηφακάκη, 2006). Πιο συγκεκριμένα, η βάση δεδομένων επιτρέπει τη εξαγωγή σύνθετων πληροφοριών και την υποστήριξη της δημιουργίας θεματικών χαρτών (Παπαφιλίππάκης κ.ά, 2007) και γραφημάτων ή την εφαρμογή τεχνικών χωρικής ανάλυσης. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατός ο καλύτερος σχεδιασμός και η αποτελεσματικότερη διεξαγωγή του προγράμματος δακοκτονίας, με ουσιαστικά οφέλη στο κόστος της παραγωγής και στη προστασία του περιβάλλοντος.

Η δομή της υπόλοιπης εργασίας έχει ως εξής: Στο κεφάλαιο 2 παρουσιάζεται ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της βάσης γεωγραφικών δεδομένων και δίνονται πληροφορίες για τις πηγές των δεδομένων. Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζονται θεματικοί χάρτες και διαγράμματα που προέρχονται από τη βάση δεδομένων και αναλύονται τα ευρήματα που προέκυψαν από τη μελέτη τους. Στο κεφάλαιο 4 διατυπώνονται τα συμπεράσματα της εργασίας και δίνονται οι κατευθύνσεις για περαιτέρω έρευνα.

## 2. Βάση Γεωγραφικών Δεδομένων

Ο εννοιολογικός σχεδιασμός της γεωγραφικής βάσης δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη γλώσσα μοντελοποίησης UML και συγκεκριμένα με διάγραμμα κλάσεων (Fowler *et al.*, 2003), σύμφωνα με την ανάλυση απαιτήσεων που προέκυψε από τη βιβλιογραφία και από συνεντεύξεις με υπαλλήλους της Δ/σης Αγροτικής Ανάπτυξης Λέσβου και με εργαζομένους στη δακοκτονία.

Το διάγραμμα κλάσεων (Σχήμα 1) απαρτίζεται από 23 κλάσεις και 24 τύπους συσχέτισεων. Δέκα έξι (16) κλάσεις αφορούν χωρικά δεδομένα. Βασικές κατηγορίες δεδομένων που περιλήφθηκαν στο σχεδιασμό είναι: (α) Διοικητικά όρια (ζώνες ευθύνης, Δήμοι, Δημοτικά Διαμερίσματα), (β) Γεωγραφικά δεδομένα (οδικό δίκτυο, υδρογραφικό δίκτυο, χρήσεις γης, κ.λπ.), (γ) κλιματικά δεδομένα (κλιματικοί τύποι, μετεωρολογικοί σταθμοί, μετρήσεις), (δ) ελαιοκομικά δεδομένα (ελαιοκομικές ζώνες, παραγωγή, ελαιώνες), και (ε) δεδομένα που αφορούν τη δακοκτονία (τομείς δακοκτονίας, συνεργεία, ψεκασμοί, παγίδες, δειγματοληψίες, καθαρισμοί). Οι τύποι συσχέτισεων εκφράζουν κυρίως τις σχέσεις μερωνυμίας (part of) και κυριότητας (has) μεταξύ των κλάσεων.

Έμφαση δόθηκε στη γενικότητα του σχεδιασμού, έτσι ώστε να είναι δυνατή η εφαρμογή του για οποιαδήποτε γεωγραφική περιοχή και για οποιοδήποτε χρονικό διάστημα. Αυτό επιτεύχθηκε με την κλάση Ζώνη\_Ευθύνης που επιτρέπει τον καθορισμό μίας ή περισσότερων περιοχών όπου εφαρμόζεται πρόγραμμα δακοκτονίας, καθώς και με την πρόβλεψη του κατηγορήματος έτος στις περισσότερες από τις υπόλοιπες κλάσεις. Όλες οι κλάσεις συνδέονται, είτε άμεσα είτε έμμεσα, μέσω συσχέτισεων με τη Ζώνη\_Ευθύνης.

Η βάση δεδομένων αναπτύχθηκε στο σύστημα διαχείρισης γεωγραφικών δεδομένων ArcCatalog της οικογένειας ESRI ArcGIS, μέσω της δημιουργίας προσωπικής γεω-βάσης (personal geodatabase) (MacDonald, 2001) σύμφωνα με το σχεσιακό μοντέλο δεδομένων (Elmasri *et al.*, 2004).

