Περιβάλλον και Ανάπτυξη

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (Δ.Π.Μ.Σ.) "ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ"

1η Κατεύθυνση

Διπλωματική Εργασία

"Χωροχρονική ανάλυση του πληθυσμού του δάκου της ελιάς *Bactrocera oleae* (Gmelin) σε περιβάλλον G.I.S. Η περίπτωση της Περιφερειακής Ενότητας Κορινθίας"

Παπαϊωάννου Γεώργιος

Γεωπόνος

Διπλωματική Εργασία η οποία υποβάλλεται για μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για το Διεπιστημονικό – Διατμηματικό Δίπλωμα Ειδίκευσης του Δ.Π.Μ.Σ. του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου "Περιβάλλον και Ανάπτυξη"

Επιβλέπων: Αν. Καθηγητής Φώτης Γ.

Επιτροπή Παρακολούθησης:
Αν. Καθηγητής, Φώτης Γ.
Καθηγητής, Σιόλας Α.
Καθηγητής, Χατζημπίρος Κ.

Αθήνα, Οκτώβριος 2014

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (Δ.Π.Μ.Σ.) "ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ"

1η Κατεύθυνση

Διπλωματική Εργασία

"Χωροχρονική ανάλυση του πληθυσμού του δάκου της ελιάς *Bactrocera oleae* (Gmelin) σε περιβάλλον G.I.S. Η περίπτωση της Περιφερειακής Ενότητας Κορινθίας"

Παπαϊωάννου Γεώργιος
Γεωπόνος

Διπλωματική Εργασία η οποία υποβάλλεται για μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για το Διεπιστημονικό – Διατμηματικό Δίπλωμα Ειδίκευσης του Δ.Π.Μ.Σ. του Ε.Μ.Π.

"Περιβάλλον και Ανάπτυξη"

Επιβλέπων: Αν. Καθηγητής Φώτης Γ.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή τον Οκτώβριο του 2014

……	……..	……
Φώτης Γ.	Σιόλας Α.	Χατζημπίρος Κ
Αν. Καθηγητής ΕΜΠ	Καθηγητής ΕΜΠ	Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2014

Περιεχόμενα

Περίληψη **9**

Abstract **10**

1. Εισαγωγή **11**

2. Θεωρητικό πλαίσιο **15**

2.1 Η Ελιά 15

2.1.1 Εξάπλωση και βοτανικά χαρακτηριστικά 15

2.1.2 Η καλλιέργεια της ελιάς, σε παγκόσμιο και εθνικό επίπεδο 19

2.1.3 Ο κορινθιακός ελαιώνας 24

2.2 Το έντομο του δάκου της ελιάς *Bactrocera oleae* (Gmelin) 27

2.2.1 Εξάπλωση 27

2.2.2 Συστηματική ταξινόμηση 28

2.2.3 Μορφολογία του εντόμου 29

2.2.4 Βιολογικός κύκλος 31

2.2.4.1 Διαχείμαση 32

2.2.4.2 Ωοτοκία - Εναπόθεση 32

2.2.4.3. Μεταμόρφωση 33

2.2.5 Διατροφή του εντόμου 34

2.2.6 Μετακίνηση και Διασπορά 34

2.2.7 Προκαλούμενη οικονομική ζημιά στην ελαιοπαραγωγή από τον δάκο της ελιάς 35

2.2.8 Καταπολέμηση 38

2.3. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών & Γεωστατιστική 44

2.3.1 Εξέλιξη των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών 44

2.3.2 Γεωστατιστική 46

2.3.3 Χωρικά πρότυπα οργανισμών 48

2.3.4 Χωρικά πρότυπα εντόμων και η μελέτη τους 49

3. Μεθοδολογικό πλαίσιο **53**

3.1 Μεθοδολογία 53

3.2 Ανάλυση της προς μελέτη περιοχής 55

3.3 Συλλογή δεδομένων 56

3.4 Χωρική και γεωστατιστική ανάλυση 56

4. Εφαρμογή – Αποτελέσματα 61

4.1 Περιοχή μελέτης _____ 61

4.2 Ερευνητική και μεθοδολογική προσέγγιση _____ 63

4.2.1 Η διακύμανση του πληθυσμού του δάκου (*Bactrocera oleae*) _____ 63

4.2.2 Μορφολογία εδάφους και υψόμετρο _____ 63

4.2.3 Μετεωρολογικά και κλιματικά δεδομένα της περιοχής _____ 65

4.2.4 Δολωματικοί ψεκασμοί _____ 67

4.3 Συλλογή δεδομένων _____ 68

4.4 Αποτελέσματα της έρευνας _____ 69

4.4.1 Χρονική ανάλυση της διακύμανσης του πληθυσμού του δάκου της ελιάς _____ 69

4.4.2 Χωρική ανάλυση της διακύμανσης του πληθυσμού του δάκου της ελιάς _____ 73

4.4.3 Χωρική συσχέτιση _____ 85

5. Συμπεράσματα..... 93

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ _____ 98

ΠΙΝΑΚΑΣ Εικόνων

Εικόνα Εξωφύλλου: *Olea europaea*

Εικ 2.1 Παγκόσμιος χάρτης με τα κράτη στα οποία ευδοκιμεί η ελαιοκαλλιέργεια και η μέση παραγωγή τους σε παρθένο ελαιόλαδο (1997-2012). (Πηγή:Faostat)

Εικ. 2.2 Απεικόνιση της συγκομιδής του ελαιοκάρπου στην Αρχαία Ελλάδα, σε αμφορέα που βρέθηκε στην Κρήτη (Πηγή: www.kairatos.com.gr)

Εικ. 2.3 Χάρτης με την παγκόσμια εξάπλωση του δάκου της ελιάς. (Πηγή: EPPO)

Εικ. 2.4 Αυγό του εντόμου. (Πηγή: http://taggiasca.com/)

Εικ. 2.5 Προνύμφες δάκου σε ελαιόκαρπο. (Πηγή: http://taggiasca.com)

Εικ. 2.6 Νύμφη δάκου σε ελαιόκαρπο (pupa). (Πηγή: www.olearum.com)

Εικ. 2.7 Ακμαίο δάκου. (Πηγή: www.pollicegreen.com/)

Εικ. 2.8 Προσβεβλημένες ελιές από δάκο στις οποίες διακρίνεται η ποσοτική και ποιοτική ζημία. (Πηγή: www.agricolagaltelli.it, http://users.sch.gr/)

ΠΙΝΑΚΑΣ Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 2.1. Η παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου. (Πηγή: Faostat)

Διάγραμμα 2.2. Η κατά κεφαλήν κατανάλωση ελαιολάδου. (Πηγή: Faostat)

Διάγραμμα 2.3. Ελαιοκομική έκταση ανά παραγωγός χώρα. (Πηγή: Faostat)

Διάγραμμα 2.4. Ποσοστό καλλιεργούμενων ελαιοδέντρων ανά γεωγραφικό διαμέρισμα. (Πηγή: el)

Διάγραμμα 3.1 Μεθοδολογικό πλαίσιο

Διάγραμμα 4.1 Διακύμανση του πληθυσμού του δάκου κατά την δακική περίοδο 2011 στην περιοχή μελέτης. Τα βέλη δηλώνουν τις ημερομηνίες κατά τις οποίες εφαρμόστηκαν δολωματικοί ψεκασμοί

Διάγραμμα 4.2 Διακύμανση του πληθυσμού του δάκου κατά την δακική περίοδο 2012 στην περιοχή μελέτης. Τα βέλη δηλώνουν τις ημερομηνίες κατά τις οποίες εφαρμόστηκαν δολωματικοί ψεκασμοί

Διάγραμμα 4.3 Διακύμανση του πληθυσμού του δάκου κατά την δακική περίοδο 2013 στην περιοχή μελέτης. Τα βέλη δηλώνουν τις ημερομηνίες κατά τις οποίες εφαρμόστηκαν δολωματικοί ψεκασμοί

Διάγραμμα 4.4 Διάγραμμα συσχέτισης ανάμεσα στο υψόμετρο και το μέσο όρο εντόμων/παγίδα/ δειγματοληψία για την περιοχή μελέτης για το έτος 2011

Διάγραμμα 4.5 Διάγραμμα συσχέτισης ανάμεσα στο υψόμετρο και το μέσο όρο εντόμων/παγίδα/ δειγματοληψία για την περιοχή μελέτης για το έτος 2012

Διάγραμμα 4.6 Διάγραμμα συσχέτισης ανάμεσα στο υψόμετρο και το μέσο όρο εντόμων/παγίδα/ δειγματοληψία για την περιοχή μελέτης για το έτος 2013

Διάγραμμα 4.7 Μηνιαίοι μέσοι όροι μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας σε υψόμετρο 19m(α), 300m(β), 500m(γ). Τα διαγράμματα παρουσιάζουν και το βέλτιστο εύρος θερμοκρασίας για την πτητική και αναπαραγωγική δραστηριότητα του δάκου (20-29 ^{o}C)

ΠΙΝΑΚΑΣ Χαρτών

Χάρτης 4.1 Χωρική παρουσίαση της περιοχής μελέτης.

Χάρτης 4.2 Χάρτης με την απεικόνιση της μορφολογίας των εδαφών της Κορινθίας.

Χάρτης 4.3 Χωρική κατανομή των παγίδων στην περιοχή μελέτης και η υψομετρική τους θέση.

Χάρτης 4.4 Κλιματικοί τύποι Κορινθίας κατά Thornthwaite.

Χάρτης 4.5 Χωρική απεικόνιση των κοινοτήτων της περιοχής μελέτης ανάλογα με την σοβαρότητα προσβολής για το έτος 2011

Χάρτης 4.6 Χωρική απεικόνιση των κοινοτήτων της περιοχής μελέτης ανάλογα με την σοβαρότητα προσβολής για το έτος 2012

Χάρτης 4.7 Χωρική απεικόνιση των κοινοτήτων της περιοχής μελέτης ανάλογα με την σοβαρότητα προσβολής για το έτος 2013

Χάρτης 4.8 Χωρική απεικόνιση των κοινοτήτων της περιοχής μελέτης ανάλογα με την σοβαρότητα προσβολής για τη συνολική διάρκεια της μελέτης

Χάρτης 4.9 Χάρτης της περιοχής μελέτης με τα σημεία των παγίδων, όπου δείχνει το επίπεδο σημαντικότητας μετά από Getis-Ord Gi ανάλυση στα δεδομένα συλλήψεων του Ιουλίου 2013

Χάρτης 4.10 Χάρτης της περιοχής μελέτης με τα σημεία των παγίδων, όπου δείχνει το επίπεδο σημαντικότητας μετά από Getis-Ord Gi ανάλυση στα δεδομένα συλλήψεων του Αυγούστου 2013

Χάρτης 4.11 Χάρτης της περιοχής μελέτης με τα σημεία των παγίδων, όπου δείχνει το επίπεδο σημαντικότητας μετά από Getis-Ord Gi ανάλυση στα δεδομένα συλλήψεων του Σεπτεμβρίου 2013

Χάρτης 4.12 Χάρτης της περιοχής μελέτης με τα σημεία των παγίδων, όπου δείχνει το επίπεδο σημαντικότητας μετά από Getis-Ord Gi ανάλυση στα δεδομένα συλλήψεων του Οκτωβρίου 2013

ΠΙΝΑΚΑΣ Πινάκων

Πίνακας 2.1 Χώρες στις οποίες είναι διαπιστωμένη η εξάπλωση του εντόμου. (Πηγή: EPPO)

Πίνακας 3.1 Σχέση τιμών z-score και p-value με επίπεδα εμπιστοσύνης

Πίνακας 4.1 Ημερομηνίες εφαρμογής δολωματικών ψεκασμών.

Πίνακας 4.2 Ημερομηνίες αλλαγής προσελκυστικού διαλύματος ανά 5ημερο και μήνα κάθε έτους παρακολούθησης και καταγραφή συλλήψεων.

Πίνακας 4.3 Διακύμανση του μέση όρου των συλλήψεων του δάκου ανά έτος παρακολούθησης

Πίνακας 4.4 Βάση δεδομένων αποτελεσμάτων δειγματοληψιών για το 2011 (σύνολο συλλήψεων / μήνα / κοινότητα)

Πίνακας 4.5 Βάση δεδομένων αποτελεσμάτων δειγματοληψιών για το 2012 (σύνολο συλλήψεων / μήνα / κοινότητα)

Πίνακας 4.6 Βάση δεδομένων αποτελεσμάτων δειγματοληψιών για το 2013 (σύνολο συλλήψεων / μήνα / κοινότητα)

Πίνακας 4.7 Πίνακας αποτελεσμάτων για το 2011

Πίνακας 4.8 Πίνακας αποτελεσμάτων για το 2012

Πίνακας 4.9 Πίνακας αποτελεσμάτων για το 2013

Πίνακας 4.10 Ποσοστό (%) επί του συνόλου των κοινοτήτων ανά έτος και κατηγορία σοβαρότητας προσβολής

Πίνακας 4.11 Πίνακας αποτελεσμάτων για την τριετή χρονική περίοδο μελέτης 2011-2013

Πίνακας 4.12 Ποσοστά (%) επί του συνόλου των κοινοτήτων για όλη τη χρονική περίοδο μελέτης (2011-2013) σε κάθε κατηγορία σοβαρότητας προσβολής, ανάλογα με τον κλιματικό τύπο στον οποίο ανήκει κάθε κοινότητα.

Πινάκας 4.13 Ποσοστά κοινοτήτων με Υψηλές Τιμές Προσβολής και Χαμηλές Τιμές Προσβολής ανά μήνα μετρήσεων.

Πινάκας 4.14 Ποσοστά κοινοτήτων με Σημαντικά Υψηλές Τιμές Προσβολής ανά μήνα μετρήσεων και υψόμετρο.

Περίληψη

Έναν σημαντικό παράγοντα της αγροτικής οικονομία σε πολλές χώρες, αποτελεί η καλλιέργεια της ελιάς και κυρίως στην περιοχή της Μεσογείου, όπου εντοπίζεται σε ποσοστό μεγαλύτερο του 95% της παγκόσμια καλλιέργειας.

Το έντομο *Bactrocera oleae* είναι ο κυριότερος εχθρός της ελιάς και θεωρείται ως ένα από τα έντομα μεγάλης οικονομικής σημασίας. Η δράση του προκαλεί αφενός μεγάλες απώλειες στην ελαιοπαραγωγή αφετέρου υποβάθμιση της ποιότητας του ελαιολάδου. Η καταπολέμηση και ο περιορισμός της εξάπλωσης του εντόμου αποτέλεσε και συνεχίζει να αποτελεί αντικείμενο ερευνών τόσο σε πειραματικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο εφαρμογών στο πεδίο. Διάφορες μέθοδοι αντιμετώπισης έχουν προταθεί συμπεριλαμβανομένης της χρήσης φυσικών εχθρών του δάκου, της χρήσης στελεχών *B. Thuringiensis* καθώς και της απελευθέρωσης στο πεδίο στείρων στελεχών του εντόμου. Η κύρια, μέθοδος, που εφαρμόζεται μέχρι σήμερα, συμπεριλαμβάνει την ευρεία χρήση χημικών εντομοκτόνων με ότι αυτό συνεπάγεται στη μόλυνση του περιβάλλοντος, στην επιβάρυνση της υγείας του ανθρώπου αλλά και στην υποβάθμιση της ποιότητας του προϊόντος.

Ωστόσο, οποιαδήποτε μέθοδος αντιμετώπισης του δάκου της ελιάς και αν επιλεγεί, μια από τις βασικές παραμέτρους που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της, είναι η χωρική και χρονική αποτύπωση των πληθυσμών του εντόμου.

Σε αυτή την εργασία γίνεται εφαρμογή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στη μελέτη της διακύμανσης των πληθυσμών το εντόμου *Bactrocera oleae.* Πραγματοποιήθηκε ανάλυση της χωρικής και χρονικής κατανομής του εντόμου σε μια ευρύτερη περιοχή καλλιέργειας ελιάς, η οποία αποτελείται από ένα σύνολο είκοσι τεσσάρων διαφορετικών κοινοτήτων που ανήκουν στα όρια της Περιφερειακής Ενότητας Κορινθίας και καλύπτουν σχεδόν την μίση έκταση της ελαιοκαλλιέργειας της Κορινθίας. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε χρονικά, σε τρία συνεχόμενα έτη το 2011, 2012 και το 2013 για να είναι τα αποτελέσματα όσο το δυνατόν περισσότερο αξιόπιστα. Τα δεδομένα (δίκτυο 1400 παγίδων McPhail, αριθμός συλλήψεων, κλιματολογικά δεδομένα, όρια περιοχής μελέτης) γεωαναφέρθηκαν και στη συνέχεια μετατράπηκαν σε ψηφιακές βάσεις δεδομένων. Οι βάσεις δεδομένων εισήχθησαν στο περιβάλλον των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών όπου πραγματοποιήθηκε η ανάλυση τους με την βοήθεια της γεωστατιστικής. Η ανάλυση επέτρεψε τον εντοπισμό περιοχών με υψηλή και χαμηλή πυκνότητα πληθυσμών καθώς και ουδέτερων ζωνών. Ταυτόχρονα, η δυναμική του εντόμου συσχετίσθηκε με δεδομένα όπως το ανάγλυφο κα το μικρόκλιμα της περιοχής.

Abstract

The cultivation of olives is a significant component of the agricultural economy in many countries and especially in the Mediterranean region, where more than 95% of the global cultivation can be found.

The insect *Bactrocera oleae* (olive fruit fly) is the main enemy of the olive and is considered to have a great financial significance. On the one hand it severely affects the quantity of olive production and on the other hand it deteriorates the quality of olive oil. Combating and controlling its spread has been and still is the subject of both experimental and applied research in the field. Various control methods have been suggested including the use of natural predators of the olive fruit fly, the use of components of *B. Thuringiensis* and the release of sterile insects in the field. However, the main method used up to now includes the widespread use of chemical insecticides, which may contribute to environmental pollution, harmful effects on human health and product quality deterioration.

In this research paper Geographic Information Systems (GIS) are used to study the population fluctuation of the insect *Bactrocera oleae*. The analysis of the spatial and temporal distribution of the insect in a wide olive production area was performed; the olive production area comprises 24 municipalities within the borders of the Regional Unit of Corinthia and represents approximately half the olive production area of Corinthia. The research study was performed over 3 successive years (2011, 2012 and 2013) so that results are as reliable as possible. The data (network of 1,400 McPhail traps, number of catches, climatic data, borders of study area) were georeferenced and then converted into digital databases. The databases were integrated into the GIS platform where they were analyzed using geostatistics. Their analysis allowed the identification of areas with high and low population density and of neutral zones as well. At the same time, the population dynamics of the olive fruit fly was correlated with data such as the terrain and microclimate of the region.

1. Εισαγωγή

Η καλλιέργεια της ελιάς έχει μεγάλη οικονομική, κοινωνική και οικολογική σημασία για τις χώρες της Μεσογείου. Αν και συμμετέχει με μικρό ποσοστό στο εισόδημα της Κοινότητας έχει μεγάλη οικονομική σημασία για ορισμένες χώρες μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης όπως: η Ισπανία, η Ιταλία, η Ελλάδα και η Πορτογαλία, στις οποίες πολλοί παραγωγοί έχουν ως κύρια απασχόληση την ελαιοκαλλιέργεια. Σήμερα το 96% των ελαιοδέντρων παγκοσμίως καλλιεργούνται στη λεκάνη της Μεσογείου με το υπόλοιπο 4% να κατανέμεται στη Νότια και Βόρεια Αμερική, στην Αυστραλία, στη Ν. Αφρική, και σε άλλες χώρες της Ασίας κυρίως.(Walton 1995)

Κάθε χρόνο η καλλιέργεια της ελιάς αντιμετωπίζει πολλές μυκητολογικές ασθένειες αλλά και αρκετούς εντομολογικούς εχθρούς οι οποίοι υποβαθμίζουν τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά την παραγωγή ελαιολάδου. Ένας από τους σημαντικότερους εχθρούς της ελιάς, αν όχι ο σημαντικότερος, είναι ο δάκος, το έντομο *Bactrocera oleae* (Gmelin). Σύμφωνα με την κατάταξη των φυτοφάγων εντόμων και ακάρεων των Metcalf και Luckmann (Τζανακάκης 1995), ο δάκος της ελιάς, αποτελεί "χρόνιο εχθρό" για την ελαιοκαλλιέργεια όπου για την αντιμετώπιση του εφαρμόζεται εδώ και πολλά χρόνια η χημική καταπολέμηση, ενώ τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια για ανάπτυξη και εφαρμογή συστημάτων ολοκληρωμένης καταπολέμησης.

Η ζημιά η οποία προκαλείται από τον δάκο ποικίλλει αισθητά από έτος σε έτος και διακρίνεται, όπως είπαμε, σε ζημιά ποσοτικής και ποιοτικής φύσης. Η προσβολή του καρπού από το έντομο έχει ως αποτέλεσμα την πρόωρη πτώση του, σε περιόδους που η περιεκτικότητά του σε λάδι είναι ακόμα μικρή. Παράλληλα στους καρπούς οι οποίοι δεν θα "πέσουν" λόγω της προσβολής, η κατανάλωση από τις προνύμφες του εντόμου του 1/5 ως 1/4 του μεσοκαρπίου ενός μέσου μεγέθους καρπού οδηγεί σε σημαντική απώλεια βάρους η οποία θα είναι ακόμα μεγαλύτερη αν ο καρπός έχει προσβληθεί από περισσότερες της μίας προνύμφες. Επιπλέον, εάν η περίοδος είναι ξηρή, οι ιστοί του καρπού ξεραίνονται και συρρικνώνονται κατά τρόπο που από την ελιά απομένει μόνο ο πυρήνας περιβαλλόμενος από το επικάρπιο. Η ποιοτική ζημιά αναφέρεται στην ποιοτική υποβάθμιση τόσο του ελαιόλαδου, η οποία οφείλεται στην αύξηση της οξύτητας και στην αλλοίωση των οργανοληπτικών του ιδιοτήτων, όσο και των βρώσιμων ελιών, λόγω της μείωσης της εμπορικής αξίας τους μέχρι και της ακαταλληλότητας τους για διάθεση στην αγορά (Μπρούμας, 2002). Επίσης η ποιοτική υποβάθμιση οφείλεται στη ρύπανση από τα περιττώματα της προνύμφης και στις σήψεις και τις προσβολές μυκήτων που ακολουθούν, ιδιαίτερα όταν επικρατούν υγρές καιρικές συνθήκες. Η παραγωγή λαδιού από ελιές προσβεβλημένες από το δάκο είναι υποβαθμισμένης ποιότητας, αυξημένης οξύτητας (από 7-8° μέχρι 15-20° στις σοβαρές περιπτώσεις) και έχει οσμή χώματος

(Neuenschwander and Michelakis 1978). Οι μεγάλοι καρποί που προορίζονται για επιτραπέζια χρήση καταστρέφονται ως προϊόν και δεν είναι δυνατόν να διατεθούν στην αγορά.

Το μέγεθος της ζημιάς που προκαλείται πέραν της διαφοροποίησης από χρονιά σε χρονιά ποικίλει και από περιοχή σε περιοχή, είναι δε μεγαλύτερη στις αναπτυσσόμενες χώρες, για παράδειγμα αυτές της Β. Αφρικής, όπου δεν εφαρμόζονται προγράμματα μαζικής καταπολέμησης. Στην Ελλάδα η εφαρμογή τέτοιων προγραμμάτων, υπό κρατικό έλεγχο και συντονισμό, στοχεύει στην συγκράτηση των ετήσιες απωλειών κάτω από το 5%. Χωρίς εντομοκτόνες επεμβάσεις οι απώλειες μπορούν να φτάσουν το 30-40% της παραγωγής (Katsoyannos 1992).

Σκοπός της παρούσας εργασίας, είναι η μελέτη της διακύμανσης του πληθυσμού του δάκου της ελιάς στη διάρκεια του έτους και ειδικότερα την περίοδο της καρποφορία της ελιάς, όπου παρουσιάζει πληθυσμιακή έξαρση το έντομο αλλά ταυτόχρονα είναι και η περίοδος κατά την οποία συντελείται και η οικονομική ζημία στην παραγωγή. Αυτή η πληροφορία δεν είναι διαθέσιμη μέχρι σήμερα για την περιοχή μελέτης της Περιφερειακής Ενότητας Κορινθίας. Τα μόνα στοιχεία που έχουμε για τις πυκνότητες των πληθυσμών του εντόμου προέρχονται από την παρακολούθηση που πραγματοποιούν οι υπηρεσίες φυτοπροστασίας, τα οποία όμως περιορίζονται αποκλειστικά στη στατιστική επεξεργασία των δειγματοληψιών χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η θέση των σταθμών δειγματοληψίας στο χώρο.

Τα ερωτήματα - προβλήματα λοιπόν που τίθενται κατά το σχεδιασμό και που θα επιχειρήσουμε να απαντήσουμε με την παρούσα εργασία είναι τα παρακάτω

- Ο ρόλος των κλιματικών συνθηκών και του υψομέτρου στη διακύμανση των πληθυσμών του εντόμου.
- Η διαχρονική χαρτογράφηση των περιοχών που παρουσιάζουν ομοιογένεια στην πληθυσμιακή διακύμανση του εντόμου
- Η ανάλυση της χωρικής και χρονικής κατανομής του εντόμου στις περιοχές εφαρμογής προγραμμάτων συλλογικής καταπολέμησης του δάκου της ελιάς
- Η εκτίμηση της συμβολής των νέων στοιχείων στη διαμόρφωση ολοκληρωμένων προγραμμάτων διαχείρισης εντόμων

Για να είναι αυξημένη η αξιοπιστία των συμπερασμάτων και να περιοριστεί η επίδραση τυχόν μετεωρολογικών φαινομένων ατυχηματικού χαρακτήρα, αποφασίστηκε οι χρονοσειρές των παγιδεύσεων να καλύψουν ένα διάστημα τριών συνεχόμενων ετών.

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι, παλαιότερα η μελέτη των χωρικών

προτύπων των εντόμων βασίζονταν αποκλειστικά στη στατιστική επεξεργασία των δειγματοληψιών χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η θέση των σταθμών δειγματοληψίας στο χώρο. Οι μέθοδοι προσέγγισης στις μέρες μας περιλαμβάνουν την εφαρμογή της χωρικής στατιστικής και τη χρήση προγραμμάτων γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (Liebhold et al 1993).

Η χωρική αυτοσυσχέτιση για παράδειγμα έχει εφαρμοσθεί σε μελέτες χωρικών κατανομών για το λεπιδόπτερο *Lymantria dispar* σε ετήσιους χάρτες κατανομών στη Μασαχουσέτη (Liebhold et al 1991). Επίσης, μελέτες της χωρικής κατανομής εντόμων της οικογένειας Cicadellidae σε οργανωμένες καλλιέργειες μηλιών (Nestel and Klein 1995) έδειξε ότι η εμφάνιση των εντόμων κάθε έτος ξεκινάει από τα σημεία διαχείμασης περιμετρικά των οπορώνων.

Όσον αφορά το δάκο της ελιάς, είναι πλέον γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια η ελαιοκαλλιέργεια ξαπλώνεται συνεχώς, καταλαμβάνοντας όλο και μεγαλύτερες εκτάσεις στις ελαιοπαραγωγές χώρες, «προσφέροντας» έτσι νέες περιοχές εξάπλωσης στο κύριο εχθρό της καλλιέργειας. Αυτό έχει ως συνέπεια η κατανομή του εντόμου να θεωρείται πλέον ευρεία, τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο, με αυξητικές τάσεις κάθε χρόνο. Μια σειρά μελετών στο παρελθόν έχει εστιάσει στην εποχική εξέλιξη του εντόμου στο πεδίο με αντικείμενο παραμέτρους όπως: η καταγραφή της πρώτης χρονικά γενιάς η εκτίμηση της εναλλαγής των γενεών, η μελέτη της διακύμανσης της πληθυσμιακής πυκνότητας του εντόμου σε ελαιώνες, η είσοδος του εντόμου την αναπαραγωγική διάπαυση καθώς και οι παράγοντες που την επηρεάζου. Παρόλα αυτά, τα χωρικά πρότυπα του εντόμου δεν έχουν μελετηθεί εκτενώς, παρά μόνο στα όρια μικρών ελαιώνων (Dimou et al 2003).

Προκύπτει λοιπόν, η ανάγκη για μελέτες σε μεγαλύτερη κλίμακα , με σκοπό την διερεύνηση της χωρικής και εποχικής κατανομής του εντόμου. Απώτερος σκοπός είναι η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικών με τους παράγοντες που καθορίζουν τα πρότυπα κατανομής του εντόμου. Το ενδιαφέρον για μελέτες σε μεγαλύτερη κλίμακα φαίνεται και από πρόσφατες ανακοινώσεις σε εθνικά και διεθνή συνέδρια (Petacchi et al 2002, 2003, Παπαφιλιππάκη και συνεργάτες 2007, Κουνατίδης 2009) στις οποίες γίνεται καταγραφή της δυναμικής των πληθυσμών του εντόμου σε περιοχές αποκλειστικής καλλιέργειας της ελιάς.

Η δομή που θα ακολουθηθεί στην παρούσα εργασία για να προσεγγιστούν τα διατυπωμένα προβλήματα είναι η ακόλουθη:

Στο δεύτερο κεφάλαιο θα παρουσιαστεί το Θεωρητικό Πλαίσιο από το οποίο καθορίζεται η παρούσα εργασία. Βεβαίως θα αναφερθούν και ζητήματα και προσεγγίσεις τα οποία δε χρησιμοποιήθηκαν, αλλά ο κεντρικός του στόχος δεν θα είναι η εξάντληση της βιβλιογραφίας,

αλλά η αναφορά των σημαντικότερων θεμάτων και μεθοδολογιών που χρησιμοποιούνται ή ενέπνευσαν την παρούσα εργασία.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το προτεινόμενο Μεθοδολογικό Πλαίσιο για την αντιμετώπιση των ερωτημάτων που τίθενται, βασισμένο στις θεωρητικές προσεγγίσεις που προαναφέρθηκαν στο δεύτερο κεφάλαιο. Περιγράφονται όλες οι διαδικασίες μετατροπής των στοιχείων σε πληροφορίες. Πιο συγκεκριμένα θα αναφερθούμε στα απαραίτητα δεδομένα που πρέπει να συλλεγούν και να μετατραπούν στις κατάλληλες μορφές, στην οργάνωση αυτών σε γεωβάσεις, καθώς και η ανάλυση των δεδομένων με την βοήθεια κατάλληλου λογισμικού (ArcGis 10 ERSI) και την χρήση συγκεκριμένων εργαλείων του λογισμικού.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η Μελέτη Εφαρμογής, μέσω της οποίας δοκιμάστηκε και μοντελοποιήθηκε το προτεινόμενο Μεθοδολογικό Πλαίσιο, με σχολιασμό των αποτελεσμάτων και την απαραίτητη οπτικοποίηση αυτών.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα Συμπεράσματα και ο Σχολιασμός της όλης προσέγγισης, αναφέρονται τα τυχόν προβλήματα που παρουσιάστηκαν κατά την εκπόνηση της εργασίας και αναπτύσσονται οι σκέψεις που έχουμε για την περαιτέρω έρευνα του θέματος.

2. Θεωρητικό πλαίσιο

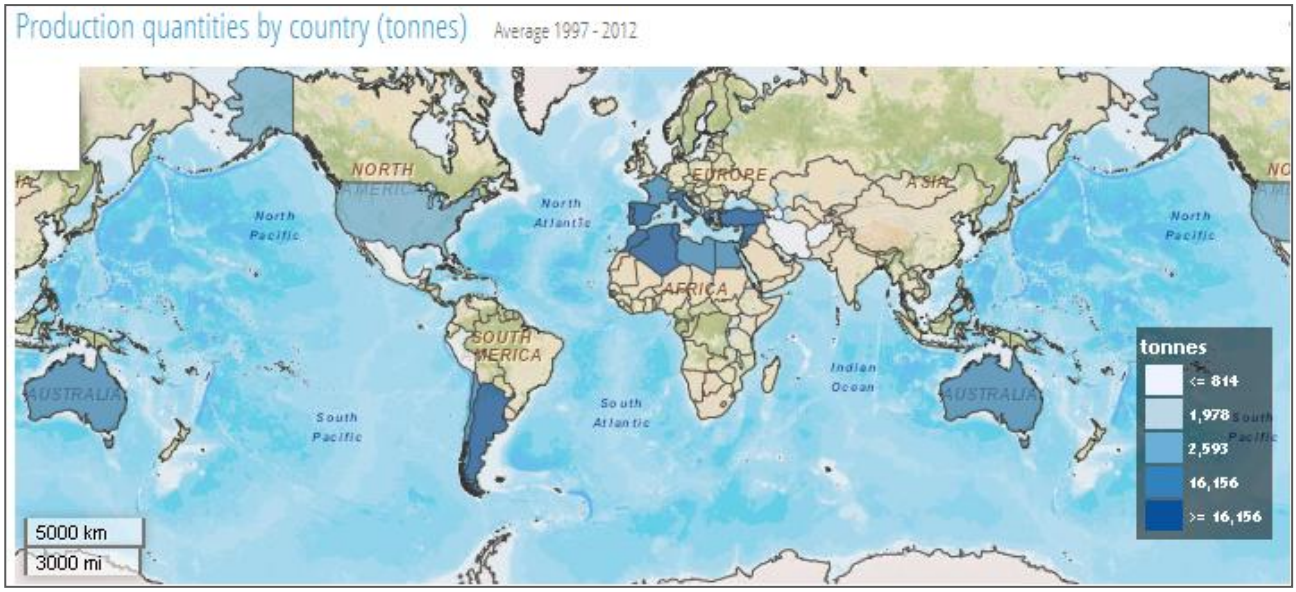
2.1 Η Ελιά

Μια μελέτη για τον πληθυσμό ενός επιβλαβούς εντόμου δεν θα μπορούσε να ξεκινάει χωρίς να γίνεται μία αναφορά στον ξενιστή του. Και αυτό γιατί η βιολογία και οι στρατηγικές ζωής του πρώτου έχουν εξελιχθεί και βρίσκονται σε στενή συσχέτιση με τα χαρακτηριστικά του δεύτερου. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για το δάκο της ελιάς, καθώς πρόκειται για έντομο μονόφαγο γεγονός το όποιο κάνει ακόμα πιο αναγκαίο να έχουμε μια καλή εικόνα αυτού που αποτελεί το βιοτικό και αβιοτικό περιβάλλον του αντικειμένου της μελέτης μας. Τέλος από καθαρά πρακτική και οικονομοτεχνική πλευρά, η σημασία του βλαβερού εντόμου για τον άνθρωπο θα είναι ευθέως ανάλογη της σημασίας που έχει το προϊόν που βλάπτεται για την οικονομία και τον πολιτισμό του.

2.1.1 Εξάπλωση και βοτανικά χαρακτηριστικά

Η ελιά, *Olea europaea* L., ανήκει στην οικογένεια Oleaceae. Το γένος *Olea* αποτελείται από 35 περίπου είδη που κατανέμονται από τη νότια ως την τροπική και βορειοανατολική Αφρική αλλά συναντώνται και στη δυτική Κίνα, την Ινδία, τη Μαλαισία και την Αυστραλία. Η *O. europaea* πιθανολογείται ότι κατάγεται από την ανατολική Μεσόγειο, έχοντας ως αρχικό κέντρο εξέλιξης βιοποικιλότητας το Λίβανο, τη Συρία και το Ισραήλ (Walton 1995). Από εκεί εξαπλώθηκε δυτικά, με ένα δεύτερο κέντρο στο Αιγαίο και ένα τρίτο στην Τυνησία και τη νότιο Ιταλία. Η καλλιεργούμενη μορφή της, *O. europaea* , γνωστή ως var. *europaea*, πιστεύεται ότι προήλθε από υβριδισμό ανάμεσα στην *O. laperrinii* και την *O. africana* (=*chrysophylla*), δύο άγρια είδη με τα οποία έχει πολλά κοινά χαρακτηριστικά. Το πρώτο συναντάται σήμερα σε περιοχές της νότιας Σαχάρας και το δεύτερο στην Κένυα, την Ουγκάντα, την Αιθιοπία και βόρεια ως τα σύνορα του Σουδάν με την Αίγυπτο.

Η καλλιεργούμενη ελιά είναι δέντρο αειθαλές, αιωνόβιο καρποφόρο που ευδοκιμεί μόνο στα εύκρατα κλίματα. Ο λόγος που η ζώνη καλλιέργειάς της είναι περιορισμένη είναι κυρίως οι ειδικές απαιτήσεις του δέντρου σε θερμοκρασία και υγρασία. Ευδοκιμεί σε περιοχές με υψόμετρο μέχρι 900 μέτρα, θερμοκρασία από -3 μέχρι 36°C, με βροχοπτώσεις από 300 ως 600 χιλιοστά το χρόνο, σε φτωχά, αβαθή, ουδέτερα ή ελαφρά αλκαλικά εδάφη.(Εικ. 2.1) Γενικά είναι ευαίσθητη στους παγετούς και η ανθεκτικότητά της εξαρτάται από την ποικιλία.



Εικ 2.1 Παγκόσμιος χάρτης με τα κράτη στα οποία ευδοκιμεί η ελαιοκαλλιέργεια και η μέση παραγωγή τους σε παρθένο ελαιόλαδο (1997-2012). (Πηγή: Faostat)

Η θερμοκρασία και η υγρασία της ατμόσφαιρας, η σύσταση και η υγρασία του εδάφους επηρεάζουν τη βλάστηση, την άνθηση, το δέσιμο, τη σύσταση και την ωρίμανση του καρπού. Όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές τότε το δέντρο δίνει άριστη παραγωγή. Για τις διάφορες λειτουργίες της η ελιά έχει ανάγκη ορισμένες θερμοκρασίες. Συγκεκριμένα, για τη βλάστηση η θερμοκρασία θα πρέπει να κυμαίνεται περί τους 11°C, για το άνοιγμα των οφθαλμών στους 15°C, για την άνθηση στους 18°C, για το δέσιμο του καρπού στους 21°C. Οι απαιτήσεις αυξάνονται μέχρι την περίοδο ωρίμανσης (22-25°C), για να μειωθούν κατά τη διάρκειά της (18°C) και ακόμη περισσότερο την περίοδο συγκομιδής, όπου το ελάχιστο όριο είναι 5°C. Η ανώτατη θερμοκρασία δεν επιτρέπεται να υπερβεί τους 36°C γιατί το δέντρο αφυδατώνεται. Τέλος, όπως όλα τα φυτά των ευκράτων κλιμάτων, έχει ανάγκη κρύου το χειμώνα για το σχηματισμό των ανθοφόρων ματιών της, που έχει φυσικά και αυτό το όριό του γιατί η ελιά ζημιώνεται σε θερμοκρασίες κάτω από -3°C. Η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 80%, την εποχή της γονιμοποίησης των ανθέων της μάλιστα το όριο είναι ακόμη χαμηλότερο. Τα εδάφη που ευδοκιμεί είναι κυρίως ασβεστολιθικά, στα αργιλώδη δεν συνιστάται η καλλιέργειά της. Θα πρέπει επίσης να αποστραγγίζονται καλά και να περιέχουν αρκετό κάλιο, που είναι απαραίτητο για τους καρπούς (Ποντίκης 1992).

Την ανάπτυξη και την καρποφορία του δέντρου ευνοούν η ηλιοφάνεια και ο γλυκός χειμώνας. Μερικές ποικιλίες μπορούν να καλλιεργηθούν σε υψόμετρο μέχρι 1000 μέτρων, εφόσον

όμως οι υπόλοιπες συνθήκες είναι ευνοϊκές. Αλλιώς οι επιπτώσεις στην παραγωγή είναι σημαντικές.

Η ελιά ζει αιώνες και διατηρεί την παραγωγικότητά της για πολλά χρόνια, εφόσον δέχεται κάποια στοιχειώδη περιποίηση. Αργεί όμως να μπει στην πλήρη παραγωγική της φάση - χρειάζεται έξι χρόνια.

Οι ρίζες της ελιάς μπορούν να φτάσουν σε μεγάλο βάθος, όταν το έδαφος είναι αμμώδες ή πετρώδες. Σε υγρά, συνεκτικά εδάφη οι ρίζες της αντιμετωπίζουν ασφυξία λόγω υπερβολικής υγρασίας, αναγκάζονται να αναπτυχθούν επιφανειακά (στα 10-15 cm), με αποτέλεσμα να δυσκολεύουν τις καλλιεργητικές επεμβάσεις που γίνονται για την βελτίωση της δομής του εδάφους. Θεωρείται επιπολαιόριζο δέντρο, μιας και ο κύριος όγκος των ριζών της βρίσκεται στα 60-70 cm. Αλλά το βάθος που μπορούν να φτάσουν οι ρίζες εξαρτάται και από την προέλευση του δέντρου, αν δηλαδή είναι αυτόριζο ή προέρχεται από μόσχευμα, παραφυάδα κλπ.. Στα αυτόριζα δέντρα οι ρίζες προχωρούν βαθύτερα.

Το ύψος του δέντρου μπορεί να φτάσει και τα 20 μέτρα. Αυτό συμβαίνει επειδή οι περισσότερες ποικιλίες είναι ορθόκλαδες και αναπτύσσονται πολύ όταν βρεθούν σε γόνιμα, ποτιζόμενα εδάφη. Το μεγάλο ύψος του ελαιοδέντρου δημιουργεί προβλήματα στις καλλιεργητικές φροντίδες και τη συγκομιδή και στις σύγχρονες καλλιέργειες επιδιώκονται χαμηλά ύψη. Ο κορμός του στην αρχή είναι λείος και ο φλοιός του έχει χρώμα σταχτοπράσινο. Με τα χρόνια όμως γίνεται ανώμαλος, αποκτά μεγάλο πάχος και πιθανόν μικρές ή μεγάλες κοιλότητες, όταν προσβληθεί από αρρώστιες. Ο κορμός διακλαδίζεται στους βραχίονες, αυτοί στα κλαδιά και τα κλαδιά στους βλαστούς, οι οποίοι χωρίζονται σε: α) Ξυλοφόρους, που θα συνεχίσουν την ανάπτυξη του δέντρου, δίνοντας φύλλα και βλαστάρια που θα εξελιχθούν σε κλαδιά και πιθανόν σε βραχίονες, β) Ανθοφόρους, που θα δώσουν άνθη και καρπούς τον άλλο χρόνο, γ) Μεικτούς, που θα δώσουν βλάστηση, άνθη και καρπούς, και δ) Λαίμαργους, που δίνουν μόνο υπέρμετρα ανεπτυγμένα βλαστάρια χωρίς καρπούς (Ποντίκης 1992).

Τα φύλλα της είναι μακρόστενα, παχιά, λογχοειδή, με λεπτό, μικρό μίσχο και λεία περιφέρεια. Η επάνω επιφάνειά τους είναι βαθυπράσινη ή ανοιχτοπράσινη, η κάτω ασημί ή ασπρίζει και έχει άφθονα τριχίδια. Τα φύλλα βγαίνουν ανά δύο σε κάθε κόμβο και αντίθετα. Μένουν στο δέντρο δύο-τρία χρόνια και μετά πέφτουν, κυρίως την άνοιξη. Το μέγεθος, το σχήμα, το χρώμα τους εξαρτώνται από την ποικιλία. Τα μεγαλύτερα φύλλα τα έχει η ποικιλία "Καλαμών" και τα μικρότερα η "Κουτσουρελιά".

Οι οφθαλμοί βρίσκονται στις μασχάλες των φύλλων και είναι ξυλοφόροι ή ανθοφόροι, με τους πρώτους να είναι μικρότεροι και λιγότερο εξογκωμένοι από τους δεύτερους. Η διαφοροποίηση των οφθαλμών σε ανθοφόρους και ξυλοφόρους αρχίζει στο τέλος του καλοκαιριού. Το δέντρο αρχίζει να βλαστάνει από τα τέλη του Μαρτίου ή τις αρχές του Απριλίου, ανάλογα με τη θερμοκρασία. Ανθίζει από τέλη Απριλίου μέχρι και το Μάιο, ανάλογα με την ποικιλία και τις τοπικές συνθήκες. Αυτή η χρονική περίοδος είναι κρίσιμη για την καρποφορία ' το δέντρο θα πρέπει να έχει ήδη διαθέσιμη υγρασία και θρεπτικά στοιχεία για να σχηματίσει τα άνθη του. Αν αυτά δεν υπάρχουν και οι καιρικές συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές, αυξάνει η ανθόρροια και το ποσοστό των άγονων ανθέων.

