

Βελτιστοποίηση της καταπολέμησης του δάκου της ελιάς (*Bactrocera oleae*) με τη χρήση Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών.

Α. ΠΑΠΑΦΙΛΙΠΠΑΚΗ¹, Κ. ΝΙΚΗΦΟΡΑΚΗΣ² και Γ. ΣΤΑΥΡΟΥΛΑΚΗΣ¹

¹Εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας Υδατικών και Εδαφικών Πόρων, Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Παράρτημα Χανίων,
Ρωμανού 3, Χανιά 73133, gstav@chania.teicrete.gr

²Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Χανίων – Δ/ση Αγροτικής Ανάπτυξης, Σφακίων 42, Χανιά

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρακολούθηση και η έγκαιρη καταπολέμηση του δάκου της ελιάς είναι η σημαντικότερη παράμετρος τόσο για την διασφάλιση του εισοδήματος των ελαιοπαραγωγών αλλά και για την ορθολογική χρήση των φυτοφαρμάκων. Πολύτιμο εργαλείο για την παρακολούθηση των εντόμων αποτελεί το δικτύο παγίδων McPhail με την καταγραφή του πληθυσμού ανά περιοχή ενδιαφέροντος. Η αξιοποίηση της δυνατότητας καταγραφής του δικτύου των παγίδων μέσω GPS και η εισαγωγή των δεδομένων σε περιβάλλον Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) εφαρμόστηκε στα όρια της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Κερίτη η οποία βρίσκεται στο Ν. Χανίων. Προετοιμάστηκαν οι κατάλληλοι ψηφιακοί χάρτες με την θέση κάθε παγίδας, οι οποίοι εμπλουτίζονταν διαρκώς με τα δεδομένα των πληθυσμών του εντόμου σύμφωνα με τις παρατηρήσεις από τις παγίδες του προγράμματος δακοκτονίας. Η χαρτογράφηση δίνει την δυνατότητα άμεσου εντοπισμού των εστιών δακοπληθυσμού, συσχέτισμού της πυκνότητας του εντόμου με διάφορες περιβαλλοντικές παραμέτρους (υδατορεύματα, απόσταση από θάλασσα κ.α.) και λήψης αποφάσεων διαφοροποίησης των ψεκασμών κατά περίπτωση. Επιπλέον, η δυνατότητα δημοσίευσης των δεδομένων στο διαδίκτυο προσφέρει αμεσότητα στην εισαγωγή των δεδομένων από απόσταση και ευκολία παρακολούθησης του δακοπληθυσμού από όλους τους εμπλεκόμενους (Δ/νσεις Γεωργίας, γεωπόνους, συνεργεία ψεκασμών και ελαιοπαραγωγούς) στην δακοκτονία.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο δάκος της ελιάς, *Bactrocera oleae* ή *Dacus oleae*, (Gmelin), (Diptera, Tephritidae), είναι ο σοβαρότερος εχθρός της ελιάς, αφού προκαλεί τεράστιες καταστροφές στην ελαιοπαραγωγή (μεγαλύτερες από 30%) σε όλες τις μεσογειακές χώρες. Για την παρακολούθηση του δακοπληθυσμού χρησιμοποιείται εδώ και πολλά χρόνια ένας κλασικός τύπος παγίδας, η γυάλινη παγίδα McPhail, στην οποία χρησιμοποιείται ως ελκυστικό αμμωνιακά άλατα ή υδρολυμένες πρωτεΐνες. Για την αντιμετώπιση του εντόμου το Υπουργείο Γεωργίας εκτελεί κάθε χρόνο το καλοκαίρι και το φθινόπωρο δολωματικούς ψεκασμούς δακοκτονίας με εξειδικευμένα εντομοκτόνα. Ο αριθμός και ο χρόνος εκτέλεσης των δολωματικών ψεκασμών εξαρτάται από την εξέλιξη του δακοπληθυσμού, η οποία παρακολουθείται με τις δακοπαγίδες (Οικονομίδου *et al*, 2002). Η χρήση της τεχνολογίας πληροφοριών (Information Technology) στη γεωργία αυξάνεται συνεχώς κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών και ιδιαίτερα η χρήση των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS) καθώς και η διαχείριση περιβαλλοντικών βάσεων δεδομένων (Kure *et al*, 1997). Σε αυτό το άρθρο παρουσιάζονται αποτελέσματα της ανάλυσης της καταγραφής του