Τα δεδομένα που εισήχθησαν στη βάση δεδομένων αφορούν το νησί της Λέσβου και το πρόγραμμα δακοκτονίας έτους 2005. Σύμφωνα με στοιχεία της ΕΣΥΕ, η Λέσβος χαρακτηρίζεται ως ημιορεινή κατά 43%, πεδινή κατά 36% και ορεινή κατά 21%. Σύμφωνα με τον ΚΑΝ (ΕΟΚ) 2138/97, χωρίζεται σε επτά ελαιοκομικές ζώνες, η οριοθέτηση των οποίων στηρίζεται στην ομοιογένεια των εδαφοκλιματικών συνθηκών, στην πυκνότητα φύτευσης και στη δυναμικότητα παραγωγής ελαιολάδου. Ακόμα, χωρίζεται σε 28 τομείς δακοκτονίας και κάθε τομέας εξυπηρετείται από 6 έως 8 συνεργεία δακοκτονίας, ενώ σε κάθε συνεργείο αναλογούν περίπου 50.000 ελαιόδεντρα.

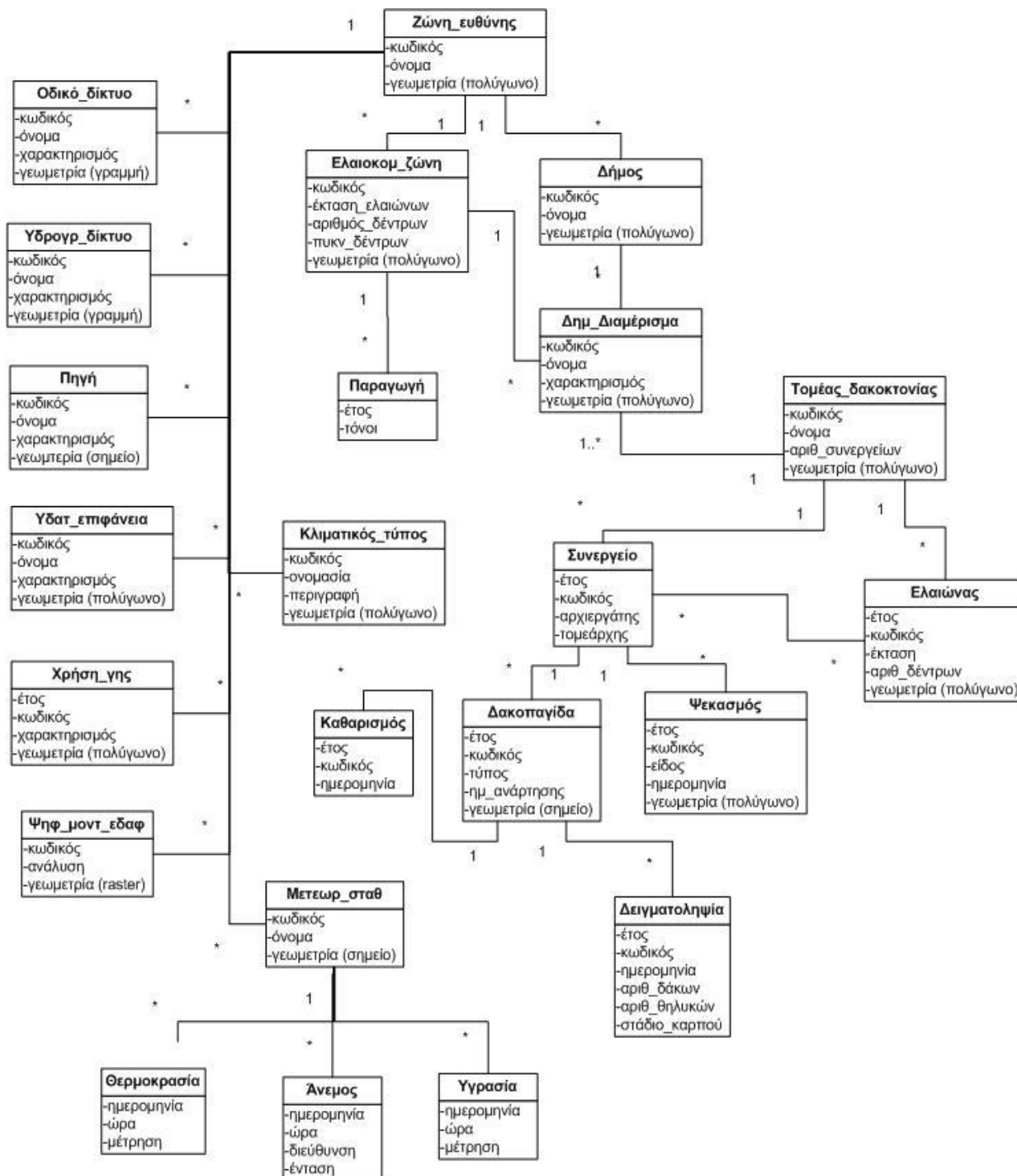
Ειδικότερα, μελετήθηκαν τρεις χαρακτηριστικές περιοχές ως προς τη μορφολογία του εδάφους και την ελαιοκομική ζώνη στην οποία ανήκουν (βλ. Χάρτη 1):

α) Το Δ.Δ. Αγιάσου, το οποίο ανήκει στο Δήμο Αγιάσου, βρίσκεται στην ορεινή Ν.Α. πλευρά του νησιού και έχει ορισθεί ως ο 16<sup>ος</sup> τομέας δακοκτονίας. Η Αγιάσος ως προς την παραγωγή ελαιολάδου ανήκει στην 3<sup>η</sup> ελαιοκομική ζώνη (με μέση παραγωγή 24,21kg/100kg καρπού). Καταγράφηκαν οι θέσεις των παγίδων και οι πληθυσμοί του δάκου του 8<sup>ου</sup> συνεργείου.