Τα άνθη είναι άφθονα, μικρά, κιτρινόλευκα, με τέσσερα πέταλα. Βγαίνουν σε ταξιαρχίες στις μασχάλες των φύλλων σε βλαστάρια του περασμένου χρόνου, είναι όμως δυνατό να βγουν και σε βλάστηση μεγαλύτερης ηλικίας, όταν αυτή προέρχεται από κοιμώμενους οφθαλμούς. Τα άνθη μπορεί να είναι άφθονα σε αριθμό, δεν θα δώσουν όμως όλα καρπούς. Θα γονιμοποιηθεί μόνο ένα ποσοστό 20-75%, ανάλογα με την ποικιλία, τις κλιματικές και τις καλλιεργητικές συνθήκες. Τα άνθη μπορεί να έχουν στήμονες και ωοθηκη, οπότε μπορούν να γονιμοποιηθούν, ή να έχουν μόνο στήμονες και ωοθήκη ατελή, οπότε είναι ακαρπα (Ποντίκης 1992). Μερικές ποικιλίες της ελιάς είναι αυτόστειρες και ανεμόφιλες, δηλαδή συνήθως μια ποικιλία δεν γονιμοποιείται από την δική της γύρη και έχει ανάγκη από τον άνεμο (αλλά και από τα έντομα) για τη μεταφορά της γύρης από άλλη ποικιλία, γι’ αυτό μέσα στον ελαιώνα πιθανόν να υπάρχουν και δέντρα που όλα τα άνθη τους έχουν μόνο στήμονες και είναι άκαρπα, τα οποία έχουν μοναδικό προορισμό τη γονιμοποίηση των άλλων δέντρων του ελαιώνα.

Ο καρπός είναι δρύπη και αποτελείται από το επικάρπιο (επιδερμίδα), το μεσοκάρπιο (σάρκα) και το ενδοκάρπιο (κουκούτσι). Το τελευταίο περιλαμβάνει το ξυλώδες περίβλημα και το σπέρμα. Το μέγεθος, το σχήμα, τα ιδιαίτερα μορφολογικά χαρακτηριστικά του καρπού (ύπαρξη ή όχι θηλής) και η σύστασή του είναι ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε ποικιλίας. Το ενδοκάρπιο έχει και αυτό σχήμα ανάλογο με τον καρπό, με αυλακώσεις στο εξωτερικό του περίβλημα που ο αριθμός και το βάθος τους είναι χαρακτηριστικά της ποικιλίας.

Σημαντικό χαρακτηριστικό της καρποφορίας της ελιάς είναι η παρενιαυτοφορία. ένα φαινόμενο που εκδηλώνεται με αυξομείωση της παραγωγής χρόνο παρά χρόνο. Τα αίτια της παρενιαυτοφορίας είναι σύνθετα και έχουν να κάνουν με παράγοντες εξωγενείς, όπως το έδαφος, το κλίμα και οι καλλιεργητικές πρακτικές, αλλά και άλλους, ενδογενείς, σχετιζόμενους με την ποικιλία και τη φυσιολογία του φυτού (Katsoyannos 1992). Σημαντικό ρόλο στη δημιουργία του

φαινομένου φαίνονται να έχουν τα θρεπτικά στοιχεία του αζώτου, φωσφόρου και καλίου, η περιεκτικότητα των οποίων μειώνεται στο φυτό κατά τις χρονιές αυξημένης καρποφορίας (Ποντίκης 1992). Στο φαινόμενο φαίνεται να παίζει ρόλο και το ασβέστιο, το οποίο όμως ακολουθεί έναν κύκλο αντίθετο. Στις χρονιές χαμηλής παραγωγής η καρποφορία μπορεί να αυξηθεί σχετικά με την άρδευση, τη λίπανση και το κλάδεμα στην κατάλληλη χρονική στιγμή και ένταση.

2.1.2 Η καλλιέργεια της ελιάς, σε παγκόσμιο και εθνικό επίπεδο

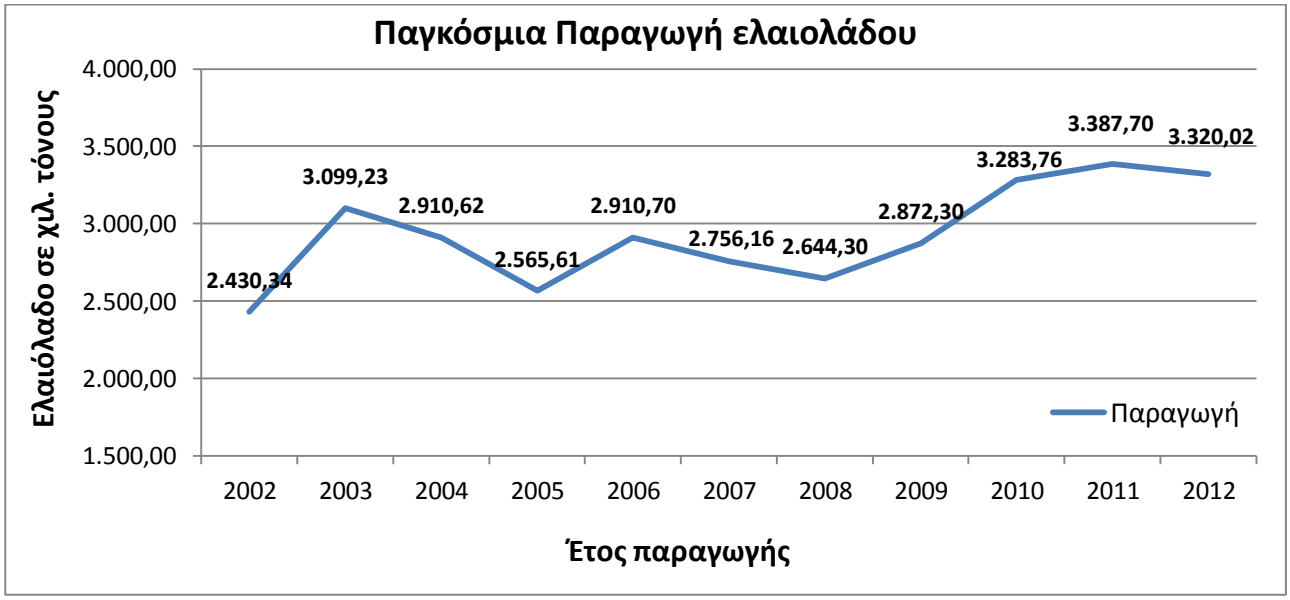
Αφού ολοκληρώθηκε η εξάπλωσή της ελαιοκαλλιέργειας στην ανατολική Μεσόγειο, μεταφέρθηκε δυτικότερα ως την Ισπανία μέσω των αποικιών και του εμπορίου Ελλήνων, Ρωμαίων και Αράβων. Στη σημερινή εποχή το 96% των ελαιοδέντρων παγκοσμίως καλλιεργούνται στη λεκάνη της Μεσογείου. Το υπόλοιπο 4% κατανέμεται στη Ν. Αμερική, όπου μεταφέρθηκε τον 16° αιώνα από τους Ισπανούς κατακτητές, στη Β. Αμερική και κυρίως την Καλιφόρνια, εισηγμένα από Φραγκισκανούς μοναχούς στα τέλη του 18ου αιώνα, στην Αυστραλία, στη Ν. Αφρική, στο Ιράκ, το Ιράν και το Αφγανιστάν και στην Κίνα.(Walton 1995)

i) Η ελαιοκαλλιέργεια σε παγκόσμιο επίπεδο

Η ελαιοκαλλιέργεια αν και έχει αναπτυχθεί σε δύο στενές λωρίδες γης, στην εύκρατη ζώνη (30ο – 45ο) του βόρειου και νότιου ημισφαιρίου καταλαμβάνει μια σημαντική έκταση (100 εκατομμύρια στρέμματα), από την οποία τα 2/3 είναι αμιγείς ελαιώνες, ενώ το 1/3 αναφέρεται σε εκτάσεις συγκαλλιέργειας ελιάς με δημητριακά, άμπελο, ψυχανθή κ.λ.π. Σήμερα σε όλη την υδρόγειο υπάρχουν περίπου 800 εκατομμύρια ελαιόδεντρα από τα οποία το 95% περίπου φύονται στην λεκάνη της Μεσογείου, που διαθέτει άριστες εδαφοκλιματικές συνθήκες για ανάπτυξη της ελιάς.

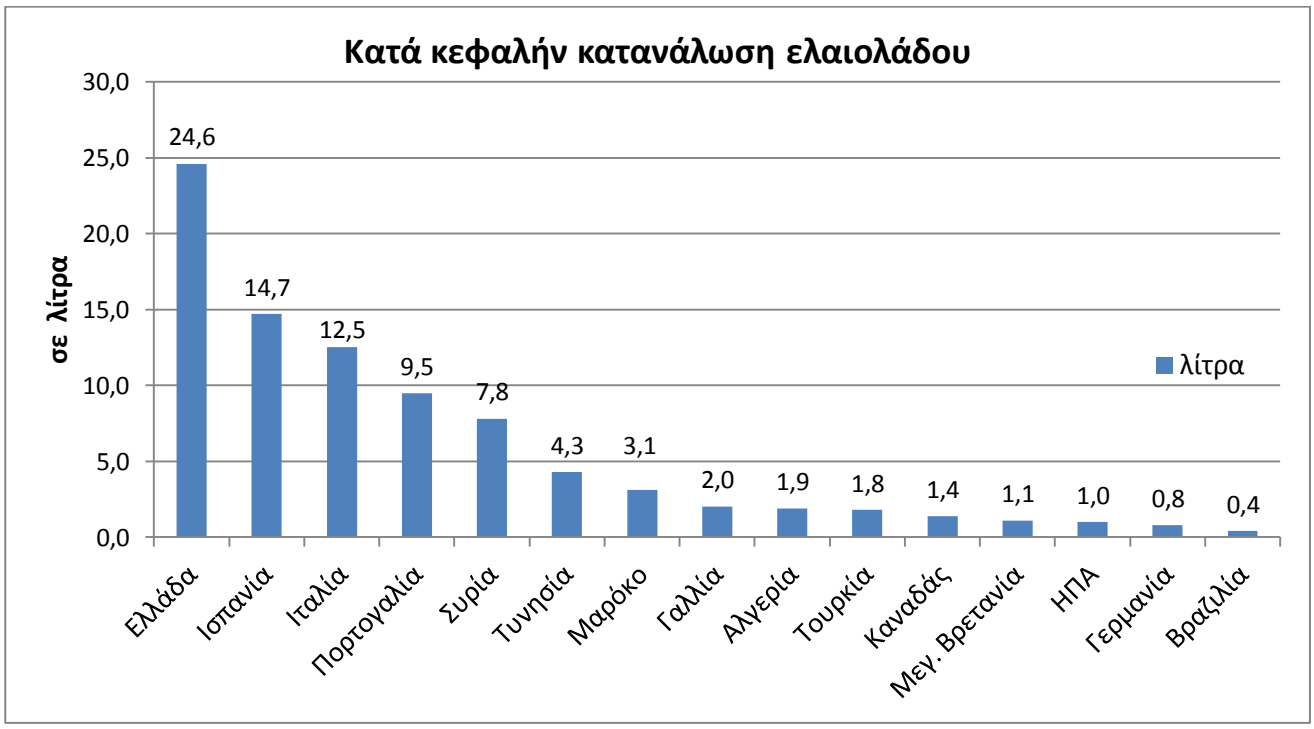
Σύμφωνα με τα στοιχεία της 6ετίας 1977/78 – 1982/83 του Διεθνούς Συμβουλίου του Ελαιολάδου (ΙΟΟC), η ελιά δίνει προϊόν σε ελαιόκαρπο 9,6 εκατομμύρια τόνους το έτος που καλύπτει το 4,4% περίπου της παγκόσμιας ετήσιας παραγωγής καρπών. Από την συνολική παραγωγή ελαιοκάρπου 726 χιλιάδες τόνοι χρησιμοποιούνται για παραγωγή βρώσιμης ελιάς ενώ η υπόλοιπη ποσότητα προορίζεται για ελαιοποίηση. Με βάση τις εκτιμήσεις του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου η συνολική αξία των ελαιοκομικών προϊόντων ανέρχεται σε 2,8 τρισεκατομμύρια δολάρια από τα οποία 300 εκατομμύρια αντιστοιχούν στο εισόδημα της βρώσιμης ελιάς (Σφακιωτάκης Ε. 1993).

Στοιχεία των τελευταίων έντεκα ετών (FAO) έδειξαν ότι παράγονται κατά μέσο όρο 2.925,52 χιλ. τόνοι ελαιολάδου κάθε χρόνο σε παγκόσμια κλίμακα (Διάγραμμα 2.1).



Διάγραμμα 2.1. Η παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου. (Πηγή: Faostat)

Το ελαιόλαδο καταναλίσκεται κατά ένα μεγάλο ποσοστό (85%) στις χώρες παραγωγής και μια μικρή ποσότητα 16% αποτελεί αντικείμενο εμπορίας. Η μεγαλύτερη αυτοκατανάλωση λαδιού στις ελαιοπαραγωγικές χώρες αποδίδεται στην ιδιαίτερη προτίμηση του καταναλωτικού κοινού προς το ελαιόλαδο (Διάγραμμα 2.2).



Διάγραμμα 2.2. Η κατά κεφαλήν κατανάλωση ελαιολάδου. (Πηγή: Faostat)

Τα σκήπτρα στην κατανάλωση ελαιολάδου παγκοσμίως διατηρούν οι μεσογειακές χώρες δεδομένου ότι το ελαιόλαδο αποτελεί αναπόσπαστο συστατικό της μεσογειακής διατροφής. Την πρωτοκαθεδρία κατέχει η Ελλάδα με μέση κατά κεφαλήν κατανάλωση περισσότερο από 24 λίτρα. Ακολουθούν οι Ισπανοί και οι Ιταλοί με περίπου 15 και 13 λίτρα αντίστοιχα.(Διάγραμμα 2.2) (Faostat 2013)

Από τη ποσότητα του ελαιολάδου που διακινείται μέσω του εξαγωγικού εμπορίου το μεγαλύτερο μέρος, 28%, καλύπτει η Ισπανία, ακολουθεί η Τυνησία, η Ελλάδα και η Ιταλία με ποσοστό 23%, 14% και 12% αντίστοιχα (IOOC 1977/78-1982/83).

ii) Η σημασία της καλλιέργειας της ελιάς για την Ευρώπη και την Μεσόγειο

Η ελαιοκομία έχει μεγάλη οικονομική, κοινωνική και οικολογική σημασία για τις χώρες της Μεσογείου. Αν και συμμετέχει με μικρό ποσοστό στο εισόδημα της Κοινότητας είναι μεγάλης σημασίας για την οικονομία των χωρών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης: Ισπανία, Ιταλία, Ελλάδα και Πορτογαλία, στις οποίες πολλοί παραγωγοί έχουν ως κύρια απασχόληση την ελαιοκαλλιέργεια. Με τον κανονισμό ΚΑΝ 136/66 ΕΚ, με τον οποίο ρυθμίζεται η κοινή οργάνωση της αγοράς του ελαιολάδου και των άλλων λιπαρών υλών (σπορέλαια, ζωϊκά λίπη κ.τ.λ.), έχει καθιερωθεί ένα σύστημα αυξημένης προστασίας της Κοινοτικής παραγωγής ελαιολάδου (Κυριτσάκης 1988).

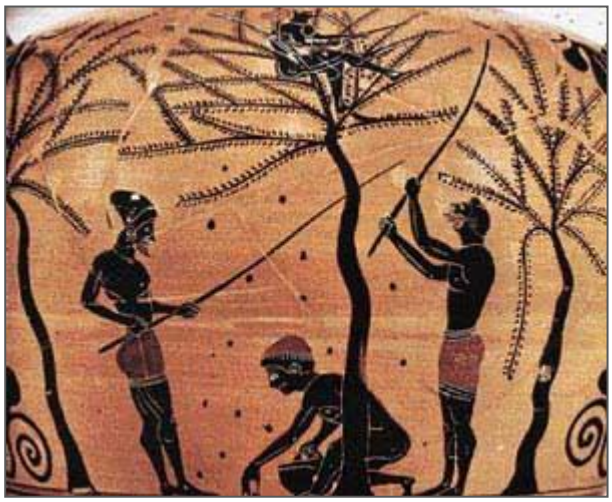
Η ελιά συμβάλλει σημαντικά στην διατήρηση του περιβάλλοντος γιατί προσφέρεται καλύτερα για αξιοποίηση των εδαφών που εξαρτώνται μόνο από βροχοπτώσεις. Σε τέτοιες ευαίσθητες περιοχές η εγκατάσταση άλλων καλλιεργειών εκτός της ελιάς εκθέτει τα εδάφη στον κίνδυνο των διαβρώσεων, ενώ η ελαιοκαλλιέργεια και συγκαλλιέργεια με χειμερινά σιτηρά (κριθάρι) ή ψυχανθή (βίκος) προσφέρεται για την συντήρηση των προβληματικών αυτών εδαφών.

Ως προς τον κοινωνικό της ρόλο, η ελαιοκομία έχει αναπτυχθεί σε λιγότερο ευνοημένες ορεινές και ημιορεινές περιοχές, με το χαμηλότερο γεωργικό εισόδημα, και δύσκολα η ελιά μπορεί να αντικατασταθεί με άλλες καλλιέργειες λόγω τόσο των δυσμενών εδαφοκλιματικών συνθηκών όσο και της φύσης της (πολυετής καλλιέργεια). Η ελαιοκαλλιέργεια επομένως θεωρείται ως λύση για διατήρηση των γεωργικών πληθυσμών στις περιοχές αυτές και προσφέρει απασχόληση σε ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού των ελαιοπαραγωγικών χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

iii) Η ελαιοκαλλιέργεια στην Ελλάδα

Η εξέταση των αρχαιολογικών στοιχείων που αφορούν τη χρήση και τη σημασία της ελιάς στην αρχαιότητα επιβεβαιώνει ότι αυτή αποτελούσε ένα από τα χρησιμότερα και πιο αγαπητά δέντρα των Ελλήνων, λόγω της ιερότητός της, της οικονομικής σημασίας της και των ποικίλων χρήσεων των προϊόντων της στην καθημερινή και στη θρησκευτική ζωή.

Παρά πολλά αρχαιολογικά στοιχεία μαρτυρούν την παρουσία του ελαιόδενδρου στον ελλαδικό χώρο από τη Νεολιθική ακόμη εποχή και αποδεικνύουν την κυρίαρχη σημασία που είχαν για τους Έλληνες το ελαιόλαδο, η βρώσιμη ελιά, το ξύλο, ακόμη και τα φύλλα του δένδρου. Παλαιότερα είχε υποστηριχθεί εσφαλμένα ότι η καλλιέργειά της μεταφέρθηκε στην Ελλάδα από την Παλαιστίνη. Νεότερα στοιχεία που προέκυψαν από ανάλυση γύρης μαρτυρούν την παρουσία της στον ελλαδικό χώρο από τη νεολιθική εποχή. Συστηματική καλλιέργειά της πιστοποιήθηκε και στη μυκηναϊκή περίοδο σε διάφορα σημεία της Ελλάδας. Αλλά και οι πινακίδες της Γραμμικής Β' από τα αρχεία των ανακτόρων Κνωσού, Πύλου και Μυκηνών μαρτυρούν την οικονομική σημασία της κατά τον 14ο και τον 13ο αι. π.Χ. Στην Κνωσό και στις Αρχάνες βρέθηκαν μέσα σε αγγεία κουκούτσια από ελιές, ενώ στη Ζάκρο βρέθηκαν ολόκληρες ελιές με τη σάρκα τους, που χρονολογούνται περί το 1450 π.Χ. Επίσης κουκούτσια ελιάς βρέθηκαν σε τάφους της Μεσαράς, ενώ σε άλλα σημεία της Κρήτης βρέθηκαν ελαιοπιεστήρια υστερομυκηναϊκής ΙΙ και ΙΙΙ περιόδου (1450-1200 π.Χ.). Ελιές απεικονίζονται και σε έργα τέχνης της εποχής αυτής. Μια τοιχογραφία του ανακτόρου της Κνωσού του 16ου αι. π.Χ. αποτελεί θαυμάσια απεικόνιση ελαιώνα, ενώ τα χρυσά ποτήρια από τον μυκηναϊκό τάφο του Βαφειού Λακωνίας (16ος αι. π.Χ.) κοσμούνται με παράσταση ελαιοδένδρων. (Φάκλαρης Π.)

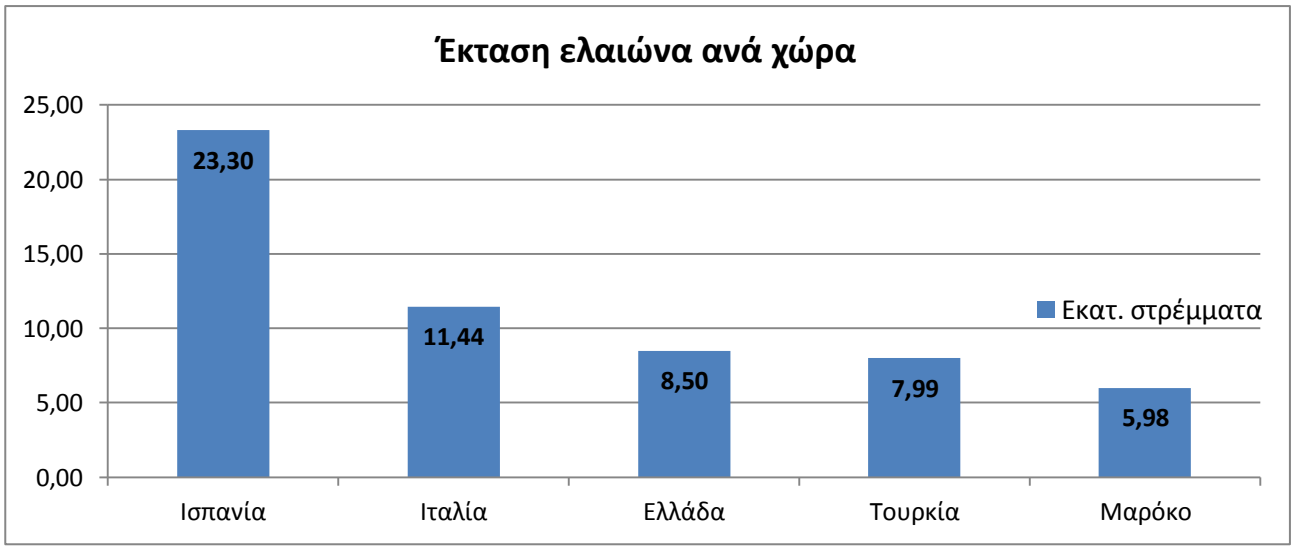


Εικ. 2.2 Απεικόνιση της συγκομιδής του ελαιοκάρπου στην Αρχαία Ελλάδα, σε αμφορέα που βρέθηκε στην Κρήτη.(Πηγή: www.kairatos.com.gr)

Στην σύγχρονη Ελλάδα, η ελιά είναι καλλιέργεια με πολύ μεγάλη διάδοση. Έχει αναπτυχθεί στις παραθαλάσσιες περιοχές της Ηπειρωτικής Ελλάδας και στα νησιά όπου συναντά άριστες εδαφοκλιματικές συνθήκες για την ανάπτυξή της. Η εξάπλωση της ελαιοκαλλιέργειας είναι μεγαλύτερη από κάθε άλλο είδος καρποφόρου δέντρου και καταλαμβάνει πάνω από 6,5 εκατομμύρια στρέμματα, έκταση που αναλογεί στο 15% περίπου της καλλιεργούμενης γεωργικής γης και στο 75% των εκτάσεων των δενδρωδών καλλιεργειών.

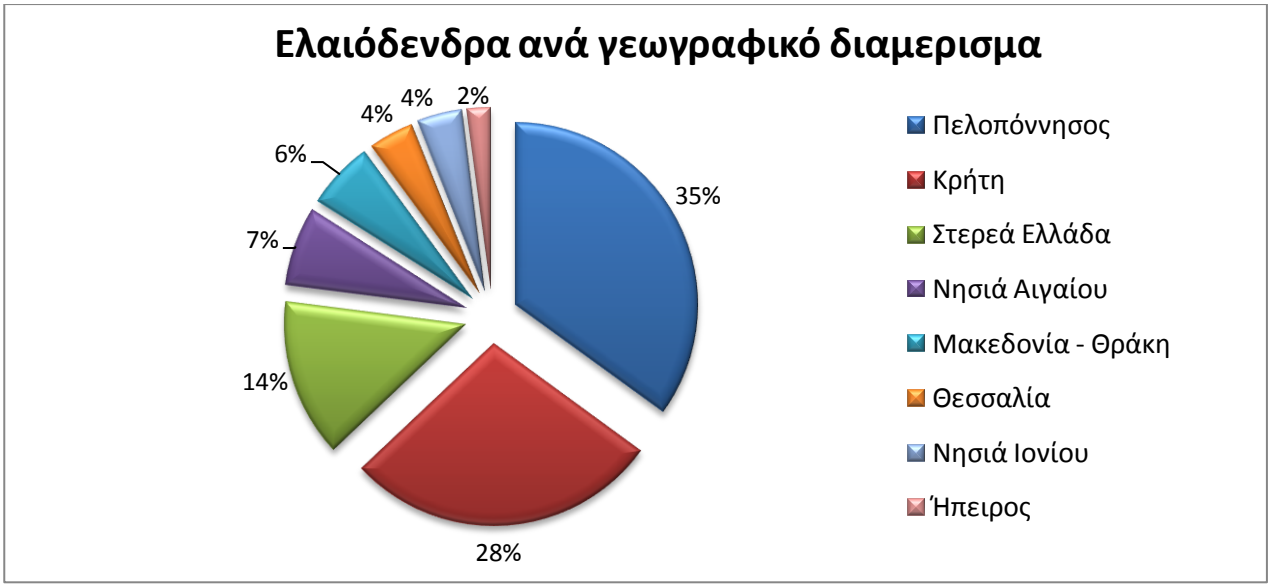
Με βάση τα στοιχεία της 6ετίας 1971/78-1982/83 η Ελλάδα παράγει ετησίως 260 χιλιάδες τόνους ελαιόλαδο, ποσότητα που αντιστοιχεί στο 16% της παγκόσμιας ετήσιας παραγωγής και στο 20% της Κοινοτικής παραγωγής. Η χώρα επίσης παράγει ετησίως 70 χιλιάδες τόνους βρώσιμης ελιάς και θεωρείται μετά την Ισπανία δεύτερη στις εξαγωγές βρώσιμης ελιάς (Σφακιωτάκης Ε. 1993).

Τώρα όσο αφορά την καλλιεργούμενη έκταση σε ελαιώνες, η Ελλάδα καταλαμβάνει την τρίτη θέση μεταξύ των πέντε πρώτων χώρων, με έκταση η οποία αγγίζει τα 8,50 εκατομμύρια στρέμματα και με την Ισπανία να έχει τα πρωτεία στην καλλιεργούμενη έκταση η οποία φτάνει στα 23,3 εκατομμύρια στρέμματα. (Διάγραμμα 2.3). (Faostat 2013)



Διάγραμμα 2.3. Ελαιοκομική έκταση ανά παραγωγός χώρα. (Πηγή: Faostat)

Από τα γεωγραφικά διαμερίσματα της Ελλάδας η Πελοπόννησος παραμένει στην κορυφή της κατάταξης των ελαιοπαραγωγικών περιοχών της ελληνικής επικράτειας, καθώς εκεί καλλιεργείται περίπου το 35% των συνολικών ελαιοδέντρων της χώρας. Ακολουθεί η Κρήτη με ποσοστό 28% και η Στερεά Ελλάδα με ποσοστό 14%. Μικρότερο του 7% επί του συνόλου είναι το μερίδιο που καταλαμβάνουν τα νησιά του Αιγαίου. (Διάγραμμα 2.4). (Πανάγος Γ. 2014)



Διάγραμμα 2.4. Ποσοστό καλλιεργούμενων ελαιοδέντρων ανά γεωγραφικό διαμέρισμα. (Πηγή: el)

2.1.3 Ο κορινθιακός ελαιώνας

Αναφορές γίνονται από τον Παυσανία για τις ελιές στην Κορινθία. Η ελιά είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την πολιτιστική κληρονομιά, τα έθιμα και την οικονομική ζωή του τόπου. Η αύρα της θάλασσας, η μεγάλη ηλιοφάνεια, το πλούσιο έδαφος και το ιδιαίτερο κλίμα της περιοχής δημιουργούν τις προϋποθέσεις για την παραγωγή ποιοτικών προϊόντων. Η ποικιλία ελιάς Μανάκι που καλλιεργείται στην περιοχή βρήκε τις ιδανικές συνθήκες για να προσφέρει το μοναδικό κορινθιακό ελαιόλαδο.

Μέχρι τις αρχές του 20ού αιώνα η καλλιέργεια της ελιάς στη Κορινθία, γίνεται με τις συνηθισμένες καλλιεργητικές πρακτικές που συναντούμε σε όλες τις παραδοσιακές περιοχές ελαιοκαλλιέργειας της Μεσογείου με αραιά έως ανύπαρκτα κλαδέματα, φυσική λίπανση και πύκνωση των εργασιών την εποχή της συγκομιδής. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι πρακτικές της εμφύτευσης και του εμβολιασμού της αγριελιάς, που συνεπάγονται τη χωριστή ιδιοκτησία δέντρων και γης, και συνδέουν την καλλιέργεια της ελιάς με συγκεκριμένους τρόπους κατοχής και εκμετάλλευσης της γης. Πρέπει να υπογραμίσουμε το γεγονός ότι σε όλη τη διάρκεια του 19ου αιώνα, τονίζεται διαρκώς η μεγάλη γεωγραφική επέκταση της καλλιέργειας της ελιάς στη Κορινθία, μέσω του εμβολιασμού της αγριελιάς, και η μετατροπή άλλων γεωργικών εκτάσεων σε ελαιώνες.

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά των ελαιώνων της περιοχής είναι η μικρή έκταση (<10 στρέμματα) και το γεγονός ότι πάνω από το 70% βρίσκεται σε επικλινείς ή ορεινές περιοχές. Τα καλλιεργητικά συστήματα στα οποία διακρίνεται η ελαιοκαλλιέργεια είναι τα: 1) συμβατικά, 2) ημι-εντατικά, 3) εντατικά και 4) οργανικά.

Σήμερα σύμφωνα με την Πανελλήνια Ένωση Μεταποιητών – Τυποποιητών – Εξαγωγέων Επιτραπέζιων Ελιών (ΠΕΜΕΤΕ) εντοπίζουμε, σε σημαντικές εκτάσεις, τις παρακάτω ποικιλίες ελιάς στην Περιφερειακή Ενότητα Κορινθίας : Κοθρέικη ή Μανάκι, Κορωνέικη, Μεγαρείτικη. Σε πολύ μικρότερη έκταση καλλιεργείται η επιτραπέζια ποικιλία Καλαμών.

Κοθρέικη (*Olea europaea var. ovalis*.)
Συνώνυμα: Μανάκι, Κορινθιακή, Γλυκομανάκι, Γλυκομανακολιά.

Πολύ ζωηρό δένδρο, ύψους 5-6 μέτρων. Η ποικιλία αυτή ωριμάζει με αργούς ρυθμούς και η καλύτερη εποχή για τη συγκομιδή της είναι από το τέλος Ιανουαρίου μέχρι τις αρχές του Φεβρουαρίου. Οι καρποί είναι μεμονωμένοι ή ανά δυο στις ταξικάρπιες της και έχουν μεσαίες διαστάσεις με οβάλ σχήμα. Το βάρος του καρπού ποικίλει από 2.2 έως 2.9 γραμμάρια, χωρίς θηλή. Τα φύλλα είναι μέτρια, λογχοειδή και καταλήγουν σε μικρή ακίδα. Η σχέση σάρκας προς πυρήνα του καρπού είναι 6:1.

Αυτό που χαρακτηρίζει αυτή την ποικιλία είναι ανθεκτικότητά της στο κρύο, αντέχει το κρύο που υπάρχει σε υψόμετρο μέχρι 650 μέτρων και στους ισχυρούς ανέμους, χαρακτηριστικά τα οποία της προσδίδουν την ιδιότητα του να μπορεί να αποδώσει εκεί όπου άλλες ποικιλίες δεν τα καταφέρνουν εξίσου καλά.

Κορωνέικη (*Olea europea var. microcarpa alba ή var.Mastoides*)
Συνώνυμα: Μικρόκαρπη, Ψιλολιά, Λιανολιά, Κρητικιά, Κορώνη, Βατσική, Ασπρολιά

Η ποικιλία αυτή καταλαμβάνει μεγάλο ποσοστό της ζώνης ελαιοκαλλιέργειας της Κορινθίας και είναι μία από τις πιο διαδεδομένες ποικιλίες. Επεκτείνεται κυρίως στη χαμηλή παραλιακή ζώνη και η καλλιέργεια της είναι, ως επί το πλείστον ξηρική. Είναι ποικιλία μικρόκαρπη. Χωρίς ιδιαίτερες εδαφοκλιματικές απαιτήσεις στο βαθμό που ανταγωνίζεται και την αγριελιά.

Χαρακτηρίζεται από δύο σημαντικά πλεονεκτήματα: την ανθεκτικότητά της στην ξηρασία και η υψηλή και σταθερή καρποφορία της. Το μειονέκτημα του μικρού μεγέθους του καρπού της, παρ' ότι ποικιλία με αποκλειστικά ελαιοπαραγωγική κατεύθυνση, ξεπερνιέται από το γεγονός ότι το λάδι της με το πρασινοκίτρινο χρώμα του είναι εκλεκτής ποιότητας με φρουτώδη γεύση και εξαιρετικό άρωμα καρπού. Ανθίζει κατά το δεύτερο μισό του Απρίλη και ωριμάζει κατά την

περίοδο Οκτωβρη – Δεκέμβρη. Η συλλογή γίνεται είτε χειρονακτικά είτε με μηχανικά μέσα. Η απόδοση σε λάδι του ελαιοκάρπου κυμαίνεται μεταξύ 10 και 20%. Παρουσιάζει ευαισθησία στις προσβολές από το *Pseudomonas syringae pv. savastanoi* Smith.

Μεγαρείτικη (*Olea europaea var. argentata.*)
Συνώνυμα : Λαδολιά, Περαχωριτική, Βοβωδική, Χοντρολιά.

Πρόκειται για μια ποικιλία που αν φροντιστεί, μπορεί να παράγει καρπό κάθε χρόνο. Δέντρο μετρίας ανάπτυξης, κρεμοκλάδες. Αντέχει στην ξηρασία και έτσι προσαρμόζεται στο κλίμα της Κορινθίας αλλά και της Αττικής και Βοιωτίας. Ωριμάζει Νοέμβριο με Δεκέμβριο. Είναι ευπαθής στις χαμηλές θερμοκρασίες. Ο καρπός της χρησιμοποιείται για ελαιοποίηση κυρίως, αλλά και για παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς μαύρης και πράσινης. Τα φύλλα είναι μάλλον μεγάλα, λογχοειδή και καταλήγουν σε ακίδα έχουν χρώμα ανοικτό πράσινο στην πάνω επιφάνεια και τεφροπράσινο στην κάτω. Επειδή το δένδρο εμφανίζει την κάτω επιφάνεια των φύλλων του, το χρώμα του φαίνεται τεφροπράσινο. Ο καρπός είναι κυλινδρικός-κωνικός,με θηλή ή και χωρίς, ακόμα και σφαιρικός. Η περιεκτικότητα του σε λαδί κυμαίνεται από 20-29%, μέτριας ως καλής ποιότητας.

2.2 Το έντομο του δάκου της ελιάς *Bactrocera oleae* (Gmelin)

Ο δάκος της ελιάς, *Bactrocera oleae* (Gmelin), αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα έντομα της ελληνικής γεωργίας και το σοβαρότερο επιβλαβές έντομο της ελιάς παγκοσμίως, με ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως προς τη μελέτη της μορφολογίας, φυσιολογίας και συμπεριφοράς των φυσικών πληθυσμών του.

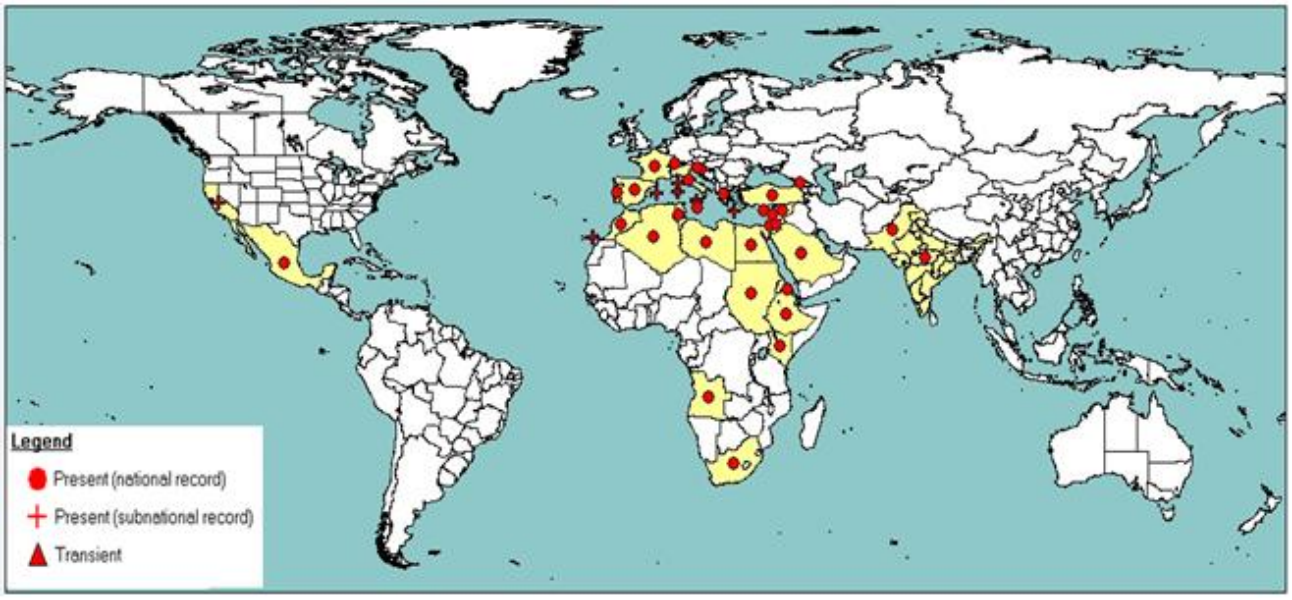
Η ζημιά που προκαλεί στον καρπό, αν δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα, είναι δυνατόν να υπερβεί το 50-60%. Η ζημιά είναι ποσοτική και ποιοτική, διότι υποβαθμίζει την ποιότητα των επιτραπέζιων ποικιλιών ελιάς καθώς και την ποιότητα του παραγόμενου ελαιολάδου με την αύξηση της οξύτητας του.

2.2.1 Εξάπλωση

Το συγκεκριμένο έντομο είναι περισσότερο γνωστό από τις μεσογειακές περιοχές της νότιας Ευρώπης, αλλά βρίσκεται επίσης στη Βόρειο Αφρική, τη Μέση Ανατολή, κατά μήκος των ανατολικών ακτών της Αφρικής ως τη Νότιο Αφρική και γενικότερα σε όλες σχεδόν τις περιοχές όπου φύονται φυτά του γένους *Olea*.(Πίνακας 2.1) (Εικ. 2.3)

Αφρική		**Αμερική**	**Ασία**	**Ευρώπη**	
Αίγυπτος	Μαρόκο	ΗΠΑ	Ινδία	Αζερμπαϊτζάν	Κροατία
Αιθιοπία	Νότιος Αφρική	Μεξικό	Ιορδανία	Αρμενία	Κύπρος
Αλγερία	Σουδάν		Ισραήλ	Γαλλία	Μάλτα
Αγκόλα	Τυνησία		Λίβανος	Γεωργία	Μαυροβούνιο
Ερυθραία			Πακιστάν	Ελλάδα	Πορτογαλία
Κένυα			Σαουδ. Αραβία	Ισπανία	Σλοβενία
Λιβύη			Συρία	Ιταλία	Τουρκία

Πίνακας 2.1 Χώρες στις οποίες είναι διαπιστωμένη η εξάπλωση του εντόμου. (Πηγή: EPPO)



Εικ. 2.3 Χάρτης με την παγκόσμια εξάπλωση του δάκου της ελιάς. (Πηγή: EPPO)

Διάφορες επιστημονικές μελέτες για την εξάπλωση του εντόμου συγκλίνουν στο γεγονός ότι ο δάκος και το δέντρο της ελιάς έχουν ακολουθήσει παράλληλες πορείες εξέλιξης και εξάπλωσης στην πάροδο των χρόνων. Είναι δε αποδεκτό μεταξύ των ερευνητών πως το έντομο αυτό μπορεί να επιβιώσει και να αναπτυχθεί σε οποιαδήποτε περιοχή του κόσμου υπάρχουν ελιές, άγριες ή ήμερες. Οι προνύμφες του εντόμου είναι υπεύθυνες για αυτή τη στενή σχέση, λόγω του ότι είναι μονοφάγες και αποκλειστική τους τροφή αποτελεί το μεσοκάρπιο του ελαιοκάρπου.

2.2.2 Συστηματική ταξινόμηση

Το έντομο του δάκου της ελιάς, *Bactrocera oleae* (Gmelin), ανήκει στην οικογένεια Tephritidae των Διπτέρων. Η οικογένεια αυτή περιλαμβάνει τις λεγάμενες "μύγες των φρούτων" ("fruit flies"), μία ομάδα εντόμων-εχθρών της γεωργικής παραγωγής με μεγάλη οικονομική σημασία, και αποτελείται από έξι υποοικογένειες και 27 φυλές. Οι υποοικογένειες είναι τα Tachiniscinae, Blepharoneurinae, Phytalmiinae, Dacinae, Trypetinae και Tephritinae. Η υποοικογένεια Dacinae, στην οποία ανήκει ο δάκος, αποτελείται από τις φυλές Ceratitidini, Dacini και Gastrozonini. Η φυλή Dacini διακρίνεται στα γένη *Bactrocera, Dacus* και *Monacrostichus.* Τα δύο πρώτα διακρίνονται σε δέκα και οκτώ, αντίστοιχα, υπογένη. Μέχρι το 1989, οπότε η συστηματική των Tephritidae αναθεωρήθηκε, ο δάκος της ελιάς ανήκε στο γένος *Dacus,* το οποίο περιλαμβάνει είδη που συναντώνται σχεδόν αποκλειστικά στην Αφρική. Θεωρήθηκε σωστότερο να

μεταφερθεί στο *Bactrocera* (που παλαιότερα συμπεριλαμβανόταν στο *Dacus),* το οποίο συγκεντρώνει είδη ιθαγενή της τροπικής Ασίας, Αυστραλίας και του Νοτίου Ειρηνικού, με κάποια να συναντώνται επίσης στην Αφρική και εύκρατες περιοχές της Ευρώπης και της Ασίας. Όλα τα υπογένη του *Bactrocera* είναι τα: *Afrodacus, Aglaodacus, Apodacus, Asiadacus, Austrodacus, Bactrocera, Bulladacus, Daculus, Diplodacus και Gymnodacus.* (Δήμου 2002)

2.2.3 Μορφολογία του εντόμου

Ο δάκος είναι έντομο ημερόβιο, αποκλειστικά μονοφάγο και καρποφάγο είδος. Είναι δυνατόν σε ορισμένες περιοχές με ήπιο χειμώνα, εάν και εφόσον παραμένει στα δέντρα ο ελαιόκαρπος, να συνυπάρχουν όλες οι μορφές του εντόμου. Την άνοιξη, με την άνοδο της θερμοκρασίας, από τις νύμφες του εδάφους βγαίνουν τα πρώτα τέλεια άτομα του δάκου, (δραστηριοποιείται η 1η γενεά του εντόμου), τα οποία πετούν σε μεγάλες αποστάσεις. Χρησιμοποιούν ως πηγή τροφής μελιτώδεις εκκρίσεις κοκκοειδών της ελιάς (Tzanakakis 2006).