δακοπληθυσμού με την βοήθεια των δακοπαγίδων σε τμήμα της υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη τον Αύγουστο του 2006. Η καταγραφή του δικτύου των παγίδων έγινε με GPS και τα δεδομένα εισήχθησαν σε Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GIS). Έτσι παρέχετε η δυνατότητα ανάλυσης των δεδομένων δακοπληθυσμού με όλα τα εργαλεία ανάλυσης που προσφέρουν τα GIS. Από τους παραγόμενους χάρτες εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα για την χωρική και χρονική μεταβολή του δακοπληθυσμού και αξιολογείται η σχέση μεταξύ εντομολογικών και γεωγραφικών παραμέτρων (απόσταση από ποτάμια, βορινή έκθεση), με απώτερο σκοπό την ορθολογική χρήση των φυτοφαρμάκων.

ΥΛΙΚΑ και ΜΕΘΟΔΟΙ

Η υδρολογική λεκάνη του Κερίτη με έκταση 176 km² βρίσκεται στο Βόρειο κεντρικό τμήμα της επαρχίας Κυδωνίας του νομού Χανίων, με διεύθυνση τον άξονα Βορράς-Νότος και σε μέση απόσταση από την πόλη των Χανίων, 15 km περίπου. Πρόκειται για μια από τις σημαντικότερες υδρολογικές λεκάνες του νομού Χανίων (Χάρτης 1). Το νότιο τμήμα της λεκάνης απορροής αποτελεί τμήμα του ορεινού όγκου των Λευκών Ορέων. Το βόρειο τμήμα είναι πεδινό, με πλούσια βλάστηση και υδροφορία. Στην περιοχή περιλαμβάνεται ο υδροβιότοπος της λίμνης Αγυιάς. Η περιοχή ανήκει στο ευρωπαϊκό δίκτυο προστασίας υγροτόπων Nature 2000 (κώδικας:GR4340006) και φιλοξενεί σπάνια είδη χλωρίδας και πανίδας. Οι κυριότερες καλλιέργειες της περιοχής της λεκάνης είναι η ελιά και τα εσπεριδοειδή.

Η καταγραφή του δικτύου των παγίδων πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια GPS και τα δεδομένα θέσεων των παγίδων εισήχθησαν σε περιβάλλον GIS με τη βοήθεια προγράμματος για ανταλλαγή δεδομένων GPS με Η/Υ. Τα δεδομένα θέσεων των παγίδων μετατράπηκαν σε σχηματικά αρχεία και τα δεδομένα του δακοπληθυσμού συμπληρώνονταν στον πίνακα περιγραφικών χαρακτηριστικών του αρχείου. Ένα πρόσθετο του προγράμματος GIS χρησιμοποιήθηκε για την μετατροπή των σχηματικών αρχείων σε συμβατή με το Google Earth μορφή (kml) (Χάρτης 2).

Τα δεδομένα του αριθμού δάκων ανά παγίδα, τα όρια της υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη, οι ισοϋψείς ανά 20m, το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής, τα όρια των Δημοτικών Διαμερισμάτων της ευρύτερης περιοχής καθώς και δορυφορικές φωτογραφίες της περιοχής με διακριτική ικανότητα 1m, ενσωματώθηκαν σε περιβάλλον GIS. Από τα δεδομένα του αριθμού των δάκων στις παγίδες δημιουργήθηκαν οι χάρτες που απεικονίζουν την χωροχρονική μεταβολή του δακοπληθυσμού (Petacchi *et al*, 2002).