β) το Δ.Δ. Μόριας, το οποίο ανήκει στο Δήμο Μυτιλήνης και έχει ορισθεί ως ο 4<sup>ος</sup> τομέας δακοκτονίας. Η περιοχή της Μόριας χαρακτηρίζεται ως ημιορεινή, ανήκει στην 7<sup>η</sup> ελαιοκομική ζώνη

(με μέση παραγωγή ελαιολάδου 24,04kg/100kg καρπού) και βρίσκεται στην ανατολική πλευρά της Λέσβου. Καταγράφηκαν οι θέσεις των παγίδων και οι πληθυσμοί του δάκου του 1<sup>ου</sup> συνεργείου.

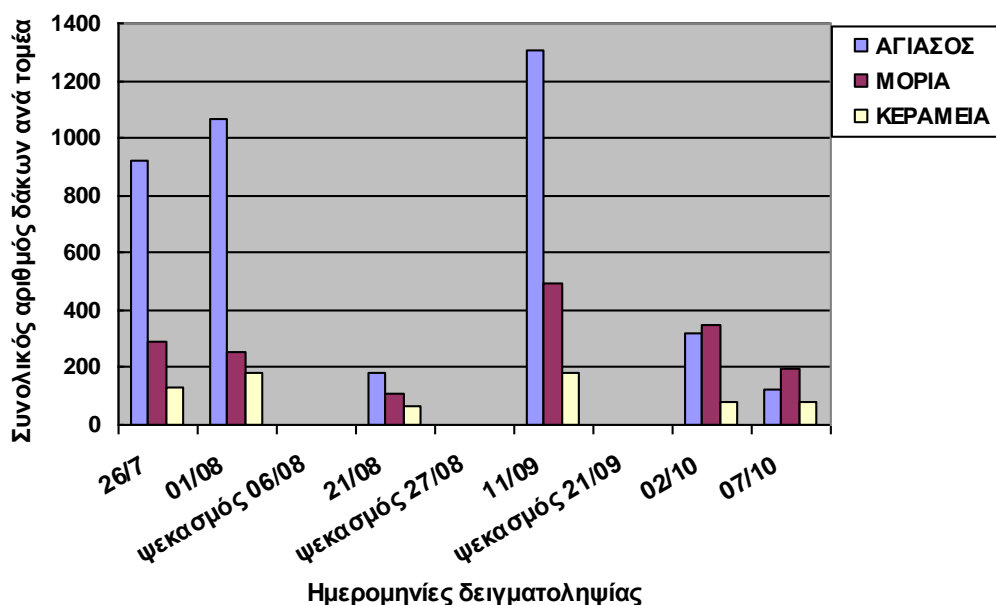
γ) το Δ.Δ. Κεραμειών, το οποίο ανήκει στο Δήμο Ευεργετούλα, είναι πεδινή περιοχή και βρίσκεται στο ανατολικό τμήμα του νησιού. Τα Κεραμεία ορίζονται ως ο 17<sup>ος</sup> τομέας δακοκτονίας και ανήκουν στην 1<sup>η</sup> ελαιοκομική ζώνη (με μέση παραγωγή ελαιολάδου 23,12kg/100kg καρπού). Καταγράφηκαν οι θέσεις των παγίδων και οι πληθυσμοί του δάκου του 1<sup>ου</sup> συνεργείου.



Σχήμα 1. Διάγραμμα κλάσεων της βάσης γεωγραφικών δεδομένων

Οι θέσεις των παγίδων καταγράφηκαν με επιτόπια επίσκεψη με τη χρήση συσκευής GPS. Τα στοιχεία του πληθυσμού του δάκου προήλθαν από τις έξι δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο του προγράμματος δακοκτονίας (27/7, 1/8, 21/8, 11/9, 2/10 και 7/10). Την ίδια περίοδο πραγματοποιήθηκαν τρεις ψεκασμοί (6/8, 27/8 και 21/9) και τρεις καθαρισμοί των παγίδων (11/8, 6/9 και 27/10). Συνοπτική παρουσίαση των καταγραφών γίνεται στο Διάγραμμα 1.