Οι ζημίες που προκαλεί το έντομο είναι σημαντικές αφού χαρακτηρίζεται ως ο σημαντικότερος εχθρός της ελιάς. Μορφολογικά διακρίνουμε:

Αυγό: Έχει μικρές διαστάσεις (περίπου 0,2 x 0,8 mm). Είναι επίμηκες, κυλινδρικό, με γαλακτώδη χρωματισμό και λεία επιφάνεια. Στη μικροπύλη είναι λοβοειδές σε σχέση με την οπίσθια πλευρά.(Εικ.2.4)

Εικ. 2.4 Αυγό του εντόμου

α) δεύτερο προνυμφικό στάδιο

β) τρίτο προνυμφικό στάδιο

Εικ. 2.5 Προνύμφες δάκου σε ελαιόκαρπο

Προνύμφη: Διακρίνονται τρία προνυμφικά στάδια. Το τελικό μήκος της προνύμφης είναι 7-8 mm. Το πρόσθιο μέρος του σώματος είναι στενότερο από το οπίσθιο. Το χρώμα της προνύμφης είναι υπόλευκο έως ανοιχτό κίτρινο και καθώς αυξάνει η ηλικία της αυξάνεται και η ένταση της κίτρινης χροιάς. Ωστόσο, στο πρόσθιο τμήμα του σώματος τα στοματικά άγκιστρα και ο υπόλοιπος κεφαλοφαρυγγικός σκελετός είναι μαύρου χρώματος. Η προνύμφη δε φέρει κεφαλική κάψα, χαρακτηριστικό και των λοιπών προνυμφών της οικογένειας Tephritidae/Trypetidae.(Εικ.2.5)

Νύμφη: Είναι ανοιχτού καστανού χρωματισμού, ελλειψοειδούς σχήματος και έχει διαστάσεις περίπου 4x2 mm. Βρίσκεται εντός του puparium (νυμφικό περίβλημα), το οποίο σχηματίζεται από το τελευταίο προνυμφικό έκδυμα.(Εικ.2.6)

Εικ. 2.6 Νύμφη δάκου σε ελαιόκαρπο (pupa)

Ακμαίο: Όπως φαίνεται και από την εικόνα 2.7, η κεφαλή του είναι σφαιρική και πλατύτερη του θώρακα. Έχει οφθαλμούς σύνθετους με μεταλλικές ανταύγειες πράσινου-πορφυρού χρωματισμού. Ο θώρακας είναι κίτρινος-φαιός, με τρεις επιμήκεις σκοτεινότερες ραβδώσεις. Σε κάθε γωνία του θώρακα διακρίνεται από

Εικ. 2.7 Ακμαίο δάκου

υποκίτρινη τριγωνική πλάκα. Οι πτέρυγες είναι διαφανείς, ιριδίζουσες και φέρουν σκοτεινό στίγμα στην άκρη. Η κοιλιά είναι καστανού-κίτρινου χρωματισμού και, στην περίπτωση των θηλυκών, καταλήγει σε έναν ισχυρό ωοθέτη μαύρου χρωματισμού. Το συνολικό μήκος του ακμαίου κυμαίνεται από 4 έως 5 mm (Τζανακάκης 1980).

2.2.4 Βιολογικός κύκλος

Όπως όλα σχεδόν τα σημαντικά επιβλαβή Tephritidae, έτσι και ο δάκος της ελιάς, είναι έντομο πολυκυκλικό, δηλαδή συμπληρώνει περισσότερους από έναν βιολογικούς κύκλους το έτος. Όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές για την αναπαραγωγή και την ανάπτυξή του (ύπαρξη διαθέσιμων καρπών για ωοτοκία, κατάλληλη θερμοκρασία και υγρασία κ.ά.) οι γενιές μπορούν να διαδέχονται η μία την άλλη χωρίς διακοπή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Βάσει των παραπάνω, ιδιαίτερα ευνοείται σε περιοχές όπου υπάρχουν και άγριες ελιές, και οι καλλιεργούμενες περιλαμβάνουν τόσο πρώιμες όσο και όψιμες ποικιλίες.

Χαρακτηρίζεται σαν έντομο Ολομετάβολο. Το στάδιο του αυγού ακολουθούν τρία προνυμφικά στάδια, έπειτα η νύμφη (pupa) ή βομβύκιο με μεταμόρφωση, και τέλος, με τη δεύτερη μεταμόρφωση το ενήλικο. Κατά το μεγαλύτερο μέρος της χρονιάς η ανάπτυξη των ανηλίκων ολοκληρώνεται μέσα στον καρπό της ελιάς. Στα τέλη του φθινοπώρου όμως η προνύμφη 3^{ου} σταδίου αντί να μεταμορφωθεί στον καρπό, τον εγκαταλείπει ("migrating larvae") και το πραγματοποιεί στο έδαφος, συνήθως στα πρώτα δέκα εκατοστά, ή σε σχισμές του φλοιού του ελαιοδέντρου. Ο λόγος αυτής της μετακίνησης πιστεύεται ότι είναι η αποφυγή δυσμενών περιβαλλοντικών συνθηκών: παραμένοντας στον καρπό κατά τη θερμή θερινή περίοδο οι νύμφες αποφεύγουν τις υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στην επιφάνεια του εδάφους. Από τον Οκτώβριο και έπειτα οι θερμοκρασίες αυτές έχουν πέσει κάτω από τα θνησιγόνα επίπεδα, η

μετακίνηση δε των προνυμφών σε αυτό τις προστατεύει από τα πουλιά που τρώνε τους ώριμους, πλέον, καρπούς (Kapatos & Fletcher 1984). Έχει διατυπωθεί επίσης η άποψη πως η αλλαγή του υποστρώματος της νύμφωσης είναι μία εξελικτική προσαρμογή απέναντι στη συγκομιδή του καρπού της ελιάς, που πραγματοποιείται προς τα τέλη του φθινοπώρου. Το ερέθισμα για τη μετακίνηση δεν έχει ακόμα ξεκαθαριστεί, φαίνεται όμως ότι είναι ένας συνδυασμός αλλαγών στη φωτοπερίοδο και την χημική σύσταση του καρπού.(Δήμου 2002)

2.2.4.1 Διαχείμαση

Η διαχείμαση του γίνεται, συνήθως ως νύμφη στο έδαφος σε βάθος 1-6 cm. Είναι δυνατόν σε ορισμένες περιοχές με ήπιο χειμώνα, εάν και εφόσον παραμένει στα δέντρα ο ελαιόκαρπος, να συνυπάρχουν όλες οι μορφές του εντόμου. Την άνοιξη, με την άνοδο της θερμοκρασίας, από τις νύμφες του εδάφους βγαίνουν τα πρώτα τέλεια άτομα του δάκου, (δραστηριοποιείται η 1η γενεά του εντόμου), τα οποία πετούν σε μεγάλες αποστάσεις. Χρησιμοποιούν ως πηγή τροφής μελιτώδεις εκκρίσεις κοκκοειδών της ελιάς (Tzanakakis 2006).

2.2.4.2 Ωοτοκία - Εναπόθεση

Τα θηλυκά αρχίζουν να ωοτοκούν μετά την πάροδο κάποιων ημερών-περίοδος προωοτοκίας- που είναι αναγκαία για την ωρίμαση των ωοθηκών. Καθοριστικοί παράγοντες της περιόδου προωοτοκίας θεωρούνται οι επικρατούσες κλιματολογικές και τροφικές συνθήκες, γι' αυτό παρουσιάζονται διαφοροποιήσεις μεταξύ των εποχών. Συγκεκριμένα, για το χειμώνα υπολογίζεται στους 2 έως 3 μήνες ενώ για τους φθινοπωρινούς μήνες στις 6-10 ημέρες. Όταν τα θηλυκά γίνουν σεξουαλικώς ώριμα και γονιμοποιηθούν, αρχίζουν τον Ιούνιο να ωοτοκούν σε καρπούς της ελιάς μικρού μεγέθους και πράσινου χρώματος. Οι καρποί είναι επιδεκτικοί για εναπόθεση αυγών κατόπιν της απόκτησης ορισμένου μεγέθους και σύστασης σάρκας. Εμπειρικά, εκτιμάται ότι ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του δάκου όταν έχουν αποκτήσει μέγεθος ρεβιθιού και εφόσον έχει πήξει ο πυρήνας τους. Πριν την ωοτοκία, το θηλυκό ανιχνεύει την επιφάνεια του καρπού, επιλέγει το κατάλληλο σημείο, διατρυπά τον καρπό με τον ωοθέτη του και δημιουργεί το χαρακτηριστικό τριγωνικό άνοιγμα, όπου εναποθέτει συνήθως ένα αυγό. Κάθε θηλυκό έχει την ικανότητα να τοποθετήσει έως 12 αυγά την ημέρα. Ως επί το πλείστον, η ωοτοκία περιορίζεται σε καρπούς ανέπαφους αλλά κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου και σε περιόδους περιορισμένης

ελαιοπαραγωγής παρατηρούνται συχνά περισσότερα από ένα νύγματα στον ίδιο καρπό (Haniotakis and Voyadjoglou 1978).

2.2.4.3. Μεταμόρφωση

Κατόπιν επώασης 2-4 ημερών εκκολάπτονται οι νεαρές προνύμφες, οι οποίες τρέφονται από τη σάρκα του ελαιοκάρπου. Σε αυτή την γενιά η διάρκεια του σταδίου της προνύμφης υπολογίζεται σε 12-14 ημέρες. Αφού η προνύμφη ολοκληρώσει την ανάπτυξή της μεταμορφώνεται σε νύμφη. Προτού νυμφωθεί, δημιουργεί μια στρογγυλή τρύπα στον καρπό, γνωστή ως οπή εξόδου του ακμαίου, η οποία καλύπτεται εξωτερικά από την εφυμενίδα του καρπού, την λεγάμενη «ψαρολεπίδα», έως ότου ολοκληρωθεί η ανάπτυξη του εντόμου εντός του καρπού. Η προσβολή από τον δάκο επιταχύνει την ωρίμαση του ελαιοκάρπου. Επιπρόσθετα, στο νύγμα αναπτύσσονται παθογόνοι μικροοργανισμοί, που προκαλούν σήψη και πτώση του καρπού (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 2003). Το τέλειο έντομο εμφανίζεται μετά από την παρέλευση 9-12 ημερών και εξέρχεται από το κυκλικό άνοιγμα που σχηματίζει η νύμφη. Πραγματοποιεί σκίσιμο στο κάλυμμα της οπής εξόδου, με τη βοήθεια του μετωπικού σάκου, και εγκαταλείπει την ελιά.

Το έντομο μπορεί να συμπληρώσει 2-4 γενεές κάθε χρόνο. Ο αριθμός των γενεών καθορίζεται, κατά κύριο λόγω, από τις κλιματικές και οικολογικές συνθήκες της εκάστοτε περιοχής. Εν γένει, οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε περιοχή επηρεάζουν κυρίως την εξέλιξη του δάκου και, συνακόλουθα, τις διακυμάνσεις στην ένταση της προσβολής του ελαιοκάρπου. Ειδικότερα, θερμοκρασίες άνω των 32° C και κάτω των 8 °C συνιστούν περιοριστικό παράγοντα για την ομαλή ανάπτυξη του εντόμου, καθότι ο πληθυσμός ενδέχεται να οδηγηθεί σε κατάρρευση. Επιπρόσθετα, έχει αποδειχθεί ότι η εξέλιξη του δάκου ευνοείται ιδιαίτερα σε περιόδους με εύρος θερμοκρασιών από 23° C έως και 29 °C και με σχετική υγρασία από 60 έως 80% (Μανίκας 1974). Η δραστηριότητα του τέλειου εντόμου του δάκου συνεχίζεται κανονικά στο εύρος των 20-28 ^{0} C. Ωστόσο, σε υψηλότερες θερμοκρασίες, άνω των 30 °C, αναστέλλεται η ωοτοκία και κάθε δραστηριότητα ανακόπτεται άνω των 35 °C (Tzanakakis and Koveos 1986). Πέραν αυτού, σε θερμοκρασίες άνω των 30 °C και σε περιβάλλον με χαμηλή σχετική υγρασία (20-25%) παρατηρείται υψηλή θνησιμότητα στις νεαρές προνύμφες και στα αυγά εντός του καρπού (Fletcher and Kapatos 1981).

Εξαιτίας των παραπάνω δεδομένων, παρατηρείται χαμηλό ποσοστό προσβολής, της τάξεως του 1-3% κατά την διάρκεια των θερινών μηνών, στην πλειονότητα των ελαιώνων. Μεγαλύτερη πυκνότητα του δάκου καταγράφεται το φθινόπωρο, τους μήνες Σεπτέμβριο και

Οκτώβριο, ενώ ελλοχεύει υψηλός κίνδυνος προσβολής όσο διάστημα ο καιρός είναι υγρός και ζεστός.

2.2.5 Διατροφή του εντόμου

Για την επιβίωση και την αναπαραγωγή του το έντομο χρειάζεται μία δίαιτα πλούσια σε αμινοξέα, βιταμίνες, μεταλλικά στοιχεία, υδατάνθρακες και νερό (Tsiropoulos 1980a, b). Τα ενήλικα που έχουν μόλις εξέλθει μπορούν να επιβιώσουν για 1-2 ημέρες χωρίς τροφή, χρησιμοποιώντας κάποια αποθέματα που μεταφέρουν από το προνυμφικό στάδιο. Το θηλυκό έχει μάλιστα διαθέσιμες ποσότητες πρωτεΐνης που του επιτρέπουν να ωριμάσει και μερικά αυγά, για κανονική όμως παραγωγή αυγών απαιτούνται πρωτεΐνες και ιδιαίτερα ελεύθερα αμινοξέα στη δίαιτα. Υπό κανονικές συνθήκες η αναζήτηση τροφής είναι μία καθημερινή δραστηριότητα για τα ενήλικα. Το μέγιστο της δραστηριότητας παρατηρείται το πρωί, χωρίς να αποκλείονται και άλλες ώρες. Τα ενήλικα του δάκου έχουν παρατηρηθεί να τρέφονται, με φυτικούς χυμούς που βγαίνουν από τραύματα των καρπών, των φύλλων και των βλαστών, μελιττώματα εντόμων και νέκταρ (Katsoyannos 1992).

Η αποκλειστική τροφή των προνυμφών είναι το μεσοκάρπιο του ελαιοκάρπου, με αποτέλεσμα ο δάκος να χαρακτηρίζεται ως έντομο μονοφάγο. Στην πέψη της τροφής τους συμμετοχή έχουν και ορισμένα συμβιοτικά βακτήρια που εδρεύουν σε τυφλές εκπτυχώσεις της πεπτικής οδού τους. Τα βακτήρια αυτά διαθέτουν πρωτεολυτικά ένζυμα που η προνύμφη δεν έχει ' μέρος της αποικοδόμησης της φυτικής πρωτεΐνης και η λήψη απαραίτητων αμινοξέων γίνεται μέσω αυτών.

2.2.6 Μετακίνηση και Διασπορά

Τα περισσότερα ακμαία του δάκου πετούν εντός της κόμης του ελαιοδέντρου, αφού εκεί μπορούν να βρουν τους καρπούς. Οι μετακινήσεις του μπορούν να διακριθούν σε μικρής κλίμακας, μέσα στην κόμη του δέντρου και το εσωτερικό του ελαιώνα για αναζήτηση κατάλληλου καρπού, τροφής και συντρόφου, και μεγάλης κλίμακας μαζικές μετακινήσεις λόγω της παρενιαυτοφορίας του ελαιοδέντρου (πλήρης καρποφορία κάθε δεύτερη χρονιά). Το καλοκαίρι, στην αρχή μετά τη διάπαυση περιόδου, ο αριθμός των αρσενικών που βρίσκονται στα ελαιόδεντρα είναι αναλογικά μεγαλύτερος του αριθμού των θηλυκών. Αντίθετα, ο αριθμός των θηλυκών σε άλλα δέντρα που παρέχουν τροφή στο δάκο είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό των αρσενικών. Προς το τέλος της

πτήσης η κατάσταση αντιστρέφεται δηλαδή, περισσότερα θηλυκά από αρσενικά βρίσκονται στα ελαιόδεντρα (Ζιώγας 1996).

Έχει όμως και την δυνατότητα διασποράς σε μεγάλες αποστάσεις. Έχουν παρατηρηθεί μετακινήσεις του δάκου σε αποστάσεις 4 έως 10 χιλιομέτρων, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες, το ανάγλυφο του εδάφους και τη διαθεσιμότητα του ελαιοκάρπου. Εντούτοις κάτω από κανονικές περιβαλλοντικές συνθήκες οι μετακινήσεις του δάκου είναι βραχείας έκτασης (Μπρούμας 2002).

Κατά τη διάρκεια πειραμάτων αγρού (Μπρούμας 2002), ακμαία που απελευθερώθηκαν σε μια περιοχή όπου τα ελαιόδεντρα δεν είχαν καρποφορία μετακινήθηκαν κατά μέσο όρο 400 μέτρα την εβδομάδα. Όταν η απελευθέρωση έγινε σε μια περιοχή όπου το 30% των ελαιόδεντρων είχαν καρποφορία η μετακίνηση του δάκου υπολογίστηκε με ρυθμό 180 μέτρων την εβδομάδα. Επίσης είναι γνωστό (Fletcher *et al*. 1978) ότι ο δάκος μετακινείται από πεδινούς ελαιώνες σε ημιορεινούς ελαιώνες και αντίστροφα ανάλογα με τις επικρατούσες καιρικές και ελαιοκομικές συνθήκες κατά εποχή στις περιοχές αυτές και ειδικότερα για λόγους αναζήτησης ευνοϊκότερων για την ανάπτυξη και εξέλιξη του συνθηκών και κυρίως εξεύρεσης κατάλληλου ελαιοκάρπου για δακοπροσβολή.

2.2.7 Προκαλούμενη οικονομική ζημιά στην ελαιοπαραγωγή από τον δάκο της ελιάς

Η αναγνώριση των προσβεβλημένων ελιών μπορεί να γίνει μετά από την πάροδο μόλις 4-5 ωρών από την εναπόθεση του αυγού. Στη θέση του νύγματος εμφανίζεται μια μικρή, καστανωπή, γραμμική κηλίδα. Εάν στον καρπό υπάρχει προνύμφη το χρώμα του είναι βαθύτερο, οι υπερκείμενοι των στοών ιστοί εμφανίζονται με αυλακώσεις, χαλαροί και βυθισμένοι, ενώ μπορεί και ολόκληρος ο καρπός να παραμορφωθεί και να καταστραφεί. Εάν το ακμαίο έχει ήδη εξέλθει, η οπή της εξόδου διακρίνεται ευχερώς.

Εικ. 2.8 Προσβεβλημένες ελιές από δάκο στις οποίες διακρίνεται η ποσοτική και ποιοτική ζημία

Η ζημιά η οποία προκαλείται από τον δάκο ποικίλλει αισθητά από έτος σε έτος, διακρίνεται δε σε ζημιά ποσοτικής και ποιοτικής φύσης (Εικ 2.8). Κάθε προνύμφη για να συμπληρώσει την ανάπτυξή της καταναλώνει από το 1/5 ως το 1/4 του μεσοκαρπίου ενός μέσου μεγέθους καρπού. Η απώλεια βάρους θα είναι ακόμα πιο σημαντική αν ο καρπός έχει προσβληθεί από περισσότερες της μίας προνύμφες. Επιπλέον, εάν η περίοδος είναι ξηρή, οι ιστοί του καρπού ξεραίνονται και συρρικνώνονται κατά τρόπο που από την ελιά απομένει μόνο ο πυρήνας περιβαλλόμενος από το επικάρπιο. Η ποιοτική ζημιά αναφέρεται στην ποιοτική υποβάθμιση τόσο του ελαιόλαδου, η οποία οφείλεται στην αύξηση της οξύτητας και στην αλλοίωση των οργανοληπτικών του ιδιοτήτων, όσο και των βρώσιμων ελιών, λόγω της μείωσης της εμπορικής αξίας τους μέχρι και της ακαταλληλότητας τους για διάθεση στην αγορά (Μπρούμας 2002). Επίσης η ποιοτική υποβάθμιση οφείλεται στη ρύπανση από τα περιττώματα της προνύμφης και στις σήψεις και τις προσβολές μυκήτων που ακολουθούν, ιδιαίτερα όταν επικρατούν υγρές καιρικές συνθήκες (π.χ. δημιουργία "ξεροβούλας" από το *M. (Phoma) dalmatica).* Εξάλλου είναι γνωστό ότι , την προσβολή του δάκου ακολουθεί συχνά προσβολή από την κηκιδόμυγα *P. berlesiana*, η οποία εγκαθιστά ως τροφή το μύκητα *Sphaeropsis dalmatica* (Thum.) Gigante με δραματικές συνέπειες για τον καρπό, ο οποίος τελικά πέφτει. Η προσβολή, τέλος, από το δάκο έχει ως αποτέλεσμα την πρόωρη πτώση του καρπού, σε περιόδους που η περιεκτικότητά του σε λάδι είναι ακόμα μικρή. Για τον ακριβή προσδιορισμό της ζημιάς θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και η αναπλήρωση μέρους της ζημιάς που γίνεται από το δέντρο, λόγω αύξησης του βάρους των υπολοίπων καρπών που παραμένουν στο δέντρο αλλά και αύξησης του βαθμού ελαιοπεριεκτικότητας των καρπών αυτών. Το ελαιόδεντρο μπορεί να αναπληρώσει το 10% των πεσμένων καρπών πριν τον Αύγουστο, ενώ η αναπλήρωση αυτή μειώνεται για τους καρπούς που πέφτουν από το Σεπτέμβριο και μετά (Neuenschwander et al. 1980).

Η παραγωγή λαδιού από ελιές προσβεβλημένες από το δάκο είναι υποβαθμισμένης ποιότητας, αυξημένης οξύτητας (από 7-8° μέχρι 15-20° στις σοβαρές περιπτώσεις) και έχει οσμή χώματος (Neuenschwander and Michelakis 1978). Οι μεγάλοι καρποί που προορίζονται για επιτραπέζια χρήση καταστρέφονται ως προϊόν και δεν είναι δυνατόν να διατεθούν στην αγορά.

Ο δάκος προκαλεί απώλειες στην παραγωγή οι οποίες ποικίλουν πολύ από χρονιά σε χρονιά και από περιοχή σε περιοχή, είναι δε μεγαλύτερες στις αναπτυσσόμενες χώρες, για παράδειγμα αυτές της Β. Αφρικής, όπου δεν εφαρμόζονται προγράμματα μαζικής καταπολέμησης. Στην Ελλάδα η εφαρμογή τέτοιων προγραμμάτων, υπό κρατικό έλεγχο και συντονισμό, κρατάει τις ετήσιες απώλειες κάτω από το 5%. Χωρίς εντομοκτόνες επεμβάσεις οι απώλειες μπορούν να φτάσουν το 30-40% της παραγωγής (Katsoyannos 1992). Στη Γιουγκοσλαβία αυτές υπολογίζονται περίπου στο 30% της

παραγωγής, στη Συρία στο 25%, στη Λιβύη στο 50% (Rice 2000) και στη Σαρδηνία (Ιταλία) στο 19% κατά μέσο όρο.

Μια ερευνητική προσπάθεια που έγινε στην Κέρκυρα σχετικά με το επίπεδο οικονομικής ζημίας (Kapatos & Fletcher 1983) έδειξε ότι, για τον υπολογισμό του κόστους καταπολέμησης (D) σε προσβολές Σεπτεμβρίου-Οκτωβρίου (2η και 3η γενεά) θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ένας αριθμός παραμέτρων όπως: (β) αριθμός προσβεβλημένων καρπών, (f) δυνατή παραγωγή λαδιού ανά καρπό, (c) ποσοστό του καρπού που καταναλίσκεται ανά προνύμφη, (Pd) ποσοστό των προσβεβλημένων καρπών που θα πέσει από το δέντρο πριν από την συγκομιδή, (s) πιθανότητα να επιβιώσει ένα άτομο εντόμου από το αυγό μέχρι το τρίτο προνυμφικό στάδιο, (D) το κόστος καταπολέμησης. Έτσι το κόστος καταπολέμησης (D) υπολογίζεται ως εξής: $D= \beta f s Pd + \beta fs (1- Pd)c$. Επίσης υπολογίστηκε το οικονομικό όριο με βάση τον μέσο αριθμό των συλλαμβανομένων θηλυκών ατόμων δάκου ανά εβδομάδα και ανά παγίδα Mc Phail, για δολωματικούς ψεκασμούς που εφαρμόζονται τον Σεπτέμβρη και Οκτώβρη. Το οικονομικό αυτό όριο ποικίλλει ανάλογα με την περίοδο προσβολής και τον βαθμό καρποφορίας των ελαιόδεντρων (Kapatos and Fletcher 1983).

2.2.8 Καταπολέμηση

Σύμφωνα με την κατάταξη των φυτοφάγων εντόμων και ακάρεων των Metcalf και Luckmann (Τζανακάκης 1995), ο δάκος της ελιάς, αποτελεί "χρόνιο εχθρό" για την ελαιοκαλλιέργεια. Για την αντιμετώπιση του εφαρμόζεται εδώ και πολλά χρόνια η χημική καταπολέμηση, ενώ τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια για ανάπτυξη και εφαρμογή συστημάτων ολοκληρωμένης καταπολέμησης (βιολογική, βιοτεχνολογική μέθοδος).

i) Χημική καταπολέμηση

Η καταπολέμηση του δάκου στηρίζεται στη χρήση χημικών μέσων με τη μορφή ψεκασμών, παρά την πολύχρονη έρευνα για αντικατάσταση της με άλλη μέθοδο η οποία να είναι πιο φιλική για το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Τα καλύτερα αποτελέσματα αυτής της μεθόδου έχει δώσει η εφαρμογή δύο οργανοφωσφορικών εντομοκτόνων: του fenthion και του dimethoate. Το πρώτο ως λιποδιαλυτό, χρησιμοποιείτο για τους ψεκασμούς του καλοκαιριού και του φθινοπώρου, πριν αρχίσει η ωρίμαση του καρπού. Ωστόσο, στις μέρες μας έχει επικρατήσει η εφαρμογή του a-cypermethrin. Για τους υπόλοιπους ψεκασμούς του φθινοπώρου χρησιμοποιείται το dimethoate. Οι ψεκασμοί σταματούν ένα μήνα πριν τη συγκομιδή. Τα περισσότερα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα χρησιμοποιούνται σε ψεκασμούς στον ελαιόκαρπο ώστε να σκοτώσουν τις προνύμφες του φθινοπώρου. Ορισμένα εντομοκτόνα είναι φυτοτοξικά αλλά αυτό εξαρτάται και από τον υγρό διαλύτη των γαλακτοματοποιήσιμων σκευασμάτων (Τζανακάκης 1980).

Για την χημική καταπολέμηση του δάκου εφαρμόζονται δυο μέθοδοι:

α) η προληπτική μέθοδος

β) η θεραπευτική ή κατασταλτική μέθοδος

α) <u>Προληπτική μέθοδος</u>

Η μέθοδος αυτή συνίσταται στην εφαρμογή από το έδαφος ψεκασμών με δηλητηριώδη δολώματα που περιέχουν μια ελκυστική ουσία δάκου και ένα εντομοκτόνο. Σκοπός των δολωματικών ψεκασμών είναι η προσέλκυση και θανάτωση των ακμαίων του δάκου πριν αρχίσει η εναπόθεση των αυγών στον ελαιόκαρπο. Με τον τρόπο αυτό ανακόπτεται η

αναπαραγωγική εξέλιξη του εντόμου και κατά συνέπεια αποφεύγεται η προσβολή του ελαιοκάρπου (Μπρούμας 2002).

Το ψεκαστικό υγρό αποτελείται από ένα οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο σε δόση 0,3 % δραστικής ουσίας και ένα ελκυστικό 2% ή σε μεγάλη πυκνότητα δακοπληθυσμού 3%. Με τη μέθοδο αυτή δεν χρειάζεται να ψεκάζεται όλη η κόμη του δέντρου ούτε και όλα τα δέντρα σε ένα ελαιώνα. Το ψεκαστικό υγρό διασπείρεται με τη μορφή χονδρών σταγόνων στο εσωτερικό της κόμης του δέντρου και σε ποσότητα 200-300 cm^3 περίπου ανά δέντρο. Στους ελαιώνες με κανονική πυκνότητα, ο ψεκασμός γίνεται σε κάθε τρίτο δέντρο και στις περιπτώσεις διάσπαρτων ή πολύ αραιάς φυτεύσεως δέντρων σε κάθε δέντρο. (Katsoyannos 1992).

Όσο αφορά την επιλογή της χρονικής περιόδου που θα διεξαχθεί ο δολωματικός ψεκασμός λαμβάνονται υπόψη μια σειρά από σημαντικούς παράγοντες οι οποίοι είναι: η πυκνότητα του ενήλικου πληθυσμού του δάκου, η αναλογία φύλου, η παρουσία ή όχι ώριμων ωαρίων στα θηλυκά, η δεκτικότητα του καρπού για ωοτοκία και οι καιρικές συνθήκες. Έτσι, οι δολωματικοί ψεκασμοί από το έδαφος έχουν ελάχιστες αρνητικές επιπτώσεις στο οικοσύστημα.

β) <u>Θεραπευτική ή κατασταλτική μέθοδος</u>

Αυτή η κατηγορία αφορά ψεκασμούς οι οποίοι εφαρμόζονται θεραπευτικά, όταν η προσβολή των καρπών έχει ξεπεράσει ένα όριο, και έχουν στόχο τη θανάτωση των προνυμφών. Εφαρμόζονται από εδάφους με κάλυψη όλης της επιφάνειας του δέντρου, γι' αυτό και ονομάζονται "ψεκασμοί καλύψεως". Η χρήση αυτού του τύπου ψεκασμών υποχωρεί συνεχώς τελευταία λόγω της επιβάρυνσης του λαδιού και των καρπών με κατάλοιπα του εντομοκτόνου (συνήθως διασυστηματικό) και των δυσμενών επιπτώσεων που έχει για τους φυσικούς εχθρούς του εντόμου και το περιβάλλον.

Οι εφαρμογές των ψεκασμών γίνονται με έναν από τους εξής τρόπους: α) με ψεκαστήρες υψηλού όγκου και με δόση 0,03% δραστικής ουσίας, στην περίπτωση αυτή ψεκάζονται 15 λίτρα διαλύματος ανά δέντρο ή 150 λίτρα/στρέμμα β) με επινώτιους ψεκαστήρες μικρού όγκου και με δόση 0,03% δραστικής ουσίας, ψεκάζεται 1,5 λίτρο διαλύματος ανά δέντρο ή 15 λίτρα/στρέμμα. Σκοπός της θεραπευτικής μεθόδου είναι η θανάτωση τόσο των ακμαίων εντόμων που υπάρχουν στον ελαιώνα, όσο και των διαφόρων σταδίων της προνύμφης που βρίσκονται μέσα στον ελαιόκαρπο. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η θεραπεία τόσο της γόνιμης δακοπροσβολής που έχει εκδηλωθεί όσο και εκείνης που θα εκδηλωνόταν μέσα σε ορισμένο χρονικό διάστημα μετά τους ψεκασμούς (Μπρούμας 2002).

Οι ψεκασμοί γίνονται όταν διαπιστωθεί γόνιμη δακοπροσβολή του καρπού γύρω στα 2-4%, δηλαδή όταν κατά τις δηγματοληψίες τα 2-4% του καρπού περιέχει αυγά, ζωντανές προνύμφες, νύμφες ή προνυμφικές στοές. Το όριο αυτό, πάνω από το οποίο συνιστάται ψεκασμός είναι πολύ μικρότερο για βρώσιμες ελιές. Η μέθοδος στηρίζεται στην εφαρμογή δύο συνήθως ψεκασμών κατά τους μήνες Σεπτέμβριο και Οκτώβριο. Προκειμένου για πρώιμες προσβολές ή βρώσιμες ελιές μπορεί να γίνει ένας ακόμη ψεκασμός το καλοκαίρι (Katsoyannos 1992).

Λόγω του κινδύνου των τοξικών υπολειμμάτων στον καρπό και το ελαιόλαδο, πρέπει να τηρούνται τα ελάχιστα χρονικά όρια μεταξύ της τελευταίας επέμβασης και συγκομιδής, ιδίως για οργανοφωσφορικά υψηλής λιποδιαλυτότητας. Οι ψεκασμοί διακόπτονται 30 ημέρες προ της συλλογής του ελαιοκάρπου αν το εντομοκτόνο είναι λιποδιαλυτό και 20 ημέρες αν τούτο είναι υδατοδιαλυτό (Katsoyannos 1992).

ii) Βιοτεχνολογική καταπολέμηση

Οι βιοτεχνολογικές μέθοδοι καταπολέμησης στηρίζονται στην ιδιότητα που έχουν τα έντομα να αντιδρούν σε φυσικά ή χημικά ερεθίσματα και ακόμη στις επιδράσεις ορισμένων παραγόντων που μεταβάλλουν τη συμπεριφορά και την εξέλιξη των πληθυσμών τους. Στην πράξη της καταπολέμησης υπάρχουν διάφοροι τρόποι εφαρμογής τους όπως, η τεχνική στείρωση εντόμων, η μέθοδος παρεμπόδισης συζεύξεων και η μαζική παγίδευση (Μπρούμας 1995).

α) <u>Τεχνική στείρωση εντόμων</u>

Αυτή η μέθοδος συνίσταται στην εκτροφή και στείρωση αρσενικών ατόμων δάκου στο εργαστήριο με ακτινοβολίες και εξαπόλυση τους στον ελαιώνα. Στηρίζεται στη βασική αρχή ότι η αναπαραγωγική επαφή στείρου αρσενικού και ακμαίου θηλυκού οδηγεί σε στείρα ωοτοκία και κατά συνέπεια στην ελάττωση μέχρι και εξαφάνιση του πληθυσμού. Η τεχνική αυτή δοκιμάστηκε επί πολλά έτη στη χώρα μας με μαζικές εξαπολύσεις στειρωμένων εντόμων, αλλά δεν έδωσε τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Η δυσκολία εφαρμογής της μεθόδου οφείλονταν στις διαφορές που παρατηρήθηκαν στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά και στην συμπεριφορά μεταξύ φυσικών και τεχνητά παραγόμενων ατόμων δάκου, όπως αναπαραγωγική ικανότητα, συναγωνισμός αρσενικών, ικανότητα πτήσης, μετακίνηση στον αγρό και παραγωγή φερομόνης.

Επομένως, οι μέθοδοι στείρωσης του δάκου δεν υπόσχονται ότι μπορούν να συμβάλλουν στην αντιμετώπιση του εχθρού της ελιάς (Economopoulos 1981).

β) Μέθοδος παρεμπόδισης συζεύξεων

Στόχος της μεθόδου αυτής είναι ο κορεσμός του περιβάλλοντος του εντόμου με φερομόνη ώστε τα έντομα που αντιδρούν συνήθως (αρσενικά) να μη μπορούν να επισημάνουν την πηγή της φυσικής φερομόνης δηλαδή άτομα του άλλου φύλου και επομένως να συζευχθούν. Πειραματικές εφαρμογές της μεθόδου αυτής δεν έδωσαν μέχρι σήμερα ικανοποιητικά αποτελέσματα (Montiel and Mata 1985).

γ) Μαζική παγίδευση

Με τη μαζική παγίδευση επιδιώκεται η σύλληψη όσο το δυνατόν μεγαλύτερου αριθμού ενηλίκων εντόμων ώστε να μειωθεί ο πληθυσμός του εχθρού σε επίπεδο που δεν προκαλούν οικονομική ζημιά στην καλλιέργεια. Η μέθοδος αυτή προσέλκυσε το ιδιαίτερο ενδιαφέρον των ερευνητών λόγω της ύπαρξης αποτελεσματικών ελκυστικών τροφής, ελκυστικών φύλου και οπτικών ελκυστικών για το δάκο (Μπρούμας 1995). Διάφοροι τύποι παγίδων που χρησιμοποιούν ένα ή περισσότερα από τα ελκυστικά αυτά έχουν αναπτυχθεί και αξιολογηθεί στον αγρό για την καταπολέμηση του δάκου ως ακολούθως: κίτρινες επίπεδες επιφάνειες με κόλλα που συνδυάζουν ελκυστικά τροφής (Economopoulos et al. 1986), κίτρινες επίπεδες κολλώδεις επιφάνειες με ελκυστικά φύλου (Haniotakis et al. 1983), τοξικές κίτρινες επίπεδες επιφάνειες με ελκυστικά τροφής και φύλου (Broumas et al. 1985).

Ο βαθμός προστασίας της παραγωγής που επιτεύχθηκε ποικίλλει και φαίνεται να εξαρτάται από ένα αριθμό παραμέτρων όπως: τύπο παγίδας, πυκνότητα και διάταξη των παγίδων στον ελαιώνα, ελκυστικά και μορφή σκευασμάτων τους , χρησιμοποιούμενο εντομοκτόνο στις τοξικές παγίδες και μέθοδος εφαρμογής του, βαθμός απομόνωσης του ελαιώνα, έκταση του προστατευόμενου ελαιώνα, τοπικές κλιματολογικές συνθήκες (θερμοκρασία και σχετική υγρασία), βιολογικές συνθήκες (πυκνότητα του εντόμου στον ελαιώνα, ποικιλία, καρποφορία, μέγεθος ελαιόδεντρου) καλλιεργητικές φροντίδες (άρδευση, λίπανση, κλάδεμα) και αριθμός ετών εφαρμογής της μεθόδου στον ίδιο ελαιώνα. Σε περιπτώσεις μικρής αποτελεσματικότητα της μεθόδου, αναφέρεται ότι απαιτήθηκαν συμπληρωματικά μέτρα για επαρκή προστασία της παραγωγής όπως αύξηση της πυκνότητας των παγίδων ή δολωματικοί ψεκασμοί (Μπρούμας 2002).

Στα μειονεκτήματα περιλαμβάνεται η εξάρτηση της αποτελεσματικότητας της μεθόδου από το βαθμό απομόνωσης ή την έκταση του προστατευόμενου ελαιώνα. Τα καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται σε απομονωμένους ελαιώνες ή όταν η μέθοδος εφαρμόζεται σε μεγάλες εκτάσεις ώστε να μειώνεται στο ελάχιστο δυνατόν ο κίνδυνος μετακίνησης των εντόμων από γειτονικές περιοχές. Τέτοιες εφαρμογές όμως, απαιτούν κατάλληλη οργάνωση. Το κόστος της μεθόδου σε κανονικούς ελαιώνες, όπου απαιτείται μια πυκνότητα παγίδων 1 παγίδα/2 δέντρα και μη εφαρμογή συμπληρωματικών δολωματικών ψεκασμών, είναι σήμερα περίπου 30% υψηλότερο από ότι η μέθοδος δολωματικού ψεκασμού. Με την επέκταση εφαρμογής της μεθόδου όμως και τη μαζική παραγωγή των χρησιμοποιούμενων υλικών, κυρίως παγίδων, αναμένεται μια σημαντική μείωση του κόστους της μεθόδου. (Μπρούμας 1995).

iii) Βιολογική καταπολέμηση

Η βιολογική καταπολέμηση του δάκου προϋποθέτει τη μελέτη και αξιολόγηση των ιθαγενών ωφέλιμων εντόμων. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στη χρήση παράσιτων εντόμων του δάκου. Αυτό επιτυγχάνεται μετά από την εκτροφή αυτών των παρασίτων σε τεχνητές συνθήκες (εντομοεκτροφεία). Ένα μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι το υψηλό κόστος που έχει η παραγωγή μεγάλου αριθμού παρασίτων. Επίσης, ένα άλλο μειονέκτημα είναι ότι η εφαρμογή της μεθόδου αυτής δεν θα πρέπει να γίνεται σε ελαιώνες που γειτνιάζουν με άλλους ελαιώνες στους οποίους δεν εφαρμόζεται η βιολογική καταπολέμηση. Η μέθοδος αυτή είναι μια συμπληρωματική μέθοδος καταπολέμησης, με προοπτικές βελτίωσης (Hoelmer et al 2011).

Η βιολογική καταπολέμηση γενικότερα με τη χρήση εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών βασίζεται στη χρησιμοποίηση παθογόνων μικροοργανισμών (βακτήρια, μύκητες, ιοί, πρωτόζωα) που προκαλούν ασθένειες στα έντομα (μικροβιακή καταπολέμηση). Στην περίπτωση του δάκου της ελιάς έχουν αναφερθεί το βακτήριο *Pseudomonas putida* (παθογόνο για τα ακμαία του δάκου σε εργαστηριακές δοκιμές, αλλά δεν είναι γνωστή ακόμη η δράση του επί του εντόμου σε φυσικές συνθήκες), τα Microsporidia του πρωτοζώου *Octosparea muscae* (Domestidae) (αν και προκαλεί θνησιμότητα στις προνύμφες γύρω στο 90%, πρακτικά υπάρχει η δυσκολία μόλυνσης των προνυμφών του εντόμου στη φύση με ένα παρασκεύασμα που θα περιέχει παράσιτο) και οι ιοί Picornavirus CrPV και ο Iridovirus CIV (Manousis and Moore 1987).

Επίσης τοξίνες του *Bacillus Thuringiensis* σε εργαστηριακές μελέτες μείωσαν σημαντικά τη βιωσιμότητα των ενηλίκων, ενώ επηρέασαν σημαντικά και άλλες παραμέτρους του βιολογικού

κύκλου του εντόμου όπως περίοδο ωοτοκίας, ωοπαραγωγή, εκκολαπτικότητα αυγών και νύμφωση, ενώ με εφαρμογή στον αγρό, με ψεκασμό σπορίων και κρυστάλλων, επετεύχθη σημαντική προστασία της ελαιοπαραγωγής (Navrozidis et al 2000). Τελευταία, ενθαρρυντικά αποτελέσματα έδωσε κι η χρήση στελέχους *Wolbachia,* συμβιωτικού του *Rhagoletis cerasi,* στα πλαίσια της βιολογικής καταπολέμησης του δάκου της ελιάς (Apostolaki et al. 2011).

iv) Ολοκληρωμένη καταπολέμηση

Η ολοκληρωμένη καταπολέμηση δεν είναι μία συγκεκριμένη μέθοδος αλλά περισσότερο μία στρατηγική, που "ενσωματώνει, σε μία συντονισμένη προσπάθεια, τη φυσική αντοχή ή ανοχή του φυτού, τους βιοτικούς ή άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες φυσικού περιορισμού των εχθρών του φυτού, τις κατάλληλες καλλιεργητικές φροντίδες και τα κατάλληλα εντομοκτόνα ή άλλα παρασιτοκτόνα, ώστε να επιτυγχάνεται μία διαρκής, οικολογικά και οικονομικά παραδεκτή προστασία του φυτού" (Τζανακάκης 1995). Ο προγραμματισμός μιας σωστής ολοκληρωμένης καταπολέμησης είναι μία απαιτητική διεργασία γιατί προϋποθέτει ένα καλό γνωστικό υπόβαθρο της βιολογίας, ηθολογίας, δυναμικής των πληθυσμών και των παραγόντων φυσικού περιορισμού των κύριων και ορισμένων δυνητικών εχθρών μιας καλλιέργειας. Επίσης απαιτεί τη συνεργασία και το συντονισμό ενός μεγάλου αριθμού φορέων - με συχνά διαφορετικά συμφέροντα και προσεγγίσεις στο θέμα - όπως γραφειοκρατικοί μηχανισμοί, ελαιοπαραγωγοί και τεχνικοί / επιστήμονες, αλλά και την ενημέρωση και επιμόρφωση των παραγωγών για το σκοπό της προσπάθειας και τα μέσα που χρησιμοποιούνται. Δεν είναι λοιπόν περίεργο ότι σπανίζουν οι ρεαλιστικές υλοποιήσεις τέτοιων προγραμμάτων. Εξαίρεση μάλλον αποτελεί το πιλοτικό πρόγραμμα που εφαρμόζεται στην περιοχή Canino της Ιταλίας από το 1980, με ενθαρρυντικά αποτελέσματα (Cirio 1992). Γενικά όμως η εξέλιξη, η αποδοχή και η εφαρμογή συγκροτημένων προγραμμάτων ολοκληρωμένης καταπολέμησης βρίσκονται ακόμα σε πρώιμο στάδιο.(Δήμου 2002)

2.3. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών & Γεωστατιστική

Τα Γεωγραφικών Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ), γνωστά ευρέως και ως G.I.S. (Geographic Information Systems), είναι σύστημα διαχείρισης χωρικών δεδομένων (spatial data) και συσχετισμένων ιδιοτήτων. Στην πιο αυστηρή μορφή τους είναι ψηφιακά συστήματα, ικανά να ενσωματώσουν, αποθηκεύσουν, προσαρμόσουν, αναλύσουν και παρουσιάσουν γεωγραφικά συσχετισμένες (geographically-referenced) πληροφορίες.

Από την εποχή που πρωτοεμφανίστηκαν μέχρι σήμερα έχουν εξελιχθεί παρά πολύ και θα ήταν χρήσιμο να κάνουμε μια ανασκόπηση στην εξέλιξη τους.

2.3.1 Εξέλιξη των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών

Στα τέλη της δεκαετίας του 1960 χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.), ως πληροφοριακά εργαλεία διαχείρισης χωρικών δεδομένων. Οι αρχικές εφαρμογές έλαβαν χώρα στη βόρεια Αμερική με σκοπό τη χαρτογράφηση, τη σχεδίαση και τη διαχείριση μεγάλων εκτάσεων γης (κυρίως πλούσιων σε μεταλλεύματα). Ακολούθησαν μεγαλύτερης κλίμακας εφαρμογές στη Βρετανία και σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες καθώς και στην Ιαπωνία και την Αυστραλία (Buraough 2001).