Χάρτης 1. Υδρολογική λεκάνη Κερίτη

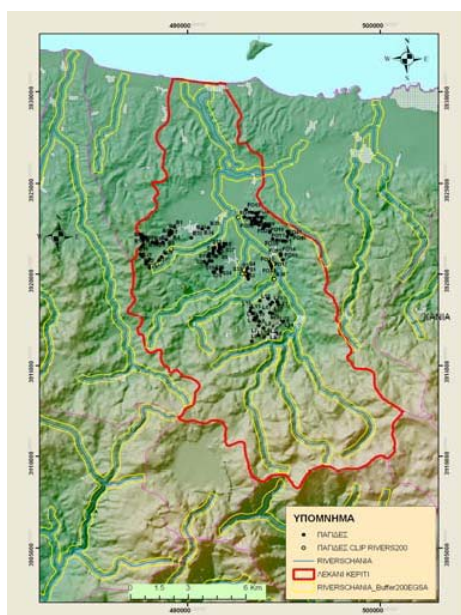


Χάρτης 2. Οι θέσεις των παγίδων στο Google Earth

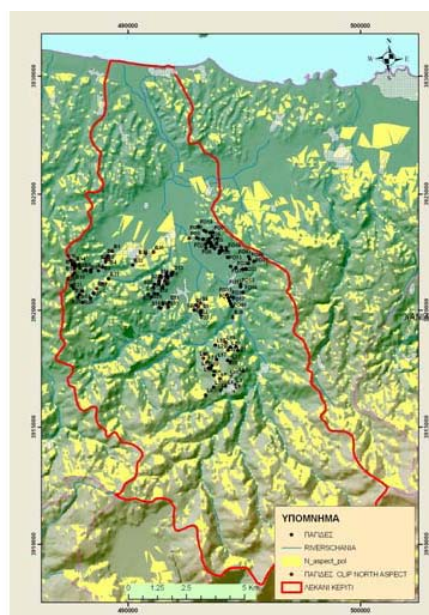
Οι παραπάνω χάρτες προέκυψαν από σημειακές μετρήσεις (παγίδες) με χωρική παρεμβολή Kriging (Petacchi *et al*, 2003) και μέγεθος κελιού 20Χ20μ. Προκειμένου να ελεγχθεί η πυκνότητα του δακοπληθυσμού κοντά σε υδατορεύματα χρησιμοποιήθηκε το σχηματικό αρχείο του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής και δημιουργήθηκε πολυγωνικό σχηματικό αρχείο ζώνης 200μ από την κοίτη (Χάρτης 3). Για τον έλεγχο της πυκνότητας του δακοπληθυσμού σε περιοχές με βόρεια έκθεση δημιουργήθηκε πολυγωνικό σχηματικό αρχείο από το αρχείο με τις ισούψεις της περιοχής ανά 20μ (Χάρτης 4). Από την τομή των παραπάνω θεματικών επιπέδων με το επίπεδο των παγίδων προέκυψε ποιες παγίδες βρίσκονται κοντά σε υδατορεύματα και ποιες βρίσκονται σε βορινή έκθεση (Χάρτες 3,4).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η απεικόνιση του δικτύου των παγίδων των δεδομένων του δακοπληθυσμού σε περιβάλλον GIS, καθώς η δημοσίευση τους στο διαδίκτυο, αποτελούν ένα πολύτιμο εργαλείο τόσο για τη σωστότερη καταπολέμηση του δάκου της ελιάς, όσο και για την ορθολογική χρήση των φυτοφαρμάκων. Οι γεωπόνοι που ασχολούνται με το πρόγραμμα της δακοκτονίας καθώς και οι αγρότες, μπορούν εύκολα μέσω του διαδικτύου να ενημερώνονται για το δακοπληθυσμό έγκυρα και έγκαιρα και να παίρνουν άμεσες αποφάσεις για το αν πρέπει, τότε και που πρέπει να εφαρμοστεί ψεκασμός (Χάρτης 5). Τα δεδομένα μπορούν να αποθηκεύονται σε σχετική ιστοσελίδα από όπου μπορεί να τα αναζητήσει κάθε ενδιαφερόμενος.