Τα δεδομένα που αφορούν στην πυκνότητα και την έκταση των ελαιώνων ανά ελαιοκομική ζώνη, τους τομείς δακοκτονίας και τους κλιματικούς τύπους, προήλθαν από τη Δ/ση Αγροτικής Ανάπτυξης Λέσβου και το Ελαιοκομικό Μητρώο. Ο αριθμός των ελαιόδεντρων ανά ελαιοκομική ζώνη και ελαιώνα αντλήθηκε από συναφή μελέτη (Κόκκινος, 2005). Κλιματικά δεδομένα αντλήθηκαν από τον μετεωρολογικό σταθμό της Λέσβου στην περιοχή Κάτω Τρίτος. Τα υπόλοιπα γεωγραφικά δεδομένα (ψηφιακό μοντέλο εδάφους, χρήσεις γης, διοικητικά όρια, οδικό και υδρογραφικό δίκτυο, κ.λπ.) παραχωρήθηκαν από τα εργαστήρια του Τμήματος Γεωγραφίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου.



Διάγραμμα 1. Διακύμανση πληθυσμού δάκου κατά την περίοδο 2005

### 3. Θεματικοί χάρτες – Ευρήματα

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα της γεωγραφικής βάσης δεδομένων και με τη βοήθεια του λογισμικού ArcMap της οικογένειας ESRI ArcGIS, δημιουργήθηκε μια σειρά από θεματικούς χάρτες για την οπτικοποίηση της κατανομής των παγίδων και της μεταβολής του πληθυσμού του δάκου στις τρεις περιοχές μελέτης, σε συνδυασμό με διάφορα γεωγραφικά δεδομένα (Σηφακάκη, 2006).

Ενδεικτικά παρουσιάζονται δύο χάρτες: (α) ο χάρτης του μέσου όρου του συνολικού δακοπληθυσμού (αθροιστικά για όλες τις δειγματοληψίες) κατά την περίοδο 2005 ανά παγίδα και περιοχή μελέτης (Χάρτης 1), και (β) ο χάρτης της μεταβολής του πληθυσμού του δάκου μεταξύ των δειγματοληψιών 21/8 και 11/9 (Χάρτης 2). Σημειώνεται ότι μεταξύ των δύο δειγματοληψιών μεσολάβησε ψεκασμός στις 27/8 (διάγραμμα 1). Στους χάρτες απεικονίζονται επίσης η μορφολογία του εδάφους (υψόμετρο), το οδικό δίκτυο και το υδρογραφικό δίκτυο.

Από την παρατήρηση των χαρτών προκύπτουν ορισμένα χαρακτηριστικά ευρήματα σχετικά με το σχεδιασμό και την υλοποίηση της δακοκτονίας στη νήσο Λέσβο:

Συνήθης πρακτική είναι οι παγίδες (Χάρτης 1) να τοποθετούνται πλησίον του δρόμου και όχι με βάση τη γεωμορφολογία της περιοχής του κάθε συνεργείου (κυρίως στις περιοχές Κεραμειών και Μόριας). Η πρακτική αυτή θεωρείται λανθασμένη, καθώς ο θόρυβος των αυτοκινήτων οδηγεί σε απομάκρυνση του δακοπληθυσμού από τις παγίδες (για τους δρόμους με κίνηση), ενώ οδηγεί και σε ανομοιόμορφη κατανομή των παγίδων. Παρατηρείται επίσης ότι οι περισσότερες παγίδες βρίσκονται σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους και δεν τοποθετούνται με την προβλεπόμενη πυκνότητα.

Τα παραπάνω οδηγούν σε πλασματικές εκτιμήσεις του πραγματικού αριθμού των ατόμων του δάκου και της πορείας εξέλιξης του πληθυσμού. Αυτό συνεπάγεται τον μη σωστό καθορισμό του χρόνου και του τρόπου εφαρμογής των ψεκασμών.