Τα πρώτα εκείνα χρόνια υπήρχαν δύο διαφορετικές κατηγορίες Γ.Σ.Π. Η πρώτη υιοθετήθηκε από τους χαρτογράφους με σκοπό την αυτοματοποίηση της διαδικασίας σχεδιασμού χαρτών. Αποτέλεσε δηλαδή το μέσο για την αντικατάσταση των χάρτινων χαρτών από πιο εύχρηστες, ηλεκτρονικές, βάσεις δεδομένων. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής ήταν η μεγαλύτερη γεωμετρική ακρίβεια και η εκτύπωση λεπτομερέστερων χαρτών. Η δεύτερη κατηγορία αναπτύχθηκε από το Harvard Laboratory for Computer Graphics με σκοπό τη μελέτη της χωρικής κατανομής. Βασιζόταν στην επικάλυψη διαφορετικών θεματικών χαρτών με σκοπό τη διευκρίνιση διάφορων επιπέδων συσχετίσεων και ανταγωνισμού στο πεδίο. Από τη μία λοιπόν υπήρχαν οι εφαρμογές των Γ.Σ.Π ως εργαλείο χαρτογράφησης με δυνατότητες αποκλειστικά σχεδιασμού και από την άλλη προτάθηκε ο συνδυασμός δεδομένων συνδεδεμένων σε δίκτυο διαίρεσης του χώρου.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1980 υπήρχαν δύο ομάδες υποστηρικτών των Γ.Σ.Π, καθεμία από τις οποίες χρησιμοποιούσε τα αντίστοιχα πληροφοριακά προγράμματα. Από τη μία υπήρχαν ιδιαίτερα ακριβά προγράμματα, με εντυπωσιακές σχεδιαστικές εφαρμογές, αλλά παράλληλα και περιορισμένων δυνατοτήτων εισαγωγής και επεξεργασίας δεδομένων. Από την άλλη

χρησιμοποιούνταν προγράμματα με δυνατότητες εισαγωγής χωρικών δεδομένων και επεξεργασίας τους σε διαφορετικούς θεματικούς χάρτες. Ήταν, όμως ιδιαίτερα απαιτητικά σε υπολογισμούς και δύσχρηστα μετά την εκτύπωση τους, λόγω των περιορισμένων τεχνολογικών μέσων της εποχής. Η ταυτόχρονη εξέλιξη της τεχνολογίας και της πληροφορικής είχε ως αποτέλεσμα την εξάλειψη των διαχωριστικών γραμμών και των αντιπαραθέσεων ανάμεσα στους χρήστες των ΓΣΠ καθώς καθιερώθηκε η χρήση, σχεδόν αποκλειστικά ψηφιδωτών χαρτών (gridded maps). Ταυτόχρονα τα περισσότερα ΓΣΠ έχουν δυνατότητες εισαγωγής τόσο ψηφιδωτών όσο και διανυσματικών προσεγγίσεων (gridde και vector approach).

Στην συνέχεια παραθέτουμε ορισμένες ενδιαφέρουσες διαφορετικές προσεγγίσεις που έχουν κατά καιρούς προταθεί για τα ΓΣΠ και τις εφαρμογές τους. Μπορούμε να τις συμπτύξουμε σε τρεις ξεχωριστές αλλά συνάμα αλληλένδετες μεταξύ τους ομάδες (Κουτσόπουλος 2002). Η πρώτη ομάδα είναι η διαχειριστική προσέγγιση που στοχεύει στη δημιουργία και στη διαχείριση χωρικών στοιχείων, χωρίζεται δε στην χαρτογραφική προσέγγιση και στην πληροφορική προσέγγιση. Η δεύτερη ομάδα αναφέρεται ως προσέγγιση χωρικής ανάλυσης και υποστηρίζει τη σπουδαιότητα της χωρικής ανάλυσης. Τέλος, η τρίτη ομάδα αναφέρεται στην σχεδιαστική προσέγγιση, που εστιάζεται στην δυνατότητα των ΓΣΠ να βοηθούν στην επίλυση χωρικών προβλημάτων, να συμμετέχουν δηλαδή ενεργά στο χωρικό σχεδίασμά. Οι θεωρήσεις αυτές των ΓΣΠ (διαχείριση, ανάλυση, σχεδιασμός) μπορούν να ιδωθούν σαν επιστημονικά πεδία που έχουν κοινό τόπο τη χωρική διάσταση και αποτελούν τμήματα μιας Ολοκληρωμένης Χωρικής Προσέγγισης (Κουτσόπουλος 2002).

Με βάση λοιπόν τα νέα χαρακτηριστικά των ΓΣΠ θα μπορούσαμε να τα ορίσουμε ως ένα πληροφοριακό σύστημα με δυνατότητες συλλογής αποθήκευσης, ανάκτησης, μετασχηματισμού, ανάλυσης και παρουσίασης γεωγραφικά αναφερόμενων (γεωαναφερόμενων) πληροφοριών (Liebhold et al 1993). Έτσι, ένα ΓΣΠ, μπορεί να αποθηκεύσει, να διαχειριστεί και να ενσωματώσει ένα μεγάλο όγκο χωρικών στοιχείων, ενώ παράλληλα αποτελεί το κατάλληλο εργαλείο χωρικής ανάλυσης και ένα πολύ αποτελεσματικό μηχανισμό για την επίλυση χωρικών προβλημάτων μέσα από την οργάνωση, διαχείριση και μετασχηματισμό μεγάλου όγκου στοιχείων με τέτοιο τρόπο που η πληροφορία να είναι προσιτή σε όλους τους χρήστες. Γενικότερα τα ΓΣΠ μπορούν να θεωρηθούν σαν ένα σύνολο προγραμμάτων που λειτουργούν πάνω σε μια χωρική βάση δεδομένων (Goodchild M. 1992).

Τα ΓΣΠ είναι πλέον προσβάσιμα από όλα τα ινστιτούτα ενώ τελευταία μπορούν να εγκατασταθούν και σε προσωπικούς υπολογιστές. Τελευταία έχει διευρυνθεί η εφαρμογή τους σε

προγράμματα μελέτης χωρικών κατανομών εντόμων και άλλων οργανισμών καθώς πλέον θεωρούνται πιο προσιτά στη χρήση τους. Στο περιβάλλον τους μπορούν να εισαχθούν γεωαναφερόμενα δεδομένα, όπως ποικιλία καλλιέργειας, κλιματολογικά και υψομετρικά δεδομένα, πυκνότητα πληθυσμών κ.α. Με την εισαγωγή των δεδομένων αυτών επιτυγχάνεται η οργάνωση τους σε αντίστοιχους θεματικούς χάρτες καθένας από τους οποίους αποτελείται από διαφορετικά επίπεδα των μεταβλητών που μας ενδιαφέρουν. Οι θεματικοί χάρτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση των αλληλεπιδράσεων τόσο στα όρια μια κατηγορίας γεωαναφερόμενων δεδομένων όσο και μεταξύ διαφορετικών κατηγοριών.(Κουνατίδης 2009)

Τις τελευταίες δεκαετίες, με την εξέλιξη των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) αλλά και με την βοήθεια της Γεωστατιστικής έχει πραγματοποιηθεί μεγάλη πρόοδος στην μελέτη των χωρικών προτύπων διάφορων οργανισμών.

2.3.2 Γεωστατιστική

Για την περιγραφή της χωρικής κατανομής ενός πληθυσμού, παλαιοτέρα χρησιμοποιούνταν αποκλειστικά στατιστικές μεθόδους επικεντρωμένες στη σχέση μέσου όρου και παραλλακτικότητας των μεταβλητών. Μέθοδοι εκτίμησης της χωρικής κατανομής εντόμων όπως α) οι "taylor power law", β) δείκτες διασποράς, γ) δείκτες συνάθροισης, δ)"quadrat-variance" και ε) μοντέλα κατανομής πιθανοτήτων αποτέλεσαν τα αρχικά εργαλεία λήψης αποφάσεων σε προγράμματα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης εντόμων (Taylor 1984, Daviw 1994).

Σχετικά πρόσφατα άρχισε η εφαρμογή γεωστατιστικών μεθόδων σε εντομολογικές μελέτες. Αυτές οι μέθοδοι, λαμβάνουν υπόψη τη θέση κάθε δείγματος στο χώρο και αποτελούν πλέον τα βασικά εργαλεία πρόβλεψης και αντιμετώπισης εντόμων σε οικολογικές μελέτες. Συνιστούν το πεδίο της γεωστατιστικής και συμπεριλαμβάνουν: την γενική χωρική στατιστική (Γ.Χ.Σ –global spatial statistics) και την τοπική χωρική στατιστική (Τ.Χ.Σ-local spatial statistics).

Η γενική χωρική στατιστική με τη σειρά της συμπεριλαμβάνει την ανάλυση της χωρικής αυτοσυσχέτισης (spatial autocorrelation analysis) και τα ημιμεταβλητογράμματα (semivariography). Η χωρική αυτοσυσχέτιση είναι μια στατιστική διαδικασία που καθορίζει το βαθμό εξάρτησης των συσχετισμένων στο χώρο δεδομένων χρησιμοποιώντας τους δείκτες Moran's I και Geary C. Η θεωρία της χωρικής αυτοσυσχέτισης βασίζεται στο ότι η αυτοσχέτιση μεταξύ των ζευγών των δειγματοληπτικών τιμών μπορεί να περιγραφεί ως μια συνάρτηση απόστασης και κατεύθυνσης σε ένα χωρικό διάνυσμα (Brenner et al 1998). Εάν δύο δειγματοληπτικά δεδομένα,

που είναι το ένα κοντά στο άλλο στο χώρο, εμφανίζουν περισσότερο όμοιες τιμές σε σχέση με δύο δεδομένα που είναι μακρύτερα στο χώρο, τότε θεωρείται πως υπάρχει χωρική συνάφεια. Εάν ή τιμή της μεταβλητής σε μια θέση τείνει να συσχετισθεί με μια παρόμοια τιμή σε γειτονικές τοποθεσίες η χωρική αυτοσυσχέτιση είναι θετική. Στην αντίθετη περίπτωση η τιμή είναι αρνητική (Sokal and Oden 1978). Τα ημιμεταβλητογράμματα αποτελούν ένα στατιστικό εργαλείο για την προσομοίωση της χωρικής αλληλεξάρτησης (Isaaks and Srivastana 1989) και έχουν, εκτός άλλων, εφαρμογές σε προσέγγιση και υπολογισμό τιμών που δεν έχουν καταγραφεί (Brenner et al 1998). Πλέον θεωρούνται τα κύρια γεωστατιστικά εργαλεία στην προσομοίωση της χωρικής αλληλεξάρτησης των εντόμων στις αγροτικές καλλιέργειες (Schotzko and Smith 1991, Schotzko and Knudsen 1992, Williams et al 1992).

Βέβαια θα πρέπει να σημειωθεί ότι, σε περιπτώσεις οικολογικών μελετών μεγάλης κλίμακας οι παραπάνω δύο μέθοδοι εμφανίζουν μειονεκτήματα. Από τη μία, η μέθοδος της τοπικής αυτοσυσχέτισης περιορίζει την περιγραφή του χωρικού προτύπου μιας περιοχής μελέτης σε ένα απλό μέσο όρο, ο οποίος δηλώνει την παρουσία ή απουσία αυτοσυσχέτισης. Τα ημιμεταβλητογράμματα από την άλλη περιγράφουν το χωρικό πρότυπο μια περιοχής μελέτης μέσα από μια σειρά μέσων όρων αυτοσυχέτισης για διάφορες αποστάσεις προβλέποντας και τιμές μεταξύ των σταθμών καταγραφής. Υπάρχει λοιπόν ο κίνδυνος και τις δύο μεθόδους να αγνοηθούν περιοχές με μεγάλη ετερογένεια στην ευρύτερη περιοχή μελέτης, που πιθανώς να παρουσιάζουν ερευνητικό ενδιαφέρον. Αυτό συμβαίνει καθώς οι μέσοι όροι της τοπικής αυτοσυσχέτισης δεν παρέχουν πληροφορίες ούτε για το εύρος της παραλλακτικότητας σε περιοχές υψηλής χωρικής εξάρτησης ούτε για τη χωρική θέση των προτύπων.

Έτσι λοιπόν σε μεγάλης κλίμακας οικολογικές μελέτες, οι παραπάνω περιορισμοί αντιμετωπίζονται πλέον με την τοπική χωρική στατιστική προσέγγιση. Η εφαρμογή αυτής της προσέγγισης παρέχει πληροφορίες σχετικές με τη συσχέτιση ανάμεσα σε συγκεκριμένη περιοχή (locality) και γειτονικές περιοχές με κριτήριο τις μετρήσεις συγκεκριμένης μεταβλητής (Getis and Ord 1996). Όπως όλες οι στατιστικές προσεγγίσεις έτσι και η τοπική χωρική ανάλυση βασίζεται στη μηδενική υπόθεσης ότι υπάρχει απουσία κάθε χωρικού προτύπου στην κατανομή των τιμών της μεταβλητής στην περιοχή μελέτης. Με άλλα λόγια το αναμενόμενο χωρικό πρότυπο είναι ένα από τα πιθανά τυχαία χωρικά πρότυπα με πλήρη απουσία οποιασδήποτε χωρικής συσχέτισης. Η τοπική χωρική στατιστική βασίζεται στον υπολογισμό του z-score και της αντίστοιχης τιμής πιθανότητας (p-values) για κάθε τιμή χαρακτηριστικού σε μια περιοχή μελέτης. Το z-score είναι

ένα test στατιστικής σημαντικότητας που βοηθάει να απορρίψουμε τη μηδενική υπόθεση και προκύπτει από τη παρακάτω μαθηματική σχέση:

$$G_i(d) = \frac{\sum_j w_{ij}(d) x_j}{\sum_j x_j}$$

Η στατιστική δηλαδή παράμετρος G είναι ένα z-score, που πρακτικά ισούται με το λόγο του μέσου όρου των τιμών για τη μεταβλητή j μια περιοχή i με ακτίνα d προς το μέσο όρο των τιμών της ίδιας μεταβλητής του συνόλου n των περιοχών ολόκληρης της περιοχής μελέτης. Η τιμή πιθανότητας (p-values) αποτελούν την πιθανότητα της εσφαλμένης απόρριψης της μηδενικής υπόθεσης.

Ανάλογα λοιπόν με τις τιμές z και την αντίστοιχης τιμής πιθανότητας (p-value) ελευθερίας, οι περιοχές κατατάσσονται σε: (α) υψηλών τιμών προσβολής (Υ.Τ.Π.) ή "hot spots" για υψηλές θετικές τιμές z και χαμηλή τιμή πιθανότητας (β) χαμηλών τιμών προσβολής (Χ.Τ.Π) ή "cold spots" για υψηλές αρνητικές τιμές z και χαμηλές τιμές πιθανότητας (γ) ουδέτερες περιοχές για μηδενικές τιμές z ή /και για υψηλή τιμή πιθανότητας. Οι Υ.Τ.Π. παρουσιάζουν μέσο όρο τιμών στατιστικά σημαντικά υψηλότερο από το μέσο όρο της περιοχής μελέτης ενώ για τις Χ.Τ.Π. ισχύει το αντίθετο.

2.3.3 Χωρικά πρότυπα οργανισμών

Ένα από τα βασικά στοιχεία της πληθυσμιακής βιολογίας ενός εντόμου καθώς και άλλων οργανισμών είναι η διακύμανση των πληθυσμών του στο πεδίο τόσο σε χωρικό όσο και σε εποχικό επίπεδο. Η χωρική και χρονική κατανομή των πληθυσμών των οργανισμών εξαρτάται από i) περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως το ανάγλυφο, το κλίμα και οι αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στους οργανισμούς, ii) ανθρωπογενείς παράγοντες όπως οι αγροτικές, οι αστικές και οι βιομηχανικές δραστηριότητες (Tscharntke and Brandi 2004).

Στη διαμόρφωση της χωρικής κατανομής των πληθυσμών των εντόμων οι γεωργικές δραστηριότητες παίζουν καθοριστικό ρόλο. Ειδικότερα, φυτικές καλλιέργειες τείνουν να προσελκύουν μεγάλους πληθυσμούς φυτοφάγων οργανισμών. Αυτό συνεπάγεται τη δημιουργία μεγάλων συναθροίσεων (Altieri 1985) ατόμων σε σχετικά μικρές περιοχές. Ταυτόχρονα, ο άνθρωπος τείνει (π.χ. με τη χρήση εντομοκτόνων) να αποσυνθέτει και να ανασυνθέτει τα χωρικά πρότυπα των οργανισμών. Συνεπώς, η δραστηριότητα του ανθρώπου είναι ένας από τους κύριους

παράγοντες καθορισμού τόσο των χωρικών όσο και των χρονικών προτύπων που ακολουθούν πληθυσμοί εντόμων στη φύση. Τώρα η κατανομή των εντόμων στο πεδίο μπορεί να είναι: (α) κανονική, κατά την οποία τα έντομα κατανέμονται ομοιόμορφα στο χώρο (β) συσσωματική, κατά την οποία παρατηρείται ομαδοποίηση στο χωρικό πρότυπο που παρουσιάζουν (γ) τυχαία, κατά την οποία τα έντομα κατανέμονται με τυχαίο τρόπο (Turner et al 2001). Η διερεύνηση της κατανομής, σε βασικές οικολογικές μελέτες καθώς και σε προγράμματα διαχείρισης εντόμων, θα μπορούσε να αποκαλύψει σημαντικά στοιχεία για την οικολογία και τη συμπεριφορά των πληθυσμών στόχων. Ταυτόχρονα ο προσδιορισμός των θέσεων και του χρόνου εφαρμογής ενός προγράμματος διαχείρισης κρίνεται καθοριστικός παράγοντας για της αποτελεσματικότητά του (Papadopoulos et al 2003).

2.3.4 Χωρικά πρότυπα εντόμων και η μελέτη τους

Τα χωρικά και χρονικά πρότυπα των εντόμων θεωρούνται πλέον ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά τόσο της δυναμικής τους όσο και ευρύτερα της οικολογίας των συγκεκριμένων ειδών (Taylor 1984). Οι πληθυσμοί των εντόμων εμφανίζουν τόσο χωρική όσο και εποχική ετερογένεια. Οι παραπάνω παράγοντες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και να προσμετρούνται σε κάθε εντομολογική μελέτη.

Όπως προαναφέραμε, παλαιότερα η μελέτη των χωρικών προτύπων των εντόμων βασίζονταν αποκλειστικά στη στατιστική επεξεργασία των δειγματοληψιών χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η θέση των σταθμών δειγματοληψίας στο χώρο. Οι μέθοδοι προσέγγισης στις μέρες μας περιλαμβάνουν την εφαρμογή της χωρικής στατιστικής και τη χρήση προγραμμάτων γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (Liebhold et al 1993). Η χωρική αυτοσυσχέτιση για παράδειγμα έχει εφαρμοσθεί σε μελέτες χωρικών κατανομών για το λεπιδόπτερο *Lymantria dispar* σε ετήσιους χάρτες κατανομών στη Μασαχουσέτη (Liebhold et al 1991). Τα αποτελέσματα της επεξεργασίας έδειξαν υψηλή χωρική συσχέτιση σε πληθυσμούς με αυξανόμενη τάση και μειωμένη συσχέτιση σε περιπτώσεις περιορισμού της πληθυσμιακής εξάπλωσης του εντόμου. Επίσης, μελέτες της χωρικής κατανομής εντόμων της οικογένειας Cicadellidae σε οργανωμένες καλλιέργειες μηλιών (Nestel and Klein 1995) έδειξε ότι η εμφάνιση των εντόμων κάθε έτος ξεκινάει από τα σημεία διαχείμασης περιμετρικά των οπορώνων. Επίσης, η πρώτη εμφάνιση του εντόμου συντονίζεται με την άνθιση των δένδρων και στη συνέχεια εξαπλώνεται στο εσωτερικό των κτημάτων τις επόμενες δύο γενιές.

Στην μελέτη των χωρικών κατανομών εντόμων έχει αποδειχθεί ότι τα ημιμεταβλητογράμματα αποτελούν σημαντικό εργαλείο. Για παράδειγμα οι Schotzko και O' Keeffe (1989) χρησιμοποίησαν τη συγκεκριμένη μέθοδο για να διερευνήσουν τη χωρική εξάρτηση του εντόμου Lygus Hesperus σε καλλιέργειες φακής. Συμπέραναν ότι οι μετρήσεις στην αρχή της καλλιεργητικής περιόδου εμφάνιζαν μεγαλύτερη ομαδοποίηση συγκριτικά με τις μετρήσεις στη μέση της περιόδου. Δικαιολόγησαν τις συγκεντρώσεις των πληθυσμών του εντόμου ως αποτέλεσμα της συμπεριφοράς σύζευξης και τη μείωση της ομαδοποίησης ως αποτέλεσμα της υψηλής διασποράς με σκοπό την αποτελεσματική ωοαπόθεση (pre-ovipositional dispersal). Οι Ifoulis και Savopoulou-Soultani (2006) μετά από μελέτη της κατανομής της ευδεμίδας του αμπελιού, *Lobesia botrana*, σε αμπελώνες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι πληθυσμοί παρουσίαζαν μεγαλύτερη πυκνότητα στις άκρες των αμπελώνων και μειωμένη προς το εσωτερικό.

Η τοπική χωρική στατιστική, ως πιο σύγχρονη μέθοδος, παρουσιάζει εφαρμογές κυρίως σε επιδημιολογικές μελέτες (Kitron et al 1997) ενώ οι εφαρμογές της σε εντομολογικές μελέτες είναι ελάχιστες μέχρι σήμερα. Η πιο χαρακτηριστική εφαρμογή της είναι η μελέτη της χωρικής κατανομής ακριδών των λιβαδιών σε μια έκταση 1295km^2 στη λίμνη Qinghai της βορειοδυτικής Κίνας. Τα τελευταία χρόνια στις εντομολογικές μελέτες, παράλληλα με την εισαγωγή της τοπική χωρικής στατιστικής, χρησιμοποιούνται επίσης και τα προγράμματα Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Η εφαρμογή των προγραμμάτων αυτών έδωσε νέες διαστάσεις στη διαχείρηση της υπάρχουσας πληροφορίας καθώς με την εισαγωγή ψηφιακών χαρτών είναι πλέον εφικτή η οπτικοποίηση της πληροφορίας. Η χρήση τους σε εντομολογικές μελέτες είναι ακόμη περιορισμένη. Για πρώτη φορά προτάθηκαν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών ως εργαλεία μελέτης χωρικών προτύπων εντόμων από τους Roberts και συνεργάτες (1993) στο πλαίσιο σχεδίασης ολοκληρωμένων προγραμμάτων διαχείρισης των πληθυσμών εντόμων. Η αντίστοιχη αρχική εφαρμογή τους αποδείχτηκε καθοριστική στην παρακολούθηση ειδών του γένους *Anopheles* στο πλαίσιο ενός εθνικού σχεδίου πρόληψης της ελονοσίας στο Ισραήλ (Kitron et al 1994). Ακολούθησε η χρησιμοποίηση τους για την παρακολούθηση των χωρικών κατανομών της μύγας tse-tse στην περιοχή Lmabwe Valley στην Κένυα (Kitron 1996). Πρόσφατα τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών χρησιμοποιήθηκαν με επιτυχία στην παρακολούθηση πληθυσμών λεπιδοπτέρων (*Helicoverpa zea* και *Ostrinia nubilalis*) στο New Jersey (Holmstrom et al 2001).

Για τα έντομα οικονομικής σημασίας, η διαμόρφωση των χωρικών προτύπων επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες τόσο ενδογενείς (φυσιολογικά χαρακτηριστικά του εντόμου) όσο και εξωγενείς (ανθρωπογενείς δραστηριότητες). Πολλά έντομα οικονομικής σημασίας έχουν την

ικανότητα μετακίνησης σε μεγάλες αποστάσεις μέσω πτήσης, με συνέπεια να εμφανίζουν μεγάλη δυνατότητα διασποράς στο πεδίο. Ταυτόχρονα το μεγάλο εύρος ξενιστών, το αναπαραγωγικό δυναμικό και η πολυκυκλικότητα ορισμένων εξ' αυτών έχουν ως αποτέλεσμα να παρουσιάζουν χωρικές κατανομές σε σχετικά μεγάλη έκταση. Βασικός παράγοντας διεύρυνσης της γεωγραφικής κατανομής εντόμων, εχθρών των καλλιεργειών, θεωρείται και η συνεχόμενη μετατροπή εκτάσεων γης σε καλλιεργήσιμες περιοχές καθώς παρέχουν νέες δυνατότητες εξάπλωσης στα έντομα.

Τα χωρικά και χρονικά πρότυπα των συγκεκριμένων εντόμων έχουν μελετηθεί ελάχιστα στις μέρες μας και περιλαμβάνουν μελέτες κυρίως στη μύγα της Μεσογείου σε επίπεδα όπως: (α) σε κτήματα με ποικιλία καλλιεργειών (Papadopoulos et al 2003), (β) σε κτήματα αποκλειστικής καλλιέργειας εσπειριδοειδών (Nestel et al 2004), (γ) σε μεγάλες εκτάσεις στο κεντρικό Ισραήλ (Israely et al 2005) και (δ) σε μεγάλες εκτάσεις στη Γουατεμάλα με σκοπό τη μελέτη της επίδρασης του υψομέτρου στην κατανομή του εντόμου (Puche at al 2005). Ένα από τα κύρια συμπεράσματα των παραπάνω μελετών είναι ότι η χωρική και χρονική κατανομή των πληθυσμών της μύγας της Μεσογείου, σε μικρής κλίμακας εκτάσεις, καθορίζεται κυρίως από την θέση του ξενιστή στο χώρο και τη φαινολογία του στο χρόνο. Επίσης, καθοριστικό ρόλο παίζει το ανάγλυφο και η διαμόρφωση (π.χ. είδη καλλιέργειας) των περιοχών που περικλείουν τις περιοχές-αγροκτήματα μελέτης.

Αυτό που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια είναι ότι η καλλιέργεια της ελιάς ξαπλώνεται συνεχώς, καταλαμβάνοντας όλο και μεγαλύτερες εκτάσεις στις ελαιοπαραγωγές χώρες. Ταυτόχρονα νέες χώρες (π.χ. Η.Π.Α στην περιοχή της Καλιφόρνιας) υιοθετούν την καλλιέργεια της ελιάς «προσφέροντας» νέες περιοχές εξάπλωσης στο κύριο εχθρό της καλλιέργειας που είναι ο δάκο. Οι παραπάνω παράγοντες έχουν ως συνέπεια η κατανομή του εντόμου να θεωρείται πλέον ευρεία, τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο, με αυξητικές τάσεις κάθε χρόνο. Μια σειρά μελετών στο παρελθόν έχει εστιάσει στην εποχική εξέλιξη του εντόμου στο πεδίο με αντικείμενο παραμέτρους όπως: η καταγραφή της πρώτης χρονικά γενιάς η εκτίμηση της εναλλαγής των γενεών, η μελέτη της διακύμανσης της πληθυσμιακής πυκνότητας του εντόμου σε ελαιώνες, η είσοδος του εντόμου την αναπαραγωγική διάπαυση καθώς και οι παράγοντες που την επηρεάζου. Παρόλα αυτά, τα χωρικά πρότυπα του εντόμου δεν έχουν μελετηθεί εκτενώς, παρά μόνο στα όρια μικρών ελαιώνων (Dimou et al 2003). Προκύπτει λοιπόν, η ανάγκη για μελέτες σε μεγαλύτερη κλίμακα , με σκοπό την διερεύνηση της χωρικής και εποχικής κατανομής του εντόμου. Απώτερος σκοπός είναι η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικών με τους παράγοντες που καθορίζουν τα πρότυπα κατανομής του εντόμου. Το ενδιαφέρουν για μελέτες σε μεγαλύτερη κλίμακα φαίνεται και από πρόσφατες ανακοινώσεις σε εθνικά και διεθνή συνέδρια (Petacchi et al 2002, 2003, Παπαφιλιππάκη

και συνεργάτες 2007, Κουνατίδης 2009) στις οποίες γίνεται καταγραφή της δυναμικής των πληθυσμών του εντόμου σε περιοχές αποκλειστικής καλλιέργειας της ελιάς.

3. Μεθοδολογικό πλαίσιο

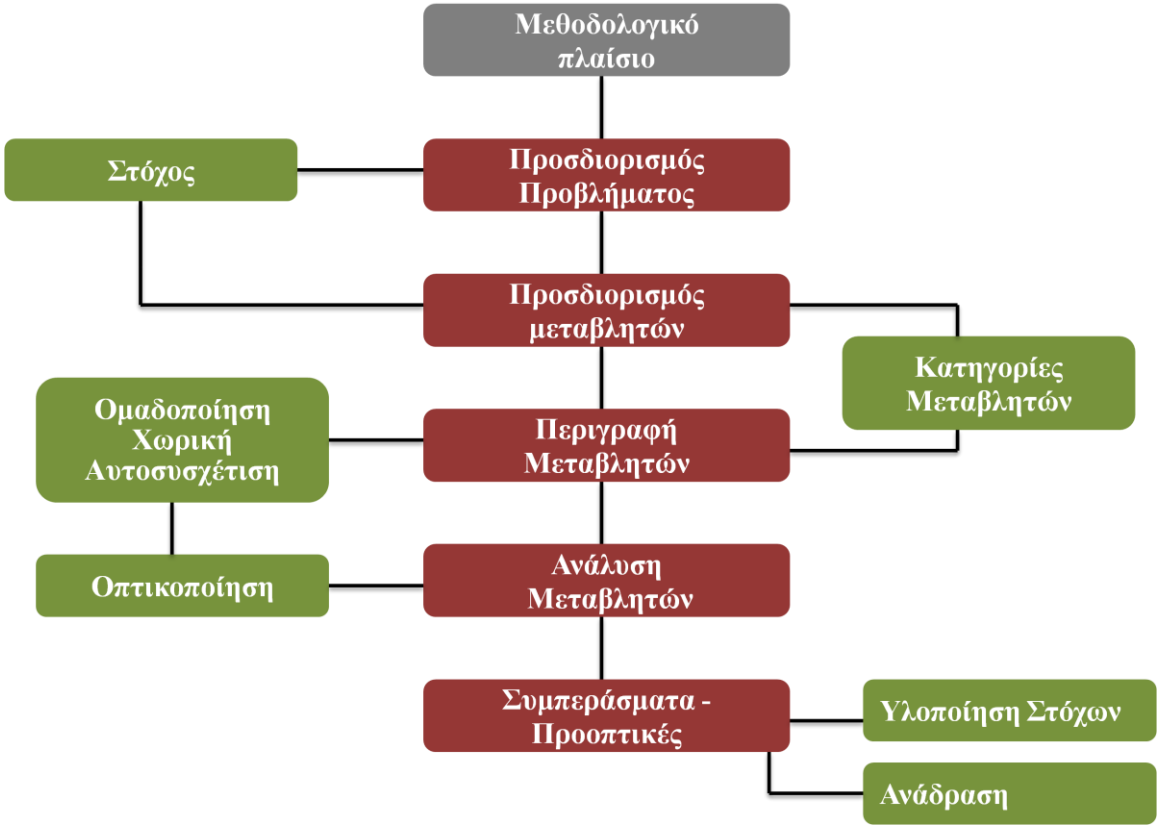
Για να προσεγγιστεί οποιοδήποτε επιστημονικό πρόβλημα, πρέπει να οριστεί σαφώς το μεθοδολογικό πλαίσιο στο οποίο θα κινηθούμε το οποίο θα μας καθοδηγεί ανά πάσα στιγμή στο λαβύρινθο των σχέσεων και των διαδικασιών από την αρχική κατάσταση από την οποία ξεκινάμε, μέχρι την προτεινόμενη παρέμβαση ή την ερμηνεία.

3.1 Μεθοδολογία

Μεθοδολογία είναι η συστηματική και εύπλαστη διαδικασία που γεννιέται από την παρατήρηση, τη μελέτη και τον πειραματισμό, βασίζεται στην ικανότητα, την εκπαίδευση και την εμπειρία, παρέχει τρόπους προσπέλασης στην ερμηνεία φαινομένων και δημιουργεί κατευθύνσεις στη νοητική διαδικασία, ώστε η εξέταση των θεμάτων και των φαινομένων να γίνεται με ορισμένους κανόνες. Η τεχνική είναι απλά το μέσο με το οποίο επιτυγχάνονται τα παραπάνω.

Το προτεινόμενο Μεθοδολογικό Πλαίσιο, πρέπει να αποτελεί ένα σύστημα, με σαφώς προσδιορισμένα όρια, στοιχεία και διασυνδέσεις. Είναι οι γερές βάσεις της τεκμηρίωσης και της πρόβλεψης πριν την παρέμβασή μας στο χώρο και στην κοινωνία και ως εκ τούτου η επιστημονική δεοντολογία το επιτάσσει. (Κουτσόπουλος 2006).

Κάθε εργασία, η οποία έχει σαν αρχικό στόχο να προσεγγίσει μια εφαρμογή, θα πρέπει να διαθέτει κάποιους άξονες ή αλλιώς βήματα που θα οδηγήσουν σταδιακά στην επίλυση του προβλήματος. Στο Διάγραμμα 3.1 που ακολουθεί παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε συνολικά.



Διάγραμμα 3.1 Μεθοδολογικό πλαίσιο

Αυτό το διάγραμμα αποτελεί το γενικό σχήμα, πάνω στον οποίο θα βασιστούμε για να σχεδιάσουμε το μεθοδολογικό πλαίσιο μέσω του οποίου θα αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα της παρούσας εργασίας.

Πριν μιλήσουμε όμως για το μεθοδολογικό πλαίσιο θα πρέπει να καθορίσουμε με σαφήνεια το σκοπό αυτής της εργασίας, ώστε να επιλεγούν οι καλύτερες τεχνικές για την μελέτη και επεξεργασία των δεδομένων και με την βοήθεια τους να δοθούν χρήσιμες απαντήσεις στα ερωτήματα της εργασίας.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί αντικείμενο της παρούσας μελέτης, η διαφορικά η αιτία για την οργάνωση και το χρονικό προγραμματισμό της, υπήρξε η διερεύνηση του προτύπου εμφάνισης του δάκου της ελιάς, δηλαδή του τρόπου διακύμανσης του πληθυσμού του κατά τη διάρκεια του έτους και ειδικότερα την περίοδο της καρποφορία της ελιάς όπου και παρουσιάζει πληθυσμιακή έξαρση. Αυτή η πληροφορία δεν είναι διαθέσιμη μέχρι σήμερα γιατί τα μόνα στοιχεία που έχουμε για τις πυκνότητες των πληθυσμών του εντόμου προέρχονται από την παρακολούθηση που πραγματοποιούν οι υπηρεσίες φυτοπροστασίας, τα οποία όμως περιορίζονται αποκλειστικά στη

στατιστική επεξεργασία των δειγματοληψιών χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η θέση των σταθμών δειγματοληψίας στο χώρο. Οι αντικειμενικοί στόχοι της εργασία λοιπόν είναι:

i. Ο ρόλος των κλιματικών συνθηκών και του υψομέτρου στη διακύμανση των πληθυσμών του.
ii. Η διαχρονική χαρτογράφηση των περιοχών που παρουσιάζουν ομοιογένεια στην πληθυσμιακή διακύμανση του εντόμου
iii. Η ανάλυση της χωρικής και χρονικής κατανομής του εντόμου στις περιοχές εφαρμογής προγραμμάτων συλλογικής καταπολέμησης του δάκου της ελιάς,
iv. Η εκτίμηση της συμβολής των νέων στοιχείων στη διαμόρφωση ολοκληρωμένων προγραμμάτων διαχείρισης εντόμων

Για να είναι αυξημένη η αξιοπιστία των συμπερασμάτων αποφασίστηκε οι χρονοσειρές των παγιδεύσεων να καλύψουν ένα διάστημα τριών συνεχόμενων ετών.

3.2 Ανάλυση της προς μελέτη περιοχής

Αρχικά θα πρέπει να μελετηθεί η περιοχή με την οποία θα ασχοληθούμε. Ποια είναι τα προβλήματα και ποιά τα συγκριτικά της πλεονεκτήματα σε σχέση πάντα με το αντικείμενο της έρευνας. Θα χρειαστεί λοιπόν μια ενδελεχή έρευνα σε διάφορες πηγές για να μπορέσουμε να συγκεντρώσουμε στοιχεία για την περιοχή όπως:

- Όρια Περιφερειακής Ενότητας
- Όρια καλλικρατικών και καποδιστριακών δήμων και κοινοτήτων
- Ανάγλυφο της περιοχής μελέτης
- Μετερολογικά δεδομένα
- Υδρολογικό δίκτυο της περιοχής
- Η ακτογραμμή της περιοχής αν υπάρχει
- Προστατευόμενες Περιοχές κ.α.

Επίσης θα χρειαστούν πληροφορίες σχετικά με τον πληθυσμό και την εξέλιξη του, την απασχόληση και τις δραστηριότητες. Θα πρέπει να γνωρίζουμε σε ποιες περιοχές η ελαιοκαλλιέργεια αποτελεί κύρια απασχόληση και σε ποιες δευτερεύουσα. Επίσης θα πρέπει να συλλεχθούν στοιχεία τα οποία αφορούν την δυναμικότητα παραγωγής ελαιολάδου κάθε επιμέρους περιοχής και αν είναι δυνατόν πόσο επηρεάζεται η παραγωγή από την δράση του εντόμου ανά έτος.

Θα πρέπει λοιπόν να γίνει καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης και μια πρώτη εκ του μακρόθεν εκτίμηση της σημαντικότητας του εχθρού δάκο της ελιάς αλλά και του προβλήματος για το οποίο θα προσπαθήσουμε να δώσουμε μια τεκμηριωμένη ερμηνεία.

3.3 Συλλογή δεδομένων

Η ανάγκη για την παροχή έγκυρων και επικαιροποιημένων χωρικών δεδομένων στη χώρα μας προκύπτει σχεδόν από κάθε μελέτη ή έρευνα. Η κλασσική πλέον έκφραση G.I.G.O. (Garbage In, Garbage Out) θέλει να εφιστήσει την προσοχή στο είδος και στην ποιότητα των δεδομένων. Όσο καλή και να είναι η ανάλυση, όσο τεκμηριωμένη και να είναι η θεωρία, όσο και αν έχει προχωρήσει η επιστήμη των υπολογιστών, εάν τα δεδομένα που εισάγουμε στο σύστημα είναι «σκουπίδια» δεν μπορούμε να περιμένουμε τα αποτελέσματά μας να ευσταθούν. Είναι απαραίτητο να συλλέξουμε δεδομένα από τους αρμόδιους φορείς και οργανισμούς (ΕΛΣΤΑΤ, ΟΚΧΕ, ΟΑΣΑ, Υπουργεία, Περιφέρειες, Δήμος, κ.α.), να προβούμε σε ψηφιοποιήσεις, αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι τεχνικές της τηλεπισκόπησης. Επίσης κάποια δεδομένα θα πρέπει να τα συλλέξουμε με επιτόπιες έρευνες και μετρήσεις, καθώς και μέσω προαναλυτικών εργασιών πρωτογενών στοιχείων.

3.4 Χωρική και γεωστατιστική ανάλυση

Σε σχέση πάντα με τον σκοπό της έρευνας και προκειμένου να ερευνήσουμε αν υπάρχει ομαδοποίηση στη διακύμανση του πληθυσμού του εντόμου, εφαρμόστηκαν μέθοδοι χωρικής ανάλυσης στη κατανομή του πληθυσμού του εντόμου. Έτσι λοιπόν επιλέχτηκε να χρησιμοποιηθούν, ο δείκτης χωρικής αυτοσυσχέτισης (Getis-Ord Gi) και το χωροθετικό πηλίκο (Location Quotient)

Τα δεδομένα λοιπόν, αναλύθηκαν με μεθόδους τοπικής χωρικής στατιστικής καθώς το δείγμα θεωρείται ιδιαίτερα μεγάλο και η συγκεκριμένη προσέγγιση θεωρείται ιδανική για δείγματα μεγάλου μεγέθους. Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των Getis-Ord Gi Local Spatial Statistics (Getis and Ord 1996). Οι αναλύσεις έγιναν με το λογισμικό ArcGIS 10 (ESRI). Χρησιμοποιώντας ένα σύνολο χωρικών δεδομένων η Getis-Ord Gi στατιστική προσέγγιση, αναγνωρίζει ομάδες δεδομένων με τιμές μεγαλύτερες από αυτές που θα περιμέναμε με την τυχαία επιλογή. Το συγκεκριμένο στατιστικό εργαλείο αντιμετωπίζει την κάθε τιμή μέσα από το πρίσμα της αλληλεπίδρασης με τις τιμές γειτονικών σημείων. Αν, δηλαδή, η τιμή ενός σημείου, καθώς και οι

τιμές όλων των γειτονικών σημείων είναι υψηλές, τότε το σημείο θεωρείται τμήμα ενός "θερμού σημείου" (hot spot). Στην αντίθετη περίπτωση θεωρείται τμήμα ενός "ψυχρού σημείου" (cold spot). Ο «τοπικός» μέσος όρος των τιμών ενός χαρακτηριστικού και των γειτόνων του συγκρίνεται με το συνολικό μέσο όρο των τιμών (δηλαδή ο "τοπικός" μέσος όρος θεωρείται τμήμα του συνολικού μέσου όρου). Όταν λοιπόν ο «τοπικός» μέσος όρος είναι πολύ διαφορετικός (χαμηλότερος ή υψηλότερος) από τον αναμενόμενο και η διαφορά είναι ιδιαίτερα υψηλή ώστε να μη μπορεί να θεωρηθεί αποτέλεσμα τυχαίας κατανομής, προκύπτει στατιστικά σημαντική τιμή. Η τιμή αντιπροσωπεύει τη στατιστική σημαντικότητα της ομαδοποίησης για μια καθορισμένη απόσταση. Οι θετικής τιμές του είναι στατιστικά σημαντικές για ομάδες δεδομένων με υψηλές τιμές, ενώ αρνητικές για ομάδες δεδομένων με χαμηλές τιμές.

Τα αποτελέσματα της Getis-Ord Gi ανάλυσης αξιολογούνται μαζί με τα z-scores και p-values για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας ξεχωριστά. Αυτές οι δύο τιμές μας δείχνουν εάν υφίσταται ομαδοποίηση και τον βαθμό της σημαντικότητάς της. Συγκεκριμένα, υψηλά z-scores με χαμηλά p-values τεκμηριώνουν την στατιστικά σημαντική χωρική ομαδοποίηση των υψηλών τιμών, ενώ χαμηλά αρνητικά z-scores με χαμηλά p-values τεκμηριώνουν την στατιστικά σημαντική χωρική ομαδοποίηση των χαμηλών τιμών. Τα z-scores είναι τιμές που εκφράζουν πόσες τυπικές αποκλίσεις από τον μέσο όρο απέχει η τιμή των καταναλώσεων της εξεταζόμενης ζώνης. Όσο υψηλότερη ή χαμηλότερη τιμή λαμβάνει, τόσο εντονότερη είναι η ομαδοποίηση, ενώ τιμές πλησίον του μηδενός δείχνουν πως δεν υπάρχει κάποια ομαδοποίηση. Τα κρίσιμα z-scores για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% είναι τιμές μικρότερες του -1,96 ή μεγαλύτερες του 1,96 και για επίπεδο εμπιστοσύνης 99% είναι τιμές μικρότερες του -2.58 ή μεγαλύτερες του 2.58. Τα p-values δείχνουν την στατιστική σημαντικότητα της ομαδοποίησης (που δείχνουν τα z-scores). Στατιστικά σημαντικά θεωρούνται τα p-values μικρότερα του 0,05 και 0,01 για επίπεδα εμπιστοσύνης 95% και 99% αντίστοιχα (Πινάκας 3.1).

z-score (τυπικές αποκλίσεις)	**p-value (πιθανότητα)**	**Επίπεδο εμπιστοσύνης**
< -1.65 or > +1.65	<0.10	90%
<-1.96 or >+1.96	<0.05	95%
< -2.58 or > +2.58	<0.01	99%

Πίνακας 3.1: Σχέση τιμών z-score και p-value με επίπεδα εμπιστοσύνης

Η προπαρασκευαστική ανάλυση των δεδομένων των παγίδων συμπεριλαμβάνει τον καθορισμό της ακτίνας ομαδοποίησης. Ο καθορισμός της ακτίνας ομαδοποίησης στην περιοχή μελέτης έγινε με την μέθοδο δοκιμής και λάθους (trial and error process). Εφαρμόσαμε την Getis Ord Gi για κάθε σύνολο δεδομένων σε συγκεκριμένες ημερομηνίες μεταβάλλοντας την ακτίνα σε ένα εύρος 100 σε 8000μ., αυξανόμενη κατά 1000μ. κάθε φορά. Τα στατιστικά σημαντικότερα αποτελέσματα προέκυψαν για ακτίνα 6100μ. Με σκοπό την οπτική επιβεβαίωση του συγκεκριμένου αποτελέσματος έγινε σύγκριση των χωρικών σχεδίων των τιμών για την συγκεκριμένη ακτίνα με την ψηφιακή αποτύπωση του δικτύου παγίδων.