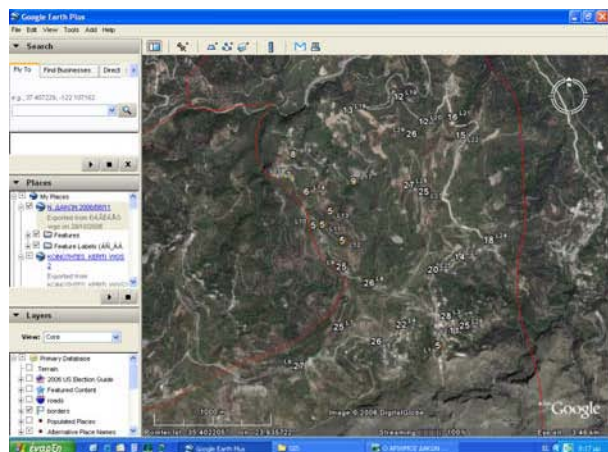
Χάρτης 3. Παγίδες που βρίσκονται σε απόσταση 200μ εκατέρωθεν των κύριων υδατορευμάτων.



Χάρτης 4. Παγίδες που βρίσκονται σε περιοχές με βορινή έκθεση.

Από τον χάρτη που απεικονίζεται το δίκτυο των παγίδων φαίνεται αν η κατανομή των παγίδων ανά δημοτικό διαμέρισμα είναι ομοιόμορφη ή ανομοιόμορφη. Αυτό γίνεται ευκολότερα σε Δημοτικά Διαμερίσματα όπως αυτό των Λάκκων (Χάρτης 6) όπου η ελιά αποτελεί σχεδόν μονοκαλλιέργεια. Σε περιοχές όπως στο Φουρνέ όπου η ελιά δεν κατανέμεται σ' όλη την έκταση του Δ.Δ., μπορεί εύκολα με την

βοήθεια των δορυφορικών φωτογραφιών του Google Earth (αποστάσεις δένδρων, μέγεθος κόμης) ή και σε συνδυασμό με επιτόπιες επισκέψεις να ελεγχθεί αν οι περιοχές που δεν καλύπτονται έχουν ελαιόδεντρα ή άλλες καλλιέργειες (Χάρτης 7). Στις περιοχές όπου η κατανομή των παγίδων είναι χωρικά ομοιόμορφη προκύπτει μια πιο σαφή εικόνα για την χωροχρονική κατανομή του δακοπληθυσμού.



Χάρτης 5. Απεικόνιση των θέσεων των παγίδων και του αριθμού δάκων μιας δειγματοληψίας στο εύχρηστο περιβάλλον του Google Earth.



Χάρτης 6. Έλεγχος της κατανομής των δάκων στα όρια του Δ.Δ. Λάκκων. (Στο βορινό τμήμα του Δ.Δ. δεν υπάρχουν παγίδες.)



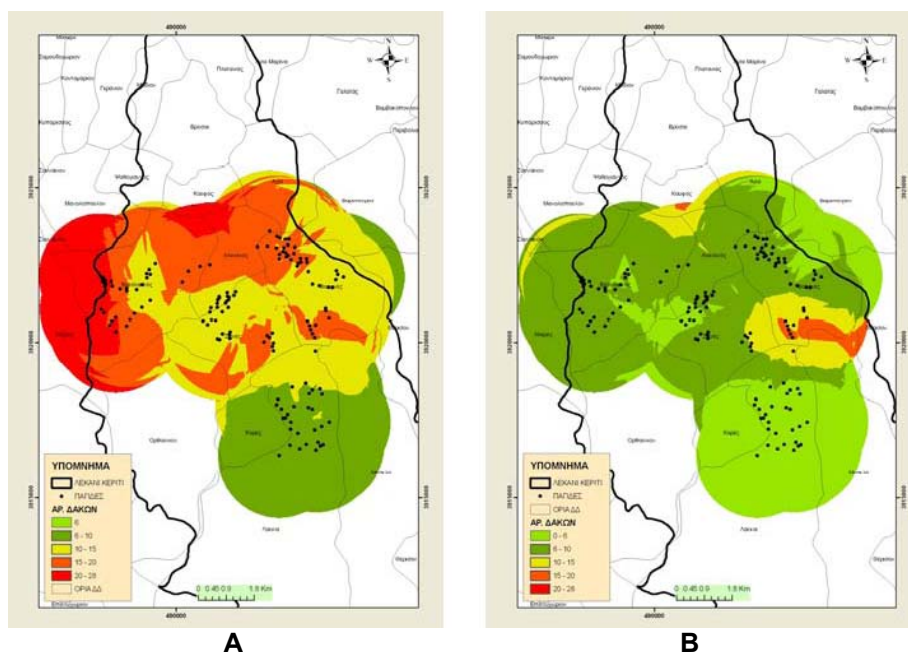
Χάρτης 7. Έλεγχος της κατανομής των δακοπαγίδων. Δεν υπάρχουν παγίδες σε κάποιες περιοχές αλλά αυτές καλλιεργούνται με εσπεριδοειδή (μικρότερη κόμη και μικρότερες αποστάσεις φύτευσης)