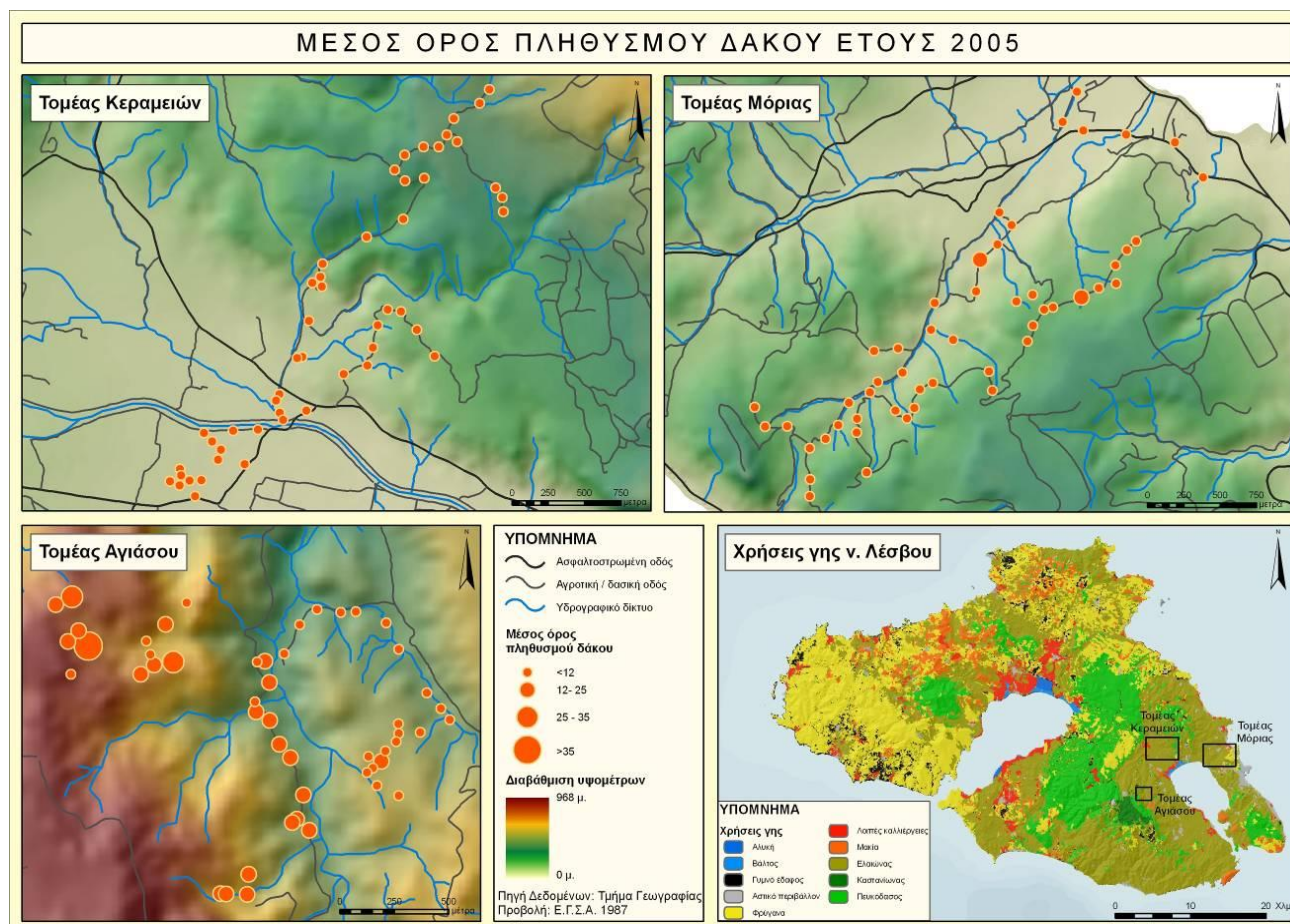
Επιπλέον, από την ανάλυση των χαρτών διαπιστώθηκε ότι έχουν τοποθετηθεί παγίδες (Χάρτης 1) σε κοντινή απόσταση από υδατορεύματα (κυρίως στις περιοχές Αγιάσου και Μόριας). Αυτό συνεπάγεται ότι κατά την εφαρμογή των δολωματικών ψεκασμών υπάρχει κίνδυνος ρύπανσης των

επιφανειακών (και κατ' επέκταση των υπόγειων) υδάτων, σε περίπτωση που τα συνεργεία παρεκκλίνουν από τους κανόνες διεξαγωγής του ψεκασμού.

Στην περιοχή των Κεραμειών, κυρίως στο βόρειο τμήμα της, λόγω των εδαφοκλιματικών συνθηκών που επικρατούν, δεν παρατηρείται υψηλός δακοπληθυσμός (1,2 άτομα δάκου ανά παγίδα), ώστε να προκαλείται ποιοτική υποβάθμιση του ελαιολάδου (Χάρτης 1). Παρόλα αυτά, εφαρμόστηκαν όλοι οι προβλεπόμενοι ψεκασμοί με βάση το πρόγραμμα της δακοκτονίας, σε ολόκληρο τον ελαιώνα της περιοχής αυτής.