Όπως και για την Getis-Ord Gi ανάλυση έτσι και για το χωροθετικό πηλίκο χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό πακέτο ArcGIS της ESRI για την επεξεργασία των δεδομένων και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Το χωροθετικό πηλίκο είναι ένας χωρικός δείκτης ο οποίος μετράει το μέγεθος κατά το οποίο ορισμένες ομάδες μιας περιοχής αποκλίνουν από το μέσο όρο της ευρύτερης περιοχής και επιτρέπει με τον τρόπο αυτό τον εντοπισμό της σχετικής θέσης τους. Συγκρίνει δηλαδή τη συγκέντρωση μιας μεταβλητής σε μια δεδομένη περιοχή, με αυτήν της ευρύτερης περιοχής μελέτης. Στην συγκεκριμένη μελέτη δηλαδή συγκρίνουμε το μέσο όρο των συλλήψεων του εντόμου ανά μήνα και κοινότητα εφαρμογής του προγράμματος δακοκτονίας με το σύνολο της περιοχής μελέτης. Ο δείκτης αυτός δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\mathbf{LQ = (xi/xj) / (\Sigma xi/\Sigma xj)}$$

όπου
xi = η τιμή της μεταβλητής i, για την περιοχή
Σxi = το άθροισμα του συνόλου των τιμών της μεταβλητής i για την περιοχή
xj = η τιμή της μεταβλητής i, για τη περιφέρεια
Σxj = το άθροισμα του συνόλου των τιμών της μεταβλητής i για την περιφέρεια

Όταν οι τιμές του δείκτη κυμαίνονται πάνω από την μονάδα αντιπροσωπεύουν υψηλές συγκεντρώσεις, ενώ όταν είναι μικρότερες εκφράζουν χαμηλές συγκεντρώσεις. Στην περίπτωση που LQ=1 τότε υπάρχουν ίσες κατανομές καθώς οι συγκεντρώσεις της περιοχής ταυτίζονται με αυτήν της ευρύτερης περιοχής. (Φώτης και Κουτσόπουλος 2012).

Πέραν όμως της χωρικής ανάλυσης τα δεδομένα αναλύθηκαν και με την βοήθεια της στατιστικής ανάλυσης συσχέτισης. Έτσι προκειμένου να αξιολογηθεί αν υπάρχει συνάφεια μεταξύ δύο μεταβλητών (π.χ., υψόμετρο, μέσο όρο εντόμων/παγίδα/δειγματοληψία) έγινε χρήση του συντελεστή συσχέτισης Pearson r ως ο πιο κατάλληλος (παραμετρικός) στατιστικός δείκτης. Με τον όρο παραμετρικός αναφερόμαστε σε μια σειρά στατιστικών δεικτών που ικανοποιούν συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Αν αυτές οι προϋποθέσεις "απουσιάζουν", τότε γίνεται χρήση μη-παραμετρικών στατιστικών δεικτών, οι οποίοι δεν επηρεάζονται από την τήρηση ή "καταπάτηση" των προϋποθέσεων. Για τον συντελεστή συσχέτισης Pearson r οι προϋποθέσεις αυτές είναι:

(α) οι μεταβλητές πρέπει να είναι συνεχείς σε κλίμακα ίσων διαστημάτων και να κατανέμονται κανονικά &

(β) να υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών.

Αυτό που απαιτείται για την ανίχνευση των σχέσεων, είναι να υπάρχει αναλογική σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών για όλα τα επίπεδά τους. Δηλαδή, όσο μεγαλώνει η μία να μεγαλώνει και η άλλη και το αντίθετο..

Ο συντελεστής συσχέτισης Pearson r ανήκει στην κατηγορία των σταθμισμένων δεικτών, δηλαδή είναι στατιστικός δείκτης που έχει συγκεκριμένο εύρος με αποτέλεσμα να έχει νόημα από μόνος του και χωρίς τη σύνδεση του με επίπεδα σημαντικότητας ή άλλες πληροφορίες. Το εύρος που μπορεί να πάρει ο *r* είναι από -1 έως και +1. Το πρώτο μέγεθος μας δείχνει μια τέλεια αρνητική σχέση (αντιστρόφως ανάλογη σχέση), ενώ το δεύτερο μια τέλεια θετική (ευθέως ανάλογη) σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών. Το μηδέν αντιπροσωπεύει μηδενική σχέση μεταξύ δύο μεταβλητών. Είναι φυσικό ότι μια σχέση του τύπου 0.6 είναι ταυτόσημη σε μέγεθος με μια σχέση -0.6, με τη διαφορά ότι η μια είναι θετική ενώ η άλλη αρνητική. Επίσης, η παρουσία σχέσεων μεγαλύτερων του 1.0 είναι κάτι αδύνατο/άτοπο (και άρα λάθος). Μεταξύ των 2 ορίων (-1 έως +1), έχουν προταθεί διάφορες κατηγοριοποιήσεις που αναφέρονται στην αξιολόγηση του μεγέθους του δείκτη. Μια από αυτές είναι και η παρακάτω:

0.00-0.20 Μηδενική σχέση

0.21-0.40 Μικρή σχέση

0.41-0.60 Μέτρια σχέση

0.61-0.80 Δυνατή σχέση

> 0.81 Εξαιρετικά δυνατή σχέση

Αν και στην πραγματικότητα σχέσεις της τάξης του 0.80 είναι δύσκολο να παρατηρηθούν, όταν συμβαίνει αυτό δημιουργείται και ένας θεωρητικός προβληματισμός: Μήπως αυτές οι δύο

μεταβλητές που συσχετίζονται κατά 0.80 μετρούν το ίδιο θεωρητικά αντικείμενο/φαινόμενο; Επομένως, οι πολύ δυνατές σχέσεις θέλουν προσοχή στην αξιολόγηση και στην ερμηνεία τους.(Εμβαλωτής και συνεργάτες 2006)

Στο επόμενο κεφάλαιο θα εφαρμοστούν τα βήματα του Μεθοδολογικού Πλαισίου σε μια υπαρκτή περίπτωση, θα δομηθούν όλες οι βάσεις δεδομένων και τα προτεινόμενα μοντέλα διαδικασιών ώστε να οπτικοποιηθούν τα αποτελέσματα για την συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης με σκοπό να δούμε ποιο βαθμό υλοποιούνται οι στόχοι οι οποίοι τέθηκα στην αρχή, από την προτεινόμενη μεθοδολογία.

4. Εφαρμογή – Αποτελέσματα

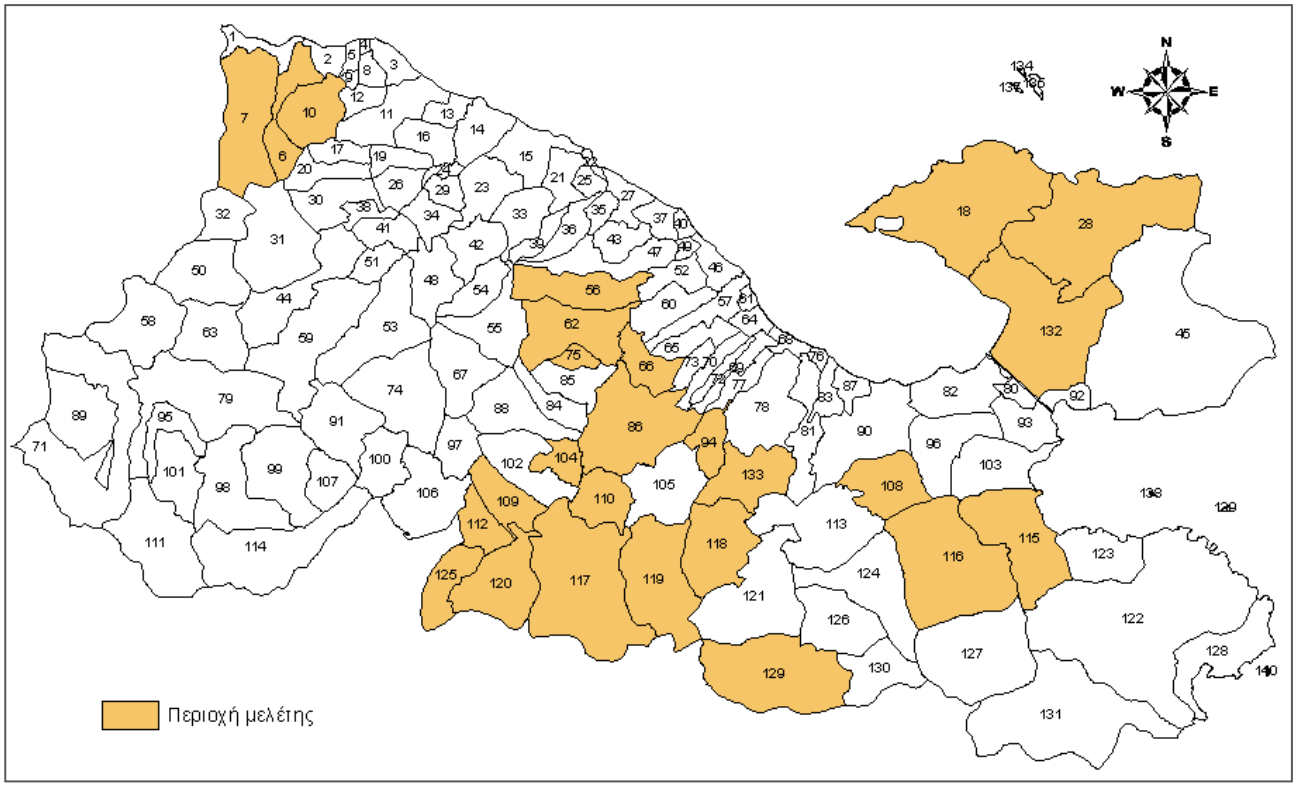
4.1 Περιοχή μελέτης

Σαν περιοχή έρευνας επιλέχθηκε η Κορινθίας και συγκεκριμένα εκείνο το τμήμα της Περιφερειακής Ενότητας στο οποίο εφαρμόζεται το πρόγραμμα της συλλογικής καταπολέμηση του δάκου της ελιάς. Η Κορινθία χαρακτηρίζεται ως μία από της σημαντικότερες ελαιοκομικές περιοχές της χώρας και της Πελοποννήσου. Παράλληλα βασικό κριτήριο για την επιλογή της συγκεκριμένης περιοχής ήταν οι ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες για την ανάπτυξη του εντόμου. Η επίδραση της θάλασσας εξασφαλίζει υψηλά επίπεδα υγρασίας, δηλαδή διασφαλίζεται ένας πρωταρχικός παράγοντας της εξέλιξης του πληθυσμού του δάκου (Gaouar and Debouzie 1991). Οι παρατηρήσεις διεξήχθησαν στην περιοχή μελέτης η οποία βρίσκεται στην Βορειοανατολική Πελοπόννησο και περιλαμβάνει ένα σημαντικό αριθμό Δημοτικών/Τοπικών Κοινοτήτων της Κορινθίας. Οι παρατηρήσεις έγινα τα έτη 2011, 2012, 2013 και οι Κοινότητες που συμμετείχαν κατ' έτος παρακολούθησης στο πρόγραμμα είναι οι ακόλουθες:

2011	2012	2013
ΑΗΔΟΝΙΑ	ΑΗΔΟΝΙΑ	ΑΗΔΟΝΙΑ
ΑΘΙΚΙΑ	ΑΘΙΚΙΑ	ΑΘΙΚΙΑ
	ΑΡΧ. ΝΕΜΕΑ	ΑΡΧ. ΝΕΜΕΑ
ΑΡΧ.ΚΛΕΩΝΕΣ	ΑΡΧ.ΚΛΕΩΝΕΣ	ΑΡΧ.ΚΛΕΩΝΕΣ
ΓΑΛΑΤΑΚΙ	ΓΑΛΑΤΑΚΙ	ΓΑΛΑΤΑΚΙ
ΓΑΛΑΤΑΣ	ΓΑΛΑΤΑΣ	ΓΑΛΑΤΑΣ
ΔΑΦΝΗ	ΔΑΦΝΗ	ΔΑΦΝΗ
ΕΛΛΗΝΟΧΩΡΙ		
ΚΑΛΕΝΤΖΙ	ΚΑΛΕΝΤΖΙ	ΚΑΛΕΝΤΖΙ
ΚΟΥΤΣΙ	ΚΟΥΤΣΙ	ΚΟΥΤΣΙ
ΚΡΥΟΝΕΡΙ	ΚΡΥΟΝΕΡΙ	ΚΡΥΟΝΕΡΙ
ΛΕΟΝΤΙΟ	ΛΕΟΝΤΙΟ	ΛΕΟΝΤΙΟ
ΛΟΥΤΡΑΚΙ	ΛΟΥΤΡΑΚΙ	ΛΟΥΤΡΑΚΙ
ΝΕΜΕΑ	ΝΕΜΕΑ	ΝΕΜΕΑ
ΠΑΡΑΔΕΙΣΙ	ΠΑΡΑΔΕΙΣΙ	ΠΑΡΑΔΕΙΣΙ
ΠΕΡΑΧΩΡΑ	ΠΕΡΑΧΩΡΑ	ΠΕΡΑΧΩΡΑ
ΠΕΤΡΙ	ΠΕΤΡΙ	ΠΕΤΡΙ
ΠΙΣΙΑ	ΠΙΣΙΑ	ΠΙΣΙΑ
ΠΥΡΓΟΣ	ΠΥΡΓΟΣ	ΠΥΡΓΟΣ
ΡΟΖΕΝΑ	ΡΟΖΕΝΑ	ΡΟΖΕΝΑ
ΣΟΛΟΜΟΣ	ΣΟΛΟΜΟΣ	ΣΟΛΟΜΟΣ
ΣΟΥΛΗΝΑΡΙ		
ΣΟΥΛΙ	ΣΟΥΛΙ	ΣΟΥΛΙ
		ΣΤΕΦΑΝΙ
ΣΤΙΜΑΓΚΑ	ΣΤΙΜΑΓΚΑ	ΣΤΙΜΑΓΚΑ
ΧΕΛΥΔΟΡΙ	ΧΕΛΥΔΟΡΙ	ΧΕΛΥΔΟΡΙ

Πρόκειται για μια περιοχή η οποία συνολικά καλύπτει μια έκταση η οποία είναι περίπου 112.000 στρ. αποκλειστικής ελαιοκαλλιέργειας με συνολικό αριθμό δέντρων οποίος ανέρχεται σε 1.570.000 δέντρα. Από τα στοιχειά αυτά φαίνεται ότι η περιοχή έρευνας καλύπτει το μισό περίπου του συνόλου των δένδρων και της έκτασης ελαιοκαλλιέργειας της Κορινθίας (Χάρτης 4.1) (ΔΑΟΚ Π.Ε. Κορινθίας)

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται κοντά στην θάλασσα αφού βρέχεται από αυτή στο βόρειο τμήμα της και περιβάλλεται από λόφους και μεγαλύτερα βουνά δυτικά και νότια. Η περιοχή διασχίζεται κεντρικά από ένα μεγάλο ποτάμι, τον Ασωπό, ο οποίος πηγάζει από την ορεινή Κορινθία και εκβάλει στην παραλιακή ζώνη του Βέλου, ενώ οι ελαιώνες εκτείνονται από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι υψόμετρο που φτάνει και τα 700m προς τα νοτιοδυτικά. Η καλλιέργεια της ελιάς αποτελεί διαχρονικά μια από τις σημαντικότερες καλλιέργειες και οι ποικιλίες που προτιμούνται από τους παραγωγούς είναι "Κοθρέικη", "Κορωνέικη" και η "Μεγαρείτικη". Εκεί όπου το επιτρέπουν οι συνθήκες οι ελαιώνες είναι αρδευόμενοι και ακολουθούν ολοκληρωμένα προγράμματα διαχείρισης.



Χάρτης 4.1 Χωρική παρουσίαση της περιοχής μελέτης.

Η εφαρμογή του πρόγραμμα της δακοκτονίας στη Κορινθία καλύπτει όλη την περιοχή μελέτης. Η δακοκτονία εκτελείται στο πλαίσιο εθνικού σχεδίου διαχείρισης των πληθυσμών του

δάκου της ελιάς. Το εθνικό σχέδιο δράσης συντονίζεται από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και εφαρμόζεται από τις κατά τόπους Περιφέρειες και Περιφερειακές Ενότητες, μέσω των Διευθύνσεων Αγροτικής Οικονομίας & Κτηνιατρικής. Το πρόγραμμα δακοκτονίας συμπεριλαμβάνει (i) συστηματική καταγραφή των πληθυσμών του δάκου, (ii) καταγραφή των επιπέδων προσβολής των ελαιοκάρπων (iii) κεντρικές αποφάσεις σχετικά με την εφαρμογή ψεκασμών, (iv) δολωματικοί ψεκασμοί σε περιπτώσεις ανόδου των επιπέδων του πληθυσμού και (v) καθολικοί ψεκασμοί σε περιπτώσεις που οι δολωματικοί ψεκασμοί δεν αρκούν να συγκρατήσουν το πληθυσμό σε φυσιολογικά επίπεδα (Michalaki 2006).

4.2 Ερευνητική και μεθοδολογική προσέγγιση

Η προσέγγιση του θέματος πραγματοποιείται με τον διαχρονικό έλεγχο της διακύμανσης του πληθυσμού του δάκου για τρεις διαδοχικές χρονιές 2011, 2012, 2013 στον ελαιώνα της Κορινθίας. Κατά την διάρκεια της έρευνας εξετάστηκαν μεταβλητές όπως:

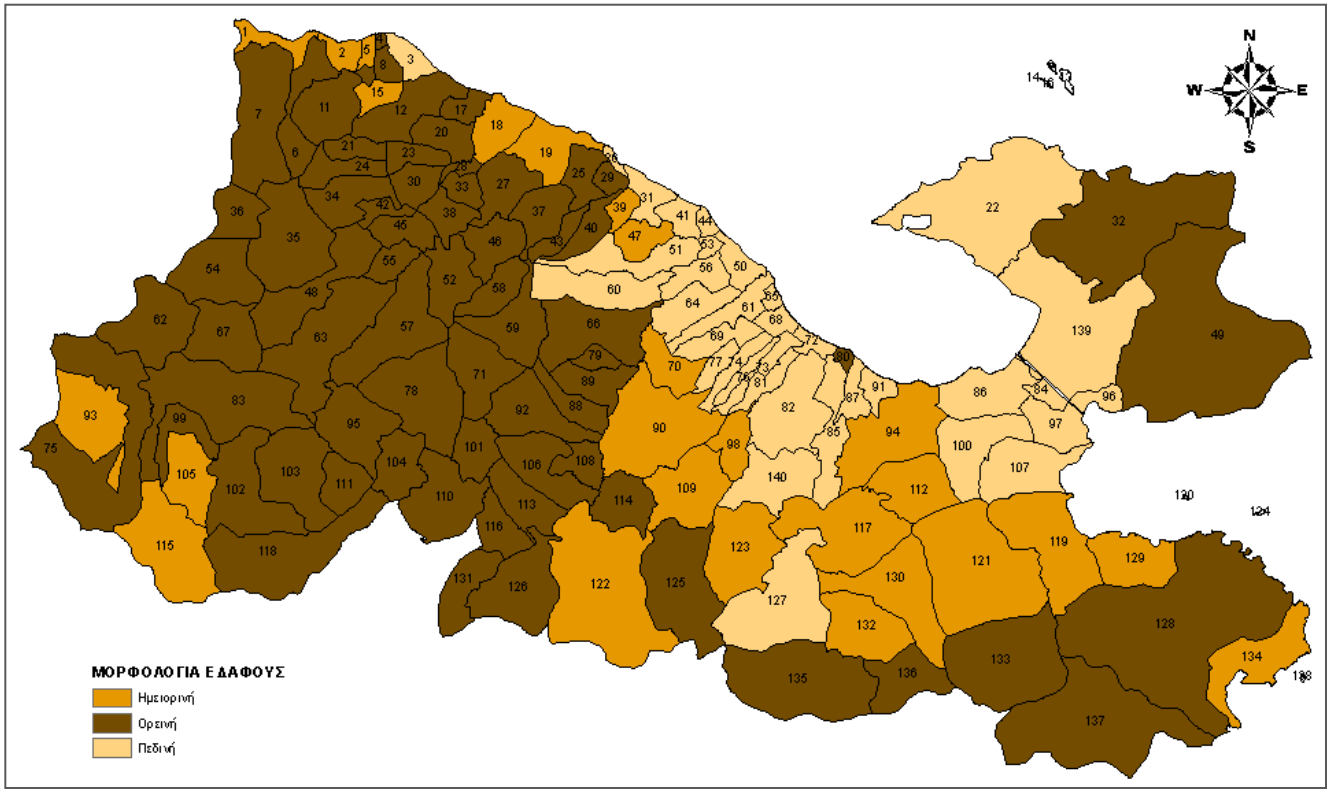
4.2.1 Η διακύμανση του πληθυσμού του δάκου (*Bactrocera oleae*)

Η παρακολούθηση του ύψους και της σύνθεση του δακοπληθυσμού εξετάζεται στο πλαίσιο του προγράμματος Δακοκτονίας. Ο έλεγχος πραγματοποιείται με ανάρτηση παγίδων τύπου Mc Phail, οι ενδείξεις των οποίων καταγράφονται ανά πενθήμερο. Το σύνολο των παγίδων στη περιοχή μελέτης ανέρχεται σε 1400 περίπου.

4.2.2 Μορφολογία εδάφους και υψόμετρο

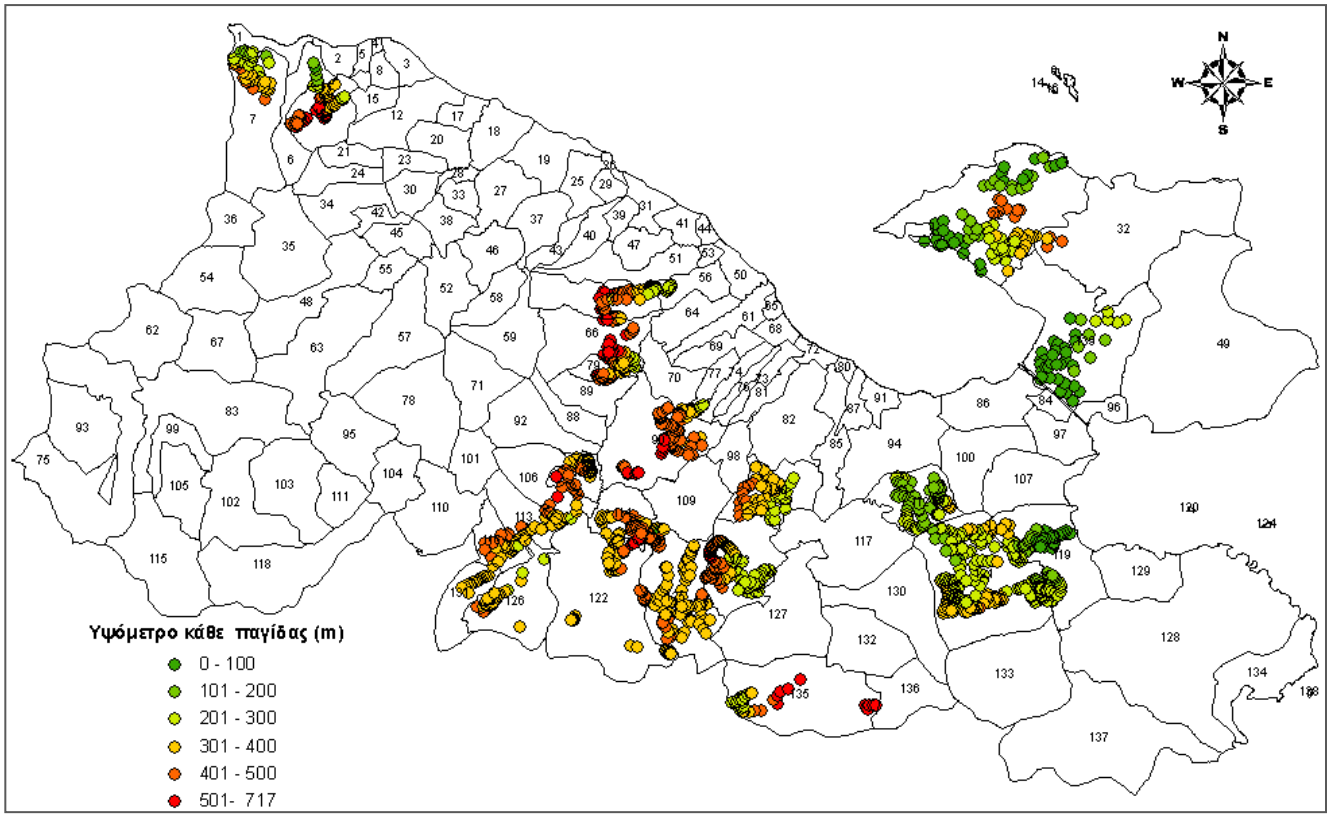
Όσο αφορά την μορφολογία του εδάφους στην Π.Ε. Κορινθίας το 59,19% των εκτάσεων είναι ορεινές, το 22,49% ημιορεινές και το 18,32% πεδινές. Οι πεδινές εκτάσεις της που αποτελούν τον κορινθιακό κάμπο φημίζονται για την παραγωγή γεωργικών προϊόντων. Η κατάταξη των ελαιώνων ως προς τη μορφολογία εδάφους στηρίζεται στα στοιχεία της ΕΛ.ΣΤΑΤ. για το

χαρακτηρισμό κάθε κοινότητας της Κορινθίας ως πεδινή, ημιορεινή και πεδινή. Σύμφωνα με τη ΕΛ.ΣΤΑΤ. ως κριτήριο για τον χαρακτηρισμό των κοινοτήτων λαμβάνεται η θέση του οικισμού της κοινότητας. Δεδομένου ότι οι ελαιώνες περιβάλλουν τους οικισμούς κατατάσσονται ως πεδινοί, ημιορεινοί και ορεινοί αντίστοιχα. (Χάρτης 4.2).



Χάρτης 4.2 Χάρτης με την απεικόνιση της μορφολογίας των εδαφών της Κορινθίας.

Άλλη μια μεταβλητή που εξετάσθηκε, αξιοποιώντας στοιχεία από την παγιδοθεσία, είναι το υψόμετρο στο οποίο τοποθετήθηκαν οι παγίδες και κατ επέκταση μπορούμε να αντλήσουμε πληροφορίες και για το υψόμετρο των ελαιώνων. Έτσι δημιουργήθηκε ένας χάρτης με την χωρική κατανομή των παγίδων στην περιοχή μελέτης. (Χάρτης 4.3). Η επίδραση του υψομέτρου στα επίπεδα των συλλήψεων διερευνήθηκε εφαρμόζοντας ανάλυση συσχέτισης του μέσου όρου των συλλήψεων με το υψόμετρο. Η ανάλυση έγινε για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας.



Χάρτης 4.3 Χωρική κατανομή των παγίδων στην περιοχή μελέτης και η υψομετρική τους θέση.

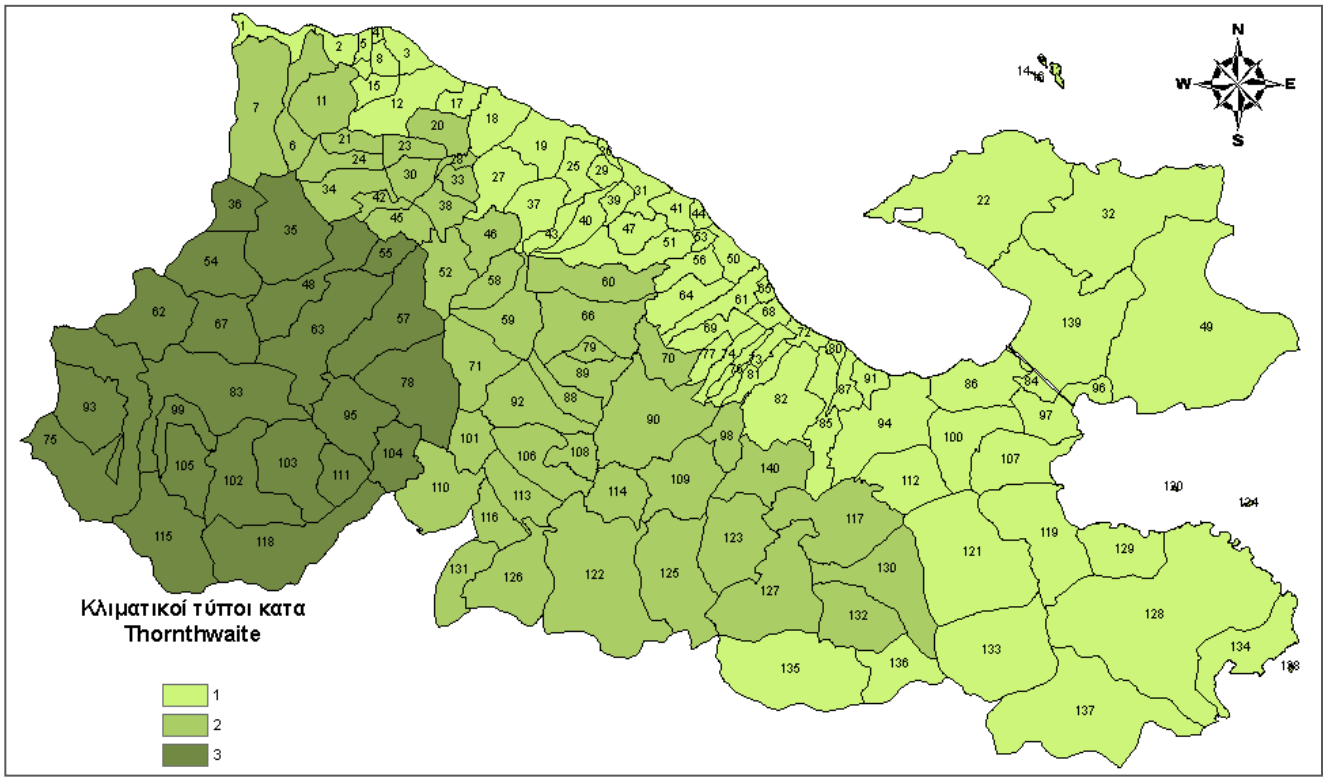
4.2.3 Μετεωρολογικά και κλιματικά δεδομένα της περιοχής

Οι βασικότεροι παράγοντες που συντελούν στην διαμόρφωση του κλίματος είναι: το ανάγλυφο, η απόσταση από την θάλασσα, το υψόμετρο και τα ατμοσφαιρικά συστήματα Το κλίμα επιδρά στην εξέλιξη των εδαφών, καθώς και στην πανίδα και χλωρίδα μιας περιοχής. Στη Περιφερειακή Ενότητα Κορινθίας επικρατεί ο μεσογειακός τύπος κλίματος που χαρακτηρίζεται από βροχές την ψυχρή περίοδο και ανομβρία με υψηλές θερμοκρασίες τους θερινούς μήνες. Οι βροχοπτώσεις είναι μεγαλύτερες στο ορεινό δυτικό τμήμα , 600 χιλιοστά, ελαττώνονται όμως στο ανατολικό, (Κόρινθος) 405 χιλιοστά. Η διαμόρφωση του κλιματικού αυτού τύπου οφείλεται στην κατανομή της ατμοσφαιρικής πίεσης στην επιφάνεια της γης και στην παρουσία της Μεσογείου.

Σύμφωνα με την κλιματική ταξινόμηση Thornthwaite (1955), η Κορινθία χαρακτηρίζεται από τρεις κλιματικούς τύπους. Αυτή η ταξινόμηση βασίζεται στις εξής παραμέτρους: α) στο δείκτη υγρασίας, β) στην εποχιακή μεταβολή της ενεργούς υγρασίας, δ)στο συντελεστή θερμικής

δραστηριότητας και δ) στο εις τους θερινούς μήνες αντιστοιχούν ποσοστό της θερμικής δραστηριότητας (Καρράς 1973).

Στην Βορειοανατολική Κορινθία το κλίμα ανήκει στα ξηρά κλίματα τύπου Dd B'_3 b'_4. (κλιματικός τύπος 1) χαρακτηρίζεται από κλίμα ημίξηρο (D) με καθόλου ή μηδαμινό πλεόνασμα νερού (d) και ανήκει στο μεσόθερμο B'_3 τύπο θερμικού κλίματος. Υφίσταται επίσης την επίδραση της θάλασσας στη διαμόρφωση του θερμικού του χαρακτήρα. Στη κεντρική Κορινθία επικρατεί κλίμα τύπου C_1 s B'_2 b'_4 (κλιματικός τύπος 2) το οποίο χαρακτηρίζεται από κλίμα ημίυγρο προς ξηρό (C_1) με μέτριο πλεόνασμα ύδατος κατά το χειμώνα (s) και ανήκει στο μεσόθερμο B'_2 τύπο θερμικού κλίματος. Στην ορεινή Νοτιοδυτική Κορινθία με το οροπέδιο της Στυμφαλίας επικρατεί κλίμα τύπου B_1 s_2 B'_1 b'_4 (κλιματικός τύπος 3) οποίος χαρακτηρίζεται από κλίμα υγρό (B_1) με έλλειμμα νερού κατά το θέρος (s_2) και ανήκει στο μεσόθερμο B'_1 τύπο θερμικού κλίματος. (Καρράς 1973, Γκουβάς και Σακελλαρίου 2011) (Χάρτης 4.4).



Χάρτης 4.4 Κλιματικοί τύποι Κορινθίας κατά Thornthwaite: (1) κλιματικός τύπος 1, (2) κλιματικός τύπος 2, (3) κλιματικός τύπος 3 .

Μετεωρολογικά δεδομένα συλλέχθηκαν από ένα μετεωρολογικό σταθμό ο οποίος βρίσκεται στο Βέλο Κορινθίας ($37^0$58΄33΄΄Ν, $22^0$45΄38΄΄Ε) σε υψόμετρο 19μ. από το επίπεδο της θάλασσας.

Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι θερμοκρασίας (μέση μηνιαία μέγιστη και ελάχιστη) στα υψηλότερα επίπεδα από το Βέλο αφαιρώντας 0,5^{o}C από το μηνιαίο μέσο όρο θερμοκρασίας για κάθε αύξηση 100μ. του υψομέτρου. Ο υπολογισμός αυτός συμφωνεί με παραδοσιακές μεθόδους πρόβλεψης θερμοκρασίας οι οποίες στηρίζονται στην συνηθισμένη πτώση της θερμοκρασίας κατά 1^{o}C σε κάθε 100μ. αύξησης του υψομέτρου σε στεγνό αέρα και κατά 0,5^{o}C σε υγρές ατμοσφαιρικές συνθήκες (Begon et al 1986, Κουνατίδης 2009).

4.2.4 Δολωματικοί ψεκασμοί

Σε όλη την έκταση της περιοχής μελέτης πραγματοποιήθηκαν δολωματικοί ψεκασμοί σε τρείς περιόδους: α) μέσα Ιουλίου μέχρι αρχές Αυγούστου, β) από τέλη Αυγούστου έως μέσα Σεπτέμβριο και γ) αρχές με μέσα Οκτωβρίου, σύμφωνα με τις διακυμάνσεις του πληθυσμού του εντόμου. Η σύσταση του δολωματικού διαλύματος διαμορφώθηκε ανάλογα με το στάδιο ωρίμανσης του ελαιοκάρπου. Ποιο συγκεκριμένα, η σύσταση του ψεκαστικού υγρού ήταν :

- ελκυστική ουσία (Dacus-Bait, Entomela) σε αναλογία 2%.
- εντομοκτόνο (Alpha-Cypermethrin 10%, L-Cyhalothrin 10.05%, Beta-Cyfluthrin 2,5%, Dimethoate 40%, Spinosad 0.024%) (ανάλογα με την διαθεσιμότητα και την προμήθεια της αποθήκης δακοκτονίας.)
- νερό.

Επομένως για να παρασκευαστούν 1.000 λίτρα ψεκαστικού υγρού προστίθενται 20 κιλά ελκυστική ουσία, 3 λίτρα σκευάσματος Alpha-Cypermethrin 10% (FASTAC), ή 1,25 λίτρα σκευάσματος L-Cyhalothrin 10.05% (Karate with Zeon technology 10CS), ή 3,5 λίτρα σκευάσματος Beta-Cyfluthrin (BULLDOCK), ή 8 λίτρα σκευάσματος Dimethoate 40% (ROGOR, SILIGOR,…) ή 33,3 λίτρα σκευάσματος Spinosad και νερό μέχρι να συμπληρώσουμε 1.000 λίτρα.

Σε όλη τη περιοχή εφαρμογής του προγράμματος δακοκτονίας έγιναν ψεκασμοί, όταν καταγράφονταν μεγάλες πυκνότητες πληθυσμών δάκου στο δίκτυο των παγίδων και ειδικότερα οι ημερομηνίες μεταξύ των οποίων πραγματοποιήθηκαν οι δολωματικοί ψεκασμοί αναφέρονται στον Πίνακα 4.1.

	1ος ψεκασμός	**2ος ψεκασμός**	**3ος ψεκασμός**	**4ος ψεκασμός**
2011	30-7 έως 9-8	1-9 έως 14-9	27-9 έως 12-10	23-10 έως 29-10
2012	28-7 έως 6-8	30-8 έως 14- 9	4-10 έως 15-10	
2013	16-7 έως 30-7	21-8 έως 30-8	23-9 έως 4-10	

Πίνακας 4.1 Ημερομηνίες εφαρμογής δολωματικών ψεκασμών.

Πιο συγκεκριμένα η εφαρμογή των ψεκασμών έγινε με τη χρήση ψεκαστικών συγκροτημάτων (τρακτέρ με παρελκόμενο ψεκαστικό) και εκεί όπου το ανάγλυφο της περιοχής δεν επιτρέπει τη χρήση γεωργικού ελκυστήρα με χρήση επινώτιων ψεκαστήρων, εναποθέτοντας 300ml ψεκαστικού υγρού σε έναν καρποφόρο κλάδο κάθε δεύτερου ελαιόδεντρου.

4.3 Συλλογή δεδομένων

Κατά την διάρκεια των ετών παρακολούθησης της έρευνας οι διακυμάνσεις του πληθυσμού του εντόμου *B. oleae* στη περιοχή μελέτης καταγράφηκαν με τη τοποθέτηση παγίδων McPhail που περιείχαν 300ml υδατικό διάλυμα 3% w/v θειικής αμμωνίας. Οι παγίδες τοποθετήθηκαν στα μέσα Ιουλίου σε κάθε ελαιώνα και ελέγχονταν κάθε 5 ημέρες μέχρι το τέλος του Οκτωβρίου. Σε κάθε έλεγχο καταγράφονταν ο συνολικός αριθμός των ενηλίκων του δάκου που παγιδεύονταν, τα οποία διακρίνονται σε αρσενικά και θηλυκά και το διάλυμα της θειικής αμμωνίας ανανεωνόταν. Συνολικά αναπτύχθηκε ένα δίκτυο από 1400 παγίδες για την μελέτη του πληθυσμού του εντόμου. Οι ημερομηνίες κατά τις οποίες έγιναν οι μετρήσεις των συλλήψεων των παγίδων κατ' έτος παρατήρησης περιγράφονται στον παρακάτω πινάκα

	Ιούνιος	**Ιούλιος**		**Αύγουστος**	**Σεπτέμβριος**	**Οκτώβριος**
2011			26/7	01/08 έως 26/8	01/09 έως 26/9	01/10 έως 26/10
2012		21/7	26/7	01/08 έως 26/8	01/09 έως 26/9	01/10 έως 26/10
2013	26/7	01/07 έως 26/07		01/08 έως 26/8	01/09 έως 26/9	01/10 έως 26/10

Πίνακας 4.2 Ημερομηνίες αλλαγής προσελκυστηκού διαλύματος ανά 5ημερο και μήνα κάθε έτους παρακολούθησης και καταγραφή συλλήψεων.

Ο έλεγχος και η συλλογή των δεδομένων συντονίστηκε από τη Διεύθυνση Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής Π.Ε. Κορινθίας και για τις ανάγκες του στατιστικού ελέγχου ως ποσοτική μεταβλητή λήφθηκε υπόψη ο μέσος αριθμός δάκων ανά κοινότητα από το σύνολο των

παγίδων. Η θέση κάθε παγίδας καθορίστηκε με τη χρήση συσκευής Global Positioning System (GPS).

4.4 Αποτελέσματα της έρευνας

4.4.1 Χρονική ανάλυση της διακύμανσης του πληθυσμού του δάκου της ελιάς

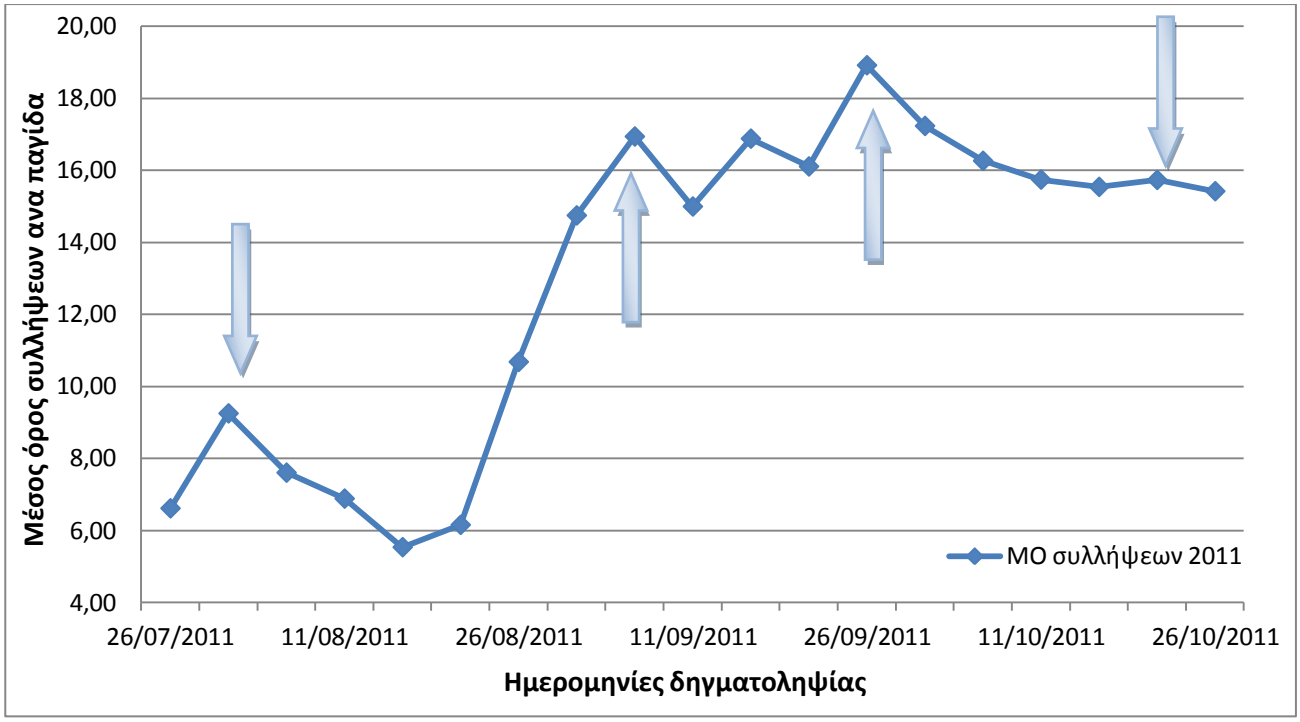
Από την συλλογή των δεδομένων μας προκύπτουν ορισμένα συγκρίσιμα στατιστικά στοιχεία και για τις τρεις χρονιές της εργασίας. Αυτά τα στοιχεία έχουν να κάνουν με την παραγωγή ελαιοποιήσημων ελιών ανά έτος, το πλήθος των μετρήσεων που έγινα σε σχέση με το σύνολο των κοινοτήτων που συμμετείχαν στο πρόγραμμα δακοκτονίας και σύμφωνα με τις ημερομηνίες αλλαγής του προσελκυστηκού διαλύματος για τις συλλήψεις του εντόμου. Μετρήσεις οι οποίες έγιναν για να εκφραστεί ένα συγκρίσιμο μέγεθος για όλες τις περιοχές που συμμετέχουν στο πρόγραμμα το οποίο είναι ο μέσος όρος συλλήψεων του δάκου ανά κοινότητα και πενθήμερο αλλαγής του διαλύματος. Αποτυπώθηκαν επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή του μέσου όρου των συλλήψεων ανά κοινότητα και πενθήμερο αλλαγής που παρατηρήθηκε σε όλη την περιοχή μελέτης ανά έτος και ο μέσος όρος και την τυπική απόκλιση των συλλήψεων του δάκου ανά έτος σε όλη την περιοχή μελέτης. Όλες αυτές οι μετρήσεις φαίνονται αναλυτικά στον Πίνακα 4.3

Αναλύοντας τα στοιχεία της έρευνας παρατηρούμε ότι το ύψος του δακοπληθυσμού ανά χρονιά σχετίζεται με την ετήσια διακύμανση της παραγωγής ελαιοκάρπου (παρενιαυτοφορία της ελιάς) μια παράμετρος η οποία έχει διαπιστωθεί και από άλλους ερευνητές σε ανάλογα μελέτες.(Delrio and Prota 1988). Σε χρονιές με αυξημένη παραγωγή ελιών όπως για παράδειγμα το 2012, η οποία ήταν μια παραγωγική χρονιά μετά από μια χρονιά μετρίων αποδόσεων, παρατηρείται σχετικά περιορισμένη προσβολή του ελαιοκάρπου από το έντομο δηλαδή ο πληθυσμός του δάκου διατηρείται σε ελεγχόμενα επίπεδα. Αντίθετα υψηλός δακοπληθυσμός εμφανίζεται την καλλιεργητική περίοδο 2013 δεδομένου ότι η ελαιοπαραγωγή κατά την περίοδο συλλογής 2012-2013 ήταν υψηλή. Είναι εμφανές λοιπόν ότι η αναπαραγωγή του εντόμου και η αύξηση ή η μείωση του δακοπληθυσμου σχετίζεται με την ποσοτική παράγωγη ελαιοκάρπου κατά την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο. Μικρή παράγωγη ελαιοκάρπου την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο συνεπάγεται, συνήθως, την εμφάνιση χαμηλού δακοπληθυσμού κατά την έναρξη της επόμενης δακικής περιόδου. (Πίνακας 4.3).