Στους χάρτες 8 A,B φαίνεται η χωροχρονική μεταβολή του δακοπληθυσμού στην μελετηθείσα περιοχή τον Αύγουστο του 2006. Οι περιοχές που απεικονίζονται στο χάρτη με πράσινο χρώμα είναι περιοχές με χαμηλό πληθυσμό δάκου ενώ οι περιοχές με πορτοκαλί ή κόκκινο χρώμα παρουσιάζουν υψηλό δακοπληθυσμό. Μεταξύ των χαρτών 8A και 8B φαίνεται μείωση του πληθυσμού του εντόμου λόγω ψεκασμού, ενώ παράλληλα φαίνεται ότι ο ψεκασμός σε περιοχές του Φουρνέ δεν ήταν αποτελεσματικός αφού δεν παρατηρήθηκε μείωση του πληθυσμού. Επίσης με βάση τους Χάρτες 8 φαίνεται ότι ο ψεκασμός μπορεί να γίνει τοπικά στις περιοχές όπου εμφανίζεται υψηλός δακοπληθυσμός χωρίς να λαμβάνεται υπόψη μόνο ο

μέσος όρος του δακοπληθυσμού ανά Δημοτικό Διαμέρισμα όπως γίνεται μέχρι σήμερα.

Ο δακοπληθυσμός επηρεάζεται άμεσα από το μικροκλίμα της περιοχής. Η ανάπτυξη του εντόμου ευνοείται σε περιοχές με ήπια θερμοκρασία και υψηλή υγρασία όπως είναι οι περιοχές με βορινή έκθεση και οι περιοχές κοντά σε ποτάμια. Από την σύγκριση του μέσου όρου δάκων των παγίδων που βρίσκονται σε περιοχές με βόρεια έκθεση και των υπολοίπων παγίδων προκύπτει οι παγίδες που βρίσκονται σε βορινή έκθεση έχουν αυξημένο αριθμό δάκων (Χάρτης 4). Επίσης οι παγίδες που βρίσκονται σε απόσταση 200μ εκατέρωθεν του υδατορεύματος έχουν αυξημένο αριθμό δάκων (Χάρτης 3). Η εφαρμογή των φυτοφαρμάκων στην ζώνη αυτή πρέπει να γίνεται εφόσον κρίνεται απαραίτητη και με μεγάλη προσοχή επειδή υπάρχει μεγάλος κίνδυνος ρύπανσης των επιφανειακών υδάτων. Οι επικίνδυνες ζώνες μπορούν να μετατραπούν σε συμβατά με το Google Earth αρχεία και να απεικονισθούν σε αυτό ώστε με την αμεσότητα των δορυφορικών εικόνων να δίνονται οδηγίες στα συνεργεία ψεκασμού.