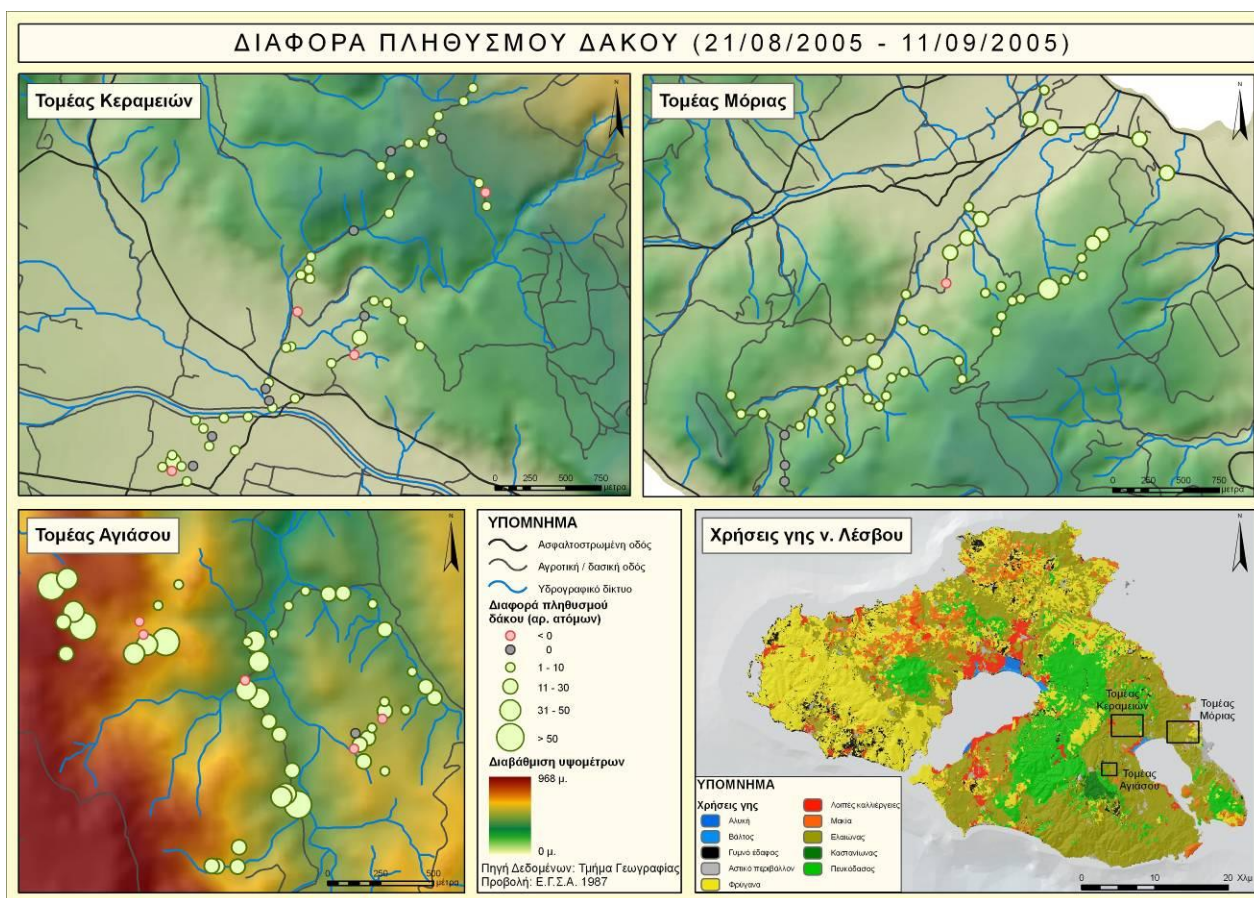
Τόσο από τους χάρτες όσο και από το διάγραμμα διαπιστώνεται ότι το ύψος του δακοπληθυσμού σχετίζεται με την μορφολογία εδάφους του ελαιώνα. Οι ορεινές περιοχές διαφοροποιούνται από τις ημιορεινές και πεδινές, εμφανίζοντας αυξημένο πληθυσμό δάκων σε όλη σχεδόν τη διάρκεια της περιόδου (Χάρτης 1). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, επικρατούν συνήθως χαμηλές για την εποχή θερμοκρασίες και υψηλή σχετική υγρασία, παράγοντες που ευνοούν την εμφάνιση αυξημένου δακοπληθυσμού. Ωστόσο, το αντίθετο συμβαίνει στο τέλος της περιόδου, με τις ημιορεινές περιοχές να εμφανίζουν αυξημένο πληθυσμό έναντι των ορεινών και πεδινών (Διάγραμμα 1). Η διαφοροποίηση αυτή ενισχύεται από την τάση που εμφανίζει ο δάκος να μετακινείται από πεδινούς σε ημιορεινούς ελαιώνες και αντίστροφα, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες (Fletcher *et al.*, 1978).