Έτος	Παραγωγή / έτος (ton)	Πλήθος μετρήσεων	Ελάχιστη τιμή Μ.Ο./μέτρηση	Μέγιστη τιμή Μ.Ο./μέτρηση	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
2011	35.500	456	1,00	62,47	13,01	4,39
2012	60.000	460	0,94	48,20	8,15	2,11
2013	20.500	600	0,67	80,80	14,92	4,30

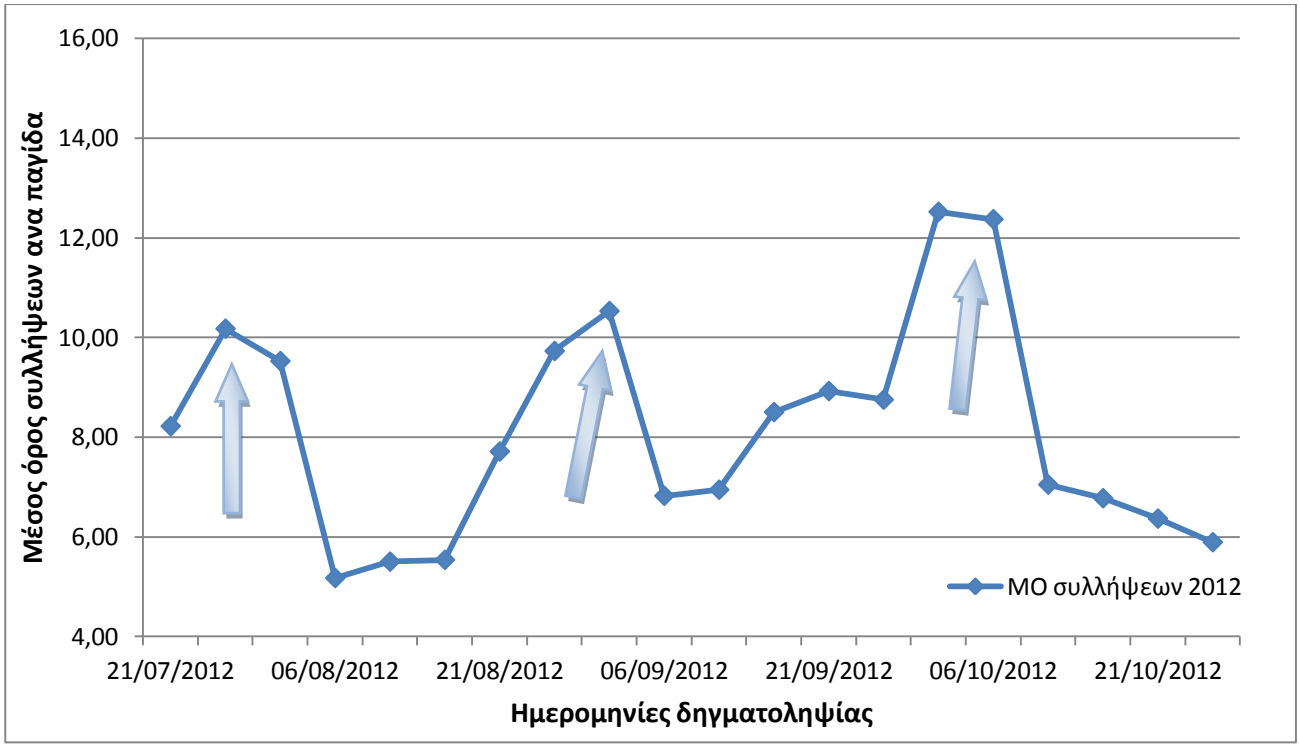
Πίνακας 4.3 Διακύμανση του μέση όρου των συλλήψεων του δάκου ανά έτος παρακολούθησης

Όσον αφορά την πορεία του πληθυσμού διαπιστώνεται ότι διαφοροποιείται από χρονιά σε χρονιά. Για το έτος 2011 (Διάγραμμα 4.1), ο πληθυσμός κινείται ανοδικά μέχρι τις αρχές Αυγούστου περίοδος κατά την οποία δεν έχει πραγματοποιηθεί ακόμα δολωματικός ψεκασμός, ενώ όταν ξεκινά ο πρώτος δολωματικός ψεκασμός βλέπουμε ότι έχει άμεση επίδραση στον πληθυσμό του εντόμου αφού επέρχεται μείωση του πληθυσμού και μάλιστα μέχρι σημείου όπου κατά την δειγματοληψία στις 16-08-2014 ο μέσος όρος των συλλήψεων είναι κοντά στο όριο των 5 δάκων /παγίδα/δειγματοληψία κάτω από το οποίο δεν χρειάζεται η εφαρμογή δολωματικών ψεκασμών. Στην συνέχεια όμως της δακικής περιόδου παρατηρείται μια ανοδική πορεία του πληθυσμού και παρόλο που πραγματοποιούνται τρεις ακόμα ψεκασμοί στο σύνολο των κοινοτήτων ανάμεσα στις ημερομηνίες δειγματοληψίας, οι οποίοι κατάφεραν μια πρόσκαιρη μείωση του πληθυσμού, αλλά δεν μπόρεσαν να τον συγκρατήσουν σε ανεκτά επίπεδα. Το γεγονός αυτό, δηλαδή ότι ο δακοπληθυσμός παρουσιάζει πρόσκαιρη μείωση και στην συνέχεια αυξητική τάση μετά την εφαρμογή φυτοπροστατευτικών χειρισμών υποδεικνύει ότι οι κλιματικές συνθήκες, θερμοκρασία και υγρασία, επέδρασαν σημαντικότερα στην εξέλιξη του πληθυσμού.



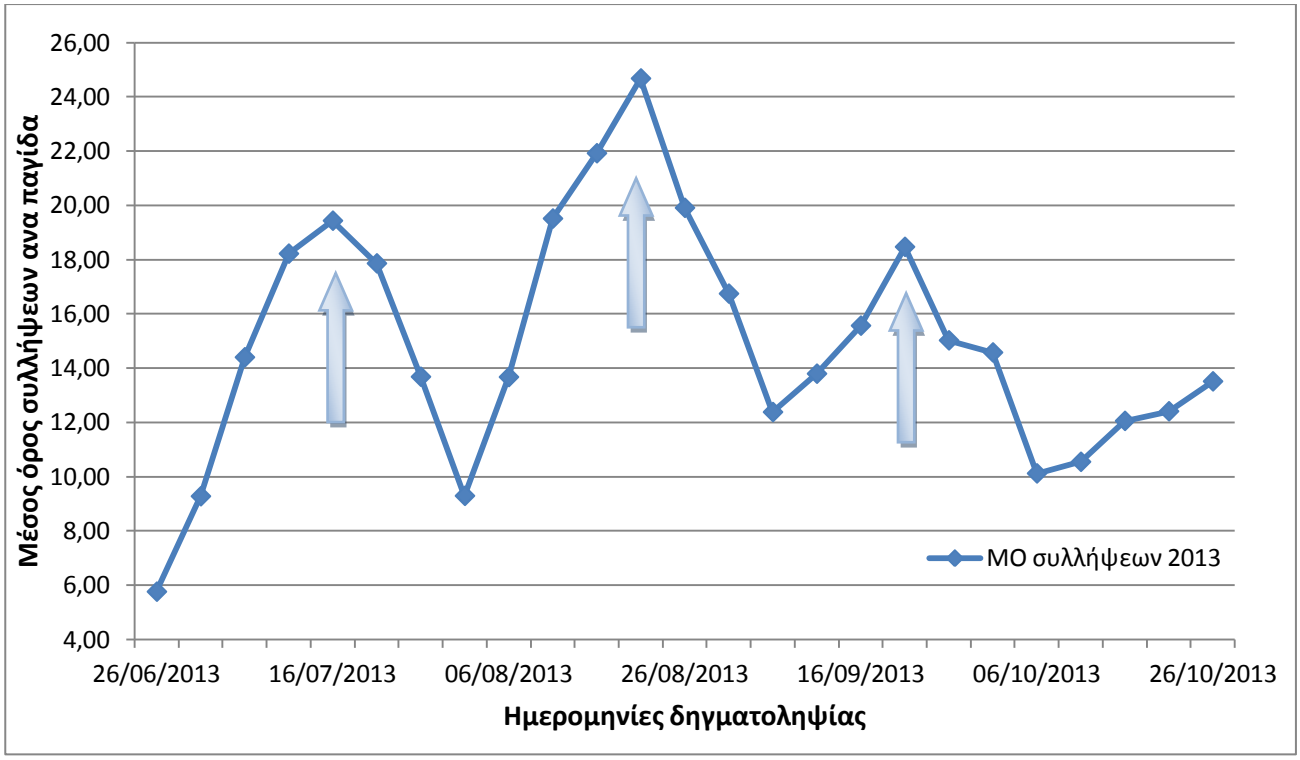
Διάγραμμα 4.1 Διακύμανση του πληθυσμού του δάκου κατά την δακική περίοδο 2011 στην περιοχή μελέτης. Τα βέλη δηλώνουν τις ημερομηνίες κατά τις οποίες εφαρμόστηκαν δολωματικοί ψεκασμοί

Για το έτος 2012 (Διάγραμμα 4.2) η εξέλιξη του πληθυσμού του εντόμου φαίνεται να επηρεάζεται αρχικά από την εφαρμογή του πρώτου δολωματικού ψεκασμού (από 28-7 έως 6-8), αφού ο πληθυσμός εμφανίζει πτωτική τάση μέχρι τις αρχές Αυγούστου και διατήρηση των χαμηλών μέσων όρων συλλήψεων μέχρι τα μέσα Αυγούστου. Στη συνέχεια ακολουθεί και πάλι αύξηση του πληθυσμού μέχρι τις αρχές Σεπτεμβρίου όπου γίνεται η εφαρμογή του δεύτερου δολωματικού ψεκασμού και παρατηρείται εκ νέου μείωση αλλά όχι μέχρι σημείου όπου ο πληθυσμός να περιοριστεί κάτω του ανεκτού ορίου των 5δάκων/παγιδα/δηγματολειψία. Στην συνέχεια της δακικής περιόδου για να ελεγχθεί ο πληθυσμός του εντόμου, ο οποίος έχει αρχίσει και πάλι να αυξάνει από τις αρχές Οκτωβρίου εφαρμόζεται και τρίτος δολωματικός ψεκασμός (από 4-10 έως 15-10) ο οποίος μειώνει τον πληθυσμό του εντόμου. Παρατηρείται δε ότι ο τελευταίος ψεκασμός σε συνδυασμό και με την αλλαγή των κλιματικών συνθηκών, θερμοκρασία και υγρασία, στην περιοχή μελέτης συνέβαλαν στη διατήρηση του πληθυσμού σε σχετικά χαμηλά επίπεδα.



Διάγραμμα 4.2 Διακύμανση του πληθυσμού του δάκου κατά την δακική περίοδο 2012 στην περιοχή μελέτης. Τα βέλη δηλώνουν τις ημερομηνίες κατά τις οποίες εφαρμόστηκαν δολωματικοί ψεκασμοί

Για το έτος 2013 (Διάγραμμα 4.3) η διακύμανση του πληθυσμού του δάκου διατηρήθηκε σε σχετικά υψηλά επίπεδα καθ' όλη την περίοδο δακοκτονίας παρόλο που μεσολάβησαν τρεις δολωματικοί ψεκασμοί μεταξύ των ημερομηνιών δειγματοληψίας στο σύνολο των κοινοτήτων. Οι ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο είχαμε ικανοποιητική παραγωγή ελαιόκαρπου και κατά συνέπεια εμφάνιση υψηλού δακοπληθυσμού κατά την έναρξη της δακικής περιόδου συντέλεσαν στην έντονη δραστηριότητα του εντόμου και κατά συνέπεια στην αύξηση του εμφανιζόμενου πληθυσμού. Έτσι λοιπόν παρατηρούμε ότι ο πληθυσμός έχει ανοδική τάση από πολύ νωρίς και φτάνει στις 16-07-2013 το μέσο όρο των 20δάκων/παγιδα/δειγματοληψία περίπου, όπου και αρχίζει η εφαρμογή του πρώτου ψεκασμού ο οποίος συγκρατεί την αύξηση του πληθυσμού και μάλιστα προκαλεί και την μείωση του. Ο δεύτερος δολωματικός ψεκασμός, η εφαρμογή του οποίου άρχισε στις 21-08-2013 καθώς και ο τρίτος (23-09-2013) συνοδεύθηκαν από μείωση του πληθυσμού του εντόμου.



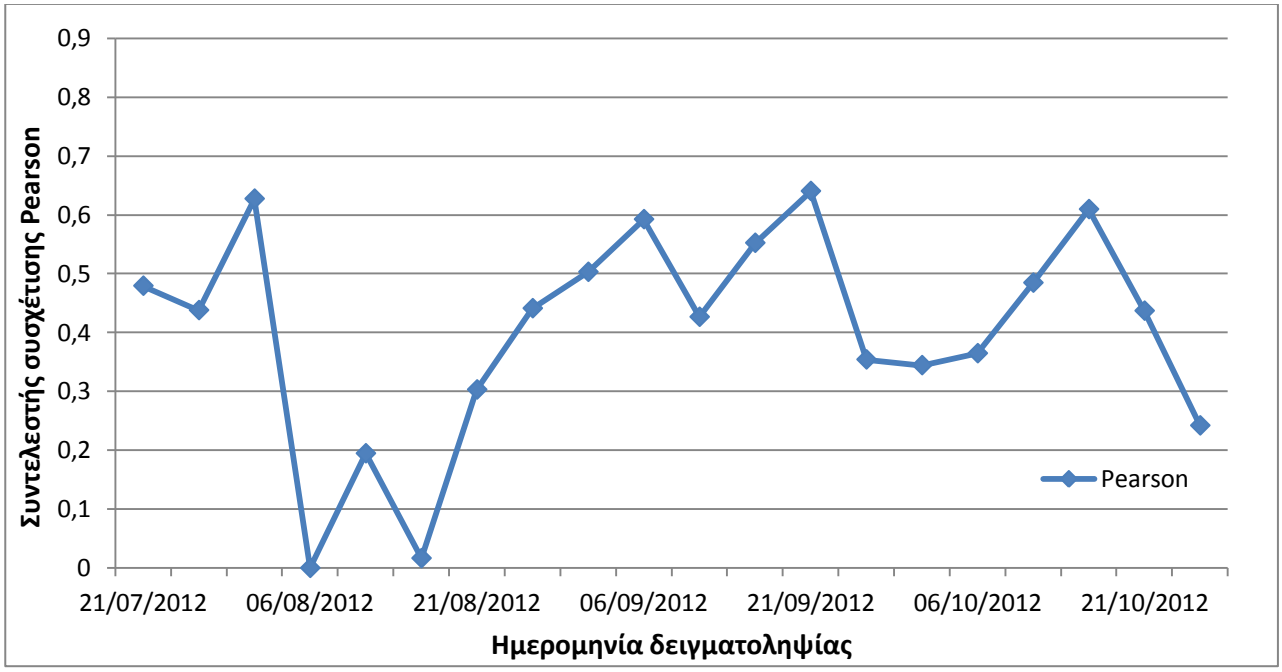
Διάγραμμα 4.3 Διακύμανση του πληθυσμού του δάκου κατά την δακική περίοδο 2013 στην περιοχή μελέτης. Τα βέλη δηλώνουν τις ημερομηνίες κατά τις οποίες εφαρμόστηκαν δολωματικοί ψεκασμοί

4.4.2 Χωρική ανάλυση της διακύμανσης του πληθυσμού του δάκου της ελιάς

Προκειμένου να αξιολογηθεί αν υπάρχει συνάφεια μεταξύ δύο μεταβλητών (π.χ., υψόμετρο, μέσο όρο εντόμων/παγίδα/δειγματοληψία) έγινε χρήση του συντελεστής συσχέτισης Pearson r ως ο πιο κατάλληλος (παραμετρικός) στατιστικός δείκτης.

Στα παρακάτω διαγράμματα μπορούμε να παρατηρήσουμε την διακύμανση του συντελεστή συσχέτισης Pearson r μεταξύ του μέσου όρου των συλλήψεων και του υψομέτρου καθ' όλη την διάρκεια της περιόδου μελέτης, δηλαδή και τα τρία χρόνια 2011,2012,2013.

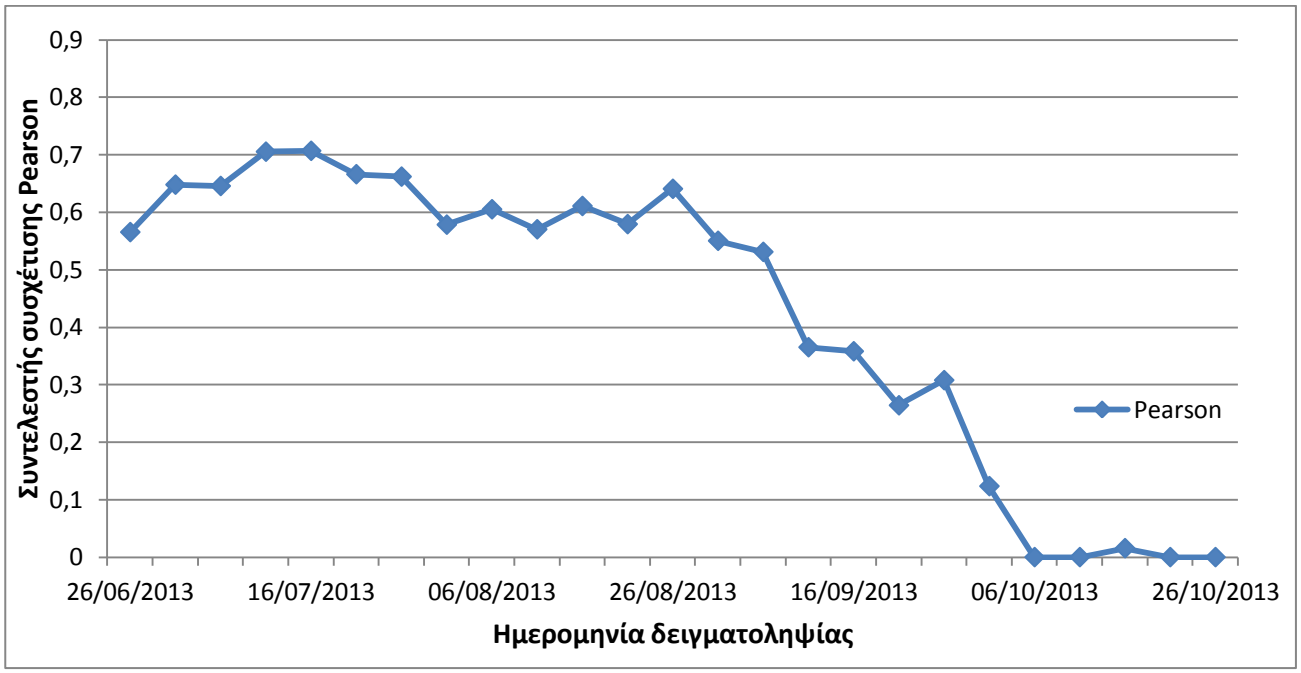
Διάγραμμα 4.4 Διάγραμμα συσχέτισης ανάμεσα στο υψόμετρο και το μέσο όρο εντόμων/παγίδα/ δειγματοληψία για την περιοχή μελέτης για το έτος 2011



Διάγραμμα 4.5 Διάγραμμα συσχέτισης ανάμεσα στο υψόμετρο και το μέσο όρο εντόμων/παγίδα/ δειγματοληψία για την περιοχή μελέτης για το έτος 2012

Μια πρώτη παρατήρηση από την μεταξύ τους σύγκριση, των τριών διαγραμμάτων, είναι ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ υψομέτρου και μέσου όρου συλλήψεων αλλά αυτή η συσχέτιση δηλαδή το κατά ποσό είναι δυνατή ή μέτρια έχει να κάνει άμεσα με το ύψος της προσβολής. Διαπιστώνουμε δηλαδή ότι για το έτος 2013 (Διάγραμμα 4.6), όπου η δακοπροσβολή υπήρξε σημαντική και ο μέσος όρο των συλλήψεων κινήθηκε σε υψηλά επίπεδα, ο συντελεστής

συσχέτισης Pearson εμφανίζει δυνατή σχέση. Συγκεκριμένα, στις περισσότερες ημερομηνίες, οι τιμές του μέσου όρου των συλλήψεων εμφάνισαν μεγάλη συσχέτιση με το υψόμετρο (οι περισσότερες τιμές ήταν πάνω από 0,5 και μεταξύ 0,6 - 0,7). Η μεταξύ τους συσχέτιση μειώθηκε κατά πολύ στις αρχές Οκτώβρη για να φτάσει σε μηδενικά επίπεδα από τα μέσα του ίδιου μήνα μέχρι το τέλος των μετρήσεων ακολουθώντας την πτώση και του αριθμού των συλλήψεων το οποίο παρατηρήθηκε το αντίστοιχο διάστημα. Για τις δυο προηγούμενες χρονιές 2011 και 2012 (Διαγράμματα 4.4 & 4.5) παρατηρήθηκε ασθενέστερη συσχέτιση.



Διάγραμμα 4.6 Διάγραμμα συσχέτισης ανάμεσα στο υψόμετρο και το μέσο όρο εντόμων/παγίδα/ δειγματοληψία για την περιοχή μελέτης για το έτος 2013

Στην συνέχεια τα στοιχεία τα οποία προκύπτουν από την διαχρονική μελέτη των μετρήσεων του δακοπολυθυσμού από το δίκτυο των παγίδων το οποίο είχε τοποθετηθεί στη περιοχή μελέτης μπορούν να οδηγήσουν σε επιπλέον συμπεράσματα για την χαρτογράφηση των περιοχών που παρουσιάζουν ομοιογένεια στην πληθυσμιακή διακύμανση του εντόμου, με τη χρήση του Χωροθετικού πηλίκου, το οποίο αποτελεί ένα δείκτη που μετράει το μέγεθος κατά το οποίο ορισμένες ομάδες μιας περιοχής αποκλίνουν από το μέσο όρο της ευρύτερης περιοχής (π.χ. το σύνολο της περιοχής μελέτης) και επιτρέπει με τον τρόπο αυτό τον εντοπισμό της σχετικής τους θέσης. Συγκρίνει δηλαδή τη συγκέντρωση μιας μεταβλητής σε μια δεδομένη περιοχή, με αυτήν της ευρύτερης περιοχής μελέτης.

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα των παρακάτω πινάκων υπολογίστηκαν διάφοροι δείκτες (LQ ανά μήνα συλλήψεων) εφαρμόζοντας την μέθοδο του χωροθετικού πηλίκου, με σκοπό να δημιουργηθεί ένας χάρτης για κάθε έτος μελέτης στον οποίο θα αποτυπώνονται οι κοινότητες της περιοχής μελέτης και η σοβαρότητα προσβολής που προκύπτει σε κάθε κοινότητα ανάλογα με την τιμή που θα έχει ο δείκτης του χωροθετικού πηλίκου ανά μήνα συλλήψεων για το κάθε έτος της έρευνας .

NAME_GREEK	Ν_ΠΑΓΙΔΩΝ_2011	ΜΟΣ_7	ΜΟΣ_8	ΜΟΣ_9	ΜΟΣ_10
Δ. ΛΟΥΤΡΑΚΙΟΥ	40	267	278,5	308	292,833333
Κ. ΑΗΔΟΝΙΩΝ	11	38	46,833333	54,833333	55,166667
Κ. ΑΘΙΚΙΩΝ	80	437	277,5	389,666667	524,166667
Κ. ΑΡΧΑΙΩΝ ΚΛΕΩΝΩΝ	60	276	291,833333	436,166667	852,666667
Κ. ΓΑΛΑΤΑ	10	30	42,333333	53,833333	50,166667
Κ. ΓΑΛΑΤΑΚΙΟΥ	42	171	150,666667	189,5	280,166667
Κ. ΔΑΦΝΗΣ	30	180	275	416,333333	309
Κ. ΕΒΡΟΣΤΙΝΗΣ-ΡΟΖΕΝΩΝ	28	118	473,333333	862,166667	605,333333
Κ. ΕΛΛΗΝΟΧΩΡΙΟΥ	30	72	125,666667	152,333333	201,666667
Κ. ΚΑΛΕΝΤΖΙΟΥ	40	195	254	1250	1273,166667
Κ. ΚΟΥΤΣΙΟΥ	30	238	213,833333	835	1025,166667
Κ. ΚΡΥΟΝΕΡΙΟΥ	26	108	167,166667	688,166667	585,5
Κ. ΛΕΟΝΤΙΟΥ	38	134	161,166667	210	209
Κ. ΝΕΜΕΑΣ	30	201	179,833333	818,333333	914,666667
Κ. ΠΑΡΑΔΕΙΣΙΟΥ	9	39	60,166667	244,5	223
Κ. ΠΕΡΑΧΩΡΑΣ	70	1038	635,5	1003,666667	346,5
Κ. ΠΕΤΡΙΟΥ	30	277	287,333333	391,166667	339,333333
Κ. ΠΙΣΙΩΝ	10	97	87,333333	118,5	85,166667
Κ. ΠΥΡΓΟΥ	19	547	512,666667	836,5	571
Κ. ΣΟΛΟΜΟΥ	48	272	198,166667	271,333333	358
Κ. ΣΟΥΛΗΝΑΡΙΟΥ	20	128	201,666667	500,5	986,833333
Κ. ΣΟΥΛΙΟΥ	25	120	167,666667	711,666667	591,5
Κ. ΣΤΙΜΑΓΚΑΣ	30	125	141,333333	156,166667	193,5
Κ. ΧΕΛΥΔΟΡΕΟΥ	9	34	96	150,666667	79,666667

Πίνακας 4.4 Βάση δεδομένων αποτελεσμάτων δειγματοληψιών για το 2011 (σύνολο συλλήψεων / μήνα / κοινότητα)

NAME_GREEK	Ν_ΠΑΓΙΔΩΝ_2012	ΜΟΣ_7	ΜΟΣ_8	ΜΟΣ_9	ΜΟΣ_10
Δ. ΛΟΥΤΡΑΚΙΟΥ	40	165	196,833333	200,833333	204,5
Κ. ΑΗΔΟΝΙΩΝ	12	56,5	60,5	57,166667	57
Κ. ΑΘΙΚΙΩΝ	94	440	522,666667	379,666667	449,166667
Κ. ΑΡΧΑΙΑΣ ΝΕΜΕΑΣ	60	1028	445,166667	758,666667	658,333333
Κ. ΑΡΧΑΙΩΝ ΚΛΕΩΝΩΝ	60	196	308,666667	282,833333	293,333333
Κ. ΓΑΛΑΤΑ	10	45,5	52,333333	47,833333	50,166667
Κ. ΓΑΛΑΤΑΚΙΟΥ	40	292,5	290	272,166667	257,333333
Κ. ΔΑΦΝΗΣ	30	341,5	237,166667	137,166667	153
Κ. ΕΒΡΟΣΤΙΝΗΣ-ΡΟΖΕΝΩΝ	30	495	381,5	438,833333	558
Κ. ΚΑΛΕΝΤΖΙΟΥ	29	75,5	127,833333	226,666667	152,666667
Κ. ΚΟΥΤΣΙΟΥ	20	243	172,166667	148,666667	204,666667
Κ. ΚΡΥΟΝΕΡΙΟΥ	20	287	254,333333	371,666667	214
Κ. ΛΕΟΝΤΙΟΥ	38	184,5	199,666667	155,333333	177,833333
Κ. ΝΕΜΕΑΣ	40	302,5	242	196,5	257,5
Κ. ΠΑΡΑΔΕΙΣΙΟΥ	13	230	116,166667	213,833333	134,166667
Κ. ΠΕΡΑΧΩΡΑΣ	70	333,5	369,5	202,333333	158,833333
Κ. ΠΕΤΡΙΟΥ	30	258,5	214,666667	146,166667	152,333333
Κ. ΠΙΣΙΩΝ	10	71,5	57,166667	48,833333	54,333333
Κ. ΠΥΡΓΟΥ	25	533,5	355,833333	463,333333	620,166667
Κ. ΣΟΛΟΜΟΥ	44	219	168	215,833333	273,5
Κ. ΣΟΥΛΙΟΥ	20	122,5	124,666667	289,666667	192,166667
Κ. ΣΤΙΜΑΓΚΑΣ	30	141	218,666667	389,333333	199
Κ. ΧΕΛΥΔΟΡΕΟΥ	5	158,5	43,333333	43,666667	110,5

Πίνακας 4.5 Βάση δεδομένων αποτελεσμάτων δειγματοληψιών για το 2012 (σύνολο συλλήψεων / μήνα / κοινότητα)

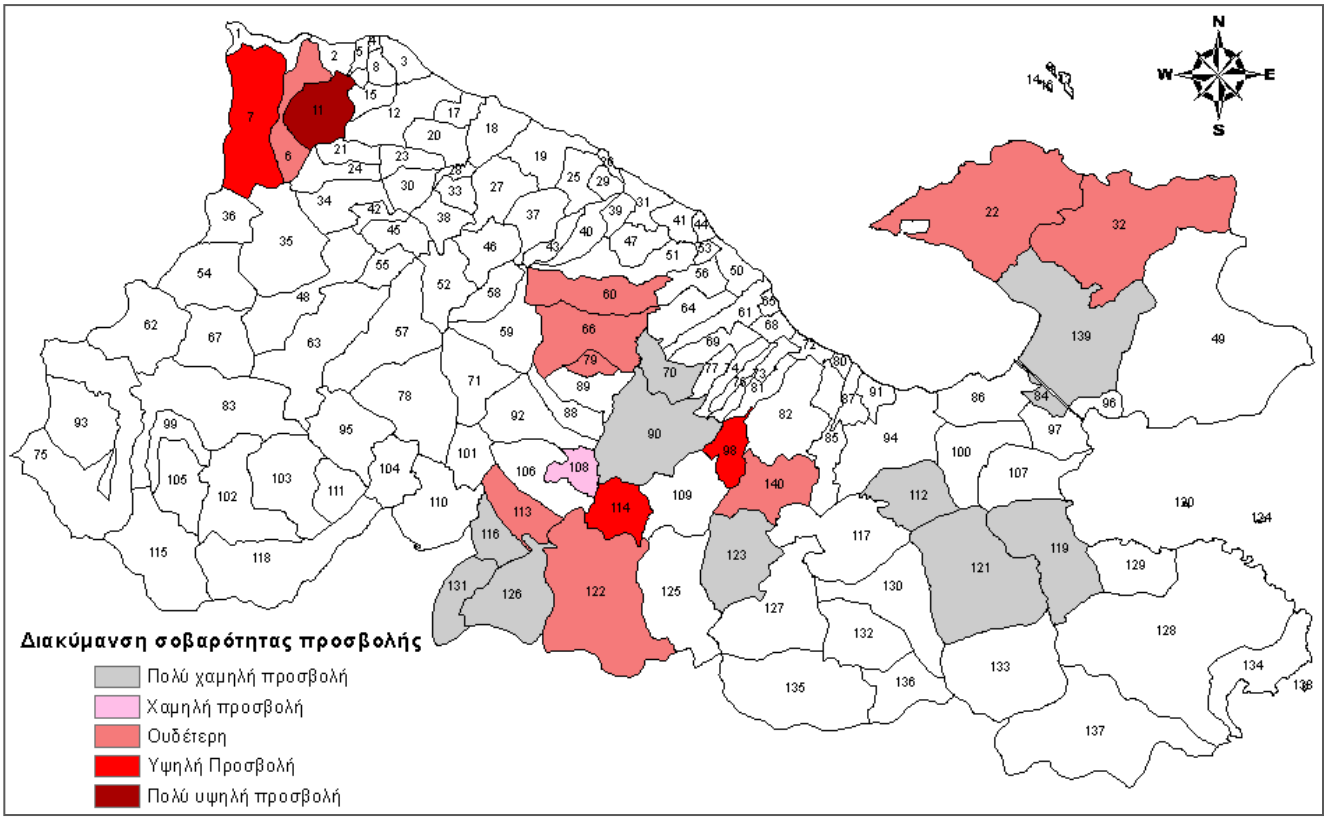
NAME_GREEK	Ν_ΠΑΓΙΔΩΝ_2013	ΜΟΣ_7	ΜΟΣ_8	ΜΟΣ_9	ΜΟΣ_10
Δ. ΛΟΥΤΡΑΚΙΟΥ	42	303,666667	308,833333	276,5	358,166667
Κ. ΑΗΔΟΝΙΩΝ	28	238,666667	159,5	243,833333	111,5
Κ. ΑΘΙΚΙΩΝ	200	911,833333	907,833333	864,833333	1024,5
Κ. ΑΡΧΑΙΑΣ ΝΕΜΕΑΣ	85	1989,66666	2661,83333	2899,8333	1996,3333
Κ. ΑΡΧΑΙΩΝ ΚΛΕΩΝΩΝ	110	738,666667	854	1348,33333	2198,5
Κ. ΓΑΛΑΤΑ	17	138,833333	117	209	83,333333
Κ. ΓΑΛΑΤΑΚΙΟΥ	88	354,5	373,833333	303,166667	344,5
Κ. ΔΑΦΝΗΣ	50	641,666667	1456,33333	1067	645
Κ. ΕΒΡΟΣΤΙΝΗΣ-ΡΟΖΕΝΩΝ	50	233,666667	874,666667	921,5	1790,66666
Κ. ΚΑΛΕΝΤΖΙΟΥ	50	537,333333	814,666667	1389,5	1266,5
Κ. ΚΟΥΤΣΙΟΥ	20	454,5	449,833333	465,833333	449,333333
Κ. ΚΡΥΟΝΕΡΙΟΥ	70	3396,5	1639,5	872,333333	720,833333
Κ. ΛΕΟΝΤΙΟΥ	37	299,333333	244,666667	368,333333	227,166667
Κ. ΝΕΜΕΑΣ	90	1384,5	1025,16666	1048,66666	1042,33333
Κ. ΠΑΡΑΔΕΙΣΙΟΥ	13	629,5	356,666667	242,5	153,333333
Κ. ΠΕΡΑΧΩΡΑΣ	72	696	700,833333	643,833333	635,333333
Κ. ΠΕΤΡΙΟΥ	45	1382	1612,833333	900	922
Κ. ΠΙΣΙΩΝ	15	200	196,333333	167,5	227,5
Κ. ΠΥΡΓΟΥ	50	962,333333	1342	1461,66666	272,5
Κ. ΣΟΛΟΜΟΥ	72	222,666667	268,5	264,5	255,5
Κ. ΣΟΥΛΙΟΥ	44	828,166667	2448,83333	904,5	514
Κ. ΣΤΕΦΑΝΙΟΥ	34	120,166667	185,666667	139,166667	193
Κ. ΣΤΙΜΑΓΚΑΣ	80	769,833333	1763,83333	1000,33333	879,333333
Κ. ΧΕΛΥΔΟΡΕΟΥ	13	383,666667	540,166667	422,833333	63,5

Πίνακας 4.6 Βάση δεδομένων αποτελεσμάτων δειγματοληψιών για το 2013 (σύνολο συλλήψεων / μήνα / κοινότητα

Στις κοινότητες όπου οι τιμές του χωροθετικού πηλίκου LQ ανά μήνα συλλήψεων σε σχέση με το σύνολο της περιοχής μελέτης είναι μεγαλύτερες από την μονάδα οι κοινότητες αυτές έχουν υψηλές συγκεντρώσεις δακοπληθυσμού για την συγκεκριμένη χρόνια έρευνας σε σύγκριση με το σύνολο της περιοχής έρευνας. Αντίθετα για τις κοινότητες όπου η τιμή του LQ είναι μικρότερη της μονάδας η συγκέντρωση του δακοπληθυσμού είναι χαμηλή σε σχέση με το σύνολο της περιοχής.

Εξετάζοντας όλους τους μήνες για τους οποίους έχουμε αποτελέσματα εφαρμόζοντας τον δείκτη LQ, μπορούμε να αποδώσουμε χωρικά ποιες κοινότητας εμφανίζουν σταθερά υψηλές ή σταθερά χαμηλές συγκεντρώσεις δακοπληθυσμού.

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται στους ακόλουθους χάρτες και πίνακες:

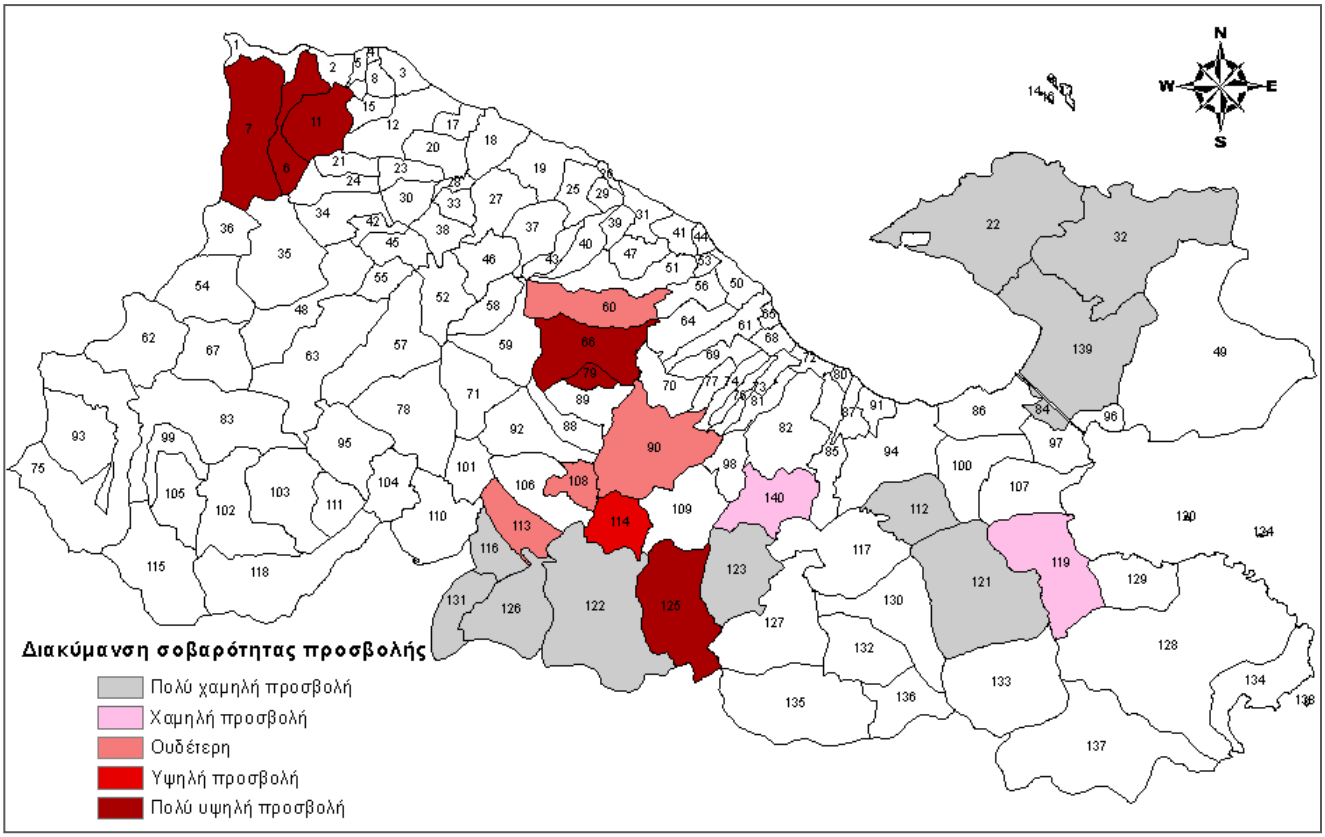


2011

Χάρτης 4.5 Χωρική απεικόνιση των κοινοτήτων της περιοχής μελέτης ανάλογα με την σοβαρότητα προσβολής για το έτος 2011

Πολύ χαμηλή (0)	Χαμηλή (1)	Ουδέτερη (2)	Υψηλή (3)	Πολύ Υψηλή (4)
Κ. ΕΛΛΗΝΟΧΩΡΙΟΥ	Κ. ΔΑΦΝΗΣ	Κ. ΧΕΛΥΔΟΡΕΟΥ	Κ. ΕΒΡΟΣΤΙΝΗΣ-ΡΟΖΕΝΩΝ	Κ. ΠΥΡΓΟΥ
Κ. ΓΑΛΑΤΑ		Κ. ΚΡΥΟΝΕΡΙΟΥ	Κ. ΣΟΥΛΗΝΑΡΙΟΥ	
Κ. ΑΗΔΟΝΙΩΝ		Κ. ΠΑΡΑΔΕΙΣΙΟΥ	Κ. ΚΟΥΤΣΙΟΥ	
Κ. ΛΕΟΝΤΙΟΥ		Κ. ΣΟΥΛΙΟΥ		
Κ. ΓΑΛΑΤΑΚΙΟΥ		Κ. ΚΑΛΕΝΤΖΙΟΥ		
Κ. ΣΤΙΜΑΓΚΑΣ		Κ. ΝΕΜΕΑΣ		
Κ. ΑΡ. ΚΛΕΩΝΩΝ		Κ. ΠΕΤΡΙΟΥ		
Κ. ΑΘΙΚΙΩΝ		Κ. ΠΙΣΙΩΝ		
Κ. ΣΟΛΟΜΟΥ		Κ. ΠΕΡΑΧΩΡΑΣ		
Δ. ΛΟΥΤΡΑΚΙΟΥ				

Πίνακας 4.7 Πίνακας αποτελεσμάτων για το 2011

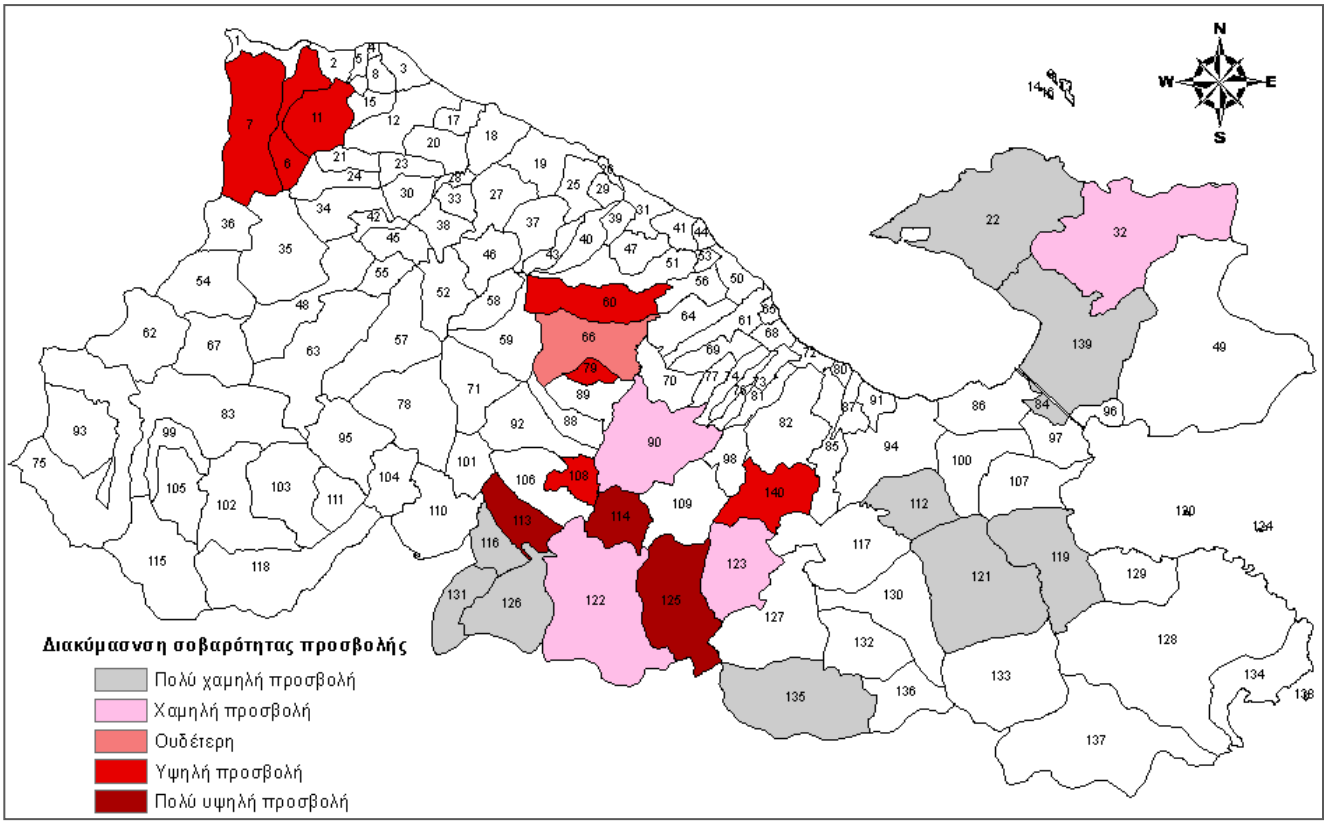


2012

Χάρτης 4.6 Χωρική απεικόνιση των κοινοτήτων της περιοχής μελέτης ανάλογα με την σοβαρότητα προσβολής για το έτος 2012

Πολύ χαμηλή (0)	Χαμηλή (1)	Ουδέτερη (2)	Υψηλή (3)	Πολύ Υψηλή (4)
Κ. ΑΡΧ. ΚΛΕΩΝΩΝ	Κ. ΚΑΛΕΝΤΖΙΟΥ	Κ. ΣΤΙΜΑΓΚΑΣ	Κ. ΚΟΥΤΣΙΟΥ	Κ. ΕΒΡΟΣΤΙΝΗΣ-ΡΟΖΕΝΩΝ
Δ. ΛΟΥΤΡΑΚΙΟΥ	Κ. ΓΑΛΑΤΑΚΙΟΥ	Κ. ΣΟΥΛΙΟΥ		Κ. ΑΡΧΑΙΑΣ ΝΕΜΕΑΣ
Κ. ΓΑΛΑΤΑ		Κ. ΠΕΤΡΙΟΥ		Κ. ΠΑΡΑΔΕΙΣΙΟΥ
Κ. ΑΘΙΚΙΩΝ		Κ. ΔΑΦΝΗΣ		Κ. ΠΥΡΓΟΥ
Κ. ΑΗΔΟΝΙΩΝ				Κ. ΧΕΛΥΔΟΡΕΟΥ
Κ. ΠΕΡΑΧΩΡΑΣ				Κ. ΚΡΥΟΝΕΡΙΟΥ
Κ. ΛΕΟΝΤΙΟΥ				
Κ. ΣΟΛΟΜΟΥ				
Κ. ΠΙΣΙΩΝ				
Κ. ΝΕΜΕΑΣ				

Πίνακας 4.8 Πίνακας αποτελεσμάτων για το 2012



2013

Χάρτης 4.7 Χωρική απεικόνιση των κοινοτήτων της περιοχής μελέτης ανάλογα με την σοβαρότητα προσβολής για το έτος 2013

Πολύ χαμηλή (0)	Χαμηλή (1)	Ουδέτερη (2)	Υψηλή (3)	Πολύ Υψηλή (4)
Κ. ΣΟΛΟΜΟΥ	Κ. ΣΤΙΜΑΓΚΑΣ	Κ. ΚΡΥΟΝΕΡΙΟΥ	Κ. ΣΟΥΛΙΟΥ	Κ. ΠΕΤΡΙΟΥ
Κ. ΣΤΕΦΑΝΙΟΥ	Κ. ΑΡΧ. ΚΛΕΩΝΩΝ		Κ. ΕΒΡΟΣΤΙΝΗΣ-ΡΟΖΕΝΩΝ	Κ. ΑΡΧ. ΝΕΜΕΑΣ
Κ. ΠΕΡΑΧΩΡΑΣ	Κ. ΠΙΣΙΩΝ		Κ. ΔΑΦΝΗΣ	Κ. ΚΟΥΤΣΙΟΥ
Δ. ΛΟΥΤΡΑΚΙΟΥ	Κ. ΝΕΜΕΑΣ		Κ. ΚΑΛΕΝΤΖΙΟΥ	
Κ. ΑΗΔΟΝΙΩΝ			Κ. ΧΕΛΥΔΟΡΕΟΥ	
Κ. ΑΘΙΚΙΩΝ			Κ. ΠΥΡΓΟΥ	
Κ. ΓΑΛΑΤΑ			Κ. ΠΑΡΑΔΕΙΣΙΟΥ	
Κ. ΓΑΛΑΤΑΚΙΟΥ				
Κ. ΛΕΟΝΤΙΟΥ				

Πίνακας 4.9 Πίνακας αποτελεσμάτων για το 2013

Ένα πρώτο συμπέρασμα στο οποίο οδηγούμαστε από την μελέτη των παραπάνω χαρτών είναι ότι υπάρχει ένα σύνολο συγκεκριμένων κοινοτήτων οι οποίες σταθερά και στα τρία χρόνια της εργασίας εντάσσονταν στην κατηγορία Πολύ Υψηλή Προσβολή και άλλο ένα σύνολο κοινοτήτων βρίσκονταν σταθερά στην κατηγορία Πολύ χαμηλή προσβολή.