Οι τεχνικές GIS αποτελούν ένα πολύτιμο εργαλείο για την παρακολούθηση της καταπολέμησης του σημαντικότερου εχθρού της ελιάς (του δάκου), καθώς και για την ορθολογική χρήση των φυτοφαρμάκων. Από την χαρτογράφηση του δικτύου των παγίδων και του δακοπληθυσμού εξάγονται πολύτιμα συμπεράσματα για την ομοιομορφία κατανομής των παγίδων στην μελετηθείσα περιοχή καθώς και να για την βελτίωση του αριθμού και της θέσης των παγίδων και συμβάλει στην προστασία των υδατικών πόρων της περιοχής. Η απεικόνιση της χωροχρονικής μεταβολής του δακοπληθυσμού για όλη την περίοδο της δακοκτονίας επιτρέπει το έλεγχο της αποτελεσματικότητας των ψεκασμών ανά περιοχή.



Χάρτης 8. Κατανομή δακοπληθυσμού σε δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές (A: πριν τον ψεκασμό, B: μετά τον ψεκασμό).

Δίνεται η δυνατότητα της δημιουργίας ζωνών γύρω από οικολογικά ευαίσθητες περιοχές (ποτάμια, λίμνη, περιοχή Nature 200, βιολογικές καλλιέργειες) στις οποίες πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή κατά τους ψεκασμούς. Η απεικόνιση των θέσεων των παγίδων, του αριθμού των δάκων και των οικολογικά ευαίσθητων ζωνών σε μορφή συμβατή με ελεύθερα διαδικτυακά προγράμματα αλλά και η δημοσίευση αυτών των στοιχείων στο διαδίκτυο παρέχει σε κάθε εμπλεκόμενο την δυνατότητα να μελετήσει αυτά τα στοιχεία και να πάρει αποφάσεις, ακόμα και αν δεν είναι ειδικός με τα GIS.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Οικονομίδου, Β.Α., Κυριλλή, Μ., Μπόκαρη, Α.Α., Χαμόδρακας, Σ.Ι. (2002). Προκαταρκτικές δομικές μελέτες του ωοθέτη του εντόμου *Bactrocera oleae* (*Dacus oleae*). Ελληνική Εταιρεία Βιολογικών Επιστημών Πρακτικά, 24ο Επιστημονικό Συνέδριο, Ερέτρια, 23-26 Μαΐου

Kure H. (ed.), Thyssen I. (ed.), Kristensen A.R. . 1997. Proceedings of the First European Conference for Information Technology in Agriculture, Copenhagen, Denmark, 15-18 June 1997, 500 pp.; ref. at ends of papers.

Petacchi R., Guidotti D., Rizzi I., 2002. Spatial Data Analysis in Integrated Pest Management in olive growing. Procc. IV International Symposium of Olive Growing. Valenzano, Italy, Oct. 30.

Petacchi R., Ragaglini G., Guidotti D., 2003. Spatial data analysis of *Bactrocera oleae* infestation from large scale monitoring network: importance of this approach in IPM. 1st European meeting of the IOBC/WPRS Study group "Integrated Control in Olives", Integrated Protection of Olive Crops. Chania MAICH, May 29-31.

Optimisation of the dacus olea control (*Bactrocera oleae*) with the use of Geographical Information Systems.

A. PAPAFILIPPAKI¹, K. NIKIFORAKIS² and G. STAVROULAKIS¹

¹Laboratory of Water & Soil Resources Quality Control, Technological Educational Institute of Crete, Romanou 3, 73133 Hania, Greece. gstav@chania.teicrete.gr

²Division of Agriculture, Prefecture of Hania, Sfakion 42, Hania, Greece.

Population monitoring through the use of a wide network of traps and the early pesticide applications are the main factors of *Dacus* insect (*Bactrocera oleae*) control and guarantee the sustainable olive oil production. The rational use of pesticides is of great environmental importance for areas which are covered by olive groves and especially those in the main hydrological basins. The Keritis hydrological basin, the most important water reservoir in Chania, was chosen as a model area. The traps network mapping was accomplished with a GPS and the population data were imported in Geographical Information System (GIS). The GIS mapping provides the direct localisation of dacus population hearths, correlations of insect density with various environmental parameters (rivers-streams, north aspect e.t.c.) and supports decision-making of local pesticide applications. Further, data publication through

simple web programs offers directness and easiness of dacus population monitoring and can be available for all the local services and interested partners through simple web programs.