Πιο συγκεκριμένα, με βάση το διάγραμμα διαπιστώνεται ότι στην αρχή της περιόδου μέχρι τις αρχές Αυγούστου, ο δάκος κινείται αυξητικά, οπότε και μεσολαβεί δολωματικός ψεκασμός. Ωστόσο, παρόλο που στη συνέχεια πραγματοποιείται ψεκασμός στο σύνολο των τομέων, ανάμεσα στις δειγματοληψίες στις 21/8 και 11/9 παρατηρείται απότομη αύξηση του πληθυσμού (Χάρτης 2). Το γεγονός αυτό, σύμφωνα και με τα μετεωρολογικά δεδομένα της βάσης, υποδεικνύει ότι ευνοϊκές συνθήκες υγρασίας (περίπου 62%) και σχετικά χαμηλής θερμοκρασίας (περίπου 22,3°C) για την εποχή, συντέλεσαν στην έντονη δραστηριότητα του εντόμου και κατά συνέπεια στην αύξηση του εμφανιζόμενου πληθυσμού. Άρα στην ουσία ο δεύτερος ψεκασμός ήταν ανεπαρκής. Στη συνέχεια ακολούθησε δεύτερος δολωματικός ψεκασμός μεταξύ των δειγματοληψιών στις 11/9 και 2/10, ο οποίος συνέβαλε στη διατήρηση του πληθυσμού σε χαμηλά επίπεδα.



*Χάρτης 1. Κατανομή δακοπαγίδων και μέσος όρος πληθυσμού δάκου ανά παγίδα στους τομείς Αγιάσου, Μόριας, Κεραμειών (2005)*

Επιπλέον, διαπιστώνεται ότι κατά την εφαρμογή του τελευταίου ψεκασμού, ορισμένοι ελαιώνες (κυρίως στα όρια των τομέων Μόριας και Κεραμειών) θα μπορούσαν να είχαν εξαιρεθεί, καθώς οι τοποθετημένες παγίδες σε αυτούς δεν εμφάνισαν άτομα δάκου (Χάρτης 2).



*Χάρτης 2.: Μεταβολή πληθυσμού δάκου ανά παγίδα στους τομείς Αγιάσου, Μόριας, Κεραμειών (21/8/05-11/9/05)*

#### 4. Συζήτηση – Συμπεράσματα

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας δημιουργήθηκε μια βάση γεωγραφικών δεδομένων με σκοπό τη διαχείριση όλων των πληροφοριών που αφορούν στην καταπολέμηση του δάκου, με ειδική μελέτη περίπτωσης τη νήσο Λέσβο. Η συγκεκριμένη βάση δεδομένων εμπλουτίστηκε με δεδομένα που αφορούν τόσο στην παρακολούθηση του δάκου (δακοπαγίδες, πληθυσμός, τομείς, συνεργεία), όσο και στην γεωγραφία του νησιού (ανάγλυφο εδάφους, διοικητικά όρια, οδικό και υδρογραφικό δίκτυο, κλιματολογικά στοιχεία κ.λπ.). Ο σχεδιασμός της βάσης δεδομένων επιτρέπει τη χρήση της για οποιαδήποτε περιοχή και για οποιαδήποτε χρονική περίοδο, με την εισαγωγή των κατάλληλων κάθε φορά δεδομένων.

Η κεντρική διατήρηση και διαχείριση των δεδομένων συμβάλει στην αποφυγή πλεονασμών, ενώ εξασφαλίζει τη συνεκτικότητα, ακεραιότητα και ασφάλειά τους. Οι συσχετίσεις μεταξύ των δεδομένων επιτρέπουν την εκτέλεση ερωτημάτων για την εξαγωγή πληροφοριών σύμφωνα με τις εκάστοτε ανάγκες, με τη δυνατότητα περαιτέρω επεξεργασίας για τη σύνθεση θεματικών χαρτών, τη δημιουργία γραφημάτων ή την εφαρμογή τεχνικών χωρικής ανάλυσης. Τα αποτελέσματα των παραπάνω διαδικασιών δύναται να υποστηρίξουν τους υπεύθυνους γεωπόνους στην εξειδίκευση του προγράμματος δακοκτονίας για κάθε περιοχή, τόσο πριν την έναρξή του, όσο και κατά τη διάρκεια αυτού, ή ακόμα και σε μακροπρόθεσμο επίπεδο.

Πιο συγκεκριμένα, η χαρτογραφική οπτικοποίηση των γεωμορφολογικών και γεωγραφικών παραμέτρων κάθε περιοχής, σε συνδυασμό με την κάλυψη και πυκνότητα των ελαιώνων, μπορεί να συμβάλει στην καλύτερη τοποθέτηση των δακοπαγίδων με στόχο την μεγαλύτερη αξιοπιστία των δειγματοληψιών. Επίσης, η μελλοντική ενσωμάτωση δεδομένων που αφορούν

προστατευόμενες περιοχές π.χ. Natura 2000 ή βιολογικές καλλιέργειες, μπορεί να βοηθήσει στον καθορισμό ζωνών αποκλεισμού.

Η χαρτογραφική οπτικοποίηση των μεταβολών του δακοπληθυσμού σε συνάρτηση με τις μεταβολές του κλίματος και τους χρόνους πραγματοποίησης των ψεκασμών μπορούν να συμβάλουν στην αποφυγή άσκοπων ψεκασμών, στον καλύτερο προγραμματισμό του εύρους και της έντασης των επόμενων, ακόμα και στην εφαρμογή τοπικών ψεκασμών, όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο.