Συμπερασματικά επίσης θα μπορούσαμε να δούμε στον Πίνακα 4.10 που ακολουθεί, ποιο είναι το ποσοστό των Δημοτικών / Τοπικών Κοινοτήτων, από εκείνες που συμμετείχαν στο πρόγραμμα της δακοκτονίας για την περίοδο μελέτης της συγκεκριμένης εργασίας, που αναλογεί ανά έτος σε κάθε κατηγορία σοβαρότητας προσβολής.

	Πολύ Χαμηλή Προσβολή	**Χαμηλή Προσβολή**	**Ουδέτερη**	**Υψηλή Προσβολή**	**Πολύ Υψηλή Προσβολή**
2011	41,67%	4,16%	37,50%	12,50%	4,17%
2012	43,48%	8,70%	17,39%	4,34%	26,09%
2013	37,50%	16,67%	4,17%	29,16%	12,50%

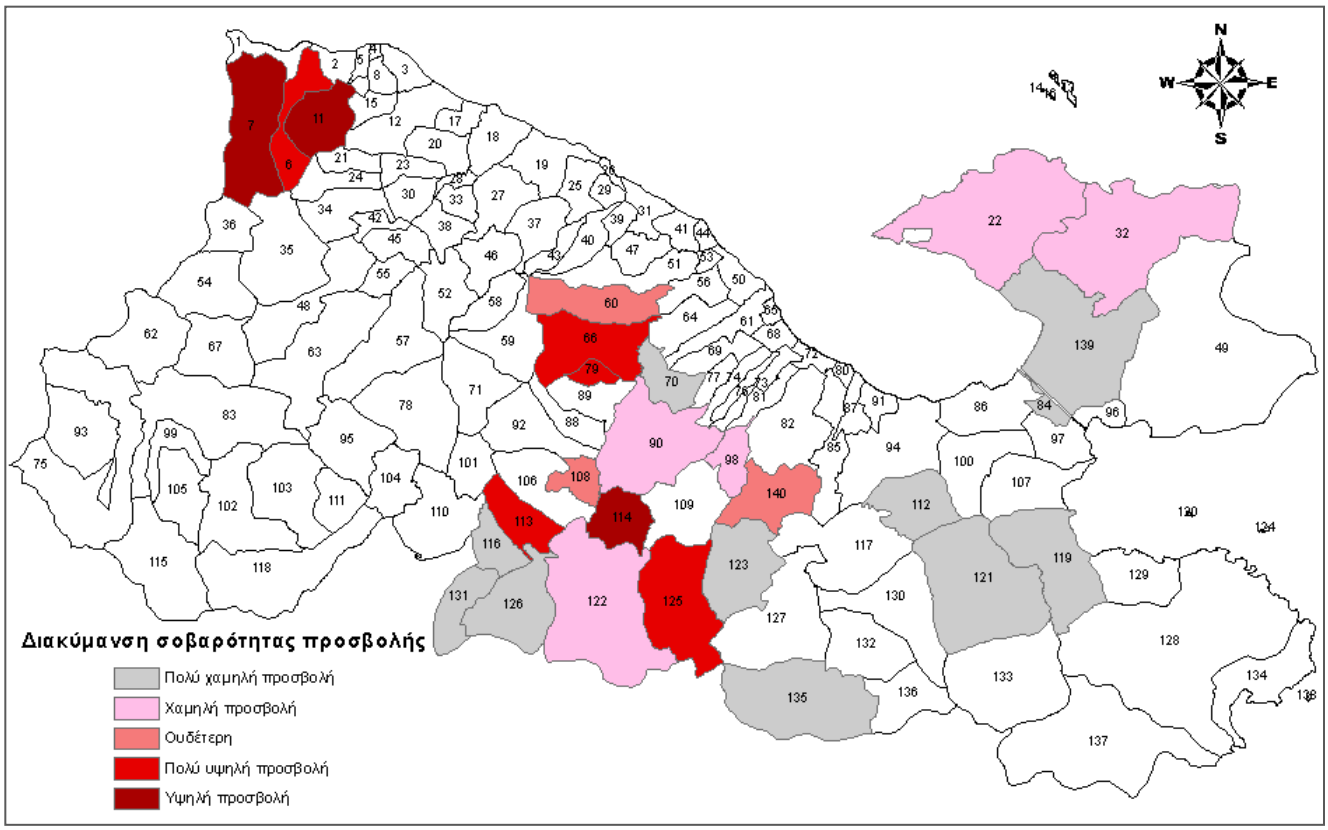
Πίνακας 4.10 Ποσοστό (%) επί του συνόλου των κοινοτήτων ανά έτος και κατηγορία σοβαρότητας προσβολής

Βλέπουμε δηλαδή για κάθε έτος ποιο ποσοστό επί του συνόλου των κοινοτήτων επιμερίζεται σε κάθε κατηγορία σοβαρότητας προσβολής. Μια πρώτη παρατήρηση που θα μπορούσαμε να κάνουμε στα στοιχεία αυτού του πίνακα είναι ότι και για τα τρία χρόνια μετρήσεων το ποσοστό των κοινοτήτων με Πολύ Χαμηλή Προσβολή κινήθηκε γύρω στο 40% (+3,-3) ενώ αντίθετα δεν μπορούμε να πούμε το ίδιο, δηλαδή ότι παρατηρείται μια σταθερότητα στα ποσοστά τους και για τα ποσοστά των κοινοτήτων που αντιστοιχούν στην κατηγορία Πολύ Υψηλή Προσβολή τα οποία κυμαίνονται από 4,17% έως και 26,09%.

Συνεχίζοντας την επεξεργασία των δεδομένων μας με την χρήση του χωροθετικού πηλίκου στα δεδομένων των δακοσυλλήψεων από τις διάφορες κοινότητες εφαρμογής του προγράμματος για τις χρονιές 2011, 2012 και 2013, με στόχο τη διερεύνηση ομοιογένειας στην πληθυσμιακή διακύμανσης του δάκου, διαπιστώνεται ότι ένας μικρός αριθμός κοινοτήτων διατηρείται ομαδοποιημένος για το σύνολο των δειγματοληψιών και τις τρεις χρονιές έρευνας σε σταθερά Πολύ Υψηλές Προσβολές. Ταυτόχρονα παρατηρούμε ότι και μια ακόμα ομαδοποίηση κοινοτήτων διαμορφώνεται με σταθερά Πολύ Χαμηλές προσβολές. (Χάρτης 4.8)

Σύμφωνα με τα παραπάνω μπορούμε να πούμε ότι μελετώντας τα αποτελέσματα της χωρικής διακύμανσης του πληθυσμού του δάκου, με την βοήθεια του χωροθετικού πηλίκου, για το σύνολο των ετών της έρευνας σε σχέση με το κλίμα και τους κλιματικούς τύπους οι οποίοι διαμορφώνεται στην περιοχή μελέτης είναι ότι οι κοινότητες που εμφανίζουν Υψηλές Προσβολές και Πολύ Υψηλές Προσβολές βρίσκονται συγκεντρωμένες στην περιοχή όπου ο κλιματικός της τύπος είναι ο C_1 s B'_2 b'_4 (κλιματικός τύπος 2) ο οποίος χαρακτηρίζεται από κλίμα ημίυγρο προς ξηρό (C_1) με μέτριο πλεόνασμα ύδατος κατά το χειμώνα (s) και ανήκει στο μεσόθερμο B'_2 τύπο θερμικού κλίματος (Χάρτης 4.4). Βλέπουμε δηλαδή να υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ κλιματικών συνθηκών και υψηλών δακοσυλλήψεων.

Στον παρακάτω χάρτη απεικονίζονται χωρική αποτύπωση των κοινοτήτων σύμφωνα με την σοβαρότητα της προσβολής σε όλη την χρονική διάρκεια της μελέτης :



Χάρτης 4.8 Χωρική απεικόνιση των κοινοτήτων της περιοχής μελέτης ανάλογα με την σοβαρότητα προσβολής για τη συνολική διάρκεια της μελέτης

Πολύ Χαμηλή Προσβολή	Χαμηλή Προσβολή	Ουδέτερη	Υψηλή Προσβολή	Πολύ Υψηλή Προσβολή
Κ. ΓΑΛΑΤΑΚΙΟΥ	Κ. ΠΙΣΙΩΝ	Κ. ΣΟΥΛΙΟΥ	Κ. ΧΕΛΥΔΟΡΕΟΥ	Κ. ΠΥΡΓΟΥ
Κ. ΑΡΧ. ΚΛΕΩΝΩΝ	Κ. ΣΤΙΜΑΓΚΑΣ	Κ. ΔΑΦΝΗΣ	Κ. ΠΑΡΑΔΕΙΣΙΟΥ	Κ. ΕΒΡΟΣ.-ΡΟΖΕΝΩΝ
Κ. ΕΛΛΗΝΟΧΩΡΙΟΥ	Κ. ΣΟΥΛΗΝΑΡΙΟΥ	Κ. ΚΑΛΕΝΤΖΙΟΥ	Κ. ΚΡΥΟΝΕΡΙΟΥ	Κ. ΚΟΥΤΣΙΟΥ
Κ. ΣΟΛΟΜΟΥ	Κ. ΝΕΜΕΑΣ		Κ. ΠΕΤΡΙΟΥ	
Κ. ΑΗΔΟΝΙΩΝ	Κ. ΠΕΡΑΧΩΡΑΣ		Κ. ΑΡΧ.ΝΕΜΕΑΣ	
Κ. ΑΘΙΚΙΩΝ				
Κ. ΛΕΟΝΤΙΟΥ				
Κ. ΓΑΛΑΤΑ				
Δ. ΛΟΥΤΡΑΚΙΟΥ				
Κ. ΣΤΕΦΑΝΙΟΥ				

Πίνακας 4.11 Πίνακας αποτελεσμάτων για την τριετή χρονική περίοδο μελέτης 2011-2013

Συμπερασματικά λοιπόν στον ακόλουθο Πίνακα 4.12 βλέπουμε τα ποσοστά των κοινοτήτων οι οποίες συμμετείχαν στο πρόγραμμα δακοκτονίας για όλη την χρονική διάρκεια της εργασίας και πως επιμερίζονται σε κάθε κλιματικό τύπο.

	Πολύ Χαμηλή Προσβολή	Χαμηλή Προσβολή	Ουδέτερες	Υψηλή Προσβολή	Πολύ Υψηλή Προσβολή
$Dd\ B'_3\ b'_4$ **κλιματικός τύπος 1**	19,22%	7,70%	-	-	-
$C_1\ s\ B'_2\ b'_4$ **κλιματικός τύπος 2**	19,23%	11,54%	11,54%	19,23%	11,54%
$B_1\ s_2\ B'_1\ b'_4$ **κλιματικός τύπος 3**	-	-	-	-	-

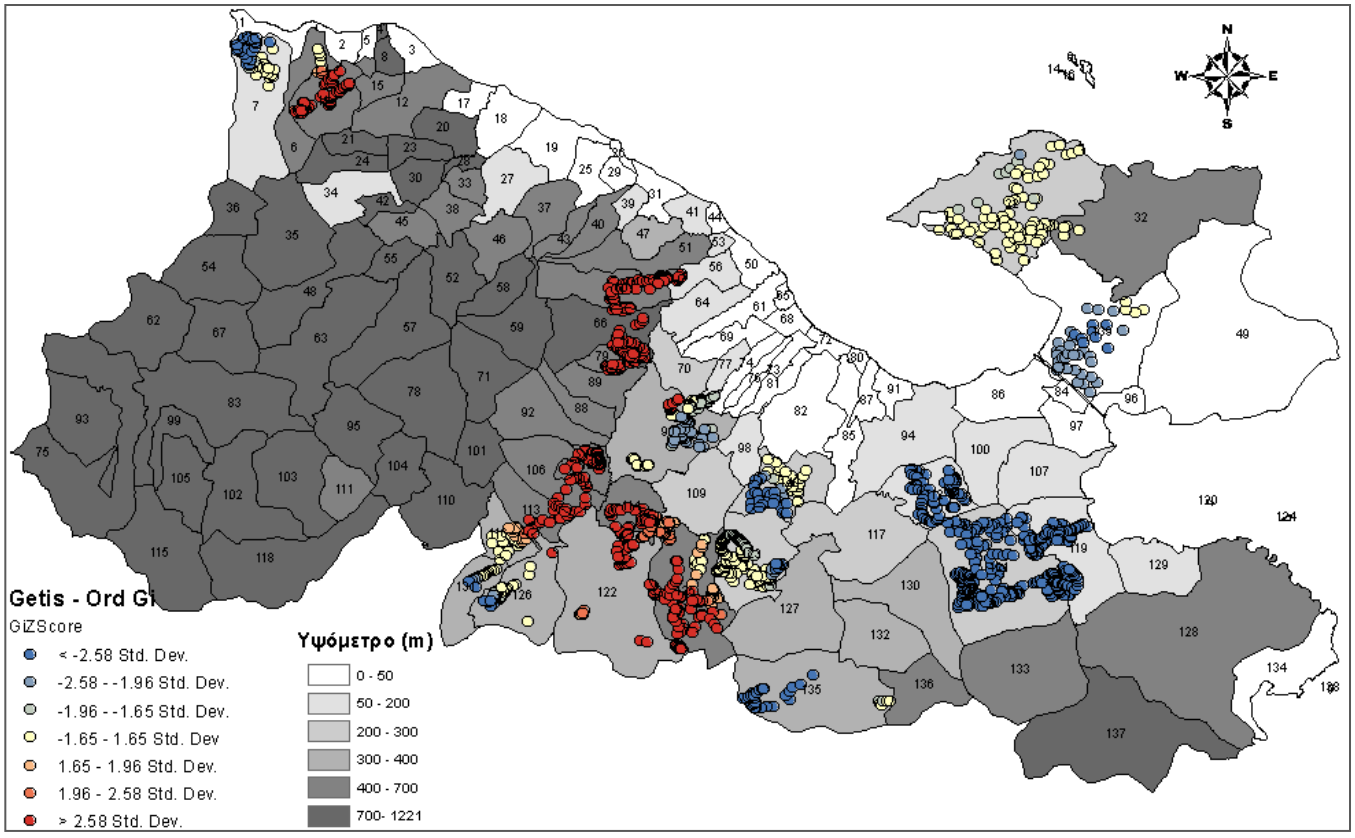
Πίνακας 4.12 Ποσοστά (%) επί του συνόλου των κοινοτήτων για όλη τη χρονική περίοδο μελέτης (2011-2013) σε κάθε κατηγορία σοβαρότητας προσβολής, ανάλογα με τον κλιματικό τύπο στον οποίο ανήκει κάθε κοινότητα.

Οδηγούμαστε δηλαδή στην διαπίστωση ότι υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ κλίματος της περιοχής και υψηλών δακοσυλλήψεων. Δηλαδή η θερμοκρασία, η υγρασία, η συχνή ή όχι βροχόπτωση τα θερμά ή δροσερά καλοκαίρια επηρεάζουν σημαντικά την δραστηριότητα του εντόμου το οποίο σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας για τις συνθήκες της Κορινθίας, φαίνεται να συνδυάζει υψηλή δραστηριότητα με περιοχές οι οποίες ανήκουν στον κλιματικό τύπο 2.

4.4.3 Χωρική συσχέτιση

Με έναυσμα τα παραπάνω αποτελέσματα, δηλαδή ότι εμφανίζονται διαχρονικά κοινότητες οι οποίες παρουσιάζουν είτε υψηλά ποσοστά προσβολής είτε χαμηλά ποσοστά προσβολής, επιλέχθηκε κατά τον προγραμματισμό της έρευνας την τρίτη χρονιά της μελέτης πέρα από την συλλογή των στοιχείων ανά κοινότητα να ληφθούν χωρικές πληροφορίες για την ακριβή θέση των παγίδων και το υψόμετρο τους για περεταίρω επεξεργασία και ανάλυση. Η λήψη αυτών των δεδομένων έγινε με την βοήθεια GPS.

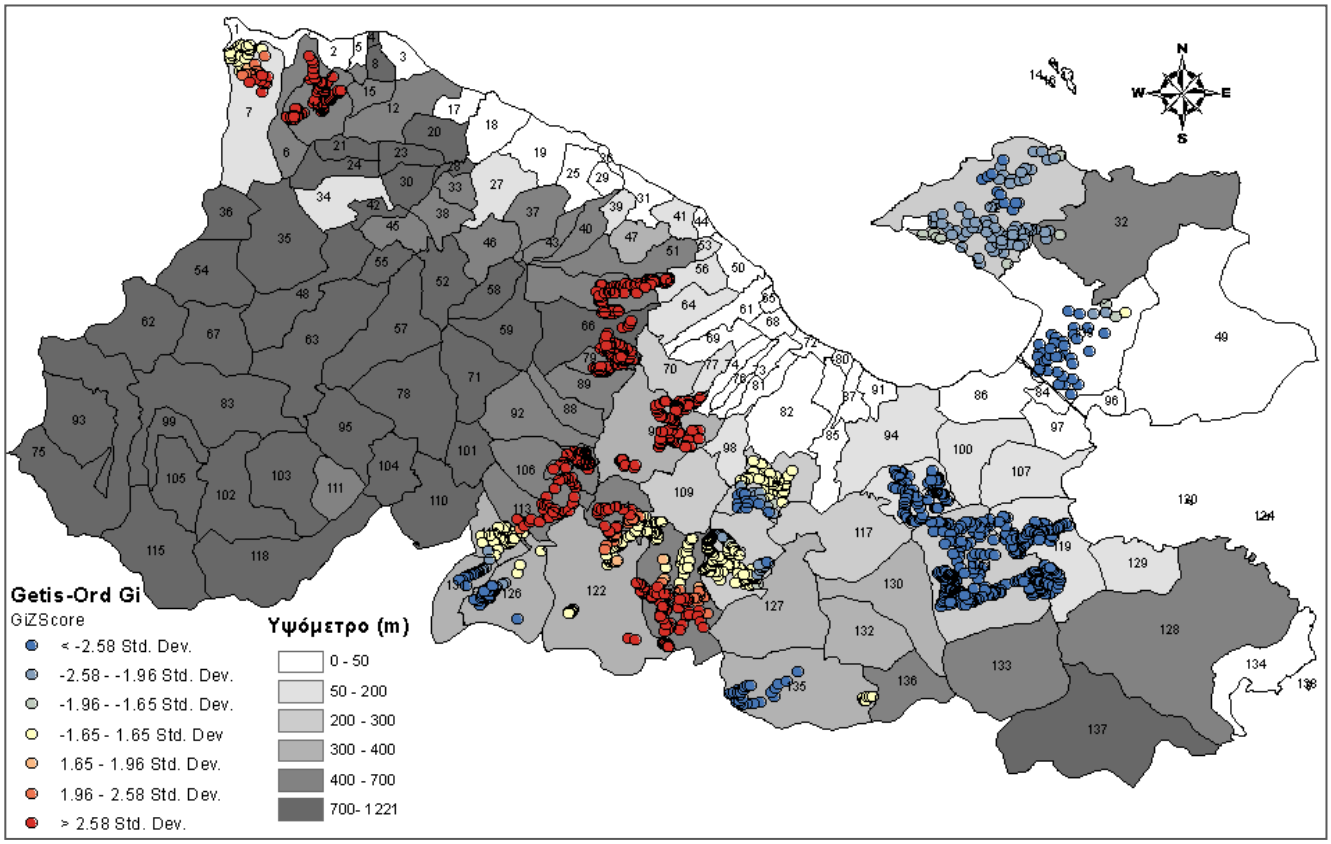
Σχεδιάστηκε λοιπόν η χωρική κατανομή των Υψηλών Τιμών Προσβολής και των Χαμηλών Τιμών Προσβολής για το σύνολο των παγίδων και για όλες τις ημερομηνίες δειγματοληψίας για το 2013 με την βοήθεια του λογισμικού ArcGIS της ERSI και χρησιμοποιώντας την Getis-Ord Gi ανάλυση. Στο Χάρτη 4.9 απεικονίζεται η χωρική κατανομή των μέσο όρων των συλλήψεων του εντόμου ανά παγίδα για το μήνα Ιούλιο του 2013 στην περιοχή μελέτης. Η χωρική ανάλυση δείχνει τις στατιστικά σημαντικές Υψηλές Τιμές Προσβολής να βρίσκονται συγκεντρωμένες στο Νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής έρευνας όπου είναι και το ορεινότερο. Το υψόμετρο σε αυτή την



Χάρτης 4.9 Χάρτης της περιοχής μελέτης με τα σημεία των παγίδων, όπου δείχνει το επίπεδο σημαντικότητας μετά από Getis-Ord Gi ανάλυση στα δεδομένα συλλήψεων του Ιουλίου 2013

περιοχή κυμαίνεται από 400m μέχρι 700m. Οι σημαντικές Χαμηλές Τιμές Προσβολής καταγράφονται κυρίως σε χαμηλά υψόμετρα τα οποία βρίσκονται στο Βορειοανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης.

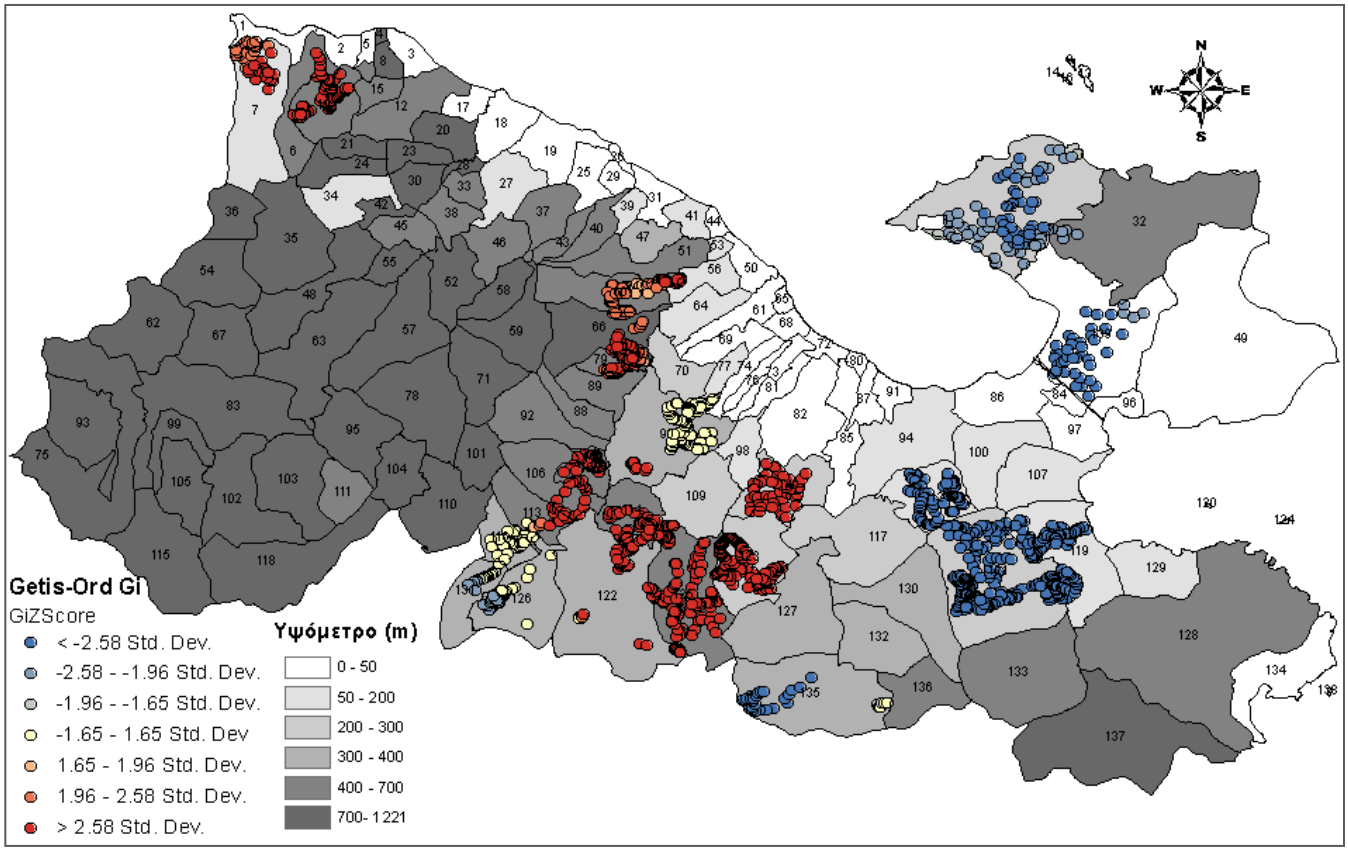
Στο Χάρτη 4.10 απεικονίζονται ο μέσος όρος των συλλήψεων για κάθε παγίδα για το μήνα Αύγουστο του 2013. Παρατηρούμαι και για την συγκεκριμένη περίοδο ότι οι στατιστικά Υψηλές Τιμές Προσβολής συγκεντρώνονται σε σημεία με υψηλό υψόμετρο και οι στατιστικά Χαμηλές Τιμές Προσβολής σε περιοχές στις οποίες το υψόμετρο είναι χαμηλότερο. Στη συγκεκριμένη περίοδο δειγματοληψίας καταγράφηκαν Υψηλές Τιμές Προσβολής και κεντρικά και Βορειοδυτικά της περιοχής μελέτης σε περιοχές όπου χαρακτηρίζονται από υψόμετρο το οποίο κυμαίνεται μεταξύ 200m έως 400m



Χάρτης 4.10 Χάρτης της περιοχής μελέτης με τα σημεία των παγίδων, όπου δείχνει το επίπεδο σημαντικότητας μετά από Getis-Ord Gi ανάλυση στα δεδομένα συλλήψεων του Αυγούστου 2013

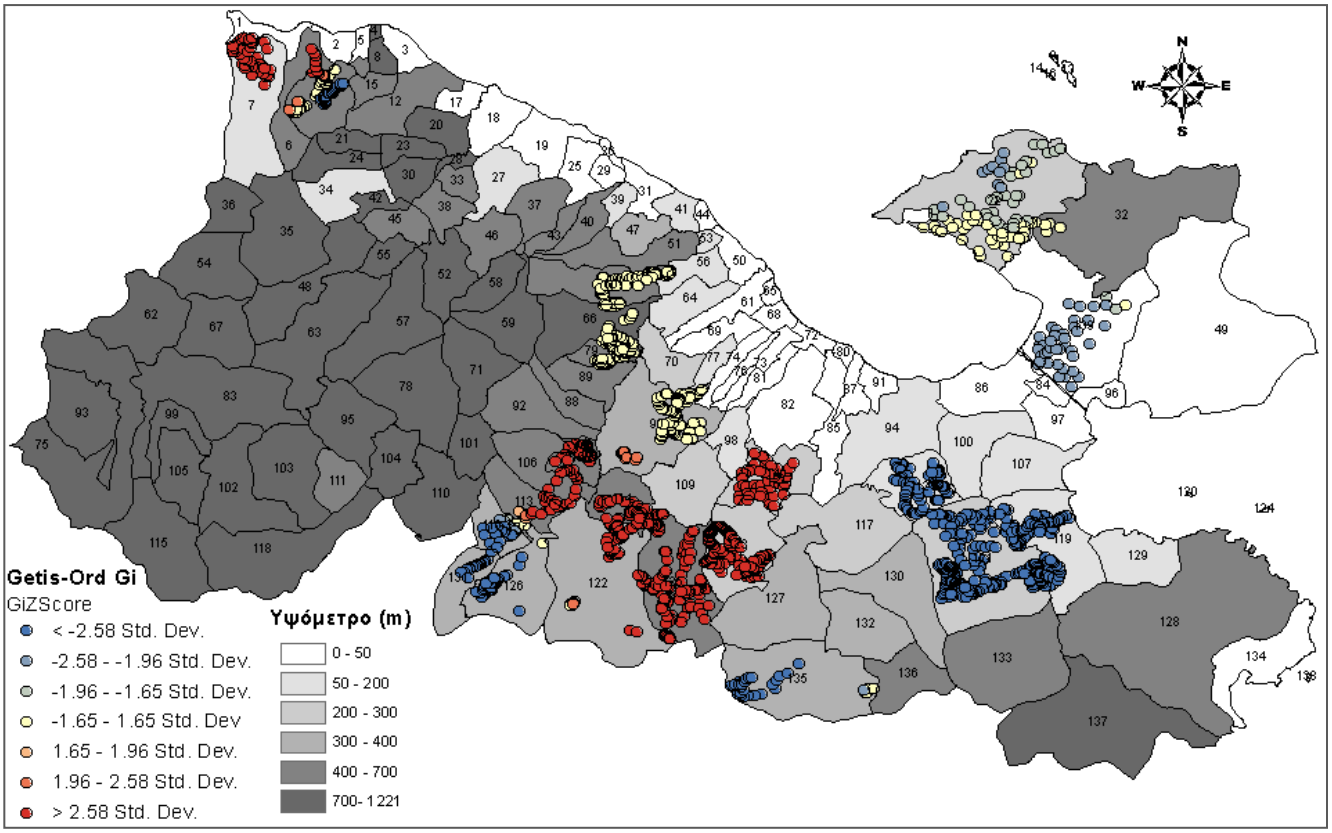
Στο επόμενο χάρτη απεικονίζονται τα δεδομένα των συλλήψεων για το μήνα Σεπτέμβριο όπου παρατηρούμαι ότι έχουμε μια μετακίνηση των στατιστικά Υψηλών Τιμών Προσβολής και σε

χαμηλότερα υψόμετρα της περιοχής μελέτης όπου μέχρι την συγκεκριμένη περίοδο δεν εμφάνιζαν υψηλές προσβολές. Το υψόμετρο σε αυτές τις περιοχές κυμαίνεται μεταξύ 200m και 300m και η θέση τους βρίσκεται στο κεντρικό, νότιο και δυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης.



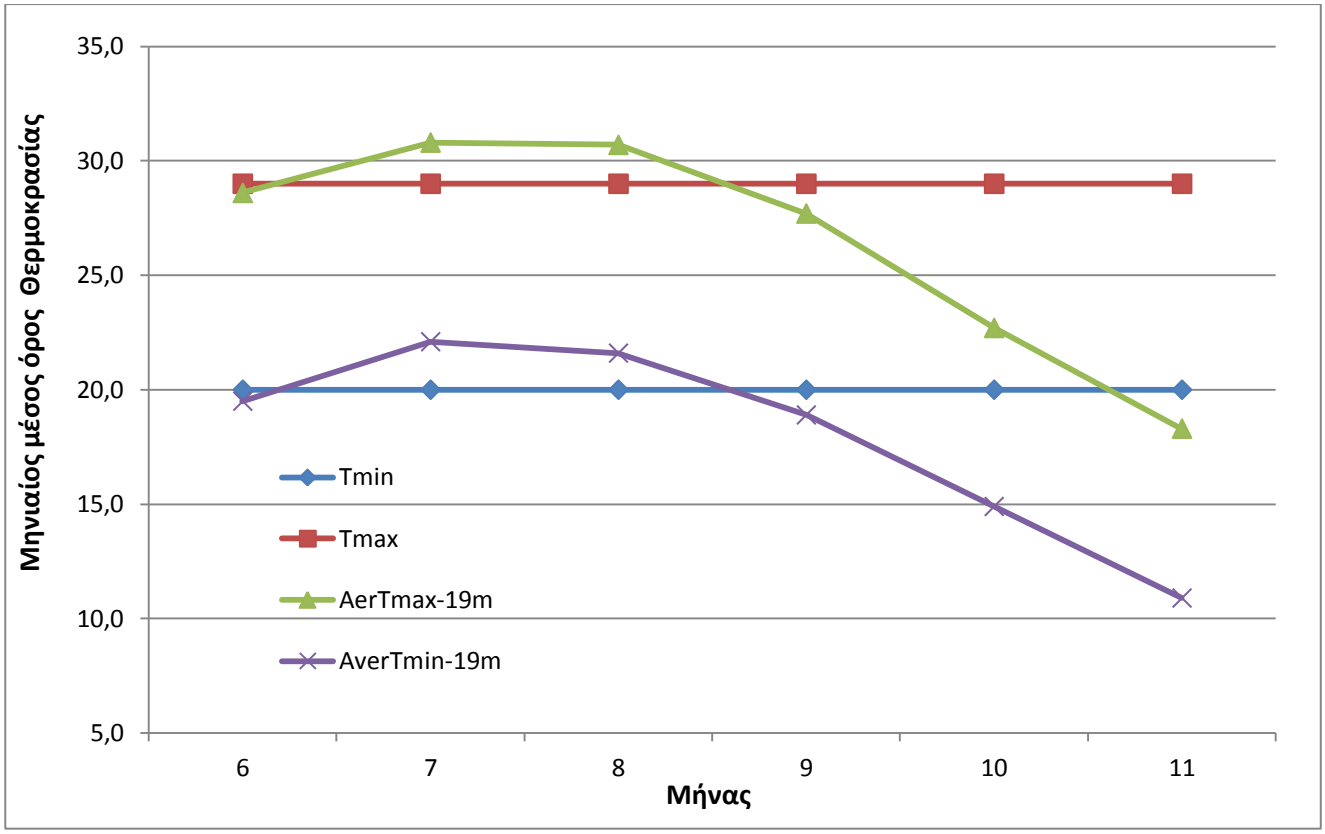
Χάρτης 4.11 Χάρτης της περιοχής μελέτης με τα σημεία των παγίδων, όπου δείχνει το επίπεδο σημαντικότητας μετά από Getis-Ord Gi ανάλυση στα δεδομένα συλλήψεων του Σεπτεμβρίου 2013

Κατά την περίοδο του Οκτώβριο οι Υψηλές Τιμές Προσβολής οι οποίες καταγράφονταν μέχρι τότε στην περιοχή με το μεγαλύτερο υψόμετρο στα κεντρικά και δυτικά τμήματα της περιοχής έρευνας δεν σημειώνονται πλέον. Εξακολουθούν να σημειώνονται Υψηλές Τιμές Προσβολής σε ενδιάμεσα υψόμετρα των 200 – 300m οι οποίες επικεντρώνονται στο δυτικό, νότιο και κεντρικό τμήμα της περιοχής μελέτης. Παρατηρείται δε ότι σε ορισμένα τμήματα του πεδίου και κυρίως στα δυτικά της περιοχής έρευνας περιοχές οι οποίες μέχρι τώρα εμφάνιζαν Υψηλές Τιμές Προσβολής κατά τον μήνα Οκτώβριο εμφανίζουν Χαμηλές Τιμές Προσβολής.

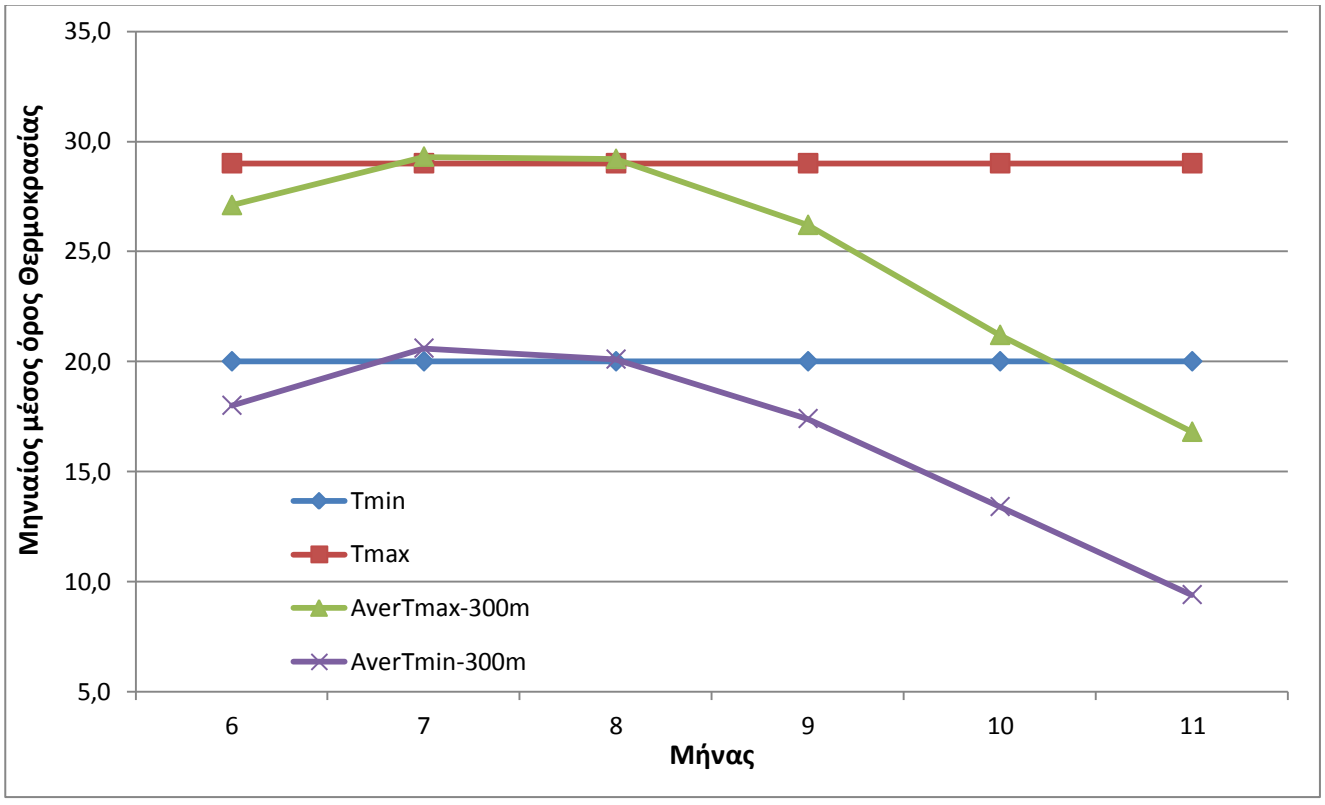


Χάρτης 4.12 Χάρτης της περιοχής μελέτης με τα σημεία των παγίδων, όπου δείχνει το επίπεδο σημαντικότητας μετά από Getis-Ord Gi ανάλυση στα δεδομένα συλλήψεων του Οκτωβρίου 2013

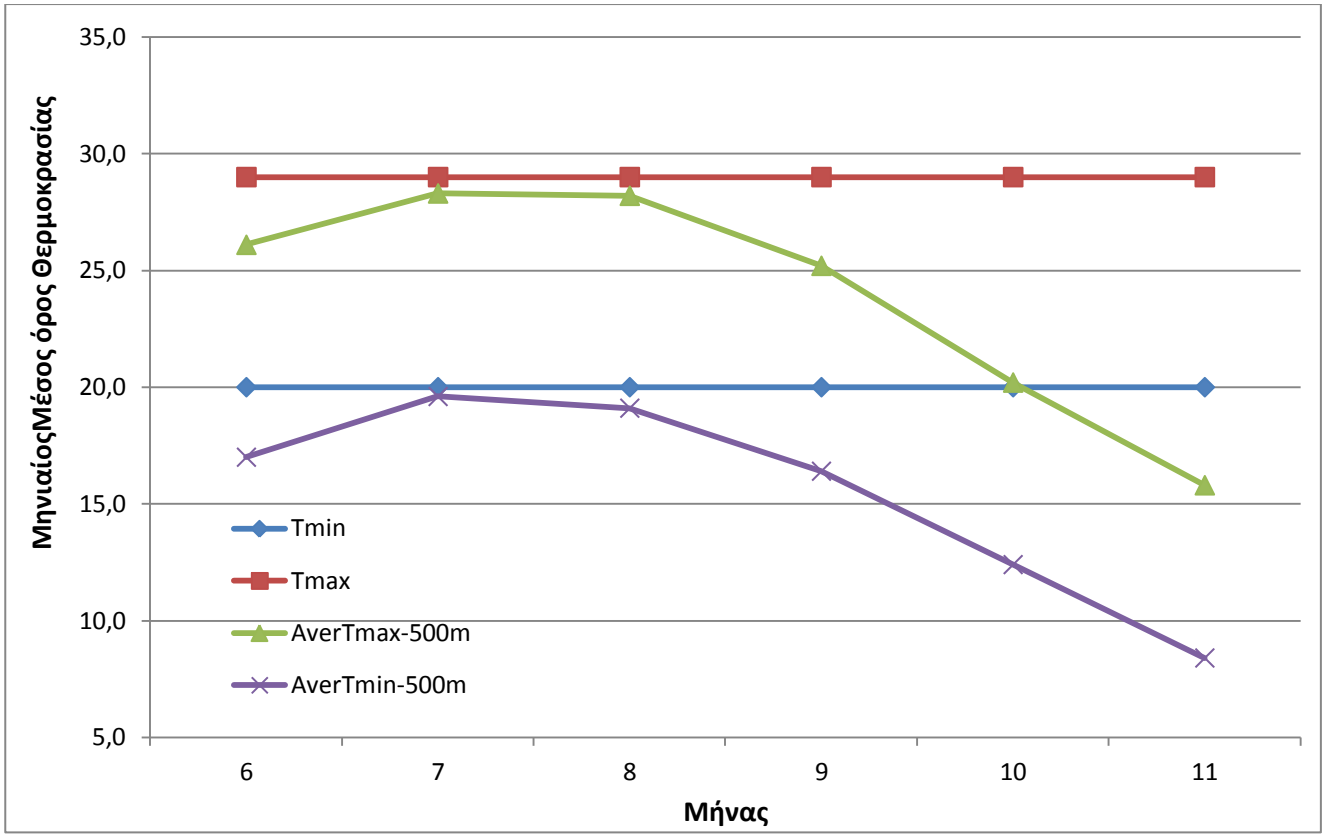
Παράλληλα με τα παραπάνω μελετήθηκαν τα μετεωρολογικά στοιχεία και κυρίως η θερμοκρασία στις διάφορες περιοχές και η διαφοροποίηση της με βάση το υψόμετρο. Κλιματολογικά δεδομένα για το 2013 συλλέχθηκαν από έναν μετεωρολογικό σταθμό ο οποίος βρίσκεται στην πόλη του Βέλου Κορινθίας και σε υψόμετρο 19m πάνω από την θάλασσα. Υπολογίσαμε το μέγιστο και ελάχιστο μηνιαίο μέσο όρο θερμοκρασίας και προβλέψαμε τους αναμενόμενους μέσους όρους για τα 300m και 500m. Στα διαγράμματα που ακολουθούν (Διάγραμμα 4.7) δίνονται τα παραπάνω αποτελέσματα σε συνδυασμό με το βέλτιστο εύρος θερμοκρασίας (20-29 ^{o}C) για την πτητική και αναπαραγωγική δραστηριότητα του δάκου (Avidov and Harpaz 1969, Πελεκάσης 1991) Κατά την διάρκεια των μηνών Ιουνίου, Ιουλίου και Αυγούστου οι μέγιστοι μέσοι όροι θερμοκρασίας στις περιοχές με υψηλό υψόμετρο είναι εντός του βέλτιστου εύρους δραστηριότητας του εντόμου. Αντίθετα οι αντίστοιχες τιμές στο επίπεδο της θάλασσας είναι κοντά οι και υψηλότερες από τους 30 ^{o}C, ιδίως τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο.


35,0
30,0
25,0
20,0
15,0
10,0
5,0
Μηνιαίος μέσος όρος Θερμοκρασίας
Tmin
Tmax
AerTmax-19m
AverTmin-19m
6
7
8
9
10
11
Μήνας

(α)


35,0
30,0
25,0
20,0
15,0
10,0
5,0
Μηνιαίος μέσος όρος Θερμοκρασίας
Tmin
Tmax
AverTmax-300m
AverTmin-300m
6
7
8
9
10
11
Μήνας

(β)



(γ)

Διάγραμμα 4.7 Μηνιαίοι μέσοι όροι μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας σε υψόμετρο 19m(α), 300m(β), 500m(γ). Τα διαγράμματα παρουσιάζουν και το βέλτιστο εύρος θερμοκρασίας για την πτητική και αναπαραγωγική δραστηριότητα του δάκου (20-29 ^{o}C)

Το γεγονός ότι στο επίπεδο της θάλασσας έχει καταγραφεί μέση μέγιστη θερμοκρασία άνω των 30 ^{o}C για ένα μακρύ χρονικό διάστημα μας κάνει να αναμένουμε ότι τέτοιες μέσες μέγιστες θερμοκρασίες θα μειώνουν τον αναπαραγωγικό ρυθμό του εντόμου και θα αυξάνουν τη θνησιμότητα των αναπτυξιακών του σταδίων (Fletcher and Kapatos 1983)

Συνοψίζοντας στους δυο Πίνακες που ακολουθούν (Πίνακες 4.13 και 4.14), τα όσα παρατηρήσαμε μέχρι τώρα με την βοήθεια της Getis-Ord Gi ανάλυσης μπορούμε να εκφράσουμε κάποιες διαπιστώσεις για τις κοινότητες που συμμετείχαν στο πρόγραμμα

.	Ιούλιος 2013	Αύγουστος 2013	Σεπτέμβριος 2013	Οκτώβριος 2013
Π. Υψηλές Τιμές Προσβολής < -2,58	37,50%	41,67%	50,00%	29,17%
Υψηλές Τιμές Προσβολής από -2,58 έως -1,65	4,17%	8,34%	4,17%	8,33%
Ουδέτερες από -1,65 έως 1,65	16,67%	12,50%	8,34%	20,83%
Χαμηλές Τιμές Προσβολής από 1,65 έως 2,58	25,00%	20,83%	16,66%	12,50%
Π. Χαμηλές Τιμές Προσβολής 2,58 <	16,66%	16,66%	20,83%	29,17%

Πινάκας 4.13 Ποσοστά κοινοτήτων με Υψηλές Τιμές Προσβολής και Χαμηλές Τιμές Προσβολής ανά μήνα μετρήσεων.

Από τις τιμές που έχουμε για κάθε μήνα για το σύνολο των παγίδων στο πεδίο μελέτης μας μπορούμε εύκολα να βγάλουμε συμπεράσματα και για τη κοινότητες στις οποίες έχουν τοποθετηθεί οι παγίδες αφού γνωρίζουμε την ακριβή τους θέση. Πρώτα απ όλα βλέπουμε ότι για κάθε μήνα το ποσοστό επί του συνόλου των κοινοτήτων που επιμερίζεται σε κάθε κατηγορία σοβαρότητας προσβολής μεταβάλλεται. Παρατηρούμε δηλαδή ότι υπάρχει μια αυξητική τάση των ποσοστών των κοινοτήτων που ανήκουν στην κατηγορία Υψηλές Τιμές Προσβολής με το πέρασμα των μηνών από Ιούλιο μέχρι και τον Σεπτέμβριο ενώ για τον μήνα Οκτώβριο έχουμε μείωση των ποσοστών. (Πίνακας 4.13)

	Ιούλιος 2013	Αύγουστος 2013	Σεπτέμβριος 2013	Οκτώβριος 2013
400m <	37,50%	37,50%	37,50%	20,83%
300m - 400m	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%
200m - 300m	-	8,33%	12,50%	12,50%
50m	-	-	-	-

Πινάκας 4.14 Ποσοστά κοινοτήτων με Σημαντικά Υψηλές Τιμές Προσβολής ανά μήνα μετρήσεων και υψόμετρο.

Ένα άλλο συμπέρασμα το οποίο βγαίνει παρατηρώντας τον Πίνακα 4.14 είναι ότι η αρχική προσβολή του εντόμου γίνεται σε περιοχές όπου το υψόμετρο τους κυμαίνεται μεταξύ 400 και 700 μέτρων. Δηλαδή παρατηρούμε ότι σύμφωνα με την χωρική συσχέτιση, εμφανίζονται Υψηλές Τιμές Προσβολής στις συλλήψεις του εντόμου σε εκείνες τις παγίδες που βρίσκονταν σε κοινότητες με

υψόμετρο μεγαλύτερο των 400 μέτρων και μέχρι 700 μέτρων για τον μήνα Ιούλιο. Το μήνα Αύγουστο βλέπουμε ότι διατηρείται το ποσοστό των κοινοτήτων με Υψηλές Τιμές Προσβολής σε υψόμετρο μεταξύ 400 και 700 μέτρων αλλά ταυτόχρονα έχουμε και αύξηση των ποσοστών σε υψόμετρα μεταξύ των 200 και 400 μέτρων η οποία διατηρείται και μεγαλώνει ακόμα περισσότερο τον Σεπτέμβριο. Παρατηρούμε δηλαδή μια αύξηση των πληθυσμών του εντόμου στα χαμηλότερα υψόμετρα με την πάροδο του χρόνου, η οποία όπως είδαμε και νωρίτερα **(**Διάγραμμα 4.7**)**, συνδέεται με την διακύμανση της θερμοκρασίας στα διαφορετικά υψόμετρα.

Κλείνοντας παρατηρούμε ότι για τον Οκτώβριο έχουμε μείωση των ποσοστών των κοινοτήτων οι οποίες εμφάνιζαν Υψηλές Τιμές Προσβολής σε υψόμετρο άνω των 400 μέτρων και διατήρηση των ποσοστών στα υψόμετρα μεταξύ 200 και 400 μέτρων. Αυτό δηλώνει, όπως είδαμε και στον Χάρτη 4.12, ότι κάποιες κοινότητες οι οποίες μέχρι και τον Σεπτέμβριο εμφάνιζαν Υ.Τ.Π. για το μήνα Οκτώβριο εμφανίζουν πλέον Χαμηλές Τιμές Προσβολής γεγονός το οποίο και αυτό συνδέεται με την διακύμανση της θερμοκρασίας σε διαφορετικά υψόμετρα.

5. Συμπεράσματα

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες της αγροτικής οικονομία για πολλές χώρες, αποτελεί η καλλιέργεια της ελιάς και κυρίως στην περιοχή της Μεσογείου όπου εντοπίζεται ποσοστό μεγαλύτερο του 95% της παγκόσμια καλλιέργειας. Το έντομο *Bactrocera oleae* είναι ο κυριότερος εχθρός της ελιάς και θεωρείται ως ένα από τα έντομα μεγάλης οικονομικής σημασίας. Η δράση του προκαλεί αφενός μεγάλες απώλειες στην ελαιοπαραγωγή αφετέρου υποβάθμιση της ποιότητας του ελαιολάδου. (Mazomenos 1989, Montiel-Bueno and Jones 2002). Ο περιορισμός της εξάπλωσης του εντόμου αποτέλεσε και συνεχίζει να αποτελεί αντικείμενο ερευνών τόσο σε πειραματικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο εφαρμογών στο πεδίο. Διάφορες μέθοδοι αντιμετώπισης έχουν προταθεί, ωστόσο, η κύρια μέθοδος, που εφαρμόζεται μέχρι σήμερα, συμπεριλαμβάνει την ευρεία χρήση χημικών εντομοκτόνων με ότι αυτό συνεπάγεται για την υγεία του ανθρώπου και την ισορροπία του περιβάλλοντος.

Μια από τις βασικές, παραμέτρους που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα οποιασδήποτε μεθόδου αντιμετώπισης του δάκου της ελιάς είναι η χωρική και χρονική αποτύπωση των πληθυσμών (Taylor 1984, Brenner et al 1998). Με ελάχιστες εξαιρέσεις, που αφορούν μελέτες σε επίπεδο περιορισμένης έκτασης ελαιώνων (Dimou et al 2003, Nestel et al 2004, Κουνατίδης 2009), οι μέχρι σήμερα εφαρμογές δεν λαμβάνουν υπόψη την παράμετρο της γεωστατιστικής προσέγγισης, καθώς δεν υπάρχουν στοιχεία σχετικά με τα χωρικά πρότυπα του δάκου στη φύση.

Η ανάπτυξη της γεωστατιστικής και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφορικής τα τελευταία έτη έδωσαν τη δυνατότητα για τη μελέτη της χωρικής κατανομής του εντόμου. Μια σειρά μελετών έχουν αναδείξει τη χωρική στατιστική ανάλυση σε βασικό συστατικό κάθε ολοκληρωμένου προγράμματος διαχείρισης ενός οργανισμού συμπεριλαμβανομένου και των εντόμων (Liebhold et al 1993).

Στη συγκεκριμένη μελέτη τα δεδομένα (δίκτυο παγίδων – κλιματολογικά δεδομένα- όρια περιοχής μελέτης) έχουν γεωαναφερθεί και στη συνέχεια μετατραπεί σε ψηφιακές βάσεις δεδομένων. Οι βάσεις δεδομένων έχουν εισαχθεί στο περιβάλλον των Γ.Σ.Π όπου αναλύθηκαν με την βοήθεια της γεωστατιστικής, χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία του χωροθετικού πηλίκου καθώς επίσης και την μεθοδολογία που αναπτύχθηκε από τους Getis και Ord (1996). Η συγκεκριμένη στατιστική προσέγγιση εφαρμόστηκε με σκοπό την ανάλυση των χωρικών προτύπων, που παρουσιάζει ένα έντομο της οικογένειας Tephritidae.

Σαν περιοχή μελέτης επιλέχθηκε η Περιφερειακή Ενότητα Κορινθίας με κριτήρια, αφενός το γεγονός ότι η καλλιέργεια της ελιάς στην συγκεκριμένη περιοχή αποτελεί μια από τις σημαντικότερες καλλιέργειες και αφετέρου την διαβάθμιση του υψομέτρου που παρουσιάζει (από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι υψόμετρο 700m). Υπήρχε, δηλαδή, η δυνατότητα συσχέτισης της κατανομής του δάκου σε μεγάλη κλίμακα αλλά και δυνατότητα συσχέτισης της κατανομής με τη διαβάθμιση του υψομέτρου της περιοχής.

Η πορεία της εξέλιξης του πληθυσμού του δάκου από την τοποθέτηση των παγίδων McPhail μέχρι το πέρας των εργασιών του προγράμματος καταπολέμησης του εντόμου, υποδεικνύει ότι και άλλοι παράγοντες, πλην των ψεκασμών, επηρεάζουν το ύψος και τη σύνθεση του δακοπληθυσμού. Ενδεχόμενα η διαμόρφωση πολλών μικροκλιμάτων και διαφόρων ελαιοκομικών συνθηκών που μπορούν να αποδοθούν στη σύνθεση των αγρών ως προς τις ποικιλίες ελιάς, που είναι διαφορετική και επηρεάζει την προσέλκυση του εντόμου, ή στη δυνατότητα άρδευσης των ελαιώνων, να αποτελούν σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την πληθυσμιακή εξέλιξη του δάκου. Ακόμη ο διετής κύκλος ελαιοπαραγωγής αποτελεί καθοριστικό παράγοντα της πυκνότητας του εντόμου ανά έτος .

Η χρήση του δείκτη LQ με στόχο τη διερεύνηση ομοιογένειας στην πληθυσμιακή διακύμανση του δάκου, μας οδήγησε στο να διαπιστώσουμε ότι ένας μικρός αριθμός κοινοτήτων διατηρείται ομαδοποιημένος για το σύνολο των δειγματοληψιών και τις τρεις χρονιές έρευνας σε σταθερά Πολύ Υψηλές Προσβολές. Ταυτόχρονα παρατηρούμε ότι και μια ακόμα ομαδοποίηση κοινοτήτων διαμορφώνεται με σταθερά Πολύ Χαμηλές προσβολές. Αυτή η ομαδοποίηση των κοινοτήτων φαίνεται ότι έχει σχέση με το κλίμα.

Το συμπέρασμα στο οποίο οδηγούμαστε είναι ότι υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ κλίματος μιας περιοχής και υψηλών δακοσυλλήψεων. Δηλαδή η θερμοκρασία, η υγρασία, η συχνή ή όχι βροχόπτωση τα θερμά ή δροσερά καλοκαίρια επηρεάζουν σημαντικά την δραστηριότητα του εντόμου το οποίο σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας για τις συνθήκες της Κορινθίας, φαίνεται να συνδυάζει υψηλή δραστηριότητα με περιοχές οι οποίες ανήκουν στον κλιματικό τύπο C_1 s B'_2 b'_4.

Η ανάλυση Getis-Ord Gi των δεδομένων για το 2013 μας έδωσε τη δυνατότητα να εντοπίσουμε, τόσο περιοχές με μέσο όρο συλλήψεων μεγαλύτερο από το μέσο όρο της περιοχής μελέτης (Υψηλές Τιμές Προσβολής), όσο και περιοχές με πολύ μικρότερα του γενικού μέσου όρου επίπεδα συλλήψεων (Χαμηλές Τιμές Προσβολής). Τα χωρικά πρότυπα του δάκου, που παρατηρήθηκαν στην περιοχή μελέτης, σχετίζονται άμεσα με τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες

στα διαφορετικά υψομετρικά επίπεδα. Συγκεκριμένα, στη διάρκεια του Ιουνίου, του Ιουλίου και το Αυγούστου οι μέσες μέγιστες θερμοκρασίας στις περιοχές με υψόμετρο άνω των 300m οδήγησαν στην αύξηση της πυκνότητας των πληθυσμών του εντόμου. Αποτέλεσμα της κατάστασης αυτής είναι η καταγραφή σημαντικών Υψηλών Τιμών Προσβολής. στα υψηλά υψομετρικά επίπεδα (Χάρτης 4.9). Αντίθετα, οι υψηλές θερμοκρασίες στα χαμηλά υψομετρικά επίπεδα καθώς και στο επίπεδο της θάλασσας περιόρισαν την εξάπλωση του εντόμου, με αποτέλεσμα την καταγραφή σημαντικών Χαμηλών Τιμών Προσβολής στα συγκεκριμένα υψόμετρα. Στη διάρκεια του φθινοπώρου η θερμοκρασία στα υψηλά υψόμετρα μειώνεται, με συνέπεια να επηρεάζονται οι πληθυσμοί του δάκου. Παράλληλα, οι θερμοκρασίες σε ενδιάμεσα και χαμηλά υψόμετρα γίνονται ιδανικές για τη δραστηριότητα του εντόμου. Αυτές οι μεταβολές δικαιολογούν την εμφάνιση των στατιστικά Χαμηλών Τιμών Προσβολής που παρατηρούνται στα υψηλά υψόμετρα στη διάρκεια του Οκτωβρίου και τις σημαντικές Υψηλές Τιμές Προσβολής στις περιοχές με υψόμετρο μεταξύ 200m και 300m που παρατηρούνται στις τελευταίες χρονικά δειγματοληψίες (Χάρτης 4.12).

Μια διαφορετική προσέγγιση του θέματος θα μπορούσε να δικαιολογήσει τα συγκεκριμένα χωρικά πρότυπα ως αποτέλεσμα των μετακινήσεων των πληθυσμών του δάκου από κτήματα που βρίσκονται σε υψηλότερα επίπεδα σε χαμηλότερα. Μετακινήσεις που σχετίζονται με παράγοντες όπως η διαθεσιμότητα ξενιστών και οι κλιματολογικές συνθήκες έχουν αναφερθεί στο παρελθόν (Tzanakakis 2003). Τα ενήλικα άτομα του δάκου, που εμφανίζονται στη διάρκεια της άνοιξης και στις αρχές του καλοκαιριού, δεν έχουν άμεση πρόσβαση σε καρπούς για να ωοθετήσουν. Είναι πιθανό να εισέρχονται και να παραμένουν σε ένα είδος "αναπαραγωγικής διάπαυσης" μέχρι οι ελαιόκαρποι αν αποκτήσουν ιδανικό μέγεθος για την ανάπτυξη των προνυμφών (Fletcher et al 1978). Τα έντομα έτσι ξεκινούν τη γονιμοποίηση και την ωοθεσία σχετικά ταυτόχρονα, όταν δηλαδή οι καρποί αποκτήσουν το απαιτούμενο μέγεθος. Το σημείο αυτό αποτελεί την έναρξη της πρώτης γενιάς του δάκου στη φύση. Η ταυτόχρονη και μαζική ωοθεσία συνεπάγεται σχετικά συγχρονισμένες εξόδους των ενηλίκων για την πρώτη γενιά. Ταυτόχρονα οι μετακινήσεις και γονιμοποίηση της πρώτης γενιάς λαμβάνουν χώρα στη διάρκεια μικρού χρονικού διαστήματος. Η κατάσταση αυτή δικαιολογεί την καταγραφή του πρώτου μέγιστου της πληθυσμιακής πυκνότητας στη διάρκεια του Ιουλίου. Ο αρχικός συγχρονισμός πιθανώς να επηρεάζει στην έξοδο και τη συμπεριφορά των ενηλίκων και στις επόμενες γενιές του εντόμου στη φύση. Πιθανώς οι διακυμάνσεις του πληθυσμού καθώς και τα παρατηρούμενα χωρικά πρότυπα στη διάρκεια του καλοκαιριού (Υψηλών Τιμών Προσβολής σε υψηλού υψομέτρου περιοχές), να συνδέονται, έμμεσα τουλάχιστον, με την αρχική συγχρονισμένη εμφάνιση και ακόλουθη δραστηριοποίηση της πρώτης

γενιάς των εντόμων. Η διαβάθμιση ωστόσο του υψομέτρου στην περιοχή μελέτης ίσως να οδηγεί σε διαφοροποίηση του παραπάνω συγχρονισμού σε συνάρτηση με το υψόμετρο. Η καταγραφή Υψηλών Τιμών Προσβολής στη διάρκεια του Αυγούστου σε χαμηλότερου υψομέτρου περιοχές θα μπορούσε να θεωρηθεί αποτέλεσμα της παραπάνω πιθανής διαφοροποίησης. Το μικροκλίμα, δηλαδή, που δημιουργείται σε σχέση με το υψόμετρο πιθανόν να επηρεάζει την ανάπτυξη των καρπών-ξενιστών του εντόμου και την ακόλουθη λήξη της "σεξουαλικής διάπαυσης".

Οι γενικές μειώσεις της πυκνότητας του πληθυσμού του εντόμου στην ευρύτερη περιοχή στο τέλος Ιουλίου, στις αρχές Σεπτεμβρίου και στα μέσα Οκτώβριο πιθανώς να σχετίζονται με το ευρύτερο πρόγραμμα δακοκτονίας στην περιοχή. Επίσης, οι διακυμάνσεις αυτές μπορεί να συνδέονται με τους παράγοντες που περιγράφτηκαν νωρίτερα. Από τη μία, δηλαδή, με τα επικρατή πρότυπα μεταβολής του πληθυσμού που καθορίζονται από τον τερματισμό της «αναπαραγωγικής διάπαυσης» και την αρχική συγχρονισμένη σύζευξη και ωοαπόθεση στην αρχή της περιόδου. Από την άλλη με την θνησιμότητα στα διάφορα αναπτυξιακά στάδια που καθορίζεται από το μικροκλίμα σε κάθε διαφορετικό υψομετρικό επίπεδο.

Η διερεύνηση και η κατανόηση των χωρικών και εποχικών προτύπων ενός εντόμου προβάλλει ως απαραίτητο στοιχείο κάθε ολοκληρωμένου προγράμματος διαχείρισης του. Ο συνδυασμός χωρικής στατιστικής και χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφορικής έχει αρχίσει να αναπτύσσεται και χρησιμοποιείται ήδη σε αρκετές περιοχές με σκοπό τη διερεύνηση της οικολογίας εντόμων οικονομικής σημασίας.

Η πλειονότητα, ωστόσο, των προγραμμάτων διαχείρισης εντόμων-εχθρών των καλλιεργειών βασίζεται σε προκαθορισμένα χρονοδιαγράμματα ή/και σε δεδομένα συλλήψεων (εφαρμογή μόνο στις περιοχές που παρουσιάζουν συλλήψεις μεγαλύτερες ενός προκαθορισμένου πληθυσμιακού επιπέδου). Σε πολλές περιοχές της Μεσογείου για παράδειγμα εξελίσσονται προγράμματα με σκοπό τον έλεγχο του δάκου χωρίς να ενσωματώνεται η μελέτη της χωρικής και εποχικής κατανομής του εντόμου η συγκεκριμένη μελέτη προτείνει τη γεωστατιστική προσέγγιση ως προϋπόθεση για το σχεδιασμό κάθε ολοκληρωμένου προγράμματος διαχείρισης του δάκου της ελιάς. Προτείνεται, επομένως, ότι οποιαδήποτε μέθοδος καταπολέμησης εφαρμοστεί στο πεδίο, θα πρέπει να εστιαστεί στις Υψηλές Τιμές Προσβολής και στις «ουδέτερες» περιοχές – ζώνες λαμβάνοντας υπόψη και τα μέγιστα της συνολικής πληθυσμιακής διακύμανσης του εντόμου. Η γνώση της κατανομής του δάκου στη φύση αποτελεί μια από τις προϋποθέσεις επιτυχούς διαχείρισης του εντόμου καθώς προβάλει ως σημαντική παράμετρος της βιολογίας του.

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας έγινε μία πρώτη προσπάθεια για τη διερεύνηση της πληθυσμιακής διακύμανσης του εντόμου του δάκου στην περιοχή της Κορινθίας και συσχέτιση της δυναμικότητας του πληθυσμού με παράγοντες που ευνοούν ή αναστέλλουν την εξέλιξη του. Τα συμπεράσματα αφορούν την αξιοποίηση δεδομένων τριών μόνο ετών γεγονός που καθιστά φανερό ότι θα πρέπει να αποτελέσουν τη βάση προς την οποία θα προσανατολιστεί μια περαιτέρω ερευνητική προσπάθεια, έτσι ώστε να ενισχυθεί η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων στην οποία θα στηριχθεί η ενδεχόμενα αναθεώρηση και συμπλήρωση του υφιστάμενου τρόπου παρακολούθησης και κατ' επέκταση του τρόπου καταπολέμησης του εντόμου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Altieri A.M. 1985. "Agroecology – the scientific basis of alternative agriculture, 2nd edn." Division of Biological Control. University of California Berkeley. CA

Apostolaki A. Livadaras I. Saridaki A. Chrysargyris C. Savakis C. and Bourtzis K. 2011. "Transinfection of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* with *Wolbachia:* towards a symbiont-based population control strategy." Journal of Applied Entomology. 135(7): 546-553.

Avidov Z. and Harpaz I. 1969. " Plant pests of Israel." Israel University. Jerusalem.

Begon M. Harper J.L. and Townsend C.R. 1986. "Ecology – individuals, populations and communities." Blackwell Scientific Publications. Sunderland. MA.

Brenner R.J. Focks D.A. Arbogast R.T. Weaver D.K. and Shuman D. 1998. "Practical use of spatial analysis in precision targeting for integrated pest management." Ann. Entomol. 44: 79-101.

Broumas T. Haniotakis G. Liaropoulos C. and Vamvrias C. 1985. "Experiments on the control of the olive fruit fly by mass trapping." In Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, on the intergrated control in the olive groves. April 4-6, 1984. Pisa-Italy. pp. 411-419.

Burrough P.A. 2001. "GIS and geostatistics: essential partners for spatial analysis." Environ. Ecol. Stat. 8: 361-377.

Cirio U. 1992. "Integrated pest management for olive groves in Italy." In: P.T. Haskell(ed.)5 Research Collaboration in European IPM systems. BCPC Monograph No. 52 BCPC. Famham. pp. 47-55.

Davis P.M. 1994. "Statistics for describing populations. In Pedigo L.P. and Buntin G.D.(eds) Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture." CRC Press, Boca Raton . pp 33-54.

Delrio G. and Prota R. 1988." Determinants of abundance in a population of the olive fruit fly." Frustula Entomologica. 11:47-55. 8 ref.

Dimou L. Koutsikopoulos C. Economopoulos A. and Lykakis J. 2003. "The distribution of olive fruit fly of captures with McPhail traps within an olive orchard." Phytoparasitica 31: 1-8.

Economopoulos A. 1981. "Present Status of olive fruit fly control by yellow traps and SIRM in Greece. Trapping of the fly by yellow traps combined with odor lures. In Etat d'avancement des travaux et echange d'informations sur les problemes. Pose e par la tutte integree en oleiculture.", Prog. CEC. Experts Meeting, November 1981. Antibes. pp. 86-94.

Economopoulos A. Raptis A. Stavropoulou A. and Papadopoulos A. 1986. "Control of *Dacus oleae* by yellow sticky traps combined with ammonium acetate slow-release dispensers." Entomologia Experimentalis et Applicata. 41: 11-16.

EPPO 2014. European and Mediterranean Plant Protection Organization. EPPO Databases.

Faostat. 2013. "Production quantities by country 2002-2012". FAO.

Fletcher B. S. and Kapatos E. 1981. "Dispersal of the olive fly, *Dacus oleae,* during the summer period on Corfu." Entomologia Experimentalis et Applicata. 29:1-8.

Fletcher B. S. and Kapatos E. 1983. "Fruit flies of Economic Importance." Proceedings of CEC/IOBC International Symposium. Athens.

Fletcher B.S. Kapatos E. and Pappas. S. 1978. "Changes 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.

Gaouar N. and Debouzie D. 1991. "Olive fruit fly, *Dacus oleae* Gmel. (Diptera, Tephritidae) damage in Tlemcen region, Algeria." Journal-of-Applied-Entomology.1991, 112: 3, 288-297; 29 ref.

Getis A. and Ord J.K. 1996. "Local spatial statistics: an overview. In: Longley P.and Batty M. (eds) Spatial analysis: modeling in a GIS environment." GeonInformation International. Cambridge. UK. Pp 261-277.

Goodchild M. 1992. "The Technological setting of GIS." In Maguire M. et al. Geographical Information System: Principles and Applications. London: Longman. Vol I pp 45-54.

Haniotakis G. Kozyrakis M. and Handrakis I. 1983. "Applications of phromones for the control of the olive fruit fly. In Proc. International conference on intergrated plant protection." July 4-9, 1983. Hungarian Society of Agriculture Sciences, Plant Protection Section. Budapest-Hungary. pp.164-171.

Haniotakis G.E. and Voyadjoglou A. 1978. "Oviposition regulation in *Dacus oleae* by various olive fruit characters." Entomologia Experimentalis et Applicata, 24(3): 387-392

Hoelmer K.A. Kirk A.A. Pickett C.H. Daane K.M and Johnson M.W. 2011. "Prospects for improving biological control of olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae), with introduced parasitoids (Hymenoptera)." Biological Science and Technology. 21(9): 1005-1025.

Holmstrom K.E. Hughes M.G. Walker S.D. Kline W.L. and Ingerson-Majar J. 2001. " Spatial mapping of adult corn earworm and European corn borer populations in New Jersey." HorTechnology. 11: 103-109.

Ifoulis A.A. and Savopoulou-Soultani M. 2005. Developing Optimum Sample Size and Multistage Sampling Plans for *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) Larval Infestation and Injury in northern Greece." Journal of Economic Entomology. 99(5): 1890-1898.

Isaaks E.H. and Srivastava R.M. 1989. "An introduction to applied geostatistics." Oxford University Press. New York.

Israely N. Ziv Y. and Oman S.D. 2005. "Spatiotemporal distribution patterns of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in the central region of Israel." Ann. Entomol. Soc. Am. 98: 77-84.

Kapatos E.T. and Fletcher B.S. 1984. "The phenology of the olive fruit fly, *Dacus oleae* (Gmel.) (Diptera, Tephritidae), in Corfu." Zeit. ang. Ent. (97)4: 360-370.

Kapatos E.T. 1989. "Integrated management systems of *Dacus oleae."* A.S. Rombinson & G.H.S. Hooper. Elsevier. pp. 391-398.

Kapatos E.T. and Fletcher B.S. 1983. "Development of a pest management system for Dacus oleae in Corfu by utilizing ecological criteria." In Proc. CEC/ IOBC International Symposium. November 1982. Athens. pp. 593-602.

Karamanlidou G. Lambropoulos A.F. Koliais S.L. Manousis T. Ellar D. and Kastritsis C. 1991. "Toxicity of *Bacillus thuringiensis* to laboratory populations of the olive fruit fly (*Dacus oleae*)." Applied and Environmental Microbiology 57(8): 2277-2282.

Katsoyannos P. 1992. "Olive pests and their control in the Near East." Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

Kitron U. Michael J. Swanson J. and Haramis L. 1997. "Spatial Analysis of the distribution of la Crosse encephalitis in Illinois, using a geographic information system and local and global spatial statistics." Am. J. Trop. Med. Hyg. 57: 469-475.

Kitron U. Otieno L.H. Hungerford L.L. Odulaja A. Brigham W.U. Okello O.O. Joselyn M. Mohamed-Ahmed M.M. and Cook E. 1996. "Spatial analysis of the distribution of tsetse flies in the Lambwe Valley, Kenya, using Landsat TM satellite imagery and GIS." J. Animal. Ecol. 65: 371-380.

Kitron U. Pener H. Costin C. Orsham L. Greenberg Z. and Shalom U. 1994. "Geographic information system in Malaria Surveillance: Mosquito Breeding and Imported cases in Israel." Am. J. Trop. Med. Hyg. 50(5): 550-556.

Liebhold A.M. Rossi R.E. and Kemp W.P. 1993. "Geostatistics and geographic information systems in applied insect ecology." Annu. Rev. Entomol. 38: 303-327.

Liebhold A.M. Zhang X. Hohn M.E. Elkinton J.S. TicehurstM. Benzol G.L. and Campbell R.W. 1991. "Geostatistical analysis of gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) egg mass populations ."Environ Entomol. 25:1407-1417.

Manousis T. and Moore N. 1987. "Cricket Paralysis Vims, a Potential Control Agent for the Olive Fruit Fly, *Dacus oleae* GmeL." Applied and Environmental Microbiology. 53(1):142-148

Mazomenos B.E. 1989. "*Dacus oleae*" p. 169-177. In A.S. Robinson and G. Hooper (ed). Word crop pests. Vol. 3A. Elsevier Science Publishers. Amsterdam Netherlands.

Michalaki M. 2006. " Area-wide management of the olive fruit fly in Greece." TEAM (Working Group on Tephritidae from Europe, Africa and Middle East) Newsletter 2.6.

Montiel-Bueno A. and Jones O. 2002. "Alternative methods for controlling the olive fly, *Bactrocera oleae,* involving semio-chemicals." IOBC/WPRS Bull. 25:1-11.

Montiel-Bueno A. and Mata M. S. 1985. "A sexual confusion technigue in the control of *Dacus oleae*." In Proc CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting. Ed. Cavalloro. Pisa-Italy. pp. 420-427.

Navrozidis E.I. Vasara E. Karamanlidou G. Salpiggidis G.K. and Koliais S.I 2000. "Biological Control of *Bactrocera oleae* (Diptera : Tephritidae) Using a Greek *Bacillus thuringiensis* Isolate. *Journal of Economic Entomology.* 93(6): 1657-1661.

Nestel D. and Klein M. 1995. "Geostatistical analysis of leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) colonization and spread in deciduous orchards."Environ. Entomol. 24: 1032-1039.

Nestel D. Carvalho J. and Nemny-Lavy E. 2004. "The spatial dimension in the ecology of insect and its relevance to pest management." In. Insect pest management. Ed. by, Horowitz AR, Ishaaya I, Springer-Verlag. Berlin. Heidelberg 45-63.

Neuenschwander P. and Michelakis, S. 1978. "The infestation of *Dacus oleae* (Gmel.) (Diptera, Tephritidae) at harvest time and its influence on yield and quality of olive oil in Crete." Zeit. ang. Ent. 86: 420-433.

Neuenschwander P. Michelakis S. Micros. L. and Mathioydi M. 1980. "Compensation for early fruit drop caused by *Dacus oleae* (Gmel) (Diptera, Tephritidae) due to an increase in weight and oil content of the remaining olive." Z. ang. Entomology. 89: 514-425.

Papadopoulos N.T. Katsoyannos B.I. and Nestel D. 2003. "Spatial autocorrelation analysis of a *Ceratitis capitata* (Diptrera: Tephritidae) adult population in a mixed deciduous fruit orchard in northern Greece." Environ. Entomol. 32:319-326.

Pettachi R. Guidotti D. and Rizzi I. 2002. "Spatial data analysis in integrated pest management in olive growing." Procc. IV International Symposium of Olive Growing. Valenzano. Italy. October 30.

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

Puche H. Midgarden D.G. Ovalle O. Kendra P.E. Epsky N.D. Rendon P. and Heath R.R. 2005. "Effect of elevation and host availability on distribution of sterile and wind Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae)." Fla. Entomol. 88: 83-90.

Rice R.E. 2000. "Bionomics of the olive fruit fly *Bactrocera (Dacus) oleae.* In: Olive Notes." Tulare County. University of California Cooperative Extension. 1-5.

Roberts A.S. Ravlin F.W. and Fleischer S.J. 1993. "Spatial data representation for integrated pest management programs." Amer. Entomol. 39: 92-107.

Schotzko D.J. and Knudsen G.R. 1992. "Use of geostatistics to evaluate a spatial simulation of Russian wheta aphid (Homoptera: Aphididae) movement behavior on preferred and non-preferred hosts." Environ. Entomol. 21: 1271-1282

Schotzko D.J. and O'Keeffe L.E. 1989. "Geostatistical description of the spatial distribution of *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae) in lentils."J. Econ. Entomol. 82: 1277-1288.

Schotzko D.J. and Smith C.M. 1991. "Effects of host plant on the between-plant spatial distribution of the Russian wheta aphid (Homoptera: Aphididae)." J. Econ. Entomol. 84: 1725-1734.

Sokal R.R. and Oden N.L. 1978. "Spatial autocorrelation in biology. I. Methodology." J. Linn. Soc. 10: 199-228.

Taylor R.L. 1984. "Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations." Annu. Rev. Entomol. 29: 321-357.

Tscharntke T. and Brandl R. 2004. "Plant – insect interactions in fragmented landscapes." Annu. Rev. Entomol. 49:405-430.

Tsiropoulos G.J. 1980b. "The importance of vitamins in adult *Dacus oleae* (Diptera, Tephritidae) nutrition." Ann. Entomol. Soc. Am. 73(6): 705-707.

Tsiropoulos G.J. 1980a. "Major nutritional requirements of adult *Dacus oleae* (Diptera, Tephritidae)." Ann. Entomol. Soc. Am. 73(3): 251-253

Tyrner M.T. Gardner R.H. ahd O'Neill R.V. 2001. "Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process."Springer Verlag. Germany.

Tzanakakis M.E. and Koveos D. 1986. "Inhibition of ovarian maturation in the olive fruit fly *Dacus oleae* (Diptera, Tephritidae), under long photophase and an increase of temperature." Annals of Entomological Society of America. 79: 15-18.

Tzanakakis M. E. 2003. "Seasonal development and dormancy of insects and mites feeding on olive." J. Zool. Netherlands. 52:87-224.

Tzanakakis M. E. 2006. “Insects and mites feeding on olive.” Brill Academic Publishers. Boston. MA.

Walton M.P. 1995. “Integrated Pest Management in olives.” In: D. Dent (ed.), Integrated Pest Management. Chapman & Hall pp. 222-240. London.

Williams III L. Schotzko D.J. and McCaffrey J.P. 1992. “Geostatistical description of the spatial distribution of *Limonius californicus* (Coleoptera: Elateridae) wireworms in the northwestern U.S. with comments on sampling.” Environ. Entomol. 21: 983-995.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ανδρουτσοπούλου Β. 2011. “Γενετική δομή και διαφοροποίηση φυσικών πληθυσμών του δάκου της ελιάς, *Bactrocera oleae*.” Μεταπτυχιακή διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα.

Γιαμβριάς Χ. 1996. “Εντομολογικοί Εχθροί Ελιάς.” Γεωργική Εντομολογία ΙΙΙ. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα.

Γκούβας Μ. και Σακελλαρίου Ν. 2011. “Κλίμα και Δασική Βλάστηση της Ελλάδας.” Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης. Αθήνα

Δ.Α.Ο.Κ. Περιφερειακής Ενότητας Κορινθίας. “Στοιχεία σχετικά με την εφαρμογή του προγράμματος συλλογικής καταπολέμησης του δάκου της ελιάς στην Κορινθία.” Τμήμα Ποιητικού & Φυτουγειονομικού ελέγχου. Κόρινθος.

Δήμου Ι. 2002. “Οικολογική μελέτη του Δάκου της ελιάς Bactrocera (Dacus) oleae (Gmelin), στην περιοχή της Αχαΐας.” Διδακτορική Διατριβή. Πάτρα.

Εμβαλωτής Α. Κάτσης Α. και Σιδερίδης Γ. 2006. “Στατιστική μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας.” Α΄Έκδοση. Ιωάννινα.

Ευσταθίου Ν. 2009. “Υπηρεσίες ιστού στον Αγροτικό τομέα.” Μεταπτυχιακή Διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα.

Ζιώγας Β. 1996. “Ο Δάκος της Ελιάς.” Υπουργείο Γεωργίας. Περιφερειακό Κέντρο προστασίας φυτών και ποιοτικού ελέγχου Πειραιά. Αθήνα

Καπετανάκης Ε. 2007. “Μελέτη για την Αξιολόγηση των Μεθόδων Δακοκτονίας που Χρησιμοποιούνται στην Κρήτη και για τη Βελτίωση της Αποτελεσματικότητας της Δακοκτονίας.” Ηράκλειο. ΤΕΙ Κρήτης.

Καρράς Γ. 1973. “Κλιματική ταξινόμηση της Ελλάδος κατά Thornthwaite.” Αθήνα.

Κόττικα Α. 2004. "Μελέτη της αναθεώρησης του υφιστάμενου καθεστώτος παρακολούθησης του πληθυσμού του δάκου (Dacus oleae) στη Λέσβο με την βοήθεια της εξέλιξης του πληθυσμού του σε χωρικό και χρονικό επίπεδο." Μεταπτυχιακή Διατριβή. Μυτιλήνη.

Κουλινά Σ. και Μιχαλοπούλου Ε. 2007 "Το ελαιόλαδο στην διατροφή." Θεσσαλονίκη. ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης.

Κουνατίδης Η. 2009. "Βιολογία και Γενετική του δάκου της ελιάς με κλασικές και σύγχρονες προσεγγίσεις." Διδακτορική Διατριβή. Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.

Κουτσόπουλος Κ. 2002. " Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου. Εκδόσεις Παπασωτηρίου. Αθήνα.

Κουτσόπουλος Κ. 2006. "Ανάλυση Χώρου: Θεωρία, Μεθοδολογία και Τεχνικές" (Τόμ. Ι). Αθήνα: Διηνεκές.

Κυριτσάκης Α. 1988. "Το ελαιόλαδο. Χημική σύνθεση, τεχνολογία, ποιοτικός έλεγχος, βιολογική αξία." Θεσσαλονίκη.

Μανίκας Γ. 1974. "Συμβολή εις την μελέτη της βιολογίας και οικολογίας του Dacus oleae Gmel. (Diptera, Tephritidae)." Διδακτορική διατριβή. Ανώτατη Γεωπονική Σχολή Αθηνών

Μετζιδάκης Ι. 2006. "Εφαρμογή συστήματος ολοκληρωμένης διαχείρισης στην ελαιοκαλλιέργεια." ΕΘ.Ι.Α.Γ.Ε. Χανιά.

Μπρούμας Θ. 1995. "Ο Δάκος της Ελιάς: Βιολογικές και Βιοτεχνολογικές μέθοδοι για την καταπολέμηση του." Γεωργία – Κτηνοτροφία. 2: 44-52.

Μπρούμας Θ. 2002. "Αφιέρωμα Ελαιοκομία. Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση εχθρών της Ελιάς." Γεωργία -Κτηνοτροφία. 3: 99-114.

Πανάγος Γ. 2014. "Παραγωγή κατανάλωση ανά χώρα." el Σελίδες ελιάς και ελαιολάδου. Agrenda. 3: σελ. 34-35.

Παπαφιλιππάκη Α. Νικηφοράκης Κ. και Σταυρουλάκης Γ. 2007. "Βελτιστοποίηση της καταπολέμησης του δάκου της ελιάς (*Bactrocera oleae*) με τη χρήση Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών." 12^{ο} Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο. Λάρνακα. Κύπρος 13-16 Νοεμβρίου 2007.

Πελεκάσης Κ. 1991. " Μαθήματα Γεωργικής Εντομολογίας." Ειδική Εντομολογία. Β΄ Τόμος. Αθήνα. σελ.338-357.

Ποντίκης Κ. 1992, "Ελαιοκομία" Εκδόσεις Α. Σταμούλης. Πειραιάς.

Σφακιωτάκης Ε. 1993. "Μαθήματα Ελαιοκομίας." Θεσσαλονίκη.

Τζανακάκης Μ. Ε. 1995. "Εντομολογία." Εκδόσεις University Studio Press. Θεσσαλονίκη.

Τζανακάκης Μ. και Κατσόγιαννος Β. 2003. "Έντομα Καρποφόρων Δέντρων και Αμπέλου." Αγρότυπος Α.Ε. Θεσσαλονίκη. σελ.360.

Τζανακάκης Μ. 1980. "Μαθήματα Εφαρμοσμένης Εντομολογίας." Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Γενικό Μέρος. Θεσσαλονίκη. σελ.364.

Φάκλαρης Π. "Ο ευλογημένος καρπός των Ελλήνων από την αρχαιότητα" Κλασική Αρχαιολογία. Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.

Φώτης Ν.Γ. και Κουτσόπουλος Κ. 2012. "Διδακτικές σημειώσεις μαθήματος." Μεθοδολογίες Αναπτυξιακών Σχεδιασμών και Περιβάλλον. ΔΠΜΣ Περιβάλλον και Ανάπτυξη. Ε.Μ.Π. Αθήνα.

ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ INTERNET

http://www.kairatos.com.gr/elia.htm

http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E

http://agrinfo.innovationcenter-crete.gr/

http://www.agricolagaltelli.it/Pagine_%20inset/mosca_olivo.htm

http://users.sch.gr/gpantakis/wp-content/uploads/2012/11/DSCN1605-elies-me-dako.jpg

http://www.pollicegreen.com/mosca-olivo-insetto-parassita/22951/

http://www.olearum.com/Fichas/moscadelolivo.html

http://taggiasca.com/bactrocera/fori-uscita.htm