Η διαχρονική παρακολούθηση του πληθυσμού του δάκου και η εφαρμογή κατάλληλων μαθηματικών τεχνικών (π.χ. παλινδρόμηση) (Diggle *et al.*, 1998; Isgin *et al.*, 2008) σε συνδυασμό με την οικολογία του εντόμου, μπορούν να συμβάλουν στην εκτίμηση της συμπεριφοράς του δάκου ανάλογα με το υψόμετρο, τη γεωμορφολογία και το κλίμα της κάθε περιοχής, με προφανή οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη από την εφαρμογή τεχνικών στοχευμένης καταπολέμησής του.

Η οργάνωση των δεδομένων που αφορούν το δάκο σε βάσεις γεωγραφικών δεδομένων και η αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων που παρέχει η χρήση της Γεωπληροφορικής αποτελούν χρήσιμα εργαλεία και μπορούν να συμβάλουν σε ένα περισσότερο μεθοδικό σχεδιασμό και σε μια αποτελεσματικότερη διεξαγωγή του προγράμματος δακοκτονίας.

### Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς θα ήθελαν να εκφράσουν τις θερμές τους ευχαριστίες στον Θανάση Κίζο, τη Νικολέττα Κουκουρουβλή και τον Παναγιώτη Δημητακόπουλο για την πολύτιμη βοήθειά τους στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

### Βιβλιογραφία

- Ζερβούδης Γ. και Χ. Συγγελάκης, 1986: *Ο δάκος της ελιάς*. Ειδική Έκδοση της Ελαιουργικής ΣΥΝ.ΠΕ.
- Κόκκινος Ε., 2005: *Χρήση της Γεωπληροφορικής για την υποστήριξη του σχεδιασμού της δακοκτονίας στη Λέσβο*. Πτυχιακή εργασία. Π.Σ.Ε. «Περιβαλλοντική Χαρτογραφία», Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Μπρούμας Θ., 2002: Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση εχθρών της ελιάς. *Γεωργία-Κτηνοτροφία*, **3**, 99-114.
- Παπαφιλιππάκης Α., Νικηφοράκης Κ. και Σταυρουλάκης Γ., 2007: *Βελτιστοποίηση της καταπολέμησης του δάκου της ελιάς (Bactrocera oleae) με τη χρήση Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών*. 12<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο, Λάρνακα Κύπρος 13-16 Νοεμβρίου 2007.
- Σηφακάκη Φ., 2006: *Σχεδιασμός-ανάπτυξη και χαρτογραφική οπτικοποίηση γεωγραφικής βάσης δεδομένων με σκοπό τη διαχρονική παρακολούθηση του πληθυσμού του δάκου (Dacus oleae). Η περίπτωση της Λέσβου*. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία. Π.Μ.Σ. «Γεωργία και Περιβάλλον», Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Τζαννή Χ., 2000: *Προτεινόμενες παρεμβάσεις στον ελαιώνα της Λέσβου. Η ελαιοκαλλιέργεια στη Λέσβο του νέου αιώνα – Προβλήματα και προοπτικές*. Πρακτικά Διεθνούς Συνεδρίου, Πλωμάρι Λέσβου 10-12 Σεπτεμβρίου 1998.
- Diggle P. J., J. A. Tawn, and R. A. Moyeed, 1998: Model-based geostatistics (with discussion), *Applied Statistics*, **47**, 299–350.
- Elmasri E. and B. S. Navathe, 2004: *Θεμελιώδεις αρχές συστημάτων βάσεων δεδομένων*. Β' Τόμος, 4η έκδοση αναθεωρημένη, εκδόσεις ΔΙΑΥΛΟΣ, Αθήνα.
- Fletcher B., E. Kapatos and S. Pappas, 1978: Change in the ovaries of olive flies *Dacus oleae* (Gmel) (Diptera, Tephritidae) during the summer and their relationship to temperature, humidity and fruit availability. *Ecol. Entomology*, **3**, 99-107.
- Fowler M. and K. Scott, 2003: *Εισαγωγή στη UML - Συνοπτικός οδηγός της πρότυπης γλώσσας μοντελοποίησης αντικειμένων*. Δεύτερη αμερικανική έκδοση, εκδόσεις ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ, Αθήνα.
- Isgin T., A. Bilgic, D. L. Forster and M. T. Batte, 2008: Using count data models to determine the factors affecting farmers' quantity decisions of precision farming technology adoption. *Computers and Electronics in Agriculture*, **62**(2), 231-242.
- MacDonald A., 2001: *Building a Geodatabase*, ERSI.
- Michelakis S., 1990: The influence of pests and diseases on the quantity of olive oil production. *Journal of Applied Entomology*, **30**, 38-40.